目次

鋼船規則 D 編　機関 8
1 章　通則 8
1.1　一般 8
1.2　材料 8
1.3　機関に対する一般要件 9
1.4　試験 12
2 章　往復動内燃機関 13
2.1　一般 13
2.2　材料，構造及び強度 20
2.3　クランク軸 22
2.4　安全装置 23
2.5　付属装置 25
2.6　試験 29
3 章　蒸気タービン 35
3.1　一般 35
3.2　材料，構造及び強度 35
3.3　安全装置 36
3.4　試験 37
4 章　ガスタービン 39
4.1　一般 39
4.2　材料，構造及び強度 40
4.3　安全装置 40
4.4　付属装置 41
4.5　試験 44
5 章　動力伝達装置 45
5.1　一般 45
5.2　材料，構造 45
5.3　歯車の強度 46
5.4　歯車軸及びたわみ軸 49
5.5　試験 50
6 章　軸系 51
6.1　一般 51
6.2　材料，構造及び強度 51
6.3　試験 58
7 章　プロペラ 59
7.1　一般 59
7.2　構造，強度等 59

7.3　プロペラの圧入 63
7.4　試験 66
8 章　軸系ねじり振動 67
8.1　一般 67
8.2　許容限度 67
8.3　連続使用禁止範囲 71
9 章　ボイラ等及び焼却設備 72
9.1　一般 72
9.2　材料及び溶接 73
9.3　設計要件 73
9.4　許容応力及び効率 74
9.5　各部材の所要寸法の計算 79
9.6　マンホール，管台等の穴及び穴の補強 85
9.7　管 89
9.8　ボイラ各部材の継手及び接合 89
9.9　付着品等 98
9.10　試験 103
9.11　小型ボイラの構造等 103
9.12　熱媒油設備の構造等 103
9.13　焼却設備 104
10 章　圧力容器 106
10.1　一般 106
10.2　材料及び溶接 107
10.3　設計要件 108
10.4　許容応力，効率及び腐食予備厚 108
10.5　強度 110
10.6　マンホール，管台等の穴及び穴の補強 115
10.7　圧力容器各部材の継手及び接合 116
10.8　付着品等 117
10.9　試験 118
11 章　機関の溶接 119
11.1　一般 119
11.2　溶接施工方法及びその施工要領 119
11.3　溶接後熱処理 120
11.4　ボイラの溶接 121
11.5　圧力容器の溶接 123
11.6　管装置の溶接 125
11.7　原動機等の主要部品の溶接 128
12 章　管，弁，管取付け物及び補機 130
12.1　一般 130

12.2　管の厚さ 133
12.3　弁及び管取付け物の構造 138
12.4　管装置の接合及び加工 139
12.5　補機及び置タンクの構造 141
12.6　試験 141
13 章　管艤装 148
13.1　一般 148
13.2　配管 148
13.3　海水吸入弁及び船外吐出弁 150
13.4　排水装置，衛生装置等 151
13.5　ビルジ管装置及びバラスト管装置 152
13.6　空気管 156
13.7　オーバフロー管 157
13.8　測深装置 158
13.9　燃料油管装置 160
13.10　潤滑油管装置及び操作油管装置 162
13.11　熱媒油管装置 163
13.12　冷却管装置 163
13.13　圧縮空気管装置* 164
13.14　蒸気管装置及び復水管装置 165
13.15　ボイラの給水管装置 165
13.16　排ガス管装置 165
13.17　試験 166
14 章　タンカーの管装置 167
14.1　一般 167
14.2　貨物油ポンプ，貨物油管装置，貨物油タンク内配管等 167
14.3　貨物油ポンプ室，コファダム，貨物油タンクに隣接するタンクの諸管装置 170
14.4　引火点が 60℃を超える油のみを運ぶ船舶 170
14.5　兼用船の管装置 171
14.6　試験 172
15 章　操舵装置 173
15.1　一般 173
15.2　操舵装置の性能及び配置 174
15.3　制御システム 176
15.4　操舵装置の材料，構造及び強度 177
15.5　試験 180
15.6　総トン数 10,000 トン以上で総トン数 70,000 トン未満のタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船並びに総トン数 70,000 トン以上の船舶に対する追加規定 180
16 章　ウインドラス及びムアリングウインチ 182
16.1　一般 182
16.2　ウインドラス 182

16.3 ムアリングウインチ 185
17 章 冷凍装置及び雰囲気制御設備 186
17.1 一般 186
17.2 冷凍装置の設計 186
17.3 雰囲気制御設備* 187
17.4 試験 187
18 章 自動制御及び遠隔制御 189
18.1 一般 189
18.2 システム設計 190
18.3 主機又は可変ピッチプロペラの自動制御及び遠隔制御 193
18.4 ボイラの自動制御及び遠隔制御 195
18.5 発電装置の自動制御及び遠隔制御 196
18.6 補機等の自動制御及び遠隔制御 197
18.7 試験 198
19 章 ウォータジェット推進装置 200
19.1 一般 200
19.2 推進装置の数及び補助操舵場所 203
19.3 材料及び溶接 203
19.4 構造及び強度 204
19.5 操舵システム 206
19.6 電気設備 207
19.7 制御装置 208
19.8 管装置 208
19.9 試験 209
20 章 旋回式推進装置 210
20.1 一般 210
20.2 推進装置の数及び設置場所 212
20.3 材料及び溶接 213
20.4 構造及び強度 213
20.5 操舵システム 214
20.6 電気設備 215
20.7 制御装置 216
20.8 管装置 217
20.9 プロペラポッド内に推進用電動機を内蔵する場合の追加規定 217
20.10 試験 217
21 章 選択式触媒還元脱硝装置関連設備 218
21.1 一般 218
21.2 設計 219
21.3 SCR 脱硝装置 219
21.4 構造，配置等に関する要件 220

21.5　電気設備 222
21.6　排ガス昇温装置 222
21.7　安全・保安装具 223
21.8　試験 224
22 章　排ガス浄化装置関連設備 225
22.1　一般 225
22.2　設計 226
22.3　排ガス浄化装置 226
22.4　構造，配置等に関する要件 227
22.5　電気設備 230
22.6　安全・保安装具 230
22.7　試験 231
23 章　排ガス再循環装置関連設備 232
23.1　一般 232
23.2　設計 232
23.3　排ガス浄化装置 232
23.4　構造，配置等に関する要件 232
23.5　電気設備 233
23.6　安全・保安装具 233
23.7　試験 233
24 章　予備品，要具及び装備品 234
24.1　一般 234
24.2　予備品，要具及び装備品 234
25 章　航路を制限される船舶及び小型の船舶に施設される機関の特例 239
25.1　一般 239
25.2　特例の内容 239
25.3　航路を制限される船舶の予備品等 240
附属書 2.3.1　クランク軸応力の計算方法 243
1.1　適用 243
1.2　計算の概要 243
1.3　応力計算 243
1.4　応力集中係数 248
1.5　付加曲げ応力 251
1.6　等価変動応力 251
1.7　疲労強度 251
1.8　判定基準 252
1.9　半組立形クランク軸の焼きばめの計算 253
附属書 5.3.1　密閉式歯車の強度計算 255
1.1　適用及び基本原理 255
1.2　記号及び単位 255

1.3　幾何学的定義 257
1.4　公称接線荷重，F_t 257
1.5　負荷係数 258
1.6　面圧強さ 263
1.7　曲げ強さ 267
附属書 6.2.2　中間軸高強度材料の使用 272
1.1　適用 272
1.2　ねじり疲労試験 272
1.3　清浄度の確認 272
1.4　検査 273
附属書 6.2.13　軸系アライメントの計算 274
1.1　一般 274
1.2　軸系のモデル化 274
1.3　計算条件及び計算結果の評価 275
1.4　艤装要領に関する事項 278
附属書 12.1.6　プラスチック管 280
1.1　適用 280
1.2　用語 280
1.3　材料 280
1.4　設計要件 280
1.5　管の用途及び配置場所に対する要件 281
1.6　配管 282
1.7　試験 284
付録 1　有限要素法を用いたクランク軸腕のすみ肉半径における 応力集中係数の計算指針 289
1.1　一般 289
2.1　モデル化要件 289
2.2　要素精度基準 290
3.1　荷重条件 290
付録 2　疲労試験の評価指針 294
1.1　序 294
1.2　小試験片による試験 294
1.3　実寸法のクランクスローによる試験 294
2.1　試験結果の評価 294
3.1　小試験片試験 298
4.1　実寸法試験 300
5.1　類似のクランク軸の既存の結果の利用 301
付録 3　表面処理されたすみ肉部及び油穴出口の計算指針 303
1.1　序 303
2.1　表面処理の定義 303
2.2　表面処理手法 303

3.1　一般 303
3.2　すみ肉部の局所応力の評価 304
3.3　油穴部応力の評価 305
3.4　判定基準 306
4.1　高周波焼入れ 306
4.2　局所疲労強度 307
5.1　窒化 308
5.2　局所疲労強度 309
6.1　冷間加工 309
付録 4　有限要素法を用いたクランク軸の油穴出口部における応力集中係数の計算指針 312
1.1　一般 312
2.1　モデル化要件 312
2.2　要素精度基準 312
3.1　荷重条件と応力評価 313

鋼船規則 D 編　　機関

1 章　通則

1.1　一般

1.1.1　適用*

-1. 本編の規定は，船舶に施設される主機，動力伝達装置，軸系，プロペラ，主機以外の原動機，ボイラ等，焼却設備，圧力容器，補機，管装置及び制御装置（以下，本編において「機関」という。）に適用する。

-2. 機関のうち，航路に制限のある船舶及び小型の船舶に装備されるものについては，本編 **25 章**の規定によるほか本編の規定を適当に軽減することができる。

1.1.2　同等効力

本編の規定に適合しない機関であっても，本会が本編の規定に適合するものと同等の効力があると認める場合には，これを本編に適合するものとみなす。

1.1.3　新設計理論に基づく機関*

新設計理論に基づいた機関について，必要に応じて設計及び試験方法等に関する本編の規定以外の要求を行い，その結果によって承認する。

1.1.4　規定の軽減*

次に掲げる機関について，本会が差し支えないと認める場合には，本編の規定の一部を軽減して適用することができる。

(1) 発電機又は補機を駆動する小型の原動機（動力伝達装置及び軸系を含む。）

(2) 操貨補機及びそれらを駆動する原動機（動力伝達装置及び軸系を含む。）

(3) その他，容量，用途又は使用条件を考慮して本会が適当と認める機関

1.1.5　旅客船

旅客船の機関については，本編の規定によるほか，設計に関連して特別の考慮を払わなければならない。この場合，国際条約及び船籍国の国内法規に適合しなければならないことに注意する必要がある。

1.1.6　用語*

-1. 本編において，補機を次の通り分類する。なお，**(1)**から**(5)**の補機が複数の用途に共用される場合は，上位の分類に属するものとする。

(1) 推進補機：主機等の船舶の推進に用いられる機関を運転するための機器をいう。

(2) 操船・保安補機：船舶を操作し，また，操縦して安全を保つための機器及び乗船者の安全を保つための機器をいう。

(3) 操貨補機：船舶に貨物を積付け又は積下ろすための機器及び貨物を保全するための機器をいう。

(4) 作業用補機：船舶が航行中又は停泊中に行う特定の作業に用いる機器をいう。

(5) その他の補機：前**(1)**から**(4)**のいずれにも該当しない補機をいう。

-2. 推進軸系

推進軸系とは，スラスト軸，中間軸，船尾管軸，プロペラ軸及びこれらの軸受並びにプロペラをいう。

1.1.7　提出図面及び資料

機関に関し，本会に提出すべき図面及び資料は，本編各章の規定による。

1.2　材料

1.2.1　材料の選定

-1. **K 編**の適用を受ける材料

機関に用いる材料は，本編各章に定めるところにより **K 編**の規定に適合するものから，使用目的及び使用条件を考慮して選定されなければならない。

-2. その他の材料

本編各章に定められていない機関用材料については次の**(1)**又は**(2)**による。

(1) 主機，推進の用に供する動力伝達装置，軸系，プロペラ，ボイラ，圧力容器及び制御装置，並びに推進補機，操船・保安補機及び操貨補機に用いる材料は，日本産業規格又は本会が適当と認める規格に適合しなければならない。

(2) 推進補機，操船・保安補機及び操貨補機を除く補機（以下，本編において「作業用補機等」という。），並びにこれらに付帯する動力伝達装置，軸系，管装置及び制御装置に使用する材料は，使用目的及び使用条件を考慮して選定されなければならない。

1.3 機関に対する一般要件

1.3.1 一般要件*

-1. 機関は，用途に適した設計及び構造とし，その運動部材，高温部並びにその他の危険部位には，乗組員の危険を最小限にするように適当な保護装置を設けなければならない。また，その設計は，機器の使用目的，使用条件及び船上での周囲環境に考慮を払ったものでなければならない。

-2. 次に掲げる機関が単一の場合には，それらの機関及び部品の信頼性には特に考慮を払わなければならない。また，主機及び推進軸系に特殊な機関を用いる船舶では，その機関が故障した場合に航海可能な速力を十分に与えることができる別個の機関を要求することがある。

(1) 主機として往復動内燃機関を用いる船舶（電気推進船を除く。）にあっては，当該往復動内燃機関，高弾性継手，減速機及び推進軸系

(2) 主機として蒸気タービンを用いる船舶（電気推進船を除く。）にあっては，当該蒸気タービン，主ボイラ，主復水器，減速機及び推進軸系

(3) 主機としてガスタービンを用いる船舶（電気推進船を除く。）にあっては，当該ガスタービン，圧縮機，燃焼器，減速機及び推進軸系

(4) 電気推進船（**H 編 5.1.1-1.**に規定するものをいう。以下，本編において同じ。）にあっては，推進用電動機，減速機及び推進軸系

-3. 電気推進船にあっては，推進用発電装置を 2 組以上設けなければならない。

-4. 機器の一つが作動不能になっても，主機の通常運転が維持又は復帰し得るような措置を講じていなければならない。特に次に掲げる装置については，機能が喪失しないように考慮を払わなければならない。ただし，主機を減速運転するなどの措置により，船舶の安全が維持できると認められる場合には，本会は一部の設備の軽減を承認する。

(1) 主電源用発電装置

(2) 蒸気供給源

(3) ボイラ給水装置

(4) ボイラ又は機関への燃料供給装置

(5) 潤滑油圧力源

(6) 冷却水圧力源

(7) 復水ポンプ及びコンデンサの真空維持装置

(8) ボイラ用送風機

(9) 始動又は制御用空気圧縮機及び空気タンク

(10) 主機の油圧，空気圧，又は電気式制御装置（可変ピッチプロペラを含む。）

-5. 機関は船外からの援助を受けることなく， デッドシップ状態から運転に入ることができるものでなければならない。また，これに係る始動装置及び関連機器は，デッドシップ状態から船舶の推進を復帰するまでブラックアウト後 30 分以上を要するものであってはならない。

-6. 主機，発電機を駆動する原動機並びに補機（作業用補機等を除く。）及びこれらを駆動する原動機は，船内に据付けられた状態で，**表 D1.1** に示す条件下において作動し得るように設計されたものでなければならない。ただし，船舶の形式，大きさ及び運航条件を考慮して，**表 D1.1** に示す傾斜角度を本会の適当と認める値とすることができる。

-7. 機関は，**表 D1.2** に規定する温度条件下で円滑に作動するものでなければならない。

-8. 機関は，洗浄，点検，保守及び操作が容易に行える構造のものでなければならない。

-9. 機関は，通常の運転範囲に振動による過大な応力を生じないように，設計，構造及び配置に特別な考慮を払わなけ

ればならない。

-10. ウォータジェット推進装置又は旋回式推進装置を備える船舶にあっては，それぞれ，**19 章**及び **20 章**の規定によらなければならない。

-11. 機関に備える次の**(1)**及び**(2)**の排ガス処理装置は，それぞれ，**21 章**及び **22 章**の規定によらなければならない。

(1) 選択式触媒還元（SCR）脱硝装置

(2) 排ガス浄化装置（EGCS）（**2.1.1-5.**に規定するものを除く。）

表 D1.1　　傾斜角度

機器の種類	左右方向(2)		前後方向(2)	
	静的傾斜（横傾斜）	動的傾斜（ローリング）	静的傾斜（縦傾斜）	動的傾斜（ピッチング）
主機，主ボイラ及び重要な補助ボイラ，発電機（非常用を除く）を駆動する原動機並びに補機（作業用補機等を除く）及びこれらを駆動する原動機	15°	22.5°	5° (4)	7.5°
非常設備（非常用発電装置及び非常用消火ポンプ並びにそれらの駆動機），各種開閉装置(1)（遮断器等），自動及び遠隔制御を行うための設備	22.5° (3)	22.5° (3)	10°	10°

注

(1) 意図に反したスイッチの切換えや動作の変化が起らないものであること。

(2) 左右方向と前後方向の傾斜は，同時に起こることを考慮すること。

(3) 液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船にあっては，船舶が浸水した状態で左右方向 30 度の傾斜まで使用可能なように非常用電力を供給できるものであること。

(4) **A 編 2.1.2** にいう船の長さが 100 *m* を超える船舶については，次式による値として差し支えない。

$\theta = 500/L$

θ：傾斜角度（°）

L ：**A 編 2.1.2** にいう船の長さ（*m*）

表 D1.2　　温度

	設置場所	温度（℃）
空気	閉囲区画内	0～45(1)
	45℃を超える区域又は 0℃を下回る区域内における機関部品又はボイラ	計画条件による
	暴露甲板上	-25～45(1)
海水	—	32(1)

注

(1) 航路に制限のある船舶については，本会が承認した他の温度とすることができる。

1.3.2　後進力

-1. 主機及び推進軸系は，通常の運航条件において十分な操船が可能なように船舶を後進させることができるものでなければならない。

-2. 主機は，連続最大回転数の 70%以上の回転数で，後進状態を少なくとも 30 分間維持できるもので，かつ，前進状態から後進に切り換えた際，船舶に有効な制動を与えることができる後進力を有するものでなければならない。

-3. 逆転装置，可変ピッチプロペラ又は電気推進装置によって後進力を与える船舶にあっては，後進時に主機が過負荷とならないようにしなければならない。

1.3.3　燃料油の使用制限

燃料油の使用制限については**規則 R 編 4.2.1** によらなければならない。

1.3.4　火災対策

-1. 機関は，燃料油，潤滑油その他の油が漏れることがないものでなければならない。これらの油が漏れるおそれのあ

る場合には，漏油を安全な場所へ導く適切な措置が講じられていなければならない。

-2. 機関は，取扱者の健康に障害を与えるガス及び火災の危険のあるガスが漏れることがないものでなければならない。これらのガスが漏れるおそれのある機関は，そのガスが速やかに排出される通風良好な場所に据付けなければならない。

-3. 火災対策については本 **1.3.4** の規定に加え，**R 編 4.2** 及び **5.2** の規定にもよらなければならない。

1.3.5 機関区域の通風装置*

-1. *A* 類機関区域は，荒天時を含むすべての天候状態で，その区域内の機関又はボイラを全負荷運転している時も，乗組員の安全と機関の運転を確保するため，必要な空気を供給する適当な通風措置が講じられていなければならない。また，*A* 類機関区域を除く機関区域にあっては，その区域に適した通風措置が講じられていなければならない。

-2. 非常用発電機室に閉鎖することができる通風用のルーバを取り付ける場合及び非常用発電機室の通風筒に閉鎖装置を取り付ける場合には，当該ルーバ又は閉鎖装置は，次の**(1)**から**(4)**の要件に適合しなければならない。

(1) ルーバ及び閉鎖装置は，手動操作又は動力（油圧，空気圧又は電気）により操作されるものとして差し支えないが，火災の状態においても操作可能なものとすること。

(2) 手動操作されるルーバ及び閉鎖装置は，船舶の通常の運航状態において常時開放された状態としなければならない。ルーバ及び閉鎖装置の手動操作を行う場所には，操作の手引きとなる情報を記した銘板を備えなければならない。

(3) 動力（油圧，空気圧又は電気）により操作されるルーバ及び閉鎖装置は，故障した際に開の状態になるものでなければならない。ただし，動力により操作されるルーバ及び閉鎖装置は，船舶の通常の運航状態においては閉の状態として差し支えない。また，動力により操作されるルーバ及び閉鎖装置は，非常用発電機の始動及び作動時に自動的に開の状態になるものでなければならない。

(4) 閉鎖することができる通風用の開口は，手動操作により閉鎖することができるものとし，当該手動操作を行う場所は，非常用発電機室の外部の安全な場所であって明確に標示され，ルーバ及び閉鎖装置が閉鎖したことを容易に確認できる場所でなければならない。この時，ルーバは，当該手動操作を行う場所において，ルーバが開の状態であるか又は閉の状態であるかが表示されるものでなければならない。また，ルーバ及び閉鎖装置は，当該手動操作を行う場所以外の離れた場所から閉鎖することができないものとしなければならない。

1.3.6 機関区域*

-1. 機関区域は，当該機関区域に設けられた機器等を有効に操作するため十分な大きさを有するものでなければならない。

-2. 機関区域の騒音については，できるかぎり低減する措置が講じられていなければならない。過剰な騒音源は適当に遮蔽又は隔離するか，或いはその区域が配員を必要とする場合には，騒音から逃避する場所を設けなければならない。必要に応じて，このような区域へ入るための防音具を用意しておかなければならない。

1.3.7 船橋とプロペラの制御場所との通信設備*

船橋とプロペラの回転数及び回転方向（可変ピッチプロペラにあっては，そのピッチ）を制御する場所との間の通信装置については次によらなければならない。

(1) 船橋と船橋以外の制御場所であって通常の制御を行う場所との間には船橋からの指令を伝達することのできる少なくとも 2 組の独立した通信装置を設けること。この装置のうちの 1 組は，指令及びその指令に対する応答を当該装置の設置場所にそれぞれ可視表示することのできるエンジン・テレグラフとすること。

(2) 船橋及び機関室と前**(1)**以外の制御場所との間には，本会が適当と認める通信装置を設けること。

1.3.8 機関士呼出し装置

機関制御室又は機関制御場所には当該場所において操作でき，かつ，機関士居住区域で明確に聴取できる機関士呼出し装置を設けなければならない。

1.3.9 機関の説明書

船舶には，船員が通常業務に従事する場合において使用する言語により作成され船舶の推進に関係ある機関の取扱い及び保守に関する説明書及び図面を備え置かなければならない。

1.3.10 交流発電装置の銘板

交流発電装置（発電機，発電機用原動機及びその継手で構成されるものをいう。）には，発電機も駆動する推進機関から構成される交流発電装置を除き，少なくとも次に掲げる事項を含む銘板を当該装置に設けなければならない。

(1) 交流発電装置製造者の名称又は標章

(2) 製造番号

(3) 製造年月日（月/年）

(4) 定格出力（*kW* 及び *KVA* の両方）
ISO 8528-1:2018 に定義される連続出力（*COP*）又はプライム出力（*PRP*）（ただし，非常用発電装置については制限時間出力（*LTP*）でもよい。）であって，実際の使用に適したものとすること。
(5) 定格力率
(6) 定格周波数（*Hz*）
(7) 定格電圧（*V*）
(8) 定格電流（*A*）
(9) 質量（*kg*）

1.4 試験

1.4.1 製造工場等における試験

-1. 機関（作業用補機等を除く。）を構成する機器及びその部品にあっては，船内に据付けられるに先立ち当該試験を行うために適当な装置を備える場所（以下，本編において「製造工場等」という。）において，該当各章に定める試験が行われなければならない。なお，当該試験の実施にあっては，通常の検査方法と異なる本会が適当と認める検査方法で行うことを認める場合がある。

-2. 本編各章で製造工場等における試験が規定されていない機関の機器及び部品並びに作業用補機等の機器及びその部品にあっては，これらの機器の製造者が行った試験の成績書を本会の求めに応じて提示されなければならない。

1.4.2 量産機器

1.4.1-1.の規定にかかわらず，本会が適当と認める多量生産方式によって製造される機器については，製造者の申請によって当該工場の生産方式に見合った試験の方法とすることがある。申請は申込書（**Form-5-1(J)**）によって行うこと。

1.4.3 試験の省略

本会が適当と認める証明書を有する機関であって，その内容が本編の規定に適合し，かつ，現状が良好なものについては，**1.4.1** に規定する試験の一部又は全部を省略することができる。

1.4.4 造船所等における試験*

-1. 機関については，造船所等において，機器を船舶に据付けたときに，該当の各章に規定する試験が行われなければならない。

-2. 作業用補機等のうち本会が必要と認めるものについては，これらの補機を使用するに先立って適当な時期に，これらの補機が使用状態において船舶及び船員に危険を及ぼさないことを確認するため，本会が適当と認める試験が行われなければならない。

-3. 本会が特に必要と認めた場合には，本編に規定された試験以外の試験を要求することがある。

2 章　往復動内燃機関

2.1　一般

2.1.1　一般*

-1. 本章の規定は，主機，発電機及び補機（作業用補機等を除く。以下，本章において同じ。）に用いられる往復動内燃機関に適用する。

-2. 非常用発電機を駆動する往復動内燃機関については，本章の規定（**2.2.4**，**2.3**，**2.4.1-4.**及び **2.5.5-1.**の規定のうち自動停止する装置に係わる部分を除く。）によるほか，**18.5.2**（自動制御又は遠隔制御を行う場合に限る。），**H 編 3.3** 及び **3.4** の規定にもよらなければならない。

-3. 往復動内燃機関は，型式毎に機関の設計者（以下，本章において「ライセンサー」という。）において，本会の別に定めるところによりあらかじめ使用承認を受けたものとしなければならない。

-4. 本章に定める排気タービン過給機に対する規定は，原則として機械式過給機にも適用する。

-5. 排ガス再循環（EGR）装置を備える往復動内燃機関については，本章の規定によるほか，**23 章**の規定にもよらなければならない。

-6. **N 編 16 章**が適用されるガス燃料機関にあっては，本章の規定によるほか，**N 編附属書 16.1.1-3.**の規定にもよらなければならない。

-7. **N 編 16 章**が適用されないガス燃料機関（**GF 編**が適用される）にあっては，本章の規定によるほか，**GF 編附属書 1.1.3-3.**の規定にもよらなければならない。

2.1.2　用語*

-1. 本章において，排気タービン過給機を，給気するシリンダ群による機関の連続最大出力（例えば，シリンダ列毎に排気タービン過給機を装備する *V* 型機関にあっては，連続最大出力の 50%出力）に従って次の 3 種類に分類する。

(1) *A* 類過給機：
給気するシリンダ群による機関の連続最大出力が 1000 *kW* 以下の排気タービン過給機

(2) *B* 類過給機：
給気するシリンダ群による機関の連続最大出力が 1000 *kW* を超え，かつ 2500 *kW* 以下の排気タービン過給機

(3) *C* 類過給機：
給気するシリンダ群による機関の連続最大出力が 2500 *kW* を超える排気タービン過給機

-2. **2.1.3** 及び **2.1.4** の適用上，用語の定義は，次の**(1)**から**(36)**による。

(1) 「合否判定基準」とは，設計，製品，サービス又は工程が適合しているとみなされるために従うことが要求される一連の値又は判定基準をいう。

(2) 「査定」とは，適切な団体による評価をいう。

(3) 「承認」とは，規定の条件のもとに設計，製品，サービス又は工程を所定の目的のために使用することについて，十分な査定に基づき許可を与えることをいう。

(4) 「組立」とは，構成要素又は部品からなる機器又は装置についていう。

(5) 「審査」とは，設計，製品，サービス，工程，装置又は組織について，所定の仕様，規則，規格又は他の規範となる文書への適合性の程度を判定することをいう。

(6) 「証明書」とは，設計，製品，サービス又は工程が合否判定基準に適合していることを証明する正式な文書をいう。

(7) 「承認手順」とは，設計，製品，サービス又は工程を合否判定基準に従い承認する手順をいう。

(8) 「適切な団体」とは，所定の分野において適切な知見及び専門知識を有すると認められる団体をいう。

(9) 「構成要素」とは，機器又は装置の部品又は部材をいう。

(10) 「適合性」とは，設計，製品，工程又はサービスが個別の要求事項に適合していることを実証できることをいう。

(11) 「契約」とは，対象となる業務に関与する 2 又はそれ以上の関係者による合意をいう。

(12) 「顧客」とは，他者から物品又はサービスを購入又は受け取る関係者をいう。

(13) 「設計」とは，製品の性能，据付及び製造に関係するすべての図面，資料及び計算書についていう。

(14) 「設計の査定」とは，設計に関係する関連したすべての図面，資料及び計算書の評価をいう。

(15) 「機器」とは，構成要素を組み立てた装置の部分をいう。
(16) 「同等な」とは，規定の判定基準に対して劣らないと認められるものをいう。
(17) 「評価」とは，設計，製品，サービス又は工程が規定の判定基準を満足している程度を体系的に検定することをいう。
(18) 「検定」とは，適切な人員が要求事項に適合しているか判定することをいう。
(19) 「検査」とは，検査員による設計，製品，サービス又は工程に対する検定をいう。
(20) 「据付」とは，装置の作動が可能となるよう構成要素，機器及びサブシステムを組立て最終的に設置することをいう。
(21) 「製造者」とは，製造又は製品の品質について責任を負うものをいう。
(22) 「製造工程」とは，製品の製造へ向けた指示に基づく一連の体系的な行動をいう。
(23) 「材料」とは，製造者から他の製造者に供給される物品であって新たに製品となる前に更なる形成又は工作を要するものをいう。
(24) 「変更」とは，現在の承認に影響を及ぼさない限定的な変更をいう。
(25) 「製品」とは，製造工程の成果物をいう。
(26) 「品質保証」とは，品質システムにおいて実施され，適切な信頼性を提供するために必要に応じて対象が品質要求事項を満足していることを実証するすべての計画的かつ体系的な活動をいう（*ISO* 9001:2015 参照）。
(27) 「法規等」とは，法的権限を有する行政当局又は政府の監督機関が発行する規則又は命令をいう。
(28) 「修理」とは，使用された製品又は装置について，摩耗又は損傷した状態から元の状態又はこれに近い状態に復元することをいう。
(29) 「要件」又は「要求事項」とは，評価のために使用されることを目的に規定された特性をいう。
(30) 「参考」とは，追加の技術資料又は承認が必要な図面を補足する詳細図をいう。
(31) 「仕様」とは，立証する材料，製品，構成要素又は装置が使用目的に対する適正さを判定するために使用される技術資料又は事項をいう。
(32) 「実質的改造」とは，応力レベル，操作状態，疲労寿命，他の構成要素に対する影響又は排出等の重要な特性の変化を伴う設計の変更をいう。
(33) 「外注業者」とは，契約により材料を他の供給者に供給するものをいう。
(34) 「供給者」とは，契約により材料又は設計，製品，サービスもしくは構成要素を顧客又は使用者に提供するものをいう。
(35) 「試験」とは，規定の手順に従い，製品，材料，機器，機構，物理現象，工程又はサービスの 1 又は 2 以上の特性又は性能を決定する技術的業務，並びに製品，工程又はサービスの 1 又は 2 以上の特性又は性能が規定の要求事項を満足しているか判定する技術的業務をいう。
(36) 「立会」とは，試験において人物が実在し，試験結果に関して記録及び証拠文書の作成が可能であることをいう。

-3. 電子制御機関に関する用語の定義は，次の**(1)**から**(10)**による。
(1) 「電子制御機関」とは，燃料噴射及び/又は排気弁開閉等が電子制御される機関をいう。
(2) 「蓄圧器」とは，燃料噴射装置又は排気弁駆動装置に付属の操作油ピストンに油圧を供給する小型の圧力容器で，各シリンダに設けられるものをいう。
(3) 「共通蓄圧器」とは，高圧の操作油又は燃料油を供給するための各シリンダ共通の圧力容器をいう。
(4) 「制御弁」とは，油圧アクチュエータを駆動させるための制御部品であり，オンオフ電磁弁，比例制御弁又は可変容積型制御弁等の総称をいう。
(5) 「燃料油高圧ポンプ」とは，共通蓄圧器に高圧の燃料油を供給するためのポンプをいう。
(6) 「操作油高圧ポンプ」とは，燃料噴射装置，排気弁駆動装置，制御弁等に，共通蓄圧器を介して高圧の操作油を供給するためのポンプをいう。
(7) 「機能ブロック」とは，システムを構成する全ての品目を，システム，サブシステム，コンポーネント，組立品及び部品のグループに機能毎に分類したものをいう。
(8) 「信頼性ブロック図」とは，機能ブロックどうしの関連性を示した論理図で，解析レベルを表すものをいう。
(9) 電子制御機関の「通常運転」とは，調速機及び各種安全装置を使用して，常用出力で運転できる状態をいう。
(10) 「高圧管」とは，燃料油高圧ポンプ及び操作油高圧ポンプより下流に配管される管をいう。

-4. ガス燃料機関にあっては，用語の定義は，**GF 編附属書 1.1.3-3.**中 **1.4** による。

2.1.3　　図面及び資料*

-1. 提出すべき図面及び資料は一般に次のとおりとする。

(1) 承認用図面及び資料

表 D2.1(1)に掲げる図面及び資料

(2) 参考用図面及び資料

表 D2.1(2)に掲げる図面及び資料

-2. 前**-1.**に規定する図面及び資料のうち，検査及び試験のためのもの（**表 D2.1(1)**及び**表 D2.1(2)**において“○”で示すもの。以下，本章において同じ。）は，**2.1.1-3.**の規定により既に使用承認を受けた機関の図面及び資料によって機関を製造する機関製造者（以下，本章において「ライセンシー」という。）が **2.1.4-1.**の規定により提出しなければならない。なお，提出に際しては，**2.1.4-2.**の規定に従ってライセンサーが提出することとして差し支えない。

表 D2.1(1)　承認用図面及び資料

	項目	検査及び試験用
(1)	機関要目表（本会が指定する書式のもの）	○
(2)	主要部分の材料仕様 （材料に適用される非破壊試験及び圧力試験に関する参考となる情報を含む。）	○
(3)	台板及びクランクケースの溶接設計部分(注)（溶接の詳細及び溶接手引書を添えること。）	○
(4)	スラスト軸受の台板の溶接設計部分(注)（溶接の詳細及び溶接手引書を添えること。）	○
(5)	架構及び歯車装置の溶接設計部分(注)（溶接の詳細及び溶接手引書を添えること。）	○
(6)	クランク軸の組立図及び詳細図	○
(7)	スラスト軸又は中間軸（機関に組み込まれる場合）	○
(8)	軸継手ボルト	○
(9)	連接棒用の上下軸受（4 ストローク機関の場合）	－
(10)	連接棒用のボルト及びスタッド（4 ストローク機関の場合）	○
(11)	次の**(a)**から**(g)**に関する往復動内燃機関の配置図又は同等な図面及び資料 （主要寸法，作動媒体，最大作動圧力等のライセンシーが供給する装置の詳細図） (a) 始動空気装置 (b) 燃料油装置 (c) 潤滑油装置 (d) 冷却水装置 (e) 油圧装置 (f) 弁開放用の油圧装置 (g) 往復動内燃機関の制御装置及び安全装置	○
(12)	弁駆動油高圧管と被覆装置	－
(13)	高圧燃料管の被覆装置の組立図（すべての機関）	○
(14)	燃料油噴射装置の高圧部（圧力，管の直径及び材料に関する仕様を含むこと。）	○
(15)	クランク室の爆発に備える逃し弁の配置及び詳細 （シリンダ径が 200 *mm* 以上又はクランク室の容積が 0.6 m^3 以上である場合に限る。）	○
(16)	オイルミスト検知装置及び／又は代替の警報装置	○
(17)	連接棒及びロッドキャップ（4 ストローク機関の場合）	○
(18)	支持構造の詳細図（主機の場合）	○
(19)	**2.1.4** の規定により要求される図面及び資料等	○
(20)	排気タービン過給機に関する次の図面及び資料 (a) *A* 類過給機（本会が特に必要と認めた場合に限る。） i) 組立断面図（主要寸法及び部品名を記載すること。） ii) 破壊部品の飛散防止試験の結果 iii) 試験方案	－

	(b) *B* 類過給機 i) 組立断面図（主要寸法及び破壊部品の飛散防止の評価に関するハウジング部品の材料を記載すること。） ii) **2.5.1-6.**に規定する破壊部品の飛散防止に関する資料 iii) 次の運転データ及び制限値に関する資料 ・最大許容運転速度（*rpm*） ・タービン入口の最大許容排ガス温度 ・潤滑油入口の下限圧力 ・潤滑油出口の上限温度 ・最大許容振動レベル（自己誘起振動及び外部励起振動等） ・過速度警報装置の設定点（機関制御系統図に含めること。） ・タービン入口の排ガス温度警報装置の設定点（同上） ・潤滑油入口の低圧警報装置の設定点（同上） ・潤滑油出口の高温警報装置の設定点（同上） iv) 潤滑油系統図（機付諸管線図に含めて差し支えない。） v) 使用承認試験成績書（使用承認試験を実施する場合に限る。） vi) 試験方案（使用承認試験を実施する場合に限る。） (c) *C* 類過給機 i) 前**(b)**に揚げる図面及び資料 ii) ハウジング部品及び回転部品の図面（羽根取付けに関する詳細を含むこと。） iii) 前 **ii)**に規定する部品の材料仕様（化学成分及び機械的性質を示すこと。） iv) 前 **ii)**に規定する部品の溶接要領詳細（溶接構造の場合に限る。）	
(21)	その他本会が必要と認める図面及び資料	○

（注）

材料の仕様及び溶接施工の仕様書は，承認の対象とする。

溶接施工の仕様書には，溶接の前後の熱処理，溶接材料及び仮付け溶接の状態の詳細を含むこと。

表 D2.1(2)　参考用図面及び資料

	項目	検査及び試験用
(1)	図面及び資料のリスト（図面番号及び改正番号を含む。）	○
(2)	主軸受用のボルト及びスタッド	○
(3)	連接棒用の上下軸受（2 ストローク機関の場合）	–
(4)	シリンダヘッド及び排気弁用のボルト及びスタッド（2 ストローク機関の場合）	○
(5)	連接棒用のボルト及びスタッド（2 ストローク機関の場合）	○
(6)	支柱ボルト	○
(7)	ピストンピン	–
(8)	油圧油及び燃料油用の蓄圧器の構造	○
(9)	シリンダヘッド締付ボルト及び弁箱取付ボルト	–
(10)	動弁装置	–
(11)	シリンダヘッド	○
(12)	シリンダブロック，エンジンブロック	○
(13)	シリンダライナ	○
(14)	カウンターウエイト及び取付具（クランク軸に組込まれない場合）	○
(15)	連接棒及びロッドキャップ（2 ストローク機関の場合）	○
(16)	クロスヘッド	○
(17)	ピストン棒	○
(18)	ピストンの組立図（構成要素の識別のための情報（図面番号等）を含む。）	○
(19)	ピストンヘッド	○
(20)	カム軸駆動装置の組立図（構成要素の識別のための情報（図面番号等）を含む。）	○
(21)	はずみ車	○
(22)	燃料油噴射ポンプ	○
(23)	排気管及び燃料装置の故障により影響を受ける恐れのあるその他の高温部分の被膜装置及び防熱装置の組立図	○
(24)	ダンパの構造及び配置図	○
(25)	ディチューナ，バランサ又はコンペンセイタの構造及び配置図，並びに機関の動揺防止装置の構造及び配置図，機関の動揺，釣合い及び振動の防止に関する計算書	–
(26)	電子制御機関の場合，次の**(a)**から**(d)**の組立図又は配置図 (a) 制御弁 (b) 高圧ポンプ (c) 高圧ポンプの駆動装置 (d) 弁本体（適用される場合）	○
(27)	機関取扱い説明書(1)	○
(28)	機関制御系統図（監視，安全及び警報装置を含む。）	–
(29)	機関制御系統に関する故障モード影響解析（FMEA）に関する試験内容 （油圧，空気圧又は電子制御により燃料噴射及び／又は弁を制御する機関の場合）	○
(30)	機関を製造する際の鋳造の仕様及び溶接の仕様（施工要領書）	○
(31)	制御用の構成要素の環境試験に関する使用承認の承認(2)	○
(32)	機関の製造に関する品質要求事項	○
(33)	可燃性油管中の継手に採用される飛散防止措置の施工要領書（備える場合に限る）	–
(34)	排気タービン過給機に関する次の図面及び資料（*C* 類過給機の場合に限る。） (a) **2.5.1-6.**に規定するトルク伝達の安全性に関する資料 （翼車が軸に締り嵌めで取り付けられている場合） (b) 排気タービン過給機の耐用期間に関する資料	–

	(c) 取扱い及び保守手順書	
(35)	その他本会が必要と認める図面及び資料	○

注

(1) 説明書には，保守（整備及び修理）に関する要求事項，必要となる特別な工具及びゲージ（取付け物を含む。）の詳細（設定に関する情報を含む。）並びに保守の完了の際に実施する試験の要求事項を含むこと。

(2) 個別の機関の仕様のために変更された図面及び資料は，参考又は承認用として本会に提出する必要がある。

2.1.4 往復動内燃機関の承認

-1. 往復動内燃機関の承認は，次の**(1)**から**(6)**の規定によらなければならない。

(1) 機関の製造に関する図面及び資料の作成

(a) 往復動内燃機関は，次の**(c)**以降の本条の規定に従い承認を受ける前に，設計について本会の別に定めるところにより，あらかじめ承認を受けること。

(b) すべての型式の往復動内燃機関は，ライセンシーにおいて製造を行う前に **2.1.1-3.**の規定に従いライセンサーが取得する証明書（使用承認書）を有していること。ただし，新型式の機関又は使用実績のない機関の場合にあっては，ライセンシーにおける製造と同時として差し支えない。

(c) ライセンシーが **2.1.3-1.**に規定する図面及び資料のうち，検査及び試験のためのものを基に，個別の往復動内燃機関の製造に関する図面及び資料を作成するため，ライセンサーは，使用承認を受けた往復動内燃機関の図面及び資料について確認し，必要な場合には，個別の仕様に関する資料を作成すること。

(d) 使用承認を受けた往復動内燃機関の図面及び資料と製造する往復動内燃機関の図面及び資料との間に実質的変更がある場合には，本会の別に定めるところにより，影響を受ける図面及び資料を再提出すること。

(2) 往復動内燃機関の検査及び試験のための図面及び資料

(a) ライセンシーは，**2.1.3-1.**に規定する図面及び資料のうち，検査及び試験のためのもの並びに当該図面及び資料とライセンサーにおいて使用承認を受けた往復動内燃機関の図面及び資料との比較表を作成し，本会に提出すること。

(b) **2.1.3-1.**に規定する図面及び資料のうち，検査及び試験のためのものにおいて，ライセンサーにおいて使用承認を受けた往復動内燃機関の図面及び資料とライセンシーにおいて製造する往復動内燃機関の図面及び資料との間に技術的な内容の差異がある場合には，ライセンシーによる変更についてライセンサーが承諾した旨を示す文書（ライセンサーが承認をし，ライセンサー及びライセンシーが署名したもの。）を本会に提出すること。なお，ライセンサーの承諾が確認されない場合には，当該ライセンシーにおいて製造する機関を別の型式の往復動内燃機関とみなし，当該往復動内燃機関に **2.1.1-3.**の規定を適用する。

(c) 前**(b)**の適用上，ライセンシーが行う変更は，適切な品質要求事項を満足した上で行うこと。

(d) 本会は，設計の承認後に前**(a)**及び**(b)**に規定される図面及び資料を，ライセンシーに返却する。

(e) 前**(a)**及び**(b)**に規定される図面及び資料は，本会検査員が，ライセンシー及び外注業者において往復動内燃機関及びその構成要素の製造中の検査及び試験を行う際に参考とするため，ライセンシー又は外注業者は，当該図面及び資料を検査員に提示できるよう準備すること。

(3) 追加の図面及び資料

ライセンシーは，**2.1.3-1.**に規定する図面及び資料のうち検査及び試験のためのものに加えて，**2.6.1** に規定する試験を行う検査員に対して，要求に応じて，関連する詳細図，製造に関する品質管理の仕様及び合否判定基準を提示できること。当該図面及び資料は，検査の際の補足のみを目的とする。

(4) ライセンシーの承認

(a) 本会は，往復動内燃機関の製造について，本会の別に定めるところにより，製造設備及び製造工程，工作機械，品質保証，試験設備等による構成される製造施設の本会の関連規則の要件への適合性を審査する。

(b) 前**(a)**の結果が良好な場合には，本会は，ライセンシーについて本会が承認した旨を示す文書を発行する。

(5) 機関の組立及び試験

ライセンシーは，本会技術規則に従って検査員立会いのもとに往復動内燃機関を組立て，試験すること。ただし，往復動内燃機関の製造者が**事業所承認規則**に従い本会が承認した事業所であり，多量生産方式を採用することについてあらかじめ当該製造者と本会とが合意している場合にあってはこの限りではない。

(6) 往復動内燃機関及び構成要素の証明書の発行

(a) 検査及び試験の対象となる構成要素について，ライセンシー及び外注業者において当該検査及び試験が良好に完了した場合，当該構成要素の証明書を発行する。

(b) 前**(5)**の組立及び試験が良好に完了した場合には，本会は，往復動内燃機関の証明書を発行する。

-2. 前**-1.**の適用上，ライセンサーとライセンシーとの間の合意がない場合には，次の**(1)**又は**(2)**のいずれかに該当するものをライセンサーとみなす。

(1) 往復動内燃機関の型式の設計権を有するもの

(2) 前**(1)**の設計権を有するものから設計を変更することについて認められているもの

-3. 往復動内燃機関の構成要素であってライセンサーが設計するもの（関連する往復動内燃機関の証明書（使用承認書）に記載されるもの）については，往復動内燃機関の製造者又は外注のいずれにより製造されるかにかかわらず，承認されているものとみなす。

-4. 機関の構成要素であって外注業者が設計するもの（排ガス過給機，インタークーラ等）については，関連する供給者において承認を受けなければならない。

2.2 材料，構造及び強度

2.2.1 材料

-1. 往復動内燃機関の主要部品に使用する材料及びその非破壊試験並びに表面検査及び寸法検査については，**表 D2.2** による。ただし，超音波探傷試験並びに表面検査及び寸法検査については，その成績書の提出又は提示によることができる。なお，本会が必要と認めた場合，**表 D2.2** に規定していない部品であっても，試験又は検査の実施を要求することがある。

-2. シリンダ，ピストンその他の高温高圧にさらされる部品，及び推進トルクを伝達する部品は，熱及び荷重に対して十分耐え得る材質でなければならない。

2.2.2 構造，据付け及び一般*

-1. シリンダ，ピストンその他の高温高圧にさらされる部品は，機械的応力及び熱応力に対して十分に耐え得る構造でなければならない。

-2. 往復動内燃機関の主要部品を溶接構造とする場合には，**11 章**の規定によらなければならない。

-3. 架構及び台板は油密で，かつ，十分な剛性を有するものとし，台板は十分な数の据付けボルトで機関台に確実に据付けられなければならない。

-4. クランク室及びクランク室の開閉扉は十分な強度を有するものとし，かつ，クランク室の開閉扉は内部で爆発が起っても移動することがない構造としなければならない。

-5. クランク室に開閉扉又はのぞき穴を有する機関にあっては，機関の制御場所又は機関の両側のクランク 開閉扉の見易い位置に，「クランク室内に過熱部分があると思われるときは，機関が停止した後，十分な冷却時間が経過した後でなければ，開閉扉又はのぞき穴を開いてはならない。」旨の注意銘板を取り付けなければならない。

-6. クランク室の換気装置及びクランク室内に外気の流入を生ずるような装置は，次の**(1)**から**(3)**の場合を除き，設けてはならない。

(1) クランク室にガス抜き管を設ける場合。この場合において，ガス抜き管は，実用範囲内でできるだけ小径のものとし，かつ，2 台以上の機関のクランク室のガス抜き管を相互に連絡しないこと。また，主機に用いられる機関に設けるガス抜き管にあっては，甲板上の安全な場所又はその他の承認された場所へ導くこと。

(2) クランク室から強制的にガスを吸引する場合（例えば，オイルミスト検出用など）。この場合において，クランク室内の負圧は 2.5×10^{-4} *MPa* を超えないこと。

(3) ガス燃料機関のクランク室に，漏洩した燃料の滞留を防ぐための換気装置を設ける場合。

-7. 主機，発電機並びに補機に用いられる往復動内燃機関の出力を決定するための標準周囲条件は次の通りとする。

気圧：0.1 *MPa*

空気温度：45 ℃

相対湿度：60 %

海水温度（インタクーラ入口）：32 ℃

-8. 主機に用いられる電子制御機関の主要部品は，特に 1 とすることを承認された場合を除き，部品の 1 が故障した場合にも，電子制御機関の通常運転が継続できるよう装備されなければならない。ただし，各シリンダに設けられる部品で

あって予備品が要求されないものについては，故障部品を切り離すことが可能であれば，シリンダ毎に 1 とすることで差し支えない。

表 D2.2　　往復動内燃機関の主要部品の材料及び非破壊試験並びに表面検査及び寸法検査に関する適用表

主要部品の名称			シリンダ径 D（mm）								
			$D \leq 300$			$300<D \leq 400$			$400<D$		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	溶接構造の台板		○	○		○	○		○	○	
2	軸受用トランスガーダ（鋳鋼品）		○	○		○	○		○	○	
3	溶接構造の架構		○	○		○	○		○	○	
4	溶接構造のシリンダフレーム(5)		○	○		○	○		○	○	
5	エンジンブロック（球状黒鉛鋳鉄品）(6)		○			○			○		
6	シリンダライナ					○(7)			○(7)		
7	シリンダヘッド（鋳鋼品又は鍛鋼品）					○	○		○	○	
8	ピストン頭部（鋳鋼品又は鍛鋼品）								○	○	
9	クランク軸	一体形	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		全組立及び半組立形のウェブ，ピン及びジャーナル	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		その他（軸継手ボルトを含む）	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	ピストン棒(5)								○	○	
11	クロスヘッド(5)		○	○		○	○		○	○	
12	連接棒（大端部軸受キャップを含む）		○	○	○	○	○	○	○	○	○
13	ボルト類（シリンダヘッド，連接棒，主軸受に用いる締付ボルト及び植込みボルト）					○	○	*TR*(8)	○	○	*TR*(8)
14	支柱ボルト(5)		○	○	*TR*(8)	○	○	*TR*(8)	○	○	*TR*(8)
15	燃料噴射ポンプ		○(9)			○(9)			○(9)		
16	高圧燃料噴射管（燃料油用共通配管を含む）		○			○			○		
17	操作油用高圧共通配管		○			○			○		
18	熱交換器の両側(10)					△			△		
19	蓄圧器(11)		○			○			○		
20	油圧駆動弁の付属装置（管，ポンプ，アクチュエータ等）(12)		○(13)			○(13)			○(13)		
21	12 章の 1 類または 2 類の分類基準に相当する機関付属の管及びこれらに用いられる弁及び管取付け物（本表に規定する項目を除く）		○			○			○		
22	主軸受，クロスヘッド軸受及びクランクピン軸受(12)		*TR*(14)	*TR*(15)	○	*TR*(14)	*TR*(15)	○	*TR*(14)	*TR*(15)	○
23	排気タービン過給機のタービン翼車，タービン羽根，扇車及び扇車軸(16)	*A* 類	○(9)			○(9)			○(9)		
		B 類	○	○	○(17)	○	○	○(17)	○	○	○(17)
		C 類	○	○	○(17)	○	○	○(17)	○	○	○(17)
24	排気タービン過給機の車室(16)(18)	*A* 類	○(9)			○(9)			○(9)		
		B 類	○			○			○		
		C 類	○			○			○		

備考：

(1) I 欄中○印又は *TR* 印の付された部品は **K 編**の規定に適合した材料を使用すること。ただし，*TR* 印の付された部品は，**備考(9)**によることができる。また，I 欄中△印の付された部品は **10 章**の規定に適合した材料を使用すること。

(2) II 欄中○印又は *TR* 印の付された部品は磁粉又は浸透探傷試験及び超音波探傷試験を行うこと。ただし，完成品における非破壊試験の実施が困難な場合（例えば鋳造製シリンダヘッドにおける超音波探傷試験），部品の製造過程における完成前の適切な初期段階で非破壊試験を実施して差し支えない。

(3) III 欄中○印又は *TR* 印の付された部品は表面検査及び寸法検査を行うこと。

(4) *TR* 印の付された項目については，試験又は検査結果を適当に取り纏めた報告書の提出に代えて差し支えない。当該報告書には，下記事項を記載すること。なお，試験又は検査は抜取りによって行うことができる。

(a) 製造者の署名

(b) 部品が製造者の指定する仕様に適合していること

(5) クロスヘッド形の往復動内燃機関に限る。

(6) 単位シリンダ当たりの出力が 400 *kW* を超える機関に限る。なお，化学成分の分析については省略して差し支えない。

(7) 鋼製部分以外の部分は，**備考 (9)**によることができる。

(8) 連接棒に用いる締付ボルト若しくは植込みボルト又は支柱ボルトであって，ねじ山式のものに限る。

(9) *ISO*，*JIS* 規格等の国際規格又は国家規格等に適合した材料を使用することができる。

(10) 給気装置の冷却器にあっては，冷却側とする。

(11) 容量が 0.5 *L* を超える蓄圧器に限る。

(12) 単位シリンダ当たりの出力が 800 *kW* を超える機関に限る。

(13) ポンプ及びアクチュエータは，**備考 (9)**によることができる。

(14) 機械的性質に関する試験については，省略して差し支えない。

(15) 磁粉又は浸透探傷試験については，省略して差し支えない。なお，超音波探傷試験においては，軸受メタルの接触面について確認すること。

(16) *A* 類過給機及び *B* 類過給機の材料及び非破壊試験並びに表面検査及び寸法検査にあっては，良好な品質管理が実施されていると本会が認めた場合，試験及び検査に検査員の立会を必要としない。この場合，本会は，試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

(17) 表面検査については省略して差し支えない。

(18) 化学成分の分析については省略して差し支えない。

2.2.3 4 サイクル機関の連接棒下部軸受

4 サイクル機関の連接棒下部軸受は，連接棒に作用する繰返し変動荷重に対し，軸受合わせ面に適当な接触圧力を保持すると共に，クランクピンボルトに過大な繰返し応力が生ずることのない構造でなければならない。

2.2.4 はずみ車軸及びその他の軸

はずみ車又はポンプ用偏心内輪を，最終部のクランク軸受とスラスト軸の間でクランク軸又は特設軸に取付けるときは，該部又は特設軸の径は，**2.3** の算式によるクランク軸の所要径より小としてはならない。

2.3 クランク軸

2.3.1 一体形クランク軸及び半組立形クランク軸*

-1. 本 **2.3.1** の規定は，定格回転数かつ定格出力で連続運転可能な主推進用及び補助用の往復動内燃機関に用いられるクランク軸であって，一体形及び半組立形の鍛鋼又は鋳鋼製クランク軸で，主軸受間に 1 個のクランクスローを有するものに適用する。

-2. 船尾の軸系を含んだ振動応答計算を行って平行部のねじり応力を算定し，**附属書 2.3.1**「クランク軸応力の計算方法」より算出される許容係数 Q の値が，次式を満足すること。

$$Q \geq 1.15$$

-3. すみ肉部が表面処理される場合，疲労に関する影響の試験が行われる場合，又は作用する応力の計測を行う場合には，前**-2.**との同等性を証明するため計算及び分析を含む関連文書を本会に提出すること。

-4. 本 **2.3.1** の規定に拠らないクランク軸の承認については本会の適当と認めるところによる。

2.3.2 組立形クランク軸*

組立形クランク軸の承認については本会の適当と認めるところによる。

2.3.3 軸継手及び継手ボルト*

-1. クランク軸相互，クランク軸とスラスト軸間及び **2.2.4** に掲げる軸の継手ボルトの軸継手連結面における径は，次の算式による値よりも小としてはならない。

$$d_b = 0.75\sqrt{\frac{(0.95d_c)^3}{nD}\left(\frac{440}{T_b}\right)}$$

d_b ： ボルトの径（mm）

n ： ボルトの数

D ： ピッチ円の径（mm）

d_c ： クランク軸の所要径（mm）であって，本会の適当と認める値。

T_b ： ボルトの材料の規格最低引張り強さ（N/mm^2）。ただし，1000 N/mm^2 を超える場合には，本会の適当と認める値とする。

-2. 軸継手は，当該軸継手に作用する荷重に対して十分な強度を有するものとし，根元は過度の応力集中が生じないように十分な丸味を付けたものでなければならない。また，軸継手が組立形の場合，組立方法及び構造は，後進力にも十分耐えるものとし，キー等を使用する場合には，軸に過度の応力集中が生じないようなものでなければならない。

2.4 安全装置

2.4.1 調速機及び過速度防止装置

-1. 主機として往復動内燃機関を用いる船舶（電気推進船を除く。）にあっては，当該往復動内燃機関に調速機を備え，連続最大回転数の 115 %を超えることのないように調整しなければならない。

-2. 前**-1.**に規定する往復動内燃機関のうち，連続最大出力が 220 kW 以上であり，かつ，嵌脱可能な継手又は可変ピッチプロペラを備える場合には，過速度防止装置を備えなければならない。この場合，過速度防止装置及びその駆動機構は，**-1.**の調速機とは独立したものとし，また，当該過速度防止装置は，連続最大回転数の 120 %を超えることのないように調整しなければならない。

-3. 発電機を駆動する往復動内燃機関には，**-5.**に規定する調速機を備えなければならない。ただし，電気推進船の主機として用いられる往復動内燃機関が，専ら推進用電動機に電力を供給する発電機を駆動する場合には，**H 編 5.1.2-2.**の規定によること。

-4. 電気推進船の主機として用いられる往復動内燃機関及び発電機を駆動する往復動内燃機関であって，連続最大出力が 220 kW 以上のものには，過速度防止装置を備えなければならない。この場合，過速度防止装置及びその駆動機構は，**-3.**の調速機とは独立したものとし，かつ，連続最大回転数の 115 %を超えることのないように調整しなければならない。

-5. 発電機を駆動する往復動内燃機関の調速機は，次に掲げる調速特性を有するものでなければならない。

(1) 主発電機を駆動する往復動内燃機関の場合

(a) 原則として，発電機の定格負荷を急激に遮断したとき，瞬時速度変動が定格速度の 10 %以下であること。ただし，これにより難い場合は，次によることができる。

i) 船内最大負荷を急激に遮断したときの瞬時速度変動が定格速度の 10 %以下であり，かつ，最終整定速度の 1 %以内に回復するまでの時間が 5 秒を超えない場合は，発電機の定格負荷を急激に遮断したときの瞬時速度変動は，定格速度の 10 %を超えても差し支えない。

ii) 前 **i)**にいう発電機の定格負荷を急激に遮断したときの瞬時速度変動は，前**-4.**に規定する過速度防止装置の設定値未満とすること。

(b) 原則として，発電機の定格負荷の 50 %を急激に加え，速度が整定した後残りの 50 %をさらに急激に加えたとき，瞬時速度変動が定格速度の 10 %以下であること。また，最終整定速度の 1 %以内に回復するまでの時間が 5 秒を超えないこと。

(c) 前**(b)**により難い場合であって，3 段階以上の投入方式とする場合，次の **i)**から **iv)**に掲げる状態を考慮した投入電力計算書を本会に提出し，承認を得ること。

i) ブラックアウト後の電源復旧時

ii) 順次始動時

iii) 大容量負荷の始動時

iv) 1 組の発電機の故障による瞬時負荷移行時（並列運転時）

(d) 無負荷から定格負荷の間のすべての負荷において，整定速度変動は定格速度の±5 %以内であること。

(2) 非常発電機を駆動する往復動内燃機関の場合

(a) 非常時に給電される負荷の合計に相当する負荷を急激に遮断した場合，前**(1)(a)**に規定する速度変動を超えな

いこと。

(b) 原則として，非常時に給電される負荷の合計に相当する負荷を急激に加えた場合，前**(1)(b)**に規定する速度変動及び回復時間を超えないこと。ただし，これにより難い場合であって，次の **i)**から **iii)**の規定に適合する場合は，段階投入方式として差し支えない。

i) ブラックアウト後，45 秒以内に非常時に給電される負荷のすべてが投入されること。

ii) 非常時に給電される負荷のうち最大のものを 1 回で投入できる設計とすること。

iii) 投入電力計算書等の当該方式を採用することを示す資料を提出すること。

(c) 無負荷から非常時に給電される負荷の合計に相当する負荷の間のすべての負荷において，前**(1)(d)**に規定する整定速度変動を超えないこと。

(3) 並列運転される交流発電機を駆動する往復動内燃機関の場合

(a) **H 編 2.4.14-4.**及び**-5.**に規定する負荷分担が確実に行えるものであること。

(b) 常用の周波数のもとで発電機定格負荷の 5 %以内の負荷移動の調整が容易に行えるものであること。

2.4.2 シリンダの逃し弁

シリンダの径が 230 *mm* を超える往復動内燃機関の各シリンダには，連続最大出力時におけるシリンダ内最大圧力の 140 %以下の圧力で作動するように調整され，かつ，取扱者に危害を及ぼすおそれのない逃し弁を備えなければならない。ただし，各シリンダ内の過圧に対する有効な警報装置が備えられている場合には，この逃し弁を省略することができる。

2.4.3 クランク室の爆発に対する防護*

-1. シリンダ径が 200 *mm* 以上又はクランク室の容積が 0.6 m^3 以上の往復動内燃機関のクランク室には，内部で爆発が起こったときに生ずる過圧を防止するため，承認された形式の逃し弁を取付けなければならない。この逃し弁は，次の**(1)**から**(5)**によるものでなければならない。

(1) クランク室内部での爆発による過圧及び爆発後のクランク室への空気の侵入を防止するため，軽量のばねを有する弁体等の急速な作動が可能な自動閉鎖式の装置を備えること。

(2) 弁体は全開時におけるストッパとの接触により生じる衝撃に耐えることができる延性材料のものとすること。

(3) 弁体は 0.02 *MPa*（ゲージ圧）を超えない圧力で速やかにガスを逃気できること。

(4) クランク室外部への火炎の通過を防止するためのフレームアレスタを備えること。

(5) 製造者の作成した取付け及び保守手引書の写しを船内に備えること。

-2. 前**-1.**のクランク室に設ける逃し弁の数及び設置場所は，**表 D2.3** によらなければならない。

-3. クランク室から独立したカム軸駆動歯車列室，ローラチェーン室又はこれに類似の駆動装置室で，その容積が 0.6m^3 以上の場合には，当該室に**-1.**に準拠した逃し弁を設けなければならない。

-4. 前**-1.**及び**-3.**の逃し弁の寸法は次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1) 逃し弁の面積は，45 cm^2 以上とすること。

(2) 逃し弁の総面積は，クランク室又は**-3.**の駆動装置室の総容積 1 m^3 につき，115 cm^2 以上とすること。この場合において，当該室に取付けられている部品の占める容積は，総容積から減じて差し支えない。

表 D2.3 逃し弁の数及び設置箇所

シリンダの径	逃し弁の数及び設置箇所
200 *mm* 以上 250 *mm* 未満のもの	少なくとも，機関の両端近くに各 1 個設けること。ただし，クランクスローが 8 個を超える場合には，機関の中央付近にも更に 1 個設けること。
250 *mm* 以上 300 *mm* 未満のもの	少なくとも，クランクスロー1 個おきに設けること。ただし，いかなる場合も 2 個以上設けること。
300 *mm* 以上のもの	少なくとも，クランクスローごとに各 1 個設けること。

2.4.4 掃気室の保護装置

-1. シリンダに直接開口している掃気室には，爆発による異常な圧力上昇を防止し，かつ，取扱者に危害を及ぼすおそれのないように逃し弁を設けなければならない。

-2. シリンダに直接開口している掃気室には，機関室の消火装置とは別個の承認された消火装置を接続しなければな

らない。

2.4.5 オイルミスト検出装置*

-1. 連続最大出力が 2,250 *kW* 以上，又は，シリンダ径が 300 *mm* を超える往復動内燃機関には，オイルミスト検出装置を設置し，機関に異常が発生したときは次の措置が自動的に講じられなければならない。ただし，本会が適当と認める装置が設けられる場合には，当該装置をオイルミスト検出装置に代えることができる。この場合であっても，機関に異常が発生したときは次の措置が自動的に講じられなければならない。

(1) 低速機関（定格回転数が 300 *rpm* 未満）にあっては，警報の作動及び機関の減速（ただし，減速操作を要求する警報装置又はこれと同等の装置を設ける場合には，手動操作による減速として差し支えない。）

(2) 中速機関（定格回転数が 300 *rpm* 以上かつ 1,400 *rpm* 未満）及び高速機関（定格回転数が 1,400 *rpm* 以上）にあっては，警報の作動及び機関の停止又は燃料供給の遮断

-2. 前**-1.**で要求されるオイルミスト検出装置は，承認された形式のものであって，次の**(1)**から**(7)**によらなければならない。

(1) 検出器の機能が喪失した場合に警報を発すること。

(2) 検出器のレンズが，測定値及び警報の信頼性に影響する程度まで汚れている場合にこれを表示すること。

(3) 機関停止中及び運転中において試験を行うことができること。

(4) それぞれの機関に独立した専用のオイルミスト検出器及び警報を設けること。これらの検出及び警報の表示は，機関から離れた安全な場所から確認できること。なお，自動化設備規則の適用を受ける船舶にあっては，監視パネルによってオイルミスト濃度を読み取ることができること。

(5) 機器，管及びケーブルの配置，管の寸法，オイルミストの採取位置及び採取率並びに保守及び試験方法は，機関及びオイルミスト検出装置の製造者の指示に従うこと。

(6) 測定箇所を順次切り替える方式によるオイルミスト検出装置を設置する場合は，サンプリング周期及びサンプリング時間をできる限り短くすること。

(7) 製造者の作成した保守手引書を船内に備えること。

2.5 付属装置

2.5.1 排気タービン過給機*

-1. 排気タービン過給機は，製品が設計者の仕様に適合していること及び承認図面に従った製造が行われることを確保するための品質システムを有するものにより製造さなければならない。

-2. 排気タービン過給機を装備する主機にあっては，1 台の過給機が故障した場合でも，船舶に航海可能な速力を与えられる出力で主機を運転できる措置を講じておかなければならない。

-3. 主機の起動及び運転が排気タービン過給機のみでは不可能な場合には，補助掃気装置を設け，かつ，この装置が故障した場合でも，排気タービン過給機が効力を発揮する出力まで主機を運転できる措置を講じておかなければならない。

-4. 排気タービン過給機は，**1.3.1-6.**及び **2.2.2-7.**に定める環境条件で運転できるように設計すること。また，部品の耐用期間及び回転数の警報は，吸気温度 45℃に基づいて決定すること。

-5. 排気タービン過給機の吸気口には，フィルタを取付けなければならない。

-6. 排気タービン過給機は，破壊部品の飛散を防止するものでなければならない。この場合，想定される最も厳しい翼車破損方法において，破損したロータの破片が車室を貫通することなく，また吸気口を通じて外部に排出されることのないものでなければならない。

-7. 翼車が締り嵌めによって軸に取り付けられている *C* 類過給機にあっては，最小締り量において，最大回転数，最大トルク及び最大温度勾配等の全ての関連する運転状態におけるトルク伝達の安全性が計算により実証されなければならない。

-8. *B* 類過給機及び *C* 類過給機にあっては，**表 D2.4** に掲げる警報及び表示を備えなければならない。この場合，表示は機側又は監視場所若しくは制御場所のいずれかで行って差し支えない。なお，各警報設定点は過給機の許容限度として差し支えないが，110 %出力で機関を運転した場合又は一時的な過負荷出力が認められる機関に装備される過給機にあっては 110 %を超える一時的な過負荷で機関を運転した場合に，当該警報設定点に達するものであってはならない。

-9. 過給機の圧縮機特性は，全ての運転状態（長時間の運転後を含む）において，掃気室から可聴の高調振動又は爆発のような騒音が発生する現象（以下，本編において「サージング」という。）が発生することなく機関を運転できるもの

でなければならない。また，失火や急激な負荷の減少等の許容範囲内の異常運転においては，サージングが複数回発生する現象（以下，本編において「継続的なサージング」という。）が発生してはならない。

-10. 本会は，製造所における試験終了後に，*B* 類過給機及び *C* 類過給機について本会が承認した旨を示す証明書を発行する。

-11. 本章に定める排気タービン過給機に対する証明及び試験要件は，回転部品及び車室の交換部品に対しても適用する。

表 D2.4　　過給機の警報装置及び表示

監視項目	*B* 類過給機		*C* 類過給機		備考
	警報	表示	警報	表示	
回転数	高(1)	○(1)	高(1)	○(1)	警報設定点は，吸気温度 45 ℃に基づかなければならない。
各過給機入口の排ガス温度	高(2)	○(2)	高	○	機関の各シリンダへの高温警報に代えても差し支えない。(3)
過給機の潤滑油出口温度	－	－	高	○	強制潤滑式でない場合は，軸受付近の温度を監視しなければならない。
過給機の潤滑油入口圧力	低	○	低	○	強制潤滑式に限る。(4)

（注）

(1) 過給機が順次始動する過給システムであって，全ての過給機が同一の吸気口フィルタを共有しかつウェイストゲートを備えない場合にあっては，続いて始動する過給機は回転数を監視しなくて差し支えない。

(2) タービンについて安全な警報設定点であって，かつ入口温度と出口温度の相関を示す資料が提出される場合には，過給機出口の排ガス温度の監視に代えることができる。

(3) 各シリンダの個々の排ガス温度に対する警報及び表示が備えられており，過給機について安全な警報設定点である場合には，過給機入口の排ガス温度の警報及び表示は省略して差し支えない。

(4) 過給機の潤滑油系統が往復動内燃機関と統合されていない場合又は潤滑油絞り弁若しくは減圧弁によって往復動内燃機関の潤滑油系統と分離されている場合は，各検知器は別個に設けなければならない。

2.5.2　排ガス装置

-1. 排ガス管で表面の温度が 220 ℃を超えるものについては，水冷却するか，又は適当な防熱処理を施さなければならない。ただし，火災のおそれがない場合にはこの限りではない。

-2. 排ガス装置については，**13.16** の規定にもよらなければならない。

2.5.3　始動装置*

-1. 始動空気管装置は，逆火及び始動時の始動空気マニホールド内温度上昇による爆発から保護するために，次の**(1)**から**(5)**の規定によらなければならない。

(1) 各機関への始動空気管系にあっては，独立の逆止弁又はこれと同等以上の装置を設けること。

(2) 始動空気マニホールドを備える自己逆転式の機関にあっては，各シリンダの始動弁ごとに，また，自己逆転式でない機関にあっては，始動空気マニホールド入口部に，ラプチャディスク又は逆火防止金物を設けること。ただし，シリンダの径が 230 *mm* 以下の機関に対しては，これを省略することができる。

(3) 前**(2)**により逆火防止金物を設ける自己逆転式の機関にあっては，最後の逃気手段として始動空気マニホールドの適当な場所に有効なラプチャディスク装置を設けること。

(4) 破裂したラプチャディスクの取替えが速やかにできないものにあっては，機関の始動のために破口を一時的に閉塞する措置を講じておくこと。また，当該措置には，破口が一時的に塞がれていることを明瞭に識別できる指示手段を備えること。

(5) 始動空気マニホールドを備える自己逆転式の機関にあっては，始動空気マニホールド内の油分の蓄積を防ぐ有効な措置又は過度の温度上昇を緩和するための適当な措置のいずれかを講ずること。

-2. 主機の始動に圧縮空気を必要とする船舶には，少なくとも 2 個の空気タンクを設け，容易に切換えて使用できるような装置を備えなければならない。この場合において，空気タンクの総容量は途中で充気することなく，次の**(1)**から**(3)**に掲げる回数だけ連動始動することができるものでなければならない。ただし，機関及び推進軸系の配置が下記以外の場

合には，本会が適当と認める回数とする。また，主機の始動用空気タンクに他の機関（補機の始動装置，重要な用途に必要な圧縮空気管装置（**13.13.6(2)**参照），制御装置，汽笛等）を接続する必要がある場合には，当該機関に必要な空気の消費量を考慮すること。

(1) 自己逆転式の場合

$Z=12C$

Z ：各機関の始動回数の合計

C ：機関及び推進軸系の配置によって定まる定数で，次の値を標準とする。

$C = 1.0$ 1 機 1 軸を直結又は減速装置を介して結合する場合

$C = 1.5$ 2 機 2 軸を直結又は減速装置を介して結合する場合

2 機 1 軸減速装置付きで，機関と減速装置との間に嵌脱可能な継手を有する場合

$C = 2.0$ 2 機 1 軸減速装置付きで，機関と減速装置との間に嵌脱可能な継手を有しない場合

(2) 逆転機を用いる場合及び可変ピッチプロペラの場合は，前**(1)**に規定する回数の$\frac{1}{2}$とする。

(3) 電気推進船の場合

$Z=6+3(k-1)$

k ：機関の数

ただし，k の値は 3 を超える必要はない。

-3. 前**-2.**の空気タンクの容量は，それぞれ，ほぼ同容量のものとすること。

-4. 始動用空気圧縮機及び始動空気管装置については **13.13** の規定にもよらなければならない。

-5. 始動に電気を利用する往復動内燃機関の場合には，次の**(1)**から**(3)**によるほか，**H 編**の規定にもよらなければならない。

(1) 主機の始動装置には，2 組の蓄電池を備えること。当該蓄電池は，並列に接続できないように配置し，各蓄電池は，始動準備を完了し冷態にある主機を始動できるものとし，これらの蓄電池の総容量は，再充電することなく 30 分以内に**-2.**に規定する回数だけ始動するために十分なものとすること。

(2) 発電機及び補機を駆動する往復動内燃機関の始動装置は，2 組の別個の蓄電池を備えたものとするが，主機の始動用蓄電池から別回路によって給電できるものとしても差し支えない。なお，当該機関が 1 台のみである場合は，蓄電池を 1 組のみとして差し支えない。なお，1 組の蓄電池の容量は各機関を少なくとも 3 回始動するのに十分なものとすること。

(3) 始動用蓄電池は，始動用及び当該往復動内燃機関の監視用のみに使用するものとすること。また，蓄電池は，蓄えられたエネルギが常に間断なく維持されるよう施設すること。

2.5.4 燃料油装置

-1. 往復動内燃機関に弾性支持装置が使用される場合は，機関と燃料供給管との取合い個所にフレキシブル管継手を設けなければならない。フレキシブル管継手は本会が承認したものでなければならない。

-2. 往復動内燃機関の燃料油装置については，**13.9** 及び **R 編 4.2.2** の規定にもよらなければならない。

2.5.5 潤滑油装置

-1. 連続最大出力が 37 kW を超える往復動内燃機関の潤滑油装置には，潤滑油の供給が停止又は給油圧力が機関の運転に支障をきたす程度に低下した場合に警報を発する可視可聴警報装置，及び警報後に機関を自動停止する装置を設けなければならない。

-2. 潤滑油装置には，適当な位置に油質を調査するための取出弁を設けなければならない。

-3. 過給機の回転軸に対する潤滑油装置は，給気中に潤滑油が混入しないようにしなければならない。

-4. 往復動内燃機関の潤滑油だめから潤滑油サンプタンクに導く管の出口端はサンプタンクの液面下に沈めなければならない。

-5. 2 台以上の往復動内燃機関の**-4.**の管は，互いに連結してはならない。

-6. 潤滑油装置については **13.10** 及び **R 編 4.2.3** の規定にもよらなければならない。

2.5.6 冷却装置

冷却装置については，次の**(1)**及び**(2)**によるほか，**13.12** の規定にもよらなければならない。

(1) シリンダを 2 個以上備える機関では，各シリンダ及びピストンの冷却を均一にすること。

(2) 水ジャケット及び水管の最下部には，ドレンコックを設けること。

2.5.7　主機に用いられる電子制御機関の制御弁

-1. 制御弁は，製造者の定める耐用期間において期待される性能を保持できるものでなければならない。

-2. 制御弁は，機能（燃料噴射，排気弁駆動等）毎に独立させて設けなければならない。

-3. 制御弁は，その故障により，燃料油がシリンダ内に常時流入することを防止する措置が講じられたものでなければならない。

2.5.8　主機に用いられる電子制御機関の蓄圧器及び共通蓄圧器

-1. 蓄圧器及び共通蓄圧器は，**10 章**の規定に適合したものでなければならない。ただし，同規定に関わらず，材料及び非破壊試験並びに表面検査及び寸法検査については**表 D2.2** に，水圧試験については**表 D2.6** による。

-2. ダイヤフラムを有する蓄圧器は，製造者の定める耐用期間において期待される性能を保持できるものでなければならない。

-3. 共通蓄圧器は原則として 2 台以上設置しなければならない。ただし，変動応力に関する疲労解析を行った結果が提出され，本会の承認を得た場合は，1 台として差し支えない。

2.5.9　主機に用いられる電子制御機関の燃料油管装置及び操作油管装置

-1. 燃料油高圧ポンプ及び操作油高圧ポンプは，2 台以上設置し，機関の連続最大出力において十分な油量を供給できるものとしなければならない。この場合，1 台が故障しても，残りのポンプは通常航海に支障をきたさない油量を供給できるものでなければならない。当該ポンプのうちの 1 又は複数を予備として備える場合には，いつでも切り替えて使用できるように装備しなければならない。

-2. 燃料油高圧ポンプから燃料噴射装置まで及び操作油高圧ポンプから排気弁駆動装置までの配管は，管の損傷により飛散した油が引火することを防止するため，二重管とするか，密閉された容器内に収めなければならない。

-3. 燃料油高圧ポンプ及び操作油高圧ポンプから共通蓄圧器までの配管，共通蓄圧器から他の共通蓄圧器までの配管及び共通蓄圧器から各シリンダへ分配するまでの共通配管は，2 系統としなければならない。ただし，変動応力に関する疲労解析を行った結果が提出され，本会の承認を得た場合は，1 系統として差し支えない。

-4. 蓄圧器，ポンプ等の機器に接続される管に設けられる弁又はコックは，当該機器にできる限り近接させて設けなければならない。

-5. 高圧管には，制御弁の下流側に高圧警報を設けなければならない。また適当な位置に逃し弁を設け，逃げた油を低圧側へ導かれるようにしなければならない。

-6. 高圧管にブルドン管式圧力計を設ける場合は，*JIS* 等の工業規格品であって耐振及び耐熱形のものとしなければならない。

2.5.10　主機に用いられる電子制御機関の電子制御システム

-1. システムを構成する機器又は回路の 1 が故障した場合にも，システム全体の機能を維持できるか，又はその機能を復帰できるものでなければならない。

-2. システムを構成するコントローラは次によるものでなければならない。

(1) 各機能（例えば燃料噴射，排気弁駆動，シリンダ注油，過給システム等）を統括制御するコントローラについては，少なくとも 2 台設置すること。

(2) 前**(1)**に拘わらず，当該コントローラを介さない独立の制御系により，別途電子制御機関の通常運転が可能な場合には，当該コントローラを 1 台とすることができる。

-3. 電子制御機関の運転に不可欠なセンサー（例えば次の用途に使用されるもの）は 2 台設置しなければならない。ただし，これらのセンサーからのフィードバックなしに電子制御機関の通常運転が可能な場合は，当該センサーを 1 台として差し支えない。

(1) 回転数

(2) クランク角

(3) 燃料油用共通蓄圧器の圧力

-4. 電子制御システムの制御電源は 2 電源とし，そのうちの 1 を蓄電池電源としなければならない。また給電回路は 2 系統としなければならない。

-5. 電磁弁の駆動用電源は 2 電源とし，給電回路は 2 系統としなければならない。

-6. 電子制御機関の電子制御システムは，前**-1.**から**-5.**を満たすことにより，次の要件を満たすものと同等のものとして取り扱う。

(1) **18.2.4-5.(1)**

(2) 18.3.2-3.(3)

2.5.11 主機に用いられる電子制御機関の故障モード影響解析

電子制御システムは，システムを構成する機器又は回路の 1 が故障した場合にその他の機器又は回路の故障もしくは機能低下を引き起こさないことを確認するために，次に従って故障モード影響解析（FMEA）を行わなければならない。

(1) システムを機能ブロックに分解し，機能の観点から系統立てた信頼性ブロック図を作成する。

(2) 解析レベルはサブシステム及びコンポーネントの機能ブロックまでとして差し支えない。

(3) 解析結果として，**表 D2.5** 又はこれと同等の解析表を作成する。

(4) 解析結果として，是正処置が要求された場合は，是正処置後に解析を行い，当該是正処置の有効性を確認する。

(5) 故障モードは，軽微なものから致命的なものまで，可能な限りすべての事象について考慮する。

表 D2.5 主機に用いられる電子制御機関の故障モード影響解析表

システム				要素									
ID 番号	コンポーネント	サブシステム	運転モード	故障モード	故障原因	故障発見手段	警報・通知手段	故障の影響			故障等級	是正処置	備考
								コンポーネントについて	サブシステムについて	システムについて			

運転モードの例：バックアップ運転，燃費優先運転，NOx 低減運転等

故障モードの例：ピストンピンの固着，連接棒の折損，潤滑油の漏れ等（故障部品名を示すこと）

故障等級の分類：(a) 致命的・・・全体機能喪失，爆発，人命損失 →設計変更が必要

(b) 重大・・・機能の一部の不達成 →設計の再検討が必要，設計変更もありうる

(c) 軽微・・・影響ほとんどなし →設計変更は不要

2.6 試験

2.6.1 製造工場等における試験*

-1. **表 D2.6** に掲げる部品又は付属装置にあっては，水圧又は油圧のかかる側について，同表に示す圧力で水圧試験が行われなければならない。なお，本会が必要と認めた場合，**表 D2.6** に規定していない部品であっても，試験の実施を要求することがある。

-2. 往復動内燃機関にあっては，出力，火災防止，最大圧力等の許容限界の確認，機能等が設計条件に適合していることの確認及び就航後に参照するための参考値又は基準値の確立を目的に工場試運転を実施しなければならない。試験の方法は，次による。

(1) 試験の実施前には，次の**(a)**から**(d)**に掲げる準備を行うこと。

(a) オイルミスト検出装置，過速度防止装置及びその他の遮断装置といった安全に関わる全ての設備は，有効な状態に調整されること。

(b) 過速度防止装置は，許容過速度を超えないよう設定されること。当該設定は検査員の確認を受けること。

(c) 製造者の指定に従って試運転を行うこと。

(d) 試験に用いられる全ての液体（燃料油，潤滑油，冷却水等で，一時的又は試験用途にのみ繰返し使用される全ての液体を含む）は，使用に適したものであること。（清浄なもの，必要に応じて予備加熱されているもの，機関に有害でないもの等）

(2) 試験のすべての段階において，機関製造者は次の**(a)**から**(c)**に掲げる周囲条件を記録するとともに，主要な運転データ（次の**(d)**から**(k)**に掲げる項目を標準とする）を負荷設定点毎に計測及び記録し，結果を適当な成績書に取りまとめること。測定機器の校正記録は立会検査員に提出すること。また，就航後に機関製造者がクランクデフレクションの調査を要求する場合には，クランクデフレクションの調査を含むこと。

(a) 周囲温度
(b) 気圧
(c) 湿度
(d) 出力
(e) 回転数
(f) フューエルインデックス（又は，同等の要素）
(g) 最大燃焼圧力（装備されているシリンダヘッドが当該計測用に設計されている場合に限る。）
(h) タービン入口及び各シリンダ出口の排ガス温度
(i) 給気温度
(j) 給気圧
(k) 過給機回転数

(3) 各負荷設定点におけるすべての計測は，運転状態が定常になったところで行われること。ただし，各負荷設定点において検査員が目視検査を行うために必要な時間が用意されること。100 %出力（定格回転数における定格出力）における計測は，少なくとも 30 分間の間隔をあけて 2 回行われること。

(4) 機関性能調整のための無負荷運転を行う場合，機関製造者は，燃料供給装置，操縦装置及び各種安全装置を十分に調整しておく必要がある。

(5) 往復動内燃機関の試験は，**表 D2.7** に掲げる方法により行うこと。この場合，各項目における試験の詳細については，次に掲げる方法を参考とする。ただし，機関の用途，実績等を考慮し，本会は追加の試験を要求する場合がある。なお，試験全体の同等性が確認される場合には，本会は，製造者との合意の下で，試験方法の変更を認める場合がある。

(a) 主機として用いられる往復動内燃機関（電気推進船の主機として用いられるものを含む。）
JIS F 4304「船用内燃主機関陸上試験方法」又はこれと同等の試験方法

(b) 発電機及び重要な補機を駆動する往復動内燃機関
JIS F 4306「船用水冷 4 サイクルディーゼル発電機関」又はこれと同等の試験方法

(6) 次の**(a)**から**(c)**に掲げる項目を確認する。ただし，本会が差し支えないと認める場合，当該項目の一部又は全部の確認を船上試験中に延期することができる。

(a) 高圧燃料油管の管被膜装置による二重化保護（漏えい検知装置を含む）
(b) 可燃性油管中の継手に採用される飛散防止措置
(c) 高温にさらされる耐熱表面部の温度
任意に読み取った値を使用承認試験の結果と比較すること。この場合，温度の読み取りは，最大定格出力での試験中に適当な計測装置を用いて行うこと。ただし，使用承認後に耐熱部になんらかの変更が加えられた場合，使用承認試験と同様の温度測定の実施を要求することがある。
なお，2016 年 7 月 1 日より前に使用承認の申込みのあった往復動内燃機関であって，かつ，当該温度計測の結果を有しない型式の場合，本会の適当と認める方法により温度計測を実施すること。

(7) 主機として用いられる往復動内燃機関に装備される *C* 類過給機にあっては，適当なサージマージンを有することを次に掲げる方法で確認すること。ただし，同一構成の機関及び過給機（同一のノズルリングを含む）において既に試験が実施され，結果が良好であることが確認できる場合は，当該試験成績書の提出に代えて差し支えない。

(a) 4 ストローク機関にあっては，次の **i)**及び **ii)**の運転を行った場合にサージングが発生しないこと。
i) 定格出力（連続最大出力及び回転数）における運転中に，一定トルク（フューエルインデックス）を維持したまま，回転数を 90 %出力となるまで減速
ii) 80 %回転数における 50 %出力で運転中に，一定トルク（フューエルインデックス）を維持したまま，回転数を 72 %回転数まで減速

(b) 2 ストローク機関にあっては，次の **i)**から **iii)**のいずれかの方法によること。
i) 工場試験中に確認した機関の運転特性を過給機のコンプレッサチャートとともにプロットし，全ての負荷範囲において 10 %以上のサージマージンを有することを確認すること。この場合，圧力変動の無い状態のサージ限界における理論質量流量に対する運転流量の余裕が 10 %以上であること。
ii) 次の **1)**及び **2)**それぞれの負荷において，1 のシリンダへの燃料供給を突如遮断した場合に，継続的なサージングが発生せず，かつ変動後の負荷において 20 秒以内に過給機の状態が安定すること。複数の過給機

を装備する機関にあっては，各過給機の上流に最も近いシリンダへの燃料供給を遮断すること。

1) 1 のシリンダの失火が許容される最大出力

2) 補助ブロワを使用していない状態において，給気圧約 0.06 *MPa* に相当する負荷

iii) 出力を連続最大出力の 100 %から 50 %へ急激に減少させた場合に，継続的なサージングが発生せず，かつ負荷が変動した後 20 秒以内に過給機の状態が安定すること。

(8) 電子制御機関にあっては，統合試験を行い，機械，油圧及び電気システムが正常に作動することを確認すること。試験の範囲は本会の適当と認める方法によるリスク分析に基づき決定し，事前に本会の合意を得ること。なお，当該試験は，本会が適当と認める場合，その他の方法を用いて行うことができる。

-3. ガス燃料機関の場合（**GF 編附属書 1.1.3-3.**中 **4.2.2** 又は **N 編附属書 16.1.1-3.**中 **5.2.2** の規定による）には，次によらなければならない。また本会は機関の用途等により追加の試験項目を要求することがある。

(1) 次の**(2)**から**(5)**によることを条件として，**-2.(1)**から**(7)**の規定を適用する。

(2) 二元燃料機関にあっては，**表 D2.7** に掲げる方法による試験を，ガスモードと燃料油モードの両方で行うこと。ただし負荷試験は，設計上運転が想定されない出力と本会が認める場合には，当該出力における試験は省略して差し支えない。ガスモードでの負荷試験にあっては，ガスモードで出力できる連続最大出力（**GF 編附属書 1.1.3-3.**中 **2.5.1-1.(1)**又は **N 編附属書 16.1.1-3.**中 **2.5.1-1.(1)**を参照）に基づき試験出力を決定すること。なお，ガスモードでの試験にあっては，過負荷の場合に自動的に燃料油モードに切替えが行われる場合には，110 %出力での試験は要求されない。

(3) 前**-2.(1)**の準備に加え，機関のガス燃料管がガス密であることを確認するための計測を，機関を起動させる前に実施すること。

(4) 前**-2.(2)**及び**(3)**に加え，次についても計測し，記録すること。

(a) 前**-2.(2)(f)**に掲げる項目は，燃料油及びガスでの運転（該当する場合）で計測及び記録する

(b) ガス圧力及び温度

(c) パイロット燃料の圧力及び温度（ポンプの入口側から共通蓄圧器の適当な箇所）

(5) 統合試験を行い，機械，油圧及び電気システムが正常に作動することを確認すること。試験の範囲は本会の適当と認める方法によるリスク分析に基づき決定し，事前に本会の合意を得ること。また，統合試験には少なくとも以下の項目を含むこと。なお，当該試験は，本会が適当と認める場合，シミュレーション又はその他の方法を用いて行うことができる。

(a) 各種装置の故障による点火の失敗（火花点火，パイロット燃料油噴射装置）

(b) ガス噴射弁の故障

(c) 燃焼状態の異常（不着火，ノッキング，排気温度の偏差等によって検知すること）

(d) ガス圧力の異常

(e) ガス温度の異常

-4. *B* 類過給機及び *C* 類過給機の回転部分にあっては，動的釣合試験が行われなければならない。

-5. *B* 類過給機及び *C* 類過給機のインペラ及びインデューサにあっては，次の**(1)**又は**(2)**に示す回転数において，3 分間の過速度試験が行われなければならない。ただし，インペラ及びインデューサが鍛造製のもので，かつ，本会が適当と認める非破壊試験方法により品質管理が行われているものにあっては，この限りでない。

(1) 室温において警報装置の設定回転数の 120 %の回転数

(2) ハウジングを装備した状態で対応する圧力比において試験を行う場合，入口温度 45℃において警報装置の設定回転数の 110 %の回転数

-6. *B* 類過給機及び *C* 類過給機にあっては，本会の適当と認める方法により耐用性を確認するための試験が行われなければならない。

表 D2.6　　試験圧力

項目		シリンダ径 D（mm）		試験圧力（MPa）(2)
		$D \leq 300$	$300<D$	
シリンダブロック（ねずみ鋳鉄又は球状黒鉛鋳鉄）(3)(4)		○	○	1.5P
エンジンブロック（ねずみ鋳鉄又は球状黒鉛鋳鉄）(3)(4)		○	○	1.5P
シリンダライナ(4)		○(5)	○	1.5P
シリンダヘッド（ねずみ鋳鉄，球状黒鉛鋳鉄，鋳鋼又は鍛鋼）		○	○	1.5P
ピストン頭部(6)		○	○	0.7
高圧燃料油系統	燃料噴射ポンプ	○	○	1.5P，又は P+30 のうちの小なる方
	燃料噴射弁(7)			
	高圧燃料噴射管（燃料油用共通配管を含む）(7)	○	○	
操作油用高圧共通配管		○	○	1.5P
過給機の冷却側(8)	A 類			0.4，又は 1.5P のうち大なる方
	B 類	○	○	
	C 類	○	○	
熱交換器の両側			○	1.5P
排気弁のケージ(9)		○	○	1.5P
蓄圧器(10)		○	○	1.5P
油圧駆動弁の付属装置（管，ポンプ，アクチュエータ等）(11)		○	○	1.5P
機関付属の補機(11)		○	○	1.5P
機関の管装置（本表に規定する項目を除く）		○	○	**12.6** の規定による。

備考：

(1) ○印の付された部品は水圧試験を行うこと。

(2) P は最高使用圧力（MPa）

(3) 単位シリンダ当たりの出力が 400 kW を超える往復動内燃機関に限る。

(4) 冷却水で満たされる部品，及び，シリンダ又はシリンダライナと接する水を保持する部品についても実施すること。

(5) 内外面削り仕上げをした後，正確に厚さを測定し，かつ，表面に傷がないことを検査員が確認したものは試験圧力を 0.4 MPa とすることができる。

(6) 内外面削り仕上げをした後，正確に厚さを測定し，かつ，表面に傷がないことを検査員が確認したものは水圧試験を省略しても差し支えない。ただし，クロスヘッド形のものにあっては，ピストン棒組立後，冷却側から水圧試験を行うこと。

(7) 自緊式のものにあっては省略して差し支えない。

(8) B 類過給機にあっては，良好な品質管理が実施されていると本会が認めた場合，過給機製造者部内で試験を実施することで差し支えない。この場合，本会は，試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

(9) クロスヘッド形の往復動内燃機関に限る。

(10) 容量が 0.5 L を超える蓄圧器に限る。

(11) 単位シリンダ当たりの出力が 800 kW を超える往復動内燃機関に限る。

表 D2.7　　工場における機関の運転試験方法

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">試験項目</th><th colspan="3">機関用途</th></tr>
<tr><th>主機として用いられる往復動内燃機関(1)</th><th>発電機を駆動する往復動内燃機関（電気推進船の主機を含む）(2)</th><th>補機（作業用補機等を除く）を駆動する往復動内燃機関(1)</th></tr>
<tr><td rowspan="6">負荷試験</td><td>110 %出力(3)</td><td>1.032 n_0（n_0 は定格回転数）以上の回転数において，運転状態が整定してから 20 分(4), (5)</td><td>n_0 において運転状態が整定してから 20 分</td><td>n_0 において運転状態が整定してから 20 分</td></tr>
<tr><td>100 %出力</td><td>n_0 において 60 分</td><td>n_0 において 60 分</td><td>n_0 において 30 分</td></tr>
<tr><td>90 %出力（又は常用出力）(6), (7)</td><td rowspan="4">プロペラ特性に従った回転数において 20 分</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>75 %出力(6), (7)</td><td rowspan="3">n_0 において 20 分</td><td rowspan="3">消費電力特性に従った回転数において 20 分(8)</td></tr>
<tr><td>50 %出力(6), (7)</td></tr>
<tr><td>25 %出力(6), (7)</td></tr>
<tr><td colspan="2">無負荷試験(6)</td><td>－</td><td>n_0 において適当時間</td><td>－</td></tr>
<tr><td colspan="2">逆転試験(9)</td><td>○</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td colspan="2">断続過負荷試験(10)</td><td>○</td><td>－</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">調速機試験</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">警報及び安全装置の作動試験</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">開放検査(11)</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
</table>

注:

(1) 試験終了後，機関の燃料油供給装置は船内据付け後の運転において 100 %出力を超えて運転されないように調整されること。（一時的な過負荷出力が認められる場合を除く）ただし，発電機も駆動する推進機関にあっては，出力供給先への電気的保護装置の作動を損なわないよう，発電機の過負荷出力（110 %）を発生できるように調整されること。

(2) 試験終了後，機関の燃料供給装置は，発電機保護装置の作動を含む調速性能を損なわないように，船内据付けの運転において過負荷出力（110 %）が発生できるように調整されること。

(3) **2.6.1-3.(2)**の規定により，二元燃料機関にあってはガスモードでの試験は省略して差し支えない。

(4) 同一構成の機関及び過給機において行われた試験成績書において過負荷時の健全性が確認できる場合は当該成績書の提出に代えて差し支えない。

(5) 発電機も駆動する推進機関にあっては，n_0 において，運転状態が整定してから 20 分とすること。

(6) 試験の順序は機関製造者によって決定されること。

(7) 二元燃料機関にあっては，ガスモードでの試験は **2.6.1-2.(3)**に規定する時間として差し支えない。

(8) 可変速機関に限る。

(9) 自己逆転式の機関に限る。

(10) 一時的な過負荷運転が認められる機関に限る。試験は機関製造者の指定する時間で実施すること。

(11) 開放検査の範囲は検査員の適当と認めるところによる。ただし，以下の**(a)~(g)**のすべてを満たす場合には開放検査の省略を認めることがある。

(a) **船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 8 章**に規定する使用承認の試験における開放でないこと

(b) 負荷試験後の主軸受及びクランクピンの各軸受の温度測定値に異常がなく，かつ，クランクケースの点検口からシリンダライナの内面（2 ストローク機関にあっては，掃気室からシリンダライナ，ピストン，ピストンリング，ピストン棒）の目視検査で異常がないこと

(c) 負荷試験後の潤滑油の目視検査で異常がないこと（潤滑油こし器の開放が合理的な場合にはフィルタの目視検査を含む）

(d) 潤滑油が通る部品のフラッシングが製造工程で実施されていること

(e) 往復動内燃機関の製造者が**事業所承認規則**に従い本会が承認した事業所であること

(f) 受渡当事者間（製造者，造船所，予定される船主等）の合意があること

試験項目	機関用途		
	主機として用いられる往復動内燃機関(1)	発電機を駆動する往復動内燃機関（電気推進船の主機を含む）(2)	補機（作業用補機等を除く）を駆動する往復動内燃機関(1)

(g) その他本会が必要と認める項目

3章　蒸気タービン

3.1　一般

3.1.1　適用

本章の規定は，主機，発電機及び補機（作業用補機等を除く。以下，本章において同じ。）に用いられる蒸気タービンに適用する。

3.1.2　図面及び資料*

提出すべき図面及び資料は次のとおりとする。

(1) 承認用図面及び資料
  (a) タービン車室
  (b) タービンロータ
  (c) 羽根
  (d) タービンの据付け詳細図
  (e) 軸継手及び継手ボルト
  (f) 機付諸管線図（蒸気，潤滑油，ドレンの各系統を含み，管の材質，寸法，使用圧力を記入したもの）
  (g) 機関主要目表（連続最大出力時の出力，ロータ回転数，タービン入口の蒸気圧力及び温度，コンデンサ真空又は排気室の蒸気状態）
  (h) タービンロータの危険回転数
  (i) 各段の羽根数
  (j) 各段のノズル数及びノズル配置
  (k) 3.2.3 に規定する強度計算に必要な資料
  (l) 主要部品の材料仕様
  (m) 主要部品の溶接要領詳細（試験，検査を含む。）
(2) 参考用図面及び資料
  (a) 組立断面図
  (b) 制御系統図
  (c) その他本会が必要と認める図面及び資料

3.2　材料，構造及び強度

3.2.1　材料

-1. 次に掲げる蒸気タービンの部品（以下，「蒸気タービンの主要部品」という。）に用いられる材料は，K編の規定に適合したものでなければならない。

(1) タービンロータ
(2) 羽根
(3) タービン車室
(4) 軸継手及び継手ボルト
(5) 12章に定める 1 類又は 2 類の分類規準に相当するタービン付属の管，及びこれらに用いられる弁及び管取付け物

-2. 蒸気タービンの主要部品（ただし，継手ボルト，管，弁及び管取付け物は除く。）は，K編 5.1.10 及び 6.1.10 に規定する非破壊試験を行ったものでなければならない。

-3. 高温部に使用される材料は，腐食，熱応力，クリープ，リラクセーションなどに対して計画された性能及び寿命を維持するのに適当な材質のものでなければならない。

-4. タービン車室その他圧力を受けるもので，蒸気温度が 230℃を超える部分には，鋳鉄を用いてはならない。

3.2.2　一般構造

-1. クロスコンパウンド式タービン 1 組のみを主機として装備する船舶においては，非常時にタービン中の 1 個のシ

リンダに対する蒸気の供給を遮断した場合であっても，航海可能な速力で運航できるように装備しなければならない。この場合，次の**(1)**及び**(2)**にもよらなければならない。

(1) タービン及び主コンデンサの安全並びに軸及び歯車のアライメントへの影響を考慮して，供給される蒸気の圧力及び温度，回転数等の運転上の制限に関する情報を船上に備えること。

(2) 遮断に必要な管及び弁は容易に使用できるものとし，これらの管及び弁には識別のための印を設け，機側に操作手順を明示すること。

-2. タービン各部は，熱膨張によって有害な変形が生じない構造としなければならない。また，タービンは，熱膨張による過度の拘束を避けて据付けなければならない。

-3. タービンの主要部品を溶接構造とする場合は **11 章**の規定によらなければならない。

-4. タービン車室には，適当な位置にドレン抜きを設けなければならない。

-5. 抽気を行うタービンには，逆止弁その他の適当な方法によって蒸気又はドレンが逆流することを防止する装置を設けなければならない。

-6. 主機として用いられる蒸気タービンには，タービン入口又は操縦弁の入口に蒸気こし器を設けなければならない。

-7. 主復水器の構造は本編 **10 章**によらなければならない。

3.2.3 タービンロータ及び羽根の強度*

-1. タービンロータの強度は，次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1) タービンロータは，使用回転範囲内に過大な振動を誘起しないように設計すること。

(2) タービンロータの平均接線応力は次の条件を満足すること。この条件には材料のクリープ等の現象を考慮にいれていないから，これについては，必要に応じて，別に考慮すること。

$$T_m = \frac{n^2(1.10\rho I + 0.1766mr)}{A}$$

$$T_m \leq Y/3$$

$$T_m \leq T_s/4$$

T_m ：平均接線応力（N/mm^2）

n ：連続最大回転数（毎分）の$\frac{1}{1000}$

A ：回転軸片側のタービン円板の断面積（cm^2）

I ：A の回転軸中心線のまわりの断面二次モーメント（cm^4）

ρ ：タービン円板又はロータ材の密度（kg/cm^3）

m ：羽根（根元部を含む。）の質量（kg）

r ：軸中心から羽根（根元部を含む。）の重心までの距離（cm）

Y ：材料の規格最低降伏点又は耐力（N/mm^2）

T_s ：材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

-2. タービン羽根の強度は，次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1) 羽根は断面に急激な変化がなく，たわみ及び振動を最小限に止めるに十分な剛性を有すること。

(2) 羽根の取付部における断面積は次の算式による値よりも小としないこと。
ただし，本会が羽根について十分な強度があると認めた場合はこの限りでない。

$$A = \frac{4.395mrn^2}{T_s}$$

A ：羽根の取付部における断面積（cm^2）

m ：断面 A より上の羽根及びシュラウドの羽根 1 枚当りの質量（kg）

r ：軸中心から羽根の重心までの距離（cm）

T_s ：羽根材料の規格最低引張り強さ（N/mm^2）

n ：連続最大回転数(毎分)の$\frac{1}{1000}$

3.3 安全装置

3.3.1 調速機及び過速度防止装置

-1. 蒸気タービンには過速度防止装置を備え，連続最大回転数の 115 %を超えることのないように調整しなければなら

ない。この装置は，主歯車が 2 台以上の蒸気タービンで駆動される場合は，そのうちの 1 台に備えても差し支えない。

-2. 主機として蒸気タービンを用いる船舶（電気推進船を除く。）であって嵌脱可能な継手又は可変ピッチプロペラを備えるものにあっては，当該蒸気タービンには，**-1.**に定める過速度防止装置に加えて，独立の機構による調速機を備えなければならない。この調速機はタービンの負荷が除去されたときに，過速度防止装置が作動することなく速度を制御できるものでなければならない。

-3. 発電機を駆動する蒸気タービンには，**-1.**に定める過速度防止装置に加えて**-4.**に規定する調速機を備えなければならない。ただし，電気推進船の主機として用いられる蒸気タービンが，専ら推進用電動機に電力を供給する発電機を駆動する場合には，**H 編 5.1.2-2.**の規定によること。

-4. 発電機を駆動する蒸気タービンの調速機は，次によらなければならない。

(1) 調速特性は，「往復動内燃機関」を「蒸気タービン」と読み替えて **2.4.1-5.**の規定に適合すること。

(2) 蒸気タービン駆動の直流発電機が他の発電機と並列運転される場合には，蒸気タービンの非常調速機が作動したときに発電機の遮断器を開く装置を蒸気タービンの非常調速機に備えること。

3.3.2 蒸気の供給遮断装置*

-1. 主機として用いられる蒸気タービンには次の場合に自動的に前進タービン（電気推進船の主機として用いられるタービンにあっては当該タービン）への蒸気の供給を遮断する装置を備えなければならない。

(1) 潤滑油圧力が異常低下した場合

(2) 主コンデンサ真空が異常低下した場合

-2. 発電機及び補機を駆動する蒸気タービンには潤滑油圧力の異常低下によって，自動的に蒸気の供給を遮断する装置を備えなければならない。

-3. 主機として用いられる蒸気タービンにあっては手操作によって蒸気の供給を遮断する装置を，機側及び通常の制御場所に備えなければならない。また，発電機及び補機を駆動するタービンにあってはこの装置を機側に備えなければならない。

3.3.3 潤滑油の供給装置

-1. 主機として用いられる蒸気タービンの潤滑油装置には，潤滑油系統が故障しても引続きタービンの保安に必要な量の潤滑油を自動的に送ることができる非常装置を設けなければならない。この手段として，重力タンク又はこれに代わる装置（例えば機付ポンプ）を用いて差し支えない。

-2. 蒸気タービンの潤滑油装置には，潤滑油の供給が停止又は給油圧力が運転に支障をきたす程度に低下した場合に，**3.3.2-1.(1)**及び**-2.**に定める遮断装置の作動に先立って警報を発する可視可聴警報装置を設けなければならない。

3.3.4 排気出口の警報弁

すべてのタービンの排気出口端には，排気圧力の異常上昇に対して警報弁等を設けなければならない。

3.4 試験

3.4.1 製造工場等における試験*

-1. 次に掲げる部品にあっては，それぞれ次に規定する圧力で水圧試験が行われなければならない。

(1) タービン車室：車室中における計画蒸気圧力の 1.5 倍又は 0.2*MPa* のうちの大きい方の圧力

(2) 高圧タービンの蒸気室：ボイラの呼び圧力の 1.5 倍の圧力

(3) 蒸気溜，管，弁室類：それぞれの付属する車室に対する水圧試験圧力と同じ圧力

(4) 蒸気こし器及び操縦弁の弁室：ボイラの呼び圧力の 2 倍の圧力

(5) 主復水器の蒸気側：0.1*MPa*
主復水器の冷却水側；循環水ポンプの締切り吐出圧力に満載喫水時における吸入圧力及び 0.1*MPa* を加えた圧力又は 0.2*MPa* のうち大きい方の圧力。ただし，使用条件が不明で前者の圧力が計算できない場合には 0.34*MPa* を下回らない圧力

-2. タービンロータにあっては，本会の適当と認める方法で動的釣合試験が行われなければならない。

-3. 蒸気タービンについては，**3.3** の安全装置を含め，本会が適当と認める方法で工場試運転が行われなければならない。

3.4.2 造船所等における試験

海上試運転に先立ち，**3.2.2-1.**に従って操作できることを確認する。なお，この確認は製造工場等において行っても差し

支えない。

4 章　ガスタービン

4.1　一般

4.1.1　適用

-1. 本章の規定は，主機，発電機及び補機（作業用補機等を除く。以下，本章において同じ。）に用いられる開放サイクル（吸気及び排気ともに大気に開放されている熱力学的サイクルをいう。）のガスタービンに適用する。また，本章の規定は，他のサイクルのガスタービンにも準用する。

-2. 非常用発電機を駆動するガスタービンは，本章の規定（**4.2.1-1.**及び同**-2.**，**4.3.1-1.**，**4.3.2** 並びに **4.3.3** を除く。）によるほか，**H 編 3.3** 及び **3.4** の規定にもよらなければならない。

4.1.2　用語

本章における用語の定義は，次の**(1)**から**(5)**による。

(1) 「ガス発生機」とは，ガスタービンの構成要素の集合であって，プロセスに又は出力タービンに供給する加熱及び加圧されたガスを発生させるものをいう。

(2) 「出力タービン」とは，ガス発生機からのガスにより駆動され，独立した回転軸を介してガスタービンから出力を得るタービンをいう。

(3) 「燃焼器」とは，ガスタービンの構成要素であって，その内部で熱源となる燃料が作動流体と反応することにより，当該流体の温度を上昇させるものをいう。

(4) 「エンクロージャ」とは，人員及び機器の保護並びに防火及び騒音の低減のための覆いをいう。

(5) ガスタービンの「主要部品」とは，次の**(a)**から**(h)**に掲げるものをいう。

(a) タービンディスク（又はロータ），動翼及び静翼

(b) 圧縮機のディスク，動翼及び静翼

(c) タービン及び圧縮機のケーシング

(d) 燃焼器

(e) タービン出力軸

(f) 機関要部の結合ボルト

(g) 軸継手及び継手ボルト

(h) **12 章**の 1 類又は 2 類の分類に相当するタービン付属の管，及びこれらに用いられる弁及び管取付け物

4.1.3　図面及び資料*

提出すべき図面及び資料は次の通りとする。

(1) 承認用図面及び資料

(a) タービン及び圧縮機のディスク（又はロータ）

(b) 燃焼器

(c) 各動翼及び静翼の取付詳細図

(d) 軸継手及び継手ボルト

(e) 機付諸管線図（燃料，潤滑油，冷却水，空気及び油圧の各系統を含み，管の材質，寸法，使用圧力を記入したもの）

(f) ガスタービン付属の圧力容器及び熱交換器（**10.1.3** で定義される第 1 種及び第 2 種圧力容器に該当するもの）

(g) 機関の据付詳細図

(h) 機関主要目表（タービンの形式及び機番，連続最大出力時の出力，タービン及び圧縮機の回転数，タービン入口及び出口の温度及び圧力，吸排気装置における圧力損失，大気条件，使用燃料油及び潤滑油）

(i) 主要部品の材料仕様

(j) タービン及び圧縮機の危険回転数

(k) 各段の動翼数

(l) 各段の静翼数及び静翼配置

(m) 安全装置（**4.3.5** に規定するものを含む。）の一覧

(n) 本会における使用実績のないガスタービンの場合又は当該使用実績のあるガスタービンの仕様を変更した場合には，次の **i)**及び **ii)**

i) 主要部品の溶接要領詳細（試験，検査を含む。）

ii) 保守要領書

(2) 参考用図面及び資料

(a) 図面及び資料のリスト（図面番号及び改正番号を含む。）

(b) 組立断面図

(c) 動翼及び静翼

(d) 全体装置図

(e) 始動装置図

(f) 吸排気装置

(g) 機関制御系統図

(h) 主要部品の強度検討書

(i) 翼の振動計算書

(j) 故障モード影響解析（FMEA）による解析資料

(k) 本会における使用実績のないガスタービンの場合又は当該使用実績のあるガスタービンの仕様を変更した場合には，次の **i)**及び **ii)**

i) 燃料制御動作説明書

ii) 冷却方法説明書

(l) その他本会が必要と認める図面及び資料

4.2 材料，構造及び強度

4.2.1 材料

-1. ガスタービンの主要部品に用いられる材料は，**K 編**の規定に適合したものでなければならない。

-2. ガスタービンの主要部品（ただし，ボルト類，管，弁及び管取付け物は除く。）は，**K 編 5.1.10** 及び **6.1.10** に規定する非破壊試験を行ったものでなければならない。

-3. 高温部に使用される材料は，計画された性能及び寿命を維持するため，腐食，熱応力，クリープ，リラクセーション等を考慮した適当な材質のものとしなければならない。なお，母材に耐食性材料等の被覆をする場合には，被覆材は剥離を生じ難く，かつ，母材の強度を損なわないものとしなければならない。

4.2.2 構造及び据付け*

-1. ガスタービンは，使用回転数範囲内に過大な振動及びサージング等を誘起しないものでなければならない。

-2. ガスタービンは，各部の熱膨張によってタービン本体に有害な変形が生じない構造としなければならない。

-3. ガスタービンの主要部品を溶接構造とする場合には **11 章**の規定によらなければならない。

-4. 主機として用いられるガスタービンは，一時的な給電の停止により停止した場合に，再給電により直ちに再始動できるものとしなければならない。

-5. ガスタービンは，熱膨張による過度の拘束を避けて据付けなければならない。

-6. ガスタービンは，運転中にタービン又は圧縮機の翼が脱落した場合及びその他の主要部品が故障した場合であっても，周囲の人員及び機器に危険をおよぼすことのないような配置としなければならない。また，ガスタービンは，運転中にタービン又は圧縮機の翼が脱落した場合に，当該部品及びその破片が可能な限りケーシング内部に収容される構造としなければならない。

4.3 安全装置

4.3.1 調速機及び過速度防止装置

-1. ガスタービンには，過速度防止装置を設けなければならない。この過速度防止装置は，出力軸の回転数が連続最大回転数の 115%を超えないように調整され，**4.3.2-2.**に掲げる機能を有するものでなければならない。

-2. ガスタービンには，前**-1.**の過速度防止装置とは独立した機構の調速機を備えなければならない。この調速機は，タ

ービンの負荷が除去されたときに過速度防止装置が作動することなく速度を制御できるものでなければならない。

-3. 発電機を駆動するガスタービンの調速機は，**-4.**の規定に適合するものでなければならない。ただし，電気推進船の主機として用いられるガスタービンが，専ら推進用電動機に電力を供給する発電機を駆動する場合には，**H 編 5.1.2-2.**の規定によること。

-4. 発電機を駆動するガスタービンの調速機は，次によらなければならない。

(1) 調速特性は，「往復動内燃機関」を「ガスタービン」と読み替えて **2.4.1-5.**の規定に適合すること。

(2) ガスタービン駆動の直流発電機が他の発電機と並列運転される場合には，ガスタービンの非常調速機が作動したときに発電機の遮断器を開く装置をガスタービンの非常調速機に備えること。

4.3.2 遮断装置

-1. ガスタービンには，非常時に燃料を遮断する手動停止装置を制御場所に設けなければならない。

-2. ガスタービンの遮断装置の機能については，**表 D4.1** によらなければならない。ただし，故障モード影響解析（FMEA）により，発生する故障の影響が許容されるレベル以下であると確認された場合にあってはこの限りではない。

-3. ガスタービンには，次の場合に自動的に燃料の供給を遮断する装置を設けなければならない。また，この遮断装置が働いた場合，制御場所に警報を発する装置を設けなければならない。

(1) 過速度となった場合

(2) 潤滑油圧力が低下した場合（主機として用いられるガスタービン以外のガスタービンにあっては，強制潤滑方式を採用する場合に限る。）

(3) 潤滑油装置に異常が生じた場合

(4) 自動始動が失敗した場合

(5) 火炎が喪失した場合

(6) 異常振動が生じた場合

(7) タービンの入口ガス温度又は出口ガス温度が異常上昇した場合

-4. 主機として用いられるガスタービンには，前**-3.**の規定に加え，次の場合にも自動的に燃料の供給を遮断する装置を設けなければならない。また，この遮断装置が働いた場合，制御場所に警報を発する装置を設けなければならない。

(1) 各ロータの軸方向の異常変位が生じた場合（ころがり軸受を採用する場合を除く。）

(2) 減速歯車装置の潤滑油圧力が低下した場合

(3) 圧縮機の入口圧力（負圧）が異常上昇した場合

4.3.3 警報装置

ガスタービンには，**表 D4.1** に定めるところにより，警報装置を設けなければならない。ただし，故障モード影響解析（FMEA）の結果を考慮し，警報装置の追加又は省略を認める場合がある。

4.3.4 エンクロージャ内の消火装置

ガスタービンのガス発生機及び高圧油管が完全にエンクロージャによって蔽囲されている場合には，内部に適当な火災探知装置及び **R 編**の規定に適合する消火装置を設けなければならない。

4.3.5 追加の安全装置

ガスタービンには，故障時の危険性（製造者が故障モード影響解析（FMEA）により検証するものとする）の程度に応じて追加の安全装置の設置が要求される場合がある。

4.4 付属装置

4.4.1 吸気装置

吸気装置は，有害な物質及び水分が圧縮機へ侵入することを最小限におさえるように措置された構造でなければならない。また，吸気中の塩分により生じる障害を最小限におさえる措置が講じられていなければならない。必要に応じて，吸気口の氷結を防ぐ措置を講じなければならない。

4.4.2 排ガス装置等*

-1. 排ガス管の開口端は，排ガスが吸気側に侵入しないような適当な位置に配置しなければならない。

-2. ガスタービンの排熱を利用するボイラ又は熱交換器については，**9 章**及び**10 章**の規定にもよらなければならない。

-3. 排ガス装置及びその他の高温部については，火災の危険性を最小にとどめるために，表面の温度が 220℃を超えないよう，水冷却するか，又は適当な防熱処理を施さなければならない。ただし，火災のおそれがない場合にはこの限りで

はない。

-4. 排ガス装置については，13.16 の規定にもよらなければならない。

表 D4.1　　非常停止装置及び警報点(1)

監視項目	警報	非常停止	
		主機として用いられるガスタービン	主機として用いられるガスタービン以外のガスタービン
タービンの速度	H	X	X
潤滑油圧力	L(2)	X	X(3)
潤滑油装置の異常	○(4)	X	X
減速歯車装置の潤滑油圧力	L(2)	X	
潤滑油こし器の出入口間の差圧	H		
潤滑油温度	H		
燃料油供給圧力	L		
燃料油温度	H		
冷却媒体の温度	H		
軸受温度	H		
火炎及び点火の異常	○	X	X
自動始動の失敗	○	X	X
振動	H(2)	X	X
ロータの軸方向変位	H	X	
タービンの入口ガス温度	H(2)	X	X
タービンの出口ガス温度	H(2)	X	X
圧縮機の入口圧力（負圧）	H(2)	X	
制御装置の異常	○		

（注）

(1) H 及び L はそれぞれ高及び低を意味する。また，○は異常状態になったことを意味する。

(2) 警報は，非常停止が要求される場合，遮断装置が働く作動状態になる前の適当な設定点で作動するものとすること。

(3) 強制潤滑方式を採用する場合に限る。

(4) 警報は，可視可聴のものとすること。

4.4.3　始動装置*

-1. 始動装置は，点火に失敗した場合に，所定の時間内に点火が停止し，主燃料弁が閉鎖するものでなければならない。また，ガスタービンは，始動時又は始動失敗後の再始動時に異常燃焼又は点火時の障害を生じないよう，自動的に又はインタロックにより，次の**(1)**又は**(2)**の措置が講じられるものでなければならない。

(1) ガスタービンのすべての部分から液体燃料が除去されること。

(2) ガス状になった燃料がパージされること。

-2. 始動に圧縮空気を用いる場合には，次の**(1)**から**(3)**によるほか，13.13 の規定にもよらなければならない。

(1) 始動空気管内における逆火及び内部爆発（始動弁の不適切な作動に起因する爆発を含む）の影響からガスタービンを適切に保護するため，次の**(a)**から**(e)**の措置を講じること。

(a) 各ガスタービンへの始動空気管系に，独立の逆止弁又はこれと同等以上の装置を設けること。

(b) 始動空気マニホールド入口部に，ラプチャディスク又は逆火防止金物を設けること。

(c) 前**(b)**により逆火防止金物を設ける場合には，最後の逃気手段として始動空気マニホールドの適当な場所に有効なラプチャディスク装置を設けること。

(d) 破裂したラプチャディスクの取替えが速やかにできないものにあっては，ガスタービンの始動のために破口を一時的に閉塞する措置を講じておくこと。また，当該措置には，破口が一時的に塞がれていることを明瞭に識別できる指示手段を備えること。

(e) 始動空気マニホールド内の油分の蓄積を防ぐ有効な措置又は過度の温度上昇を緩和するための適当な措置のいずれかを講ずること。

(2) 主機の始動装置には，少なくとも 2 個の空気タンクを設け，容易に切換えて使用できるような装置を備えること。この場合において，空気タンクの総容量は，途中で充気することなく，少なくとも次の**(a)**及び**(b)**に掲げる回数だけ連続始動することができるものとすること。ただし，機関及び推進軸系の配置が下記以外の場合には，本会が適当と認める回数とする。また，主機の始動用空気タンクに他の機関（補機の始動装置，重要な用途に必要な圧縮空気管装置（**13.13.6(2)**参照），制御装置，汽笛等）を接続する必要がある場合には，当該機関に必要な空気の消費量を考慮すること。

(a) 電気推進船以外の場合

$Z = 6C$

Z: 各機関の始動回数の合計

C: 機関及び推進軸系の配置によって定まる定数で，次の値を標準とする。

$C = 1.0$ 1 機 1 軸を直結又は減速装置を介して結合する場合

$C = 1.5$ 2 機 2 軸を直結又は減速装置を介して結合する場合

2 機 1 軸減速装置付きで，機関と減速装置との間に嵌脱可能な継手を有する場合

$C = 2.0$ 2 機 1 軸減速装置付きで，機関と減速装置との間に嵌脱可能な継手を有しない場合

(b) 電気推進船の場合

$Z = 6 + 3\,(k\text{-}1)$

Z: 各機関の始動回数の合計

k: 機関の数。ただし，k の値は 3 を超える必要はない。

(3) 前**(2)**の空気タンクの容量は，それぞれ，ほぼ同容量のものとすること。

-3. 始動に電気を利用するガスタービンの場合には，次の**(1)**から**(3)**によるほか，**H 編**の規定にもよらなければならない。

(1) 主機の始動装置には，2 組の蓄電池を備えること。当該蓄電池は，並列に接続できないように配置し，各蓄電池は，始動準備を完了し冷態にある主機を始動できるものとし，これらの蓄電池の総容量は，再充電することなく 30 分以内に**-2.**に規定する回数だけ連続始動するために十分なものとすること。

(2) 発電機及び補機を駆動するガスタービンの始動装置は，2 組の別個の蓄電池を備えたものとするが，主機の始動用蓄電池から別回路によって給電できるものとしても差し支えない。なお，当該ガスタービンが 1 台のみである場合は，蓄電池を 1 組のみとして差し支えない。なお，1 組の蓄電池の容量は各機関を少なくとも 3 回始動するのに十分なものとすること。

(3) 始動用蓄電池は，始動用及びガスタービンの監視用のみに使用するものとすること。また，蓄電池は，蓄えられたエネルギが常に間断なく維持されるよう施設すること。

-4. 始動に油圧装置を用いるガスタービンの場合には，次の**(1)**及び**(2)**によるほか，**13.10** の規定にもよらなければならない。

(1) 主機の始動装置には 2 組の油圧装置を備えること。

(2) それぞれの油圧ユニットの容量は，再充填することなく 30 分以内に**-2.**に規定する回数だけ連続始動するために十分なものとすること。

4.4.4 点火装置

-1. 点火装置は，互いに独立した 2 つ以上の系統から構成されなければならない。

-2. 電気点火装置のケーブルは，絶縁が良好であり，かつ，損傷を受ける恐れのないように敷設しなければならない。

-3. 点火配電器は，防爆構造とするか又は蔽囲しなければならない。また，点火装置のコイルは，爆発性ガスが滞留する恐れのある場所に設けてはならない。

4.4.5 燃料油装置*

-1. 燃料中の固形物による燃料マニホールド及び燃料ノズルのつまり並びに塩分等の腐食性物質によるタービン翼等の腐食には適切な考慮が払われていなければならない。

-2. 燃料制御装置は次によらなければならない。

(1) 通常の運転操作において，排ガス温度があらかじめ定められた範囲内にあるように，バーナへの燃料供給量を調整できるものとする。

(2) 燃料供給量の調整が可能なすべての運転操作範囲において，安定した火炎を確保できるものとする。

(3) 負荷の急速な変動に際し，ガス発生機を停止させないように，タービンの最低回転数を確保できるものとする。

(4) 二元燃料を使用する場合，火災の際に主燃料及び待機燃料の両方を自動的に遮断するための手段を設けたものとする。

-3. 燃料油装置については，**13.9** 及び **R 編 4.2.2** の規定にもよらなければならない。

4.4.6 潤滑油装置

-1. 主機として用いられるガスタービンの潤滑油装置には，潤滑油供給源が故障しても燃料油の遮断から機関の停止に至るまで引続きタービンの保安に必要な量の潤滑油を自動的に送ることができる非常装置を設けなければならない。この手段として，重力タンク又は機付補助ポンプ等の装置を用いて差し支えない。

-2. 適当な位置に油質を調査するための取り出し弁を設けなければならない。

-3. 潤滑油装置については，**13.10** 及び **R 編 4.2.3** の規定にもよらなければならない。

4.4.7 自動制御装置

ガスタービンには，通常の運転範囲における各状態において次の**(1)**から**(3)**に掲げる項目が一定に維持されるよう，自動制御装置を設けなければならない。

(1) 潤滑油温度（入口側）

(2) 燃料油温度（入口側）又は燃料油の粘度

(3) 排ガス温度

4.4.8 冷却装置

ガスタービンには，必要に応じて適切な冷却装置を設け，設計温度を超えないよう措置を講じなければならない。

4.5 試験

4.5.1 製造工場等における試験*

-1. ガスタービン及びその付属装置については，それぞれ次に規定する圧力で水圧試験が行われなければならない。

(1) ケーシング：計画された最高圧力の 1.5 倍の圧力

(2) 管装置：**12.6** に規定される圧力

-2. タービン及び圧縮機の回転部にあっては，組立て後に動的釣合試験が行われなければならない。

-3. タービンロータにあっては，完成後に少なくとも 2 分間連続最大回転数の 115%以上で過速度試験が行われなければならない。ただし，回転数が連続最大回転数の 115%を超えることがないと本会が認めた場合は，115%をもって試験を行って差し支えない。

-4. ガスタービンについては，**4.3** の安全装置を含め，本会が適当に認める方法で工場試運転が行われなければならない。この場合，本会は始動特性及び軸の危険速度に関して，試験を要求することがある。

-5. 前**-4.**に規定する試運転の終了に際し，ボアスコープによる内部の現状検査又は開放検査を行わなければならない。

5章　動力伝達装置

5.1　一般

5.1.1　適用

本章の規定は，主機並びに発電機及び補機（作業用補機等を除く。以下，本章において同じ。）を駆動する原動機からの動力を伝える動力伝達装置に適用する。

5.1.2　図面及び資料

提出すべき図面及び資料は一般に次のとおりとする。

(1) 図面
  (a) 組立断面図
  (b) 各歯車
  (c) 各歯車軸
  (d) 継手
  (e) クラッチ，たわみ軸等主要部分の構造図

(2) 資料
  (a) 動力伝達部分に使用される材料仕様（化学成分，熱処理方法，機械的性質及びその試験方法等）
  (b) 各小歯車の連続最大出力時の伝達馬力及び毎分回転数
  (c) 各歯車の要目（歯数，モジュール，ピッチ円直径，圧力角，ねじれ角，歯幅，中心距離，工具歯先丸み半径，バックラッシ，転位量，歯形及び歯すじの修正量，最終歯面仕上げ方法，期待精度）
  (d) 主要部品の溶接要領（試験，検査を含む。）
  (e) 動力伝達装置の主要部の強度計算に必要な資料

5.2　材料，構造

5.2.1　材料

-1. 次に掲げる部品（以下，「動力伝達装置の主要部品」という。）の材料は，**K編**の規定に適合したものでなければならない。

(1) 動力を伝達する軸類（パワーテイクオフ（PTO）軸を含む。）及び歯車
(2) 継手の動力伝達部分
(3) クラッチの動力伝達部分
(4) 継手ボルト

-2. 動力伝達装置の主要部品（ただし，クラッチ板等及び継手ボルトは除く。）は，**K編 5.1.10** 及び **6.1.10** に規定する非破壊試験を行ったものでなければならない。

5.2.2　溶接

動力伝達装置の主要部品を溶接構造とする場合には，**11章**の規定によらなければならない。

5.2.3　歯車装置の一般構造

-1. 歯車は，次の**(1)**，**(2)**及び**(3)**の規定によらなければならない。

(1) 歯車がリムをボスに焼きばめする構造のものであるときは，リムは十分な強度を有するよう厚いものとし，伝達動力に対して十分な焼きばめしろをつけなければならない。歯切りを行った後，焼きばめを行う場合には，歯車の精度が十分保証される構造とするか，又は焼きばめを行った後，歯の最終仕上げを行わなければならない。
(2) 歯車が溶接構造であるときは，十分な剛性を有するものとし，歯を切るに先立って，応力除去を行わなければならない。
(3) 歯車は有害な不釣合重量を有するものであってはならない。

-2. 歯車車室は，十分な剛性を有するものであって，かつ，できる限り検査及び保守が容易な構造のものでなければならない。

-3. 小歯車の軸張り出し部に重量物が取付けられる場合には，小歯車のふれまわり運動又は軸心の狂いをできる限り小さくする構造としなければならない。

5.2.4 歯車装置以外の動力伝達装置の一般構造*

-1. 歯車装置以外の動力伝達装置は，その構造及び材料についてあらかじめ本会の承認を得たものとし，安全確実に作動し伝達動力に対して十分な強度を有するものでなければならない。ゴム継手を装備する場合，ゴム継手は，使用条件に適したものでなければならない。

-2. 電磁滑り継手の構造等については **H 編 2.4** に掲げる規定によるほか本会の適当と認めるところによる。

-3. 推進用動力伝達装置のクラッチに油圧又は空気圧等が用いられる場合には，いつでも切換えて使用できる予備の油圧ポンプ又は空気圧縮機等を備えるか，又は他の適当な装置によって通常航海に支障のないようにしなければならない。

-4. ゴム継手を装備する場合，ゴムエレメントの放熱に対して考慮し，かつ，できる限り点検が容易な構造としなければならない。

5.2.5 潤滑油装置

-1. 潤滑油装置については **13.10** の規定によらなければならない。この場合，歯車装置に用いる油こし器は，磁石入りのものを推奨する。

-2. 駆動機の出力が 37*kW* を超える動力伝達装置の潤滑油装置には，潤滑油の供給が停止又は給油圧力が運転に支障をきたす程度に低下した場合に警報を発する可視可聴警報装置を設けなければならない。

5.3 歯車の強度

5.3.1 適用*

本 **5.3** の規定は，インボリュート歯形を有する外歯円筒歯車に適用する。その他の歯車については，本会の適当と認めるところによる。なお，密閉式歯車の強度計算については，**附属書 5.3.1**「密閉式歯車の強度計算」に定めるところによらなければならない。

5.3.2 一般規定

-1. 歯元には，なるべく大きな丸みをつけ，滑らかに歯形と連ねなければならない。また，歯先及び歯すじの両端には，適当な逃しをつけることを推奨する。

-2. 表面硬化処理を行う歯車は，必要な表面硬さと硬化深さを有するものでなければならない。

5.3.3 曲げ強さに対する接線荷重*

歯車の接線荷重は，歯の曲げ強さに対して，次の条件に適合しなければならない。

$$P_{MCR} \leq 9.81(K_1 S_b - K_2)K_3\left(4.85 - \frac{30.6}{Z}\right)m_n$$

P_{MCR} ：連続最大出力時の歯車の接線荷重であって次の算式による値

$$P_{MCR} = \frac{1.91H}{N_0 D_1 b} \times 10^6 \text{（}N/cm\text{）}$$

H ：小歯車の連続最大出力時に分担する出力（*kW*）

N_0 ：小歯車の連続最大出力時の回転数（*rpm*）

D_1 ：小歯車のピッチ円直径（*cm*）

b ：軸平行断面のピッチ円上におけるかみ合い歯幅（*cm*）

Z ：歯数

m_n ：歯直角モジュール

K_1 ：外的荷重倍加係数。歯車に作用する変動荷重の大小により定まる係数であって次の算式による値。ただし，K_1 の値が算出できないときは，**表 D5.1** の値を用いても差し支えない。

$$K_1 = \frac{1.10P_{MCR}}{P_{MAX}}$$

P_{MAX}:使用回転範囲内に生ずる瞬時最大接線荷重（*N/cm*）

K_2 ：内的荷重付加値。歯車の仕上精度及び重なりかみ合い率により定まる値であって，次の算式又は**図 D5.1** による値

$$K_2 = k_2(Dn)^{0.8}$$

D ：歯車のピッチ円直径（cm）

n ：歯車の毎分回転数の$\frac{1}{1000}$

k_2 ：表 D5.2 による値。この場合，ε_{SP}は次の算式による値とする。

$$\varepsilon_{SP} = \frac{b_e sin\beta_0}{0.1\pi m_n}$$

b_e ：歯幅（やまば歯車では片側の歯幅とする。）（cm）

β_0: ねじれ角

K_3 ：たわみによる荷重倍加係数。歯幅及びピッチ円直径により定まる係数であって，次の算式又は図 D5.2 による値

$$K_3 = 1 - k_3\left(\frac{b_t}{D_1}\right)^3$$

b_t ：小歯車の全歯幅（やまば歯車のときは中みぞを含む。）（cm）

D_1 ：小歯車のピッチ円直径（cm）

k_3 ：表 D5.3 による値

S_b ：主として歯車の材料により定まる値であって次の算式による値。ただし，前進用中間歯車及び後進用歯車のS_bの値は，それぞれ 0.7 倍及び 1.2 倍とする。この場合，S_bの値は 25 を超えてはならない。

(1) 歯底を含めて表面を硬化した歯車の場合

$$S_b = 0.83\sqrt{T}$$

(2) その他の歯車の場合

$$S_b = \frac{(T+Y)/49}{1 + (0.0096T - 2.4)\left(\frac{0.04}{r_0} + 0.02\right)(0.023m_n + 0.75)}$$

T ：歯車材の規格最低引張強さ（N/mm^2）

Y ：歯車材の規格最低降伏点（N/mm^2）

r_0 ：カッター歯先丸み半径のモジュールに対する比

表 D5.1　　K_1 の値(3)(4)

駆動機関	構造	用途	
	連結の方法	推進用歯車	補機用歯車
蒸気タービン ガスタービン 電動機	単段減速歯車 多段減速歯車	1.00 1.00(1) 1.10(2)	1.15 1.15
往復動内燃機関	流体継手，電磁継手 高弾性継手 弾性継手	1.00 0.90 0.80	1.15 1.05 0.95

（注）

(1) 推進軸系に直結される歯車組に用いる。

(2) 有効なたわみ継手等を介して推進軸系と連結される歯車組に用いる。

(3) 1 つの小歯車に 2 つ以上の大歯車がかみ合う場合の K_1 の値は，上表の値の 0.9 倍とする。

(4) 直結の場合の K_1 の値については，本会の承認を得ること。

表 D5.2　　k_2 の値

期待精度	ε_{SP}≥1.25	ε_{SP}<1.25
シェービング仕上げ及び研削仕上げに準ずるもの	0.044	0.088
切削仕上げに準ずるもの	0.11	0.22

表 D5.3　　k_3 の値

	1 つの小歯車に 1 つの大歯車がかみ合うとき	1 つの小歯車の直径方向に 2 つの大歯車がかみ合うとき
k_3	0.01	0.003

図 D5.1　　K_2 の値

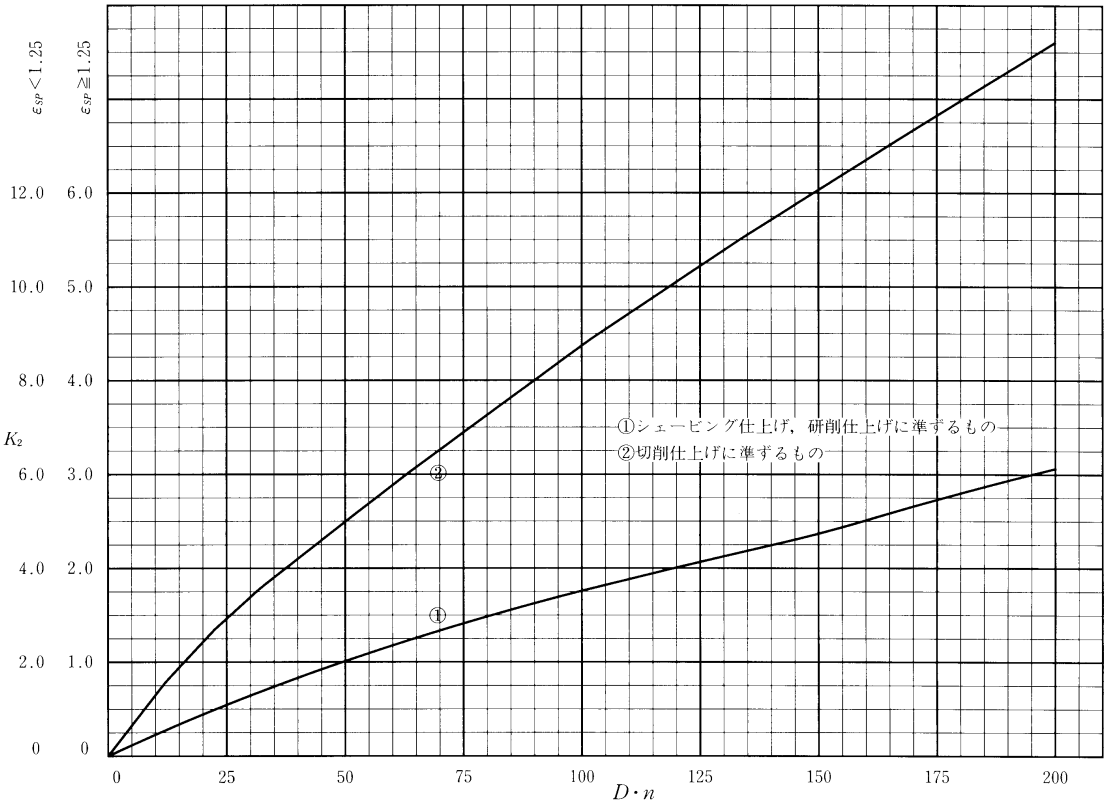
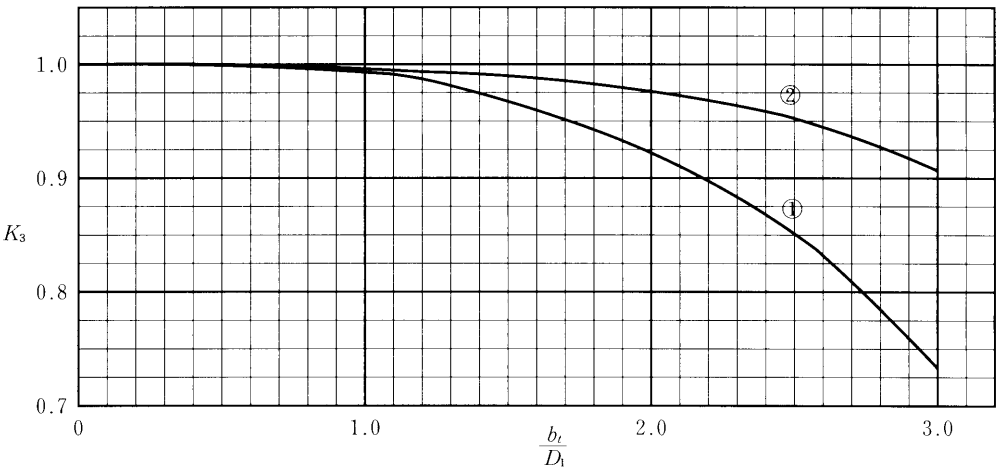


図 D5.2　　K_3 の値

① 1 つの小歯車に 1 つの大歯車がかみ合うとき

② 1 つの小歯車の直径方向に 2 つの大歯車がかみ合うとき



5.3.4 面圧強さに対する接線荷重*

歯車の接線荷重は，歯面の面圧強さに対して，次の条件に適合しなければならない。ただし，後進用歯車に対しては適用しない。

$$P_{MCR} \leq 9.81(K_1 S_s - K_2) K_3 K_4 \frac{i}{1+i} D_1$$

S_s ：歯車の材料により定まる値であって次の算式による値

(1) 歯面を硬化した歯車の組合せ

$$S_s = 2.23\sqrt{T_W}$$

(2) その他の歯車の組合せ

$$S_s = \left(0.005\frac{H_{BP}}{H_{BW}} + 0.007\right)T_W + 7.5$$

H_{BP}：小歯車の歯面硬さ（ブリネル硬さ）

H_{BW}：大歯車の歯面硬さ（ブリネル硬さ）

T_W ：大歯車材の規格最低引張強さ（N/mm^2）

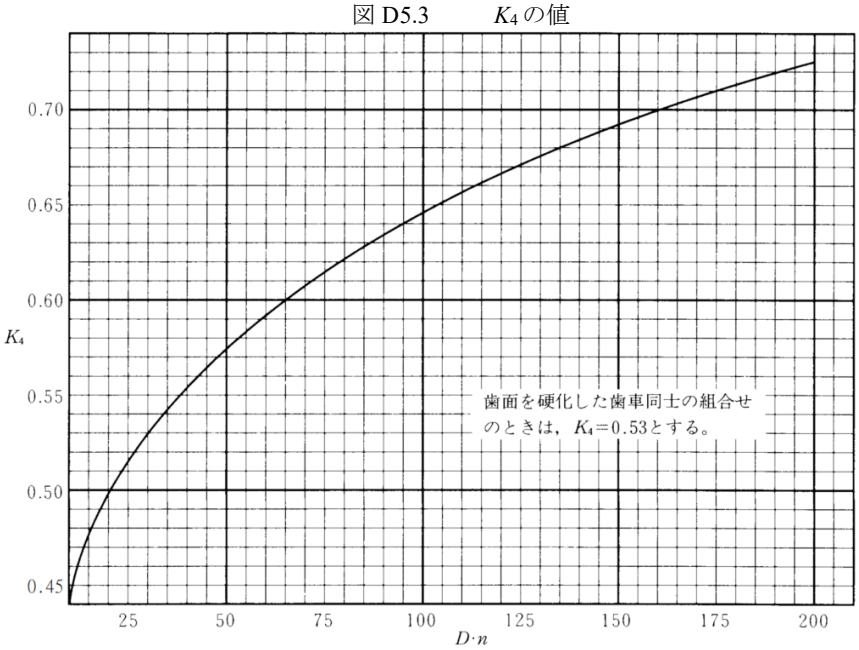
K_4 ：潤滑係数。ピッチ円直径及び回転数により定まる係数であって，次の算式又は**図 D5.3** による値。ただし，歯面を硬化した歯車の組合せのときは，K_4=0.53 とする。

$$K_4 = 0.3(Dn)^{\frac{1}{6}}$$

i ：歯数比（大歯車歯数/小歯車歯数）

その他の記号は前 **5.3.3** で使用されるものに同じ

図 D5.3 K_4 の値



5.3.5 詳細検討*

詳細な強度検討書が提出されれば，本会はこれを検討し，適当と認めた場合には **5.3.3** 及び **5.3.4** の規定にかかわらず，その歯車を承認する。なお，ここでいう詳細な強度検討書とは，**附属書 5.3.1**「密閉式歯車の強度計算」によって差し支えない。

5.4 歯車軸及びたわみ軸

5.4.1 歯車軸*

-1. 歯車軸の径は，次の**(1)**から**(3)**の規定によらなければならない。

(1) 動力が伝達される歯車軸の径は **6.2.2** に定める算式による値以上とすること。この場合算式中の H 及び R は連続最

大出力時に軸が分担する出力及び回転数とする。

(2) 小歯車軸の軸受間の径は，歯のかみ合いによって生ずる曲げ荷重に対して十分な剛性を有すること。

(3) 大歯車軸の軸受間の径は，1 つの小歯車がかみ合う場合及び中心角度が 120 度より小さい角度に配置された 2 つの小歯車がかみ合う場合には，**(1)**に定める値の 1.16 倍以上，中心角度が 120 度以上の角度に配置された 2 つの小歯車がかみ合う場合には，**(1)**に定める値の 1.10 倍以上にすること。

-2. 歯車軸について詳細な強度検討書が提出されれば，本会はこれを検討し，適当と認めた場合には**-1.**の規定にかかわらず，その歯車軸を承認する。

5.4.2 たわみ軸

たわみ軸の径は，次の算式による値より小としてはならない。

$$d = 93\sqrt[3]{\frac{H}{N_0}\frac{560}{(T+160)}}$$

d ：たわみ軸の径（*mm*）

H ：たわみ軸が連続最大出力時に分担する出力（*kW*）

N_0 ：たわみ軸の連続最大出力時の回転数（*rpm*）

T ：材料の規格最低引張強さ（*N/mm*）

5.4.3 継手及び継手ボルト

継手及び継手ボルトは，**6.2.12-1.**に定める算式による値以上とし，かつ，片持式に重量物を支える場合には，その重量に対しても十分な強度を有するように設計しなければならない。この場合，算式中の d_0 は，軸の種類によりそれぞれ算出される軸の径とする。

5.5 試験

5.5.1 製造工場等における試験

-1. 表面硬化処理を行う部品にあっては，供試材を用いて硬化層の硬さと深さについて表面硬化層試験が行われなければならない。

-2. 表面硬化処理を行った部品にあっては，適当な方法で硬さ試験及び非破壊試験が行われなければならない。

-3. 歯車については，仕上げ精度を精密に計測するために精度試験が行われなければならない。

-4. 次の算式による値が 50 を超える歯車にあっては，動的釣合試験が行われなければならない。

$$\frac{DN_0}{1000}$$

D ：歯車のピッチ円直径（*cm*）

N_0 ：歯車の回転数（*rpm*）

-5. すべての歯車装置については，適当な塗料を歯車に薄く均一に塗布して適当な荷重の下において歯当たり試験が行われなければならない。

6 章　軸系

6.1　一般

6.1.1　適用

本章の規定は，推進軸系（プロペラを除く。）並びに発電機及び補機（作業用補機等を除く。以下，本章において同じ。）を駆動する原動機からの動力を伝える軸系に適用する。なお，ねじり振動については **8 章**の規定による。

6.1.2　図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 承認用図面（材料仕様を含むもの）
- (a) 軸系装置図
- (b) スラスト軸
- (c) 中間軸
- (d) 船尾管軸
- (e) プロペラ軸
- (f) 船尾管
- (g) 船尾管軸受。ただし，第 1C 種プロペラ軸の場合には，**(l)**に規定する図面及び資料に含めて差し支えない。
- (h) 船尾管シール装置。ただし，第 1C 種プロペラ軸の場合には，**(l)**に規定する図面及び資料に含めて差し支えない。
- (i) 張出し軸受
- (j) 軸継手及び継手ボルト
- (k) 発電機及び補機に動力を伝える軸
- (l) 第 1C 種プロペラ軸にあっては，次の **i)**から **viii)**に規定する図面及び資料を一冊に綴じたもの（4 部）。
  - i) **6.2.11** により規定される装置及び機器等の設計仕様書
  - ii) 監視，制御及び警報項目，それらの設定値並びに表示方法の一覧表（軸受温度，タンク油面，シール空気圧力，ポンプ切替え，高低タンク切替え，シール装置の予備シールリング切替え等の項目に関する監視，制御，警報及び記録の方法，並びに警報のグループ群名を記載したもの。）
  - iii) 警報発生時の対策書（警報後に行う必要のある弁の開閉等の処置を記載したもの。）
  - iv) 船尾管軸受
  - v) 船尾管シール装置
  - vi) 配管系統図（タンク油面の監視及び制御のための高さ位置関係，シール空気圧力の監視及び制御系統，並びに各種センサー及びスイッチ等を明示したもので，記号の説明及び弁の開閉に関する操作を含むもの。）
  - vii) 船尾管シール装置の許容圧力（又は油面）範囲の指定書（製造者が指定したもの。）
  - viii) **附属書 6.2.13** による軸系アライメント計算書

(2) 参考用資料
- (a) 本章に定める軸系の計算に必要な資料
- (b) その他本会が必要と認める資料

6.2　材料，構造及び強度

6.2.1　材料

-1. 次に掲げる部分（以下，「軸系の主要部品」という。）に用いられる材料は，**K 編 6 章 6.1** の規定に適合した鍛鋼品，**K 編 6 章 6.2** の規定により軸材料として承認されたステンレス鋼鍛鋼品，**K 編 3 章 3.5.1-2.**により軸材料として承認されたステンレス圧延鋼材の棒鋼（以下，ステンレス鋼鍛鋼品及びステンレス圧延鋼材の棒鋼を含め「ステンレス鋼鍛鋼品等」という。）又は，**K 編 1 章 1.1.1-3.**により軸材料として本会が承認した材料でなければならない。ただし，組立形の軸継手は **K 編**の規定に適合した鋳鋼品とすることができる。

(1) スラスト軸
(2) 中間軸
(3) 船尾管軸
(4) プロペラ軸
(5) 発電機及び補機に動力を伝える軸
(6) 軸継手
(7) 継手ボルト

-2. 継手ボルトを除く軸系の主要部品は，材料に応じて **K 編 5.1.10**，**6.1.10** 又は **6.2.10** に規定する非破壊試験を行ったものでなければならない。

-3. 軸に使用する材料の規格最低引張強さは一般に 400 N/mm^2 以上 760 N/mm^2 以下とするが，ねじり振動応力が **8.2.2** に掲げるτ_2の 85%を超える軸については 500 N/mm^2 以上 760 N/mm^2 以下としなければならない。760 N/mm^2 を超える材料を用いる場合は本会の承認を得なければならない。合金鋼の場合，当該規格最低引張強さの値「760 N/mm^2」を「1100 N/mm^2」と読みかえるものとする。

6.2.2 中間軸

-1. 鍛鋼品（ステンレス鋼鍛鋼品等を除く。）の中間軸の径は，次の算式による値よりも小としてはならない。

$$d_0 = F_1 k_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{H}{N_0}\left(\frac{560}{T_s + 160}\right)K}$$

d_0 ：中間軸の所要径（mm）
H ：機関の連続最大出力（kW）
N_0 ：機関の最大出力時の中間軸の回転数（rpm）
F_1 ：**表 D6.1** による係数
k_1 ：**表 D6.2** による係数
T_s ：軸の材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）。ただし，算式に用いるT_sの上限は，炭素鋼の場合 760 N/mm^2，低合金鋼の場合 800 N/mm^2 とする。なお，規格最低引張強さが 800 N/mm^2 を超える低合金鋼鍛鋼品（ステンレス鋼鍛鋼品等を除く。）により製造される中間軸については，**附属書 6.2.2**「中間軸高強度材料の使用」の規定を満足する場合，算式に用いるT_sの上限を 950 N/mm^2 とすることができる。
K ：中空軸の補正係数で次式による値
ただし，$d_i \leq 0.4d_a$の場合には K=1 として差し支えない。

$$K = \frac{1}{1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4}$$

d_i ：中空軸の内径（mm）
d_a ：中空軸の外径（mm）

-2. 前**-1.**以外の材料により製造される中間軸の径については，本会が適当と認めるところによる。

表 D6.1 F_1 の値

蒸気タービンもしくはガスタービンを主機とする場合，又は往復動内燃機関を主機とするものであって滑り継手(注)を介する場合，及び電気推進の場合	左記以外の往復動内燃機関の場合
95	100

（注）
ここで滑り継手とは流体継手，電磁継手又はこれと同等の継手をいう。

表 D6.2　　k_1 の値

一体フランジ継手の場合(1)	焼ばめ，押しばめ，冷しばめ継手とする場合(2)	キー溝を設ける場合(3)(4)	横穴を設ける場合(5)	軸方向にスロットを設ける場合(6)	スプラインを設ける場合(7)
1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.15

（注）

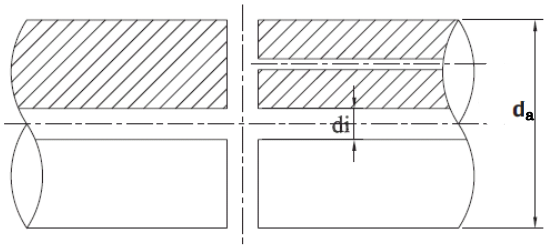
(1) フランジの根元すみ肉部は，軸径の 0.08 倍以上の半径の丸味を付けなければならない。

(2) 連続使用時にねじり振動応力が **8.2.2-1.(1)**に掲げるτ_1の 85 %を超える場合には，はめあい部の径を 1～2 %増加させて，軸との間を当該増加量と同程度の半径を有する丸味をつけて結ぶこと。

(3) キー溝端から 0.2 d_0 以上離れた範囲は，k = 1.0 として算出した軸所要径まで漸減して差し支えない。また，キー溝底の横断面のすみ肉半径は 0.0125 d_0 以上とする。

(4) **8.3** により連続使用禁止範囲を設ける場合，一般にキー溝を設けてはならない。

(5) 穴径は 0.3 d_0 以下とする。横穴に軸方向の穴（軸の中心以外に設けられたもの）が交差する場合（下図参照）には，提出された資料をもとに本会がその都度定める。



(6) スロットの形状は次による。スロットの数は軸の周上に等間隔で 3 個以下とし，軸表面のかどすみ部は，原則として面取り以外に丸味をつけないこと。

(a) $l < 0.8d_a$

(b) $d_i < 0.7d_a$

(c) $0.15d_a < e \leqq 0.2d_a$

(d) $r \geqq e/2$

ここで，

l ：スロットの長さ

d_a: 中空軸の外径

d_i: 中空軸の内径

e ：スロットの幅

r ：スロット端部の丸味半径

(7) スプラインの形状は，*JIS B* 1601 又は *JIS B* 1601 相当とする。

6.2.3　　スラスト軸

-1. 主機のトルクを伝えるスラスト軸であって鍛鋼品（ステンレス鋼鍛鋼品等を除く。）により製造されるもののスラスト受けカラーの根元における径及び転がり軸受をスラスト軸に用いる場合であって鍛鋼品（ステンレス鋼鍛鋼品等を除く。）によって製造されるものの軸受部の径は次式により算出される値よりも小としてはならない。

$$d_t = 1.1F_1\sqrt[3]{\frac{H}{N_0}\left(\frac{560}{T_s + 160}\right)K}$$

d_t ：スラスト軸の所要径（*mm*）

その他の記号は，**6.2.2-1.**に使用されるものに同じ。

-2. 前**-1.**によって算出されるスラスト軸の所要径が中間軸の径より大きい場合，スラスト軸の径は，スラスト受台の前部又は後部において，**-1.**によって算出される径に 0.91 を乗じた値まで漸次減少することができる。

-3. スラスト受けカラーの両側の根元すみ肉部は，軸径の 0.08 倍以上の半径の丸味を付けなければならない。

-4. 前**-1.**以外の材料により製造されるスラスト軸の径については，本会が適当と認めるところによる。

6.2.4 プロペラ軸及び船尾管軸*

-1. 炭素鋼鍛鋼品又は低合金鋼鍛鋼品により製造されるプロペラ軸及び船尾管軸の径は，次の算式による値よりも小としてはならない。ただし，第 2 種プロペラ軸又は第 2 種船尾管軸として分類されるものにあっては本会が適当と認めるところによる。

$$d_s = 100k_2\sqrt[3]{\frac{H}{N_0}\left(\frac{560}{T_s+160}\right)K}$$

d_s ：プロペラ軸又は船尾管軸の所要径（mm）

k_2 ：軸の設計に関連する係数で**表 D6.3** による値

T_s ：軸の材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

ただし，算式に用いるT_sの上限は 600 N/mm^2 とする。

その他の記号は **6.2.2-1.**に使用されるものに同じ。

-2. ステンレス鋼鍛鋼品等により製造されるプロペラ軸及び船尾管軸の径は，次の算式による値よりも小としてはならない。

$$d_s = 100k_3\sqrt[3]{\frac{H}{N_0}}$$

k_3 ：軸の種類に関する係数で**表 D6.4** による値。ただし，表に掲げる以外のステンレス鋼鍛鋼品等にあっては，本会がその都度定めるものとする。

その他の記号は **6.2.2-1.**に使用されるものに同じ。

-3. 船首側船尾管シール装置の船首端下から中間軸との継手までの範囲については，**6.2.2-1.**の算式より算出される中間軸の所要径まで滑らかなテーパ又は軸径の変化量と同程度の半径を有する丸味をつけて減少させて差し支えない。ここで，ステンレス鋼鍛鋼品等により製造されるものにあっては，$T_s = 400$として算出される所要径を用いる。

-4. 前**-1.**及び**-2.**以外のプロペラ軸及び船尾管軸の径については，本会が適当と認めるところによる。

表 D6.3 k_2の値

	適用範囲		k_2の値
1	プロペラ軸のプロペラ取付けテーパ部大端部（プロペラの取付けがフランジ構造の場合はフランジ前面部）から最後部の船尾管軸受の船首端，または$2.5d_s$の範囲のうち，いずれか広い方の範囲	プロペラとプロペラ軸との取付けをキーレスで行う場合又はフランジ継手で行う場合	1.22
		プロペラとプロペラ軸との取付けをキーで行う場合	1.26
2	前 1 の範囲を除き，船首側に向って，船首側船尾管シール装置の船首端下までの範囲		1.15(1)
3	船尾管軸		1.15(1)
4	船首側船尾管シール装置の船首端下から中間軸との継手までの範囲		1.15

（注）

(1)境界部は滑らかなテーパ又は軸径の変化量と同程度の半径を有する丸味をつけて軸径を減少させること。

表 D6.4　　k_3 の値

	適用範囲	*KSUSF*316 *KSUS*316-*SU*	*KSUSF*316*L* *KSUS*316*L*-*SU*
1	プロペラ軸のプロペラ取付けテーパ大端部（プロペラの取付けがフランジ構造の場合はフランジ前面部）から最後の船尾管軸受の船首端，または $2.5d_s$ の範囲のうち，いずれか広い方の範囲	1.28	1.34
2	前 1 の範囲を除き，船首側に向かって，船首側船尾管シール装置の船首端下までの範囲	1.16(1)	1.22(1)
3	船首側船尾管シール装置の船首端下から中間軸との継手までの範囲	1.16	1.22

（注）

(1)境界部は滑らかなテーパ又は軸径の変化量と同程度の半径を有する丸味をつけて軸径を減少させること。

6.2.5　　その他の軸

発電機及び補機に動力を伝える軸の径は，原則として **6.2.2** 規定を準用する。

6.2.6　　詳細検討*

詳細な強度検討書が提出されれば，本会はこれを検討し，適当と認めた場合には **6.2.2**，**6.2.3**，**6.2.4** 及び **6.2.5** の規定にかかわらず，その軸径を承認する。

6.2.7　　プロペラ軸及び船尾管軸の腐食防止*

-1.　第 1 種プロペラ軸及び第 1 種船尾管軸は，次の**(1)**から**(3)**のうち適当なものにより，水（海水，船外の淡水及び船内の清水。以下，本章において同じ。）による腐食に対して十分な考慮が払われたものでなければならない。

(1)　本会が承認した構造により，プロペラ軸又は船尾管軸が水と接触しないもの

(2)　**K 編**に定めるステンレス鋼鍛鋼品等のうち *KSUSF*316，*KSUSF*316*L*，*KSUS*316-*SU* 又は *KSUS*316*L*-*SU* により製造された軸であって直径 200 *mm* 以下のもの

(3)　前**(2)**以外で本会が承認した耐食性材料で製造された軸

-2.　プロペラ軸スリーブの船尾端又は後部船尾管軸受とプロペラボスの間は，水が入らないように有効な手段が講じられなければならない。

-3.　プロペラキャップ又はプロペラボスと軸とのすき間にはグリースを詰込むか，又はこれに代わる他の方法で，軸が水によって腐食されることを防がなければならない。

6.2.8　　プロペラ軸又は船尾管軸のスリーブ

プロペラ軸又は船尾管軸にスリーブを設ける場合には，次の**(1)**から**(3)**の規定によらなければならない。

(1)　スリーブの厚さは，次の算式による値より小としないこと。

$$t_1 = 0.03d_s + 7.5$$

$$t_2 = \frac{3}{4}t_1$$

t_1　：船尾管軸受又は張出し軸受の軸受面に当る部分の厚さ（*mm*）

t_2　：その他の部分の厚さ（*mm*）

d_s　：**6.2.4** によるプロペラ軸の所要径（*mm*）

(2)　スリーブの材質は，青銅又はこれと同等以上のものとし，その品質は有害な気泡その他の欠陥のないものとすること。

(3)　スリーブは，軸に焼きばめする等の固定部に応力が集中しない方法で取り付けられること。

6.2.9　　プロペラとプロペラ軸の取付け*

-1.　プロペラをプロペラ軸に圧入して取付ける場合には，取付部はトルク伝達に対して十分な強度を有するものとしなければならない。

-2.　取付部にキーを設ける場合には，キー溝のかどすみに十分な丸味を設け，キーはキー溝に確実にはめ込まなければならない。プロペラ軸のキー溝の船首端は特に滑らかな丸味を付けて過度の応力集中を避けるようにしなければならない。

-3.　プロペラとプロペラ軸フランジ等をボルト締めして取付ける場合の取付けボルト及びピンは十分な強度を有するものでなければならない。

-4.　プロペラ軸の船尾側継手のピッチ円上の厚さは，**6.2.2** による中間軸の径（k_1=1.0，K=1.0 及び$T_s = 400$として計算

した径）の 0.27 倍より小としてはならない。

6.2.10　船尾管軸受及び張出し軸受*

-1. プロペラ重量を支える船尾管の後端の軸受，又は張出し軸受は次の**(1)**から**(3)**の規定によらなければならない。

(1) 油潤滑を行う場合

(a) ホワイトメタルを軸受の材料に用いる場合

i) 船尾管軸受（又は張出し軸受けがある場合は張出し軸受）の長さは，**6.2.4-1.**又は**-2.**の算式によるプロペラ軸の所要径の 2 倍の値以上とすること。ただし，呼称軸受面圧（軸及びプロペラの荷重が船尾端の軸受に単独にかかると仮定して得られる当該軸受の静的反力を軸受面積（軸の直径に軸受長さを乗じたもの。）で除して得られる面圧。以下同じ。）が 0.8 *MPa* を超えず，本会が別に定めるところにより特別に配慮された構造及び設備を有する場合には，当該軸受の長さを，プロペラ軸の実際径の 1.5 倍の値を下回らない範囲で減ずることができる。

ii) 船尾管内には，常時，油が満たされているようにしておくこと。また，この温度は，適当な手段により確認できること。

iii) 重力タンクの静圧を利用して給油する場合には，タンクは満載喫水線より上の位置に設置し，タンクには油面の低位警報装置を備えること。ただし，重力タンクの静圧が水圧より下回っても差し支えない形式の場合には，タンクは満載喫水線より上に設置する必要はない。

iv) 潤滑油は，船尾管を船尾倉の中の水で冷却するか又は他の適当な方法によって冷却すること。

(b) ホワイトメタル以外の材料を軸受の材料に用いる場合

i) 材料，構造及び潤滑方式について，あらかじめ本会の承認を得たものとすること。

ii) 油潤滑船尾管軸受用として承認を受けた合成ゴム，強化樹脂又は合成樹脂製の軸受の長さは，**6.2.4-1.**又は**-2.**の算式によるプロペラ軸の所要径の 2 倍の値以上とすること。ただし，呼称軸受面圧が 0.6 *MPa* を超えず，本会が別に定めるところにより特別に配慮された構造及び設備を有する場合には，当該軸受の長さを，プロペラ軸の実際径の 1.5 倍の値を下回らない範囲で減ずることができる。

iii) 前 **ii)**に関わらず，試験及び使用実績を考慮して，呼称軸受面圧が 0.6 *MPa* を超える軸受の使用を認めることがある。

(2) 水潤滑を行う場合

(a) 材料，構造及び潤滑方式について，あらかじめ本会の承認を得たものとすること。

(b) 軸受の長さは，**6.2.4-1.**又は**-2.**の算式によるプロペラ軸の所要径の 4 倍又は実際径の 3 倍のうちいずれか大きい方の値以上とすること。ただし，水潤滑船尾管軸受用として承認を受けた合成ゴム，強化樹脂又は合成樹脂製の軸受については，本会が別に定めるところにより特別に配慮された構造及び設備を有する場合には，軸受の長さを **6.2.4-1.**又は**-2.**の算式によるプロペラ軸の所要径の 2 倍又は実際径の 1.5 倍のうちいずれか大きい方の値を下回らない範囲で減ずることができる。

(3) グリース潤滑を行う場合

プロペラ軸の実際径が 100 *mm* 以下である場合には，グリース潤滑を行うことができる。この場合，軸受の長さは，**6.2.4-1.**又は**-2.**の算式によるプロペラ軸の所要径の 4 倍以上とすること。

-2. グランドパッキン方式の水用シール装置を除き，シール装置の形式，構造及び材料については，あらかじめ承認を得たものでなければならない。

6.2.11　第 1C 種プロペラ軸に対する追加規定*

第 1C 種プロペラ軸には，次の**(1)**から**(4)**に定めるところにより，船尾管軸受部の保全のための有効な手段を講じなければならない。

(1) 承認返却された **6.1.2(1)(l)**に掲げる図面及び資料（一冊にまとめたもの）を 1 部，本船に保管しなければならない。

(2) 船尾管軸受は，次の**(a)**から**(c)**に適合するものでなければならない。

(a) 軸受の船尾端下部の温度を計測する次のいずれかの装置を設け，かつ，その温度を記録する装置及び 55 ℃以下の温度で作動するように設定された高温可視可聴警報器を，主制御設備を備える場所（**D 編 18.1.2(3)**又は**(4)**に定義されたものをいう。以下同じ。）に設けること。

i) 2 個以上の温度センサーを備えたもの。

ii) 船内から取替え可能な 1 個の温度センサー及び予備の温度センサーを備えたもの。この場合，温度センサーの取替えに関する要領を示す資料を提出し，これに従い，実際に，取替え可能であることが確認される

こと。

(b) 前**(a)**の温度センサーのうち少なくとも 1 個が高温警報の設定温度を検知したときに，主機を自動減速させる装置を設けるか又は減速操作を要求する可視可聴警報を，主制御設備を備える場所に設けること。主機の自動減速装置を設ける場合には，**D 編 18.2.6-3.**に規定するオーバーライド装置を船橋制御装置に設けること。

(c) 船尾管軸受支面材の接着強度は，40 *MPa* 以上であること。

(3) 船尾管シール装置は，プロペラ軸を抜き出さなくても補修又は換装できる構造で，かつ，封油性能及び耐久性を考慮した構造のものでなければならない。このため，船尾管シール装置のライナは，シールリング摺動位置をずらし得るようにディスタンスピースを設けるか，又は二つ割り構造のものでなければならない。

(4) 配管系統は，次の**(a)**から**(d)**に適合するものでなければならない。

(a) 船尾管軸受の潤滑油圧力及び船尾管シール装置（密封されているシールリング間を除く）のシール油（又は空気）圧力が，その許容範囲を外れた場合に作動する可視可聴警報器を，主制御設備を備える場所に設けること。ただし，当該許容範囲の上限をオーバフロー方式により制御する場合には，上限に対する可視可聴警報を省略することができる。

(b) 前**(a)**にいう許容範囲の下限に対する警報手段は，油タンクを設ける場合にはタンクの低液面警報，油タンクを設けない場合には油のノンフロー警報として差し支えない。

(c) 船尾管軸受の潤滑油は，常時循環させること。また，循環ポンプは 2 台装備して，ポンプが停止又は吐出圧力があらかじめ設定された圧力よりも低下した場合に自動的にポンプの切替えが行われるようにするとともに，当該自動切替え時に作動する可視可聴警報器及びいずれのポンプが作動しているかを示す表示手段を，主制御設備を備える場所に設けること。

(d) 船尾管軸受の潤滑油圧力又は船尾管シール装置のシールリング間の油圧を喫水に応じて高低切り替える方式の場合には，高低いずれの圧力が使用されているかを表示するために，切替え時の弁の操作に連動して点燈するランプを，主制御設備を備える場所に設ける等の手段を講じること。

6.2.12 軸継手及び継手ボルト

-1. 継手ボルトの軸継手連結面における径は，次の算式による値よりも小としてはならない。

$$d_b = 0.65\alpha\sqrt{\frac{d_0^3(T_s+160)}{nDT_b}}$$

d_b : ボルトの径（*mm*）

d_0 : **6.2.2** で k_1 及び K を 1.0 とした中間軸の径（*mm*）

n ： ボルトの数

D ： ピッチ円の径（*mm*）

T_s : **6.2.2** の計算に用いられた中間軸材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

T_b : ボルト材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

ただし，一般に$T_s \le T_b \le 1.7T_s$で，かつ，算式に用いられるT_bの上限は 1000 N/mm^2 とする。

α ： 振動トルクに関する係数で，1.0 又は次式による値のうち大きいほうの値。ただし，発電機及び補機を駆動する原動機からの動力を伝える軸系における継手ボルトにあっては，α=1.0 として差し支えない。

$$\alpha = 0.95\sqrt[3]{\frac{Q_a}{Q_m}}$$

ただし，

Q_a ： 全ての運転範囲の危険回転数における軸継手連結面に作用するねじり振動トルク（*Nm*）

Q_m ： 次式で与えられる定格トルク（*Nm*）

$$Q_m = 9549\frac{H}{N_0}$$

H ： 機関の連続最大出力（*kW*）

N_0 ： 機関の連続最大出力時の中間軸の回転数（*rpm*）

-2. 軸継手のピッチ円上の厚さは，前**-1.**の式でT_bの値として対応する軸の材料の引張強さを代入して計算された継手ボルトの所要径以上としなければならない。ただし，対応する軸の所要径の 0.2 倍を下回ってはならない。

-3. 軸継手の根元には，軸径の 0.08 倍以上の半径の丸味を付けなければならない。この場合，軸継手ボルト又はナットの座ぐりが継手根元の丸味にかからないようにしなければならない。

-4. 軸継手が組立形であるときは，軸のトルク伝達に対して十分な強度を有し，かつ，後進力にも耐える構造でなければならない。この場合，軸に過度の応力集中が生じないようにしなければならない。

6.2.13 軸系アライメント

油潤滑を行う船尾管軸受又は張出し軸受であってプロペラ軸の実際径が 400 *mm* 以上の場合には，軸の曲げモーメント，軸受荷重及び軸の変位量等を含む軸系アライメントについて，**附属書 6.2.13** による計算書を提出し，本会の承認を得なければならない。

6.3 試験

6.3.1 製造工場等における試験

次の部品にあっては，それぞれ次に規定する圧力で水圧試験が行われなければならない。

(1) 船尾管：0.2 *MPa*

(2) プロペラ軸及び船尾管軸のスリーブ：0.1 *MPa*（焼ばめする前に行う。）

6.3.2 造船所等における試験*

-1. **6.2.10-2.**に規定するシール装置については，船舶に取付けた後，潤滑油の供給圧力又は船内の清水の供給圧力で漏れ試験が行われなければならない。

-2. 推進軸系（ウォータージェット推進装置及び旋回式推進装置の推進軸系を除く。）については，別に定めるところによりアライメントに関する確認試験が行われなければならない。

-3. 第 1C 種プロペラ軸にあっては，**6.2.11** により規定される装置及び機器等について，**6.2.1(1)(l)(ii)**の一覧表に掲げる項目に従い，システムとしての効力を確認するための試験が行われなければならない。

7章　プロペラ

7.1　一般

7.1.1　適用

本章の規定は，スクリュープロペラに適用する。

7.1.2　図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 図面

(a) プロペラ

(b) 可変ピッチプロペラの操作油管線図（管の材質，寸法及び使用圧力を記入したもの）

(c) 可変ピッチプロペラの羽根取付け用ボルト

(2) 資料

(a) プロペラの主要目（主機の連続最大出力及び回転数，翼断面詳細，直径，ピッチ，展開面積，ボス比，レーキ（角），翼数，質量，慣性モーメント，材料仕様等）

(b) 押込量計算書（キーを用いず，圧入によりプロペラを取付ける場合）

7.1.3　材料

-1. プロペラの材料及び可変ピッチプロペラの羽根取付け用ボルトの材料は，**K 編**の規定に適合したものでなければならない。

-2. プロペラは，**K 編 7.2.9** に従って重要部分について非破壊試験を行ったものでなければならない。

7.2　構造，強度等

7.2.1　羽根の厚さ*

-1. 固定ピッチプロペラの半径位置 0.25*R* 及び 0.6*R*（*R*:プロペラの半径）の羽根の厚さ，並びに可変ピッチプロペラの半径位置 0.35*R* 及び 0.6*R* の羽根の厚さは，次の算式による値より小としてはならない。ただし，ハイリースキュードプロペラの羽根の厚さについては，**-2.**による。

$$t = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}\left(\frac{H}{Z N_0 \ell}\right) SW}$$

t　：羽根の厚さ（羽根の根元のすみ肉を除いた厚さ）（*cm*）

H　：主機の連続最大出力（*kW*）

Z　：羽根の数

N_0　：プロペラの連続最大回転数（*rpm*）を 100 で割った値

ℓ　：計算を行う半径位置における羽根の幅（*cm*）

K_1　：計算を行う半径位置における次式による値

$$K_1 = \frac{30.3}{\sqrt{1 + k_1\left(\frac{P'}{D}\right)^2}}\left(k_2\frac{D}{P} + k_3\frac{P'}{D}\right)$$

D　：プロペラ直径（*m*）

k_1，k_2及び k_3：**表 D7.1** による値

P'　：計算を行う半径位置におけるピッチ（*m*）

P　：半径位置 0.7*R* におけるピッチ（*m*）

K_2　：次式による値

$$K_2 = K - \left(k_4\frac{E}{t_0} + k_5\right)\frac{D^2 N_0^2}{1000}$$

k_4及び k_5：**表 D7.1** による値

E ：羽根先端におけるレーキ（羽根前面を基準とし，後進方向を正とする。）（cm）

t_0 ：軸中心線上における羽根の仮想厚さ（最大羽根厚面投影図において，羽根先端の厚さと，半径位置 $0.25R$（可変ピッチプロペラについては $0.35R$）における厚さを結んだ直線を基準とする。）（cm）

K ：**表 D7.2** によるプロペラの材料に応じた値

S ：荒天時の応力増加に関する係数で次式による値。ただし，0.8 を下回る場合には 0.8，1.0 を超える場合には 1.0 とする。

$$S = 0.095\left(\frac{D_s}{d_s}\right) + 0.677$$

D_s ：船の強力上の深さ（m）（**A 編 2.1.7** 参照）

d_s ：満載喫水（m）（**A 編 2.1.12** 参照）

W ：応力変動に関する係数で，2.8 又は次式による値のうちどちらか大きい方の値

$$W = 1 + 1.724\left(\frac{A_2A_3 + A_4A_1P'/D}{A_3 + A_4P'/D}\right)$$

$$A_1 = \frac{\Delta w}{w + C_1}$$

$$A_2 = \frac{\Delta w}{w + C_2}$$

$$A_3 = \frac{(C_1 + 1)(C_2 + w)}{C_3(C_2 + 1)(C_1 + w)}$$

$$A_4 = \begin{cases} 3.52(0.25R) \\ 2.41(0.35R) \\ 1.26(0.6R) \end{cases}$$

$$C_1 = \frac{D}{0.95P}\left\{\frac{P}{D}\left(1.3 - \frac{2a_e}{Z}\right) + 0.22\right\} - 1$$

$$C_2 = \frac{D}{0.95P}\left(1.1\frac{P}{D} - \frac{1.19a_e}{Z} + 0.2\right) - 1$$

$$C_3 = 0.122\frac{P}{D} + 0.0236$$

a_e ：展開面積比

Δw ：半径位置 $0.7R$ における伴流の変動幅で次式による値

$$\Delta w = 7.32\left\{1.56 - 0.04\left(\frac{B}{D} + 4\right)\sqrt{\frac{B}{d_s}} - C_b\right\}w$$

B ：船の幅（m）

C_b ：方形係数

w ：伴流係数で次式による値

$$w = 0.625\left\{0.04\left(\frac{B}{D} + 4\right)\sqrt{\frac{B}{d_s}} + C_b\right\} - 0.527$$

ただし，Δw 及び w の値が上式によりがたい場合（多軸船の場合を含む。）には，本会が別に定めるところによることができる。

表 D7.1　k_1，k_2，k_3，k_4 及び k_5 の値

半径位置	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
$0.25R$	1.62	0.386	0.239	1.92	1.71
$0.35R$	0.827	0.308	0.131	1.79	1.56
$0.6R$	0.281	0.113	0.022	1.24	1.09

表 D7.2　　K の値

材料		K
銅合金鋳物	*KHBsC*1	1.15
	*KHBsC*2	
	*KAlBC*3	1.3
	*KAlBC*4	1.15
プロペラ用ステンレス鋳鋼	*KSCSP*1，*KSCSP*2，*KSCSP*3	1.0
	*KSCSP*4	0.9

（注）

(1) 上表以外の材料を使用する場合には，K の値は，本会が適当と認める値とする。

(2) 直径が 2.5m 以下の小型プロペラの K の値は，上表の値に次の係数を乗じたものとすることができる。

$2.5 \geq D > 2.0$に対し $2-0.4D$

$2.0 \geq D$に対し 1.2

-2. ハイリースキュードプロペラの羽根厚さについては，スキュー角（投影図において，プロペラ軸中心と羽根幅中心線の羽根先端の点とを結ぶ直線と，プロペラ軸中心から羽根幅中心線へ引いた接線とがなす角度（**図 D7.1** 参照））の大きさに応じて次の**(1)**又は**(2)**によらなければならない。

(1) スキュー角が 25 度を超え 60 度以下の場合

(a) 半径位置 0.25R（可変ピッチプロペラにあっては 0.35R）及び 0.6R における羽根の厚さは，前**-1.**の算式による値に次式による係数 A を乗じた値より小としないこと。

$$A = 1 + B\frac{\theta - 25^\circ}{60^\circ}$$

θ ：スキュー角（度）

B ：半径位置 0.25R（可変ピッチプロペラにあっては 0.35R）においては 0.2，半径位置 0.6R においては 0.6 とする。

(b) 半径位置 0.6R と 0.9R の間の任意の半径位置における羽根の厚さt_xは，次式による値以上のものとし，さらに逆転時の荷重等を考慮して十分な強度のものとすること。

$$t_x = 0.003D + \frac{(1-x)(t_{0.6} - 0.003D)}{0.4} \quad (mm)$$

D ：プロペラ直径（mm）

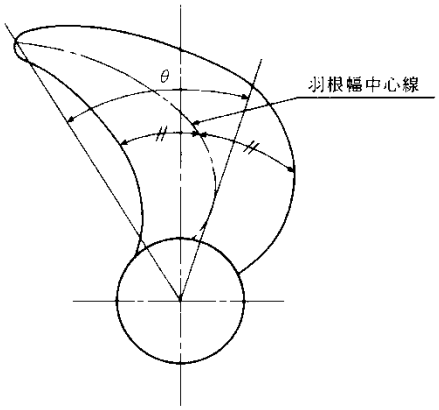
$x = 2r/D$ （r は，半径位置における半径（mm））

$t_{0.6}$ ：前**(a)**による半径位置 0.6 R における羽根の厚さ（mm）

(2) スキュー角が 60 度を超える場合

製造者又は設計者が提出したプロペラの強度に関する詳細な計算書に基づき，本会がその都度定める。

図 D7.1　　スキュー角のとり方



-3. 羽根の付根とボスとの間の丸味の半径は，プロペラ前進面側の最大翼厚部分において，次式により算出される R_0 より小としてはならない。

$$R_0 = t_r + \frac{(e - r_B)(t_0 - t_r)}{e}$$

R_0: 所要すみ肉丸味半径（*cm*）

t_r : **-1.**で定められる半径位置 0.25*R*（可変ピッチプロペラの場合は，0.35*R*）における羽根の所要厚さ（*cm*）

t_0 : **-1.**で使用されるものに同じ。

r_B : ボス比

e : 0.25（可変ピッチプロペラの場合は，0.35）

-4. 詳細な強度検討書が提出されれば，本会はこれを検討し，適当と認めた場合には，**-1.**から**-3.**の規定にかかわらず，その羽根の厚さ又はすみ肉丸味半径を承認する。

7.2.2 可変ピッチプロペラ*

-1. 可変ピッチプロペラの羽根の厚さ及び羽根の付根とボスとの間の丸味の半径については，**7.2.1** の規定による。

-2. 可変ピッチプロペラの羽根取付け用ボルトの所要径は，次式によって算出される値より小としてはならない。ただし，本会が適当と認める資料が提出され，同等の強さを有することが立証される場合には，この限りではない。

$$d = 0.55\sqrt{\frac{1}{\sigma_a n}\left(\frac{AK_3}{L} + F_C\right)}$$

d : 羽根取付け用ボルトの所要径（*mm*）（**図 D7.2** 参照）

A : 次式による値

ただし，*H*，N_0 及び *Z* は，**7.2.1-1.**の算式に与えられるものに同じ。

$$A = 3.0 \times 10^4 \frac{H}{N_0 Z}$$

K_3 : 次式による値

$$K_3 = \left\{\left(\frac{D}{P}\right)^2 (0.622 - 0.9x_0)^2 + (0.318 - 0.499x_0)^2\right\}^{\frac{1}{2}}$$

x_0 : プロペラ軸中心から羽根フランジと変節機構との境界面までの距離と *R*（プロペラの半径）との比。ただし，x_0>0.3 の場合には 0.3 とする。（**図 D7.2** 参照）

L : 半径位置 0.7*R* における羽根断面の連続最大出力時のピッチ角βをもち，かつ，フランジの回転中心を通る直線と，前進面側の前縁側ボルト及び後縁側ボルトの中心との距離の平均値（*cm*）（**図 D7.3** 参照）

F_C : プロペラ羽根の遠心力で，次式による値（*N*）

$$F_C = 1.10mR'N_0^2$$

m : プロペラ羽根 1 枚の質量（*kg*）

R' : プロペラ羽根の重心とプロペラ軸中心との距離（*cm*）

n : 羽根前進面側におけるボルトの数

σ_a : ボルト材料の許容応力（*N/mm*^{2}）

$$\sigma_a = 34.7\left(\frac{\sigma_B + 160}{600}\right)$$

σ_B : ボルト材料の規格最低引張強さ（*N/mm*^{2}）

ただし，σ_B >800 *N/mm*^{2} の場合には 800 *N/mm*^{2} にとどめる。

その他の記号は，**7.2.1-1.**の算式に与えられるものに同じ。

-3. ボルトには，耐食性材料を使用するか，又は直接海水が触れないような手段を講じなければならない。

-4. 羽根を変節機構に取付ける部分のフランジの厚さ（取付けボルト又はナットの座からフランジ境界線までの厚さ）は，次式によって算出される値より小としてはならない。

$$t_f = 0.9d$$

t_f : フランジの厚さ（*mm*）（**図 D7.2** 参照）

d : 前**-2.**の式で算出されるボルトの所要径（*mm*）

-5. 羽根取付け用ボルトは，変節機構の部材に固くねじ込み，ゆるまないような処置を施さなければならない。

-6. 羽根根元のすみ肉部分に，羽根取付け用ボルトのための座ぐりを設ける場合は，**7.2.1** により算出される羽根の厚さを基準とする羽根の設計断面にくい込まないようにしなければならない。

-7. 可変ピッチプロペラの羽根のフランジは，変節機構の部材の面に十分密着させ，はめ込み部の周囲のすき間は，できる限り小としなければならない。

-8. 可変ピッチプロペラの変節機構の操作に油圧ポンプが用いられる場合には，いつでも切り換えて使用できる予備の油圧ポンプを備えるか又は他の適当な装置によって，通常航海に支障のないようにしておかなければならない。

-9. 操作油管装置については，**13.10** の規定にもよらなければならない。

図 D7.2　　羽根取付ボルトの寸法のとり方

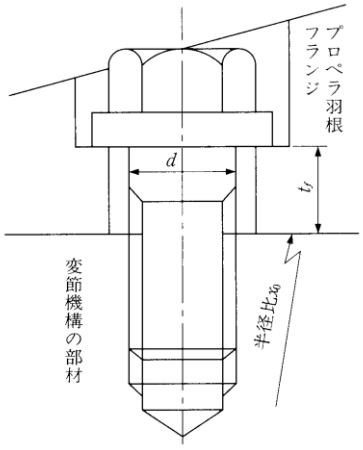
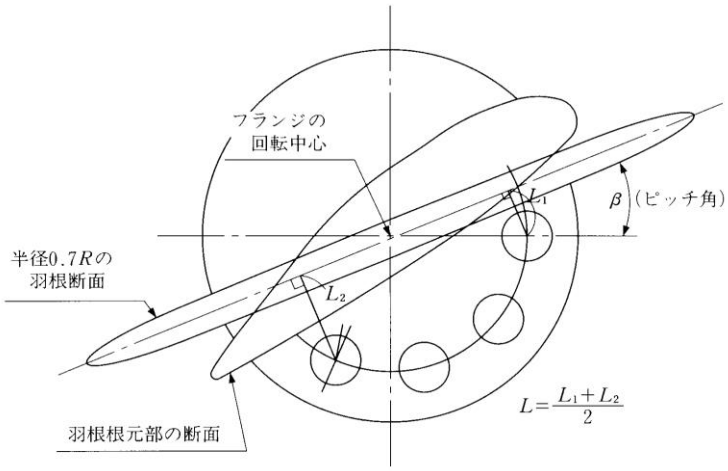


図 D7.3　　L のとり方



7.2.3　　組立型プロペラの羽根の取付け

組立型プロペラの羽根取付ボルト及びフランジについては，可変ピッチプロペラに関する規定を準用する。

7.3　　プロペラの圧入

7.3.1　　押込量*

-1. キーを用いずに，プロペラを圧入によってプロペラ軸に取付ける場合は，次の**(1)**から**(3)**による。

(1) 圧入による押込み量は，次式による下限値と上限値の範囲に収めなければならない。なお，テーパは 1/15 を超えてはならず，また，スリーブを介して圧入する場合は，別途検討を行うこと。

$$L_1 = PK_E + K_C(C_b - C_0)$$

$$L_2 = K_E K_W \frac{(K_{R1}^2 - 1)}{\sqrt{(3K_{R1}^4 + 1)}} + K_C(C_b - C_0)$$

$$L_3 = 19.6K_E(K_{R1}^2 - 1) + K_C(C_b - C_0)$$

L_1 ：基準温度 35℃において，滑りを生じないための押込み量の下限値（*mm*）

L_2 ：基準温度 0℃において，有害な変形を生じないための押込み量の上限値（*mm*）（次に示す L_3 の場合を除く）

L_3 ：基準温度 0℃において，有害な変形を生じないための押込み量の上限値（*mm*）（ボス材料が高力黄銅鋳物

で，かつ，K_{R1}<1.89 の場合）

K_W ：次式で与えられる値。また，鋳鉄製のプロペラボスについては，当該値は材料の規格引張強さの 30%とする。

$K_W = 0.7\sigma_{0.2}$

$\sigma_{0.2}$ ：**表 D7.3** に示すプロペラボス材料の 0.2%耐力の値（N/mm^2）

K_{R1} ：R_1 と R_0 との比（R_1/R_0）

K_{R2} ：R_2 と R_0 との比（R_2/R_0）

R_0 ：プロペラ軸のテーパ部の軸方向長さの中央におけるプロペラ軸の半径（mm）

R_1 ：プロペラボス比決定点におけるプロペラボス半径（mm）

R_2 ：R_0 の位置における中空プロペラ軸の場合の中空穴半径（mm）。ただし，中実プロペラ軸に対しては，0 とする。

C_b ：押込み時のプロペラボス温度（℃）

C_0 ：基準温度であって，L_1 の算定には緩み勝手となる 35 ℃，また，L_2 及び L_3 の算定には締り勝手となる 0 ℃を用いる。

P ：次式で与えられるテーパ接触面に働く所要面圧の値（N/mm^2）

$$P = \frac{qT}{SB}\left\{-qtan\alpha + \sqrt{\mu^2 + B\left(\frac{F_V}{T}\right)^2}\right\}$$

q ：基準温度 35℃における滑りに対する安全率であって，2.8 を下回らない値

S ：プロペラ軸とプロペラボスとの図面上の接触面積（mm^2）

α ：押込み部のテーパ角度の半分（rad）

B ：次式で与えられる値

$B = \mu^2 - q^2tan^2\alpha$

μ ：摩擦係数であって，0.13 を用いる。

T ：次式で与えられるスラスト（N）

$T = 1.76 \times 10^3(H/V_S)$

V_S ：連続最大出力時の船速（kt）

F_V ：次式で与えられるテーパ接触面における接線方向の力（N）

$$F_V = \frac{9.55cH}{N_0R_0} \times 10^4$$

c ：次のいずれかの値

i) 蒸気タービン又はガスタービンの場合，減速装置を介して往復動内燃機関を結合する場合，電動機の場合又は往復動内燃機関を流体継手，電磁継手もしくは高弾性継手を介して直結する場合

1.0

ii) 往復動内燃機関を直結する場合（前 **i)**に該当する場合を除く。）

次式による値，又は 1.2 のうち大きい方の値。ただし，過渡状態を含め全ての運転状態においてプロペラ押込み部に作用する最大トルクに関して詳細な検討書が提出され，本会が適当と認める場合はこの限りでない。

$$c = (0.194\ln D + 0.255)\left\{\left(\frac{Nc}{N_0}\right)^2 + 1.047\frac{Q_vN_0}{H} \times 10^{-2}\right\}$$

Q_V ：25%MCR を超える回転数比範囲の危険回転数におけるプロペラ押込部のねじり振動トルク（N-m）

H, N_0, D ：**7.2.1-1.**の算式中のH, N_0, Dに同じ，ただし，Dの値について 2.6 m より小さい場合には，2.6 m とし，10.2 m より大きい場合には 10.2 m とする。

N_C ：危険回転数（rpm）を 100 で割った値

K_E ：次式で与えられる値（mm^3/N）

$$K_E = \frac{R_0}{tan\alpha}\left\{\frac{1}{E_b}\left(\frac{K_{R1}^2+1}{K_{R1}^2-1} + \nu_b\right) + \frac{1}{E_s}\left(\frac{1+K_{R2}^2}{1-K_{R2}^2} - \nu_s\right)\right\}$$

ν_b ：**表 D7.4** に示すプロペラボス材料のポアソン比

ν_s ：**表 D7.5** に示すプロペラ軸材料のポアソン比

E_b ：**表 D7.4** に示すプロペラボス材料の縦弾性係数（N/mm^2）

E_s ：**表 D7.5** に示すプロペラ軸材料の縦弾性係数（N/mm^2）

K_C ：次式で与えられる値（$mm/℃$）

$$K_C = \left\{(\lambda_b - \lambda_s) + \frac{(C_b - C_s)}{(C_b - C_0)}\lambda_s\right\}\left\{\ell_0 - \frac{R_0}{tan\alpha}\right\}$$

C_s ：押込み時のプロペラ軸温度（℃）

λ_b ：**表 D7.4** に示すプロペラボス材料の線膨張係数（$mm/mm℃$）

λ_s ：**表 D7.5** に示すプロペラ軸材料の線膨張係数（$mm/mm℃$）

ℓ_0 ：プロペラボス内面テーパ部軸方向全長の半分（mm）

(2) 前**(1)**による最終押込みの前に，接触面において全周又は長手方向の全長にわたり帯状の非接触部がないことを確認しなければならない。

(3) 前**(1)**による最終押込みの後，プロペラはナットによりプロペラ軸に固定し，また，当該ナットは当該プロペラ軸に固定しなければならない。

表 D7.3　　プロペラボス材料の 0.2%耐力

プロペラボスの材料	0.2%耐力（N/mm^2）
*KHBsC*1	175
*KHBsC*2	
*KAlBC*3	245
*KAlBC*4	275

（注）

上表以外の材料を使用する場合には，本会が適当と認める値とする。

表 D7.4　　プロペラボス材料のポアソン比，縦弾性係数及び線膨張係数

材料	ポアソン比	縦弾性係数（N/mm^2）	線膨張係数（$mm/mm℃$）
*KHBsC*1	0.33	1.08×10^5	17.5×10^{-6}
*KHBsC*2			
*KAlBC*3		1.18×10^5	
*KAlBC*4			
鋳鉄	0.26	0.98×10^5	12.0×10^{-6}
鋳鋼	0.29	2.06×10^5	

（注）

上表以外の材料を使用する場合には，本会が適当と認める値とする。

表 D7.5　　プロペラ軸材料のポアソン比，縦弾性係数及び線膨張係数

材料	ポアソン比	縦弾性係数（N/mm^2）	線膨張係数（$mm/mm℃$）
鍛鋼	0.29	2.06×10^5	12.0×10^{-6}

（注）

上表以外の材料を使用する場合には，本会が適当と認める値とする。

-2. キーを用いて，プロペラを圧入によってプロペラ軸に取付ける場合の取付部の強度は，トルク伝達に対して十分なものとしなければならない。

7.3.2 プロペラボス*

-1. プロペラを圧入によってプロペラ軸に取付ける場合は，プロペラボスの押込みテーパ穴の船首端に適当な丸味を付けなければならない。

-2. プロペラボスは，押込み又は引抜きに際して，局部的に高温に加熱してはならない。

7.4 試験

7.4.1 製造工場等における試験*

プロペラについては，静的釣合試験が行われなければならない。

7.4.2 造船所等における試験*

プロペラに軸を圧入して取付ける場合には，キーを用いるか用いないかにかかわらず，押込量を測定し記録するために押込量試験が行われなければならない。なお，この試験は，製造工場等において行っても差し支えない。

8章　軸系ねじり振動

8.1　一般

8.1.1　適用

-1. 本章の規定は，推進用に供される動力伝達装置及び推進軸系（プロペラを除く。），主機からの動力を発電機に伝える軸系，主機として用いられる往復動内燃機関のクランク軸並びに往復動内燃機関を用いる発電装置の軸系に適用する。

-2. 往復動内燃機関によって駆動される補機（作業用補機等を除く。以下，本章において同じ。）の軸系には，本章の規定を準用する。

8.1.2　提出資料

-1. 承認のために，次に示す内容を含む軸系ねじり振動計算書を提出しなければならない。

(1) 1 節，2 節及び必要と認められるときは，さらに多節の振動に対する自然振動数計算書

(2) 連続最大回転数の 120 %までに存在する共振点のねじり振動応力の計算値，及び 120 %以上に共振点が存在する *n* 次又は *n*/2 次（*n* は往復動内燃機関のシリンダ数）振動によって 90～120 %の回転数範囲に現われるねじり振動応力（すその応力）の計算値

(3) クランク配置及び着火順序（往復動内燃機関で駆動される軸系の場合）

(4) 推進軸系において，往復動内燃機関の 1 のシリンダが失火した状態であっても連続使用される場合には，失火した場合に最大となるねじり振動応力の計算値

-2. 前**-1.**の規定にかかわらず，次に示す場合には本会の承認を得て，ねじり振動計算書の提出を省略することができる。

(1) 既に承認された軸系と同形の軸系の場合

(2) 振動系に若干の変更がある場合でも，従来の振動計算書又は振動実測結果により，振動数及び応力を正確に推定できる場合

(3) 出力 110 *kW* 未満の発電装置における軸系の場合

8.1.3　計測

-1. ねじり振動計算書の提出が必要な軸系に対しては，計算結果の推定値を確認するための計測を行わなければならない。ただし，**8.1.2-2.**により計算書の提出を省略した場合，及び使用回転数範囲に危険な振動がないと本会が認めた場合にはねじり振動計測を省略することができる。

-2. **8.3.1** に規定する連続使用禁止範囲が主機として用いられる往復動内燃機関に設けられる場合には，次の**(1)**及び**(2)**に示す事項の確認及び記録を行わなければならない。

(1) 当該範囲を通過する際（加速時及び減速時）の通過時間及び喫水並びに船速。可変ピッチプロペラを採用する場合，プロペラピッチも確認及び記録すること。

(2) 連続使用禁止範囲の上下境界回転数における機関の運転状態。この場合，フューエルインデックス（燃料注油量（燃料ラック量）をいう。）の変動範囲が有効ストローク（最大燃料注油量（使用可能な燃料ラック範囲）をいう。）の 5 %未満であることを標準とする。なお，フューエルインデックスの確認ができない機関にあっては，回転数の変動範囲が定格回転数の 5 %未満であることの確認及び記録に代えて差し支えない。

8.2　許容限度

8.2.1　クランク軸

主機として往復動内燃機関を用いる船舶（電気推進船を除く。）の当該往復動内燃機関のクランク軸に作用するねじり振動応力は，次の**(1)**から**(4)**の規定によらなければならない。

(1) 機関の回転数が，連続最大回転数の 80 %を超え，連続最大回転数以下の回転数範囲において，ねじり振動応力は，次に示すτ_1を超えないこと。

(a) 4 サイクル直列及び列間着火間隔が 45 度又は 60 度の 4 サイクル *V* 形機関に対しては次式による値

$$\tau_1 = 45 - 24\lambda^2$$

(b) 2 サイクル機関及び上記以外の 4 サイクル *V* 形機関に対しては次式による値

$\tau_1 = 45 - 29\lambda^2$

τ_1 ：$0.8 < \lambda \leq 1.0$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（*N/mm*^{2}）

λ ：使用回転数と連続最大回転数の比

(2) 機関の回転数が，連続最大回転数の 80 %以下において，ねじり振動応力は次に示すτ_2を超えないこと。なお，ねじり振動応力が，前**(1)**に示すτ_1の算式による値を超える場合には，**8.3** に定める連続使用禁止範囲を設けること。

$\tau_2 = 2\tau_1$

τ_2 ：$\lambda \leq 0.8$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（*N/mm*^{2}）

λ ：使用回転数と連続最大回転数の比

(3) 連続最大回転数を超え，連続最大回転数の 115 %以下の回転数範囲において，ねじり振動応力は次に示すτ_3を超えないこと。

(a) 4 サイクル直列及び列間着火間隔が 45 度又は 60 度の 4 サイクル *V* 形機関に対しては，次式による値

$\tau_3 = 21 + 237(\lambda - 0.8)\sqrt{\lambda - 1}\ (1 < \lambda \leq 1.15)$

(b) 2 サイクル機関及び上記以外の 4 サイクル *V* 形機関に対しては次式による値

$\tau_3 = 16 + 237(\lambda - 0.8)\sqrt{\lambda - 1}\ \ (1 < \lambda \leq 1.15)$

τ_3 ：$1.0 < \lambda \leq 1.15$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（*N/mm*^{2}）

λ ：使用回転数と連続最大回転数の比

(4) 軸の材料の引張強さが 440 *N/mm*^{2} よりも高い場合及び降伏点が 225 *N/mm*^{2} よりも高い場合には，**(1)**，**(2)**及び**(3)**に示すτ_1，τ_2及びτ_3の値は，次式により算出される係数f_mを乗じた値まで増すことができる。

(a) τ_1及びτ_3に対して

$$f_m = 1 + \frac{2}{3}\left(\frac{T_s}{440} - 1\right)$$

(b) τ_2に対して

$$f_m = \frac{Y}{225}$$

f_m ：ねじり振動応力の許容限度に対する材料補正係数

T_s ：軸の材料の規格最低引張強さ（*N/mm*^{2}）

ただし，算式に用いるT_sの上限は炭素鋼鍛鋼品については 760 *N/mm*^{2}，低合金鋼鍛鋼品については 1,080 *N/mm*^{2} を超えてはならない。

Y ：軸の材料の規格最低降伏点（*N/mm*^{2}）

8.2.2 中間軸，スラスト軸，プロペラ軸及び船尾管軸*

-1. 主機として往復動内燃機関を用いる船舶（電気推進船を除く。）の鍛鋼品（ステンレス鋼鍛鋼品等を除く。）の中間軸，スラスト軸，プロペラ軸及び船尾管軸に作用するねじり振動応力は，次の**(1)**および**(2)**の規定によらなければならない。ただし，これらのうち第 2 種プロペラ軸及び第 2 種船尾管軸にあっては，本会が適当と認めるところによる。

(1) 機関の回転数が，連続最大回転数の 80 %を超え，連続最大回転数の 105 %以下の回転数範囲において，ねじり振動応力は，次に示すτ_1を超えないこと。

$$\tau_1 = \frac{T_s + 160}{18} C_K C_D (3 - 2\lambda^2)\ (\lambda \leq 0.9)$$

$$\tau_1 = 1.38\frac{T_s + 160}{18} C_K C_D\ \ (0.9 < \lambda)$$

τ_1 :$0.8 < \lambda \leq 1.05$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（*N/mm*^{2}）

λ ：使用回転数と連続最大回転数の比

T_s ：軸の材料の規格最低引張強さ（*N/mm*^{2}）

ただし，算式に使用するT_sの上限は，中間軸及びスラスト軸においては 800 *N/mm*^{2}（炭素鋼の場合には原則として 600 *N/mm*^{2}）並びにプロペラ軸及び船尾管軸においては 600 *N/mm*^{2} とする。なお，規格最低引張強さが 800 *N/mm*^{2} を超える低合金鋼鍛鋼品（ステンレス鋼鍛鋼品等を除く。）により製造される中間軸については，**附属書 6.2.2**「中間軸高強度材料の使用」の規定を満足する場合，算式に用いるT_sの上限を 950 *N/mm*^{2} とすることができる。

また，プロペラ軸及び船尾管軸において，承認された耐食性材料で製造された軸，又はこれ以外の材料で製

造され，かつ，海水に対する確実な防食が行われていない軸については本会が適当と認めるところによる。

C_K: 軸の種類及び形状に関する係数で**表 D8.1** による。

C_D: 軸の大きさに関する係数で次式による。

$C_D = 0.35 + 0.93d^{-0.2}$

d ：軸の直径（mm）

(2) 機関の回転数が，連続最大回転数の 80 %以下において，ねじり振動応力は次に示すτ_2を超えないこと。なお，ねじり振動応力（1 のシリンダが失火した状態であっても連続使用される場合には当該状態のものを含む。）が，**(1)**に示すτ_1の算式による値を超える場合には，**8.3** に定める連続使用禁止範囲を設けること。この場合において，τ_1の算式は$\lambda \leq 0.9$の場合のものを用いること。

$\tau_2 = 1.7\tau_1/\sqrt{C_K}$

τ_2 :$\lambda \leq 0.8$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（N/mm^2）

その他の記号は**(1)**で使用されるものに同じ。

-2. 主機として往復動内燃機関を用いる船舶（電気推進船を除く。）のステンレス鋼鍛鋼品等により製造されるプロペラ軸及び船尾管軸に作用するねじり振動応力は，次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1) 機関の回転数が，連続最大回転数の 80 %を超え，連続最大回転数の 105 %以下の回転数範囲においてねじり振動応力は，次に示すτ_1を超えないこと。

$\tau_1 = A - B\lambda^2$ $(\lambda \leq 0.9)$

$\tau_1 = C$ $(0.9 < \lambda)$

τ_1 :$0.8 < \lambda \leq 1.05$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（N/mm^2）

λ ：使用回転数と連続最大回転数の比

A，B，C ：軸の材料により定まる定数で**表 D8.2** による。ただし，表に揚げる以外の材料により製造される軸にあっては，本会がその都度定めるものとする。

(2) 機関の回転数が，連続最大回転数の 80 %以下において，ねじり振動応力は次に示すτ_2を超えないこと。なお，ねじり振動応力（1 のシリンダが失火した状態であっても連続使用される場合には当該状態のものを含む。）が，**(1)**に示すτ_1の算式による値を超える場合には，**8.3** に定める連続使用禁止範囲を設けること。この場合において，τ_1の算式は$\lambda \leq 0.9$の場合のものを用いること。

$\tau_2 = 2.3\tau_1$

τ_2 ：$\lambda \leq 0.8$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（N/mm^2）

その他の記号は**(1)**で使用されるものに同じ。

-3. 前**-1.**及び**-2.**以外の材料で製造された軸に対するねじりの振動応力の許容限度並びに主機として蒸気タービンもしくはガスタービンを用いる船舶，電気推進船又は主機として往復動内燃機関を用い，かつ，主推進軸系との間に電磁継手等の滑り継手を有する船舶のスラスト軸，中間軸，プロペラ軸及び船尾管軸に作用するねじりの振動応力の許容限度は，本会が適当と認めるところによる。

表 D8.1 C_Kの値(4)

中間軸						スラスト軸		プロペラ軸及び船尾管軸	
一体フランジ継手の場合	焼きばめ，押しばめ，冷しばめ継手の場合	テーパ部にキー溝を設ける場合	円筒部にキー溝を設ける場合	横穴を設ける場合	軸方向にスロットを設ける場合(1)	スラストカラーの両側	ころがり軸受の軸方向荷重を受ける部分	プロペラ軸のプロペラ取付けテーパ部大端部付近(2)	左欄以外の範囲(3)
1.0	1.0	0.6	0.45	0.50	0.30	0.85	0.85	0.55	0.80

備考:

(1) 軸方向にスロットを設ける場合のC_Kは，次式による値とすることができる。

$C_K = 1.45/scf$

$$scf = \alpha_{t(hole)} + 0.80\frac{(l-e)/d_a}{\sqrt{\left(1-\frac{d_i}{d_a}\right)\frac{e}{d_a}}}$$

ここで，

scf: スロット部における最大主応力と，スロットのない中空軸にトルクを加えた場合の呼び応力の$\sqrt{3}$倍との比で定義される応力集中係数（有限要素解析により得られた値を使用して差し支えない。）

l ：スロットの長さ

e ：スロットの幅

d_i ：スロット部における中空軸の内径

d_a ：中空軸の外径

$\alpha_{t(hole)}$: スロットの幅と等しい径の横穴に対する応力集中係数であって，次式により定められるもの（近似値として 2.3 を使用して差し支えない）

$$\alpha_{t(hole)} = 2.3 - 3\frac{e}{d_a} + 15\left(\frac{e}{d_a}\right)^2 + 10\left(\frac{e}{d_a}\right)^2\left(\frac{d_i}{d_a}\right)^2$$

(2) プロペラ軸のプロペラ取付けテーパ部大端部（プロペラの取付けがフランジ構造の場合はフランジ前面部）から最後部の船尾管軸受の船首端又は 2.5 d_sの範囲のうち，いずれか広い方の範囲。ここで，d_s: プロペラ軸又は船尾管軸の所要径。

(3) 船首側に向かって，船首側船尾管シール装置の船首端下までの範囲。

(4) 上記以外のC_Kの値は，提出された資料をもとに本会がその都度定める。

表 D8.2　　*A*，*B*，*C* の値

	A	*B*	*C*
KSUSF 316 *KSUS*316-*SU*	40.7	30.6	15.9
KSUSF 316*L* *KSUS*316*L*-*SU*	37.6	28.3	14.7

8.2.3　　発電装置の軸系

-1. 発電装置（電気推進船の推進用発電装置を含む。以下，**8.2.3** 及び **8.2.5** において同じ。）に用いられる往復動内燃機関のクランク軸に作用するねじり振動応力は，次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1) 機関の回転数が，連続最大回転数の 90 %を超え，連続最大回転数の 110 %以下の回転数範囲において，ねじり振動応力は次に示すτ_1を超えないこと。

(a) 4 サイクル直列及び列間着火間隔が 45 度又は 60 度のサイクル *V* 形機関に対しては，

$\tau_1 = 21$（*N/mm*^{2}）

(b) 2 サイクル機関及び上記以外の 4 サイクル *V* 形機関に対しては，

$\tau_1 = 16$（*N/mm*^{2}）

(2) 機関の回転数が，連続最大回転数の 90 %以下において，ねじり振動応力は次に示すτ_2を超えないこと。なお，ねじり振動応力が**(1)**に示すτ_1の値を超える場合には，**8.3** に定める連続使用禁止範囲を設けること。

$\tau_2 = 90$（*N/mm*^{2}）

-2. 往復動内燃機関を用いる発電装置の発電機軸に作用するねじり振動応力は，次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1) 機関の回転数が連続最大回転数の 90 %を超え，連続最大回転数の 110 %以下の回転数範囲において，ねじり振動応力は次に示すτ_1を超えないこと。

$\tau_1 = 31$（*N/mm*^{2}）

(2) 機関の回転数が，連続最大回転数の 90 %以下において，ねじり振動応力は次に示すτ_2を超えないこと。なお，ねじり振動応力が，**(1)**に示すτ_1の値を超える場合には，**8.3** に定める連続使用禁止範囲を設けること。

$\tau_2 = 118$（*N/mm*^{2}）

-3. 軸の材料の引張強さが 440*N/mm*^{2} より高い場合及び降伏点が 225*N/mm*^{2} より高い場合には，**-1.**及び**-2.**に示すτ_1及びτ_2は **8.2.1(4)**のf_mを乗じた値まで増すことができる。

8.2.4　　動力伝達装置*

-1. 歯車装置に作用するねじり振動トルクは，次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1) **8.2.1**，**8.2.2** 及び **8.2.3** に規定するねじり振動応力の許容限度τ_1が適用される運転範囲では，ねじり振動トルクの振幅が伝達トルクの平均値を超えないこと。

(2) 前**(1)**に規定する範囲以外でねじり振動トルクの振幅が平均伝達トルクを超える場合には，**8.3** の規定に準じて連続使用禁止範囲を設けること。

-2. 歯車軸に作用するねじり振動応力は **8.2.2** の中間軸の規定を適用する。

-3. 歯車装置以外の動力伝達装置（軸継手装置を含む）に作用するねじり振動トルク及び応力若しくは振幅の許容限度は，別に定めるところによる。

8.2.5 共振点の回避

4 サイクル直列機関の 1 節 *n* 次及び *n*/2 次並びに 2 サイクル直列機関の 1 節 *n* 次（*n* はシリンダ数）の共振点は，特に本会が承認した場合を除き，次に示す回転数範囲に存在してはならない。

主推進軸系に対して $0.8 \leq \lambda \leq 1.1$

発電装置の軸系に対して $0.9 \leq \lambda \leq 1.1$

λ ：共振時の回転数と連続最大回転数との比

8.2.6 詳細検討*

ねじり振動応力の許容限度について，軸系の強度を考慮した詳細な検討書が提出され，本会がこれを検討して適当と認めた場合には，**8.2.1**，**8.2.2** 及び **8.2.3** の規定にかかわらず，その許容限度を承認する。

8.3 連続使用禁止範囲

8.3.1 連続使用禁止範囲*

-1. ねじり振動応力が **8.2** に定める許容限度τ_1を超える場合には，速やかにその回転数を通過させなければならないことを示す連続使用禁止範囲を設け，回転計に赤帯を入れてこれを表示しなければならない。この場合において，連続使用禁止範囲は，次によらなければならない。

(1) 次に示す範囲を含むこと。

$$\frac{16N_c}{18-\lambda} \leq N_0 \leq \frac{(18-\lambda)N_c}{16}$$

N_0 ：連続使用禁止の回転数（*rpm*）

N_c ：共振時の回転数（*rpm*）

λ ：共振時の回転数と連続最大回転数との比

(2) 可変ピッチプロペラについては，ピッチが最大及びゼロの両方の条件が考慮されること。

(3) 回転計の誤差を考慮したものとしなければならない。

(4) 連続使用禁止範囲の上限及び下限は，機関の運転が安定する回転数でなければならない。

(5) 1 のシリンダが失火した状態に対して定められるものについては，推進機関が単一の場合であっても安全な航行に支障をきたさないこと。

-2. **8.2** に定める許容限度τ_1を超える応力の発生する回転数範囲が，計測により確認できた場合には，**-1.**に規定する範囲にかかわらず，その回転数範囲を連続使用禁止範囲とすることができる。

-3. 前**-1.**及び**-2.**に掲げる連続使用禁止範囲を速やかに通過することが困難な機関にあっては，ねじり振動の共振点を変更する等の必要な措置を講じなければならない。

9章　ボイラ等及び焼却設備

9.1　一般

9.1.1　適用

-1. 本章の規定は，以下の設備に適用する。

(1) ボイラ（ただし，以下の**(a)**及び**(b)**は除く）

(a) 設計圧力 0.1*MPa* 以下で，かつ，伝熱面積 1m^2 以下の蒸気ボイラ

(b) 設計圧力 0.1*MPa* 以下で，かつ，伝熱面積 8m^2 以下の温水ボイラ

(2) 熱媒油設備

(3) 焼却設備

-2. 前**-1.(1)**に該当するボイラであって，且つ設計圧力が 0.35 *MPa* 以下のボイラ（以下，本章において「小型ボイラ」という）については，**9.11** の規定によることができる。

9.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1) ボイラとは，火炎，燃焼ガス，その他の高温ガスによって蒸気及び温水を発生させる装置をいい，過熱器，再熱器，節炭器，排ガスエコノマイザ等を含めたものをいう。

(2) 主ボイラとは，船舶の推進用蒸気タービンへ蒸気を供給するボイラをいう。

(3) 重要な補助ボイラとは，推進補機，操船・保安補機並びに発電機の運転に必要な蒸気を供給するボイラをいう。

(4) 排ガスボイラとは，往復動内燃機関の排気ガスのみを利用して蒸気又は温水を発生させる装置で，独立の蒸気室又は温水だめを有し，かつ，蒸気又は温水の取出口を備えているものをいう。

(5) 排ガスエコノマイザとは，往復動内燃機関の排気ガスのみを利用して蒸気又は温水を発生させる装置で，独立の蒸気室又は温水だめを持たないものをいう。

(6) ボイラの伝熱面積とは，片面が燃焼ガスに触れ，他の面が水に触れる部分の面を燃焼ガスの側で計算した面積とし，別に指定しない場合は，過熱器，再熱器，節炭器，排ガスエコノマイザ等の伝熱面積を除いたものをいう。

(7) ボイラの制限圧力及びボイラと一体をなす過熱器を有するボイラの呼び圧力については，**A 編 2.1.21** 及び同 **2.1.22** の定義による。

(8) 設計圧力とは，各部材の設計に用いる圧力で，強度上許容されるその部分の最高の使用圧力をいう。なお，ボイラ胴の設計圧力は，ボイラの制限圧力未満の圧力としないこと。

(9) 付着品とは，ボイラ本体に直接取り付けられる管台等，並びにボイラ本体に直接は取り付けられないが，ボイラ本体に接続され圧力を受ける弁の弁箱（安全弁含む）及び水面計等をいう。

(10) 鏡板とは，胴の両端を覆う板をいう。

(11) 管板とは，煙管ボイラの場合は煙管を取り付ける鏡板，水管ボイラの場合は水管を取り付ける鏡板をいう。

9.1.3　提出図面及び資料*

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 図面（使用材料の種類及び寸法を記載したもの。）

(a) 全体組立図

(b) 胴及び管寄せの詳細図（内部付着品を含む。）

(c) 付着品取付け座及びノズル詳細図

(d) ボイラ管の配列及び詳細図

(e) 過熱器及び再熱器の管の配列及び詳細図

(f) 内部緩熱器の詳細図

(g) 節炭器又は排ガスエコノマイザの管の配列及び詳細図

(h) 空気予熱器の詳細図

(i) 付着品の配置図及び詳細図

(j) 安全弁の組立図（主要目を記載したもの。）

(k) その他本会が必要と認める図面

(2) 資料

(a) 主要目（設計圧力，設計温度，最大蒸発量，伝熱面積等）

(b) 溶接要領書（溶接法，溶接材料の種類及び溶接条件を記載したもの。）

(c) 操作要領書（煙管式排ガスエコノマイザのみ）

(d) その他本会が必要と認める資料

9.2 材料及び溶接

9.2.1 使用材料*

-1. ボイラの圧力を受ける部分に使用する材料は，それぞれの使用条件に応じ **K 編 3.2**，**3.7**，**4.1**，**4.2**，**4.4**，**5.1**，**5.4** 又は **6.1** の規定に適合し，かつ，同編 **1 章**及び **2 章**の規定に従って試験されたものでなければならない。ただし，材料に関する資料を提出して本会の承認を得た場合には，他の材料を使用することができる。

-2. 前**-1.**の規定にかかわらず，ボイラに取付けられる弁，管台等の付着品にあって，本会がその寸法又は使用条件を考慮して承認したものについては，本会が適当と認めた規格に定められた材料を使用することができる。

9.2.2 付着品に使用する材料の使用制限

付着品に使用する材料の使用制限については，**9.9.1** によらなければならない。

9.2.3 鋼板の熱処理

ボイラの製造過程において，鋼板に熱間加工，応力除去等の熱処理が行われる場合には，ボイラ製造者は，当該部分の鋼板注文の際にその旨を指定しなければならない。この場合の鋼板製造者における取扱いは，**K 編 3.2.4** の規定によらなければならない。

9.2.4 鋳鋼品の非破壊試験*

内圧を受けるボイラ胴に使用する鋳鋼品は，放射線透過試験及び磁粉探傷試験を行い，有害な欠陥のないことが確認されたものでなければならない。

9.2.5 溶接

ボイラの溶接工事については，**11 章**の規定によらなければならない。

9.3 設計要件

9.3.1 記号

本章で用いる記号は，別に指定するものを除き，次のとおりとする。

f ：許容応力（N/mm^2）で，**9.4.1** 又は **12.2.1** による

T_r ：設計圧力から算出される所要厚さ（mm）。なお，許容圧力は，算式中の所要厚さに実厚さを代入して得られる圧力をいう。

P ：設計圧力（MPa）

J ：**9.4.2** に定める効率のうちの最小値

R ：胴の内半径（mm）

9.3.2 節炭器及び排ガスエコノマイザの設計圧力

-1. 節炭器の設計圧力は，給水ポンプの最高使用圧力を基準とした節炭器の最高使用圧力より小であってはならない。

-2. 排ガスエコノマイザの設計圧力は，ボイラ水循環ポンプの最高使用圧力を基準とした排ガスエコノマイザの最高使用圧力より小であってはならない。

9.3.3 構造強度に対する考慮

-1. ボイラにおける局部応力，繰返し荷重，熱応力等の付加応力の影響が著しい場合には，必要に応じ寸法の増加等の措置を講じなければならない。

-2. フリューチューブを有する立てボイラのフリューチューブ取付け部は，半球型火炉の熱膨張によるフリューチューブの変形を過度に拘束しないように設計されたものでなければならない。

-3. 燃焼室負荷の高い水管式のボイラは，水管の過熱を防止するために，次の**(1)**及び**(2)**について十分な配慮が施されたものでなければならない。

(1) 水管にボイラ水が十分に循環するような構造のものとすること。

(2) スケールの付着を防止するために，必要に応じて，軟水器を設ける等の措置を講じること。

9.3.4 特殊な形状のボイラ

-1. 受圧部の形状が特殊な場合にあって **9.5** から **9.7** の規定によって強度計算又は補強を行うことが困難な場合又は不適当な場合には，本会の承認を得て，他の詳細な計算方法による計算結果，本会が適当と認める解析結果をもって当該規定に代えることができる。

-2. 受圧部の形状が特殊な場合にあって **9.5** から **9.7** の規定によって設計を行うことが困難な場合には，本会の承認を得て，適当な負荷を加えて，ひずみ又は変形量を測定し，それらの結果をもって **9.5** から **9.7** の規定に代えることができる。

9.3.5 据付けに対する考慮

-1. ボイラは，次の荷重又は外力による影響を最小限にとどめるように考慮して据付けなければならない。

(1) 船舶の動揺及び機関設備からの振動

(2) ボイラに取付けられる管装置，支持金物等からの外力

(3) 温度変化による膨張

-2. ボイラは隔壁等からなるべく離して設置しなければならない。

-3. 煙管式排ガスエコノマイザは，管板と胴板の溶接部の点検が容易に行えるものでなければならない。

9.3.6 火炎等に対する保護

ボイラ胴及び管寄せの一部が火炎又は高温ガスに曝される構造である場合には，その部分を有効な防熱材で被覆するか，又は他の適当な方法で防護しなければならない。また，煙管式排ガスエコノマイザの管板周囲の防熱材は，管板と胴板の溶接部の超音波試験ができるように取外しができるものでなければならない。

9.3.7 スートファイアに対する考慮*

排ガスボイラ及び排ガスエコノマイザは，スートファイアによる機器の損傷を防止するための適当な考慮が払われたものでなければならない。

9.4 許容応力及び効率

9.4.1 許容応力*

各種材料の許容応力は，次のいずれかによらなければならない。この場合において，材料温度は，内部流体の計画最高温度とし，伝熱面にあっては当該温度に**表 D9.1** の温度を加えた値以上としなければならない。ただし，材料温度は 250℃未満であってはならない。

(1) 鋳鋼品を除き，炭素鋼（炭素マンガン鋼を含む。以下，本章において同じ。）及び低合金鋼鋼材の許容応力（*f*）は，次の値のうちの最小値とする。ただし，各材料温度における許容応力の値は**表 D9.2** によることができる。

$f_1 = \frac{R_{20}}{2.7}$， $f_2 = \frac{E_t}{1.6}$， $f_3 = \frac{S_R}{1.6}$， $f_4 = \frac{S_c}{1.0}$

R_{20}：室温における鋼材の規格最低引張強さ（N/mm^2）

E_t ：材料温度における鋼材の降伏点（又は 0.2%耐力）（N/mm^2）

S_R ：材料温度における鋼材の 100,000 時間において破壊する平均応力（N/mm^2）。ただし，平均応力のばらつき幅が平均値の±20%を超える場合には 100,000 時間において破壊する最低応力の 1.25 倍とする。

S_c ：材料温度における鋼材の 100,000 時間において 1%クリープの発生する平均応力（N/mm^2）

(2) 電気抵抗溶接鋼管の許容応力は，**表 D9.2** の値の 85%とすること。

(3) 鋳鋼品の許容応力は，**(1)**の算式による値の 80%又は**表 D9.2** による値とすること。
ただし，厚さが 50*mm* を超える鋳鋼品は，特に本会の承認を得た場合を除き使用しないこと。

(4) 前**(1)**及び**(3)**以外の材料の許容応力の値については，材料の機械的性質を考慮して，本会の適当と認める値とする。

表 D9.1　　伝熱面における材料温度の流体温度に対する増分

一般加熱面	接触加熱部	25℃
	放射加熱部	50℃
過熱器加熱面	接触加熱部	35℃
	放射加熱部	50℃
節炭器及び排ガスエコノマイザ加熱面		25℃

表 D9.2　　許容応力の値

材料の種類（記号）	許容応力（*f*）　*N/mm*^{2}											
	250℃以下	300℃	350℃	375℃	400℃	425℃	450℃	475℃	500℃	525℃	550℃	575℃
ボイラ用圧延鋼板												
*KP*42	110	104	103	96	88	76	57	39	—	—	—	—
*KP*46	122	117	113	106	95	80	58	39	—	—	—	—
*KP*49	124	122	121	114	102	84	58	39	—	—	—	—
*KPA*46	122	117	113	113	113	108	101	90	69	48	—	—
*KPA*49	124	122	121	121	121	117	106	91	69	48	—	—
管寄せ材												
*KBH*1	105	104	103	97	88	76	57	39	—	—	—	—
*KBH*2	117	115	113	106	95	80	58	39	—	—	—	—
*KBH*3	102	99	96	96	96	93	91	87	67	—	—	—
*KBH*4	106	104	103	103	103	102	98	92	74	—	—	—
*KBH*5	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	—	—
*KBH*6	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	—	—
ボイラ用鋼材												
*KSTB*33	86	84	81	78	74	—	—	—	—	—	—	—
*KSTB*35	88	87	86	82	76	66	53	—	—	—	—	—
*KSTB*42	113	104	103	97	88	76	57	—	—	—	—	—
*KSTB*12	102	99	96	96	96	94	91	87	69	—	—	—
*KSTB*22	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	44	—
*KSTB*23	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	47	34
*KSTB*24	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	48	36
鍛鋼品（K編による。）	材料の規格最低引張強さの$\frac{1}{4}$（350℃以下の場合）											
鋳鋼品（同上）	材料の規格最低引張強さの$\frac{1}{5}$（350℃以下の場合）											

（備考）

材料温度は本表に示す温度の中間のものについては，補間法によって定める。

9.4.2　　継手効率及びリガメント効率

-1.　継手効率は，次によらなければならない。

(1)　継目無し胴 1.00

(2)　溶接継手胴

(a)　両面溶接突合せ継手 1.00

(b)　その他の場合 0.90

-2.　リガメント効率は，次によらなければならない。

(1)　胴の中心線に平行か又はほぼ平行な一列の管穴を有する胴板，又は十分に列間距離を持った数列の管穴を有する胴板又は管板の管穴列に沿う長手方向のリガメント効率(以下,「長手方向効率」という。)は, 次式により算出する。

(a) 管穴のピッチが等しい場合:

$$J_1 = \frac{p-d}{p}$$

J_1 ：リガメント効率

p ：管穴のピッチ（mm）

d ：管穴の直径（mm）

(b) 管穴のピッチが等しくない場合:

$$J_2 = \frac{L-nd}{L}$$

J_2 ：リガメント効率

d ：**(a)**に同じ。

L ：異なるピッチを含んだ 1 単位をなす部分の長さ（mm）

n ：L における管穴の数

(2) 胴の円周方向に配置された管穴部の周方向のリガメント効率（以下，「周方向効率」という。）は，**(1)**と同様な方法で計算し，その値は長手方向効率の 50%以上であること。この場合，管穴の円周方向のピッチは，板を曲げる前に測るか，又は曲げた板の厚さの中央で測ったものとする。

(3) 胴の斜め方向に配置された管穴部のリガメント効率は，次式により算出する。

(a) **図 D9.1** 及び**図 D9.2** に示すように胴の斜め方向に管穴が配置された場合:

次式により算出された効率及び長手方向効率のうちの最小値をその管穴部のリガメント効率とする。

$$J_3 = \frac{2}{A+B+\sqrt{(A-B)^2+4C^2}}$$

$$A = \frac{cos^2\alpha+1}{2\left(1-\frac{dcos\alpha}{a}\right)}$$

$$B = \frac{1}{2}\left(1-\frac{dcos\alpha}{a}\right)(sin^2\alpha+1)$$

$$C = \frac{sin\,\alpha\,cos\,\alpha}{2\left(1-\frac{dcos\,\alpha}{a}\right)}$$

$$cos\,\alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{b^2}{a^2}}}$$

$$sin\,\alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{a^2}{b^2}}}$$

J_3 ：リガメント効率

α ：**図 D9.1**，**図 D9.2** 及び**図 D9.3** による。

a，b ：**図 D9.1**，**図 D9.2** 及び**図 D9.3** による。（mm）

d ：管穴の径（mm）

(b) 前**(a)**において，管穴が**図 D9.3** に示すように千鳥形に配置された場合:

上記の算式により算出された効率，周方向効率の 2 倍及び長手方向効率のうちの最小値をその管穴部のリガメント効率とする。

（備考） **(a)**及び**(b)**によるリガメント効率を，$\frac{2a-d}{2a}$をパラメータにとり，b/a を横軸にとって表わしたものを**図 D9.4** 及び**図 D9.5** に示す。

(4) 胴の長手方向に不規則に配置された管穴部の単位長さにおけるリガメント効率は，次の**(a)**及び**(b)**により算出される値のそれぞれの最小値のうち，いずれか小さい値とする。ただし，この効率は，胴内径に等しい長さの範囲内にある管穴列の両端の管穴中心間距離（胴内径に等しい長さの範囲内に管穴が 1 個の場合は，隣接した管穴との中心間距離）を L_1 として計算した最小効率より小とする必要はない。

(a) 胴の内径に等しい長さ L_1（最大値は 1,520mm とする）における次の効率。

$$J_4 = \frac{a + b + c + \cdots\cdots\cdots}{L_1}$$

(b) 胴の内半径に等しい長さ L_2（最大値は 760mm とする）における次の効率。

$$J_5 = \frac{a + b + c + \cdots\cdots\cdots}{L_2} \times 1.25$$

J_4及びJ_5 ： リガメント効率

a，b，c ： 管穴が胴の長手方向に配置された場合の管穴間の幅。ただし，管穴が斜めにある場合は，斜線上における管穴の中心間距離を長手方向へ投影した長さに**(3)**より得られた効率を乗じたものとする。

図 D9.1

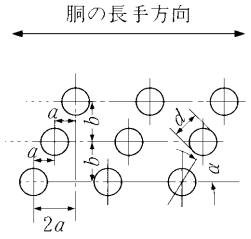


図 D9.2

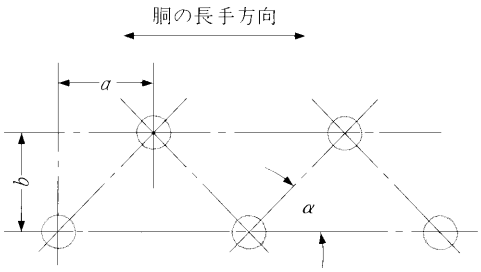


図 D9.3

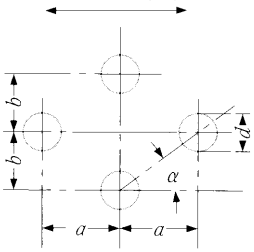


図 D9.4　　管穴が斜め方向に配置された場合の管穴部のリガメント効率

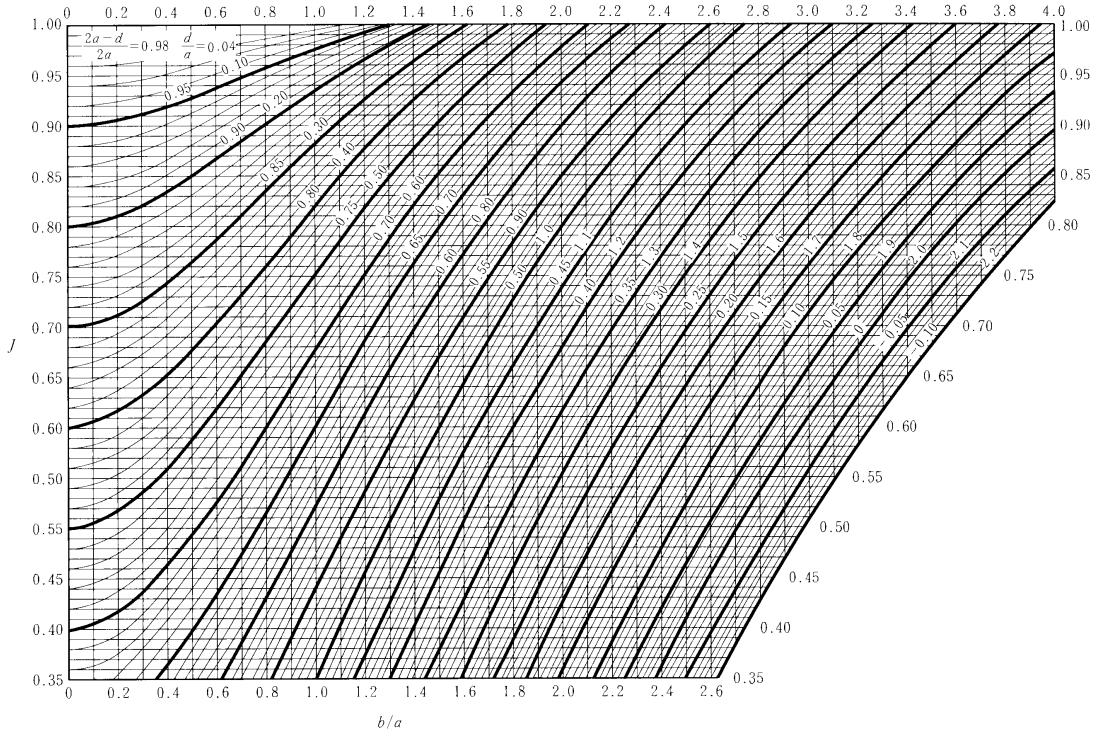
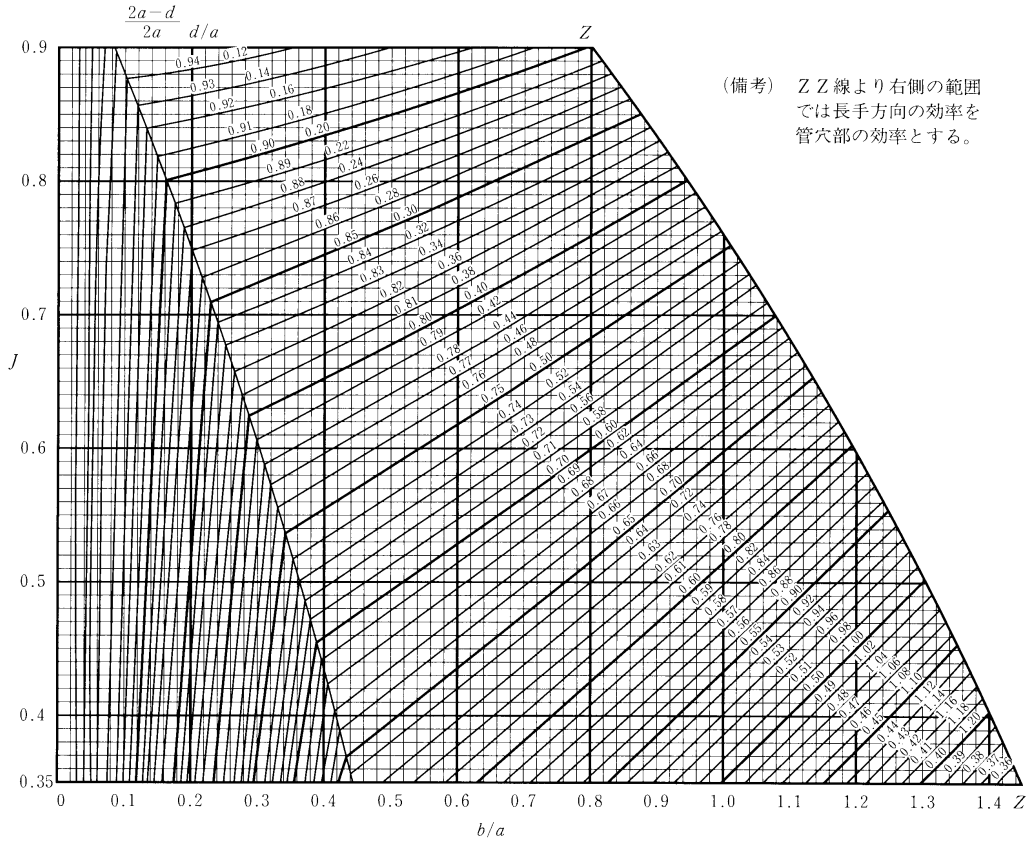


図 D9.5　　管穴が千鳥形配置の場合の管穴部のリガメント効率



（備考）　ＺＺ線より右側の範囲では長手方向の効率を管穴部の効率とする。

9.5 各部材の所要寸法の計算

9.5.1 各部材の厚さの制限

-1. 胴板及び鏡板の厚さは 6*mm* 未満としてはならない。また，全半球形を除く曲面鏡板の厚さは，鏡板を溶接する胴板の計算上必要な厚さ（効率を 1.00 として計算した値）未満としてはならない。

-2. 管板及び平板の厚さは，管板では 10*mm* 未満，平板では 6*mm* 未満としてはならない。

-3. 胴に溶接され，かつ，付着品等を接続するための管台の厚さは，管台の外径の 1/25 に 2.5*mm* を加えた値及び **9.7.4** の算式による値のうちのいずれよりも小としてはならない。ただし，この値は管台取付け部の胴の厚さを超える必要はない。

-4. 火炉板の厚さは，5*mm* 以上で 22*mm* 以下でなければならない。

9.5.2 内圧を受ける円筒胴板の所要厚さ

内圧を受ける円筒胴板の所要厚さは，次の算式による。

ただし，補強を必要とする穴がある場合には **9.6.3** の規定によって補強しなければならない。

$$T_r = \frac{PR}{fJ - 0.5P} + 1$$

9.5.3 凹面に圧力を受け，支柱その他で支持されない曲面鏡板の所要厚さ

-1. 穴がない場合の鏡板の所要厚さは，次の算式によらなければならない。

(1) 皿形鏡板及び半球形鏡板

$$T_r = \frac{PR_1W}{2fJ - 0.5P} + 1$$

$$W = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}}\right)$$ 皿形鏡板の場合

$W = 1$ 半球形鏡板の場合

R_1 ：鏡板の中央部における内面半径。この場合において，鏡板の中央部における内面半径は，鏡板のフランジ部の外径より小としなければならない。

r ：皿形鏡板のすみの丸みの内半径。この場合において，鏡板のすみの丸みの内半径は，鏡板のフランジ部の外径の 6%又は鏡板の実厚さの 3 倍のうちの大なる方の値以上でなければならない。

(2) 半楕円形鏡板（鏡板内面における短半径が長半径の 1/2 以上の場合）

$$T_r = \frac{PR}{fJ - 0.25P} + 1$$

-2. 穴がある場合の鏡板の所要厚さは，次の**(1)**，**(2)**又は**(3)**の規定によらなければならない。

(1) **9.6.2** により穴の補強を行う必要がない場合及び補強を **9.6.3-3.**から**-5.**の規定によって行う場合の所要厚さは，前**-1.**に規定する算式による。

(2) マンホール又は最大寸法 150*mm* を超える穴があって，その周囲を **9.6.3-7.**に規定する折込みフランジによって補強する場合は，次の規定による。

(a) 皿形又は半球形鏡板

前**-1.(1)**に規定する算式により算定した値に，その 15%（その値が 3*mm* 未満の場合には，3*mm* とする。）以上の値を加えた厚さ以上とすること。この場合において，鏡板の内面の半径が胴の半径の 80%より小であるときは，鏡板の内面の半径を胴の内径の 80%として計算すること。また，2 つのマンホールがある鏡板の厚さを本**(a)**により定めるときには，2 つの穴の間の距離は，鏡板の外径の 1/4 以上とすること。

(b) 半楕円形鏡板

前**-1.(1)**による。ただし，この場合 R_1 は胴の内径の 80%とし，W は，1.77 とする。

(3) 前**(1)**又は**(2)**の規定に従って穴の補強を行わない場合の所要厚さは次の算式による。ただし，**-1.**の算式により得られる厚さ未満としてはならない。

$$T_r = \frac{PD_0}{2f}K + 1$$

D_0 ：鏡板の外径（*mm*）

K ：**図 D9.6** による。ただし，**図 D9.6** を適用できる範囲は次の要件に適合する場合とする。

半球形 ：$0.003D_0 \le T_e \le 0.16D_0$

半楕円形 ： $0.003D_0 \leq T_e \leq 0.08D_0$

$H \geq 0.18D_0$

皿形 ： $0.003D_0 \leq T_e \leq 0.08D_0$

$r \geq 0.1D_0$

$r \geq 3T_e$

$R_1 \leq D_0$

$H \geq 0.18D_0$

又は $0.01D_0 \leq T_e \leq 0.03D_0$

$r \geq 0.06D_0$

$H = 0.18D_0$

又は $0.02D_0 \leq T_e \leq 0.03D_0$

$r \geq 0.06D_0$

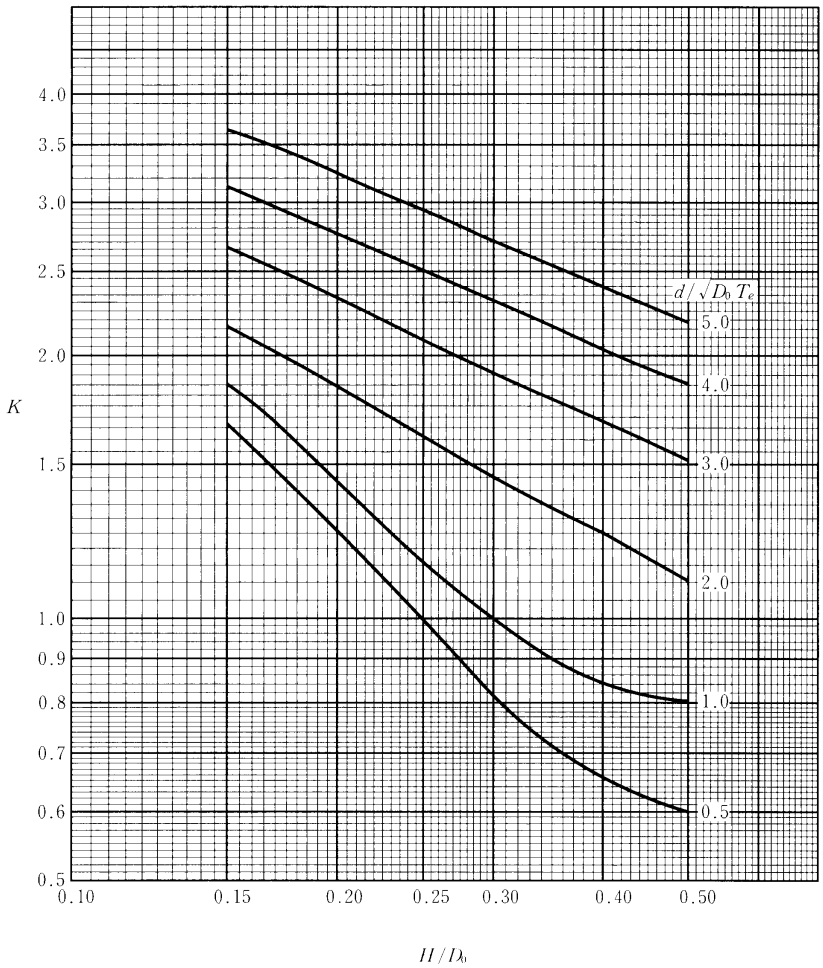
$0.18D_0 \leq H \leq 0.22D_0$

T_e ： 鏡板の実厚さ（*mm*）

H ： 鏡板曲面の外表面部までの高さ（*mm*）

R_1 及び r ：**-1.(1)**による。

図 D9.6　　K の値



（備考）

d ： 穴の径（*mm*）

H ： 鏡板曲面の外表面部までの高さ（*mm*）

D_0 ： 鏡板の外径（*mm*）

9.5.4 凸面に圧力を受ける曲面鏡板の所要厚さ

凸面に圧力を受ける曲面鏡板の所要厚さは，少なくとも設計圧力の 1.67 倍の圧力が凹面にかかるものとして計算した厚さ以上でなければならない。

9.5.5 支柱その他で支持されない平らな鏡板，蓋板等の所要厚さ

-1. 支柱その他で支持されない平らな鏡板，蓋板等にあって，胴に溶接接合する場合の所要厚さは，次の算式による。

(1) 円形板

$$T_r = C_1 d\sqrt{\frac{P}{f}} + 1$$

(2) 非円形板

$$T_r = C_1 C_2 d\sqrt{\frac{P}{f}} + 1$$

C_1 ：図 D9.11 による定数

C_2 ：$\sqrt{3.4 - 2.4\frac{d}{D'}}$ ただし，1.6 を超える必要はない。

d ：図 D9.11 に示された直径（円形の場合）又は最小長さ（非円形の場合）（mm）

D' ：非円形胴の場合 d に直角方向で測った d に相当する値の最大のもの（mm）

-2. 支柱で支持されない平らな蓋板にあって，胴にボルトで接合する場合の所要厚さは，次の算式による。

(1) 全面ガスケットを用いる場合

円形板に対し

$$T_r = d\sqrt{\frac{C_3 P}{f}} + 1$$

非円形板に対し

$$T_r = d\sqrt{\frac{C_3 C_4 P}{f}} + 1$$

(2) ガスケット反力によるモーメントを考慮する必要がある場合

円形板に対し

$$T_r = d\sqrt{\frac{C_3 P}{f} + \frac{1.78 W h g}{f d^3}} + 1$$

非円形板に対し

$$T_r = d\sqrt{\frac{C_3 C_4 P}{f} + \frac{6 W h_g}{f L d^2}} + 1$$

C_3 ：図 D9.12 による接合法によって定まる定数

C_4 ：$3.4 - 2.4\frac{d}{D'}$ただし，2.5 を超える必要はない。

d ：図 D9.12 に示される直径（円形の場合），又は最小長さ（非円形の場合）（mm）

D' ：非円形の場合，d に直角方向で測った d に相当する値の最大のもの（mm）

W ：ボルト荷重（N）で水密を得るために必要なボルト荷重と，実際に使用されるボルトの許容荷重との平均値とする。

L ：ボルト中心点を連ねる曲線の全長（mm）

h_g ：図 D9.12 に示されるガスケット反力によるモーメントの腕長（mm）

9.5.6 支柱又はその他の支えを有する平板の所要厚さ*

-1. 支柱又は管支柱により支えられた管巣部を除く平板の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。なお，支柱または管支柱に代えてガセットプレートによる支えとする場合，本会が適当と認めた規格に準じたものでなければならない。

$$T_r = C_5 S\sqrt{\frac{P}{f}} + 1$$

C_5 ：支柱又は管支柱の固定法で定まる定数で表 D9.3 による。当該部分の支点の固定法が同一でないときは，C_5 の値は，支点の数に，これに対する各固定法で定まる定数を乗じた数の和を支点の総数で除したものと

する。

S ：支柱又は管支柱の配置が規則的な場合は，次式による値とする。

$S = \sqrt{a^2 + b^2}$ （mm）

a ：支柱又は管支柱の水平ピッチ（mm）

b ：支柱又は管支柱の垂直ピッチ（mm）

ただし，支柱又は管支柱の配置が不規則な場合は，少なくとも 3 支点を通り，内部に支点を有しない最大円を描き，その径（mm）とする。なお，内部に支点を有しない最大円を描いた際に通る支点が 2 支点しかない場合にあっては，その径（mm）をSとして差し支えない。

-2. 前**-1.**の算式において曲縁又は胴板，火炉板等との溶接接合部における部分の支点及び定数 C_5 は次によらなければならない。

(1) 曲縁の起点は支点とみなす。ただし，その内半径が板の厚さの 2.5 倍より大であるときは，曲縁の外面より板の厚さの 3.5 倍の距離の点を曲縁の起点とする。この場合の定数 C_5 の値は，板が火炎に触れるときは 0.39，火炎に触れないときは 0.36 とする。

(2) 胴板，火炉板等の溶接接合内面は支点とみなす。この場合の定数 C_5 の値は，板が火炎に触れるときは 0.47，火炎に触れないときは 0.43 とする。

-3. 管支柱により支えられたボイラ管板の管巣における部分の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = C_6 p \sqrt{\frac{P}{f}} + 1$$

C_6 ：管支柱の固定法で定まる定数で**表 D9.4** による。

p ：管支柱の配置が規則的な場合は，当該部分における 4 個の管支柱の中心点が構成する四辺形の四辺の平均長さ（mm）とする。

管支柱の配置が不規則な場合は，少なくとも 3 支点を通り，内部に支点を有しない最大円を描き，その径を S（mm）として$S/\sqrt{2}$の値とする。

-4. 煙管巣を形成する煙管が水平である立てボイラの管板の所要厚さは**-3.**及び次の算式による値のうち，大なる方のものとしなければならない。

$$T_r = \frac{PDp}{1.97f(p - d_s)} + 1$$

D ：胴の中心線から管板の縦端列の管穴の中心までの距離の 2 倍（mm）

p ：管の縦ピッチ（mm）

d_s ：管板にあけられた管穴の径（mm）

-5. 湿燃式丸ボイラの後管板の所要厚さは前**-3.**及び次の算式による値のうち，大なる方のものとしなければならない。

$$T_r = \frac{PWH}{183(H - d_i)}$$

H ：煙管の水平ピッチ（mm）

d_i ：普通煙管の内径（mm）

W ：燃焼室上部の奥行（mm）

-6. 湿燃式丸ボイラの燃焼室の頂板及び側板において，管板又は背板に最も近い支柱列と管板又は背板の曲縁の起点との距離は，ボイラの実厚さを**-1.**の算式に代入して算出される値 a 以下でなければならない。

表 D9.3 定数の C5 の値

支柱又は管支柱の固定方		板が火炎に触れないとき	板が火炎に触れるとき
支柱を板にさしこみ**図 D9.11**(5)	A の構造としたとき	0.35	0.38
〃	B 〃	0.37	0.40
〃	C 〃	0.41	0.44
〃	D 〃	0.50	0.53
管支柱を板にさしこみ**図 D9.11**(6)	A 〃	0.42	0.45
〃	B 〃	0.49	0.52
〃	C 〃	0.49	0.52

表 D9.4　　定数 C6 の値

管支柱の固定方		板が火炎に触れないとき	板が火炎に触れるとき
管支柱を板にさしこみ図 D9.11(6)	*A* の構造としたとき	0.51	0.54
〃	*B* 〃	0.57	0.61
〃	*C* 〃	0.57	0.61

9.5.7　　波形炉筒の所要厚さ

波形炉筒の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = \frac{PD}{C} + 1$$

D　：炉の波形部における最小外径（mm）

C　：表 D9.5 による定数

表 D9.5　　定数 *C* の値

炉の種類	*C*
モリソン式，デイトン式又はこれに類するもの	107
リーズフォージバルブ式	114

9.5.8　　筒形炉筒の所要厚さ***

筒形炉筒又は支柱その他により補強されない燃焼室の筒形の炉筒下部及び煙路板の所要厚さは，次の算式による値のうち，大なる方のものとしなければならない。

$$T_r = \sqrt{\frac{PD(L+610)}{10500}} + 1$$

$$T_r = \frac{1}{325}\left(\frac{PD}{0.35} + L\right) + 1$$

D　：炉又は燃焼室底部の外径（mm）

L　：炉の長さ又は燃焼室底板の奥行（mm）

なお，炉の長さとは，炉の鋼板を曲縁して，板，補強環等と接合する場合には曲縁の起点から測ったものをいう。

9.5.9　　支柱その他で支持されない半球形火炉板の所要厚さ***

支柱又はその他により支持されない半球形火炉板の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = \frac{PR_f}{62} + 1$$

R_f　：炉の球面外半径（mm）

9.5.10　　立てボイラのオジーリングの所要厚さ

立てボイラの炉下部と胴板とを接合するオジーリングで，炉に作用する垂直力のすべてを支えるものの所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = \sqrt{\frac{PD(D-d)}{1010}} + 1$$

D　：胴の内径（mm）

d　：炉下部の外径でオジーリングとの接合部において測ったもの（mm）

9.5.11　　立てボイラの火炉底板の所要厚さ

立てボイラの炉下部と胴板とを接合する火炉底板（図 D9.11(4)*E* 参照）の所要厚さは次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = 1.28\sqrt{DP}$$

D　：胴の内径（mm）

9.5.12　　支柱の所要径***

-1.　支柱の所要径は次の算式による値より小としてはならない。

$d = C\sqrt{PA} + 3$

d ：支柱の所要径（mm）

A ：平板中，当該支柱の支持する部分の実面積（mm^2）

C=0.13

-2. 前-1.の算式を斜め支柱に適用するにあたっては，算式中の C の代わりに次の C_1 を用いなければならない。

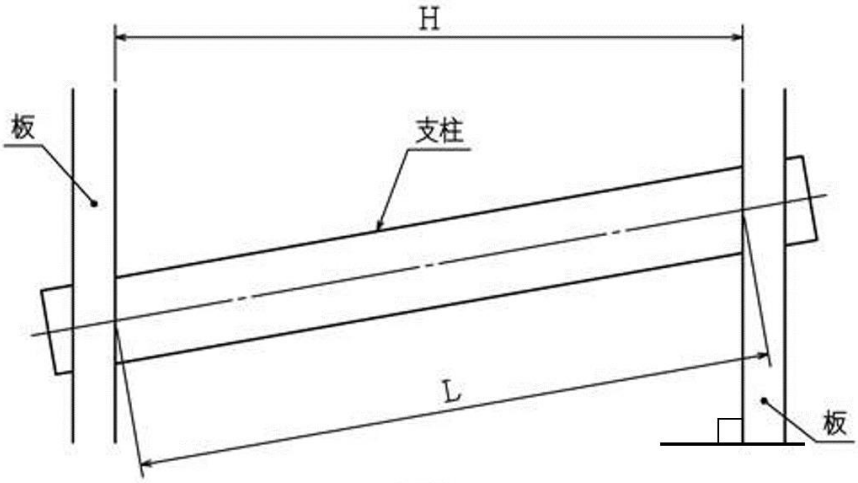
$$C_1 = 0.13\sqrt{\frac{L}{H}}$$

L ：斜め支柱の長さ（mm）（図 D9.7 参照）

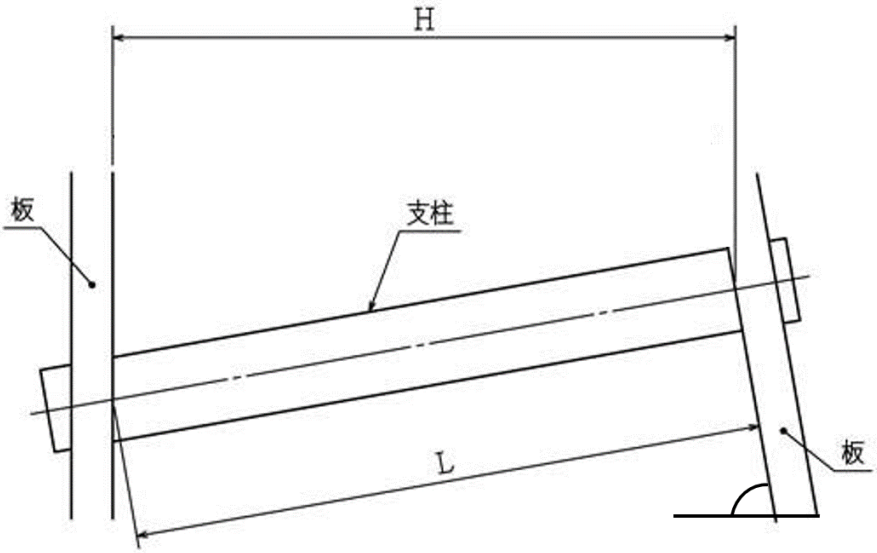
H ：斜め支柱の長さの一端における平板から他端までの距離（mm）（図 D9.7 参照）

図 D9.7　　L と H の該当箇所

（板の端部が設置部に対し垂直となる場合）



（板の端部が設置部に対し垂直とならない場合）



9.5.13　管支柱の所要寸法

管板を支持する管支柱の所要寸法は，次の算式による値より小としてはならない。ただし，管支柱が管巣の外周列にあるものでは 6mm 以上，その他のものでは 4.5mm 以上としなければならない。

$$a = \frac{PA}{51.7}$$

a ：管支柱の最小横断実面積（mm^2）

A ：管板のうち当該管支柱の支持すべき部分の実面積（mm^2）

9.5.14 燃焼室頂板支えはりの所要厚さ及び側板との距離

-1. 燃焼室の頂板を支える鋼製支えはりの所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = \frac{DLP\,(L-p)}{Cd^2S}$$

T_r ：支えはりの所要厚さ。ただし，二枚合せのときは各板の厚さの和（*mm*）

d ：支えはり中央部の深さ（*mm*）

L ：燃焼室上部の内側において測った奥行（*mm*）

p ：支えはりを支える支柱のピッチ（*mm*）

D ：支えはりのピッチ（*mm*）

S ：支えはりに用いる鋼材の規格最低引張強さ（N/mm^2）

C ：**表 D9.6** による定数

-2. ボイラの燃焼室の頂板を側板と接合するための曲縁部の外半径が，ボイラの支えはりの実厚さを**-1.**の算式に代入して算出した支えはりのピッチ D の 1/2 よりも小であるときは，側板の内面とこれに最も近い支えはりの中心との距離は，ピッチ D 以下でなければならない。また，その曲縁の外半径が D の 1/2 より大であるときは，支えはりの中心から曲縁の起点まで測った平面部の幅は，D の 1/2 以下でなければならない。

表 D9.6 定数 C の値

各支えはりの支える支柱の数（n）が奇数のとき	$\frac{0.253n}{n+1}$
各支えはりの支える支柱の数（n）が偶数のとき	$\frac{0.253(n+1)}{n+2}$

9.5.15 円筒形管寄せの所要厚さ

円筒形管寄せの所要厚さは，**9.5.2** の算式による値より小としてはならない。ただし，厚さが管寄せの内半径の 1/2 を超え，かつ，材料温度が 375℃以下の場合には次式による値より小としてはならない。

$$T_r = R\left(\sqrt{\frac{fJ+P}{fJ-P}}-1\right)+1$$

9.5.16 角形管寄せの所要厚さ

鍛鋼製又は鋼板を溶接して製造された角形管寄せの所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

(1) 連続した穴を持たない場合

$$T_r = \frac{Pl_2}{4f}\left(1+\sqrt{1+4f\frac{l_1^2}{Pl_2^2}}\right)+1.5$$

(2) 連続した穴を持つ場合

$$T_r = \frac{Pl_2}{4f}\left(1+\sqrt{1+\frac{8fl_1^2}{(1+J)Pl_2^2}}\right)+1.5$$

l_1 ：内側支点間で測った強度を求めようとする平面部の幅（*mm*）

l_2 ：l_2 に隣接する他の辺の長さ（*mm*）

9.6 マンホール，管台等の穴及び穴の補強

9.6.1 マンホール，掃除穴及び検査穴*

-1. ボイラには，各部の保守及び検査が支障なく行える位置に十分な大きさを持つマンホール又は掃除穴を設けなければならない。ただし，構造又は寸法の関係で，マンホール及び掃除穴を設けることができない場合には，これを内部の検査の便利な位置に設けた 2 個以上の検査穴に代えることができる。

-2. マンホール及び掃除穴の構造は次の**(1)**から**(3)**の規定によらなければならない。

(1) 胴板に設ける楕円形のマンホールは，短径を胴の長さの方向に平行とすること。

(2) マンホールの蓋が内蓋式の場合には，蓋に突出部を設け，その周囲における穴とのすき間は 1.5*mm* を超えてはならない。

(3) 蓋は十分な強度を有する構造とし，かつ，取外し及び取付け作業を繰返しても安全を害するおそれのないものとすること。蓋をボルトで取付ける場合は，取付けボルトが折損しても危険のない構造とすること。

-3. 管寄せの検査穴は，蓋を有効に取付け得るように機械仕上げしなければならない。

-4. ボイラ胴に設けられたフランジ開口を検査穴とする場合，接合される配管は容易に取り外せる構造としなければならない。

9.6.2 穴の補強

マンホール，管台等を取付けるために胴に穴を設ける場合には，補強しなければならない。ただし，次に掲げる単独の穴に対しては補強を省略することができる。

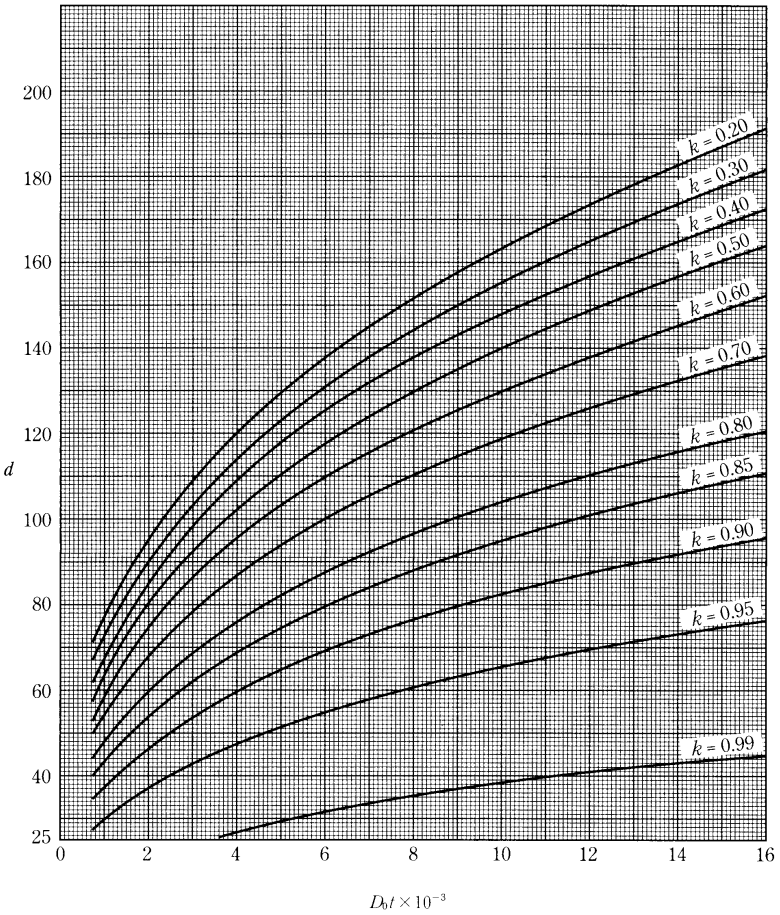
(1) 各断面に現われる穴の径（ねじ穴ではねじ底の径）が 60*mm* 以下の穴で，かつ，胴の内径の 1/4 以下のもの

(2) 胴板に設けられる穴で，最大径が**図 D9.8** により得られる値以下の径のもの。この場合において，補強を省略できる穴の径は 200*mm* 以下とする。

(3) 鏡板に設けられる穴で，**9.5.3-2.(3)**の規定に従って鏡板の厚さを増加させた場合に補強を省略することのできるもの

(4) 鏡板又は蓋板に設けられる穴で **9.6.3-3.(2)**の規定に従って鏡板又は蓋板の厚さを増加させた場合

図 D9.8　　胴板に設けられる穴であって補強を省略できる穴の最大径



（備考）

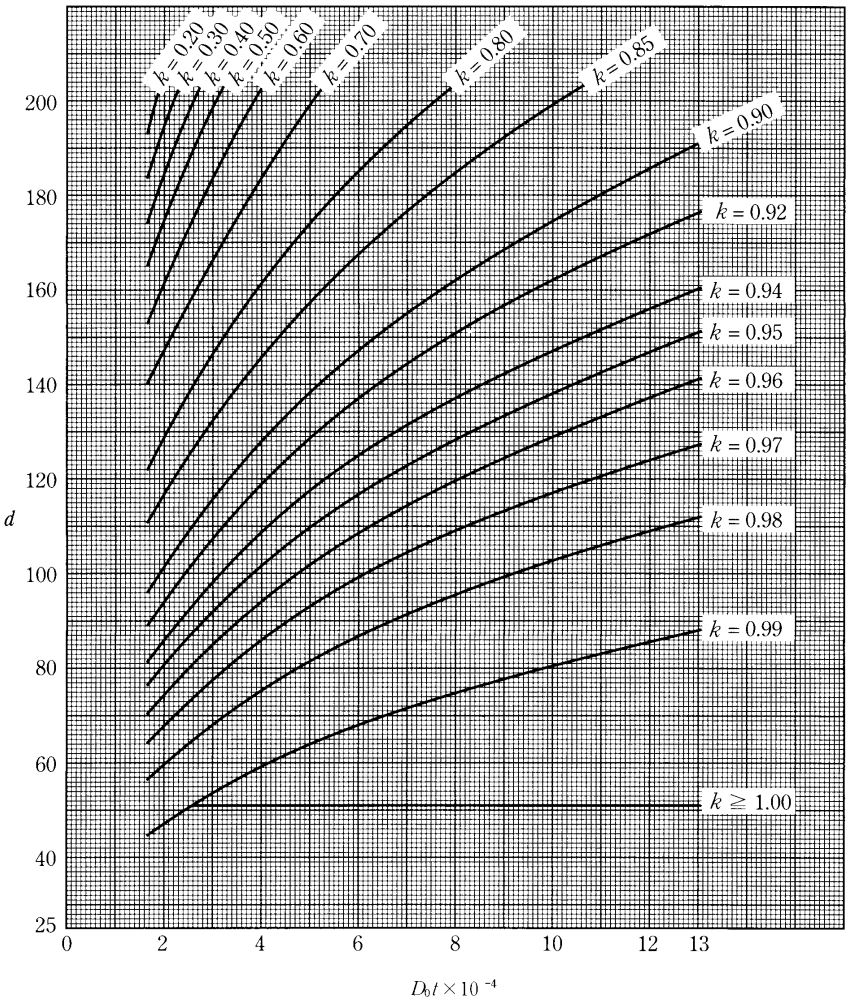
d ：補強を省略できる穴の最大径（*mm*）で，円形の場合には直径，楕円形の場合には長径と短径との平均値とする。

D_0 ：胴の外径（*mm*）

t ：胴板の実厚さ（*mm*）

k ：$\frac{PD_0}{1.82ft}$

図 D9.8　胴板に設けられる穴であって補強を省略できる穴の最大径（続き）



（備考）

d　：補強を省略できる穴の最大径（mm）で，円形の場合には直径，楕円形の場合には長径と短径との平均値とする。

D_0　：胴の外径（mm）

t　：胴板の実厚さ（mm）

k　：$\frac{PD_0}{1.82ft}$

9.6.3　穴の補強方法

-1.　**9.6.3** で用いる記号は次のとおりとする。

a　：補強材として算入することができる胴板又は鏡板の面積（mm^2）

A_0　：補強に必要な補強材の面積（mm^2）

d_1　：補強を考える断面における穴の径（mm）

d_0　：胴板の場合は，胴の長手方向の断面に現われる穴の最大径，また，鏡板の場合は，鏡板の断面に現われる穴の最大径とする（mm）

h　：穴の直径に沿って鏡板の外面から測ったフランジの深さ（mm）

t_n　：管台の実厚さ（mm）

t_{nr}　：管台の所要厚さ（mm）

T　：胴板又は鏡板の実厚さ（mm）

T_0　：胴板又は穴のない鏡板の所要厚さ（mm）で効率を 1.00 として計算したもの。ただし，皿形鏡板において，補強材の全部が鏡板の球形部にあるときは，その球形部と同じ半径の半球形鏡板の所要厚さとする。また，半楕円形鏡板の場合は，鏡板の中心点を中心とし，胴の内径の 80%を直径とした円内に補強材の全部があ

る場合には，胴の内径の 90%に等しい半径の半球形鏡板の所要厚さとする。

-2. 胴板及び曲面鏡板に設けられた穴には，穴の中心を含み穴の面に垂直な断面上において，次の算式による面積以上の補強材を取り付けなければならない。

$A_0=d_0T_0$

-3. **9.5.5** に規定された平らな鏡板，蓋板等に穴を設ける場合には，次の規定によらなければならない。

(1) 円形の場合の直径又は非円形の場合の最小長さ（**図 D9.11** 及び**図 D9.12** に示す d をいう。）の 1/2 以下の穴を設ける場合には，次の面積以上の補強材を設けること。

$A_0=0.5d_0T_0$

(2) 円形の場合の直径又は非円形の場合の最小長さ（**図 D9.11** 及び**図 D9.12** に示す d をいう。）の 1/2 を超える穴を設ける場合には，鏡板，蓋板等の厚さを，**9.5.5** に定める所要厚さの 1.5 倍とすること。ただし，腐食予備厚は 1.5 倍する必要はない。

-4. 補強材は補強の有効範囲に取り付けなければならない。補強の有効範囲は，穴の中心を含み板の面に垂直な平面上において，板の面に沿う 2 つの線と，穴の軸に平行な 2 つの線とによって囲まれる範囲とする。この 4 つの線の長さは次による。（**図 D9.9** 参照）

(1) 板の面に沿う線の長さは，穴の中心からその両側へ測って，次の長さのうち大きい方の値をとる。

(a) 各断面に現われる穴の直径

(b) 各断面に現われる穴の半径と板の厚さと管台壁の厚さとの和

(2) 穴の軸に平行な線の長さは，板の面からその両側に測って，次の長さのうち小さい方の値をとる。

(a) 板の厚さの 2.5 倍

(b) 管台壁の厚さの 2.5 倍と取付けられた補強材（溶着鉄を含まない。）の厚さとの和

-5. 補強の有効範囲にある胴板，鏡板又は管台の部分で，その厚さが **9.5** の算式を用いて算出される厚さを超える部分及び溶接取付けの溶着鉄は補強材とみなすことができる。この場合において，胴板又は鏡板の厚さのうち補強材として算入してよい部分の面積は，次の算式によって算出される面積のうち大きい方の面積とする。

$$a = d_1(T - T_0)$$

$$a = 2(T - T_0)(T + t_n)$$

-6. 補強材の許容応力が胴に用いられる材料の許容応力と異なる場合には，次式によって補正しなければならない。

$$K_R = \frac{f_R}{f_S}$$

K_R ：補強材の面積に乗じる係数。ただし，1.0 を超えてはならない。

f_S ：胴に用いられる材料の許容応力（N/mm^2）

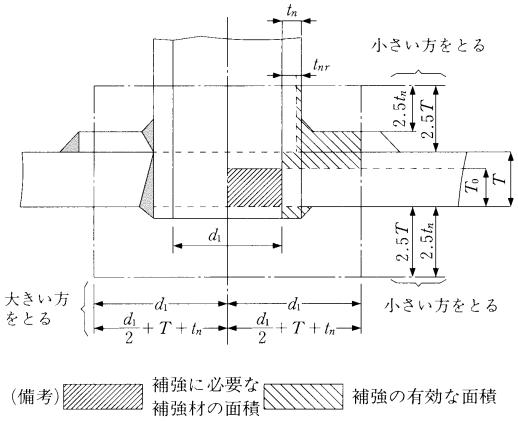
f_R ：補強材の許容応力（N/mm^2）

-7. 鏡板に設けられた穴の周囲は，フランジ状に折込んで補強することができる。この場合のフランジの深さは，次の算式による値以上でなければならない。

板厚が 38mm 以下の場合 $h=3T_0$

板厚が 38mm を超える場合 $h=T_0+76$

図 D9.9　　補強の有効範囲



9.7 管

9.7.1 管の取付け

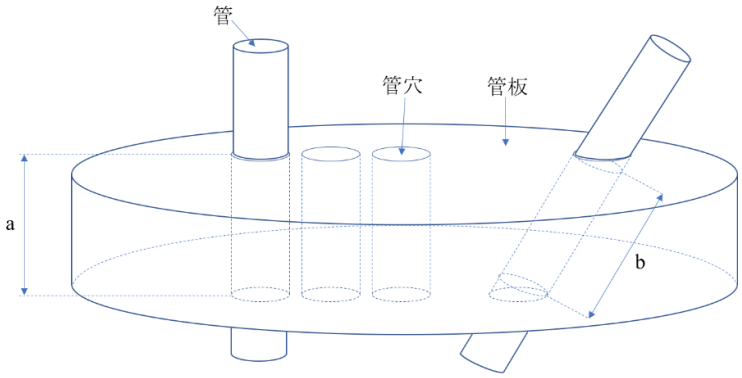
-1. 管は拡管その他の適当な方法によって管板に取付けなければならない。この場合において，管端は，溶接接合する場合を除き，管座から 6*mm* 以上突き出させなければならない。なお，管端を溶接によって取付ける場合には，各管の間の熱膨張差による管の変形（熱ラチェット）を生じないように考慮しなければならない。

-2. 拡管を行う水管にあって管端をラッパ形に拡張して固定するときは，ラッパの形状を 30 度以上としなければならない。

-3. 管穴は，管を緊密に取付け得る形状とし，かつ，管穴が管板に垂直である場合は管座の深さ(a)を 10*mm* 以上とし，管穴が斜めである場合は管座の直円筒部の深さ(b)を管の外径が 60*mm* 以下のものは 10*mm* 以上，管の外径が 60*mm* を超えるものは 13*mm* 以上としなければならない。（**図 D9.10** 参照）

-4. 横煙管式立てボイラにおいて，管列の縦端列における煙管は，少なくとも 1 個おきに管支柱を配置しなければならない。

図 D9.10 管座の深さ



9.7.2 管の最小厚さ

ボイラに用いられる管の厚さは，外径が 30*mm* 未満の管では 2*mm* 以上，30*mm* 以上の管では 2.5*mm* 以上としなければならない。

9.7.3 煙管の所要厚さ

煙管の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = \frac{Pd}{70} + 2$$

d ：煙管の外径（*mm*）

9.7.4 内圧を受ける管の所要厚さ

内圧を受ける管（蒸発管，水壁管，降水管，過熱器管，節炭器管，排ガスエコノマイザ管等）の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = \frac{Pd}{2f + P} + 1.5$$

d ：管の外径（*mm*）

9.8 ボイラ各部材の継手及び接合

9.8.1 溶接継手及び接合

-1. 溶接継手の開先の形状及び寸法は，溶込みが十分得られ，欠陥を生じ難いものでなければならない。また，溶接継手部は，著しい曲げ応力を受けないように設計しなければならない。溶接部の底部に曲げ応力を受ける箇所には，片面溶接突合せ継手又はすみ肉溶接継手を用いてはならない。

-2. 厚さの異なる板の突合せ溶接においては，厚い方の板は，1/4 以下のこう配をつけて薄い方の板の厚さまで削って溶接しなければならない。この場合に胴の周継手においては片側こう配として差し支えないが，長手継手の場合においては両側こう配として両方の板厚の中心を一致させるのを原則とする。長手継手を片側こう配とするときは，溶接線の中心

とこう配起点との距離を，薄い方の板の厚さ以上としなければならない。

-3. ボイラ胴の長手及び周継手は，両面溶接突合せ継手又は本会が承認した片面溶接突合せ継手でなければならない。

9.8.2 溶接継手及び接合の形状

各部の溶接継手及び接合の形状は，**図 D9.11** に定めるもの又は本会がこれと同等であると認めたものでなければならない。

9.8.3 ボルト接合される蓋板の構造

支柱で支持されない平らな蓋板を胴にボルトで接合する場合の構造は，**図 D9.12** 又は本会がこれと同等であると認めたものでなければならない。

図 D9.11　　各部の溶接継手及び接合の形状の例

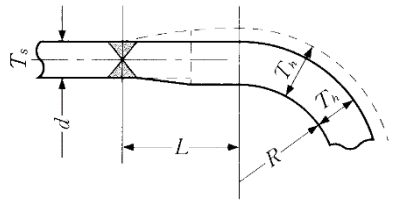
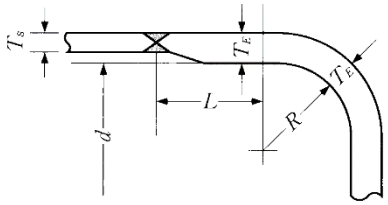
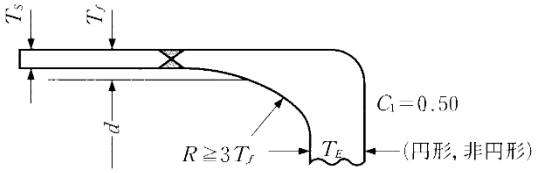
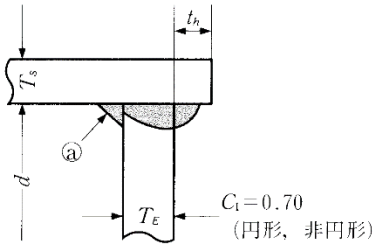
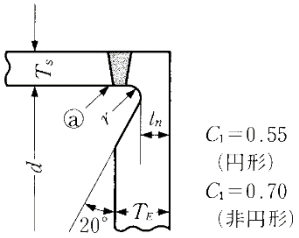
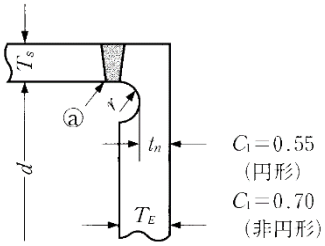
溶接部分	符号	溶接形状及び定数 C_1 の値	備考
(1) 曲　面 鏡　板 と 胴　板	*A*		L $\geq 3T_h$，ただし，38 *mm* を超える必要はない。なお，$T_h \leq 1.25T_s$の場合は，上記の値を軽減することができる。
(2) 平面鏡板 又は 蓋板と胴板	*A*	 *L*に制限のない場合 $C_1 = 0.50$（円形，非円形）$R \geq 3T_E$ $L \geq (1.1 - 0.8 \times \frac{T_s^2}{T_E^2})\sqrt{dT_E}$ の場合 $C_1 = 0.39$（円形に限る）	
	B		$T_f \geq 2T_s$
	C		(1) $T_s \geq 1.25T_{ro}$ (2) $t_h \geq T_s$ (3) ⓐ部の溶接が困難な場合は裏当て金を用いるか，又は底部の溶け込みが良好な溶接法を採用すること。
	D		(1) $r \geq 0.2T_E$ ただし，最小 5 *mm* とする。 (2) $t_n \geq 1.25T_{ro}$ (3) ⓐ部の溶接には底部の良好な溶込みが得られる溶接法を採用すること。 (4) 鏡板又は蓋板の材料は，鍛鋼製とすること。
	E		上記と同じ

図 D9.11　　各部の溶接継手及び接合の形状の例（続き）

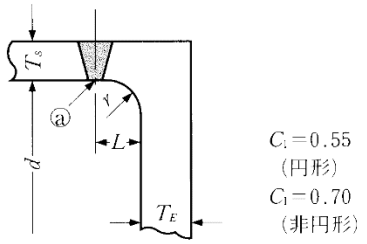
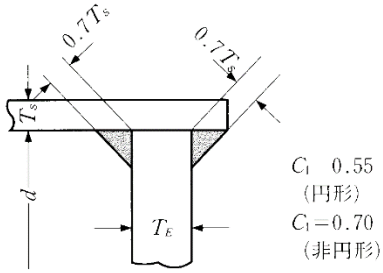
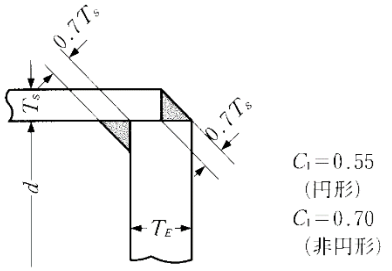
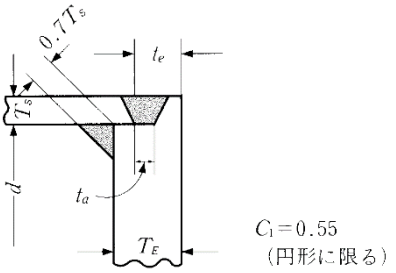
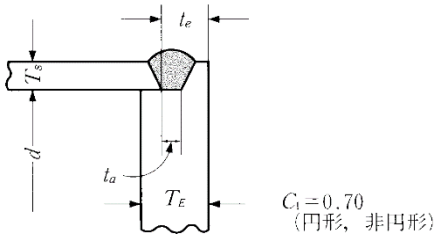
溶接部分	符号	溶接形状及び定数 C_1 の値	備考
(2) 平面鏡板 又は 蓋板と胴板	*F*		(1) $r \geq 0.3T_E$ (2) $L \geq T_E$ (3) ⓐ部については上記と同じ。 (4) 鏡板又は蓋板の材料は，鍛鋼製とすること。
	G		$T_s \geq 1.25T_{ro}$
	H		$T_s \geq 1.25T_{ro}$
	I		(1) $T_s \geq 1.25T_{ro}$ (2) $t_a \geq T_s$，ただし $6.5\,mm$ を超える必要はない。 (3) t_eは$2T_{ro}$と$1.25T_s$のうち，大きい方の値以上とする。
	J		(1) 管寄せ類に限る。 (2) $T_s \geq 1.25T_{ro}$（円形に限る） (3) $t_a \geq T_s$，ただし $6.5\,mm$ を超える必要はない。 (4) t_eは$2T_{ro}$と$1.25T_s$のうち，大きい方の値以上とする。

図 D9.11　　各部の溶接継手及び接合の形状の例（続き）

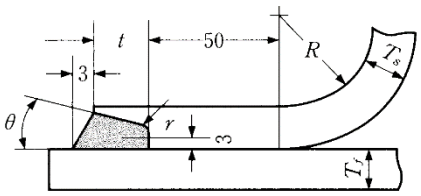
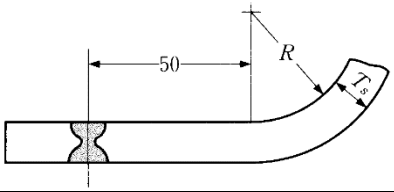
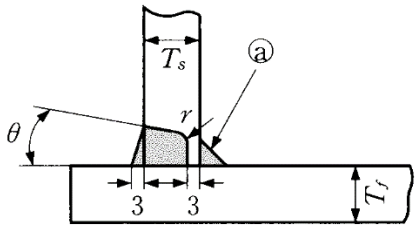
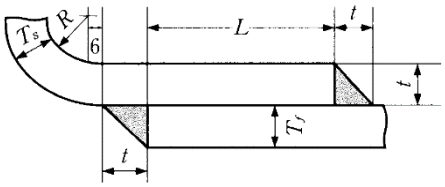
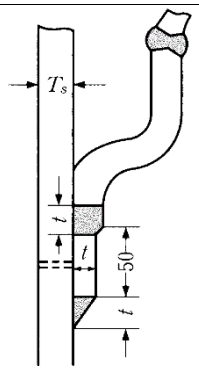
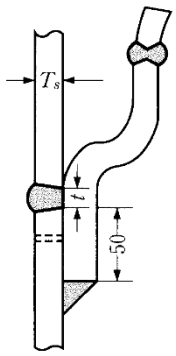
溶接部分	符号	溶接形状及び定数 C_1 の値	備考
(3) 炉筒又は火炉版 と 胴板又は鏡板	*A*		(1) ボイラの前面側の接合に適用する。 (2) $t \geq T_s - 3$ (3) θは 10°～20° の範囲 (4) $10 \geq r \geq 5$
	B		
	C		(1) ボイラの前面側の接合に適用する。 (2) ⓐ部は，軽すみ肉溶接とすること（のど厚 4～6 *mm*）。 (3) θは 10°～20° の範囲 (4) $10 \geq r \geq 5$
	D		(1) ボイラの前面側の接合に適用する。 (2) $t \geq T_f$ (3) $L \geq 2T_s$
(4) 火炉 オジーリング 及び 胴板間	*A*		$t \geq T_s$
	B		$t \geq T_s$

図 D9.11　　各部の溶接継手及び接合の形状の例（続き）

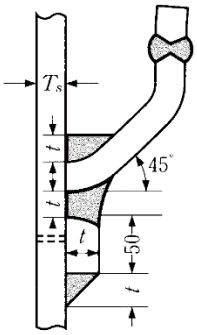
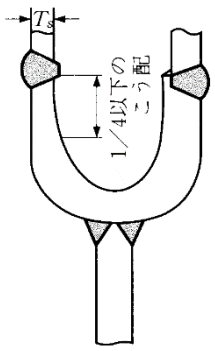
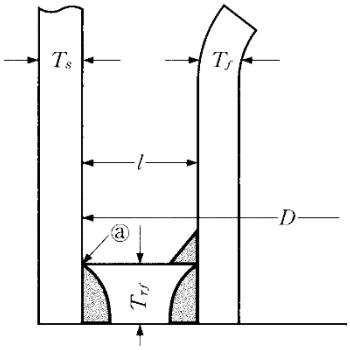
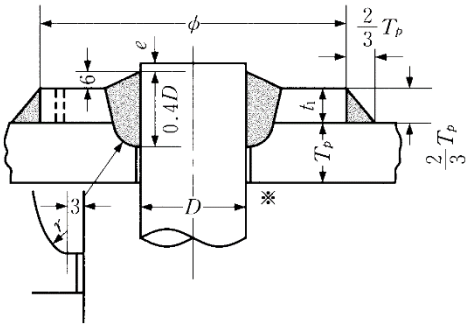
溶接部分	符号	溶接形状及び定数 C_1 の値	備考
(4) 火炉 オジーリング 及び 胴板間	*C*		$t \geq T_s$
	D		
	E		(1) $D \leq 750$の場合： $l \geq 50$ $D > 750$の場合： $l \geq 60$ (2) ⓐ部の溶接には，底部の溶込みが良好な溶接法を採用する。
(5) 支柱と管板 又は 鏡板	*A*		(1) $\emptyset \geq \frac{2}{3}P$ ただし，P は支柱のピッチ（以下同じ） (2) $t_1 \geq \frac{2}{3}T_p$ (3) ※印部は，すき間をふせぐため，軽すみ肉溶接（のど厚 4～6 *mm*）又は板側からコーキングを行うこと。 (4) 火炎に触れる側では，e≤ 1.5とする。

図 D9.11　　各部の溶接継手及び接合の形状の例（続き）

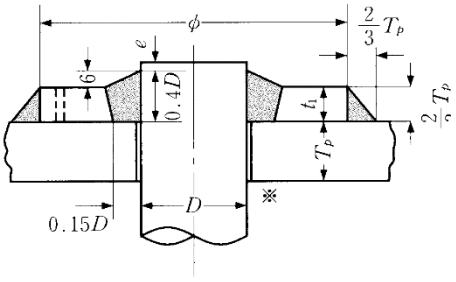
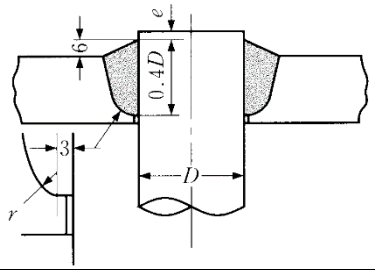
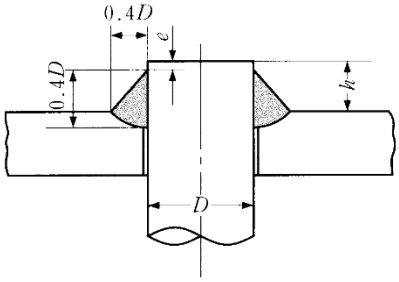
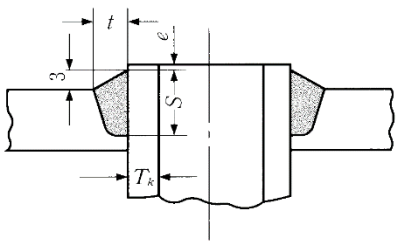
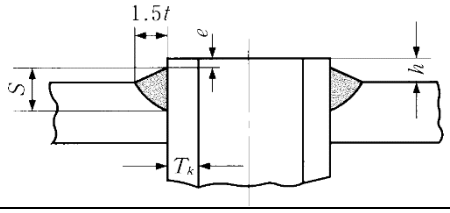
溶接部分	符号	溶接形状及び定数 C_1 の値	備考
(5) 支柱と管板 又は 鏡板	*B*		(1) $\frac{2}{3}P > \emptyset \geq 3.5D$ (2) $t_1 \geq \frac{2}{3}T_p$ (3) ※印部については前記と同じ。 (4) 火炎に触れる側では，e≤ 1.5とする。
	C		火炎に触れる側では e≤ 1.5とする。
	D		火炎に触れる側では，$h \leq 10$及び e≤ 1.5とする。
(6) 支柱管又は管 と 管板又は鏡板	*A*		(1) $t \geq T_k$ (2) $S \geq 2t$ (3) 火炎に触れる側では e≤ 1.5とする。
	B		(1) $t \geq T_k$ (2) $S \geq 1.5t$又は$t + 3$ (3) 火炎に触れる側では，$h \leq 10$及び e≤ 1.5とする。

図 D9.11　　各部の溶接継手及び接合の形状の例（続き）

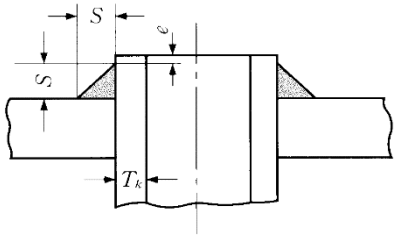
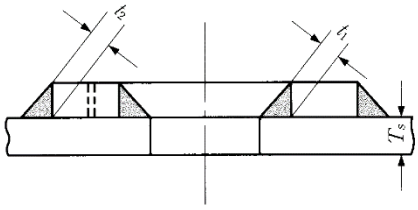
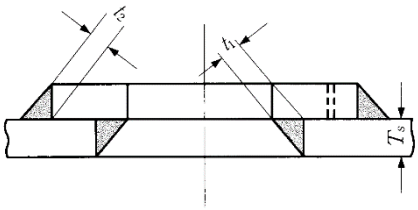
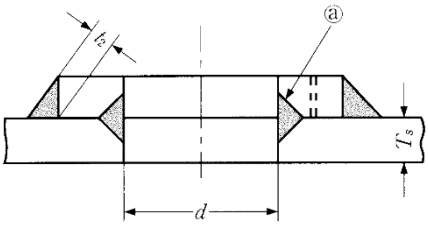
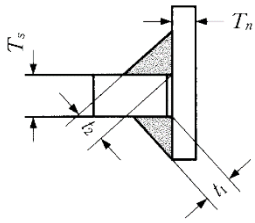
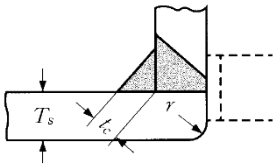
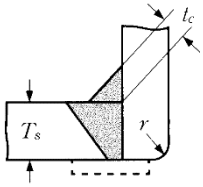
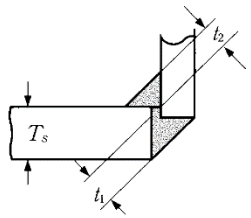
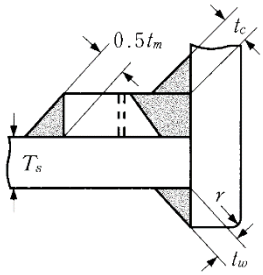
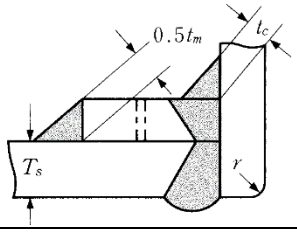
溶接部分	符号	溶接形状及び定数 C_1 の値	備考
(6) 支柱管又は管 と 管板又は鏡板	*C*		(1) $S \geq T_k + 3$ (2) 溶接前後のいずれかにおいて拡管が行われること。 (3) 火炎に触れる側では，e≤ 1.5とする。
(7) 座金又は強め 輪と 胴板又は鏡板	*A*		(1) $t_1 + t_2 \geq 1.25t_m$ (2) t_1，$t_2 \geq \frac{1}{3}t_m$ ただし，最小 6.5 *mm*
	B		
	C		(1) $d < 60$の場合に限る。 (2) $t_2 \geq 0.7t_m$ (3) ⓐ部は，漏れ止め溶接をすること。
(8) 管台と 胴板又は鏡板	*A*		(1) $t_c \geq 6.5$又は$0.7t_m$のうち小さい値 (2) $t_1 + t_2 \geq 1.25t_m$ (3) t_1，t_2は 6.5 *mm* 又は $0.7t_m$のうち小さい値 (4) $t_w \geq 0.7t_m$
	B		
	C		

図 D9.11　　各部の溶接継手及び接合の形状の例（続き）

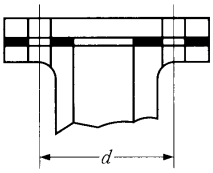
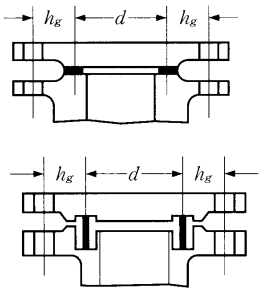
溶接部分	符号	溶接形状及び定数 C_1 の値	備考
(8) 管台と 胴板又は鏡板	*D*		(1) $t_c \geq 6.5$ 又は $0.7t_m$ のうち小さい値 (2) $t_1 + t_2 \geq 1.25t_m$ (3) t_1，t_2 は 6.5 *mm* 又は $0.7t_m$ のうち小さい値 (4) $t_w \geq 0.7t_m$
	E		
	F		

（備考）

1. 定数 C_1 は，**9.5.5** の算式に使用される値をいう。
2. 溶接部の寸法は，最小値を示す。
3. 図中における数値の単位は，すべて（*mm*）を示す。
4. 図中において，代表的な符合の意味は，次のとおりである（単位 *mm*）。

T_s ：胴板の実厚さ
T_h ：曲面鏡板の実厚さ
T_E ：平面鏡板又は蓋板の実厚さ
T_{ro}：継目無し胴の所要厚さ
T_P ：管板又は平板（鏡板）の実厚さ
T_{rf}：火炉底板の所要厚さ
T_k ：支柱管又は管の実厚さ
T_n ：管台の実厚さ
t_m ：溶接される部材の厚さのうち，小さい方の値。ただし，最大値は 20*mm*

図 D9.12　　蓋板などのボルトによる接合方法の例

接　合　法	形　　状　　寸　　法	C_3
全面ガスケット ボルト締め		0.25
ボルト締め		0.3

9.9　　付着品等

9.9.1　　付着品の材質*

-1.　ボイラ胴（管寄せを含む。）に直接，取付けられる管台，フランジ又はディスタンスピースの材料は，鋼製で，かつ，使用温度に適したものでなければならない。

-2.　前-1.に定めるものを除き，ボイラに接続し，圧力を受ける弁の弁箱又はその他の付着品の材料は，使用温度条件に適したもので，かつ，次の場合を除き，鋼製でなければならない。

(1)　銅合金鋳物は，最高使用温度が 210℃以下の場合に使用できる。

(2)　ねずみ鋳鉄品は，最高使用温度が 220℃以下で，かつ，設計圧力が 1*MPa* 以下の場合に使用できる。ただし，吹出し弁に使用してはならない。

(3)　承認された製造工場の特殊鋳鉄品は，最高使用温度が 350℃以下で，かつ，設計圧力が 2.5*MPa* 以下の場合に使用できる。

9.9.2　　付着品の構造等*

-1.　弁，フランジ等の付着品並びにボルト，ナット，ガスケット等は，本会が適当と認めた規格に定められた構造及び寸法を有し，かつ，同規格に定める使用条件に従ったものでなければならない。

-2.　手動の止め弁には，弁棒の位置によって弁の開度が識別し得るものを除き，開度の指示装置を設けなければならない。

-3.　ボイラ胴に取付けられる付着品は，溶接又はフランジ継手を用いて取付けなければならない。ただし，胴の厚さが 12*mm* を超えるとき又は胴にねじ込みのための座を設けるときには，呼び径が 32*mm* 以下の場合に限り，ねじ込み式継手とすることができる。

-4.　付着品をスタッドボルトでボイラに取付ける場合には，スタッド穴がボイラ胴を貫通しないように，かつ，植込み部の長さは，スタッドボルトの径以上としなければならない。

9.9.3　　安全弁及び逃し弁*

-1.　ボイラには 2 個以上のばね式安全弁を設けなければならない。ただし，次のいずれかに掲げるボイラはこれを 1 個とすることができる。

(1)　伝熱面積が $10m^2$ 未満のボイラ

(2)　ボイラ胴の設計圧力が 1*MPa* 以下で，かつ，圧力制御装置及び制限圧力以下の圧力によって自動的に燃料を遮断する装置を有するボイラ

(3) **-11.**に定める逃し弁を有する排ガスボイラ

-2. ばね式安全弁の代わりにばねパイロット弁付安全弁を使用することができる。

-3. 安全弁の弁座口の径は，特に承認を得た場合のほかは，25*mm* 以上でなければならない。

-4. 安全弁は**-14.**の規定に従って調整された圧力で自然に噴気し始め，ボイラが計画最大負荷の下にあるとき，蒸気の圧力をボイラの制限圧力の 1.1 倍以上の圧力に上昇させることなく，蒸気量の全量を吹出し得るものでなければならない。

-5. ボイラの計画最大蒸気量に対する安全弁の合計面積は，次の蒸気状態及び安全弁形式ごとに計算される所要面積以上でなければならない。ただし，過熱器を持つボイラの安全弁については**-7.**，**-8.**及び**-9.**の規定にもよる。また，排ガスエコノマイザを持つボイラで，排ガスエコノマイザを使用中に追いだきのできる計画のものにあっては，ボイラの最大蒸発量に排ガスエコノマイザの蒸発量を加算して，安全弁の所要面積を計算しなければならない。

(1) 飽和蒸気の場合

(a) 低揚程式（$\frac{D}{24} \leq L < \frac{D}{15}$）の場合:

$$A = \frac{W}{K_1(1.03P + 0.1)} \times 10^{-2}$$

(b) 高揚程式（$\frac{D}{15} \leq L < \frac{D}{7}$）の場合:

$$A = \frac{W}{K_2(1.03P + 0.1)} \times 10^{-2}$$

(c) 全揚程式（$\frac{D}{7} \leq L$）の場合:

$$A = \frac{W}{K_3(1.03P + 0.1)} \times 10^{-2}$$

(d) 全量式（弁座口の径がのど部の径の 1.15 倍以上）の場合:

$$A' = \frac{W}{K_4(1.03P + 0.1)} \times 10^{-2}$$

D ：弁座口の径（*mm*）

L ：弁のリフト（*mm*）

A ：安全弁の弁座口の所要面積（mm^2）

A' ：安全弁の弁下のど部の所要蒸気通路面積（mm^2）

W ：ボイラの計画最大蒸発量（*g/h*）

P ：安全弁の調整圧力（*MPa*）

K_1 = 4.8

K_2 = 10.0

K_3 = 20.0

K_4 = 30.0

ただし，K_2，K_3 及び K_4 の値は，製造者が安全弁のプロトタイプについて，実際の使用状態と同一条件でリフトの確認，吹出し量の実測等本会の指定する試験検査を行い，それに合格した場合には，その実測値をもとにしてそれぞれ本会が承認する値まで増加することができる。

(2) 過熱蒸気の場合

$$A_s = \frac{A}{\sqrt{V_H / V_S}}$$

A_S ：安全弁の弁座口の所要面積（mm^2）

A ：**(1)**の規定による。

V_H ：飽和蒸気の比容積（mm^3/g）

V_S ：過熱蒸気の比容積（mm^3/g）

-6. 安全弁の蒸気通路の面積は，安全弁の形式ごとに次の値としなければならない。

(1) 低揚程式安全弁の弁室入口及び排気口の最小蒸気通路面積は，所要の弁座口の面積に対し，それぞれ 0.5 倍及び 1.1 倍以上とすること。

(2) 高揚程式安全弁の弁室入口及び排気口の最小蒸気通路面積は，所要の弁座口の面積に対し，それぞれ 1 倍及び 2 倍以上とすること。

(3) 全揚程式安全弁の弁室入口及び排気口の最小蒸気通路面積は，弁座口の径の 1/7 開いたときに生ずる蒸気通路面積に対し，それぞれ 1.1 倍及び 2 倍以上とすること。

(4) 全量式安全弁において，弁が開いたときの弁座口の最小蒸気通路面積は，のど部の面積の 1.05 倍以上とすること。また，弁の入口及び管台の最小蒸気通路面積は，のど部の面積の 1.7 倍以上，排気口の最小蒸気通路面積は，弁が開いたときの弁座口の蒸気通路面積の 2 倍以上とすること。

-7. ボイラが過熱器を有するときは，過熱器の出口に少なくとも 1 個の安全弁を備えなければならない。

-8. 過熱器の安全弁吹出し能力は，ボイラが連続最大出力時の負荷で運転され，かつ，主蒸気供給を急速遮断した場合でも，過熱器を焼損させることのないものでなければならない。この目的が達せられない場合は，主蒸気供給が遮断又は減少したときにボイラへの燃料供給を自動的に遮断するか又は制限して過熱器の焼損を防止する装置を設けなければならない。

-9. 過熱器とボイラとの間に蒸気の遮断装置がない場合には，過熱器の安全弁の面積は，ボイラの安全弁合計面積に加算することができる。ただし，ボイラの蒸発部に取り付けられる安全弁の合計面積は，**-5.**の算式による所要面積の 75%より小であってはならない。

-10. 独立再熱器又は独立過熱器には，安全弁を入口及び出口にそれぞれ設け，その吹出し量の合計は，最大通過蒸気量以上でなければならない。出口に設ける安全弁の吹出し量の合計は，独立再熱器又は独立過熱器の蒸気温度を設計点以下に保持するのに必要な容量以上でなければならない。ただし，ボイラに直結されボイラ胴の設計圧力と同一の圧力で設計された独立過熱器にあっては，独立過熱器の温度を設計点以下に保持するのに必要な容量以上の安全弁を出口側に 1 個とすることができる。

-11. ボイラから遮断することのできる装置を持つ節炭器及び排ガスエコノマイザ（排ガスボイラの加熱部を含む。）には，最大吸収熱量から計算された吐出容量以上の放出能力を持つ逃し弁を少なくとも 1 個設けなければならない。ただし，伝熱面積が $50m^2$ 以上の煙管式排ガスエコノマイザにあっては 2 個以上の逃し弁を設けること。

-12. 安全弁及び逃し弁の構造は次によらなければならない。

(1) 安全弁及び逃し弁の弁及びばねは外部から弁の荷重を増加させることができないように囲いの中に収め，かつ，ばねが破壊しても，弁が弁室から脱出しないような構造とすること。

(2) 安全弁及び逃し弁はフランジ又は溶接でボイラ胴，管寄せ又は過熱器出口管に取り付け，その弁室を他の弁室と共用してはならない。ただし，過熱器の安全弁は，出口管に溶接で取り付けたディスタンスピースにフランジを用いて取り付けることができる。

(3) 安全弁及び逃し弁には揚弁装置を備え，かつ，その操作ハンドルは，近寄りやすく安全な場所に取付けること。

(4) 安全弁及び逃し弁の弁箱の排気側の最下部又は排気管にはドレン排出に十分な大きさのドレン抜きを設けること。ドレン抜きに接続する管はボイラから離れた安全な場所に導き，その途中には弁又はコックを設けてはならない。

-13. 安全弁及び逃し弁の排気管は，次によらなければならない。

(1) 背圧によって弁の作動を阻害する構造であってはならない。また，排気管の内径は，安全弁又は逃し弁の径以上とし，かつ，弁の調整圧力の 1/4 以上の圧力で設計すること。

(2) 2 個以上の安全弁又は逃し弁に対し共通の排気管を設ける場合には，その断面積を各安全弁又は逃し弁の排気口の通路面積の合計以上とすること。ただし，安全弁の排気管には蒸気の大気放出管又は排ガスエコノマイザ付逃し弁の排気管など，多量に水分を含むおそれのある管系を接続してはならない。

-14. 安全弁及び逃し弁の調整は，当該弁の船内装備後，次の**(1)**から**(5)**に従って行わなければならない。

(1) 安全弁は，制限圧力の 1.03 倍以内の圧力で自然に噴気するように調整すること。

(2) 過熱器の安全弁は，0.035*MPa* に定格負荷時の過熱器内の圧力降下を加えた値をボイラ胴の安全弁の調整圧力から減じた値以下の圧力で自然に噴気するように調整すること。ただし，この圧力がボイラの呼び圧力の 1.03 倍を超す場合には，少なくとも 1 個の弁は呼び圧力の 1.03 倍以内，他の弁は 1.05 倍以内に調整すること。

(3) 過熱器において，出口側の安全弁の吹出し圧力は，入口側より低く調整すること。

(4) 節炭器及び排ガスエコノマイザに設ける逃し弁の吹出し圧力は，節炭器又は排ガスエコノマイザの設計圧力以内の圧力に調整すること。

(5) 安全弁及び逃し弁は，**(1)**から**(4)**の調整圧力による噴気中に作動良好であること。

-15. ボイラの制限圧力を下げたため，安全弁の計算上の吹き出し能力が**-5.**に適合しなくなった場合でも，本会が適当と認める蓄気試験を行い，ボイラ胴内の圧力が制限圧力の 1.1 倍を超えないことが確認できれば，そのまま使用しても差し支えない。

9.9.4　蒸気取出し管装置

-1.　蒸気取出口には，止め弁をボイラ胴に接して設けなければならない。

-2.　2 個以上のボイラから取出す蒸気を共通の蒸気管に導くときは，**-1.**に規定されているそれぞれのボイラの蒸気取出し口に設ける止め弁をねじ締め逆止弁とし，さらにこの弁と各蒸気管の接続点との間に止め弁を設けなければならない。

-3.　主ボイラ又は重要な補助ボイラを 2 個以上備える船舶では，蒸気管は 1 個のボイラが停止した場合でも，操船・保安補機に蒸気を供給できるように配管しておかなければならない。

9.9.5　給水装置

-1.　給水管取付け口には止め弁を設け，かつ，その止め弁にできるだけ近接してねじ締め逆止弁を設けなければならない。この場合，給水制御装置を止め弁とねじ締め逆止弁の間に設けることは差し支えない。

-2.　前**-1.**の規定にかかわらず，ボイラと一体をなす節炭器を備える場合には，節炭器の入口側に止め弁を設置して差し支えない。この場合，止め弁にできるだけ近接してねじ締め逆止弁を設けなければならない。

-3.　給水がボイラ胴に導入される部分においては，低温給水が胴に直接接触して，著しい熱応力を発生することがないように，内管を設ける等の措置を講じなければならない。この規定は，緩熱装置を備えるボイラ胴における過熱蒸気管の胴貫通部にも適用する。また，給水は，ボイラ胴の高温部に直接触れることのないように供給しなければならない。

9.9.6　吹出し装置

-1.　ボイラには，水部の底から放出できる呼び径 25*mm* 以上 65*mm* 以下の吹出し弁をボイラ胴に直接取り付けなければならない。ただし，受熱面積が $10m^2$ 以下のボイラでは吹出し弁の大きさは呼び径 20*mm* として差し支えない。

-2.　吹出し管が煙道に露出する場合には，防熱材で保護し，かつ，管の検査ができるように配置しなければならない。

-3.　吹出し管系の設計圧力は，ボイラ胴の設計圧力の 1.25 倍以上でなければならない。

-4.　吹出し弁は，スケールその他の沈澱物が溜まるおそれの少ない構造としなければならない。

-5.　2 個以上のボイラを装備する船舶において，各ボイラの吹出し管を互に連結する場合には，ねじ締め逆止弁によって各ボイラとの連絡を遮断しなければならない。

9.9.7　燃焼装置*

-1.　バーナ

(1)　燃料を噴霧するバーナは，燃料の供給を止めなければ取り外すことができないように装置しなければならない。

(2)　トップファイアリングボイラの燃焼装置は，ボイラの振動を吸収するために，ボイラと燃料供給管との取合い個所にフレキシブル管継手を設けなければならない。フレキシブル管継手は本会が承認したものでなければならない。

-2.　送風機

ボイラは，ボイラの最大蒸発量を得るのに十分な容量の送風機を備え，使用範囲において安定燃焼が確保されるものでなければならない。また，1 台の送風機に故障を生じた場合でも通常航海及び常時加熱を必要とする貨物の加熱に支障をきたさないような代替の設備を設けなければならない。

9.9.8　水面指示装置*

-1.　ボイラには，2 個以上の互に独立した水面指示装置を設けなければならない。このうち 1 個はガラス水面計とし，他の 1 個は次のいずれかによらなければならない。

(1)　ボイラの監視場所から水位を容易に見得る位置に設けられたガラス水面計

(2)　遠隔水面計

-2.　強制循環式又は貫流式ボイラで水面指示が前**-1.**により難い場合には，適当な水面検出装置と，給水不足によりボイラに過熱部を生じないように配慮された 2 個の検出器からなる低水位安全装置を設けなければならない。

-3.　ボイラ水部が船体の横方向に長い構造である場合，又は水部において，著しく水面の差が出るおそれのあるボイラには，両端部にそれぞれ**-1.**に規定する水面指示装置を設けなければならない。

-4.　ガラス水面計の最低可視位置は，ボイラの危険水面上少なくとも 50*mm* 以上でなければならない。また，遠隔水面計は，ボイラの水面制御に関連するすべての水面が指示範囲にならなければならない。

-5.　水面指示装置の構造は次によらなければならない。

(1)　ガラス水面計の構造は，本会が適当と認めた規格に定められたへん平形水面計又はこれと同等のものとすること。

(2)　水面計がボイラの外部にある場合には，その上下に止め弁（又はコック）を設け，かつ，ドレンを有効に排出し得る装置を設けること。

(3)　水面計又は水筒とボイラとを管で接続する場合には，ボイラに接して止め弁を設けること。

(4)　水面計に用いられる止め弁（又はコック）及びボイラ胴との接続管は，スケール又は沈殿物が堆積するおそれのな

い形状とすること。

(5) 水面計取付け用に水筒を設ける場合には，その位置が変化することのないよう強固な支持で支えること。また，水筒の内径は 45*mm* 以上とし底部にはドレン排出に十分な大きさのドレン装置を設けること。

(6) ボイラ胴との接続管は，水面計では呼び径 15*A* 以上，水筒では呼び径 25*A* 以上とすること。

(7) 水筒とボイラの連絡管が煙路を貫通する場合には，煙路を貫く囲いを作り，かつ，連絡管のまわりに 50*mm* 以上の通気路を設けること。

9.9.9 圧力及び温度計測装置

-1. ボイラ胴及び過熱器出口には，それぞれ圧力計測装置を設け，かつ，圧力指示装置をボイラの監視場所に配置しなければならない。

-2. 圧力指示装置は，安全弁の調整圧力の 1.5 倍以上の目盛を持つものでなければならない。この装置の目盛には，ボイラ胴用のものでは制限圧力を，過熱器用のものでは呼び圧力を，それぞれ表示しておかなければならない。

-3. 圧力指示装置及び圧力計測装置には，これらが正常に作動していることをボイラ使用中に確認するための措置を講じなければならない。

-4. 過熱器又は再熱器の出口側には，温度計測装置を設けなければならない。

9.9.10 安全装置及び警報装置

-1. 燃料遮断装置

ボイラには，次の場合にすべてのバーナへの燃料供給を自動的に遮断する装置を設けなければならない。なお，この装置が作動したときの警報については，**18.2.6-2.**によらなければならない。

(1) 自動点火に失敗したとき

(2) 火炎が消失したとき（この場合，火炎の消失後 4 秒以内に遮断できるものとする。）

(3) 低水位になったとき

(4) 燃焼用空気の供給が停止したとき

(5) 圧力噴霧のときはバーナへの燃料供給圧力が低下したとき，また，蒸気噴霧のときはバーナへの蒸気圧力が低下したとき

(6) その他本会が必要と認めたとき

-2. 警報装置

(1) ボイラには，ドラム水位が低下したときに作動する警報装置を設けなければならない。

(2) 主ボイラには，**(1)**に定める警報装置のほか，次の場合に作動する警報装置を設けなければならない。

(a) 燃焼用空気の供給が低下したとき又は送風機が停止したとき

(b) 圧力噴霧のときはバーナへの燃料供給圧力が低下したとき，また，蒸気噴霧のときはバーナへの蒸気圧力が低下したとき

(c) ドラム水位が高水面に達したとき

(d) 過熱器を有する場合には，過熱器出口蒸気温度が高温になったとき

(e) ガス式の空気予熱器又は節炭器の出口ガス温度が高温になったとき

(3) 主発電機を駆動するタービンに蒸気を供給する補助ボイラには，前**(1)**に定める警報装置のほか，ドラム水位が高水面に達したときに作動する警報装置を設けなければならない。

-3. 水位検出器

前**-1.(3)**に定める装置の水位検出器は，給水制御装置及び **9.9.8-1.(2)**の水位検出器とは別個のものでなければならない。

9.9.11 ボイラ水の監視等

-1. ボイラには，適当な位置にボイラ水取出し弁を設けなければならない。この取出し弁は水面用水筒に取り付けてはならない。

-2. 給水及びボイラ水の水質を監視し，かつ，管理するために水質分析装置又はその他の適当な装置を備えなければならない。

9.9.12 過熱器及び再熱器のドレン排出装置

過熱器及び再熱器には，有効なドレン排出装置を設け，かつ，ドレンに起因する熱応力又は熱衝撃による損傷を防止する装置が講じられていなければならない。

9.10 試験

9.10.1 製造工場等における試験*

-1. 溶接部の試験は，本編 11 章の規定によらなければならない。

-2. ボイラにあっては設計圧力の 1.5 倍，付着品のうち，ボイラ本体に直接溶接されないものにあっては設計圧力の 2 倍の圧力で水圧試験が行われなければならない。

9.10.2 造船所等における試験

ボイラにあっては，船内据付後，安全弁の調整試験並びに安全装置及び警報装置の作動試験が行われなければならない。

9.11 小型ボイラの構造等

9.11.1 一般

設計圧力 0.35*MPa* 以下の小型のボイラについては，9.2 から 9.10 の規定にかかわらず，9.11 の規定によることができる。

9.11.2 小型ボイラの材料，構造，強度，付属設備等*

-1. 小型ボイラの材料，構造，強度及び付属設備は，本会が適当と認めた規格に定められたものでなければならない。

-2. 十分な容量を有する安全弁又は圧力逃し管を備えなければならない。

-3. 次に掲げる安全装置を備えなければならない。

(1) 炉内ガス爆発防止のためのプレパージ装置

(2) 火炎消失，自動点火失敗及び送風機停止の場合の燃料遮断装置

(3) 制限圧力以下の圧力で作動する燃料遮断装置

(4) 給水不足の場合にボイラに過熱部を生じさせないための燃料遮断装置

9.11.3 試験

-1. 製造工場における試験

受圧部にあっては，設計圧力の 2 倍又は 0.2*MPa* のうちの大きい方の圧力で水圧試験が行われなければならない。

-2. 造船所等における試験

小型ボイラについては，船内において，9.11.2-3.による安全装置の作動試験が行われなければならない。

9.12 熱媒油設備の構造等

9.12.1 一般

火炎又は燃焼ガスによって加熱される熱媒油加熱器については，9.12 によるほか，ボイラを熱媒油加熱器と読み替えて 9.1 から 9.10 の該当する規定を適用する。

9.12.2 火炎により加熱される熱媒油加熱器の安全装置等

-1. 熱媒の温度があらかじめ定められた範囲内に整定するように，温度制御装置を設けなければならない。

-2. 膨張タンク元弁は常時，開とし，この弁が閉鎖されているときには，燃焼装置が起動しないように設備されたインタロックを設けなければならない。

-3. 十分な容量を有する安全弁又は圧力逃し管を備えなければならない。

-4. 前-3.の安全弁又は圧力逃し管からの排液は，十分な容量を有する熱媒油タンク内に開口しなければならない。

-5. 次に掲げる安全装置を備えなければならない。

(1) 炉内ガス爆発防止のためのプレパージ装置

(2) 次の場合に燃料の供給を遮断する装置

(a) 熱媒の異常高温が生じたとき

(b) 熱媒の流量が低下したとき，又は，加熱器出入口間の熱媒の差圧が低下したとき

(c) 膨張タンクの液面の異常低下が生じたとき

9.12.3 機関の排ガスにより直接加熱される熱媒油加熱器の安全装置等*

-1. 9.12.2-1.，-3.および-4.の規定に適合したものでなければならない。

-2. 膨張タンク元弁は常時開とし，この弁が閉鎖されているときには加熱器に排ガスが供給されないように設備され

たインタロックを設けなければならない。

-3. 熱媒油加熱器への排ガス導入部には排ガス供給をしゃ断する装置を設けなければならない。さらにこの装置には，加熱器への排ガス供給路を閉鎖しても排ガスを供給する機関の運転に支障のないような措置を講じておかなければならない。

-4. 熱媒油加熱器から漏洩した熱媒油，消火水等が排ガスを供給する機関に流入しないようにしなければならない。

-5. 熱媒油加熱器の熱媒油の出入口には止め弁を設けなければならない。

-6. 次の場合に監視場所に可視可聴警報を設けなければならない。

(1) 熱媒油加熱器に火災が生じたとき

(2) 熱媒油の異常高温が生じたとき

(3) 熱媒油加熱器内において熱媒油が漏洩したとき

(4) 熱媒油の流量が低下したとき，又は加熱器出入口間の熱媒油の差圧が低下したとき

(5) 膨張タンクの液面が異常に低下したとき

-7. 本会が適当と認める固定式の消火・冷却設備を設けなければならない。

9.12.4 熱媒油管装置

熱媒油加熱器に用いる熱媒油管装置については，**13.11** の規定によらなければならない。

9.13 焼却設備

9.13.1 一般*

-1. 焼却設備については，**9.2** から **9.12** の規定にかかわらず，**9.13** の規定によらなければならない。ただし，最大処理熱量が 34.5*kW* 未満のものを除く。

-2. 前**-1.**にかかわらず，船舶の通常の活動に伴い生ずる不要な油若しくは廃棄物又はこれに類似した油若しくは廃棄物以外のものを焼却する焼却設備にあっては，本会が別に定めるところによる。

9.13.2 提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，**9.1.3** の規定にかかわらず次による。

(1) 図面

(a) 全体装置図

(b) 付属品の配置図

(c) その他，本会が必要と認める図面

(2) 資料

(a) 要目表

(b) 安全装置説明書

(c) 使用方法説明書

(d) その他本会が必要と認める資料

9.13.3 構造及び設備*

焼却設備の構造及び設備は，次の**(1)**から**(9)**によらなければならない。

(1) 燃焼室の主要部分は，有効な材料で構築すること。

(2) 燃焼室からは，有害な燃焼ガス又はドレンが漏洩しないこと。

(3) 燃焼室からの煙路は，次の**(a)**から**(c)**によること。

(a) 往復動内燃機関及びガスタービンの排ガス管と連結しないこと。

(b) 燃焼ガスが船内に侵入しない位置に導くこと。

(c) ボイラ，熱媒油設備及び他の焼却設備の煙路と連結するときは，本会の適当と認めるところによる。

(4) 燃焼ガスの温度計測装置を備えること。

(5) 固体の廃棄物を投入する場合でも逆火が生じない構造のものとすること。

(6) 水ジャケットを持つ構造の焼却設備にあっては，水ジャケットに過圧防止装置を設けること。

(7) 廃油管装置については，**13.9** の該当する規定にもよること。

(8) 燃焼装置は，次の**(a)**から**(d)**によること。

(a) 点火前に燃焼室内の滞留ガスを排出できるよう装置されていること。

(b) 点火が自動的に行われるものにあっては，燃料の供給が点火装置の始動に先行しないものであること。

(c) 燃料を自動的に供給できる装置を有するものにあっては，これらの供給を調整できるものであること。

(d) 自動燃焼装置を設ける場合は，**18.4.2-2.(1)**，**(2)**及び**(3)**の規定にもよること。

(9) 焼却設備の停止装置の操作場所については，**R 編 5.2.2-4.**の規定によること。

9.13.4 安全装置及び警報装置

-1. 廃棄物及び燃料を自動的に供給できる装置を有する焼却設備にあっては，次に掲げる場合に自動的にバーナへの廃棄物及び燃料の供給を停止できる安全装置が備えられたものでなければならない。

(1) 焼却炉の制限温度を超えたとき

(2) 火炎が消失したとき

-2. 焼却設備には，次に掲げる場合に作動する警報装置を備えなければならない。

(1) 焼却炉の制限温度を超えたとき

(2) 火炎が消失したとき

(3) 警報装置の電源が断れたとき

(4) 冷却装置を有するものにあっては，当該装置が停止したとき

(5) 廃棄物の焼却炉内への供給が圧力噴霧式のものにあっては，噴霧圧力が低下したとき

(6) 燃料の焼却炉への供給が圧力噴霧式のものにあっては，噴霧圧力が低下したとき

(7) 燃焼に必要な空気を供給する装置を有するものにあっては，当該装置が停止したとき

9.13.5 試験*

-1. 焼却設備は **9.13.4** に定める安全装置及び警報装置の作動試験並びに温度上昇試験を行わなければならない。

-2. 焼却設備は別に定めるところにより，制限温度指定試験を行わなければならない。

-3. 本会は，**-2.**に定める試験及び検査に合格した焼却炉について， 制限温度を指定し， 焼却炉制限温度指定書を発行する。

10 章　圧力容器

10.1　一般

10.1.1　適用

-1. 本章の規定は，容器の最上部において大気圧を超える圧力を持つ気体又は液体を内部に保有する容器で，熱交換器類を含み，かつ，火炎，燃焼ガス及び高温ガスに触れないものに適用する。

-2. 熱交換器等で器内の圧力が大気圧に達しないものは，負圧を正圧に読み替えて **10.1.3** に掲げる圧力容器として本章の規定を適用する。

10.1.2　設計圧力

圧力容器の各部材の強度計算に用いる設計圧力は，次のいずれよりも小であってはならない。

(1) **A 編 2.1.21** に定める制限圧力

(2) 製造者が計画した設計最高温度（最高使用温度）における最高の使用圧力

(3) 液化ガスを大気温度又はその付近の温度において加圧状態で蓄える圧力容器にあっては，次に掲げる圧力のうちの最も大きい圧力

(a) 45 ℃における蒸気圧

(b) 最高の使用圧力

(c) 0.7 *MPa*

10.1.3　圧力容器の分類

-1. 圧力容器は，胴板の厚さ及び使用条件によって，次のとおり分類する。

(1) 第 1 種圧力容器（記号 *PV*-1）

次に掲げるものの一に該当するもの

(a) 胴板の厚さが 38 *mm* を超えるもの（備考 1 参照）

(b) 設計圧力が 4 *MPa* を超えるもの（備考 1 参照）

(c) 最高使用温度が 350℃を超えるもの

(d) 設計圧力が 0.35 *MPa* を超える蒸気発生器

(e) 38℃における蒸気圧が 0.2 *MPa* 以上の引火性高圧ガスに用いるもの（備考 2 参照）

（備考）

1. 胴板の厚さが 38 *mm* を超えるもの及び設計圧力が 4 *MPa* を超えるもののうち，常温で水又は操作油の圧力のみを受けて使用されるものは，「*PV*-2」に分類する。

2. 内容積が 500 *l* 以下のものは，材料，構造及び溶接について，「*PV*-2」の規定による。

(2) 第 2 種圧力容器（記号 *PV*-2）

次に掲げるものの一に該当するもの

(a) 胴板の厚さが 16 *mm* を超えるもの

(b) 設計圧力が 1 *MPa* を超えるもの

(c) 最高使用温度が 150℃を超えるもの

(d) 設計圧力が 0.35 *MPa* 以下の蒸気発生器

(3) 第 3 種圧力容器（記号 *PV*-3）

第 1 種及び第 2 種圧力容器のいずれにも該当しない圧力容器

-2. 前**-1.**に規定されていない危険物を入れる圧力容器の分類については，その物質の性状，使用条件等によって，その都度定める。

10.1.4　提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。ただし，第 3 種圧力容器に対しては，本会が特に必要と認めた場合を除き，提出の必要がない。

(1) 図面（使用材料の種類及び寸法を記載したもの。）

(a) 全体組立図

(b) 胴の詳細図
(c) 圧力逃し装置の組立図
(d) 付着品取付け座及びノズル詳細図
(e) その他本会が必要と認める図面
(2) 資料
(a) 主要目表
(b) 溶接要領書（溶接法，溶接材料の種類及び溶接条件を記載したもの）
(c) その他本会が必要と認める資料

10.2 材料及び溶接

10.2.1 使用材料*

-1. 圧力容器の圧力を受ける部分に使用する材料は，使用条件に適したもので，かつ，次の**(1)**から**(3)**の規定に適合したものでなければならない。ただし，設計又は用途に関連し，特殊な材料を使用するときは，材料に関する十分な資料を提出して，本会の承認を得なければならない。

(1) 第 1 種圧力容器（*PV*-1）
K 編 3 章から **7 章**の該当する規定に適合し，かつ，同編 **1 章**及び **2 章**の規定に従って試験された材料を使用すること。

(2) 第 2 種圧力容器（*PV*-2）
第 1 種圧力容器の場合と同じ。ただし，次の圧力容器は，**(3)**によることができる。
(a) 設計圧力が 0.7 *MPa* 未満のもの
(b) 設計圧力が 2 *MPa* 以下，最高使用温度が 150 ℃以下で，かつ，内容積が 500 *l* 以下のもの

(3) 第 3 種圧力容器（*PV*-3）
本会が適当と認めた規格に定められた材料を使用すること。

-2. 前**-1.(1)**及び**(2)**の規定にかかわらず，第 1 種及び第 2 種圧力容器に取り付けられる弁，管台等の付着品にあって，本会がその寸法又は使用条件を考慮して承認したものについては，同**(3)**の規定によることができる。

10.2.2 鋳鉄品の使用制限*

-1. ねずみ鋳鉄品は，次の圧力容器の胴に使用してはならない。
(1) 最高使用温度が 220 ℃又は設計圧力が 1 *MPa* を超えるもの。
(2) 引火性又は有毒性の物質を蓄えるもの又は取り扱うもの。

-2. 球状黒鉛鋳鉄品等の特殊鋳鉄品は，本会の承認を得た場合に，最高使用温度が 350 ℃以下で，かつ，設計圧力が 1.8 *MPa* 以下の圧力容器の胴に使用することができる。

10.2.3 付着品に使用する材料の使用制限*

付着品に使用する材料の使用制限については，**9.9.1** によらなければならない。ただし，引火性又は有毒性の物質を蓄える圧力容器又は取り扱う圧力容器の付着品には，本会が認めた場合を除き鋳鉄品は使用してはならない。

10.2.4 鋼板の熱処理

圧力容器の製造過程において，鋼板に熱間加工，応力除去等の熱処理が行われる場合には，圧力容器の製造者は，当該部分の鋼板注文の際にその旨を指定しなければならない。この場合の鋼板製造者における取扱いは，**K 編 3.3.4** の規定によらなければならない。

10.2.5 冷間加工された材料の熱処理

応力腐食割れ環境等で使用される圧力容器にあって冷間加工が材料に対して有害と考えられる場合は，熱処理等の適当な措置を講じなければならない。

10.2.6 鋳鋼品及び鋳鉄品の非破壊試験*

-1. 内圧を受ける第 1 種圧力容器の胴に使用する鋳鋼品及び鋳鉄品は，放射線透過試験もしくは超音波探傷試験及び磁粉探傷試験若しくは浸透探傷試験を行い，有害な欠陥のないことが確認されたものでなければならない。

-2. 内圧を受ける第 2 種圧力容器の胴に使用する鋳鋼品及び鋳鉄品は，適当な非破壊試験により，有害な欠陥のないことが確認されたものでなければならない。

10.2.7 溶接

圧力容器の溶接工事については，**11 章**の規定によらなければならない。

10.3 設計要件

10.3.1 記号

本章で用いる記号は，別に指定するものを除き，次のとおりとする。

f ：許容応力（N/mm^2）で，**10.4.1-1.**，**-2.**又は **12.2.1** による。

a ：腐食予備厚（mm）で **10.4.3** による。

T_r ：設計圧力から算出される所要厚さ（mm）。なお，許容圧力は，算式中の所要厚さに実厚さを代入して得られる圧力をいう。

P ：設計圧力（MPa）

J ：**10.4.2** に定める効率のうちの最小値

R ：胴の内半径（mm）

R_{20} ：室温における材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

E_{20} ：室温における材料の規格最低降伏点（又は 0.2%耐力）（N/mm^2）

10.3.2 設計荷重*

-1. 圧力容器は，必要な場合には内圧に加えて，次に示す各種荷重の組合せを考慮して設計しなければならない。

(1) 液圧

(2) 外圧

(3) 船舶の運動に起因する動荷重

(4) 熱応力

(5) 付着品からの荷重

(6) 支持構造に働く反力等に起因する荷重

(7) 水圧試験における荷重

(8) その他実際の圧力容器に作用する荷重又は外力

-2. 必要な場合には，**-1.**の荷重条件を考慮し，疲労解析及び亀裂伝播解析を行わなければならない。

10.3.3 特殊な形状の圧力容器

受圧部の形状が特殊な場合にあって **10.5** 及び **10.6** によって設計を行うことが困難な場合には，本会の承認を得て，適当な負荷を加えて，ひずみ又は変形量を測定し，それらの結果をもって **10.5** 及び **10.6** の規定に代えることができる。

10.3.4 設計上の考慮*

-1. 低温で使用される圧力容器は，最低使用温度に対する切欠きじん性について十分考慮されたものでなければならない。

-2. 特に著しい腐食環境で使用される圧力容器は，適当な防食措置が講じられたものでなければならない。

-3. 熱交換器は，熱を交換する 2 種類の流体が相互に混合しないよう，管と管板の取付け及び管板と胴との取付けに有効なシール機構を設けたものでなければならない。

10.3.5 据付けに対する考慮

-1. 圧力容器は，船舶の動揺，機関からの振動，管装置及び支持金物からの外力並びに温度変化による熱膨張の影響を最小限にとどめるように考慮して据付けなければならない。

-2. 圧力容器及びその付着品は，操作，修理及び検査に便利な場所に配置しなければならない。

10.4 許容応力，効率及び腐食予備厚

10.4.1 許容応力*

-1. 常温で使用される各種材料の許容応力は，次によらなければならない。

(1) 鋳鋼品を除き，炭素鋼（炭素マンガン鋼を含む。以下，本章において同じ。）及び低合金鋼鋼材の許容応力（f）は，次の値のうちのいずれか小さい方の値とする。ただし，液化ガスに用いる圧力容器については，f_1 及び f_2 に対する分母の値はそれぞれ 3.0 及び 1.5 とする。

$f_1 = \frac{R_{20}}{2.7}$，$f_2 = \frac{E_{20}}{1.6}$

(2) 圧力容器の胴に用いる場合を除き，電気抵抗溶接鋼管の許容応力は，溶接部全線について本会が適当と認める超音波探傷試験又はこれに代わる探傷試験を行う場合には，前**(1)**の値，その他の場合には前**(1)**の値の 85%の値とする。

(3) 鋳鋼品の許容応力は，**(1)**で求めた値に**表 D10.1** の係数を乗じたものとする。

(4) 鋳鉄品の許容応力は，規格最低引張強さの 1/8 とする。ただし，本会の承認を得た特殊鋳鉄品にあっては 1/6 とすることができる。

(5) オーステナイトステンレス鋼の許容応力（*f*）は，次の f_1 及び f_2 の値のうちのいずれか小さい方の値とする。

$f_1 = \frac{R_{20}}{3.5}$，$f_2 = \frac{E_{20}}{1.5}$

(6) アルミニウム合金の許容応力（*f*）は，次の f_1 及び f_2 の値のうちのいずれか小さい方の値とする。

$f_1 = \frac{R_{20}}{4.0}$，$f_2 = \frac{E_{20}}{1.5}$

-2. 高温で使用する圧力容器に用いられる材料の許容応力については，**9.4.1** の規定又は本会の適当と認める値としなければならない。

-3. 許容引張応力は**-1.**及び**-2.**によらなければならない。ただし，ボルトの許容引張応力については次による。

(1) 常温で使用される場合には，次の値のうちのいずれか小さい方の値とする。ただし，本会が適当と認めた規格に適合するボルトにあっては，その規格に定める保証荷重応力の 1/3 とすることができる。

(a) $\frac{R_{20}}{5.0}$

(b) $\frac{E_{20}}{4.0}$

(2) 高温で使用される場合には，本会が適当と認める値とする。

-4. 許容曲げ応力は次によらなければならない。

(1) 常温で使用される場合には**-1.**による。ただし，鋳鉄品及び鋳鋼品にあっては，この値の 1.2 倍とすることができる。

(2) 高温で使用される場合には，本会が適当と認める値とする。

-5. せん断を受ける断面の平均一次せん断応力に対する許容せん断応力は，許容引張応力の 80%としなければならない。

-6. 常温で使用される圧力容器の円筒胴にあって長手方向に圧縮応力を生じる荷重を受ける場合の許容圧縮応力は，次の**(1)**及び**(2)**の値のうちのいずれか小さい方の値としなければならない。

(1) 前**-1.**による値

(2) 次式による許容座屈応力

$$\sigma_Z = \frac{0.3ET_0}{D_m\left(1 + 0.004\frac{E}{E_{20}}\right)}$$

σ_Z ：許容座屈応力（*N/mm*^{2}）

E ：室温における縦弾性係数（*N/mm*^{2}）

T_0 ：胴板の実厚さから腐食予備厚を除いたもの（*mm*）

D_m ：胴の平均直径（*mm*）

-7. 回転体で構成される圧力容器の胴に使用される炭素鋼又は炭素マンガン鋼の各種応力に対する許容応力は，詳細計算を行う場合には次のとおりとすることができる。

$P_m \le f$

$P_L \le 1.5f$

$P_b \le 1.5f$

$P_L + P_b \le 1.5f$

$P_m + P_b \le 1.5f$

$P_L + P_b + Q \le 3f$

P_m: 等価一次一般膜応力（*N/mm*^{2}）

P_L ：等価一次局部膜応力（*N/mm*^{2}）

P_b ：等価一次曲げ応力（*N/mm*^{2}）

Q ：等価二次応力（N/mm^2）

表 D10.1　　鋳鋼品の許容応力に乗ずる係数

試験の種類	係数
放射線透過試験又はこれに代わる試験を行わない場合	0.7
部分抜取り法によって放射線透過試験又はこれに代わる試験を行った場合	0.8
すべての箇所について上記の試験を行った場合	0.9

10.4.2　　継手効率

継手効率は，次によらなければならない。

(1) 継目無し胴 ：1.00

(2) 溶接継手胴 ：**表 D10.2** による。

(3) 電気抵抗溶接鋼管を胴に使用する場合 ：**表 D10.2** の**(1)**による。

表 D10.2　　溶接継手効率

継手の種類	放射線透過試験の種類		
	全線放射線透過試験を行ったもの	部分放射線透過試験を行ったもの	放射線透過試験を行わないもの
(1) 両面突合せ継手又は本会がこれと同等と認めた突合せ継手	1.00	0.85	0.75
(2) 裏当金を用いた片面突合せ継手で裏当金を残す場合又は本会がこれと同等と認めた片面突合せ継手	0.90	0.80	0.70
(3) 前**(1)**及び**(2)**以外の片面突合せ継手	—	—	0.60
(4) 両側全厚すみ肉重ね継手	—	—	0.55

（備考）

放射線透過試験は，本会が承認した場合には超音波探傷試験に代えることができる。

10.4.3　　腐食予備厚

-1. 強度計算に使用する各種材料の腐食予備厚は，特に著しい腐食又は衰耗のおそれがある場合を除き，内面に対して 1.0 *mm* 又は腐食予備厚を除いた所要厚さの 1/6 のうちのいずれか小さい方の値以上としなければならない。ただし，耐食性材料を使用した場合，有効な防食措置を施した場合又は腐食のおそれがない場合には，この値を減ずることができる。

-2. 圧力容器の胴の外面に保温材が設けられている場合等にあって通常の状態で外部からの検査を行うことが困難で，かつ，腐食のおそれのある場合には，外面に対しても適当な腐食予備厚を加えなければならない。

10.5　　強度

10.5.1　　各部材の最小厚さ

-1. 胴板及び鏡板の厚さは，直径，圧力，温度，材料等を考慮して本会が差し支えないと認めた場合を除いて 5 *mm* 未満としてはならない。また，全半球形を除く曲面鏡板の厚さは，鏡板を溶接する胴板の計算上必要な厚さ（効率を 1.00 として計算した値）未満としてはならない。

-2. 圧力容器に溶接で取り付けられる管台の厚さは次によらなければならない。ただし，圧力容器の寸法若しくは形状，使用材料等を考慮して，本会が差し支えないと認めた場合にはこの限りでない。

(1) 管台の外径の 1/25 に 2.5 *mm* を加えた値又は **10.5.2-2.**の算式による値のうちのいずれよりも小としてはならない。ただし，この値は管台取付け部の胴の厚さを超える必要はない。

(2) 前**(1)**にかかわらず，第 2 種及び第 3 種圧力容器にあっては，**10.5.2-2.**の算式による値以上の場合には 4 *mm* にとどめることができる。

10.5.2 内圧を受ける胴板，鏡板及び平板の強度*

-1. 一般

内圧を受ける胴板，鏡板及び支柱等で支持されない平板（熱交換器の管板を除く。）は，**-2.**から**-7.**の規定によらなければならない。ただし，次の条件の圧力容器の胴板にあっては，本会の適当と認める計算法による。

(1) 円筒形圧力容器

$$\frac{T_r}{D} > 0.25 \text{又は} P > \frac{fJ}{2.5}$$

(2) 球形圧力容器

$$\frac{T_r}{D} > 0.185 \text{又は} P > \frac{fJ}{1.5}$$

-2. 内圧を受ける円筒胴板の所要厚さ

内圧を受ける円筒胴板の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。ただし，補強を必要とする穴がある場合には **10.6.3** の規定によって補強しなければならない。

$$T_r = \frac{PR}{fJ - 0.5P} + a$$

-3. 内圧を受ける球形胴板の所要厚さ

内圧を受ける球形胴板の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。ただし，補強を必要とする穴がある場合には **10.6.3** の規定によって補強しなければならない。

$$T_r = \frac{PR}{2fJ - 0.5P} + a$$

-4. 凹面に圧力を受け，支柱その他で支持されない曲面鏡板の所要厚さ

(1) 穴がない場合の鏡板の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

(a) 皿形鏡板及び半球形鏡板

$$T_r = \frac{PR_1W}{2fJ - 0.5P} + a$$

$$W = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}}\right) \text{皿形鏡板の場合}$$

$$W = 1 \text{半球形鏡板の場合}$$

R_1 ：鏡板の中央部における内面半径。この場合において鏡板の中央部における内面半径は，鏡板のフランジ部の外径より小としなければならない。

r ：皿形鏡板のすみの丸みの内半径。この場合において，鏡板のすみの丸みの内半径は，鏡板のフランジ部の外径の 6%又は鏡板の実厚さの 3 倍のうちの大なる方の値以上でなければならない。

(b) 半楕円形鏡板（鏡板内面における短半径が長半径の 1/2 以上の場合）

$$T_r = \frac{PR}{fJ - 0.25P} + a$$

(2) 穴がある場合の鏡板の所要厚さは，次の**(a)**，**(b)**又は**(c)**の規定による値より小としてはならない。

(a) **10.6.2** により穴の補強を行う必要がない場合及び補強を **9.6.3-3.**から**-5.**の規定によって行う場合の所要厚さは，前**(1)**に規定する算式による。

(b) マンホール又は最大寸法 150 *mm* を超える穴があって，その周囲を **9.6.3-7.**に規定する折込みフランジによって補強する場合は，次の規定による。

i) 皿形又は半球形鏡板

前**(1)(a)**に規定する算式により算定した値に，その 15%（その値が 3 *mm* 未満の場合には，3 *mm* とする。）以上の値を加えた厚さ以上とすること。この場合において，鏡板の内面の半径が胴の内径の 80%より小であるときは，鏡板の内面の半径を胴の内径の 80 %として計算すること。また，2 つのマンホールがある鏡板の厚さを本 **i)**により定めるときには，2 つの穴の間の距離は，鏡板の外径の 1/4 以上とすること。

ii) 半楕円形鏡板

前**(1)(a)**による。ただし，この場合において，R_1 は胴の内径の 80 %とし，W は 1.77 とする。

(c) 前**(a)**又は**(b)**の規定に従って穴の補強を行わない場合の所要厚さは次の算式による。ただし，前**(1)**の算式により得られる厚さ未満としてはならない。

$$T_r = \frac{PD_0}{2f}K + a$$

D_0 ：鏡板の外径（mm）

K ：**図 D9.6** による。ただし，**図 D9.6** を適用できる範囲は次の要件に適合する場合とする。

半球形 ：$0.003D_0 \le T_e \le 0.16D_0$

半楕円形 ：$0.003D_0 \le T_e \le 0.08D_0$

$H \ge 0.18D_0$

皿形 ：$0.003D_0 \le T_e \le 0.08D_0$

$r \ge 0.1D_0$

$r \ge 3T_e$

$R_1 \le D_0$

$H \ge 0.18D_0$

又は$0.01D_0 \le T_e \le 0.03D_0$

$r \ge 0.06D_0$

$H = 0.18D_0$

又は$0.02D_0 \le T_e \le 0.03D_0$

$r \ge 0.06D_0$

$0.18D_0 \le H \le 0.22D_0$

T_e ：鏡板の実厚さ（mm）

H ：鏡板曲面の外表面部までの高さ（mm）

R_1及びr ：前**(1)(a)**による。

-5. 凸面に圧力を受ける曲面鏡板の所要厚さ

凸面に圧力を受ける曲面鏡板の所要厚さは，少なくとも設計圧力の 1.67 倍の圧力が凹面にかかるものとして計算した値より小としてはならない。

-6. 支柱その他で支持されない平らな鏡板，蓋板等の所要厚さ

(1) 支柱その他で支持されない平らな鏡板，蓋板等にあって，胴に溶接接合する場合の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

(a) 円形板

$$T_r = C_1 d\sqrt{\frac{P}{f}} + a$$

(b) 非円形板

$$T_r = C_1 C_2 d\sqrt{\frac{P}{f}} + a$$

C_1 ：**図 D9.11** による定数

$C_2 = \sqrt{3.4 - 2.4\frac{d}{D'}}$ ただし，1.6 を超える必要はない。

d ：**図 D9.11** に示された直径（円形の場合）又は最小長さ（非円形の場合）

D' ：非円形胴の場合 d に直角方向で測った d に相当する値の最大のもの

(2) 支柱で支持されない平らな蓋板にあって，胴にボルトで接合する場合の所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

(a) 全面ガスケットを用いる場合

円形板に対し

$$T_r = d\sqrt{\frac{C_3 P}{f}} + a$$

非円形板に対し

$$T_r = d\sqrt{\frac{C_3 C_4 P}{f}} + a$$

(b) ガスケット反力によるモーメントを考慮する必要がある場合

円形板に対し

$$T_r = d\sqrt{\frac{C_3 P}{f} + \frac{1.78 W h_g}{f d^3}} + a$$

非円形に対し

$$T_r = d\sqrt{\frac{C_3 C_4 P}{f} + \frac{6 W h_g}{f L d^2}} + a$$

C_3 ：図 D9.12 による接合法によって定まる定数

$C_4 = 3.4 - 2.4\frac{d}{D'}$ ただし，2.5 を超える必要はない。

d ：図 D9.12 に示される直径（円形の場合），又は最小長さ（非円形の場合）（*mm*）

D' ：非円形の場合，d に直角方向で測った d に相当する値の最大のもの（*mm*）

W ：ボルト荷重で，水密を得るために必要なボルト荷重と，実際使用されるボルトの許容荷重との平均値（*N*）

L ：ボルト中心点を連ねる曲線の全長（*mm*）

h_g ：図 D9.12 に示されるガスケット反力によるモーメントの腕長（*mm*）

-7. 蒸気加熱式蒸気発生器等

蒸気加熱式蒸気発生器等にあって，支柱又はその他の支えを有する平板の所要厚さ及び支柱の所要寸法については，9.5.7 並びに 9.5.13 及び 9.5.14 によらなければならない。

10.5.3 熱交換器の管板の所要厚さ*

熱交換器の管板で，管ステーによって支えないものは，次によらなければならない。

(1) 熱交換器その他これに類するものの平らな管板で，遊動頭グランド形のものを除き，管ステーによって支えないものの所要厚さは，次の算式によって算定した値のうち大きい方の値とする。

$$T_r = \frac{C_5 D}{2}\sqrt{\frac{P}{f_b}} + a$$

$$T_r = \frac{PA}{\tau L} + a$$

f_b ：材料の許容曲げ応力（*N/mm*^{2}）

τ ：材料の許容せん断応力（*N/mm*^{2}）

C_5 ：管及び管板の支え方による係数で，管板が胴と一体となっていない場合で管に直管を使用するときは 1.0，*U* 字管を使用するときは 1.25，管板が胴と一体となっている場合は図 D10.1 による。

D ：管板の外周の固定円の径（*mm*）で，管板を締付ボルトでフランジに取り付けるときは，ガスケット反力のかかる位置を通る円の直径をとり，管板を胴に固定するときは，胴の内径（腐食予備厚を差し引いたもの）をとる。

A ：外側の管穴の中心を順次結んで得られる多角形（図 D10.2 参照）の面積（*mm*^{2}）

L ：上記多角形の外周の長さから，外周上のすべての管穴の直径を差し引いたもの（*mm*）

a ：腐食予備厚（*mm*）。ただし，10.4.3 に定める腐食予備厚より大きい仕切板用みぞ又はガスケットみぞを設ける場合には，このみぞの深さとする。

(2) 前**(1)**のT_rの計算は，それぞれの P，C_5 及び D を用いて両側について行うこと。ただし，差圧計算を行う場合には，本会の適当と認めるところによる。

図 D10.1　　C_5 の値

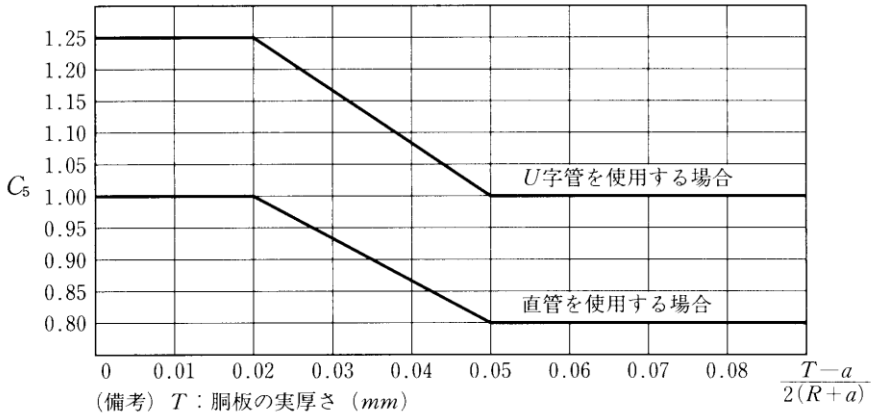
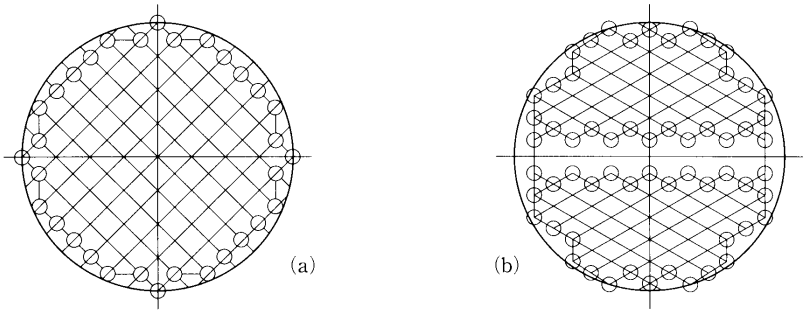


図 D10.2　　管板の計算に用いる多角形



10.5.4　　熱交換器の管の所要厚さ*

-1.　熱交換器の管は，その使用目的に適する材質のものとし，その所要厚さは，次の算式による値より小としてはならない。

$$T_r = \frac{PD_0}{2f} + a$$

D_0　：管の外径（mm）

a　：鋼管に対しては 1.5 mm，銅管又は銅合金管に対しては 0.1 T

　　T ：管の実厚さ（mm）

f　：**10.4.1** 又は**表 D10.3** による。

-2.　U 字管式熱交換器の管は，曲げ加工による管の厚さの減少を考慮して，十分な厚さのものとしなければならない。

表 D10.3　　銅管及び銅合金管の許容応力の値

銅管及び銅合金管の許容応力の値（*f*）*N/mm*^{2}												
材料の種類（記号）		設計温度 ℃										
		50 以下	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
りん脱酸銅継目無管	*C*1201 *C*1220	41	41	40	40	34	27.5	18.5	—	—	—	—
復水器用継目無黄銅管	*C*4430	68	68	68	68	68	67	24	—	—	—	—
	*C*6870 *C*6871 *C*6872	78	78	78	78	78	51	24.5	—	—	—	—
復水器用白銅管	*C*7060	68	68	67	65.5	64	62	59	56	52	48	44
	*C*7100	73	72	72	71	70	70	67	65	63	60	57
	*C*7150	81	79	77	75	73	71	69	67	65.5	64	62

（備考）

設計温度が，本表に示す温度の中間のものについては，補間法によって許容応力を定める。

10.5.5　外圧を受ける圧力容器の強度

圧力容器の内圧が外圧より低くなるおそれがあるものにあっては，座屈に対する強度計算を行わなければならない。

10.5.6　疲労解析*

動的な荷重又は外力の繰返し荷重が過大な圧力容器にあっては，疲労解析を行わなければならない。この場合の疲労に対する累積被害度は，次式に適合しなければならない。ただし，次式のうち右辺の値は計算に使用する *S-N* 線図に応じて 1.0 以下の本会の適当と認める値まで増加することができる。

$$\sum \frac{n_i}{N_i} \leq 0.5$$

n_i　：各応力レベルでの繰返し数

N_i　：使用材料の *S-N* 線図による各応力レベルの繰返し数

10.5.7　二次応力に対する考慮

本会が必要と認めた場合には，二次応力に対する強度について考慮されなければならない。

10.5.8　熱応力に対する考慮

設計上，過大な熱応力が生ずるおそれのある圧力容器及び沸点が-55℃未満の内容物に使用される圧力容器については，熱応力に対する強度について考慮されなければならない。

10.5.9　特殊な計算法による強度計算

各部の寸法が本 **10.5** の規定に適合しない場合でも，詳細な強度検討書が提出された場合には，本会はこれを検討し，適当と認めたときはその圧力容器を承認する。

10.6　マンホール，管台等の穴及び穴の補強

10.6.1　マンホール，掃除穴及び検査穴

-1.　圧力容器には，保守及び検査を行うために，**表 D10.4** に従って，胴板又は鏡板にマンホール，掃除穴又は検査穴を設けなければならない。ただし，本会が承認した場合には，これらの穴の数及び寸法を軽減することができる。

-2.　マンホール，掃除穴及び検査穴の寸法は，**表 D10.5** を標準とする。

-3.　穴及び蓋の構造については **9.6.1-2.**によらなければならない。

表 D10.4　　マンホール，掃除穴又は検査穴

胴の内径	マンホール，掃除穴又は検査穴の数	
	容器内容積 100 *l* 以下で，かつ，内長さが 1.5 *m* 以下の圧力容器	左記以外の圧力容器
300 *mm* 以下	検査穴 1 個以上	検査穴 2 個以上
300 *mm* を超え 500 *mm* 以下		掃除穴 2 個以上，又は掃除穴及び検査穴各 1 個以上
500 *mm* を超え 750 *mm* 以下	—	マンホール 1 個以上，掃除穴 2 個以上，又は掃除穴(1)及び検査穴各 1 個以上
750 *mm* を超えるもの	—	マンホール 1 個以上(2)

注

(1) 穴の寸法は，**表 D10.5** に定める掃除穴の寸法のうち，胴の内径が 750 *mm* を超えるものに対する値を標準とする。

(2) 熱交換器その他の圧力容器で，形状又は用途の関係で，マンホールを設ける必要がないと認められる場合には，掃除穴 2 個以上に代えることができる。

表 D10.5　　穴の寸法

穴の種類	胴の内径	穴の寸法
マンホール	すべて	楕円形 ：400 *mm*×300 *mm*，円形 ：400 *mm*
掃除穴	750 *mm* を超えるもの	楕円形 ：150 *mm*×100 *mm*，円形 ：150 *mm*
	750 *mm* 以下	楕円形 ：100 *mm*×75 *mm*，円形 ：100 *mm*
検査穴	すべて	50 *mm*

10.6.2　穴の補強

マンホール，管台等を取り付けるために胴に穴を設ける場合には，補強しなければならない。ただし，次に掲げる単独の穴に対しては補強を省略することができる。

(1) 各断面に現れる穴の径（ねじ穴ではねじ底の径）が 60 *mm* 以下の径の穴で，かつ，胴の内径又は鏡板のフランジ部の内径の$\frac{1}{4}$以下のもの。

(2) 胴板に設けられる穴で，最大径が**図 D9.8** により得られる値以下の径のもの。この場合において，補強を省略できる穴の径は 200 *mm* 以下とする。

(3) 鏡板に設けられる穴で，**10.5.2-4.(2)(c)**の規定に従って鏡板の厚さを増加させた場合に補強を省略することのできるもの

10.6.3　穴の補強方法

内圧を受ける胴板及び鏡板の穴に対する補強方法については，**9.6.3** の規定によらなければならない。ただし，次に掲げる穴を設ける場合の補強については本会の適当と認めるところによる。

(1) 胴板に設けられる穴で胴の内径の 1/2 以上の径の穴

(2) 鏡板に設けられる穴で穴の周囲が，胴の外面から測り，D_0/10 より外側にある穴。ここで，D_0 は胴の外径とする。

(3) 接近して設けられた 2 つ以上の穴

10.7　圧力容器各部材の継手及び接合

10.7.1　溶接継手及び接合

-1. 溶接継手の開先の形状及び寸法並びに厚さの異なる板の突合せ溶接部のこう配については，**9.8.1-1.**及び**-2.**によらなければならない。

-2. 第 1 種圧力容器の胴の継手は次によらなければならない。

(1) 長手継手

両面溶接突合せ継手又は本会がこれと同等と認めた突合せ継手とすること。

(2) 周継手

前**(1)**と同じ。ただし，本会が認めた場合には裏当金を用いた片面溶接突合せ継手又は本会がこれと同等と認めた突合せ継手とすることができる。

-3. 第 2 種圧力容器の継手は次によらなければならない。

(1) 長手継手

前**-2.(1)**と同じ。

(2) 周継手

前**(1)**のほか，裏当金を用いた片面溶接突合せ継手又は本会がこれと同等と認めた突合せ継手とすることができる。ただし，板厚が 16 *mm* 以下の場合には片面溶接突合せ継手とすることができる。

-4. 第 3 種圧力容器の胴の継手は次によらなければならない。

(1) 長手継手

(a) 板厚が 9 *mm* を超えるとき:

前**-3.(1)**のほか，裏当金を用いた片面溶接突合せ継手又は本会がこれと同等と認めた突合せ継手とすること。

(b) 板厚が 9 *mm* 以下のとき

前**(a)**のほか，両側全厚すみ肉溶接重ね継手とすることができる。

(c) 板厚が 6 *mm* 以下のとき

前**(b)**のほか，片面溶接突合せ継手とすることができる。

(2) 周継手

前**(1)(c)**のほか，片側全厚すみ肉溶接重ね継手とすることができる。

10.7.2 溶接継手及び接合の形状

各部の溶接継手及び接合の形状については，**図 D9.11** に定めるもの又は本会がこれと同等であると認めたものでなければならない。

10.7.3 ボルト接合される蓋板の構造

支柱で支持されない平らな蓋板を胴にボルトで接合する場合の構造は，**9.8.3** によらなければならない。

10.8 付着品等

10.8.1 付着品の材質

第 1 種及び第 2 種圧力容器の胴に直接，取付けられる管台，フランジ又はディスタンスピースは取付けられる胴の材料と同等の材質のものでなければならない。ただし，ボルトで取付けられるフランジ及び本会が承認したものはこの限りでない。

10.8.2 付着品の構造*

-1. 弁，フランジ等の付着品並びにボルト，ナット，ガスケット等は，本会が適当と認めた規定に定められた構造及び寸法を有し，かつ，同規格に定める使用条件に従ったものでなければならない。

-2. 第 1 種及び第 2 種圧力容器の胴に取付けられる付着品は，溶接又はフランジ継手を用いて取付けなければならない。ただし，胴の厚さが 12 *mm* を超えるとき又は胴にねじ込みのための座を設けるときには，呼び径 32 *mm* 以下の場合に限り，ねじ込み式継手とすることができる。

10.8.3 圧力逃し装置の設置

-1. 使用状態において内部の圧力が設計圧力を超える可能性のある圧力容器には，設計圧力を超えない圧力で調整され，かつ，設計圧力の 1.1 倍を超える圧力に上昇することを防止し得る逃し弁を設けなければならない。

-2. 通常の使用状態では圧力上昇の可能性はないが，火災又は予期し難い外部熱源による加熱によって圧力が上昇し，危険を助長する可能性のある圧力容器には，設計圧力の 1.2 倍を超える圧力に上昇することを防止する圧力逃し装置を設けなければならない。ただし，空気タンク（**安全設備規則 3 編 2.16.3-2.**に規定する一般非常警報装置に使用されるものを除く。）については，火災時に自然に圧力を逃すことができ，かつ，融点が 150 ℃以下の可融片を備える場合には，この圧力逃し装置を省略することができる。

-3. 熱交換器等の圧力容器であって，伝熱管，管板，仕切板等，内部部材の損傷によって内部の圧力が設計圧力を超えるおそれのある場合には，適当な逃し弁を設けなければならない。

-4. 第 1 種圧力容器に属する蒸気発生器には，**9.9.3** に規定する安全弁を設けなければならない。

-5. 圧力容器と逃し弁又はその他の逃し装置の間には，止め弁を設けてはならない。ただし，圧力容器の使用中に逃し

装置の機能を阻害しない措置が講じられている場合にはこの限りでない。

-6. 圧力容器と逃し弁の間又は逃し弁の吐出側にラプチャディスクを設けることは差し支えない。この場合において，ラプチャディスクの破壊圧力は，逃し弁の調整圧力を超えてはならない。また，ラプチャディスクは，逃し弁の放出能力と同等以上の能力を有するものでなければならない。

10.8.4 圧力及び温度計測装置*

圧力容器の必要と認められる箇所には圧力計測装置，温度計測装置等を設けなければならない。

10.8.5 空気タンクの付着品

-1. 空気タンクの圧力逃し装置については，**10.8.3** によらなければならない。

-2. 空気タンクには有効なドレン抜きを備えなければならない。

-3. 空気タンクには圧力計測装置を設けなければならない。

10.9 試験

10.9.1 製造工場等における試験*

-1. 溶接部の試験は，本編 **11 章**の規定によらなければならない。

-2. 圧力容器及びその付着品にあっては，製造後，次により水圧試験が行われなければならない。

(1) 圧力容器の胴

(a) 第 1 種及び第 2 種圧力容器は，設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行うこと。この試験圧力によって胴の一次一般膜応力が材料の規格最低降伏点の 90 %を超える場合には，試験圧力は当該応力が降伏点の 90%となる圧力まで下げること。

(b) 第 3 種圧力容器であって本会が必要と認めたものは，前**(a)**に従って水圧試験を行うこと。

(2) 圧力容器の付着品

第 1 種及び第 2 種圧力容器の付着品のうち，圧力容器本体に直接溶接されないものについては，設計圧力の 2 倍の圧力で水圧試験を行うこと。

(3) 前**(1)**及び**(2)**に該当しない熱交換器並びに特殊な容器並びにこれらの付着品について本会がその都度定める。

11 章　機関の溶接

11.1　一般

11.1.1　適用

-1. 本章の規定は，機関の溶接に適用する。

-2. 本章で特に定める事項以外の事項については，**M 編**の規定を適用する。

11.1.2　母材

-1. 溶接を行う母材は溶接に適した材料とし，炭素含有量を炭素鋼及び低合金鋼の鋳鍛造品にあっては 0.23%以下，鋳鍛造品以外の炭素鋼及び低合金鋼にあっては 0.35%以下としなければならない。ただし，溶接施工条件等を考慮して本会が承認した場合には，炭素含有量は本会が承認した値まで増加することができる。

-2. 母材が高張力鋼の場合の炭素当量の上限値については本会の適当と認めるところによる。

11.2　溶接施工方法及びその施工要領

11.2.1　溶接施工方法及びその施工要領の承認*

-1. 製造者は，溶接施工方法について，次のいずれかに該当する場合，本会の承認を得なければならない。

(1) 次に掲げる溶接工事に当該溶接施工方法を初めて適用する場合

(a) 溶接構造のウインドラスの溶接工事

(b) 溶接構造のボイラ（煙管，管支柱，過熱器管，熱媒油加熱器の伝熱管等を含む），第 1 種及び第 2 種圧力容器（熱交換器の伝熱管を含む）の溶接工事

(c) 原動機等の主要部品（**表 D2.2**，**3.2.1-1.**，**4.1.2(5)**及び **5.2.1-1.**に掲げる主要部品をいう。以下，本章において同じ。）の溶接工事

(d) 1 類管及び 2 類管の溶接工事

(e) 特殊な材料を用いた溶接工事

(f) 特殊な溶接施工方法を採用した溶接工事

(2) 承認を得た溶接施工要領書の記載事項について変更を要する場合

(3) 本会検査員が特に必要と認めた場合

-2. **-1.**の溶接施工方法に該当する施工要領は，溶接施工要領書として取りまとめ，本会の承認を得なければならない。なお，同要領書は **M 編 2.2.2-2.**及び**-3.**に規定する事項を含んでいること。

-3. **-1.(1)(b)**から**(f)**のいずれかに適用する溶接施工方法及びその施工要領の承認試験を行う場合は，当該溶接工事に関連する詳細な資料を提出し，本会の承認を得なければならない。

11.2.2　試験の実施*

M 編 4.1.3 の規定による。ただし，次に掲げる溶接施工方法及びその施工要領の承認試験にあっては，別に定めるところによる。

(1) 溶接構造のウインドラスに適用する溶接施工方法及びその施工要領であって，**K 編**に規定する材料以外を母材として試験を実施するもの

(2) 溶接構造のボイラ（ただし，煙管，管支柱，過熱器管，熱媒油加熱器の管等を除く），第 1 種及び第 2 種圧力容器（ただし，熱交換器の管を除く）又は原動機等の主要部品の溶接工事に適用する溶接施工方法及びその施工要領

(3) **11.2.1-1.(1)(e)**又は**(f)**に適用する溶接施工方法及びその施工要領

11.2.3　承認の範囲*

M 編 4.1.4 の規定を準用する。ただし，**11.2.1-1.(1)(a)**並びに **11.2.2(2)**及び**(3)**に掲げる溶接施工方法及びその施工要領の承認の範囲にあっては，別に定めるところによる。

11.3 溶接後熱処理

11.3.1 溶接後熱処理の方法*

-1. 母材に，炭素鋼，炭素マンガン鋼及び低合金鋼を用いた溶接部に対して，以下の各条において要求される溶接後熱処理による応力除去の方法は次によらなければならない。

(1) 全体加熱による方法

(a) 加熱炉への取入れ及び取出し温度は 400℃未満とすること。

(b) 400℃以上の温度における加熱速度及び冷却速度は次のとおりとすること。

i) 加熱速度≦220×25/t（℃/時），ただし，220（℃/時）以下とする。

ii) 冷却速度≦275×25/t（℃/時），ただし，275（℃/時）以下とする。

t：溶接部の最大厚さ（mm）

(c) 保持温度は**表 D11.1** のとおりとし，溶接部の最大厚さが 25mm につき 1 時間の割合以上保持した後徐冷する。ただし，本会の承認を得た場合には，**表 D11.2** による保持温度まで低減して差し支えない。

(d) 加熱及び冷却中における各部分の温度差は 4500mm の範囲において 130℃以内，また，保持時間中における加熱部全体の温度差は 80℃以内とすること。

(e) 各部分の最高加熱温度は各材料の最終熱処理温度より 20℃低い温度以上としてはならない。

(2) 局部加熱による後熱処理

(a) 後熱処理に際しては加熱部と非加熱部との温度こう配を緩やかにし，材質に有害な影響を与えないようにすること。

(b) 加熱範囲は，溶接部の中心から両側に溶接部の板厚のそれぞれ 6 倍以上の範囲とすること。ただし，周継手では溶接ビード最大幅の外側に板厚の 3 倍（管にあっては 2 倍）以上の範囲とすることができる。

(c) 400℃以上の温度における加熱速度及び冷却速度は前**(1)(b)**による。

(d) 後熱処理に際しての保持温度及び保持時間は，前**(1)(c)**による。温度保持中又は加熱及び冷却中は，加熱部全体にわたり，できる限り一様な温度とすること。

-2. 前**-1.**に定める以外の材料の溶接後熱処理の方法については母材，溶接材料の種類又は溶接施工方法等に応じて本会が適当と認めるところによる。

-3. 低合金鋼，合金鋼等，特殊な材料の溶接後熱処理については，材料の切欠きじん性の低下を避け，かつ，熱処理に起因する割れに対し，十分な考慮が払われなければならない。

表 D11.1 溶接後熱処理温度

鋼種	最低保持温度 ℃
炭素鋼 炭素マンガン鋼 0.3M_0 鋼 0.5M_0 鋼 0.5Cr-0.5M_0 鋼 1 Cr -0.5M_0 鋼 1 $^1/_4Cr$-0.5M_0 鋼	600
2 $^1/_4Cr$-1M_0 鋼 5Cr-0.5M_0 鋼 0.5Cr-0.5M_0-0.25V 鋼	680

表 D11.2　　保持温度の低減に対する保持時間(2) (3)

最低保持温度℃	最小保持時間
$T-30$	2
$T-60$	3
$T-90$(1)	5

注

(1) 炭素鋼及び炭素マンガン鋼のみに適用する。

(2) 表中の中間の値は補間法によって決定する。

(3) T は表 D11.1 の中の最低保持温度とする。

11.3.2　　溶接後熱処理中の温度の計測及び記録

温度は，原則として加熱部を対象として熱電対により自動的に測定することとするが，炉内温度で加熱部の各部の温度を推定できる場合には，炉内温度で代用しても差し支えない。

後熱処理を行った場合は，次の事項を記録しなければならない。

(1) 炉又は加熱装置の形式，種類

(2) 保持温度及び保持時間

(3) 加熱速度及び冷却速度

(4) その他必要な事項

11.4　　ボイラの溶接

11.4.1　　一般

ボイラの圧力を受ける部分に溶接工事を行う場合には，本 11.4 の規定によらなければならない。

11.4.2　　継手の食違い及び真円度

-1. 突合せ溶接の継手の食違いは次の値を超えてはならない。

(1) 縦継手の場合

板厚が 20*mm* 以下のときは 1*mm*

板厚が 20*mm* を超え 60*mm* 未満のときは板厚の 5%

板厚が 60*mm* 以上のときは 3*mm*

(2) 周継手の場合

板厚が 15*mm* 以下のときは 1.5*mm*

板厚が 15*mm* を超え 60*mm* 未満のときは板厚の 10%

板厚が 60*mm* 以上のときは 6*mm*

-2. 内面に圧力を受ける胴の軸に垂直な同一面における最大内径と最小内径との差（真円度）は，設計内径の 1%を超えてはならない。

11.4.3　　溶接後熱処理*

-1. ボイラは，管台，補強材等すべての付着品を含めた溶接工事の完了後，残留応力除去のための溶接後熱処理を行わなければならない。ただし，溶接部の厚さが炭素鋼及び炭素マンガン鋼で 19*mm* 以下，また合金鋼で 13*mm* 以下の次の部分については，溶接施工方法，予熱，後熱条件等を考慮して本会が差し支えないと認めた場合には，溶接後熱処理を省略することができる。

(1) 管相互，管と管フランジ及び管と管寄せの溶接部

(2) 管寄せの周継手部

(3) 本会が特に承認した箇所の溶接部

-2. 溶接後熱処理を行ったボイラに次の**(1)**又は**(2)**に該当する軽すみ肉溶接工事を行った場合には，改めて溶接後熱処理を行う必要はない。

(1) 漏れ止め溶接

(2) のど厚が 6*mm* 以下，溶接長が 50*mm* 以下で，かつ，間隔が 50*mm* 以上の断続溶接による取付け物の溶接

11.4.4 製品溶接確認試験*

-1. ボイラ胴の溶接継手部については，製品溶接確認試験を行わなければならない。火炉板の溶接継手部については，製品溶接確認試験として型曲げ試験，ローラ曲げ試験及び放射線透過試験のうちいずれかの試験を行うにとどめて差し支えない。

-2. 製品溶接確認試験における供試板は次の規定により採取しなければならない。

(1) 供試板は胴ごとに，その溶接線が胴の縦継手と同一線上にあるように取付け，胴の縦継手と同時に溶接すること。

(2) 胴の周継手に対する供試板は，周継手と同等の溶接条件で別個に製作すること。ただし，胴に縦継手がない場合又は周継手の溶接施工方法が縦継手と著しく異る場合を除き周継手に対する供試板は省略できる。

(3) 供試板は，規格，種別及び厚さが母材と同じ材料（厚さの異なる板を溶接する場合には薄い方をとる。）とし，溶接によってそりを生じないようにすること。

(4) 供試板は，本体の溶接部と同様に溶接後熱処理を行い，本体の加熱温度及びその時間を超えて加熱しないこと。

-3. 供試板について行う試験は，継手引張試験及び曲げ試験並びにマクロ試験とする。曲げ試験については，型曲げ試験又はローラ曲げ試験とする。この場合，試験片の数及び寸法は**表 D11.3** のとおりとする。

-4. 試験方法及びその合格基準は次の規定によらなければならない。

(1) 継手引張試験

引張試験による引張強さは，規格による母材の最小引張強さより小であってはならない。ただし，試験片が母材部で切断し，その引張強さが規格による母材の最小引張強さの 95%以上で，溶接部に欠陥が認められない場合には合格とすることができる。

(2) 型曲げ試験及びローラ曲げ試験

溶接部を中央におき，側曲げ試験ではいずれかの側面が引張側になるように，裏曲げ試験では溶接部の狭い側が引張側になるように，本会が適当と認める曲げ試験用治具を用いて 180 度曲げる。試験片を曲げた後の外面に 3*mm* 以上のき裂その他の欠陥があってはならない。ただし，試験片の縁角に生じた傷は，試験の成績には関係ないものとする。

(3) マクロ試験

き裂，溶込み不良，融合不良その他有害な欠陥があってはならない。

-5. 引張試験の結果が規定の 90%以上の場合，又は型曲げ試験又はローラ曲げ試験において溶接部の欠陥以外の欠陥が生じた場合には，再試験を行うことができる。この場合には，不合格になった試験片 1 個につき，さらに 2 個の試験片を同一供試板から採取し，この試験片のすべてが試験に合格しなければならない。

表 D11.3 試験片の数及び寸法

試験片の数		試験片の寸法
継手引張試験 1		**M 編表 M3.1** に規定する試験片
型曲げ試験又は ローラ曲げ試験	表曲げ試験片及び裏曲げ試験片 1 組 又は側曲げ試験片 1	**M 編表 M3.2** に規定する溶接施工方法承認試験に用いる試験片
マクロ試験片 1		—

（備考）

供試板の厚さが 20*mm* 以下の場合は，表曲げ試験及び裏曲げ試験を行い，20*mm* を超える場合は側曲げ試験を行う。

11.4.5 長手及び周継手の非破壊試験*

-1. ボイラ胴（管寄せを含む。）は，長手及び周継手の全長について放射線透過試験を行わなければならない。

-2. 放射線透過試験の透過写真撮影法は，溶接深さの 2%の大きさの欠陥を検出できるものであることを要し，写真フィルムには溶接深さの 2%に相当する透過度計の映像が明らかに現われていなければならない。

-3. 透過写真フィルムは，製品の撮影位置との関連を明確にしなければならない。

-4. 放射線透過写真には，次の事項を記載した書類を付さなければならない。

(1) 材料の厚さ（平坦又は余盛）

(2) 焦点と溶接部表面との距離

(3) 溶接部表面とフィルムとの距離

(4) 使用透過度計の種類

-5. 放射線透過試験を行う場合の溶接継手の余盛

放射線透過試験を行う場合の溶接継手の余盛は，試験に差し支えない程度まで，整形しなければならない。この場合の余盛の高さは次のものを標準とする。

(1) 両面溶接突合せの継手 ： **表 D11.4** による。

(2) 片面溶接突合せ継手 ： 板厚にかかわらず 1.5*mm* 以下

-6. 試験によって発見された欠陥の処置については次によらなければならない。

(1) 溶接部のき裂，融合不良，溶込み不良等の欠陥は，その部分からはつり取って再溶接すること。

(2) ブローホール，スラグ巻込み等の欠陥は，欠陥の形状，寸法及び分布を考慮し，本会が適当と認めるところにより補修すること。

-7. 補修溶接を行った場合には，改めてその部分について放射線透過試験を行わなければならない。

-8. 前**-1.**から**-7.**の規定にかかわらず，本会が特に承認した場合には，透過写真フィルムを用いた放射線透過試験に代えて適当な非破壊試験を行うことができる。

表 D11.4　　余盛の許容高さ

母材の厚さ（*mm*）	12 以下	12 を超え 25 以下	25 を超えるもの
余盛の許容高さ	1.5	2.5	3.0

11.4.6　その他の溶接部の非破壊試験*

-1. **11.4.5** の溶接部を除く重要な部分の溶接部については，適当な非破壊試験を行わなければならない。

-2. 非破壊試験の方法については **11.4.5-2.**から**-7.**の規定によるほか採用する非破壊試験に応じて適当なものでなければならない。ただし，本会が特に承認した場合には，放射線透過試験は，透過写真フィルムを用いた放射線透過試験に代えて他の適当な方法によって差し支えない。

11.5　圧力容器の溶接

11.5.1　一般

圧力容器の圧力を受ける部分に溶接工事を行う場合には本 **11.5** の規定によらなければならない。

11.5.2　継手の食違い，真円度及び角変形

-1. 突合せ溶接の継手の食違いは，次に掲げる値を超えてはならない。

(1) 長手継手，鏡板内の継手及び半球形鏡板との胴の継手

(a) 板の実際厚さ *t* が 50*mm* 以下のときは$\frac{1}{4}t$（最大 3.2*mm*）

(b) 板の実際厚さ *t* が 50*mm* を超えるときは$\frac{1}{16}t$（最大 9*mm*）

(2) 周継手

(a) 板の実際厚さ *t* が 40*mm* 以下のときは$\frac{1}{4}t$（最大 5*mm*）

(b) 板の実際厚さ *t* が 40*mm* を超えるときは$\frac{1}{8}t$（最大 19*mm*）

(3) 球形胴の溶接継手，鏡板内の溶接継手及び全半球形鏡板と胴の溶接継手は，長手継手の値とする。

-2. 内面に圧力を受ける胴の軸に垂直な同一面での真円度は **11.4.2** の規定によらなければならない。

-3. 溶接部には著しい角変形があってはならない。

-4. 外面に圧力を受ける胴の真円度及び角変形については，座屈強度を考慮してその都度定める。

11.5.3　応力除去*

-1. 第 1 種圧力容器は，当金，フランジ，管台，補強材等すべての付着品を溶接した後，残留応力除去等のため溶接後熱処理を行わなければならない。

-2. 第 2 種圧力容器で次の**(1)**又は**(2)**に該当する場合は，前**-1.**の規定に準じて応力除去を行わなければならない。

(1) 胴板の厚さが 30*mm* を超える場合

(2) 胴板の厚さが 16*mm* 以上で，次式によるT_nより大きい場合

$$T_n = \frac{D}{120} + 10$$

D ：胴の内径（mm）

-3. 前**-1.**及び**-2.**の規定にかかわらず，炭素鋼又は炭素マンガン鋼製圧力容器に対する圧力上昇による機械的応力除去は，本会が差し支えないと認め，かつ，次の**(1)**から**(4)**に示す条件を満足する場合には，熱処理に代えて行うことができる。

(1) ノズルなどの複雑な溶接部分は，圧力容器の本体に溶接する前に熱処理されていること。

(2) 板厚は本会が適当と認めた値を超えていないこと。

(3) 機械的応力除去中に，最大一次一般膜応力が材料の降伏応力の 90%に近くなるが超えないことを確認するために詳細な応力解析が行われていること。本会は，解析計算を証明するために応力除去のための圧力上昇のひずみ計測を，要求することがある。

(4) 機械的応力除去の施工法は，あらかじめ承認のために本会に提出すること。

-4. 特に切欠きじん性のすぐれた材料を使用する場合には，本会の承認を得て応力除去を省略することができる。

-5. 応力除去を行った圧力容器に，次に該当する溶接を行った場合には，応力除去を省略して差し支えない。

(1) 炭素鋼及び炭素マンガン鋼にあっては次の場合

(a) 内径 50mm 以下の付着品をのど厚 12mm 以下のすみ肉溶接で取付けるとき

(b) 圧力のかからない取付物をのど厚 12mm 以下のすみ肉溶接で取付けるとき

(c) スタッド溶接部

(2) 前**(1)**以外の材料にあっては，本会が特に承認した溶接部。この場合，溶接中には適当な予熱を行うこと。

11.5.4 製品溶接確認試験*

-1. 第 1 種圧力容器の溶接部については，本 **11.5.4** に定める製品溶接確認試験を行わなければならない。

(1) 供試板は次の規定により採取する。

(a) 供試板は胴ごとに，その溶接線が胴の縦継手と同一線上にあるように取付け，胴の縦継手と同時に溶接しなければならない。また，供試板は溶接工事中，変形を最小限にとどめること。

(b) 胴の周継手に対する供試板は，周継手と同等の溶接条件で別個に製作すること。ただし，胴に縦継手がない場合又は周継手の溶接施工方法が縦継手と著しく異なる場合を除いて周継手に対する供試板は不要である。

(c) 供試板は，本体に用いる材料の一部を用いるのを原則とする。

(2) 供試板について行う機械試験は，継手引張試験，曲げ試験及びシャルピー衝撃試験とする。曲げ試験については，型曲げ試験又はローラ曲げ試験とする。この場合，試験片の数及び寸法は**表 D11.5** のとおりとする。

(3) 試験方法及びその合格基準は次の規定による。

(a) 継手引張試験及び型曲げ試験並びにローラ曲げ試験については，**11.4.4-4.(1)**及び**(2)**による。

(b) 衝撃試験

衝撃試験片は，縦軸を溶接線に垂直とし，その表面が板の表面から 5mm の位置になるように切出す。また，試験片の切欠きは，溶接線の中心と一致させ，板の表面に垂直な試験片の表面に入れる。3 個の試験片の吸収エネルギーの平均値は，本会の承認を得た値以上であること。

-2. 第 2 種圧力容器の溶接を行うときは，前**-1.**に定める製品溶接確認試験を行わなければならない。だたし，前**-1.(2)**の規定のうち，型曲げ試験又はローラ曲げ試験を行う必要はない。

-3. 再試験については，次によらなければならない。

(1) 試験に不合格の場合には，再試験を行うことができる。引張及び曲げ試験においては，不合格になった試験片 1 個につき，さらに 2 個の試験片を同一の供試板又はこれと同時に製作した他の供試板から採取し，この再試験片のおのおのが試験に合格すること。衝撃試験にあっては，さらに 1 組（3 個）の試験片を同一の供試板又はこれと同時に製作した他の供試板から採取し合計 6 個の平均値が規定の平均値以上あるときは合格とする。

(2) 再試験を行い得る場合は，次のとおりとする。

(a) 引張試験及び衝撃試験において，試験成績が規定の 90%以上の場合

(b) 型曲げ試験又はローラ曲げ試験において，試験の不合格の原因が溶接部の欠陥以外にあると認められる場合

-4. 圧力容器の製品溶接確認試験は，過去の実績を考慮して検査員が差し支えないと認める場合には，その実施の程度を軽減することができる。

表 D11.5　　試験片の数及び寸法

試験片の数		試験片の寸法
継手引張試験　1		**M 編表 M3.1** に規定する試験片
型曲げ試験又は ローラ曲げ試験	表曲げ試験片及び裏曲げ試験片　1 組 又は側曲げ試験片　1	**M 編表 M3.2** に規定する溶接施工方法承認試験に用いる試験片
シャルピー衝撃試験片　1 組		**K編 2.2.4** に規定する*U*4 号試験片

（備考）

供試板の厚さが 20*mm* 以下の場合は，表曲げ試験及び裏曲げ試験を行い，20*mm* を超える場合は側曲げ試験を行う。

11.5.5　　溶接継手に対する非破壊試験*

-1.　次の**(1)**又は**(2)**に該当する突き合せ溶接継手部については，その全長について放射線透過試験を行わなければならない。

(1)　第一種圧力容器の長手及び周継手。

(2)　全線放射線透過試験を行うことを条件に継手効率を定めた溶接継手。

-2.　部分放射線透過試験を行うものとして継手効率を定めたものは，次の要領で放射線透過試験を行わなければならない。

(1)　同一溶接方法，同一溶接士によって溶接を行った長手継手の 20%以上（最小 300*mm*）の長さ及び長手継手と交差する周継手部について行う。

(2)　放射線透過試験を行う個所は，検査員の指示するところによる。

-3.　放射線透過試験の方法，欠陥の処置等については，**11.4.5-2.**から**-7.**の規定を準用する。ただし，本会が特に承認した場合には，透過写真フィルムを用いた放射線透過試験に代えて他の適当な方法によって差し支えない。

-4.　前**-1.**及び**-2.**の規定にかかわらず本会が特に承認した場合には，放射線透過試験に代えて超音波探傷試験を行うことができる。

11.5.6　　その他の溶接部の非破壊試験*

-1.　全線放射線透過試験が必要な圧力容器の開口部及び補強材などの付着品の取付け溶接部については放射線透過試験又は本会が適当と認める磁粉探傷試験を行わなければならない。ただし，これらの試験を行うことが適切でない場合又は本会が溶接位置，溶接形状等を考慮して認めた場合には，浸透探傷試験，超音波探傷試験又は他の適当な試験に代えることができる。

-2.　部分放射線透過試験を行う圧力容器の開口部及び補強材などの付着品の取付け付着部については抜取り法によって前**-1.**の非破壊試験を行わなければならない。

-3.　非破壊試験の方法，欠陥の処理等については **11.5.5** に準拠する。

11.6　　管装置の溶接

11.6.1　　一般

-1.　管の溶接工事を行う場合には，本 **11.6** の規定によらなければならない。

-2.　**11.6.2**，**11.6.3** 及び **11.6.4** の規定は，**12 章**に定める 1 類管及び 2 類管並びにこれらに用いられる弁及び管取付物の溶接に適用する。

11.6.2　　継手の形状等*

-1.　開先の加工は，本会が適当と認める規格及び承認図面に従って，溶接施工に適したものとしなければならない。また，当該加工の実施は，機械加工によることが望ましく，ガス切断による場合，酸化物及び不均一な切断による切欠きをグラインダ又は裏掘りにより除去しなければならない。

-2.　継手の形状は，溶接施工に適したものとしなければならない。

-3.　管相互の継手の食違いは，溶接施工に適したものとし，**表 D11.6** に規定する許容値を超えてはならない。

-4.　溶接の組立ては，定められた許容誤差内で適切に施工しなければならない。仮付け溶接は，母材に適した方法で施工しなければならない。仕上げ溶接の一部となる仮付け溶接は，承認された施工要領により施工しなければならない。溶接材料に予熱が要求される場合には，仮付け溶接においても同様に予熱を行わなければならない。

表 D11.6　　管相互の継手の食違いの許容値

		溶接施工時の管の直径（内径）及び厚さ		
		管の直径 150*mm* 未満，かつ，厚さ 6*mm* 以下	管の直径 300*mm* 未満，かつ，厚さ 9.5*mm* 以下（左欄に該当するものを除く。）	管の直径 300*mm* 以上，又は，厚さ 9.5*mm* を超える
食違いの許容値	裏当金なし	1.0*mm* 又は管の厚さの 1/4 のうちいずれか小さい方	1.5*mm* 又は管の厚さの 1/4 のうちいずれか小さい方	2.0*mm* 又は管の厚さの 1/4 のうちいずれか小さい方
	裏当金あり	0.5*mm*		

11.6.3　　溶接部の予熱*

-1.　管の溶接は，必要に応じて適当な予熱を行うなどして，いかなる場合も乾燥した状態で行わなければならない。

-2.　材料の種類及び溶接部の厚さに応じて，**表 D11.7** に定める最低予熱温度まで予熱を行わなければならない。ただし，低水素系の溶接材料を用いない場合には，**表 D11.7** に規定する温度より高い温度まで予熱することについて特別に検討しなければならない。

-3.　**表 D11.7** に示す材料以外の材料の予熱については，母材及び溶接材料の種類，溶接方法等に応じて本会が適当と認めるところによる。

表 D11.7　　最低予熱温度

材料の種類	溶接部の最大厚さ(1)（*t*）（*mm*）	最低予熱温度（℃）
$C+\frac{Mn}{6}\le 0.4$ (2)	$t\ge 20$ (7)	50
$C+\frac{Mn}{6}> 0.4$ (2)	$t\ge 20$ (7)	100
0.3*Mo* 鋼 0.5*Mo* 鋼(3)	$t\ge 13$ (7)	100
1*Cr*-0.5M_0 鋼(4) 1.25*Cr*-0.5M_0-0.75*Si* 鋼(5)	$t< 13$	100
	$t\ge 13$	150
2.25*Cr*-1M_0 鋼(6) 0.5*Cr*-0.5M_0-0.25*V* 鋼(8)	$t< 13$	150
	$t\ge 13$	200

（注）

1. 余盛の厚さは除く。
2. **K 編 4.2** に定める第 1 種，第 2 種及び第 3 種が該当する。
3. **K 編 4.2** に定める第 4 種 12 号が該当する。
4. **K 編 4.2** に定める第 4 種 22 号が該当する。
5. **K 編 4.2** に定める第 4 種 23 号が該当する。
6. **K 編 4.2** に定める第 4 種 24 号が該当する。
7. 本会が特に承認した場合を除き，0℃未満の周囲温度で溶接を行う場合には，厚さにかかわらず，当該材料の最低予熱温度まで予熱する必要がある。
8. 厚さが 6*mm* 以下であり，かつ，溶接施工方法承認試験の硬さ試験の結果により，本会の承認を得て予熱を省略することができる。

11.6.4　　溶接後熱処理

-1.　管は，溶接終了後，材料の種類に応じて，**表 D11.8** に定める厚さのものに対して，応力除去熱処理を行わなければならない。また，当該熱処理は，材料の規定の特性を損なうものであってはならず，必要に応じて，その影響について検証しなければならない。

-2.　材料の種類及び溶接部の厚さに応じて，**表 D11.8** に定めるところにより，応力除去熱処理を行わなければならな

い。ただし，酸素アセチレン溶接を採用する場合には，**表 D11.9** に定めるところにより，熱処理を行わなければならない。

-3. 応力除去熱処理の温度は，材料の最終焼きならし温度よりも 20℃以上低くなければならない。

-4. **表 D11.8** に示す材料以外の材料の管及び管装置に対する溶接後熱処理については，母材及び溶接材の種類，溶接方法等に応じて本会が適当と認めるところによる。

表 D11.8　　応力除去熱処理

材料の種類	溶接部の最大厚さ(1)（t）（mm）	最低保持温度 ℃
炭素鋼 炭素マンガン鋼(2)	$t \geq 15$(7)(8)	600
0.3Mo 鋼 0.5Mo 鋼(3)	$t \geq 15$(7)	
1Cr-0.5M_0 鋼(4) 1.25Cr-0.5M_0-0.75Si 鋼(5)	$t > 8$	
2.25Cr-1M_0 鋼(6) 0.5Cr-0.5M_0-0.25V 鋼	すべて(9)	680

（注）

1. 余盛の厚さは除く。
2. **K 編 4.2** に定める第 1 種，第 2 種及び第 3 種が該当する。
3. **K 編 4.2** に定める第 4 種 12 号が該当する。
4. **K 編 4.2** に定める第 4 種 22 号が該当する。
5. **K 編 4.2** に定める第 4 種 23 号が該当する。
6. **K 編 4.2** に定める第 4 種 24 号が該当する。
7. 低温におけるシャルピー衝撃値が規定された材料については，本会の承認を得て，応力除去熱処理が要求される溶接部の厚さの最小値を増加させることができる。
8. 厚さ 30 mm 以下の管に対しては，本会の承認得て応力除去熱処理を省略することができる。
9. 厚さ 8 mm 以下，直径 100 mm 以下であって，かつ，最低使用温度が 450 ℃以上の管に対しては応力除去熱処理を省略することができる。

表 D11.9　熱処理

材料の種類	熱処理の種類及び温度（℃）
炭素鋼 炭素マンガン鋼(1)	焼ならし 880 から 940
0.3*Mo* 鋼 0.5*Mo* 鋼(2)	焼ならし 900 から 940
1*Cr*-0.5M_0 鋼(3) 1.25*Cr*-0.5M_0-0.75*Si* 鋼(4)	焼ならし 900 から 960 焼戻し 640 から 720
2.25*Cr*-1M_0 鋼(5)	焼ならし 900 から 960 焼戻し 650 から 780
0.5*Cr*-0.5M_0-0.25*V* 鋼	焼ならし 930 から 980 焼戻し 670 から 720

（注）

1. **K 編 4.2** に定める第 2 種 4 号及び 3 種 4 号が該当する。
2. **K 編 4.2** に定める第 4 種 12 号が該当する。
3. **K 編 4.2** に定める第 4 種 22 号が該当する。
4. **K 編 4.2** に定める第 4 種 23 号が該当する。
5. **K 編 4.2** に定める第 4 種 24 号が該当する。

11.6.5　非破壊試験*

-1. 管の溶接継手は，原則として，内側も含め可能な範囲において外観検査を行うほか，管の分類及び溶接継手の種類に応じ，次の**(1)**から**(3)**に規定する非破壊試験を行わなければならない。

(1) 突合せ溶接継手の場合は，次の**(a)**から**(d)**による。

(a) 呼び径 65*A* を超える 1 類管の突合せ溶接継手に対しては，全線放射線透過試験を行う。

(b) 呼び径 90*A* を超える 2 類管の突合せ溶接継手に対しては，無作為に選んだ少なくとも 10%の範囲について，放射線透過試験を行う。

(c) 本会は，**(a)**及び**(b)**に該当しない管の突合せ溶接継手に対し，材料の種類，溶接施工方法又は施工条件を考慮して追加の放射線透過試験を要求することがある。

(d) 同等の溶接品質が確保され得る場合，本会の承認を得て，**(a)**から**(c)**に規定する放射線透過試験を超音波探傷試験に代えることができる。

(2) 1 類管と管フランジとのすみ肉溶接継手に対しては，磁粉探傷試験又は他の適当な非破壊試験を行う。また，他のすみ肉溶接継手（2 類管又は 3 類管と管フランジとのすみ肉溶接継手並びにスリーブ式溶接継手等）に対しては，本会は管の材質，寸法及び使用条件などを考慮して，磁粉探傷試験又はこれと同等と検査員が認める非破壊試験を要求することがある。

(3) 本会は，材料の種類，溶接施工方法，施工条件等を考慮して，**(1)**及び**(2)**に規定する非破壊試験に加え，追加の超音波探傷試験を要求することがある。

-2. 放射線透過試験及び超音波探傷試験は，適切な手法及び訓練を受けた技術者により行わなければならない。

-3. 磁粉探傷試験は，適当な装置及び方法に従い，欠陥の検出に十分な強度の磁束を発生させて行わなければならない。本会は，当該装置に対し，標準サンプルを用いた性能確認を要求することがある。

-4. 放射線透過試験については，**11.4.5-2.**から**-7.**の規定を準用する。ただし，本会が特に承認した場合には，透過写真フィルムを用いた放射線透過試験に代えて他の適当な方法によって差し支えない。

11.7　原動機等の主要部品の溶接

11.7.1　一般

-1. 原動機等の主要部品に溶接工事を行う場合には，本 **11.7** の規定によらなければならない。

-2. 原動機等の主要部品を溶接構造とする場合には，溶接部の形状及び寸法，溶接材料，溶接施工方法，熱処理，非破壊試験について本会の承認を得なければならない。

11.7.2　継手の食違い，開先形状等

-1. 突合せ継手の食違いは次によらなければならない。

(1) 溶接部の厚さが 40*mm* 以下のときは，厚さの 1/4 以下で，かつ，最大 5*mm* とすること。

(2) 溶接部の厚さが 40*mm* 超えるときは，厚さの 1/8 以下で，かつ，最大 19*mm* とすること。

-2. 厚さが異なる部材の突合せ溶接の場合には厚い側の部材を適当な勾配によって薄い側の部材の厚さまで削正しなければならない。

-3. 強度上重要な部分の突合せ及び *T* 継手溶接は，溶接ルート部に欠陥を生じないように裏はつりを行うか又は他の適当な方法を採用しなければならない。

-4. 曲げ応力を受ける部分にすみ肉溶接を行う場合には，止端部の形状を円滑にしなければならない。

-5. 溶接部には著しい変形が生じないよう工事しなければならない。

11.7.3　溶接部の予熱

-1. 厚板の溶接，炭素量が 0.23%を超える鋼材又は低合金鋼材若しくは合金鋼材の溶接等にあって，本会が必要と認めた場合には，溶接部の予熱を行わなければならない。

-2. 予熱の方法及び最低予熱温度は母材及び予熱材料の種類，溶接部の厚さ，溶接施工方法等に応じて本会が適当と認めるところによる。

11.7.4　溶接後熱処理

厚い部材を用いる場合，拘束条件が厳しい場合等で，溶接後の残留応力が構造物の強度に悪影響を及ぼすと認められる場合には溶接後熱処理を行わなければならない。

11.7.5　非破壊試験

溶接部について本会は，使用材料，寸法及び使用条件等を考慮して超音波探傷試験，磁粉探傷試験，浸透探傷試験等の適当な非破壊試験を要求することがある。

12 章　管，弁，管取付け物及び補機

12.1　一般

12.1.1　適用

-1. 本章は，管，弁，管取付け物及び補機の設計，工作及び試験について規定する。

-2. 次に掲げる管装置は，該当各編の規定による。

(1) **S 編**の適用を受ける危険化学品ばら積船の貨物管装置及び船上の炭化水素/化学品のプロセス用管装置

(2) **N 編**の適用を受ける液化ガスばら積船の貨物/ガス燃料及プロセス用管装置，並びに **GF 編**の適用を受ける低引火点燃料船のガス燃料管装置

(3) **GF 編 2.2.1-28.**に定める低引火点燃料の管装置であって，前**(2)**に該当しないもの

12.1.2　用語

-1. 設計圧力

設計圧力とは，管内流体の最高使用圧力をいう。ただし，次の**(1)**から**(4)**のいずれよりも小であってはならない。

(1) 圧力逃し弁又はこれに代わる過圧防止装置が備えられている管装置にあっては，当該逃し弁又は過圧防止装置の調整圧力を基準とした圧力。ただし，ボイラに接続される蒸気管装置又は圧力容器に取り付けられる管装置にあってはボイラ胴の設計圧力（過熱器を有するボイラにあっては呼び圧力）又は圧力容器の胴の設計圧力

(2) ポンプの吐出側においては，定格回転時に，ポンプ吐出側の弁を全閉としたときのポンプの吐出圧力を基準とした圧力。ただし，ポンプに逃し弁又は過圧防止装置を有する場合はその調整圧力を基準とした圧力

(3) ボイラの吹出し管装置にあっては，**9.9.6-3.**に定める圧力

(4) 燃料油に用いられる管，弁及び管取り付け物にあっては 0.3 *MPa* 又は最大使用圧力のうちいずれか大きい方の圧力。ただし，使用温度が 60 ℃を超え，かつ，使用圧力が 0.7 *MPa* を超える燃料油に用いられる管，弁及び管取り付け物にあっては，1.4 *MPa* 又は最大使用圧力のうちいずれか大きい方の圧力。

-2. 設計温度

設計温度とは，計画された状態における管内流体の最高使用温度をいう。

-3. 管取付け物

本編において管取付け物とは，管フランジ，メカニカルジョイント，パイプピース，伸縮継手，フレキシブル管継手等の管接続金物及びこし器，分離器等，管装置中に用いられる取付け物をいう。

-4. フレキシブル管継手

フレキシブル管継手とは，金属または非金属の短い長さの管で，両端に継手を有するフレキシブル管をいう。なお，重要な用途または，可燃性，毒性の媒体に使用するフレキシブル管継手は，長さが 1.5 *m* を超えてはならない。

12.1.3　管の分類

-1. 管は，流体の種類，設計圧力及び設計温度に応じて**表 D12.1** に示すとおり分類する。ただし，ドレン管，オーバフロー管，排ガス管，安全弁排気管，蒸気逃し管等の開口端を有する管は，設計温度にかかわらず 3 類管とする。

-2. 前**-1.**に規定されていない流体に使用する管の分類については，その流体の性状及び使用条件によって，その都度定めるところによる。

表 D12.1　管の分類

流体の種類	設計圧力及び設計温度		
	1 類管	2 類管(1)	3 類管
蒸気	1.6 *MPa* 又は 300 ℃を超えるもの	1.6 *MPa* 以下で，かつ，300 ℃以下のもの	0.7 *MPa* 以下で，かつ，170 ℃以下のもの
熱媒油	1.6 *MPa* 又は 300 ℃を超えるもの	1.6 *MPa* 以下で，かつ，300 ℃以下のもの	0.7 *MPa* 以下で，かつ，150 ℃以下のもの
燃料油，潤滑油及び可燃性操作油	1.6 *MPa* 又は 150 ℃を超えるもの	1.6 *MPa* 以下で，かつ，150 ℃以下のもの	0.7 *MPa* 以下で，かつ，60 ℃以下のもの

空気，炭酸ガス，水，不燃性操作油及び選択式触媒還元脱硝装置用の尿素(2)	4.0 *MPa* 又は 300 ℃を超えるもの	4.0 *MPa* 以下で，かつ，300 ℃以下のもの	1.6 *MPa* 以下で，かつ，200 ℃以下のもの

（注）

(1) 3 類管として分類されるものを除く。

(2) 管の材料が ISO 18611-3:2014 に従って選択された場合。

12.1.4 使用材料*

-1. 補機に使用する材料は使用条件に適したものでなければならない。また，補機の主要部には，本会の適当と認めた規格に定められた材料を用いなければならない。

-2. 管に使用する材料は，使用条件に適し，かつ，次の規定に適合したものでなければならない。

(1) 1 類管又は 2 類管は，**K 編**の規定に適合した材料を用いること。

(2) 3 類管は，本会が適当と認めた規格に定められた材料を用いること。

-3. 弁又はコック（以下，本章において「弁」という。）並びに管取付け物に使用する材料は，使用条件に適し，かつ，次の規定に適合したものでなければならない。

(1) 1 類管若しくは 2 類管に用いられる弁及び管取付け物並びに外板若しくは船首隔壁に直接取付られる弁及び管取付け物は，**K 編**の規定に適合した材料を用いること。ただし，本会がその寸法又は使用条件を考慮して承認したものについては，本会が適当と認めた規格に定められた材料を使用することができる。

(2) 3 類管に用いられる弁及び管取付け物は，本会が適当と認めた規格に定められた材料を用いること。

-4. 消火装置に使用される管装置は，内面腐食による消火能力の低下を防止するため，耐食性を有する材料のもの又は有効な保護がされたものとしなければならない。

12.1.5 材料の使用制限*

-1. 管は，原則として，鋼，銅，銅合金又は鋳鉄製のものとし，別に定める場合を除き，設計温度，分類，用途等に応じて，次の使用制限に関する規定に適合しなければならない。ただし，開口を有する管で設計温度にかかわらず 3 類に分類された管にあっては，温度に関する使用制限は適用しない。

(1) 鋼管は次の管に使用してはならない。

(a) **K 編 4.2** に規定する第 1 種及び第 2 種にあっては，設計温度が 350 ℃を超える管。ただし，許容応力の値が保証される場合には 400 ℃まで使用できる。

(b) **K 編 4.2** に規定する第 3 種 2 号及び同 3 号にあっては，設計温度が 450 ℃を超える管

(c) **K 編 4.2** に規定する第 3 種 4 号にあっては，設計温度が 425 ℃を超える管

(d) **K 編 4.2** に規定する第 4 種 12 号にあっては，設計温度が 500 ℃を超える管

(e) **K 編 4.2** に規定する第 4 種 22 号，同 23 号及び同 24 号にあっては，設計温度が 550 ℃を超える管

(f) **K 編 4.2** に規定する配管用炭素鋼鋼管にあっては，1 類管，設計圧力が 1.0 *MPa* を超える管又は設計温度が 230 ℃を超える管

(g) その他の鋼管にあっては，本会の適当と認めるところによる。

(2) 銅管及び銅合金管は次の管に使用してはならない。

(a) りん脱酸銅継目無管及び復水器用継目無黄銅管にあっては，設計温度が 200 ℃を超える管

(b) 復水器用白銅継目無管にあっては，設計温度が 300 ℃を超える管

(c) 銅合金にあっては，*A* 級又は *B* 級仕切を貫通する部分の管。ただし，本会が特に認めた場合を除く。

(d) その他の銅管及び銅合金管の温度に関する使用制限については，本会の適当と認めるところによる。

(3) 鋳鉄管は次の管に使用してはならない。

(a) 伸びが 12%未満の鋳鉄製の管にあっては，1 類管及び 2 類管

(b) 伸びが 12%以上の鋳鉄製の管にあっては，1 類管

(c) ウォータハンマを受けやすい管並びに大きなひずみ又は振動を受ける管

(4) 前**(2)**及び**(3)**に加えて，銅管，銅合金管及び鋳鉄管にあっては，管の用途に応じて**表 D12.2** にも適合すること。ただし，本会が認めた場合にはこの限りでない。

-2. 弁及び管取付け物は，原則として，鋼，銅合金又は鋳鉄製のものとし，別に定める場合を除き，設計温度，分類，

用途等に応じて，次の使用制限に関する規定に適合しなければならない。ただし，開口端を有する管で設計温度にかかわらず 3 類に分類された管に用いられる弁及び管取付け物にあっては，温度に関する使用制限は適用しない。

(1) 鋳鋼品及び鍛鋼品は，次の弁及び管取付け物に使用してはならない。
  (a) **K 編 5.1** 及び **6.1** に規定する炭素鋼鋳造品及び炭素鋼鍛造品にあっては，設計温度が 425 ℃を超える弁及び管取付け物
  (b) **K 編 5.1** 及び **6.1** に規定する低合金鋼鋳造品及び低合金鋼鍛造品にあっては，設計温度が 550 ℃を超える弁及び管取付け物
  (c) その他の鋳鋼品及び鍛鋼品にあっては，本会の適当と認めるところによる。

(2) 銅合金製の弁及び管取付け物は，設計温度が 210 ℃を超える弁及び管取付け物に使用してはならない。ただし，本会が適当と認めた特殊青銅は，設計温度が 260 ℃以下の弁及び管取付け物に使用することができる。

(3) 伸びが 12 %未満の鋳鉄品は，次の弁及び管取付け物等に使用してはならない。
  (a) 設計温度が 220 ℃を超える弁及び管取付け物
  (b) 1 類管及び 2 類管（2 類管にあっては，蒸気管を除く。）に用いられる弁及び管取付け物。ただし，用途及び構造を考慮して本会が適当と認める場合は，この限りではない。
  (c) 燃料油及び潤滑油のタンクの外壁に取り付けられる弁であって当該タンクの液圧を受けるもの
  (d) 外板又はシーチェストに取り付けられる弁，座金及びディスタンスピース
  (e) 船首隔壁に直接取り付けられる弁
  (f) ボイラ水吹出し管装置の弁及び管取付け物
  (g) ウォータハンマを受けやすい管装置又は大きなひずみ若しくは振動を受ける管装置の弁及び管取付け物
  (h) 貨物油タンクを貫通して船首タンクに至るクリーンバラストの管装置の弁及び管取付け物
  (i) 設計圧力が 1.6 *MPa* を超える貨物油管装置の弁及び管取付け物
  (j) 引火性液体貨物の荷役陸上配管との接続箇所に設けられる弁

(4) 伸びが 12 %以上の鋳鉄品は，1 類管に用いられる弁及び管取付け物に使用してはならない。ただし，用途及び構造を考慮して本会が適当と認める場合は，この限りではない。

表 D12.2　　管の用途別による材料の使用制限

管の用途(1)	材料		
	銅	銅合金	鋳鉄
燃料油管 機関区域内の潤滑油管 機関区域内の操作油管 機関区域内の熱媒油管 貨物油管 空気管 測深される区画外の測深管	×(2)	×(2)	×(3)
オーバフロー管 ビルジ管 バラスト管 船外に開口する排水管及び衛生管で乾舷甲板より下にあるもの 船内の消火に用いる管 火災の際に管の損壊により浸水の危険を生じる管 ボイラ水吹出し管	×	×	×
機関区域内の制御油管	○	×(2)	×
タンク吸引元弁の遠隔閉鎖用空気管， 火災時に使用する補機，弁等の制御用空気管	○	×	×

（注）
(1) 計測用管，ドレン管，空気抜き管を除く。
(2) タンク内に配置される部分に対しては○とする。

(3) 機関区域外も含む。

（備考）

1. ○ ：使用可能

2. × ：使用禁止

12.1.6 特殊な材料の使用*

12.1.5 にかかわらず，ゴムホース，**附属書 12.1.6** に適合するプラスチック管（ビニル管等を含む）又はアルミニウム合金等の特殊な材料は，火災及び浸水に対する安全性又は使用条件を考慮して本会が別に定めるところにより承認した場合に使用することができる。

12.2 管の厚さ

12.2.1 内圧を受ける管の所要厚さ*

-1. 内圧を受ける管の所要厚さは次の算式による値より小としてはならない。

$t_r = t_0 + b + C$

t_r ：管の所要厚さ（mm）

$$t_0 = \frac{PD}{2fJ + P}$$

P ：設計圧力（MPa）

D ：管の外径（mm）

f ：許容応力で**-3.**による値（N/mm^2）

J ：継手効率で次による。

継目無管 1.00

電気抵抗溶接鋼管 0.85（ただし，溶接部全線について本会が適当と認める超音波探傷試験又はこれに代わる探傷試験を行う場合には 1.00 とすることができる。）

b ：曲げ加工する場合の曲げ加工代で次式によって定まる値

$$b = \frac{1}{2.5} \cdot \frac{D}{R} \cdot t_0$$

R: 管の中心線の曲げ半径（mm）

ただし，曲げ加工部の計算による膜応力が許容応力を超えないことが確認された場合には，b は考慮する必要はない。

C: 腐食予備厚で**-5.**による値（mm）

-2. 厚さに負の許容差がある場合の管の厚さは，前**-1.**にかかわらず，次式による値 t_1 より小としてはならない。

$$t_1 = \frac{t_r}{1 - \frac{a}{100}}$$

t_r ：前**-1.**による。

a ：負の最大許容差（%）

-3. 各種材料の許容応力は，次によらなければならない。

(1) 炭素鋼鋼管及び低合金鋼鋼管の許容応力（f）は，次の値のうちの最小値又は**表 D12.3(1)**に示す値とすること。ただし，設計温度が材料のクリープ領域にない場合には，f_3 の値は考慮する必要はない。

$$f_1 = \frac{R_{20}}{2.7},\ f_2 = \frac{E_t}{1.6},\ f_3 = \frac{S_R}{1.6}$$

R_{20} ：常温における材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

E_t ：設計温度における材料の降伏点又は 0.2 %耐力（N/mm^2）

S_R ：設計温度における材料の 100,000 時間後のクリープ破断応力の平均値（N/mm^2）

(2) 銅管，黄銅管及び白銅管の許容応力（f）は，**表 D12.3(2)**に示す値とする。

(3) 前**(1)**及び**(2)**以外の材料の許容応力については，本会の適当と認めるところによる。

-4. 設計温度が 250 ℃以下の鋼管に対して，前**-3.(1)**に定める許容応力の代わりに常温における材料の規格最低引張強さの 1/5 の値を許容応力として前**-1.**の t_0 を算出した場合には，同**-1.**のt_rの算式中の b 及び**-2.**に定める負の許容差に対する

厚さの増分は考慮する必要はない。

-5. 鋼管並びに銅管及び銅合金管の腐食予備厚は，**表 D12.4** 及び**表 D12.5** によらなければならない。

表 D12.3(1) 鋼管の許容応力（*f*）の値

（*N/mm*²）

材料		設計温度℃													
		100 以下	150	200	250	300	350	375	400	425	450	475	500	525	550
1 種	2 号	123	114	105	96	87	78	—	—	—	—	—	—	—	—
	3 号	138	128	118	107	96	90	—	—	—	—	—	—	—	—
2 種	2 号	123	114	105	96	87	78	—	—	—	—	—	—	—	—
	3 号	138	128	118	107	96	90	—	—	—	—	—	—	—	—
	4 号	156	145	133	122	117	113	—	—	—	—	—	—	—	—
3 種	2 号	123	114	105	96	87	78	75	70	63	56	—	—	—	—
	3 号	138	128	118	107	96	90	87	84	71	57	—	—	—	—
	4 号	156	145	133	122	117	113	105	96	77	—	—	—	—	—
4 種	12 号	119	112	105	97	89	85	83	80	77	73	70	65	—	—
	22 号	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	55	38
	23 号	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	56	40
	24 号	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	56	41

（備考）

1. 設計温度が，本表に示す温度の中間のものについては，補間法によって定める。
2. 本表に掲げる鋼管の材料は，**K 編**の規定に適合したものとする。

表 D12.3(2) 銅管及び銅合金管の許容応力（*f*）の値

（*N/mm*²）

材料の種類（記号）		設計温度℃										
		50 以下	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
りん脱酸銅継目無管	*C*1201 *C*1220	41	41	40	40	34	27.5	18.5	—	—	—	—
復水器用継目無黄銅管	*C*4430	68	68	68	68	68	67	24	—	—	—	—
	*C*6870 *C*6871 *C*6872	78	78	78	78	78	51	24.5	—	—	—	—
復水器用白銅管	*C*7060	68	68	67	65.5	64	62	59	56	52	48	44
	*C*7100	73	72	72	71	70	70	67	65	63	60	57
	*C*7150	81	79	77	75	73	71	69	67	65.5	64	62

（備考）

設計温度が，本表に示す温度の中間のものについては，補間法によって定める。

表 D12.4　　鋼管に対する腐食予備厚（*C*）

管の使用目的		*C*（*mm*）
過熱蒸気		0.3
飽和蒸気	一般	0.8
	貨物油タンク内の蒸気管	2
	燃料油タンク内の蒸気管	1
ボイラ給水	開放式給水系統	1.5
	密閉式給水系統	0.5
ボイラ水吹出し		1.5
圧縮空気		1
潤滑油及び操作油		0.3
燃料油		1
貨物油		2
一次冷媒		0.3
清水		0.8
海水		3

（備考）

1. 内面腐食に対して有効な保護がされている管については，本会が認めた場合，本表の腐食予備厚を 50 %減じて差し支えない。
2. 適当な耐食性特殊合金鋼を使用する場合には，腐食予備厚を零とすることができる。
3. 海水管で呼び径 25 *A* 以下の鋼管に対する腐食予備厚は 1.5 *mm* として差し支えない。
4. 本表により難い場合又は本表にない流体に使用する場合は，腐食条件を考慮してその都度本会の適当と認めるところによる。
5. 管がタンクを貫通する場合，管の外側からの腐食を考慮して，タンク内の液体に応じて表に示された腐食予備厚を付加すること。

表 D12.5　　銅及び銅合金管に対する腐食予備厚（*C*）

材料の種類	*C*（*mm*）
表 D12.3(2)に掲げるりん脱酸銅管及び復水器用黄銅管	0.8
表 D12.3(2)に掲げる復水器用白銅管	0.5

（備考）

内部流体が管の材料に対して非腐食性の場合，腐食予備厚を 0 とすることができる。

12.2.2　　管の最小厚さ*

-1.　鋼管の厚さは，**12.2.1** の規定によるほか，管の用途及び設置場所に応じて，**表 D12.6(1)**及び**表 D12.6(2)**に示す値未満としてはならない。ただし，鋼管の代わりに耐食性合金鋼管を用いる場合には，本会の適当と認めるところによる。

-2.　有効な防食措置が施されている管については，消火用炭酸ガス管を除き**表 D12.6(2)**に定める最小厚さを 1 *mm* を超えない範囲で減じることができる。

-3.　**表 D12.6(2)**を用いて使用する管の厚さを決定する場合，負の許容差及び曲げ加工による厚さの減少を考慮する必要はないが，ねじ切りを施す管に対しては，空気管，オーバフロー管及び測深管の各管頭金物のねじ込み部分並びに消火用炭酸ガス管のうち分配器よりノズルまでの管を除き，ねじの谷部で測定した値としなければならない。

-4.　銅管及び銅合金管の最小厚さは，**表 D12.7** に掲げる値としなければならない。

-5.　メカニカルジョイントを使用する管の最小厚さは，前**-1.**から**-4.**によるほか，**12.3.3-3.**の規定にもよらなければならない。

表 D12.6(1)　鋼管の最小厚さ

管の用途	管の設置場所		鋼管の最小厚さ （丸印に囲まれたアルファベットは表 D12.6(2)の対照記号を示す）
ビルジ管	タンク（貨物油タンクを除く。）を貫通する場合		Ⓔ
	貨物油タンクを貫通する場合		16 *mm*
	タンクを貫通しない場合		Ⓗ
バラスト管	タンク（貨物油タンクを除く。）を貫通する場合（備考 2）		Ⓔ
	貨物油タンクを貫通する場合	船外排出の場合	16 *mm*
		船首部隔壁より前方にあるバラストタンクのバラスト管の場合	16 *mm*
		その他の場合	Ⓔただし，D≧100 A の場合はⒹ
	タンクを貫通しない場合		Ⓗ
(備考 1) 排水管 衛生管	外板（貨物油タンク及び貨物倉を貫通する場合を除く。）を貫通し，自動逆止弁が要求される場合		Ⓖ
	外板（貨物油タンク及び貨物倉を貫通する場合を除く。）を貫通するが自動逆止弁を省略する場合		Ⓓ
	暴露甲板上から導かれる貨物油タンクを貫通する場合		Ⓐただし，D≧150 A の場合は 16 *mm*
	貨物倉を貫通する場合	保護なし	Ⓐ（備考 5）
		保護あり	Ⓒ（備考 5）
	バラストタンクを貫通する場合		Ⓖ
	タンクを貫通しない場合		Ⓖ
空気管 オーバーフロー管 測深管	タンク（貨物油タンクを除く。）を貫通する場合		Ⓔ
	貨物油タンクを貫通する場合		Ⓑ
	B 編 1.3.1(13)に定義されるばら積貨物船の貨物倉を貫通する燃料油タンクの空気管及び測深管		Ⓓ
	タンクが船体構造の一部となる場合		Ⓖ
	乾舷甲板及び船楼甲板上に開口する空気管の暴露部分（備考 1）	（備考 3）	Ⓔ
		（備考 4）	Ⓖ
燃料油管	タンク（燃料油タンクを除く。）を貫通する場合		Ⓔ
海水管	タンクを貫通する場合		Ⓔ
	タンクを貫通しない場合		Ⓗ
清水管	タンクを貫通する場合		Ⓔ
貨物油管	バラストタンクを貫通する場合		Ⓔただし，D≧100 A の場合はⒹ
	貨物油タンクを貫通する場合		Ⓔただし，D≧250 A の場合はⒻ
	タンクを貫通しない場合		Ⓕ
消火用炭酸ガス管	炭酸ガス容器より分配器まで		Ⓘ
	分配器よりノズルまで		Ⓙ
上記以外の管			Ⓚ

（備考）

1： 国際航海に従事しない船舶及び長さ 24 *m* 未満の船舶には適用しない。

2： 安全（危険）バラスト管が安全（危険）バラストタンクを貫通する場合はⓗを適用する。危険バラスト管とは，危険バラストタンク（貨物油タンクに隣接するバラストタンク又は貨物油タンクを開口端を有する管で連結されるバラストタンク）のバラストを吸排する管をいう。安全バラスト管とは，安全バラストタンク（危険バラストタンク以外のバラストタンク）のバラストを吸排する管をいう。

3： **C 編 1 編 1.4.3.2** に定義する位置 I 又は II に設けられ，かつ，乾舷甲板下の区画又は閉囲された船楼或いは甲板室に導かれる場合。

4： 前 **3.**以外の場合。

5： 管の厚さは，当該管の貫通する部分の外板の厚さを超える必要はない。

表 D12.6(2)　鋼管の最小厚さ[(1)(3)]（*mm*）

対照記号 / 呼び径(*A*)	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ	Ⓖ	Ⓗ	Ⓘ[(2)]	Ⓙ[(2)]	Ⓚ
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.6
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8
15	—	—	—	—	—	2.8	—	3.2	3.2	2.6	2.0
20	—	—	—	—	—	2.9	—	3.2	3.2	2.6	2.0
25	—	—	—	—	—	3.4	—	3.2	4.0	3.2	2.0
32	6.4	—	4.9	—	6.3	3.6	4.5	3.6	4.0	3.2	2.0
40	7.1	—	5.1	—	6.3	3.7	4.5	3.6	4.0	3.2	2.3
50	8.7	8.7	5.5	—	6.3	3.9	4.5	4.0	4.5	3.6	2.3
65	9.5	8.7	7.0	7.0	6.3	5.2	4.5	4.5	5.0	3.6	2.6
80	11.1	8.7	7.6	7.6	7.1	5.5	4.5	4.5	5.6	4.0	2.9
90	12.7	8.7	8.1	8.0	7.1	5.7	4.5	4.5	6.3	4.0	2.9
100	13.5	11.1	8.6	8.6	8.0	6.0	4.5	4.5	7.1	4.5	3.2
125	15.9	11.1	9.5	9.5	8.0	6.6	4.5	4.5	8.0	5.0	3.6
150	18.2	11.1	11.0	11.0	8.8	7.1	4.5	4.5	8.8	5.6	4.0
175	20.6	11.1	11.9	11.8	8.8	7.7	5.3	5.3	—	—	4.5
200	23.0	12.7	12.7	12.5	8.8	8.2	5.8	5.8	—	—	4.5
225	25.8	12.7	13.9	12.5	8.8	8.8	6.2	6.2	—	—	5.0
250	28.6	15.1	15.1	12.5	8.8	9.3	6.3	6.3	—	—	5.0
300	33.3	15.1	17.4	12.5	8.8	10.3	6.3	6.3	—	—	5.6
350	35.7	—	19.0	12.5	8.8	11.1	6.3	6.3	—	—	5.6
400	40.5	—	21.4	12.5	8.8	12.7	6.3	6.3	—	—	6.3
450	45.2	—	23.8	12.5	8.8	12.7	6.3	6.3	—	—	6.3

（注）

1. 標準規格による管の厚さが本表に定める最小厚さより不足している場合でもその差が 0.4 *mm* 以内であるときには，その標準管を使用することができる。
2. 機関室に配管される場合を除き，内面についてメッキを行うこと。
3. 本表に示す以外の呼び径の管については本会の適当と認めるところによる。

表 D12.7　　銅管及び銅合金管の最小厚さ（*mm*）

外径	銅管	銅合金管
8－10	1	0.8
12－22	1.2	1
25－45	1.5	1.2
50－76.2	2	1.5
80－120	2.5	2
130－190	3	2.5
200－270	3.5	3
280	4	3.5

12.3　弁及び管取付け物の構造

12.3.1　一般*

弁，管取付け物，ガスケット及びパッキンは，使用条件に適したもので，かつ，本会が適当と認めた規格に定める構造を有するもの又はこれに相当するものとしなければならない。

12.3.2　特殊な弁，管取付け物等

1 類管又は 2 類管に使用される弁，管取付け物，ガスケット及びパッキンのうち，構造，製造方法等が特殊なものは，本会の承認を得たものでなければならない。

12.3.3　メカニカルジョイント*

-1.　メカニカルジョイントは，図 **D12.1** の例による構造及び形式のものでなければならない。類似のメカニカルジョイントは，本 **12.3.3** 及び **13.2.4** の規定に適合すると本会が認めた場合に限り，使用することができる。

-2.　ユニオン継手，コンプレッションカップリング，スリップオンジョイント及び類似のメカニカルジョイントは，種類毎に使用条件，使用用途及び圧力について，本会が別に定めるところにより本会の承認を得たものでなければならない。

-3.　くい込みリング又は他の構造要素の使用により，メカニカルジョイントを使用する管の厚さが減少する場合には，これを考慮し，設計圧力に対する管の最小厚さを決定しなければならない。

-4.　メカニカルジョイントの材料は，管の材料並びに内部及び外部の流体に適したものでなければならない。

-5.　メカニカルジョイントは，設計圧力の 4 倍に相当する圧力まで加圧した状態で試験を受けたものでなければならない。ただし，設計圧力が 20 *MPa* を超えるものについては試験圧力を特に考慮することがある。

-6.　メカニカルジョイントは，表 **D12.8** により要求される場合には，本会が承認した耐火性のものでなければならない。

-7.　メカニカルジョイントは，本会が別に定めるところにより本会の承認を受けた試験方案に従い，少なくとも次の**(1)**から**(8)**の試験を受けたものでなければならない。

(1)　漏洩試験

(2)　真空試験（本会が必要と認める場合に限る。）

(3)　振動（疲労）試験

(4)　耐火試験（本会が必要と認める場合に限る。）

(5)　破裂圧力試験

(6)　衝撃圧力試験（1 類管及び 2 類管については必須。3 類管についてはウォータハンマ以外の圧力振動が予想される場合に限る。）

(7)　組立試験（本会が必要と認める場合に限る。）

(8)　引抜試験（本会が必要と認める場合に限る。）

12.3.4　フレキシブル管継手*

-1.　フレキシブル管継手は，次に掲げる用途の管に使用することができる。

(1)　燃料油管（燃料噴射管を除く。）

(2)　潤滑油管

(3) 操作油管
(4) 熱媒油管
(5) 圧縮空気管
(6) ビルジ及びバラスト管
(7) 清水及び海水冷却管
(8) 3 類管として使用される蒸気管（金属製のものに限る。）
(9) 排ガス管（金属製のものに限る。）

-2. 1 類管又は 2 類管並びに破損により火災又は浸水に至るおそれのある管に使用されるフレキシブル管継手は本会の承認を得たものでなければならない。

-3. フレキシブル管継手の設置，設計及び構造については，次の要件に従ったものでなければならない。

(1) 設置要件
(a) 使用中，ねじり変形を受けないこと。
(b) 容易に点検できる場所とすること。
(c) 必要と認められる最小限の個所とすること。
(d) 必要最小限の長さとすること。
(e) 接触による摩擦を避けること。
(f) 許容される最小曲げ半径を考慮し設置すること。
(g) 高温となる表面近傍の可燃性油管に使用される場合にはスクリーン又はその他の適切な方法により，管の損傷等により内部流体が漏洩して発火する危険性を低減させること。
(h) 製造者の指示に従うこと。

(2) 設計要件
(a) 周囲の状況，使用圧力下での内部流体との適合性及び温度条件を考慮すること。
(b) クランプ及び同様の留具は，蒸気管，可燃性油管，始動空気管及び浸水のおそれのある海水管には使用しないこと。その他の管については，使用圧力が 0.5 *MPa* 以下で，かつ，両端部でクランプが二重化されている場合に限り使用することができる。
(c) 使用中に衝撃圧力又は過大な振動を受けるおそれがある場合には，想定される最大の動的圧力を考慮して設計されること。

(3) 構造要件
非金属製フレキシブル管については，次の要件によること。
(a) **12.3.4-1.(1)**から**(6)**に掲げる用途の管に使用される場合には，金属ワイヤー又は適当な材料を編込むことにより，補強されたものとすること。ただし，本会が特に認める場合にあっては，この限りではない。
(b) バーナーへの燃料供給管に使用される場合には**(a)**の要件に加え，さらに編組された金属ワイヤーにより外側を保護されたものとすること。
(c) 可燃性油管及び浸水のおそれのある海水管に使用される場合には，耐火性のものとすること。（ただし，開放された甲板上の場所に設置される場合であって，かつ，燃料油管に使用されない場合を除く。）

-4. フレキシブル管継手の両端部は，フランジ構造とするか又は **12.3.3** 若しくは **12.4.2** に従ったものとしなければならない。

12.4 管装置の接合及び加工

12.4.1 管装置の溶接

-1. 管装置の溶接工事については，本 **12.4.1** の規定によるほか，**11 章**の規定にもよらなければならない。

-2. 1 類管又は 2 類管の溶接工事に用いられる溶接材料は，**11.1.1-2.**により適用される **M 編**の規定に従い本会の認定を受けたものでなければならない。ただし，これにより難い場合は，次の**(1)**及び**(2)**の規定を満足する溶接材料とすることができる。

(1) 本会が適当と認める規格等に適合したもの
(2) 溶着金属に対する試験を実施し，検査員が当該結果について適当と認めたもの

12.4.2　管相互の継手*

-1. 管の突合せ溶接継手は，次の**(1)**及び**(2)**によらなければならない。

(1) 突合せ溶接継手は，原則として完全溶込み型とすること。

(2) 溶接は，次のいずれかの方法で実施すること。ただし，2 類管及び 3 類管にあってはこの限りでない。

(a) 両面溶接

(b) 裏当金又は第一層にガスバッキングを使用した片面溶接

(c) その他本会が**(a)**又は**(b)**と同等であると認める方法による溶接

-2. 差込み溶接式管継手は，次の**(1)**及び**(2)**によらなければならない。

(1) 本会が適当と認める基準に従った適切な寸法のスリーブ，ソケット及び溶接部を有すること。

(2) 次の**(a)**から**(c)**のいずれかに該当する管には，差込み溶接式管継手を使用してはならない。ただし，3 類管にあってはこの限りでない。

(a) 呼び径 80 *A* を超える管

(b) 毒性の流体に用いられる管

(c) 疲労，深刻な浸食又はすき間腐食のおそれがある管

-3. ねじ込み式管継手は，次の**(1)**から**(3)**によらなければならない。

(1) 本会が適当と認める基準の要件を満足すること。

(2) 次のいずれかに該当する管を接合する場合には使用してはならない。ただし，**(e)**又は**(f)**に掲げる管にあっては，本会は管の用途を考慮して使用を認める場合がある。

(a) 可燃性流体に用いられる管（ただし，外径 25 *mm* 以下の計装用の管を除く）

(b) 毒性の流体に用いられる管

(c) 疲労，深刻な浸食又はすき間腐食のおそれがある管

(d) 固定式炭酸ガス消火装置用の管。ただし，保護される区画の内部及び炭酸ガスシリンダ室の内部の管を除く。

(e) 1 類管にあっては呼び径 25 *A* を超える管

(f) 2 類管及び 3 類管にあっては呼び径 50 *A* を超える管

(3) 1 類管又は 2 類管に使用される場合は，テーパねじのものとすること。

12.4.3　管と管取付け物との継手*

-1. 管と管フランジの継手は，使用条件に適したもので，その構造及び強度は，**表 D12.10** に示す適用区分に応じた**図 D12.2** の継手形式又は本会の適当と認めたものでなければならない。**表 D12.10** に規定されていない流体に使用する管と管フランジの継手形式は，本会の適当と認めるところによる。

-2. 非鉄金属製の弁及び管取付け物は，非鉄金属管にろう又ははんだによって取り付けることができる。この場合，ろう及びはんだの種類並びに施工方法は管装置の使用条件に適したものでなければならない。

-3. 管と管フランジ以外の管取付け物との継手は，**12.4.2** 及び前**-1.**の規定に準じたものでなければならない。

12.4.4　管の加工及び加工後の熱処理*

-1. 1 類管及び 2 類管を熱間加工する場合には，次によらなければならない。

(1) 熱間加工を行う場合の加熱温度は，一般に 850 ℃から 1000 ℃の範囲とすること。加工過程における温度は 750 ℃まで降下しても差し支えない。

(2) 管の材料がクロムモリブデン鋼及びクロムモリブデンバナジウム鋼である場合には，材料の種類に応じて，**表 D11.8** に定めるところにより，応力除去熱処理を行うこと。また，炭素鋼，炭素マンガン鋼及びモリブデン鋼については，応力除去熱処理を行わなくても差し支えない。

(3) 熱間加工が前**(1)**の温度範囲外で行われる場合は，**表 D11.9** に定めるところにより，新たに熱処理を行うこと。

-2. 1 類管及び 2 類管を冷間加工する場合には，冷間加工による有害な塑性変形又は残留応力の発生を考慮して，材料の種類に応じて，次の**(1)**及び**(2)**により熱処理を行わなければならない。ただし，炭素鋼及び炭素マンガン鋼であって，最小引張強さが 320，360 及び 410*N/mm*^{2} のもの（**規則 K 編 4.2** に定める，第 1 種，第 2 種 2 号，第 2 種 3 号，第 3 種 2 号及び第 3 種 3 号を含む。）は省略して差し支えない。

(1) 管の中心線曲げ半径が管の外径の 4 倍以下になるような曲げ加工が行われた場合には，**表 D11.9** に定めるところにより，熱処理を行うこと。

(2) 前**(1)**による場合を除き，すべての材料に対して，**表 D11.8** に定めるところにより，応力除去熱処理を行うこと。

-3. **表 D11.8** に規定する材料以外の管の加工及び加工後の熱処理については，本会の適当と認めるところによる。

12.5 補機及び置タンクの構造

12.5.1 一般*

-1. 補機及び置タンクは，十分な強度を有し，保守及び検査が容易にできるような構造でなければならない。

-2. 燃料油置タンクの使用鋼板の厚さは，6 *mm* 未満としてはならない。ただし，小型タンクに限り鋼板の厚さを 3 *mm* まで減ずることができる。

-3. 燃料油に用いられる置タンク及び加熱される潤滑油，操作油等に用いられる置タンクで，機関区域に設置されるものには，機関区域に開口部を設けてはならない。

12.6 試験

12.6.1 製造工場等における試験*

-1. 管装置及び補機の溶接部の試験は，**11 章**の規定による。

-2. 1 類管 2 類管，及び管取付け物（管装置と一体となるものに限る。）並びにすべての蒸気管，給水管等の供給管，圧縮空気管及び燃料油管で設計圧力が 0.35*MPa* を超えるものにあっては，管取付け物（管装置と一体となるものに限る。）と共に，製造後，かつ，防熱又はコーティングを施す前に，設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行わなければならない。ただし，設計温度が 300℃を超える鋼管及び管取付け物（管装置と一体となるものに限る。）にあっては，水圧試験の圧力は，次の**-3.**による。

-3. 設計温度が 300℃を超える鋼管及び管取付け物（管装置と一体となるものに限る。）の水圧試験の圧力は，次の算式によって得られる圧力としなければならない。ただし，当該圧力が設計圧力の 2 倍を超える場合は，試験圧力を 2 倍にとどめて差し支えない。また，本会は，ベンド，*T* ピース等において過大な応力が生ずるおそれがある場合には，試験圧力を設計圧力の 1.5 倍まで減じることを認める場合がある。

$$P_t = 1.5\frac{K_{100}}{K_t}P$$

P_t ：試験圧力（*MPa*）

K_{100} ：100℃における管材料の許容応力（N/mm^2）

K_t ：設計温度における管材料の許容応力（N/mm^2）

P ：設計圧力（*MPa*）

-4. 前**-2.**及び前**-3.**に定める試験圧力によって，管壁の一次一般膜応力が管の材料規格で規定されている降伏点又は耐力の下限値の 90 %を超える場合には，試験圧力を当該応力が試験温度における降伏点又は耐力の 90 %以下となるまで下げなければならない。

-5. 1 類管又は 2 類管に用いられる弁及び管取付け物（管装置と一体とならないものに限る。）にあっては，本会が適当と認める規格に従い，水圧試験を行わなければならない。ただし，水圧試験の圧力は，設計圧力の 1.5 倍でなければならない。

-6. 満載喫水線より下に取付けられる船体付弁及び船体付ディスタンスピースにあっては，設計圧力の 1.5 倍の圧力又は 0.5 *MPa* のうちのいずれか大きい方の圧力で水圧試験を行わなければならない。

-7. 補機（作業用補機等を除く。）の受圧部にあっては，設計圧力の 1.5 倍又は 0.2 *MPa* のうちのいずれか大きい方の圧力で水圧試験を行わなければならない。

-8. 燃料油置タンクにあっては，頂板上 2.5 *m* の水高圧力で水圧試験を行わなければならない。

-9. 補機（作業用補機等を除く。）にあっては，本会の適当と認める方法で試運転を行わなければならない。

-10. 前**-2.**及び**-3.**に規定する水圧試験は，技術的な理由により，配管のすべての部分について船内取付前に実施することができない場合には，**13.17.2-3.**又は **14.6.2-2.**に規定する漏れ試験と併せて行うこととして差し支えない。ただし，特に溶接継手を含む水圧試験の対象とする部分を記載した試験方案（**B 編 2.1.7-1.(2)**に規定するもの）を本会に提出し承認を受けることを条件とする。

12.6.2 造船所等における試験

管装置の船内据付け後の試験については，**13.17.2-3.**及び**-4.**又は **14.6.2-2.**から**-5.**の該当規定によらなければならない。

図 D12.1　　メカニカルジョイントの形式例

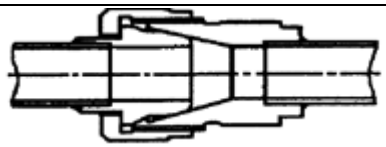
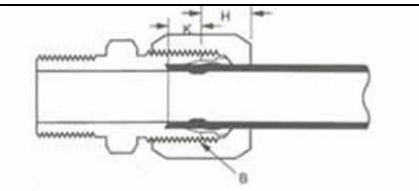
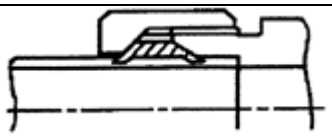
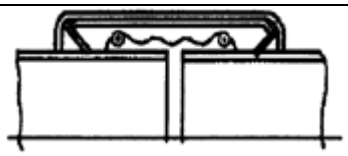
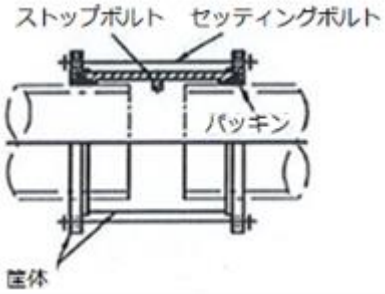
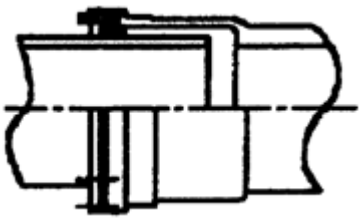
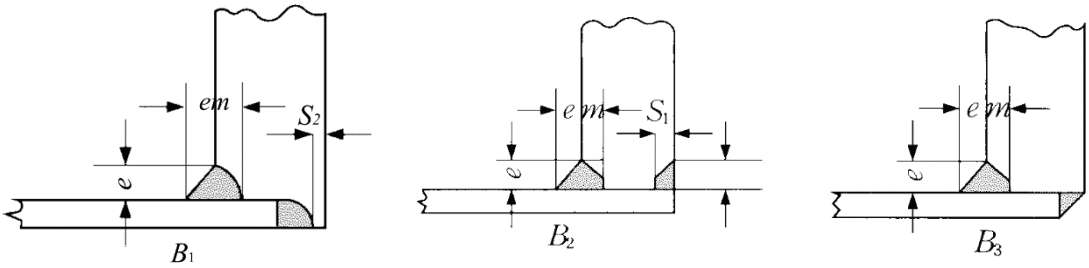
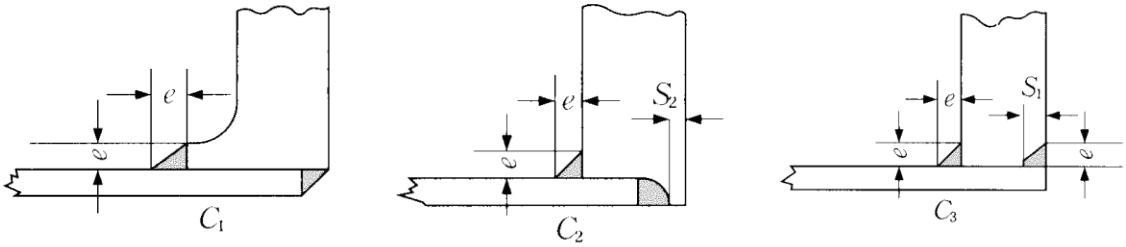
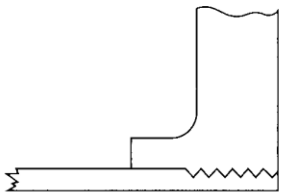
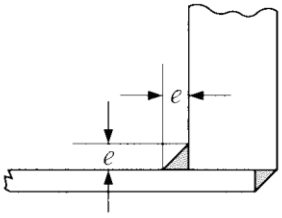
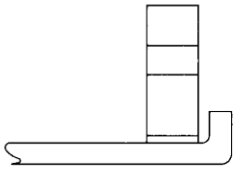
ユニオン継手	
溶接式 又は ろう付け式	
コンプレッションカップリング	
スウェージ式	
プレス式	
典型的な コンプレッシ ョン式	
くい込み式	
フレア式	
スリップオンジョイント	
グリップ式	
グルーブ式	
スリップ式	 

図 D12.2　　管と管フランジの継手形式

	継手形式及び寸法
A	
B	
C	
D	
E	
F	

（備考）

1. 溶接部の標準寸法は，次による。

   e=1.4t，m=t，S_1=t，S_2=0.5t

   t は管の所要厚さ

2. 形式（*D*）の場合，ねじはテーパねじとし，かつ，管は拡張によって確実にフランジに固定すること。ただし，管の外径を著しく減少させて，その部分にねじを切らないこと。

表 D12.8　管の用途によるメカニカルジョイントの使用区分[1]

使用目的	管の用途	継手の種類[3]			管の分類	耐火試験条件[12]
		ユニオン継手	コンプレッションカップリング	スリップオンジョイント[11]		
可燃性流体[10]（引火点が60 ℃以下のもの）	貨物油管[4]	+	+	+	乾式	30 分乾式[2]
	原油洗浄管[4]	+	+	+	乾式	
	空気管[6]	+	+	+	乾式	
イナートガス	水封装置用排水管	+	+	+	湿式	30 分湿式[2]
	スクラバ用排水管	+	+	+	湿式	30 分湿式[2]
	ガス供給主管[4][5]	+	+	+	乾式	30 分乾式[2]
	ガス供給支管[4]	+	+	+	乾式	30 分乾式[2]
可燃性流体[10]（引火点が60 ℃を超えるもの）	貨物油管[4]	+	+	+	乾式	30 分乾式[2]
	燃料油管[5][6]	+	+	+	湿式	30 分湿式[2]
	潤滑油管[5][6]	+	+	+	湿式	
	操作油管[5][6]	+	+	+	湿式	
	熱媒油管[5][6]	+	+	+	湿式	
海水	ビルジ管[7]	+	+	+	乾式／湿式	8 分乾式＋22 分湿式[2]
	消火主管及びスプリンクラ装置等の水が充填されている消火装置用管[6]	+	+	+	湿式	30 分湿式[2]
	消火主管及び泡，ドレンチャ装置等の水が充填されていない消火装置用管[6]	+	+	+	乾式／湿式	8 分乾式＋22 分湿式[2] R 編 26 章を遵守
	バラスト管[7]	+	+	+	湿式	30 分湿式[2]
	冷却水管[7]	+	+	+	湿式	30 分湿式[2]
	タンク洗浄管	+	+	+	乾式	耐火試験不要
	その他の管	+	+	+	乾式 乾式／湿式 湿式	耐火試験不要

清水	冷却水管(7)	+	+	+	湿式	30 分湿式(2)
	復水管(7)	+	+	+	湿式	30 分湿式(2)
	その他の管	+	+	+	乾式 乾式／湿式 湿式	耐火試験不要
衛生排水／排水	甲板用船内排水管(8)	+	+	+	乾式	耐火試験不要
	衛生排水管	+	+	+	乾式	
	船外排水管	+	+	-	乾式	
測深／ベント	水タンク／ コファダム用 測深管／空気管	+	+	+	乾式，湿式	耐火試験不要
	油タンク用測深管／空気管(5)(6) （引火点 ＞60 ℃）	+	+	+	乾式	
その他	始動／制御空気管(7)	+	+	-	乾式	30 分乾式(2)
	雑用空気管	+	+	+	乾式	耐火試験不要
	ブライン管	+	+	+	湿式	
	炭酸ガス装置用管（外部保護区間）	+	+	-	乾式	30 分乾式(2)
	炭酸ガス装置用管（内部保護区間）	+	+	-	乾式	メカニカルジョイントには融点が 925℃以上の材料を使用すること。 R 編 25 章
	蒸気管	+	+	+(9)	湿式	耐火試験不要

（注）

(1) + 使用可，- 使用不可

(2) 耐火試験については，**「船用材料・機器等の承認及び認定要領」第 6 編 9.3.2(6)**による。

(3) メカニカルジョイントに火災により直ちに機能が低下する部品が含まれる場合，次の**(4)**から**(7)**によること。

(4) ポンプ室及び開放甲板にメカニカルジョイントを設置する場合は，耐火試験を行うこと。

(5) スリップオンジョイントは，*A* 類機関区域内又は居住区域内で使用しないこと。*A* 類機関区域以外の機関区域で使用する場合には，容易に視認及び接近可能な場所に配置すること。（*MSC/Circ.*734 を参照）

(6) 本会が承認した耐火性のものとすること。ただし，メカニカルジョイントが，**鋼船規則 R 編 9.2.3-2.(10)**に定義する開放された甲板上の場所（**規則 R 編 3.2.6**, **N 編 1.1.4(6)**及び **S 編 1.3.1(4)**に規定するタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船の貨物エリア内の場所を除く。）で使用され，かつ，燃料油管，消火装置用管及び消火主管に使用されない場合にあっては，この限りではない。

(7) *A* 類機関区域内で使用されるメカニカルジョイントは，耐火試験を行うこと。

(8) 乾舷甲板上に限る。

(9) **図 D12.1** に示すスリップ式のスリップオンジョイントは，甲板上で設計圧力が 1.0 *MPa* 以下の管に使用できる。

(10) メカニカルジョイントを使用した配管については，**13.2.4-4.**の規定にもよること。

(11) スリップオンジョイントを使用した配管については，**13.2.4-6.**の規定にもよること。

(12) 「30 分乾式」試験に合格した場合，「8 分乾式+22 分湿式」及び／又は「30 分湿式」試験が要求されるものについても合格したものとみなす。「8 分乾式+22 分湿式」試験に合格した場合，「30 分湿式」試験が要求されるものについても合格したものとみなす。

表 D12.9　管の分類によるメカニカルジョイントの使用区分(1)

継手の型式		管の分類		
		1 類	2 類	3 類
ユニオン継手	溶接式又はろう付け式	+(2)	+(2)	+
コンプレッションカップリング	スウェージ式	+	+	+
	くい込み式	+	+	+
	典型的な コンプレッション式	+	+	+
	フレア式	+	+	+
	プレス式	-	-	+
スリップオンジョイント	グルーブ式	+	+	+
	グリップ式	-	+	+
	スリップ式	-	+	+

（注）

(1) + 使用可，　- 使用不可

(2) 呼び径 50 *A* 以下の場合に限る。

表 D12.10　管と管フランジの継手形式及びその適用区分

管の種類	蒸気，空気及び水		燃料油，潤滑油，操作油及び熱媒油
	設計温度 ℃	継手の形式	継手の形式
1 類	400 を超える	*A*，*B*(1)	*A*，*B*
	400 以下	*A*，*B*(2)	
2 類	250 を超える	*A*，*B*，*C*	*A*，*B*，*C*
	250 以下	*A*，*B*，*C*，*D*，*E*	*A*，*B*，*C*，*E*(3)
3 類	*A*，*B*，*C*，*D*，*E*，*F*(4)		*A*，*B*，*C*，*E*(3)

（注）

(1) 形式（*B*）の継手は，蒸気管にあっては呼び径 50 *A* 以下の管に対して使用できる。

(2) 形式（*B*）の継手は，蒸気管にあっては呼び径 150 *A* 以下の管に対して使用できる。

(3) 形式（*E*）の継手は，設計圧力が 1.0 *MPa* 以下の管に使用できる。

(4) 形式（*F*）の継手は，水管又は，開口端を有する管に対して使用できる。

13 章　管艤装

13.1　一般

13.1.1　適用

本章は管艤装について規定する。

13.1.2　提出図面及び資料*

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 図面（管，弁等の材料，寸法，種類，設計圧力，設計温度等を記載したもの）
　(a) 船全体の諸管線図
　(b) 機関室内の諸管線図
　(c) 燃料油，潤滑油その他の可燃性油管中のフランジ継手及び特殊継手（ねじ込み式継手，メカニカルジョイント等）に採用される飛散防止の方法（備える場合のみ）
　(d) その他本会が必要と認める図面
(2) 資料
　(a) 機関部要目表
　(b) その他本会が必要と認める資料

13.2　配管

13.2.1　配管に対する一般要件*

-1. 管の取付け

(1) 管は膨張，収縮，船体のたわみ及び振動による影響を考慮し，かつ，管に過大な荷重がかからないように適当な間隔で支持しなければならない。
(2) 取外し可能な管継手の数は，工作及び組立てのために必要な数にとどめなければならない。

-2. 管の曲げ半径

管の曲げ加工を行う場合の中心線の曲げ半径は原則として管の外径の 2 倍以上でなければならない。

-3. 管の機能

管はドレン及び空気の滞留，流体の圧力損失等により，機器の性能に悪影響を与えないように配管しなければならない。

-4. 電気機器付近の配管

発電機，配電盤，制御器等の電気機器の近くには，なるべく管を敷設しないようにし，やむを得ず配管するときは継手を配置してはならない。ただし，継手部が漏れに対して考慮されている場合にはこの限りではない。

-5. 管装置の保護等

(1) コンテナ船及び Ro-Ro 船の貨物スペースを含む乾貨物用の貨物倉内の海水管を含むすべての管，弁，コック，管取付け物，弁操作ロッド，ハンドル等は，損傷を与えやすい貨物の衝撃から保護しなければならない。覆いで保護する場合は，当該覆いは検査に際し，容易に取り外すことができるものでなければならない。
(2) 保守点検が困難な場所に配管する管は，防食を行うなど腐食に対して考慮されたものでなければならない。

-6. 逃し弁

(1) 設計圧力を超える可能性のあるすべての管装置には，逃し弁又はこれに代わる過圧防止装置を設けなければならない。
(2) 逃し弁又は圧力逃し装置の放出端は安全な場所に導かなければならない。

-7. 圧力及び温度計測装置

(1) 管装置には必要と認められる箇所に，圧力及び温度計測装置を設けなければならない。
(2) 直接液圧を受ける圧力計の根元には，計器を管系から遮断するためにコック又は弁を設けなければならない。
(3) 燃料油，潤滑油その他の可燃性油管及び機器に温度計測装置を備える場合は，温度計測装置の破損又は取外しによって可燃性油が飛散しないように，温度計測装置は安全なポケットに設置しなければならない。

-8. 管装置の識別標示

(1) 船内の安全上必要があると認められる場所にある管装置の管は，誤操作を防止するために識別色で標示しなければならない。

(2) 安全上必要と認められる弁には，誤操作を防止するために，その用途を示す銘板を取り付けなければならない。また，船内の消火に用いられる弁は赤色で塗装しなければならない。

(3) 空気管の開口端，測深管の上端部及びオーバフロー管の大気開口端には銘板を取り付けなければならない。

-9. 洗管

管装置は加工後又は船内配管後，必要に応じて内部洗管を行わなければならない。

13.2.2 管の接続及び兼用

-1. 油管とその他の管の接続

(1) 燃料油管は他の管とは別個に配置しなければならない。ただし，使用中不時の混入が起らないような措置が講じられている場合にはこの限りでない。

(2) 潤滑油管は他のすべての管と別個に配管しなければならない。

(3) ボイラ又は飲料に用いる清水管は，油又は油を含む水が混入しないように他の管とは別個に配管しなければならない。

(4) 一般貨物を積むことのある深水タンクの油管及び加熱管は，取外しができるようにするか，又はブランクフランジ若しくはスプールピースを設ける等の適切な措置を講じなければならない。なお，ビルジ管及びバラスト管にあっては **13.5.1-10.**による。

-2. 海水管と清水管と兼用

海水管と清水管とは，別個に配管しなければならない。ただし，海水と清水が混合しないような措置が講じられている場合にはこの限りでない。

13.2.3 管の貫通部*

管が水密隔壁，甲板，深水タンクの頂板，底板及び隔壁並びに二重底頂板を貫通する場合は，水密を保持するための措置を講じなければならない。

13.2.4 メカニカルジョイント*

-1. 本 **13.2.4** の規定は，**12.3.3** に規定するユニオン継手，コンプレッションカップリング，スリップオンジョイントを使用する配管に適用するほか，類似のメカニカルジョイントを使用する配管に準用する。

-2. メカニカルジョイントの使用の可否は，その使用目的及び管の用途に応じて**表 D12.8** に定めるところ，**12.1.3** による管の分類及び管の寸法に応じて**表 D12.9** に定めるところによるほか，次の**-3.**から**-7.**による。ただし，本会が適当と認める国家規格及び／又は国際規格に適合するメカニカルジョイントであれば，**表 D12.9** に規定する寸法を超える寸法のものであっても，使用を認める場合がある。

-3. メカニカルジョイントは，損傷時に火災又は浸水を引き起こし得ることから，乾玄甲板下の船側又は可燃性流体を積載したタンクに直接接続する管に使用してはならない。

-4. **表 D12.8** に規定する可燃性流体の管装置にあっては，メカニカルジョイントは，使用する数を最小としなければならず，原則として，本会が適当と認める規格に適合するフランジ継手を使用しなければならない。

-5. メカニカルジョイントを取付ける配管は，適切に芯出し調整を行った上で支持しなければならない。ただし，接続部において強制的に管の芯を合わせるために管を支持する又は吊り下げることは認められない。

-6. スリップオンジョイントの使用制限は，前**-2.**から**-5.**によるほか，次の**(1)**及び**(2)**による。

(1) 貨物倉，タンク及びその他の場所であって近寄ることが困難な区画内の配管には（*MSC/Circ.*734 を参照），タンク内の液体と管内の流体が同一である場合を除き，スリップオンジョイントを使用してはならない。

(2) スリップ式のスリップオンジョイントは，管の軸方向の変形により生じる変位を吸収する必要がある場合を除き，管の主たる接続手段として使用してはならない。

-7. メカニカルジョイントの取付けは，製造者の組立説明書に従って行わなければならない。また，メカニカルジョイントの取付けの際に専用の工具又はゲージを必要とする場合には，当該工具又はゲージは製造者により支給されるものでなければならない。

13.2.5 隔壁弁*

-1. 船首隔壁には，ドレン弁等の管系統を形成しない弁又はコックを取付けてはならない。

-2. 船首隔壁を貫通する管は，乾舷甲板の上方から操作し得る適当な遠隔操作可能な弁を当該隔壁の船首側に取付け

なければならない。この場合，当該弁は，通常閉の状態でなければならず，操作中に遠隔操作システムに障害が発生した場合，自動的に閉じるものとするか，又は乾舷甲板の上方から手動にて閉じることのできるものとしなければならない。なお，弁は，その設置場所が貨物区域でない場合には，船首隔壁の後側に取付けても差し支えない。

-3. 船首隔壁を除くその他の水密隔壁にあって，随時検査のため近寄ることができる場所に，ドレン弁等の管系統を形成しない弁又はコックを取付ける場合には，弁又はコックが機関室の前後端隔壁の機関室側に取付けられる場合以外は隔壁甲板より上において操作できるもので，弁又はコックの開閉が，表示される構造のものでなければならない。

-4. 乾舷甲板又は隔壁甲板より上方から操作するための装置は，その重量を弁又はコックで支える構造としてはならない。

13.2.6 管の凍結防止

冷凍区画を貫通するか，又は冷凍区画に近接して配管されるビルジ管，空気管，測深管，排水管等にあって管内壁に氷結を生じるおそれのある場合には，適当な氷結防止のための処置を講じなければならない。

13.2.7 ドレン管からの船内逆流防止

機関室内のドレン管を二重底タンクに導く場合で，かつ，座礁等により当該タンクに海水が浸入したときにドレン管を通じて船内が浸水するおそれのある場合には，ドレン管に機関室の床面から容易に操作できる止め弁又は適当な逆流防止装置を設けなければならない。ただし，100*m* 未満の船舶にあっては省略することがある。

13.2.8 ボイラ周囲のドレン設備

ボイラの周囲には高さ 100*mm* 以上のコーミングを設け，中のドレンをビルジだめ，ビルジタンク等に導かなければならない。

13.3 海水吸入弁及び船外吐出弁

13.3.1 海水吸入管及び船外排出管の取付け*

船外から海水を吸入する管及び船外に排出する管は，**13.3.2-2.**及び**-3.**に従って取り付けた弁又はコックに連結しなければならない。ただし，乾舷甲板より上方の場所からの排出管であって，**13.4.1-7.**により自動逆止弁を省略し，乾舷甲板より上方の適当な範囲まで厚肉管とする場合にあっては，**13.3.2-3.**に適合する必要はない。

13.3.2 海水吸入弁，船外吐出弁等の設置位置及び構造*

-1. 船外に排出する排水管の開口は，海面に降した救命艇及び定められた進水場所にある救命いかだ（進水装置につり下げられたものを含む。）に排水が入らないような場所に設けなければならない。ただし，排水が入らないように特別な措置が講じられている場合にはこの限りでない。

-2. 海水吸入弁，船外吐出弁又は船外吐出コックを，外板，船体の一部を形成するシーチェスト又は船体付ディスタンスピースに取付けるときには，これらの弁又はコックは，近寄りやすい場所に設けなければならない。

-3. 前**-2.**の弁及びコックは，次の**(1)**及び**(2)**のいずれかによって取付けられなければならない。

(1) 外板又はシーチェストに溶接で取付けた座金に，外板及びシーチェストを貫通しないスタッドボルトによって取付けること。

(2) 船体付ディスタンスピースに取付けボルトによって取付けること。この場合において，ディスタンスピースは堅固な構造で，かつ，できる限り短くすること。

-4. 海水吸入弁の操作ハンドルは，床面上の操作しやすい場所に配置しなければならない。また，動力で開閉される海水吸入弁は，手動でも操作できる構造でなければならない。なお，海水吸入弁には，弁の開閉状態を識別できるよう指示器を設けなければならない。

-5. 船外吐出弁又はコックは，外板及び**-6.(1)**に定める保護環を貫通する差込口を備えなければならない。ただし，これらの弁又はコックを取付ける座金又はディスタンスピースが差込口を備えているときはこの限りでない。なお，船外吐出弁又はコックには，弁又はコックの開閉状態を識別できるように指示器を設けなければならない。

-6. ボイラ及び蒸発器の船外吹出し弁又はコックは，次の**(1)**及び**(2)**に適合したものでなければならない。

(1) 容易に操作できる場所に取付け，かつ，その取付け部の外板の外面に保護環を取り付け，外板の腐食を防止すること。

(2) 開閉ハンドルは，弁であるときは取り外すことができないように弁棒に固定し，コックであるときは閉鎖しなければ取り外すことができないように装置しておくこと。

13.3.3 シーチェストの構造

シーチェストは，堅固で，かつ，空気の滞留が少ない構造でなければならない。

13.3.4 海水吸入口の格子

-1. 海水吸入口には格子を設け，通過面積は，海水吸入弁の入口合計面積の 2 倍以上としなければならない。

-2. 前**-1.**の格子を掃除するために低圧蒸気，圧縮空気等を用いた掃除設備を備えなければならない。

13.4 排水装置，衛生装置等

13.4.1 一般*

-1. 各甲板には，有効に排水できるように十分な数と大きさの排水管を設けなければならない。ただし，乾舷甲板上の閉囲された貨物区域の排水管にあって，貨物区域の大きさ，内部区画の状況等を考慮して，船舶の安全性が損なわれないと本会が判断した場合はこの排水管の設置を省略することができる。固定式加圧水噴霧装置を備える場合にあっては，復原力の消失にかかわる特別な危険性に対して **R 編 20.5.1-4.**を参照すること。

-2. 甲板の暴露部からの排水管及び出入口に **C 編 1 編 11.3.2.6** の規定に適合する戸を備えていない船楼若しくは甲板室からの排水管は，船外に導かなければならない。

-3. 乾舷甲板直上の閉囲された船楼又は甲板室からの排水管は，船内ビルジだめに導かなくてはならない。ただし，次の**(1)**から**(3)**の規定により弁を備える場合は，船外に導いて差し支えない。

(1) 乾舷甲板上の場所から積極的に閉鎖することができる自動逆止弁 1 個又は積極的閉鎖装置のない 1 個の自動逆止弁と乾舷甲板上の場所から閉鎖できる 1 個の止め弁を設けること。ただし，排水管が乗組員を配置した機関室内において外板を貫通して船外へ導かれる場合は，その場所で積極的に閉鎖できる弁を外板に直接取付け，かつ，船内側に 1 個の逆止弁を備えたものとして差し支えない。なお，乾舷甲板上の場所から閉鎖することができる弁の操作装置は，開閉指示器を備え，かつ，容易に近寄ることができる場所に設けること。

(2) 満載喫水線から排水管の船内開口端までの垂直距離が $0.01L_f$ を超える場合は，前**(1)**の弁の代りに積極的閉鎖装置のない自動逆止弁 2 個とすることができる。この場合において，船内側の弁は，常時開放点検のできる場所で，かつ，熱帯満載喫水線より上方に設けること。ただし，2 個の自動逆止弁の間にその場所で操作できる止め弁を設けた場合にはこの限りでない。

(3) 前**(2)**に掲げる垂直距離が，$0.02L_f$を超え，本会が差し支えないと認める場合は，前**(1)**及び**(2)**の弁の代りに，積極的閉鎖装置を有しない自動逆止弁 1 個とすることができる。

-4. 乾舷甲板より下方の各甲板からの排水管は，船内ビルジだめに導かなくてはならない。ただし，次の**(1)**及び**(2)**の規定により弁を備える場合は，船外に導いて差し支えない。

(1) 乾舷甲板上の場所から積極的に閉鎖することができる自動逆止弁又は積極的閉鎖装置のない 1 個の自動逆止弁と乾舷甲板の場所から閉鎖することができる 1 個の止め弁を設けること。なお，乾舷甲板の場所から閉鎖することができる弁の操作装置は，開閉指示器を備え，かつ，容易に近寄ることができる場所に設けること。

(2) 満載喫水線から排水管の船内開口端までの垂直距離が $0.01L_f$ を超える場合は，前**(1)**の弁の代りに積極的閉鎖装置のない自動逆止弁 2 個とすることができる。この場合において，船内側の弁は，常時開放点検ができる場所で，かつ，**C 編 1 編 2.3.1.2(3)**に規定する最高区画喫水より上方に設けること。

-5. 前**-3.**にかかわらず乾舷甲板上の閉囲された貨物区域の排水管にあっては以下の規定を満足しなければならない。

(1) 船舶の横傾斜が 5 度を超えた場合に乾舷甲板端部が没水するような乾舷である船舶の排水管は**-3.(1)**から**(3)**に従って直接船外に排出すること。ただし，次の**(2)(a)**から**(c)**を満足する場合にあっては，排水管を船内ビルジだめに導いて差し支えない。

(2) 船舶の横傾斜が 5 度以下の場合に乾舷甲板端部が没水するような乾舷である船舶の排水管は次を満足するものであること。

(a) 当該区域の排水管は船内ビルジだめに導くこと。

(b) 当該ビルジだめには高液面警報装置を備えること。

(c) 当該区域に固定式炭酸ガス消火装置が備えられる場合には排水管に炭酸ガス漏洩防止の措置を施すこと。

-6. 前**-3.**及び**-4.**の規定にかかわらず，航海中には排水時を除き常時閉鎖される船外排水管には，1 個の止め弁を備えるだけで差支えない。ただし，この止め弁は，航海中容易に近寄ることができる場所から開閉指示器を備えた操作装置により操作できるものでなければならない。

-7. すべての場所からの排水管で，外板を貫通する位置が，乾舷甲板より下方 450*mm* の点より下方か，又は満載喫水線より上方 600*mm* の点より下方にあるものは，外板に直接取付けた自動逆止弁を備えなければならない。ただし，**-3.**及び**-4.**の規定により要求される場合を除き，排水管の厚さを**表 D12.6(1)**及び**表 D12.6(2)**に規定するものとすることによって，この弁は省略して差し支えない。

-8. 閉囲された車両積載区域，ロールオン・ロールオフ区域及び特殊分類区域に固定式加圧水噴霧装置を備える場合，排水装置は前**-1.**から**-7.**に加え，**R 編 20.5.1-4.**及び **20.5.1-5.**の要件を満足しなければならない。

13.4.2 船側の開口

船側の排水口，衛生排水口その他これに類似する開口は，1 つの開口をなるべく多くの衛生管その他の管に共用するか，又は他の適当な方法により，その数を最少にとどめなければならない。ただし，種類の異なる船外排出管は，特に承認された場合のほかは，互に連結してはならない。

13.4.3 衛生装置

衛生装置は，**13.4.1** 及び **13.4.2** の規定に適合したものでなければならない。

13.4.4 灰棄筒及びちり棄筒

-1. 灰棄筒及びちり棄筒にあっては，乾舷甲板上の場所から積極的に閉鎖することができる逆止弁の代替措置として，次の**(1)**から**(3)**の規定を満たす 2 個の仕切弁を設けてもよい。

(1) 2 個の仕切弁は，筒の操作を行う甲板上から制御されること。

(2) 2 個の仕切弁のうち低い位置にあるものは，乾舷甲板上方の位置から制御されること。また，相互間にインタロック装置を設けること。

(3) 船内端は，指定された夏期乾舷に対応する喫水で各舷に 8.5 度横傾斜したときに形成される水線より上方に位置すること。ただし，夏期満載喫水線から少なくとも 1,000*mm* 上方に位置すること。船内端が夏期満載喫水線から $0.01L_f$ 以上上方に位置し，かつ，就航中船内端の仕切弁に常時近接可能である場合，その仕切弁は乾舷甲板上方の位置から制御される必要はない。

-2. 前**-1.**の規定を満たす 2 個の仕切弁を設ける替わりに，筒の船内端にヒンジ式風雨密蓋を設け，排出フラップと併用することとして差し支えない。この場合，ホッパ蓋が閉鎖されていない限りは排出フラップの操作ができないよう設備されたインタロックを備えなければならない。

-3. 仕切弁及びヒンジ式の蓋の制御装置には，「未使用時は閉鎖すること」と明示しなければならない。

-4. **C 編 1 編 2.3** に規定する損傷時復原性要件を適用する船舶にあっては，筒の船内端が浸水後の平衡水線より下方に位置する場合には，次の**(1)**から**(3)**の規定を満たさなければならない。

(1) 船内端のヒンジ式の蓋/弁は水密とすること。

(2) 弁は，最高満載喫水線より上方であり容易に近接可能な位置に設けられるねじ締め逆止弁とすること。

(3) ねじ締め逆止弁は，隔壁甲板より上方から操作できるものとし，開閉指示器を備えるものとすること。また，その弁の制御装置には，「未使用時は閉鎖すること」と明示すること。

13.5 ビルジ管装置及びバラスト管装置

13.5.1 一般*

-1. 液体を専用に積載するタンク及び排水が有効に行われる装置を有する区画を除くすべての水密区画には，通常の条件下においてビルジの吸引及び排出を行うことのできるビルジ管装置を設けなければならない。

-2. 水バラストを積載するタンクには通常の条件下において有効にバラスト水を積載又は排水を行うことの できるバラスト管装置を設けなければならない。

-3. 次に掲げる貨物区域に固定式加圧水噴霧装置その他の多量の水を放出する固定式の消火装置を備える場合及び **R 編 19.2.3** の危険物を積載する甲板下の貨物区域を冷却するための散水装置又は漲水装置を備える場合には，その水を直接船外に排出するための有効なポンプ設備を備えなければならない。

(1) **R 編 3.2.12** に定義されるロールオン・ロールオフ貨物区域

(2) 自走用の燃料をタンクに有する自動車を積載する貨物区域

-4. ビルジ管装置は，船外から水密区画へ海水が逆流したり，不用意に区画間をビルジが移動しないように適切な措置を講じなければならない。このため，ビルジ排水装置に連結するすべての配流弁箱及び手動弁は，通常の状態において近付き得る場所に設け，かつ，ビルジ配流弁箱の弁はすべて逆止弁としなければならない。

-5. 船倉，機関室及び軸路からのすべてのビルジ吸引管は，ビルジ吸引以外の管と別個に配管しなければならない。

-6. バラスト専用の深水タンクを貫通するビルジ管並びにバラストタンク以外の深水タンクを貫通するビルジ管及びバラスト管は，油密又は水密の管トンネル内に納めるか，又は**表 D12.6(1)**及び**表 D12.6(2)**に従って十分な厚さのものとして各継手を溶接しなければならない。

-7. 二重底タンクを貫通するビルジ管は，油密又は水密の管トンネル内に納めるか，又は**表 D12.6(1)**及び**表 D12.6(2)**に従って十分な厚さのものとしなければならない。

-8. 二重底，船側タンク，ビルジホッパタンク又は空所内を貫通するビルジ管にあって座礁又は衝突の際に破損を生じるおそれのあるものには，ビルジ吸引口に近接して逆止弁又はいつでも近寄りやすい場所から閉鎖することのできる止め弁を設けなければならない。

-9. バラスト管装置は，不用意に船外からバラストタンクに海水が逆流したり，バラストタンク間をバラスト水が移動しないようにバラスト注排水時以外は常に閉鎖状態に保持できる開度指示装置付きの止め弁又は逆止弁を設ける等の適切な措置を講じなければならない。

-10. バラスト及び貨物を交互に積載する船倉にあっては，貨物積載時にバラスト管を通して不用意に海水が流入しないようにバラスト管装置に，また，バラスト積載時にビルジ管を通してバラストが不用意に排出されないようにビルジ管装置に，ブランクフランジ又はスプールピースを設ける等の適切な措置を講じなければならない。

-11. バラスト管系は，燃料油タンクに連結してはならない。ただし，バラスト管系の構造を考慮し，本会が適当と認める場合はこの限りでない。

13.5.2 用語

-1. ビルジ吸引主管とは，**13.5.5**及び**13.5.7-1.**から**-4.**に規定するビルジ吸引口からビルジを吸引する支管が集合されて，**13.5.4-1.**に規定する独立の動力によって駆動されるビルジポンプに連結するビルジ吸引系統の幹管となるビルジ吸引管をいう。

-2. ビルジ吸引支管とは，各区画のビルジ吸引口からビルジ吸引主管に連結する管をいう。

-3. 直接ビルジ吸引管とは，**13.5.4-1.**に規定する独立の動力によって駆動されるポンプに直接連結され，かつ，他の管とは全く別個に配管されるビルジ吸引管をいう。

-4. 危急用ビルジ吸引管とは，**13.5.7-6.(1)**又は同**-7.(1)**に規定するポンプに直接連結され，かつ，危急時に使用するビルジ吸引管をいう。

13.5.3 ビルジ吸引管の内径*

-1. ビルジ吸引主管，直接ビルジ吸引管及び各水密区画のビルジ吸引支管は，次の**(1)**及び**(2)**の算式による内径のもの又は算定した値に最も近い内径を有する標準管を使用しなければならない。ただし，その標準管の内径が算定した値より13*mm* 以上不足する場合には，1 ランク大きい標準管を使用しなければならない。

(1) ビルジ吸引主管又は直接ビルジ吸引管

$$d = 1.68\sqrt{L_f(B+D)} + 25 \quad (mm)$$

(2) ビルジ吸引支管

$$d' = 2.15\sqrt{l(B+D)} + 25 \quad (mm)$$

d：ビルジ吸引主管又は直接ビルジ吸引管の内径（*mm*）

d'：ビルジ吸引支管の内径（*mm*）

B 及び D：それぞれ船の幅及び深さ（*m*）

L_f：**A 編 2.1.3** に規定する船の乾舷用長さ（*m*）

ただし，**13.4.1-5.(2)**の適用を受ける船舶の D にあっては次による

(a) 船の全長にわたって乾舷甲板上に閉囲された貨物区域を有する船舶にあっては乾舷甲板直上の甲板までの船の深さ（*m*）

(b) 船の全長にわたって乾舷甲板上に閉囲された貨物区域を有しない船舶にあっては船の深さに($l' \times h / L_f$)を加えたもの（*m*）。この場合 l'及び h は乾舷甲板直上の閉囲された貨物区域の全長及び高さとする。

l：ビルジ吸引支管により排出すべき区画の長さ（*m*）

-2. ビルジ吸引主管の内径は，**-1.(2)**によって算定されるビルジ吸引支管の内径のいずれよりも小であってはならない。

-3. 直接ビルジ吸引管の内径については，**13.5.7-5.(1)**及び同**(2)**の規定にもよらなければならない。

-4. **13.5.5-1.**の規定により，船倉の前半及び後半にビルジ吸引口を設ける場合には，前半に設けるビルジ吸引支管の内

径は，**-1.(2)**の算式による値の 0.7 倍まで減少することができる。

-5. 機関室のビルジポンプが機関室のビルジ排出に専用される場合は，ビルジ吸引主管及び直接ビルジ吸引管の内径は，次式による値まで減少することができる。

$$d = \sqrt{2}(2.15\sqrt{l(B+D)} + 25)\ (mm)$$

l ：機関室の長さ（m）

d，B及びDは，**-1.**と同じ。

-6. ビルジ吸引支管の内径は，50mm より小であってはならない。ただし，小さい区画のビルジ吸引支管で本会が差し支えないと認めた場合には，40mm まで減ずることができる。

-7. ビルジ吸引主管と 2 本以上のビルジ吸引支管を連結するビルジ吸引管の内径の断面積は，ビルジ吸引支管のうち，最も内径の大きい 2 本の管の内径の断面積の和より大きくしなければならないが，**-1.(1)**により算定されるビルジ吸引主管の内径の断面積より大きくする必要はない。

-8. 船首尾倉及び軸路のビルジ吸引管の内径は，65mm より小であってはならないが，船の長さが 60m 未満の船舶に限り，50mm まで減ずることができる。

13.5.4 ビルジポンプ*

-1. ビルジポンプの数

(1) 船舶には，独立の動力によって駆動されるポンプを少なくとも 2 台備え，ビルジ吸引主管からそれぞれ吸引可能なように配置しなければならない。ただし，長さが 90m 以下の船舶にあっては，1 台を主機関によって駆動されるものとすることができる。

(2) 独立の動力によって駆動されるバラストポンプ，衛生ポンプ，雑用ポンプ等がビルジ主管に適当に連結されている場合には，これらのポンプは，**(1)**の独立の動力によって駆動されるビルジポンプとみなすことができる。

(3) 前**(1)**に定める独立の動力によって駆動されるポンプのうちの 1 台は，本会が適当と認めた場合にはビルジポンプ以外の海水ポンプによって駆動されるエダクタに代えることができる。この場合，エダクタの吸引能力は**-2.**の規定によらなければならない。

-2. ビルジポンプの能力

前**-1.**に規定する各ポンプは，次の算式による値以上のビルジを **13.5.3** に規定するビルジ吸引主管を通じて吸引することができる能力を有するものでなければならない。

$$Q=5.66d^2\times10^{-3}$$

Q ：ビルジ吸引量（m^3/h）

d ：**13.5.3** に規定するビルジ吸引主管の内径（mm）

ただし，これらのポンプのうち，1 台のポンプの吸引能力が規定するものより僅かに不足する場合でも，他方のポンプの吸引能力にそれを補う余裕があれば規定に適合したものとみなすことができる。

-3. ビルジポンプの形式

前**-1.**に規定する独立の動力によって駆動されるビルジポンプは，即時に使用できるよう自己呼び水形のものとするか，又は他に呼び水ポンプを備えなければならない。

-4. ビルジポンプと吸引管との接続

前**-1.**に規定する動力ポンプは，すべていずれの船倉，機関室及び軸路からでもビルジを吸引できるように装置しなければならない。ただし，船倉のビルジを船倉専用のエダクタにより排出する場合には，船倉のビルジ吸引管は前**-1.**に定めるビルジポンプに連結する必要はない。 この場合， エダクタは 2 台以上のポンプで駆動できるようにしなければならない。また，駆動水用海水ポンプの容量，エダクタの吸引能力，吸引管の内径等については本会の適当と認めるところによる。

13.5.5 船倉のビルジ管装置

-1. 船倉を 1 個有する船で，船倉の長さが 33m を超えるときは，船倉の前半及び後半の適当な位置にビルジ吸引口を設けなければならない。

-2. 二重底内底板が船側まで延びているときは，ビルジ吸引口は両船側に設けられたビルジだめに配置しなければならない。また，二重底の上面が凹面をなすときは，船の中心線付近にもビルジだめを設けかつ，ビルジ吸引口を配置しなければならない。

-3. 船倉のビルジ水道の上に内張板を設ける場合には，船倉内のビルジが，自由にビルジ吸引口に導かれるように適当に配置しておかなければならない。

-4. 冷蔵倉内のビルジだめ及びビルジ水道のごみ除けのある部分の防熱は栓状とし，取外し可能なものとしなければならない。

-5. ビルジ吸引管の設置してある部分の冷蔵倉の防熱壁は，検査に必要な程度だけ，取外しのできる構造としなければならない。

13.5.6 深水タンクの頂部，船首尾タンク及びチェーンロッカのビルジ排水*

-1. 船首尾タンクの頂板上の場所，船首尾タンク及びチェーンロッカのビルジは，エダクタ又は手動ポンプによって排出を行って差し支えない。ただし，このエダクタ又は手動ポンプは，満載喫水線より上の場所からいつでも操作できるものでなければならない。

-2. 深水タンクの頂部及び隔壁階段部には，それぞれ有効なビルジ排出装置を設けなければならない。

-3. 深水タンクの頂部のドレンは，軸路又は他の近寄りやすい場所のビルジだめに導いて差し支えないが，その管は呼び径 65*A* 以下のものとし，管には近寄りやすい場所に敏速に作動する自動閉鎖弁を設けなければならない。

-4. 船首隔壁を貫通して吸引管を設ける場合は，**13.2.5-2.**の規定によらなければならない。

13.5.7 機関室のビルジ管装置

-1. 機関室に二重底を備えていない場合は，船の中心付近に少なくとも 2 個のビルジ吸引口を設けなければならない。これらの吸引口のうち，1 個はビルジ吸引主管に連結されるビルジ吸引支管吸引口，他の 1 個は直接ビルジ吸引口でなければならない。また，もし，船底のこう配が 5 度未満であるときは，両船側にそれぞれビルジ吸引支管吸引口を増設しなければならない。

-2. 機関室に二重底を備え，船の両側にビルジ水道を有する場合は，両船側にそれぞれビルジ吸引支管吸引口及び直接ビルジ吸引口を設けなければならない。

-3. 機関室における二重底板が船側まで延びている場合は，両船側にビルジだめを設け，各ビルジだめにそれぞれビルジ吸引支管吸引口及び直接ビルジ吸引口を設けなければならない。

-4. 機関室とボイラ室又は補機室とが水密隔壁によってそれぞれ区画されている場合，ボイラ室又は補機室のビルジ吸引口は，各区画に二重底を備えていない場合には**-1.**の規定に，二重底を備えている場合には前**-2.**又は前**-3.**の規定によらなければならない。ただし，二重底を備えている場合であっても直接ビルジ吸引口は，1 個にとどめて差し支えない。

-5. 直接ビルジ吸引管は，次によらなければならない。

(1) 直接ビルジ吸引管の内径は，**13.5.3-1.(1)**の算式による値より小であってはならない。ただし，**-2.**又は**-3.**の規定により機関室の両側に直接ビルジ吸引口を設ける場合は，直接ビルジ吸引管のうち 1 本の内径を **13.5.3-1.(2)**の算式によるビルジ吸引支管の内径まで減ずることができる。この場合，内径の小さい吸引管の配置場所は，**-6.**又は**-7.**に規定する危急ビルジ吸引管と同じ側とすること。

(2) 前**(1)**の規定にかかわらず，直接ビルジ吸引管の内径は，ビルジを吸引する区画が小さい場合は適当に減ずることができる。

-6. 主機として蒸気タービンを用いる船舶（電気推進船を除く。）の危急用ビルジ吸引管は，次によらなければならない。

(1) 船舶には，危急用として主循環ポンプに，機関室の床面上の操作しやすい場所に弁操作ハンドルを配置したねじ締め逆止弁付危急用ビルジ吸引管を設けること。このビルジ吸引口は，危急の場合にビルジを吸引するのに適当な高さとし，また，ビルジ吸引管の内径は，当該ポンプの吸引口径の$\frac{2}{3}$以上とすること。

(2) 危急用ビルジ吸引管は，主循環ポンプが危急用ビルジ排出に不適当であると認められる場合には，**13.5.4-1.**に規定するビルジポンプ以外の機関室内の最大の利用できるポンプに連結することができる。このポンプの吸引能力は，**13.5.4-2.**に規定された能力以上のものであること。また，この吸引管の内径は，使用されるポンプの吸引口径と同じであること。

(3) 前**(1)**又は**(2)**に規定するポンプが自己呼び水形のものである場合には，危急用ビルジ吸引口と同じ側に配置される直接ビルジ吸引口は，省略することができる。

-7. 主機として往復動内燃機関又はガスタービンを用いる船舶（電気推進船を除く。）の危急用ビルジ吸引管は，次によらなければならない。

(1) 船舶には，危急用として主冷却海水ポンプに，機関室の床面上の操作しやすい場所に弁操作ハンドルを配置したねじ締め逆止弁付危急用ビルジ吸引管を設けること。このビルジ吸引口は，危急の場合にビルジを吸引するために適当な高さとし，また，ビルジ吸引管の内径は，当該ポンプの吸引口径と同じであること。

(2) 主冷却海水ポンプが危急用ビルジ排水に不適当であると認められる場合には，**13.5.4-1.**に規定するビルジポンプ以

外の機関室内の最大の利用できるポンプに連結することができる。このポンプの吸引能力は，**13.5.4-2.**に規定された能力以上のものであること。また，この吸引管の内径は，使用されるポンプの吸引口径と同じであること。

(3) 前**(1)**又は**(2)**に規定するポンプが自己呼び水形のものである場合には，危急用ビルジ吸引口と同じ側に配置される直接ビルジ吸引口は，省略することができる。

13.5.8 ビルジだめ*

-1. 二重底に設けるビルジだめの深さ及び船底外板からビルジだめの底板までの高さについては，**C 編 1 編 10.2.1.2-2.**の規定による。

-2. すべてのビルジだめの容積は，0.17m^3 以上でなければならない。

-3. ビルジだめは，ビルジを吸引する区画が特に狭い場合又は前**-2.**に規定する容積のビルジだめを設けることができない場合は，適当な容積の鋼製ビルジハットに代えることができる。

-4. 船倉のビルジだめに接近するために，マンホールが必要である場合は，マンホールは，できるだけビルジ吸引口に接近して設けなければならない。このマンホールを機関室の前後端隔壁及び内底板に設けることは，なるべく避けなければならない。

13.5.9 マッドボックス及びローズボックス*

-1. 機関室及び軸路におけるビルジ吸引管（危急用ビルジ吸引管を除く。）には，機関室床上から近寄りやすい場所に，容易に開閉できる蓋を有するマッドボックスを設け，かつ，マッドボックスの吸引側には，ビルジだめに通ずる真っすぐな尾管を連結しなければならない。

-2. 各船倉におけるビルジ吸引管の端には，吸引管の接合部を外さなくても容易に掃除ができる構造のローズボックスを設けなければならない。ローズボックスの各こし穴の径は本会が承認した場合を除き約 10*mm* とし，穴の総面積は吸引管の断面積の 2 倍を超えなければならない。

13.5.10 ばら積貨物船等の排水設備*

C 編 2-2 編附属書 1.1 An1.2.1(1)に定義するばら積貨物船にあっては，次の**(1)**及び**(2)**の場所からの排水に使用され，かつ，航海船橋又は常時乗員が配員される主機関制御場所から暴露甲板を経ることなく迅速かつ安全に接近できる閉囲された場所において操作することができるビルジ管装置又はバラスト管装置を備えなければならない。

(1) **C 編 1 編 2.2.1.1** に規定される船首隔壁より前方のバラストタンク

(2) 区画の全部又は一部が最船首貨物倉より前方にあり，かつ，満載排水量の 0.1%を超える容積を有する区画（ただし，前**(1)**に掲げるタンク以外のタンク及びチェーンロッカを除く。）

13.6 空気管

13.6.1 一般

-1. すべてのタンク，コファダム及びこれに類する区画には，いずれの部分からも容易に換気することができる十分な断面積を有する空気管を設けなければならない。

-2. 頂板の長さ又は幅のいずれかが 7*m* 以上のタンクには，適当に離れた位置に 2 本以上の空気管を設けなければならない。ただし，頂板が傾斜しているタンクにあっては最高部付近に 1 本設けるだけにとどめて差し支えない。

-3. 2 本以上の空気管が要求されるタンクにおいては，大気までの空気の流れが確保されることを条件に，**13.7.2** の規定を満足するオーバフロー管を空気管として使用して差し支えない。ただし，タンクには，少なくとも 1 本の空気管を設けなければならない。

-4. 複雑な形状のタンク又はコファダムにあっては，空気管の位置及び数について特別の考慮を払わなければならない。

-5. 空気管は，ドレンが溜まらないように配置しなければならない。

-6. 燃料油サービスタンク，燃料油セットリングタンク及び潤滑油タンクに設ける空気管の位置及び配管は，空気管が破損した場合に海水及び雨水の侵入による危険に直接さらされないものでなければならない。

13.6.2 空気管の開口*

-1. 空気管の開口位置についてはタンクの種類及び用途に応じ，次の**(1)**から**(4)**によらなければならない。

(1) 次のタンク及びコファダムの空気管は隔壁甲板より上に導くこと。

(a) 二重底タンク

(b) 深水タンク

(c) 海水に通じる可能性のあるタンク

(d) コファダム

(2) 次のタンク及びコファダムの空気管は暴露部に導くこと。

(a) 燃料油タンク及び熱媒油タンク

(b) 貨物油タンク

(c) 加熱される潤滑油タンク及び操作油タンク

(d) ポンプで液体を積むタンク（機関区域外のタンクで，かつ，オーバフロー管が設けられないものに限る。）

(e) 燃料油タンク又は貨物油タンクに隣接するコファダム

(3) ポンプで液体を積むタンクの空気管は，タンクの注入時に生じる溢出液による機器への悪影響を与えることのない場所に導くこと。

(4) 引火性又は可燃性の液体を積むタンクの空気管は，タンクの注入時に生じる溢出油及び排出ガスによる火炎の危険のない安全な場所に導くこと。

-2. 暴露甲板上の空気管の開口端には，自動式の閉鎖装置を設けなければならない。

-3. 燃料油及び貨物油タンクの空気管の開口端には，有効間隙面積が空気管の所要断面積以上で，かつ，掃除及び取替えが容易にできる耐食性の火炎侵入防止金網を設けなければならない。

13.6.3 空気管の寸法*

空気管の寸法については次によらなければならない。

(1) ポンプで液体を積むタンクに設ける空気管は，注入管の断面積の 1.25 倍以上の合計断面積とすること。**13.7** に規定するオーバフロー管が設けられている場合には，オーバフロー管が接続されるタンクに設けられる空気管も含めた合計断面積として差し支えない。ただし，空気管の内径は 50 *mm* 未満としてはならない。

(2) タンクにはポンプで吸引中にタンク内が負圧になることを防止する装置を設けること。

(3) 船体の一部を構成するタンク，コファダム及びこれに類する区画の空気管の内径は，50 *mm* 未満としてはならない。

13.6.4 空気管の甲板上の高さ*

空気管を暴露した乾舷甲板又は船楼甲板上に導く場合は，その暴露する部分を堅固な構造とし，甲板上面から水が下方に侵入する点までの高さは，甲板の種類に応じてそれぞれ次の値よりも小としてはならない。ただし，この高さは，船の作業の妨げとなる場合で，本会が閉鎖措置その他から判断して差し支えないと認める場合には，本会の指定する高さまで減じることができる。

乾舷甲板 760*mm*

船楼甲板 450*mm*

13.6.5 暴露甲板前方部分に設置される空気管の追加要件*

C 編 1 編 1.4.3.1-1.に定める船の長さ L_C が 80*m* 以上の船舶において，L_C の前端から 0.25L_C の箇所より前方の暴露甲板に設置される空気管は，当該空気管の設置位置における暴露甲板の高さが計画最大満載喫水線上 0.1L_C 又は 22*m* のいずれか小さい値より小である場合には，波浪の打ち込みに対して十分な強度を有するよう特別の考慮を払わなければならない。

13.7 オーバフロー管

13.7.1 一般

-1. ポンプで液体を積むタンクが次の一つに該当する場合には，オーバフロー管を設けなければならない。

(1) 空気管の断面積が **13.6.3(1)**前段の規定を満足しないとき

(2) タンクに設けた空気管の開口端より下に開口を持つとき

(3) 燃料油セットリングタンク及び燃料油サービスタンク

-2. 燃料油，潤滑油その他の可燃性油に用いられるタンクのオーバフロー管以外のオーバフロー管は，大気に開口するか，又はオーバフローを処理できる適当な場所に導かなければならない。

-3. オーバフロー管は，ドレンが滞留しないように配置しなければならない。

-4. 燃料油，潤滑油及びその他の可燃性油に用いられるタンクのオーバフロー管については本 **13.7** の規定に加え，**R 編 4.2.2(4)**の規定にもよらなければならない。

13.7.2　オーバフロー管の寸法

-1.　13.7.1-1.に該当する場合に設けるオーバフロー管の合計断面積は，注入管の合計断面積の 1.25 倍以上でなければならない。

-2.　オーバフロー管の内径は，50*mm* 未満としてはならない。

13.7.3　燃料油，潤滑油その他の可燃性油に用いられるタンクのオーバフロー管

-1.　オーバフロー管は，十分な容量のオーバフロータンク又はオーバフローを十分に処理できる余裕のある他のタンクに導かなければならない。

-2.　オーバフロー管には，当該管の垂直部の見やすい位置にサイトグラスを設けなければならない。ただし，タンク内の油があらかじめ定められた液位に達したことを示す警報装置を設ける場合には，サイトグラスの設置を省略して差し支えない。

13.7.4　オーバフロー管の相互流通及び逆流防止

-1.　同一の深水タンクに燃料油，貨物油，水バラスト又は一般貨物等相異なるものを積む船舶で，そのタンクのオーバフロー管が他のタンクのオーバフロー管と共通のオーバフロー主管に導かれている場合には，一般貨物を積んだときに他のタンクから液体，ガス等が侵入しないように，また，液体を積んだときに他のタンクに異なった液体が侵入しないように，適当な装置を設けなければならない。

-2.　オーバフロー管の開口するタンクに海水が侵入したとき，オーバフロー管を通じて他のタンクに海水が逆流するおそれがある場合には，オーバフロー管に逆流防止装置を設けなければならない。

-3.　船側に放出するオーバフロー管は，満載喫水線より上方に開口させ，かつ，船側に逆止弁を設けなければならない。また，このオーバフロー管が乾舷甲板より上方に達していない場合には，船内に水の逆流を防止するために，他の有効な設備を追加装備しなければならない。

13.8　測深装置

13.8.1　一般

-1.　すべてのタンク，コファダム及びこれに類する区画には，測深管又は液面指示装置を設けなければならない。これらは，常時近づくことができる場所で区画の液位を確認できるものとしなければならない。

-2.　測深管の上端には銘板を取り付けなければならない。

-3.　燃料油，潤滑油及びその他の可燃性油に用いられるタンクの測深管については本 13.8 の規定に加え，R 編 4.2.2(3)(e) の規定にもよらなければならない。

13.8.2　測深管の上端

測深管は，隔壁甲板より上のいつでも近寄りやすい位置に導き，かつ，その上端は，確実に閉鎖できるものでなければならない。ただし，上端にタンクの種類に応じ R 編 4.2.2(3)(e)，4.2.2(9)及び 4.2.3(2)に示す閉鎖装置等が設けられている場合には機関区域における床上から近寄りやすい位置に導くことができる。また，可燃性油以外のタンク及びコファダムの測深管については，仕切り弁，コック又は取り外すことのできないねじ止め管頭を備える場合，機関区域における床上から近寄りやすい位置に導くことができる。

13.8.3　測深管の構造*

-1.　測深管は，直管又は緩やかな曲がり管としなければならない。

-2.　測深管の下方の底板には，測深棒による損傷を防止するために十分な厚さ及び面積を有する当て板を設けなければならない。また，測深管の下端にふさぎ板を設ける場合には，ふさぎ板は十分な強さを持つものでなければならない。

-3.　測深管の内径は，0℃以下に冷却される区画を通過するものにあっては 65*mm* 未満，その他のものにあっては 32*mm* 未満としてはならない。

13.8.4　液面指示装置の構造*

13.8.1 に規定する液面指示装置は，本会が承認した形式のものでなければならない。ただし，本会が適当と認めた規格に適合したもの又は本会の適当と認めた証明書を有するものにあってはこの限りではない。また，燃料油等の可燃性油に使用する液面指示装置にあっては，R 編 4.2 によらなければならない。

13.8.5　ばら積貨物船等の水位検知警報装置*

-1.　C 編 2-2 編附属書 1.1 An1.2.1(1)に定義するばら積貨物船にあっては，次の**(1)**から**(4)**を満足する可視可聴警報を発する水位検知警報装置を備えなければならない。

(1) すべての貨物倉の船尾端において，次の**(a)**及び**(b)**の水位で警報を発するもの。

(a) 内底板から高さ 0.5*m* の位置

(b) 当該貨物倉の深さの 15%以上の高さ（ただし，2*m* を超える場合には 2*m* とすること）の位置

(2) **C 編 1 編 2.2.1.1** に規定される船首隔壁より前方のバラストタンクにおいて，当該タンク容積の 10%に相当する水位で警報を発するもの。

(3) 区画の全部又は一部が最船首貨物倉より前方にあり，かつ，満載排水量の 0.1%を超える容積を有する区画（ただし，前**(2)**に掲げるタンク以外のタンク及びチェーンロッカを除く。）において，0.1*m* の水位で警報を発するもの。

(4) 本会が適当と認める構造及び機能を有するもの

-2. 前**-1.**の水位検知警報装置は，航海船橋において浸水を検知した区画及び**-1.(1)**に掲げる 2 点の水位が識別可能なものでなければならない。また，当該装置の警報は，他の機器の警報と容易に区別ができるものでなければならない。

-3. 前**-1.**の水位検知警報装置であってバラストタンク及びバラストを張水する貨物倉に設置されるものについては，バラスト張水時に使用する本会が適当と認めるオーバーライド装置を設けることができる。

-4. 前**-1.**の水位検知警報装置について，構成機器に関する説明及び操作指示を含む手引書を備えなければならない。

13.8.6 単船倉貨物船の水位検知警報装置*

-1. **C 編 2-2 編附属書 1.1 An1.2.1(1)**に定義するばら積貨物船以外の貨物船であって，乾舷用長さ（L_f）が 80*m* 未満で，かつ，乾舷甲板より下方に単一の貨物倉を有するもの及び乾舷甲板より下方に複数の貨物倉を有するが，1 以上の隔壁により乾舷甲板まで水密に区画されていないものについては，当該貨物倉（区画されている場合はそれぞれの貨物倉）に，次の**(1)**から**(3)**を満足する水位検知警報装置を備えなければならない。

(1) 貨物倉における水位が内底板上 0.3*m* 以上の高さの位置及び貨物倉の平均深さの 15%を超えない位置に達した時に，航海船橋に可視可聴の警報を発するもの。

(2) 貨物倉の後端に取り付けるか，又は内底板が計画喫水線に対して平行でない場合には当該貨物倉の最も低い部分に取り付けること。内底板上に桁部材又は部分隔壁を備える場合，追加の水位検知装置を要求することがある。

(3) 本会が適当と認める構造及び機能を有すること。

-2. 前**-1.**の水位検知警報装置は，航海船橋において浸水を検知した区画及び**-1.(1)**に掲げる 2 点の水位が識別可能なものでなければならない。また，当該装置の警報は，他の機器の警報と容易に区別できるものでなければならない。

-3. 前**-1.**の水位検知警報装置について，構成機器に関する説明及び操作指示を含む手引書を備えなければならない。

-4. 前**-1.**にかかわらず，**13.8.5** の規定に適合する船舶及び貨物倉全長の両舷船側に，内底板から乾舷甲板に達する水密区画であって本会が適当と認める幅以上のものを備える船舶については，貨物倉に水位検知警報装置を備えることを要しない。

13.8.7 複数船倉貨物船の水位検知警報装置*

-1. **C 編 2-2 編附属書 1.1 An1.2.1(1)**に定義するばら積貨物船及びタンカー以外の貨物船であって複数の船倉を有するものは，乾貨物の積載を目的とする貨物倉に，次の**(1)**及び**(2)**を満足する可視可聴警報を発する水位検知警報装置を備えなければならない。なお，乾舷甲板より上方に設けられる貨物倉については，この限りではない。

(1) 貨物倉の船尾端において，次の**(a)**及び**(b)**の水位で警報を発するもの。なお，内底板が計画喫水線に対して平行でない場合には当該貨物倉の最も低い部分に取り付けること。

(a) 内底板から高さ 0.3 *m* 以上の位置

(b) 当該貨物倉の深さの 15%以上の高さ（ただし，2 *m* を超える場合は 2 *m* とすること）の位置

(2) 本会が適当と認める構造及び機能を有すること。

-2. 前**-1.**の水位検知警報装置は，船橋において浸水を検知した区画及び**-1.(1)**に掲げる 2 点の水位が識別可能なものでなければならない。また，当該装置の警報は，他の機器の警報と容易に区別できるものでなければならない。

-3. 前**-1.**の水位検知警報装置であって，バラストを張水する貨物倉に設置されるものについては，バラスト張水時に使用する本会が適当と認めるオーバーライド装置を設けることができる。

-4. 貨物倉内のビルジだめ又は他の適当な場所に設けられ，次の**(1)**から**(3)**を満足する可視可聴警報を発するビルジ警報装置は，**-1.(1)(a)**により要求される水位検知警報装置として使用することができる。

(1) 貨物倉の船尾端における水位が内底板から高さ 0.3 *m* 以上の位置に達したときに船橋に可視可聴の警報を発するもの。なお，ビルジだめが内底板上面より低い位置にある場合にあっては，ビルジだめの下面から高さ 0.3 *m* 以上の位置に達したときに警報を発するものとすること。

(2) 前**-1.**による警報と容易に区別でき，かつ，浸水を検知した区画を識別できるもの。

(3) 本会が適当と認める構造及び機能を有すること。

-5. 前-1.の水位検知警報装置及び-4.により水位検知警報装置として使用するビルジ警報装置について，構成機器に関する説明及び操作指示を含む手引書を備えなければならない。

13.9 燃料油管装置

13.9.1 一般*

-1. 主機室又はボイラ室に設置される燃料油管装置は，保守及び検査が容易にできる位置に設けなければならない。また，弁又はコックは，床面上から操作できるように備え付けなければならない。

-2. 燃料油ポンプの吸入側及び吐出側には，それぞれ止め弁又はコックを設けなければならない。

-3. 弁及び管取付け物にあって設計温度が 60℃を超え，かつ，設計圧力が 1*MPa* を超えるものは呼び圧力 1.6*MPa* 以上，また，移油管，吸引管及びその他の低圧油管に使用するものは，呼び圧力 0.5*MPa* 以上のものとしなければならない。

-4. 往復動内燃機関の燃料噴射管及びボイラの噴燃装置の管の接続に用いるユニオン継手は，十分な油密を保持できる金属接触構造で，かつ，丈夫なものでなければならない。

-5. 船舶の推進に必要な機関の燃料油管装置には，燃料の種類に応じてサービスタンクを 2 個設けるか，又は，同等な設備を備えなければならない。

-6. 前-5.の規定により備える燃料油サービスタンクは，主機を連続最大出力並びに発電装置を常用負荷にて少なくとも 8 時間維持できる容量を有するものでなければならない。

-7. 燃料油管装置については，本 **13.9** の規定に加え，**R 編 4.2** の規定にもよらなければならない。

13.9.2 燃料給油管

-1. 船外よりの燃料給油管は，専用のものとし，その開口部をなるべく甲板上に導き，かつ，丈夫な蓋で密閉できるよう装置しなければならない。

-2. 燃料給油管を燃料油タンク頂部又はこれに接近して取り付けない場合には，燃料油タンクに接近して逆止弁を設けるか，又は **R 編 4.2.2(3)(d)**の規定に従った遠隔閉鎖装置を持った弁又はコックを装置しなければならない。

-3. 前-1.にかかわらず，燃料給油管を吸引管に連結する場合には，給油管側に止め弁を設けなければならない。また，二重底より上部に位置するタンクにあって当該タンクの給油管を通じて他のタンクに燃料油が移動し，かつ，測深管等の開口端から溢流するおそれのある場合には，逆止弁を追加して設けなければならない。

13.9.3 燃料油移送ポンプ*

動力ポンプで燃料油セットリングタンク及び燃料油サービスタンクに送油する必要がある船舶には，少なくとも 2 台の独立の動力によって駆動される燃料油移送ポンプを備え，かつ，いつでも切り替えて使用できるよう装置しておかなければならない。ただし，これらのポンプのうちの 1 台は，他の目的に使用する独立の動力によって駆動される燃料油ポンプを利用できる場合には，このポンプを燃料油移送ポンプとみなすことができる。

13.9.4 油受け及びドレン設備*

-1. 往復動内燃機関（電気推進船以外の船舶の主機を除く。），ボイラの焚口，燃料油ポンプ，燃料油加熱器，燃料油冷却器，燃料油こし器等の燃料油を取扱う機器並びに燃料油セットリングタンク及びサービスタンク等の燃料油タンクの下には，十分な深さの金属製油受け皿を設けなければならない。また，油受け皿を設けることができない場合には，漏油を保持するためのコーミングを設けなければならない。

-2. 燃料油セットリングタンク及び燃料油サービスタンクには，タンク底部のドレンを排出するためにドレン弁又はコックを装備しなければならない。

-3. 燃料油タンク及び燃料油ドレンタンクに設けるドレン弁又はコックは自動閉鎖式のものとしなければならない。

-4. ドレン集合設備については次によらなければならない。

(1) 前-1.及び-2.の油受け皿内及びコーミング内のドレン並びにドレン弁又はコックからの排出ドレンは，燃料油ドレンタンクに導くか，又はこれに代わる排油装置を設けること。

(2) 前**(1)**の燃料油ドレンタンクは，オーバフロー管に連結しないこと。

(3) 前**(1)**の燃料油ドレンタンクの内部に溜まったドレンを適当な方法で処理できるように装置しておくこと。

13.9.5 燃料油加熱器*

-1. 燃料油管装置に加熱器を装備する場合，加熱器には温度調節装置を装備し，かつ，高温警報装置又は低流量警報装置を設けなければならない。ただし，燃料油がその引火点の下 10℃以上に加熱されるおそれのない場合にはこの限りで

はない。

-2. 二重底タンク及び深油タンクには，本会が承認した場合を除き，電熱式加熱器を装備してはならない。

-3. 燃料油を加熱するために電熱式加熱器を設ける場合には次によらなければならない。

(1) 加熱器には自動温度調整装置を設けること。

(2) 独立の温度センサーを備えた安全スイッチを設けること。この安全スイッチは，加熱エレメントの表面温度が220℃以上になることを防止するために給電を停止させるもので，手動によりリセットするものとすること。

(3) 加熱器はタンク内の掃除の際に機械的損傷を受けないように適当に保護すること。

13.9.6 往復動内燃機関の燃料油装置*

-1. 主機の燃料油供給ポンプの数及び能力

(1) 主機には，機関の連続最大出力時において十分な油量を供給できる主燃料油供給ポンプ及び通常航海に支障をきたさない油量を供給できる容量の予備燃料油供給ポンプを備えなければならない。なお，これらのポンプはいつでも切り替えて使用できるように装備しなければならない。

(2) 主機を 2 台以上備え，かつ，おのおのの主機に主燃料油供給ポンプが内蔵されている場合にあって，いずれか 1 台が停止しても航海可能な速力を得ることができる場合には，ポンプの完備品を 1 組備えれば予備燃料油供給ポンプを省略することができる。

-2. 補機及び発電機を駆動する往復動内燃機関の燃料油供給ポンプの数及び能力

(1) 二重性を要求される補機及び発電機を駆動する往復動内燃機関には，機関の連続最大出力時において十分な油量を供給できる主及び予備燃料油供給ポンプを備えなければならない。なお，これらのポンプはいつでも切り替えて使用することができるように装備しなければならない。

(2) 前**(1)**にいうおのおのの機関に専属の主燃料油供給ポンプを備える場合には，予備燃料油供給ポンプを省略することができる。

-3. 予備燃料油供給ポンプの駆動方式及び他のポンプの利用

(1) 予備燃料油供給ポンプは独立の動力によって駆動されるものでなければならない。

(2) 他の目的に使用する独立の動力によって駆動される燃料油ポンプを予備燃料油供給ポンプとして利用できる場合には，このポンプを予備燃料油供給ポンプとみなすことができる。

-4. 燃料油こし器

(1) 往復動内燃機関に燃料油を供給する管系には，燃料油こし器を備えなければならない。

(2) 主機として用いられる往復動内燃機関に用いるこし器は，掃除中でもこした油を往復動内燃機関に供給できるように装置しなければならない。油こし器を並列に配置する場合，開放前に内圧を逃すための弁又はコック等を設けなければならない。

-5. 燃料油加熱装置及び燃料油清浄装置

燃料に低質油を使用する場合には，適当な燃料油加熱装置及び燃料油清浄装置を備えなければならない。

13.9.7 ボイラの噴燃装置*

-1. 主ボイラの噴燃装置

(1) 主ボイラに燃料油を圧力噴射する燃料装置を備える場合には，噴燃ポンプ及び燃料油加熱器をそれぞれ 2 組以上備え，1 組が故障した場合でもボイラの最大蒸発量を得るのに十分な油量を供給できるようにしなければならない。なお，これらのポンプは，いつでも切り替えて使用できるように装備しなければならない。

(2) 噴燃ポンプの吸入側及び吐出側には，掃除中でもこした油の供給を停止することがないように措置されたこし器を備えなければならない。

(3) 前**(2)**に規定するこし器には，開放前に内圧を逃がすための弁又はコックを設けなければならない。

-2. 補助ボイラの噴燃装置

(1) 重要な補助ボイラ並びに主機の運転に必要な燃料油加熱器又は常時加熱を必要とする貨物の加熱器に蒸気を供給するボイラにあっては，前**-1.**に従って噴燃装置を設けなければならない。ただし，当該装置が故障した場合でも通常航海及び貨物の加熱に支障をきたさない代替の設備が設けられている場合には，噴燃装置を 1 組として差し支えない。

(2) 燃料油が重力によって噴油バーナに供給される場合にあっては，掃除中でもこした油の供給を停止することのないように措置されたこし器を設けなければならない。

-3. 蒸気管又は空気管への油の混入防止

バーナの残油除去を蒸気又は空気で行う場合には，蒸気又は空気への油の混入を防止する措置を講じなければならない。

13.10 潤滑油管装置及び操作油管装置

13.10.1 一般*

-1. 潤滑油管装置の設置場所並びに油受け及びドレン設備については，燃料油を潤滑油と読みかえて **13.9.1-1.**並びに **13.9.4-1.**及び**-4.**の規定，また，潤滑油の加熱器については **13.9.5** の規定に適合したものでなければならない。

-2. 操作油管装置の設置場所並びに油受け及びドレン設備については，燃料油を操作油と読みかえて **13.9.1-1.**並びに **13.9.4-1.**及び**-4.**の規定に適合したものでなければならない。

-3. 潤滑油管装置及び操作油管装置については，本 **13.10** の規定に加え，それぞれ **R 編 4.2.3** 及び **4.2.4** の規定に適合したものでなければならない。

13.10.2 潤滑油ポンプ

-1. 主機，推進軸系及び動力伝達装置の潤滑油ポンプの数及び能力

(1) 主機，推進軸系及びその動力伝達装置には機関の連続最大出力時において，十分な油量を供給できる容量の主潤滑油ポンプ及び通常航海に支障をきたさない油量を供給できる容量の予備潤滑油ポンプを備えなければならない。なお，これらのポンプはいつでも切り替えて使用できるように装備しなければならない。

(2) 主機，推進軸系又はその動力伝達装置を 2 台又は 2 軸以上備え，かつ，おのおのの設備に主潤滑油ポンプが内蔵されている場合にあって，いずれか 1 が停止しても航海可能な速力を得ることができる場合には，ポンプの完備品を 1 組備えれば予備潤滑油ポンプは省略することができる。

-2. 補機及び発電機並びにこれらを駆動する原動機の潤滑油ポンプの数及び能力

(1) 二重性が要求される補機及び発電機並びにこれらを駆動する原動機には，機関の連続最大出力時において十分な油量を供給できる容量の主及び予備潤滑油ポンプを備えなければならない。なお，これらのポンプはいつでも切り替えて使用できるように装備しなければならない。

(2) 前**(1)**にいうおのおのの設備に専属の主潤滑油ポンプを備える場合には，予備潤滑油ポンプを省略することができる。

-3. 予備潤滑油ポンプの駆動方式及び他のポンプの利用

(1) 予備潤滑油ポンプは，独立の動力によって駆動されるものでなければならない。

(2) 他の目的に使用する独立の動力によって駆動される適当な潤滑油ポンプを予備潤滑油ポンプとして利用できる場合には，このポンプを予備潤滑油ポンプとみなすことができる。

-4. ウォータジェット推進装置及び旋回式推進装置の潤滑油ポンプの数及び能力

ウォータジェット推進装置又は旋回式推進装置にあっては，それぞれ，「主機，推進軸系及び動力伝達装置」を「ウォータジェット推進装置」又は「旋回式推進装置」に読み替えて前**-1.**の規定を適用する。

13.10.3 機関とサンプタンクの間の止め弁

船の長さが 100*m* 以上の船舶において，二重底タンクを潤滑油サンプタンクに用いる場合は，機関と潤滑油サンプタンクの配管中に機関室の床面から容易に操作できる止め弁又は適当な逆流防止装置を設けなければならない。

13.10.4 潤滑油こし器*

-1. 機関の潤滑が，強制潤滑油方式（重力タンク方式を含む。）の場合には，潤滑油こし器を設けなければならない。なお，ウォータジェット推進装置又は旋回式推進装置の潤滑油管装置に設ける潤滑油こし器は，磁石入りのものを推奨する。

-2. 主機，推進軸系の動力伝達装置，可変ピッチプロペラ装置，ウォータジェット推進装置又は旋回式推進装置の潤滑油管装置に設けるこし器は，掃除中でもこした油をそれぞれの機関に給油できるように装置しなければならない。

-3. 前**-2.**に規定するこし器には，開放前に内圧を逃がすための弁又はコックを設けなければならない。

13.10.5 潤滑油清浄装置

潤滑油装置には，潤滑油清浄機又はこれに代わるこし器等の潤滑油清浄装置を備えなければならない。

13.11 熱媒油管装置

13.11.1 一般

熱媒油管装置の設置場所及びポンプの付着弁については，燃料油を熱媒油と読みかえて **13.9.1-1.**及び**-2.**の規定，船外よりの積込管については **13.9.2-2.**の規定，また，油受け及びドレン設備については **13.9.4-1.**及び**-4.**の規定に適合したものでなければならない。また，本 **13.11** 規定に加え，**R 編 4.2.4** の規定に適合したものでなければならない。

13.11.2 熱媒油管装置

熱媒油管装置については，次に定めるところによらなければならない。

(1) 膨張タンクには，液面指示装置を備えること。

(2) 循環ポンプは，吐出側及び吸入側の適当な場所に圧力計測装置を備えていること。

(3) 熱媒油加熱器の入口及び出口弁は，これらが設置される区画の外部から制御できるものでなければならない。ただし，システム内の熱媒油を収集タンクに急速に重力で排出する措置がなされている場合はこの限りでない。

13.11.3 熱媒油設備のポンプ*

重要な用途に用いられる熱媒油設備の熱媒油循環ポンプ及び燃料油噴燃ポンプは，それぞれ 2 台以上備えなければならない。ただし，燃料油噴燃ポンプが故障した場合でも通常航海及び貨物の加熱に支障をきたさない代替の設備が設けられている場合には，当該ポンプを 1 台として差し支えない。

13.11.4 引火点 60℃以下の液体貨物の加熱*

引火点 60℃以下の液体貨物の加熱は，完全に貨物エリア内に設置された独立の二次システムによる手段によらなければならない。ただし，本会が適当と認める場合にはこの限りでない。

13.12 冷却管装置

13.12.1 冷却ポンプ*

-1. 主機の冷却ポンプの数及び能力

(1) 主機には，機関の連続最大出力時において，十分な水（油）量を供給できる容量の主冷却ポンプ及び通常航海に支障をきたさない水（油）量を供給できる容量の予備冷却ポンプを備えなければならない。ただし，蒸気タービンを主機とする船舶の予備循環ポンプの容量は，本会の適当と認めるところによる。なお，これらのポンプはいつでも切り替えて使用することができるように装備しなければならない。

(2) 主機として蒸気タービンを用いる船舶では，適当に装備されたスクープ装置を主冷却ポンプとして使用することができる。この場合，前**(1)**に規定する予備冷却ポンプによる冷却系統のほかに，他の冷却系統から船の低速時において十分に冷却できるよう配管しなければならない。

(3) 主機を 2 台以上備え，かつ，おのおのの主機に主冷却ポンプが内蔵されている場合にあって，いずれか 1 台が停止しても航海可能な速力を得ることができる場合には，ポンプの完備品を 1 組備えれば予備冷却ポンプは省略することができる。

-2. 補機及び発電機並びにこれらを駆動する原動機の冷却ポンプの数及び能力

(1) 二重性を要求される補機及び発電機並びにこれらを駆動する原動機には，機関の連続最大出力時において十分な水（油）量を供給できる容量の主及び予備冷却ポンプを備えなければならない。なお，これらのポンプはいつでも切り替えて使用できるように装備しなければならない。

(2) 前**(1)**に規定する原動機のおのおのに専属の主冷却ポンプを備える場合には，予備冷却ポンプを省略することができる。

-3. 予備冷却ポンプの駆動方式及び他のポンプの利用

(1) 予備冷却ポンプは独立の動力によって駆動されるものでなければならない。

(2) 他の目的に使用する独立の動力によって駆動される適当なポンプが予備冷却ポンプとして利用できる場合には，このポンプを予備冷却ポンプとみなすことができる。

13.12.2 海水吸入

冷却海水は 2 箇所以上のシーチェスト又は海水吸入口に取り付けた海水吸入弁から吸引できるようにしなければならない。

13.12.3 往復動内燃機関の冷却装置*

主機並びに二重性を要求される補機及び発電機を駆動する往復動内燃機関が，直接海水で冷却される場合には，海水吸入弁と冷却海水ポンプとの間に，掃除中でも，それぞれの機関にこした冷却水を供給できるように装置されたこし器を設けなければならない。

13.13 圧縮空気管装置*

13.13.1 空気圧縮機の配置及び圧力逃し装置

-1. 空気圧縮機は吸入空気に油分の混入がなるべく少なくなるように配置しなければならない。

-2. 空気圧縮機のシリンダには，シリンダ内の圧力が最高使用圧力の 1.1 倍を超えることを防止する逃し弁を備えなければならない。

-3. 空気冷却器の冷却側ジャケットが圧縮空気の漏えいによって過圧を生じるおそれのある場合には当該ジャケットに圧力逃し装置を設けなければならない。

13.13.2 空気タンクの圧力逃し装置その他の付着品

空気タンクの圧力逃し装置その他の付着品については，**10.8** の規定によらなければならない。

13.13.3 空気圧縮機の数及び総容量

-1. 主機の始動に圧縮空気を必要とする船舶には，2 台以上の空気圧縮機を備え，かつ，いずれの空気タンクにも充気することができるような装置を備えなければならない。ただし，シリンダに充気弁を備えるものは，その充気弁を主機駆動の空気圧縮機とみなすことができる。

-2. 前**-1.**の空気圧縮機のうち少なくとも 1 台は主機から独立した動力によって駆動されるものでなければならない。また，当該独立駆動の空気圧縮機の内の 1 台の容量又は複数の独立駆動の空気圧縮機の合計容量は，**-3.**に規定する総容量の 50 %以上とすること。

-3. 空気圧縮機の総容量は，大気圧状態から 1 時間以内に少なくとも原動機の種類に応じて，**2.5.3-2.**又は **4.4.3-2.**に規定する回数だけ連続始動できる状態に空気タンクを充気することができるものでなければならない。また，当該空気圧縮機（**1.3.1-5.**の規定を満足するために備える非常用の空気圧縮機を除く。）は，それぞれ，ほぼ同容量のものとすること。

13.13.4 非常用空気圧縮機

-1. **13.13.3** に規定する空気圧縮機を駆動する原動機が始動に圧縮空気を必要とする場合には，別に独立の動力によって駆動される非常用空気圧縮機を備えなければならない。

-2. 非常用空気圧縮機の原動機は，始動に圧縮空気を必要とするものであってはならない。

-3. 非常用空気圧縮機の容量は，**13.13.3** に規定する空気圧縮機の原動機を容易に始動するために，十分な空気量をタンクに充気することができるものでなければならない。この場合，原動機の起動を容易にするために別に非常用の空気タンクを備えることは差し支えない。

13.13.5 圧縮空気管

-1. 管内にドレンが滞留するおそれのある配置の圧縮空気管にはドレン排出装置を設けなければならない。

-2. 始動用空気タンクの充気管は，始動用空気圧縮機から直接，配管されなければならない。

-3. 空気タンクから主機又は補助原動機までの始動空気管は**-2.**の充気管と別個に配管しなければならない。

13.13.6 重要な用途に必要な圧縮空気管装置

原動機の始動以外の重要な用途に圧縮空気を必要とする船舶においては，以下の**(1)**及び**(2)**によらなければならない。

(1) 重要な用途のために圧縮空気を供給する設備は，圧縮空気管装置の通常運転中，保守中及び故障の際であっても，当該用途に必要な総量を満たす十分な圧縮空気を常時利用可能とするものであること。

(2) 重要な用途のために圧縮空気を供給する圧縮空気管装置の通常運転中に継続的に，又は当該装置の保守中もしくは故障の際に間欠的に，原動機の始動空気管装置から重要な用途のために圧縮空気を供給する場合には，当該供給が行われても，原動機の始動に使用できる空気タンクの容量が **2.5.3-2.**又は **4.4.3-2.**の規定を満足するものであること。

13.14 蒸気管装置及び復水管装置

13.14.1 ドレン抜き装置

蒸気管には，適当な位置にドレン抜き装置を備えなければならない。

13.14.2 油の加熱管

燃料油及び潤滑油を加熱する蒸気の排気ドレンは，機関室の明るく近寄りやすい場所に設けた検油タンク又は他の検油装置に導かなければならない。

13.14.3 貨物倉の貫通

蒸気管は，原則として，貨物倉内を貫通させてはならない。ただし，やむを得ず設けるときは，管の継手はすべて溶接とし，十分な防熱を施し，かつ，管は鋼板で保護しなければならない。

13.14.4 復水管装置*

-1. 主コンデンサには，独立の動力によって駆動され，かつ，主コンデンサの計画最大復水量を処理できる容量の復水ポンプ及び真空維持装置をそれぞれ少なくとも 2 台備えなければならない。ただし，主コンデンサの構造等を考慮して本会が差し支えないと認める場合には，この真空維持装置を省略することができる。

-2. 貨物油ポンプ等を駆動する蒸気タービンのコンデンサにあって，復水冷却系統の故障等により内部の圧力が設計圧力を超えるおそれのある場合には，本会が適当と認める安全措置を講じなければならない。

13.15 ボイラの給水管装置

13.15.1 主ボイラの給水管装置

-1. 主ボイラには，**9.9.5-1.**に定める止め弁及び逆止弁並びに給水ポンプを含め 2 系統の給水管系統を設け，1 系統を止めても支障なくボイラに給水できるようにしなければならない。

-2. 主ボイラには給水ポンプを 2 台以上備え，1 台が故障した場合でも，ボイラの最大蒸発量を得るのに十分な水量を供給できるようにしなければならない。また，これらの給水ポンプはいつでも切り替えて使用できるように装備しなければならない。

-3. 前**-2.**に規定する供給ポンプは，独立の動力によって駆動されるものでなければならない。

-4. 給水管系には，自動的に給水量を調整できる給水制御装置を設けなければならない。

-5. 給水ポンプは，ボイラの給水以外の用途に使用してはならない。

13.15.2 補助ボイラの給水管装置

船舶の安全のために不可欠な用途に使用されるすべての補助ボイラ（蒸気発生装置を含む。以下，本 **13.15.2** において同じ。）又は給水が停止した場合に危険が生ずるおそれのあるすべてのボイラにあっては，**13.15.1** に従って給水管装置を設けなければならない。ただし，蒸気胴の給水取入口は 1 とすることができる。

13.15.3 造水装置

蒸溜水を給水に使用する船舶には，適当な容量を持つ造水装置を少なくとも 1 台設けなければならない。

13.15.4 管のタンク内通過

ボイラの給水管は油タンク又は燃料タンク内に，また，油管及び燃料管は，ボイラの給水タンク内に配管してはならない。

13.16 排ガス管装置

13.16.1 往復動内燃機関及びガスタービンの排ガス管

-1. 次の**(1)**及び**(2)**に掲げる場合を除き，2 以上の往復動内燃機関の排ガス管は，原則として互に連結してはならない。また，往復動内燃機関とガスタービンの排ガス管及び 2 以上のガスタービンの排ガス管は，原則として互に連結してはならない。

(1) 2 以上の往復動内燃機関の排ガス管を 1 の消音器に導く場合であって，停止している往復動内燃機関のシリンダに排気が侵入しないような装置を備えている場合

(2) **22 章**の規定に適合する共通の排ガス浄化装置に接続する場合

-2. 排ガス管の端は，往復動内燃機関のシリンダ又はガスタービンに水が侵入しないように考慮して配置しなければ

ならない。特に，排ガス管の端を船外の喫水線付近に開放する場合，排ガス管の構造は，サイフォン現象により水が侵入することのないものとしなければならない。

-3. 次の**(1)**及び**(2)**に掲げる場合を除き，ボイラの煙路と往復動内燃機関の排ガス管とを互に連結してはならない。また，次の**(1)**に掲げる場合を除き，ボイラの煙路とガスタービンの排ガス管とを互に連結してはならない。

(1) 往復動内燃機関又はガスタービンの排ガスをボイラに利用する場合

(2) **22 章**の規定に適合する共通の排ガス浄化装置に接続する場合

13.16.2 ボイラの排ガス管

煙突又は煙路内にせき板を設けるときは，その開度が 2/3 以下になることがないように装置しなければならない。また，このせき板は，任意の開度で固定できる構造とし，その開度を明確に表示するように装置しなければならない。

13.16.3 焼却設備の排ガス管

排ガス管にあっては，逆勾配等の形状となり未燃焼物が堆積し易い個所に，保守を行うための掃除穴を設けなければならない。

13.17 試験

13.17.1 製造工場等における試験

補機及び管装置の製造後における試験については，**12.6** の規定によらなければならない。

13.17.2 造船所等における試験

-1. 補機（作業用補機等を除く）は，船内据付け後，試運転を行わなければならない。ただし，**12.6.1-9.**の試運転に合格した補機については，差し支えないと認めれば，本会は，船内試験の方法を適当に参酌する。

-2. 管相互又は管と弁又は管取付け物との継手の溶接を船内で行った管系については，**11.6** に規定する非破壊試験（船内で溶接が行われた溶接継手に限る。）を行わなければならない。

-3. 管装置は，原則として，船内取付後，使用状態の下で漏れ試験を，必要な場合には水圧試験以外の方法を用いて行わなければならない。特に，燃料油管装置，熱媒油管装置及びタンク内の加熱管にあっては，船内取付後，設計圧力の 1.5 倍又は 0.4 *MPa* のうちのいずれか大きい方の圧力で漏れ試験を行わなければならない。

-4. 水を使用することにより影響を受けやすい管装置については，水圧試験を空気圧漏れ試験に代えることができる。また，状況応じて，水圧及び空気圧を組み合わせた強度試験を適用しても差し支えない。この場合，管装置の一部を水で満たし，その上の間隙を試験ガス（通常は空気又は窒素）により加圧すること。なお，空気圧による試験の実施を避けられない場合にあっては，*IACS* 勧告 No.140 中，Part F に示す安全措置に注意しなければならない。

14 章　タンカーの管装置

14.1　一般

14.1.1　適用*

-1. 本章の規定は，次の**(1)**から**(3)**に適合するタンカーの管装置に適用する。これと異なるタンカーの管装置については本会の適当と認めるところによる。本章で特に定める事項については，**12 章**及び **13 章**の規定にかかわらず，本章の規定を適用する。

(1) 原油，38℃における蒸気圧（絶対圧）が 0.28*MPa* 未満の石油精製品及び類似の液体貨物を運送するもの。

(2) 機関区域及び貨物油タンク（スロップタンクを含む。以下，本章において同じ。）が **R 編 4.5.1-1.**の規定に従って配置されているもの。

(3) 荷役において積込みは陸上設備，また，揚荷は船内ポンプを用いて行うもの。

-2. 危険化学品ばら積船の管装置は，**S 編**に定めるところによる。ただし，**S 編**に規定されていない事項については，本章に定めるところによる。この場合，「貨物油」を「貨物」と読み替える。

14.1.2　提出図面及び資料

提出すべき承認用図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 貨物油諸管線図及び計装管線図（管，弁等の材料，寸法，設計圧力等及び逆火防止装置の配置を記載したもの。）

(2) 貨物油ポンプ及びバラストポンプの電動油圧共通駆動システムの制御系統図（安全及び警報装置を含む。）

(3) その他本会が必要と認める図面及び資料

14.2　貨物油ポンプ，貨物油管装置，貨物油タンク内配管等

14.2.1　貨物油ポンプ

-1. 貨物油ポンプは次の**(1)**から**(5)**の規定に適合したものでなければならない。

(1) 火花の出る危険をできる限り防止したもので，かつ，シール部から油の漏れがなるべく少ない構造のものとすること。

(2) ポンプの吐出側には，止め弁を備えること。ただし，ポンプの吐出側貨物油管の適当な位置に止め弁が設けられている場合は，この止め弁を省略することができる。

(3) ポンプの吐出側に逃し弁を設ける場合には，逃げ出した油をポンプの吸入側に導くように装置すること。

(4) ポンプには吐出側に 1 個の圧力計測装置を設けること。ただし，ポンプがポンプ室以外の区画に装備された原動機によって駆動される場合には，操縦位置から見やすい場所にも 1 個の圧力計測装置を装備する必要がある。

(5) **R 編 4.5.10(1)**

-2. 貨物油ポンプの駆動機が貨物油ポンプ室内に装備され，かつ，蒸気原動機又は油圧モータでない場合には，原動機の種類，構造，駆動方法等について，本会の承認を得なければならない。

-3. ディープウェルポンプ又はサブマージドポンプ等の液中ポンプを装備する場合には，構造，駆動方法等について本会の承認を得なければならない。

-4. 貨物油ポンプは，原則として貨物油タンクの貨物及びバラストの移送，貨物油タンク洗浄水の移送，**14.3.1-2.**のビルジ吸引並びに **14.3.2-2.**のただし書のバラスト吸引以外の目的に使用してはならない。

14.2.2　貨物油管装置の配管一般*

-1. 貨物油管は，本会が必要と認める場合を除き，3 類管とする。

-2. 各貨物油タンクには，1 台の貨物油ポンプが停止した場合でも揚荷を支障なく行えるように配置された吸引管を設けなければならない。

-3. 貨物油管は，貨物油ポンプを経由することなく貨物油を積載できるように配管しなければならない。また，貨物油積込み管を甲板上から直接タンクに導く場合には，静電気の発生による事故を防止するために当該積込み管の開口端をできる限り下方に導かなければならない。

-4. 船外から海水を吸引するバラスト管が貨物油管に接続される場合には，海水吸入弁と貨物油管との間に止め弁を

設けなければならない。

-5. 貨物油管にスリップオンジョイントを使用する場合には，**12.3.3** の規定によらなければならない。

-6. バラスト専用タンク用の海水吸引管及び排出管は，貨物油タンクの海水吸引管及び排出管に連結してはならない。

-7. 静電気の制御のための貨物油タンク，貨物管装置等の接地及びボンディングは，次によらなければならない。

(1) 液体／ガス／蒸気の流れに起因する静電気の蓄積による放電の危険は，貨物タンク，貨物管装置等と船体との間の抵抗が 1 *MΩ* 以下であれば回避できる。

(2) 当該抵抗値は，貨物油タンク，貨物管装置等が船体に直接又は支持部を介して溶接又はボルトで固定されている場合，ボンディングストラップを使用せずに容易に達成することができる。

(3) 次に掲げる貨物油タンク，貨物管装置等は，恒久的に船体に接地する場合を除き，ボンディングストラップを設けること。

(a) 独立型貨物油タンク

(b) 船体から電気的に分離している貨物油タンク及び管装置

(c) 取外し可能な配管接合部（例えばスプールピース）

(d) 非導電性のガスケット又はシールを有するウェハー形の弁

(4) ボンディングストラップが必要な場合は，次の**(a)**から**(c)**の規定に従ったものとすること。

(a) 不良個所を目視によって明確に判別できること。

(b) 機械的損傷から保護され，腐食性製品，塗料等による導電性への影響を避けるよう設計及び配置されていること。

(c) 設置及び交換が容易にできること。

14.2.3 タンクの用途切替え*

貨物油タンクを管装置の切替えにより，バラストタンク又は燃料油タンクとして使用できるタンクについては，本会の必要と認める装置を設け，かつ，本会が承認した切替え作業の手引きを明記した図面又は書類を船内に保管しなければならない。

14.2.4 貨物油ポンプ及び管装置の隔離*

-1. 貨物油管は，**14.2.2**，**14.3.1** 及び **14.3.2** に規定されている場合を除き，他の管と別個に配管しなければならない。

-2. 貨物油管は，燃料油タンク及び機関室，居住区域等発火源のある区画を通過させてはならない。また，この管は，船首隔壁より前方及び機関室前端隔壁より後方の区画に導いてはならない。

-3. 暴露甲板上の貨物油管は，居住区域等から十分離して配置しなければならない。

-4. 貨物エリア外の場所で船尾荷役又は船首荷役を行う船舶にあっては，これらの貨物ホース連結部に導く貨物油管の配管継手は弁部を除き溶接継手とし，かつ，当該貨物油管は明瞭に識別され，貨物エリア内において設けられた次の**(1)**または**(2)**の設備によって隔離されなければならない。また，船首尾部の貨物油管開口端にはブランク・フランジを設けなければならない。

(1) 閉鎖状態で固定でき，かつ隔離の効果が確認できる装置を備えた 2 組の止め弁

(2) めがねフランジまたは取り外し可能なスプールピースのような隔離設備と組み合わせた 1 つの止め弁

-5. 貨物油管及び貨物油タンクにつながる類似の管で当該管の継手を溶接継手，又は漏洩のおそれのないフランジ継手とする短管についてはバラストタンク貫通させても差し支えない。

-6. ダブルハルタンカー以外のタンカーの場合，貨物油管はバラストタンクを貫通させても差し支えないが，この場合，当該貨物油管の継手は溶接継手とするか，又は漏洩のおそれのないフランジ継手としなければならない。また，管の伸縮対策としては，曲がり管を使用しなければならない。

14.2.5 貨物油管の隔壁弁*

-1. 貨物油管が，貨物油タンクとポンプ室の間の油密隔壁を貫通する箇所には，隔壁にできるだけ近接して止め弁を設けなければならない。

-2. 前**-1.**に規定する弁がポンプ室側にあるときは鋼製とし，直接閉鎖できると同時に，その所在区画外のいつでも近寄れる場所からも閉鎖できる遠隔操作構造のものでなければならない。ただし，貨物油管の各支管に甲板上から操作できる弁を設ける場合には，ポンプ室側に設ける弁は鋳鉄製で差し支えなく，かつ，遠隔操作構造のものとしなくても差し支えない。

-3. 前**-1.**に規定する弁がタンクの内側にある場合には，この弁は鋳鉄製で差し支えない。また，この弁は直接閉鎖できるものとする必要はないが，遠隔操作構造のものとし，かつ，ポンプ室内に別に弁を備えなければならない。

-4. 前-2.及び-3.の規定により，弁を遠隔操作構造のものとする必要がある場合には，弁の操作位置で弁が開閉していることを確認できるようにしなければならない。

14.2.6 弁の操縦棒の甲板貫通部

貨物油タンク内の弁の操縦棒が，ガス密又は油密の甲板を貫通する場合には，当該貫通部にスタフィングボックスを設置しなければならない。

14.2.7 貨物油タンク内の配管*

-1. 貨物油タンク内には貨物油管，貨物油の加熱管及び貨物油タンクのバラスト管並びに-2.から-4.の規定によって設置が認められる管以外の管を設置したり貫通させてはならない。

-2. 貨物油装置の遠隔制御用管並びに貨物油タンクのガス排除管，洗浄用管，測深装置用管及び計装用管は貨物油タンク内に設置することができる。

-3. 本会が承認した場合，貨物油タンクを貫通して排水管，衛生管等を設けることができる。

-4. 貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラスト管，測深管及び通気管等で当該管の継手を溶接継手，又は漏洩のおそれのないフランジ継手とする短管については貨物油タンクを貫通させても差し支えない。

-5. ダブルハルタンカー以外のタンカーの場合，貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラスト管は貨物油タンクを貫通させても差し支えないが，この場合，当該バラスト管の継手は溶接継手とするか，又は漏洩のおそれのないフランジ継手としなければならない。また，管の伸縮対策としては，曲がり管を使用しなければならない。

14.2.8 貨物油タンクの測深装置*

すべての貨物油タンクには，本会が承認した形式の測深装置を設けなければならない。この測深装置は，機関室，住居区域等発火源のある区画に引火性蒸気を流入させることのない構造又は配置でなければならない。

14.2.9 蒸気管

-1. 貨物油タンクの加熱用の蒸気供給管及び戻り管はタンク頂部以外のタンク壁を貫通させてはならない。また，蒸気供給主管は暴露甲板上に設置しなければならない。

-2. 貨物油タンクの加熱用の蒸気管には，各タンクの蒸気入口及び出口部に止め弁又はコックを設けなければならない。

-3. 貨物油タンクの加熱用の蒸気戻り管は，蒸気ドレン中の油の有無を検査するためにボイラその他の高熱部分及び発火源からできる限り離れた場所に設置した検油タンク又は他の検油装置に導かなければならない。

-4. 貨物エリア内の蒸気の温度は 220℃を超えてはならない。

-5. 貨物油ポンプ室内にある蒸気管，排気管及びポンプシリンダのドレン管の開口部は，ビルジ内に入ることがないようにビルジだめからなるべく離しておかなければならない。

-6. 貨物油タンク又は貨物油管に接続するタンクの掃除用蒸気管の分岐管には，それぞれねじ締め逆止弁又は二重に止め弁を装備しなければならない。

14.2.10 熱媒油管

-1. 貨物油タンク加熱用の熱媒油管は次によらなければならない。

(1) 貨物油タンク内の継手は溶接継手とすること。

(2) 貨物油タンクへの入口及び出口部に止め弁又はコックを設けること。ただし，当該出入口がポンプ室隔壁を貫通する場合には，隔壁にできるだけ近接して止め弁を設けることとして差し支えない。

(3) 熱媒油循環ポンプが停止しているとき，加熱管内の圧力が少なくとも貨物の静圧より水頭 3*m* 以上高くなるようにすること。

(4) 引火点 60℃以下の貨物を加熱する場合には 13.11.4 の規定によること。

-2. 貨物エリア内の熱媒油の温度は 220℃を超えてはならない。

14.2.11 貨物油ポンプ及びバラストポンプの電動油圧共通駆動システム

貨物油ポンプ及びバラストポンプの電動油圧共通駆動システム（以下，「共通駆動システム」という。）の非常停止装置及び制御システムは，次の**(1)**から**(4)**によらなければならない。

(1) 共通駆動システムの非常停止装置は，制御システムから独立したものとすること。非常停止装置又は制御システムにおける 1 の故障により，共通駆動システムが運転不能とならないこと。

(2) 貨物油ポンプの手動による非常停止により，共通駆動システムの油圧源が停止しないこと。

(3) 非常停止装置及び制御システムは，主配電盤からの給電の二重化等により，バックアップの動力供給源を備えること。また，いずれか 1 の動力の供給が停止した場合，制御盤を設置したすべての場所において警報を発する可視可聴警報を備えること。

(4) 自動又は遠隔制御システムが故障した場合であっても，共通駆動システムの運転が可能となるように，手動又は 2 系統の制御システムを備えること。

14.3 貨物油ポンプ室，コファダム，貨物油タンクに隣接するタンクの諸管装置

14.3.1 貨物油ポンプ室，貨物油タンクに隣接するコファダムのビルジ管装置等*

-1. 貨物油ポンプ室及び貨物油タンクに隣接するコファダムには，動力駆動のポンプ又はエダクタによるビルジ管装置を設けなければならない。このビルジは，機関室に導いてはならない。

-2. 貨物油ポンプは，**-1.**のビルジ排出ポンプとして使用して差し支えない。この場合には，ビルジ吸引口にねじ締め逆止弁を，また，ポンプの吸引側に止め弁又はコックをそれぞれ設け，さらに船外排出弁と貨物油管の間に 1 個の止め弁を設けなければならない。

-3. 貨物油タンクに隣接するコファダムのビルジ管と貨物油タンクに隣接しない区画のビルジ管は，別個に配管しなければならない。また，本会が特に認める場合には，これらの区画のビルジポンプ（貨物油ポンプと兼用するものを除く。）を共通のものとして差し支えないが，貨物油タンクに隣接しない区画のビルジ吸引管には，逆止弁を設けなければならない。

-4. 貨物油タンクに隣接するコファダムに設ける測深管は，内径 38*mm* 以上とし，特に本会が認める場合を除き，暴露甲板上に導かなければならない。

14.3.2 貨物油タンクに隣接するバラストタンク*

-1. 本 **14.3.2** の規定は，**C 編 2-7 編 2.1.1.1-1.(3)**の規定により，貨物油タンクの前後端に設けるコファダムと兼用するバラストタンクにも適用する。ただし，このバラストタンクの前端が船首隔壁より前方に位置する場合には，別に定めるところによる。

-2. 貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラスト管等の危険バラスト管（**表 D12.6(1)備考 2.**参照）は，他の管と別個に配管し，かつ，機関室に導いてはならない。このため，ポンプ室にバラスト注排水用ポンプを設けることを原則とする。ただし，本会が特に認める場合には，非常用としてバラスト吸引のみの目的に貨物油ポンプを使用して差し支えない。

-3. 貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラスト管にスリップオンジョイントを使用する場合には，**12.3.3** の規定によらなければならない。

-4. 貨物油タンクに隣接するバラストタンクの空気管の開口部には，随時新換できる火災侵入防止金網を取り付けなければならない。また，本会が承認した場合には，この空気管の寸法については **13.6.3(1)**の規定を参酌することができる。

-5. 貨物油タンクに隣接するバラストタンクに設ける測深管は，特に本会が認める場合を除き暴露甲板上に導かなければならない。

14.3.3 貨物油タンクに隣接する燃料油タンク*

貨物油タンクに隣接する燃料油タンクに設ける測深管は，特に本会が認める場合を除き，暴露甲板上に導かなければならない。

14.3.4 船首部のポンプ装置*

貨物油タンクの前部の部分のビルジ排出又はバラスト若しくは燃料油の移送に使用されるポンプは専用のものとし，かつ，本会が承認した場合を除き，船首部に設置しなければならない。ただし，本会の承認を得た場合には，ビルジ排出及びバラストの移送に使用されるポンプは，他の適当なポンプと兼用することができる。

14.4 引火点が 60℃を超える油のみを運ぶ船舶

14.4.1 一般

引火点が 60℃を超える油のみを運ぶ船舶にあっては，次の**(1)**から**(4)**の規定に従って **14.1** から **14.3** の規定を一部軽減することができる。

(1) **14.1.2** から **14.2.9** の規定を適当に軽減することができる。

(2) 貨物油ポンプ室及び貨物油タンクに隣接するコファダムのビルジを機関室へ導くことができる。（**14.3.1** 参照）

(3) 貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラスト管は機関室に導くことができる。（**14.3.2-2.**参照）また，このバラストタンクの空気管の大気開口端の火炎防止金網を省略し（**14.3.2-4.**参照），かつ，このタンクの測深管は暴露部

以外の箇所で測深するように配管することができる。（14.3.2-5.参照）

(4) 貨物油タンクに隣接する燃料油タンクに設ける測深管は，暴露甲板上に導かなくても差し支えない。（14.3.3 参照）

14.5 兼用船の管装置

14.5.1 適用

-1. 本 14.5 の規定は，ばら積で油及び固体貨物を交互に運送するように計画された船舶の管装置及び通気装置に適用する。

-2. 本 14.5 で特に定める事項については，本編中の他の規定にかかわらず，本 14.5 の規定を適用する。

14.5.2 用語

本 14.5 で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1) 兼用船とは，鉱石兼油タンカー及びばら積兼油タンカーをいう。

(2) スロップタンクとは，主として，貨物油タンク洗浄後の汚水の貯蔵及び貨物油積載の目的で設けられたタンクで，鉱石運搬船又はばら積貨物船として就航している時でも，引火点 60℃以下の油を積載し得るように計画されたタンクをいう。

(3) 兼用倉とは，鉱石運搬船又はばら積貨物船として就航中は固体貨物積付倉となり，油タンカーとして就航中は貨物油タンクとなる区画をいう。

(4) バラスト兼用倉とは，油タンカーとして就航中は貨物油タンクに隣接し，専用バラストタンクとなり鉱石運搬船又はばら積貨物船として就航中は固体貨物積付倉となる区画をいう。

(5) 固体貨物専用倉とは，油タンカーとして就航中は貨物油タンクに隣接する空所となり，鉱石運搬船又はばら積貨物船として就航中は固体貨物積付倉となる区画をいう。

(6) 兼用タンクとは，油タンカー船として就航中は貨物油タンクとなり，鉱石運搬船又はばら積貨物船として就航中はバラストタンク（空所として使用する場合も含める。）となるタンクをいう。

(7) バラスト専用タンクとは，油タンカーとして就航中は貨物油タンクに隣接する区画となり，鉱石運搬船，ばら積貨物船又は油タンカーのいずれの用途で就航中でもバラスト専用タンクとなるタンクをいう。

(8) 貨物倉とは，兼用倉，バラスト兼用倉及び固体貨物専用倉を包括して示す場合をいう。

(9) 貨物油タンクとは，兼用倉，兼用タンク及びスロップタンクを包括して示す場合をいう。

14.5.3 ビルジ管装置*

-1. 貨物倉のビルジ管装置は機関室に導いてはならない。このビルジポンプは，貨物油ポンプと兼用させることができるが，ビルジ管装置として使用するポンプ室内の貨物油装置については，13.5.3 及び 13.5.4 の規定によらなければならない。

-2. 貨物倉のビルジ吸引管については次によらなければならない。

(1) 貨物油管が 2 系統（主管とストリッパ管等）以上又は兼用タンクと貨物倉の別系統に配管されている場合等，鉱石運搬船又はばら積貨物船として就航中，全部又は任意に選んだ兼用タンク及び貨物倉の液体を同時に吸引排出（兼用タンクの場合は，海水バラストの注入も）できるように配管されている場合は，貨物油管を貨物倉のビルジ吸引管として使用することができる。なお，ビルジ吸引管となる管は，ビルジ吸引管としての規定の径以上のものとすること。

(2) ビルジ吸引管専用の場合はポンプ室にビルジ吸引専用のポンプを設けるか，又はポンプ室内でビルジ吸引管を貨物油ポンプに接続する。ビルジポンプを貨物油ポンプと兼用する場合，ビルジ管と貨物油管の接続箇所には，止め弁及びねじ締め逆止弁を設ける。

-3. 貨物倉のビルジ吸引口については次によらなければならない。

(1) 貨物倉の後端には，原則として各舷に 1 個のビルジ吸引口を設けること。なお，貨物倉を 1 個有する船舶で貨物倉の長さが 66*m* を越えるときには，前半の適当な位置にもビルジ吸引口を増設すること。

(2) ビルジだめは，その蓋板に固体貨物が直接あたらないような場所に設け，かつ，固体貨物の粉末等のためビルジ吸引口が容易につまることのないよう，ローズボックスを設ける等適当な方法を講じること。

(3) 兼用倉又はバラスト兼用倉のビルジウェルは，貨物油吸引用ウェルと兼用する場合を除き，油タンカーとして就航中，このウェルを閉鎖するための蓋板を備えるか，又はビルジ吸引管の開口端を閉鎖するためのブランク・フランジを備えること。

-4. 専用のビルジ吸引管の場合のビルジ吸引支管については，**-3.**によるほか，**13.5** の規定による。鉱石兼油タンカーの貨物倉ビルジを吸引するためのビルジ吸引支管の内径の算定にあたっては，*B* の代りに貨物倉の平均の幅を用いて差し支えない。貨物油管と兼用するか又はエダクタによるビルジ吸引支管については，**-2.**及び**-3.**のほか，本会の適当と認めるところによる。

14.5.4 貨物油管装置

-1. 兼用倉の貨物油吸引口は，ビルジ吸引口と兼用する場合を除き，鉱石運搬船又はばら積貨物船として就航中，貨物油吸引管の開口端を閉鎖するためのブランク・フランジを備えるか，又は貨物油吸引用ウェルを閉鎖するためのブランク・フランジを備えなければならない。

-2. 兼用船の貨物油管装置については，本 **14.5** の規定に加え，**R 編 1.2.4** 及び **4.5.1-4.**の規定にもよらなければならない。

14.5.5 通気装置

兼用船の通気装置については，**R 編 4.5.4-2.**の規定によらなければならない。

14.6 試験

14.6.1 製造工場等における試験

タンカー及び危険化学品ばら積船の管装置の製造後における試験については，**12.6** の規定によらなければならない。

14.6.2 造船所等における試験

-1. 管相互又は管と弁又は管取付け物との継手の溶接を船内で行った管系については，**11.6** に規定する非破壊試験（船内で溶接が行われた溶接継手に限る。）を行わなければならない。

-2. 貨物油管は，配管終了後，設計圧力の 1.25 倍以上の圧力で漏れ試験を行わなければならない。

-3. 貨物油タンク内の加熱管は，船内取付後，設計圧力の 1.5 倍以上又は 0.4 *MPa* のうちのいずれか大きい方の圧力で漏れ試験を行わなければならない。

-4. 前**-2.**及び**-3.**に規定する漏れ試験は，**13.17.2-4.**に従って空気圧又は水圧及び空気圧により行うことができる。

-5. 補機及び管装置は，船内取付け後，次の試験を行わなければならない。

(1) 貨物油ポンプの作動試験

(2) 本章で規定する安全措置に関する各種装置の作動試験

15 章　操舵装置

15.1　一般

15.1.1　適用*

-1. 本章の規定は，動力駆動の操舵装置に適用する。

-2. 本章で特に定める事項については，**12 章**及び **13 章**の規定にかかわらず，本章の規定を適用する。

-3. 操舵装置に用いる電気機器及びケーブルは，本章の規定によるほか **H 編**の規定にもよらなければならない。

-4. 手動の操舵装置については，本会の適当と認めるところによる。

15.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1) 主操舵装置とは，通常の航海状態において操船のために舵を有効に駆動するのに必要なラダーアクチュエータ，操舵装置の動力装置及びそれらの付属装置並びに舵頭材に回転力を与えるための装置（例えば，チラー，以下本章において「チラー等」という。）等の機械装置をいう。

(2) 補助操舵装置とは，主操舵装置が損傷した場合の操船に必要な装置で，主操舵装置の部分とは別個の装置をいう。ただし，チラー等は，主操舵装置と共通のものとして差し支えない。

(3) 操舵装置の動力装置（以下，本章において「動力装置」という。）とは，次に掲げる装置をいう。

　(a) 電動操舵装置にあっては，電動機及びこれに付属する電気装置

　(b) 電動油圧操舵装置にあっては，油圧ポンプ及び同駆動電動機並びにこれに付属する電気装置

　(c) 前**(b)**以外の油圧操舵装置にあっては，油圧ポンプ及び同駆動機関

(4) 油圧駆動システムとは，舵頭材に回転力を与えるために設けられる動力装置，油圧管装置及びラダーアクチュエータをいう。ただし，この油圧駆動システムを複数設ける場合でも，チラー等の機械部品は共通のものとして差し支えない。

(5) ラダーアクチュエータとは，転舵のため，油圧を機械的運動に直接，変換する装置をいう。

(6) 制御システムとは，船橋から動力装置に命令を伝達する装置をいい，発信器，受信器，制御用油圧ポンプ及び同駆動電動機，電動機制御器，管装置，電線等が含まれる。また，操舵装置のラダーアクチュエータを制御するのに必要な装置も含まれる。

(7) 最高使用圧力とは，**15.2.2(1)**に規定する作動条件下において予想される最高の圧力のことをいう。

(8) ハイドロロックとは，2 つ（通常同じ）の油圧系統が相反する方向に作用し，操舵機能の喪失に陥るような全ての状況をいう。2 つの油圧系統がお互いに作用することによる圧力，もしくは，2 つの油圧系統が繋がることによりそれぞれの系統の圧力が低下する，または，加圧不能となることを引き起こす作動油のバイパスのいずれかによって起こりうる。

15.1.3　提出図面及び資料*

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 図面

　(a) 操舵装置全体配置図

　(b) チラー等の詳細図

　(c) 動力装置の組立図及び詳細図

　(d) ラダーアクチュエータの組立図及び詳細図

　(e) 油圧管線図

　(f) 制御システムの配置図並びに油圧及び電気系統図（警報装置及び自動操舵装置を含む。）

　(g) 代替動力源の配置図及び系統図

　(h) 舵角指示器の系統図

　(i) その他本会が必要と認める図面

(2) 資料

　(a) 要目表

(b) 操作説明書（動力装置及び制御システムの切替え手順，代替動力源からの動力自動供給のシーケンスを示す図面，代替動力源が専用動力源である場合には動力源の種類・要目・組立図及び作動油の品質管理に関する情報を含む。）

(c) 油圧駆動システムの単一故障時の対策説明書

(d) 要部の強度計算書

(e) その他本会が必要と認める資料

15.1.4 操作説明書等の掲示*

-1. 動力駆動の操舵装置を備える船舶の船橋及び操舵機区画には，動力装置及び制御システムの切替え手順を示す線図を付した簡単な操作説明書を恒久的に掲示しておかなければならない。

-2. **15.3.1-6.**の規定により操舵装置にハイドロロック警報を設ける場合には，警報発生時の対処方法に関する適当な説明書を船橋の適当な場所に恒久的に掲示しなければならない。

15.1.5 操舵設備の説明書等

船舶の操舵設備の取扱い及び保守に関する説明書及び図面（操舵説明書を含む。）は，船員が使用する言語により作成されたものでなければならない。

15.2 操舵装置の性能及び配置

15.2.1 操舵装置の数*

-1. 他に定める場合を除き，船舶には 1 組の主操舵装置及び 1 組の補助操舵装置を備え，かつ，これらのうちの一方の故障により他方が作動不能となることのないように配置しなければならない。

-2. 主操舵装置として 2 個以上の同等の能力を有する動力装置を備え，かつ，次の規定に適合する場合には，補助操舵装置を備える必要はない。

(1) **15.2.2(1)**の規定に適合するように転舵できること。この場合，すべての動力装置を作動させて転舵を行ってよい。

(2) 動力装置の 1 個又は管系に単一損傷を生じた後に，操舵能力を保持又は迅速に回復できるように損傷部を切り離すことができる配置となっていること。ただし，油圧駆動方式と異なる方式の操舵装置については，本会の適当と認めるところによる。

15.2.2 主操舵装置の能力

主操舵装置は，次によらなければならない。

(1) 主操舵装置は，船舶が満載喫水で，かつ，**A 編 2.1.8** に定める速力で前進中，舵を片舷 35 度から反対舷 35 度まで操作でき，かつ，28 秒以内に片舷 35 度から反対舷 30 度まで転舵するのに十分なものとすること。

(2) 前**(1)**の規定を満足するために必要な場合又は **C 編 1 編 13 章**の規定による上部舵頭材の所要径（ただし，*Ks* が 1 未満の場合は，*Ks*=1 として計算したものとする。また，耐氷構造の船舶に要求される径の増分は含まない。以下，同じ。）が 120*mm* を超える場合は，動力駆動のものとすること。

(3) 船舶が最大後進速力で後進した場合でも損傷することのないように設計すること。ただし，最大後進速力で，かつ，最大舵角の条件で試運転を行って，これを実証する必要はない。

15.2.3 補助操舵装置の能力*

補助操舵装置は，次によらなければならない。

(1) 補助操舵装置は，船舶が満載喫水で，かつ，**A 編 2.1.8** に定める速力の 1/2 又は 7*kt* のうちの大きい方の速力で前進中，60 秒以内に片舷 15 度から反対舷 15 度まで転舵するのに十分なもので，かつ，非常の際に主操舵装置からの切り替えが迅速にできるものとすること。

(2) 前**(1)**の規定を満足するために必要な場合又は **C 編 1 編 13 章**の規定による上部舵頭材の所要径が 230*mm* を超える場合には，動力駆動のものとすること。

15.2.4 配管

-1. 油圧管装置は，動力装置を容易に切り替えて使用できるように配置しなければならない。

-2. 操作油の清浄度を維持するため，油圧駆動システムの方式及び設計を考慮した上で，適切な装置を設けなければならない。

-3. 油圧駆動システムには，必要に応じてシステム内の空気を抜き取る装置を備えなければならない。

-4. 他から弁により遮断され，かつ，動力源又は外力によって過圧が生じる可能性がある油圧管装置のすべての部分に

は，圧力逃し弁を設けなければならない。この逃し弁は，保護する箇所において予想される最高使用圧力の 1.25 倍以上の圧力で調整されたもので連結されるポンプの合計容量の 110%以上の吐出容量を有し，調整圧力の 110%を超える圧力上昇を生じないものとしなければならない。この場合，使用温度における油の粘度の影響を考慮しなければならない。

-5. 油圧駆動システムから油の漏洩が生じた場合，できる限り早期にこれを検知するために各油タンクに対する低液面警報装置を設けなければならない。この警報は可視可聴のものとし，船橋及び通常主機を制御する場所に表示されるものでなければならない。

-6. 主操舵装置を油圧駆動とする場合には，油タンクを含む少なくとも 1 組の油圧駆動システムに操作油を再充填できるような十分な容量の貯蔵タンクを設けなければならない。この貯蔵タンクには油量計を備えると共に，操舵機区画内において容易に油圧システムに再充填できるように固定配管を接続しなければならない。

-7. 複数のシステム(動力又は制御)を同時に運転することができる操舵装置にあっては，単一の損傷によりハイドロロックを生じる危険性に対し十分な考慮を払ったものでなければならない。

15.2.5 動力装置の始動及び故障警報

主及び補助操舵装置の動力装置は，次によらなければならない。

(1) 動力源の喪失後，復帰した場合，自動的に再始動するように設備すること。

(2) 船橋から作動を開始することができること。いずれの動力装置への動力の供給が停止した場合にも船橋に可視可聴警報が発せられるように設備すること。

15.2.6 代替動力源

C 編 1 編 13 章の規定による上部舵頭材の所要径が 230*mm* を超える場合には，次の規定に従って代替動力源を設けなければならない。

(1) 代替動力源は，次のいずれかとすること。

(a) 非常電源

(b) 操舵装置以外の目的に使用せず，かつ，操舵機区画内に設けられた独立の動力源

(2) 代替動力源は，動力装置及び当該動力装置に接続する制御システム並びに舵角指示器に自動的，かつ，45 秒内に代替動力を供給できるものとすること。この場合，この代替動力源は，**15.2.3(1)**に規定する操舵能力を動力装置に与えることができるものであること。また，この代替動力源は，総トン数 10,000 トン以上の船舶では少なくとも 30 分間，その他の船舶では少なくとも 10 分間，操舵装置を連続作動させるのに十分な容量とすること。

(3) 前**(1)(b)**に定める独立の動力源として用いる発電機又はポンプの駆動原動機の自動始動装置は **H 編 3.4.1** に定める非常発電機の駆動原動機の始動装置及び始動性能の規定によること。

15.2.7 電動又は電動油圧式操舵装置の電気設備*

-1. 本章で二重に設置することが要求される動力回路に用いられるケーブルは，全長にわたって可能な限り離して敷設しなければならない。

-2. 動力装置の運転表示装置を船橋及び通常主機を制御する場所に設けなければならない。

-3. 1 個以上の動力装置を有する電動又は電動油圧操舵装置は，主配電盤から 2 組以上の専用の回路によって直接，給電されなければならない。ただし，そのうち 1 回路は非常配電盤を経由して給電することができる。

-4. 主操舵装置に組合わせて使用される補助の電動又は電動油圧装置への給電は，主操舵装置の給電回路の 1 つから行うことができる。給電回路は，当該回路に同時接続され，かつ，同時運転することが要求されるすべての電動機に給電できる適当な定格のものでなければならない。

-5. 回路には短絡保護装置を，また，電動機には過負荷警報装置を備えなければならない。この場合，過負荷警報は可視可聴のものとし，通常主機を制御する場所の目立つ位置に表示されるものでなければならない。

-6. 始動電流及びその他の過電流に対する保護装置が設けられる場合には，この保護装置は電動機又は回路の全負荷電流の 2 倍以上の電流に対して保護するもので，かつ，始動電流により動作するものであってはならない。

-7. 3 相交流式の場合には，いずれの 1 つの欠相に対して警報を発する装置を備えなければならない。この警報は可視可聴のものとし，通常主機を制御する場所の目立つ位置に表示されるものでなければならない。

-8. 総トン数 1,600 トン未満の船舶であって，**15.2.3(2)**により動力駆動とすることが要求される補助操舵装置が電力駆動でない場合又は主として他の用途に用いられる電動機により駆動される場合には，主配電盤から主操舵装置への給電回路は 1 組とすることができる。ただし，主として他の用途に用いられる電動機により補助操舵装置が駆動される場合には，補助操舵装置に対して適用する **15.2.5** 及び **15.3.1-1.(3)**の規定に適合し，本会が保護装置の配置について適当であると認めた場合には，**-5.**から**-7.**の規定を適用する必要がない。

-9. 総トン数 1,600 トン未満の船舶であって，補助操舵装置が手動の場合は，主配電盤から主操舵装置への給電回路は 1 組とすることができる。

15.2.8 操舵装置の設置場所*

-1. 操舵装置は人の出入りが容易で，かつ，可能な限り機関区域と分離し，閉囲された区画に設置しなければならない。

-2. 操舵機室は，操舵装置を有効に操作するため十分な大きさを有するものであること。

-3. 操舵機区画には，機械装置及び制御システムへ接近するための通路及び作業用の余地を設けなければならない。この場合，通路には手摺及び滑らない床を配置するなどの措置を講じ，油漏れが生じた場合においても，作業のための適当な環境を確保できるようにしなければならない。

15.2.9 通信装置*

船橋と操舵機区画の間には，通信装置を設けなければならない。

15.2.10 舵角指示器

舵の角度の指示については，次によらなければならない。

(1) 舵の角度は，船橋に指示されること。舵角指示器は，制御システムから独立のものとすること。

(2) 舵の角度は，操舵機区画内で確認することができること。

15.3 制御システム

15.3.1 一般*

-1. 操舵装置の制御については，次によらなければならない。

(1) 主操舵装置は，船橋及び操舵機区画において制御できるものであること。

(2) 主操舵装置が **15.2.1-2.**の規定に従って設備される場合には，操舵輪及び操舵レバーを除き，2 組の独立した制御システムを備え，各システムは船橋から操作できるものとすること。ただし，制御システムが油圧テレモータで構成されている場合には，第 2 の独立の制御システムを設ける必要はない。

(3) 補助操舵装置は，操舵機区画において制御できるものであること。補助操舵装置が動力駆動である場合には，船橋からも操作できるようにし，主操舵装置の制御システムから独立したものとすること。

-2. 主及び補助操舵装置を船橋から操作できる制御システムは，次によらなければならない。

(1) 電気的制御システムの場合，そのシステムは，操舵機区画内の操舵装置動力回路又は配電盤内の操舵装置動力回路給電点付近の配電盤母線から専用の回路によって直接給電されること。

(2) 操舵機区画内において，船橋から操作できる制御システムをこの制御システムにより制御される操舵装置から切り離すことができるようにしておくこと。

(3) 制御システムは，船橋から作動を開始することができるものとすること。

(4) 制御システムへの電力供給が喪失した場合には，船橋に可視可聴警報が発せられるように設備すること。

(5) 制御システムの給電回路には，短絡保護装置のみを備えること。

-3. 前**-1.(2)**で要求される制御システムは，少なくとも以下のシステム性能の低下又は誤作動を引き起こすおそれのある故障を自動的に検知し，船橋に個別の可視可聴警報が発せられるよう設備しなければならない。

(1) 電源喪失

(2) 直流及び交流回路における地絡

(3) 閉ループ式の場合，指令ループ及びフィードバックループの故障（通常は，短絡，断線及び地絡の場合）

(4) データ通信エラー

(5) プログラム型システムの故障（ハードウェア及びソフトウェアの故障）

(6) 閉ループ式の場合，操舵の設定位置とそれに対する応答の間の偏差
実際の舵の位置が許容時間内に設定位置に達しない場合には，船橋に個別の可視可聴の逸脱警報が発せられるよう設備すること（例えば，フォローアップ制御及びオートパイロット）。当該逸脱警報は，機械的故障，油圧異常または電気的故障等の検知により発せられるよう設備して差し支えない。

-4. 前**-1.(2)**で要求される制御システムにおいて，舵が制御不能となるような故障（例えば，前**-3.**に掲げているもの等）を明確に識別しなければならない。当該故障を検知した場合，以下のいずれかの措置が講じられなければならない。

(1) 手動操作を行うことなく故障時の舵角に停止

(2) 中立位置に停止

なお，バルブの固着や非可動の構成部品（配管，シリンダ）の損壊のような機械的な異常については，操作者が **15.1.4-2.**の規定によって掲示された手順に従ってその異常に対応することで差し支えない。

-5. 本章で二重に設置することが要求される制御システムに用いられるケーブル及び管装置は，全長にわたって可能な限り離して敷設しなければならない。

-6. 複数のシステム（動力又は制御）を同時に運転することができる操舵装置にあっては，単一の損傷に起因するハイドロロックにより操舵機能喪失に陥る場合には，故障したシステムを表示する可視可聴警報を設けなければならない。この警報は船橋に表示すること。

15.3.2 自動操舵から手動操舵への切替え*

自動操舵装置を備える船舶の操舵装置は，自動操舵より手動操舵へ直ちに切り替えることができるものでなければならない。

15.4 操舵装置の材料，構造及び強度

15.4.1 材料

-1. 操舵装置に使用する材料は，使用条件に適し，かつ，欠陥のない健全なものでなければならない。

-2. ラダーアクチュエータのシリンダ及びハウジング，操作油の圧力を受ける管装置並びに舵頭材に回転力を与えるための部品には，規格最低伸び値が 12%以上で，かつ，規格最低引張強さが 650N/mm^2 以下の材料を用いなければならない。ただし，本会の承認した弁及びボルト類にあっては，この限りでない。

-3. チラーは，**K 編**の規定に従って試験された鍛鋼品又は鋳鋼品でなければならない。

-4. 回転翼式ラダーアクチュエータのボス及び回転翼は，**K 編**の規定に従って試験された鍛鋼品，鋳鋼品又は球状黒鉛鋳鉄品でなければならない。

-5. チラーを二つ割りとし，ボルト締め構造とする場合の締付けボルト及び回転翼式ラダーアクチュエータのボスへの翼取付けボルトは，**K 編**の規定に従って試験された鍛鋼品又は圧延品でなければならない。

-6. 前**-3.**から**-5.**に掲げる以外の主要部品には，本会が適当と認めた規格に適合した材料を使用することができる。

-7. 特に本会が認めた場合には，**-2.**から**-6.**に定める材料以外のものを使用することができる。

15.4.2 溶接

-1. 油圧駆動システムの部品に溶接が用いられる場合には，これらの溶接部には，溶込み不良及びその他の有害な欠陥があってはならない。

-2. 油圧駆動システムの内圧を受ける部品に溶接継手が用いられる場合には，溶接部は十分な強度を有するものでなければならない。

15.4.3 操舵装置の構造一般

-1. 操舵装置は，十分な強度を有し，かつ，信頼性のあるものでなければならない。

-2. 操舵装置の主要な部品は，局部応力集中を考慮して形状を決定しなければならない。

-3. 油圧駆動システムに用いられる油圧を受ける操舵装置部品は，低圧側の圧力を考慮に入れ，**15.2.2(1)**に規定する作動条件下において予想される最高使用圧力の 1.25 倍以上の値を設計圧力として設計しなければならない。この設計圧力は，圧力逃し弁の調整圧力未満としてはならない。

-4. 二重に設置されない重要な部品の構造及び強度に対して特別な考慮を払わなければならない。また，これらの重要な部品の軸受には，できる限り玉軸受，ローラ軸受，スリーブ軸受等の耐摩軸受を使用し，恒久的に潤滑するか，又は潤滑剤供給用の取付け物を設けなければならない。

-5. 必要な場合には，管装置及び部品に対して動的荷重による脈動圧力を考慮した疲労解析を行わなければならない。この場合，高サイクル疲労及び累積疲労について考慮しなければならない。

15.4.4 ラダーアクチュエータの強度

-1. すべてのラダーアクチュエータの内圧を受ける部品の強度は，許容応力に関する規定を除き，**10 章**の規定に適合するものとしなければならない。

-2. 前**-1.**の強度計算において，等価一次一般膜応力に対する許容応力は，次の**(1)**及び**(2)**のうち小さい方の値以下としなければならない。

(1) $\frac{\delta_B}{A}$

(2) $\frac{\delta_Y}{B}$

δ_B ：材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

δ_Y ：材料の規格最低降伏強さ又は 0.2%耐力（N/mm^2）

A及びB ：**表 D15.1** による値

表 D15.1　　A 及び B の値

	圧延鋼板又は鍛鋼品	鋳鋼品	球状黒鉛鋳鉄品
A	3.5	4	5
B	1.7	2	3

15.4.5　　ラダーアクチュエータのオイルシール

-1. 静止部分で外部への油の漏洩を防止するために用いられるオイルシールは，メタルタッチ又はこれと同等の効力を有するものとしなければならない。

-2. 可動部で外部への油の漏洩を防止するために用いられるオイルシールは，1 つのシールが破損した場合でも，ラダーアクチュエータの作動に支障がないように二重構造としなければならない。ただし，作動油の漏洩防止に対し同等の効力があると本会が認めた場合には，他の構造とすることができる。

15.4.6　　フレキシブル管継手

可撓性が必要とされる管装置には，**12.3.4** に定めるフレキシブル管継手を用いなければならない。

15.4.7　　チラー等*

-1. ラダーアクチュエータからの力を上部舵頭材に伝達するチラー等であって，鍛鋼品，又は鋳鋼品のものの各部の寸法は，舵トルクT_Rが作用した場合の応力が，曲げ応力にあっては 118/K（N/mm^2），せん断応力にあっては 68/K（N/mm^2）を超えないように定めなければならない。T_R及び K については次による。

T_R ：**C 編 1 編 13.2.3** の規定による舵トルク（N-m）

K ：**C 編 1 編 13.2.1.2** の規定によるチラー材料に対する材料係数

-2. 前**-1.**にかかわらずラプソン・スライド型及びトランクピストン型の操舵装置のチラー各部の寸法については，次の**(1)**から**(4)**に定めるところによって差し支えない。

(1) 舵頭材の中心線の断面におけるボスの断面形状は，次に示す条件に適合しなければならない。

$$(D^2 - d^2)H \geq 170T_RK$$

$H/d \geq 0.75$

D ：ボスの外径（mm）

d ：ボスの内径（mm）

H ：ボスの深さ（mm）

T_R ：**C 編 1 編 13.2.3** の規定による舵トルク（N-m）

K ：**C 編 1 編 13.2.1.2** の規定によるチラー材料に対する材料係数

(2) 腕の断面の垂直軸に関する断面係数は，次の算式による値以上としなければならない。

$$Z_{TA} = 11\left(1 - \frac{r}{R_1}\right)T_RK$$

Z_{TA} ：腕の断面の垂直軸に関する所要断面係数（mm^3）

r ：舵頭材の中心線から，当該断面までの距離（mm）

R_1 ：舵頭材の中心線から，操舵装置の力が加えられる点まで測った腕の長さ（mm）

ただし，この腕の長さが舵角によって変動する形式のときは，舵角 35 度までの範囲における最大の長さとする。

T_R ：**C 編 1 編 13.2.3** の規定による舵トルク（N-m）

K ：**C 編 1 編 13.2.1.2** の規定によるチラー材料に対する材料係数

(3) 腕の外端における断面積は，次の算式による値以上としなければならない。

$$A_R = 18.5\frac{T_R}{R_2}K$$

A_R ：腕の外端における所要断面積（mm^2）

R_2 ：舵頭材の中心線から，操舵装置の力が加えられる点まで測った腕の長さ（mm）

ただし，この腕の長さが舵角によって変動する形式のときは，舵角 0 度における長さとする。

T_R ：**C 編 1 編 13.2.3** による舵トルク（*N-m*）

K ：**C 編 1 編 13.2.1.2** によるチラー材料に対する材料係数

(4) 2 個以上設けられた腕のそれぞれに動力装置が連結され，これらの動力装置が同時に作動する形式の場合には，腕の寸法を前**(2)**及び**(3)**に規定するものより本会の承認する値まで軽減して差し支えない。

-3. 前**-1.**にかかわらず，鍛鋼製及び鋳鋼製回転翼式ラダーアクチュエータの寸法は，**15.4.4** の規定によるほか次に定めるところによって差し支えない。

(1) ボスの寸法は前**-2.(1)**によること。

(2) 回転翼の断面の垂直軸に関する断面係数及び回転翼の断面積は次の算式による値以上としなければならない。

$$Z_V = 11\left(\frac{B}{D+B}\right)\frac{T_R}{n}K$$

$$A_R = 37\left(\frac{1}{D+B}\right)\frac{T_R}{n}K$$

Z_V ：回転翼の所要断面係数（mm^3）

A_R ：回転翼の所要断面積（mm^2）

D ：ボス外径（*mm*）

B ：ボス外径から測った回転翼の高さ（*mm*）

n ：回転翼の個数

T_R ：**C 編 1 編 13.2.3** による舵トルク（*N-m*）

K ：**C 編 1 編 13.2.1.2** による回転翼材料に対する材料係数

-4. チラーのボスを二つ割りとしてボルト締めするときは，各側に少なくとも 2 本のボルトを配置し，ボルトのねじ底における径は，次の算式による値以上としなければならない。この場合，フランジの厚さはボルトの径の 3/4 倍以上としなければならない。

$$d_b = 1.45\sqrt{\frac{T_R}{nb}K}$$

d_b ：ボルトのねじ底における所要径（*mm*）

T_R ：**C 編 1 編 13.2.3** の規定による舵トルク（*N-m*）

K ：**C 編 1 編 13.2.1.2** の規定によるボルト材料に対する材料係数

n ：片側におけるボルトの数

b ：舵頭材の中心線からボルト中心までの距離（*cm*）

-5. チラーは，キーを設けたうえ，焼きばめ，圧入又はボルト締めにより確実に舵頭材に結合しなければならない。ただし，キーを設けない結合法にあっては，本会が適当と認めるところによる。

-6. 球状黒鉛鋳鉄品の回転翼式ラダーアクチュエータの各部の寸法は，舵トルクT_Rが作用した場合の応力が曲げ応力にあっては 94/*K*（*N/mm*^{2}），せん断力にあっては，54/*K*（*N/mm*^{2}）を超えないように定めなければならない。ただし，前**-3.**においてT_Rに対し，**C 編 1 編 13.2.3** の規定による舵トルクの 1.2 倍により算出して差し支えない。

15.4.8 停止装置

-1. チラーに対しては，回転止めを取り付けなければならない。

-2. 操舵装置には，舵の運動が回転止めによって停止する前に，舵の回転が停止するようなリミットスイッチ等の装置を設けなければならない。この装置は，制御システムにより動作するものではなく，操舵装置の運動によって動作するものでなければならない。ただし，フローティングレバー等の機械的機構を介して，この装置を動作させても差し支えない。

-3. チラーには，非常の際，舵を固定するための適当な装置又は索を備えなければならない。ただし，油圧操舵装置の場合で，弁を閉じることによって，舵を安全に固定することができると認められる場合は，この固定装置及び索を省略して差し支えない。

15.4.9 緩衝装置*

油圧操舵装置以外の操舵装置には，外部から舵に働く衝撃が操舵装置に伝わらないよう，ばねその他の適当な緩衝装置を備えなければならない。

15.5 試験

15.5.1 製造工場等における試験

-1. 圧力容器及び管装置は，本 **15.5** に定める試験のほか，**10.9**，**12.6** 及び **13.17** の規定によって試験されなければならない。

-2. 圧力を受ける主要な部品は，設計圧力の 1.5 倍の圧力で圧力試験を行わなければならない。

-3. 動力装置のポンプは，各型式ごとに 100 時間以上の運転試験を行わなければならない。この場合，運転は実際の使用状態とほぼ同等の条件で舵が中立位置における状態と最高使用圧力における最大吐出量の状態を交互に繰り返して行い，各部に過熱，振動等の異常がないものでなければならない。また，運転試験後，主要部を開放して異常がないことを確認する。ただし，これらの試験は船用として十分実績のあるポンプについては省略することがある。

15.5.2 造船所等における試験*

-1. 油圧管装置は，船内配管後，少なくとも最高使用圧力で漏れ試験を行わなければならない。

-2. 操舵装置は，船内据付け後，各部の作動試験を行わなければならない。

-3. ハイドロロックを防止するための設計上の措置を施した操舵装置にあっては，その機能の実証試験を行わなければならない。この機能を海上において実証する必要がある場合には，本試験は海上試運転時に行うこと。

15.6 総トン数 10,000 トン以上で総トン数 70,000 トン未満のタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船並びに総トン数 70,000 トン以上の船舶に対する追加規定

15.6.1 主操舵装置

-1. 総トン数 10,000 トン以上で総トン数 70,000 トン未満のタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船並びに総トン数 70,000 トン以上の船舶の主操舵装置は，**15.2.1-2.**に適合する 2 個以上の同等の能力を有する動力装置を持つものでなければならない。

-2. 総トン数 10,000 トン以上のタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船の操舵装置は，次の規定に適合するものでなければならない。

(1) 主操舵装置の油圧駆動システムの一部での単一損傷（チラー等の損傷及びラダーアクチュエータの焼付きを除く。）により，操舵能力を喪失した場合，油圧駆動システムの損傷後から 45 秒以内に操舵能力を回復することができるものであること。

(2) 主操舵装置は，次のいずれかによるものであること。

(a) 独立，かつ，分離した 2 組の油圧駆動システムを有し，いずれのシステムによっても，**15.2.2(1)**の規定に適合させることができるもの。

(b) 2 組以上の同等の能力を有する油圧駆動システムを有し，かつ，通常，すべてのシステムを同時に運転することにより，**15.2.2(1)**の規定に適合させることができるもの。この場合，次の **i)**及び **ii)**にも適合すること。

i) 一方のシステムが損傷を生じ，作動流体が流出した場合，その流出が検知され，更に損傷したシステムが自動的に切り離され，他の油圧駆動システムが完全に作動可能の状態を維持できること。

ii) 操舵能力を得るため，必要であれば，それぞれの油圧駆動システムを相互に連結する管系を備えること。

(3) 油圧駆動方式と異なる方式の操舵装置については，本会の適当と認めるところによる。

15.6.2 制御システム

総トン数 10,000 トン以上のタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船では，**15.3.1-1.(2)**のただし書きは適用されない。

15.6.3 ラダーアクチュエータの数及び強度

-1. 総トン数 10,000 トン以上で載貨トン数 100,000 トン未満のタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船にあっては，次の規定に適合する場合にはラダーアクチュエータを 1 個として差し支えない。

(1) 管系のいずれかの部分又は 1 台の動力装置における単一損傷により操舵能力を喪失した場合には，45 秒以内に操舵能力を回復することができること。

(2) ラダーアクチュエータは，適当な疲労解析及び破壊力学的解析を含めた設計時の詳細応力解析，使用材料，シール装置の設置，試験，検査及び有効な保守法について特に考慮されていること。この場合，高サイクル疲労及び累積疲労について考慮すること。

(3) ラダーアクチュエータと油圧配管内部の操作油を切り離すためにラダーアクチュエータに直接取り付ける隔離弁を設けること。

(4) ラダーアクチュエータ内の過圧を防止するための **15.2.4-4.**の規定に適合する圧力逃し弁を設けること。

-2. 総トン数 10,000 トン以上で載貨トン数 100,000 トン未満のタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船にあって，ラダーアクチュエータを 1 個とする場合のラダーアクチュエータの強度については，**15.4.4** の規定によるほか，次の規定によらなければならない。

(1) ラダーアクチュエータの主要部品は，詳細計算によって強度が確認されたものであること。

(2) ラダーアクチュエータの操作油の圧力を受ける部分は，詳細応力解析によって設計圧力に耐えることが確認されたものであること。

(3) 構造又は製造法が特殊な場合には，疲労解析及び破壊機構解析を行うこと。この場合，高サイクル疲労及び累積疲労について考慮すること。また，予想されるすべての動荷重が外力として与えられること。本会が必要と認めた場合には，上記に加え又は理論解析の代りとして，実証的な応力解析を行うこと。

(4) 内圧を受ける部品の強度計算における許容応力は，次の算式を満足するものであること。

(a) $\delta_m \leq f$

(b) $\delta_l \leq 1.5f$

(c) $\delta_b \leq 1.5f$

(d) $\delta_l + \delta_b \leq 1.5f$

(e) $\delta_m + \delta_b \leq 1.5f$

δ_m ：等価一次一般膜応力（N/mm^2）

δ_l ：等価一次局部膜応力（N/mm^2）

δ_b ：等価一次曲げ応力（N/mm^2）

f ：$\frac{\delta_B}{A}$又は$\frac{\delta_Y}{B}$のうち，小さい方の値

δ_B ：材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

δ_Y ：材料の規格最低降伏強さ又は 0.2%耐力（N/mm^2）

A及びB ：**表 D15.2** による値

(5) ラダーアクチュエータの操作油の圧力を受ける部分にあって，次の最低破壊圧力による試験を行い，これに耐えることが確認された場合には，前**(2)**に規定する詳細応力解析は省略して差し支えない。ただし，構造又は製造法が特殊な場合には，前**(2)**に規定する詳細応力解析を省略することはできない。

$$P_b = PA\frac{\delta_{Ba}}{\delta_B}$$

P_b ：最低破壊圧力（MPa）

P ：設計圧力（MPa）

A ：**(4)**に規定する値

δ_{Ba}：材料の実際の引張強さ（N/mm^2）

δ_B ：材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

表 D15.2　　A 及び B の値

	圧延鋼板又は鍛鋼品	鋳鋼品	球状黒鉛鋳鉄品
A	4	4.6	5.8
B	2	2.3	3.5

15.6.4　製造工場等における試験

総トン数 10,000 トン以上で載貨トン数 100,000 トン未満のタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船にあってラダーアクチュエータを 1 個とする場合には，ラダーアクチュエータの表面及び内部欠陥を探傷するために適当な非破壊試験を行わなければならない。この場合において，非破壊試験の方法及び判定基準については，本会の適当と認めるところによる。また，必要な場合には，許容される欠陥寸法を決定するため，破壊機構解析を行わなければならない。

16 章　ウインドラス及びムアリングウインチ

16.1　一般

16.1.1　適用

本章の規定は，ウインドラス及びムアリングウインチに適用する。

16.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，次の通りとする。

(1) 駆動用動力装置とは，電動機，油圧モータ，蒸気機関等の鎖車を駆動するための原動機をいう。

(2) 動力伝達部品とは，投揚錨時に駆動用動力装置から鎖車へ動力を伝える部品，すなわち，軸，歯車，クラッチ，継手，継手ボルト等をいう（駆動用動力装置を構成するものを含む。）。

(3) 荷重支持部品とは，荷重を受ける部品であって，動力伝達部品に該当しない部品，すなわち，軸受，鎖車，シーブ，ドラム，ベッドフレーム，ブレーキ，制鎖器，補機台等をいう。

16.2　ウインドラス

16.2.1　一般*

-1. 船舶に搭載するウインドラスは，アンカーチェーンの寸法に対して適切なものでなければならない。

-2. ウインドラスの設計，構造及び試験は，本章の規定に適合するとともに，本会が適当と認める規格又は同等の実施基準等（以下，本章において「規格等」という。）に適合しなければならない。当該規格等は，ウインドラスの負荷及び性能，試験に判定基準を与えるものでなければならない。

16.2.2　提出図面及び資料*

提出すべき図面及び資料は，一般に次に掲げるウインドラスの設計要件，適合規格，強度計算書，構造等の詳細を示す図面及び資料とする。

(1) 承認用提出図面及び資料

(a) ウインドラスの主要目表

(b) ウインドラスの全体装置図

(c) 動力伝達部品及び荷重支持部品の寸法及び材料仕様，溶接の詳細

(d) 油圧システムに関する図面

(e) 制御装置，監視装置，計測装置の配置

(f) 製造工場等における試験の試験方案

(g) その他本会が必要と認める図面及び資料

(2) 参考用提出図面及び資料

(a) 動力伝達部品及び荷重支持部品の強度計算書

(b) 制鎖器の全体装置図及び組立断面図並びに **16.2.4-2.(6)**を満足していることを示す資料（制鎖器を備える場合に限る。）

(c) 駆動用動力装置の性能計算書（**16.2.5-1.(3)**に規定する負荷試験を実施しない場合に限る。）

(d) 鎖車ブレーキの保持力計算書（**16.2.5-1.(4)**に規定する鎖車ブレーキ試験を実施しない場合に限る。）

(e) 取扱説明書及び整備手順書

(f) その他本会が必要と認める図面及び資料

16.2.3　材料及び組立*

-1. 材料

ウインドラスの動力伝達部品及び荷重支持部品に使用する材料は，次の規定によらなければならない。

(1) **K 編**の規定に従い本会の承認を受けたものであること。ただし，本会が適当と認める基準等に適合したものを使用する場合はこの限りではない。

(2) 使用する材料を **16.2.2(1)**に定める図面及び資料において明示すること。

(3) 材料の製造者が発行する試験成績書等によりトレーサビリティを確保すること。

-2. 溶接による組立

溶接構造は，次の規定によらなければならない。

(1) 適用する溶接継手の詳細，非破壊試験及び溶接後熱処理の範囲（実施する場合に限る。）を **16.2.2(1)**に定める図面及び資料において明示すること。

(2) 溶接施工方法及びその施工要領は，**11 章**の規定又は本会が適当と認める規格等に従い，本会の承認を得ること。

(3) 溶接工事に従事する溶接士は，適用する溶接方法及び材料についてそれぞれ **M 編**に定められた技量資格に対する技量試験（初回及び継続試験を含む）に合格し，それぞれの技量証明書を有する者であること。

(4) 溶接材料は，**M 編**の規定に従い本会の認定を受けたものであること。ただし，これにより難い場合は，次の**(a)**及び**(b)**の規定を満足する溶接材料とすることができる。

(a) 本会が適当と認める規格等に適合したもの

(b) 溶着金属に対する試験を実施し，検査員が当該結果について適当と認めたもの

16.2.4 設計*

-1. ウインドラス及びそれらの台板等の付属設備は，甲板に有効に，かつ，堅固に施設されなければならない。

-2. ウインドラスの機械設計は，次の規定によらなければならない。

(1) 設計荷重は，次の規定によらなければならない。

(a) 保持荷重

次の **i)**及び **ii)**に規定する状態において，全ての荷重支持部品に作用する最大応力が材料の降伏応力又は 0.2 %耐力を超えないことを計算により確認すること。

i) 保持状態（鎖車ブレーキによる制動力が完全に作用しており，かつ，クラッチにより鎖車が駆動用動力装置から切り離された状態において 1 のアンカーを保持した状態。）

ii) アンカーチェーンの切断試験荷重の 80 %の荷重が作用した状態（制鎖器を備える場合は 45 %として差し支えない。）

(b) 慣性荷重

駆動系部品（駆動用動力装置，歯車，軸受，クラッチ，軸，鎖車，ボルト締結部を含む）は，駆動用動力装置又はアンカーチェーンの急激な動きに起因する荷重を考慮して設計すること。

(2) 連続使用荷重は，次の規定によらなければならない。

(a) ウインドラスの駆動用動力装置は，少なくとも 30 分間，アンカーチェーンの種類及び最大投錨水深によって決定される連続使用荷重で連続して運転することが可能な性能を有すること。連続使用荷重は，次の **i)**及び **ii)**に規定する荷重とする。

i) 最大投錨水深が 82.5 *m* 以下のウインドラス

1) 第 1 種アンカーチェーンの場合，$Z_{cont1} = 37.5d^2$（*N*）（3.82 d^2（*kgf*））

2) 第 2 種アンカーチェーンの場合，$Z_{cont1} = 42.5d^2$（*N*）（4.33 d^2（*kgf*））

3) 第 3 種アンカーチェーンの場合，$Z_{cont1} = 47.5d^2$（*N*）（4.84 d^2（*kgf*））

ここで，

Z_{cont1}：連続使用荷重

d：アンカーチェーンの呼び径（*mm*）

ii) 最大投錨水深が 82.5 *m* を超えるウインドラス

$Z_{cont2}(N) = Z_{cont1}(N) + (D - 82.5) \times 0.27d^2$

（$Z_{cont2}(kgf) = Z_{cont1}(kgf) + (D - 82.5) \times 0.0275d^2$）

ここで，

Z_{cont2}：連続使用荷重

d： アンカーチェーンの呼び径（*mm*）

D：最大投錨水深（*m*）

(b) 一般に，連続使用荷重が作用した状態において，動力伝達部品に作用する応力が降伏応力又は 0.2 %耐力の 40 %を超えてはならない。

(3) 駆動用動力装置は，抜錨に必要な過負荷荷重で最低 2 分間の運転ができる性能を有しなければならない。当該過負荷荷重は，少なくとも連続使用荷重の 1.5 倍とする。この場合の巻き上げ速度は，**(4)**に規定する性能を下回って差

し支えない。

(4) 少なくとも 3 連（82.5 *m*）以上のアンカー及びアンカーチェーンが水中にあり，アンカーが海底に付いていない状態から 2 連以上のアンカーチェーンを巻き上げる場合に，平均速度 0.15 *m/sec* 以上の速力で巻き上げる能力を有しなければならない。

(5) アンカー及びアンカーチェーンを制止する鎖車ブレーキを備えなければならない。この鎖車ブレーキは，アンカー及びアンカーチェーンを繰り出す際に，それらを制止するために十分な保持能力を有しなければならない。また，次の荷重を保持できるトルクを発生する性能を有しなければならない。

(a) 制鎖器を備える場合：アンカーチェーンの切断試験荷重×0.45

(b) 制鎖器を備えない場合：アンカーチェーンの切断試験荷重×0.8

(6) 制鎖器を備える場合は，その付属設備を含め，アンカーチェーンの切断試験荷重の 80 %の荷重に対して塑性変形を生じない強度を有しなければならない。

(7) ウインドラス及び制鎖器の支持構造等については，次の規定によらなければならない。

(a) ウインドラス及び制鎖器の支持構造は，**C 編 1 編 14.3.1.5** 又は **CS 編 23 章**の規定によること。

(b) **C 編 1 編 1.4.3.1-1.**に定める船の長さ L_C が 80 *m* 以上の船舶において，L_C の前端から 0.25 L_C の箇所より前方の暴露甲板に設置されるウインドラスの据付部は，当該装置の設置位置における暴露甲板の計画最大満載喫水線からの高さが 0.1 L_C 又は 22 *m* のいずれか小さい値より小である場合には，波浪の打ち込みに対して十分な強度を有すること。

(c) ウインドラスを支える船殻構造の強度は，**C 編 1 編 10.4.2.3** 又は **CS 編 10.6.1** の規定にもよること。

-3. ウインドラスの駆動に使用される油圧システムは，本章の規定に加え，本編各章の関連規定に適合しなければならない。

-4. 電動機及び電気回路は，**H 編**の規定にも適合しなければならない。

-5. 次の保護装置及び安全装置を設けなければならない。

(1) 駆動用動力装置の過速度及び過トルクを防止し，ウインドラスの機械部品（ハウジングを含む）を保護する装置（油圧機器の加圧防止装置，電動機と減速機との間のスリッピングクラッチ，駆動用電動機の過負荷保護装置等）

(2) 駆動用動力装置としてアキシアルピストン形の油圧モータを搭載する場合にあっては，アンカーチェーンを繰り出す際に制御不能となり，駆動用動力装置が過速度で損傷した場合に，破片の飛散を防止するカバー等

(3) 使用者の安全のための装置（開放歯車装置のカバー，蒸気シリンダの火傷防止カバー等）

-6. 鎖車と駆動軸を切り離すためのクラッチを設けなければならない。また，当該クラッチが油圧式又は電気式の場合には，手動でも切り離すことができるものでなければならない。

-7. 次の情報を恒久的に標示しなければならない。

(1) アンカーチェーンの呼び寸法（例えば，“100/3/45”と記載して，呼び径 100 *mm* の第 3 種チェーンであり，ウインドラスの保持荷重が切断試験荷重の 45 %であることを示す）

(2) 最大投錨水深（*m*）

16.2.5 試験

-1. 製造工場等における試験

製造工場等においては，本会検査員の立会の下で，ウインドラスが適合する規格等に規定される試験を実施し，承認図面に適合していることを確認しなければならない。この際，少なくとも次の**(1)**から**(4)**に規定する試験を実施しなければならない。

(1) 耐圧試験

ウインドラス（駆動用動力装置を含む。）を組み立てる前に，以下に示す部品は，**12.6.1** に従い，設計圧力の 1.5 倍で水圧試験を行わなければならない。ただし，蒸気シリンダにあっては使用圧力の 1.5 倍で水圧試験を行わなければならない。

(a) 油圧用動力装置及びそのポンプの受圧部

(b) 付属する圧力配管部

(c) 弁及び管取付け物

(d) 圧力容器（アキュームレータ）

(e) 蒸気シリンダ

(2) 無負荷試験

無負荷で正転，逆転各方向に 15 分ずつ合計 30 分間，定格速度に相当する回転速度で運転する。歯車切り換え式の場合は，切り換えごとに各 5 分間の同一試験を追加する。

(3) 負荷試験

連続使用荷重，過負荷荷重，巻き上げ速度について，**16.2.4-2.**の規定を満足していることを確認する。ただし，製造工場等に十分な試験設備が無い場合は，次のいずれかによることができる。

(a) **16.2.2(2)(c)**に定める資料の提出。

(b) 船上における本試験（過負荷保護装置の調整を含んでもよい。）の実施。この場合，製造工場等においては無負荷で動作等を確認する試験を実施すること。

(4) 鎖車ブレーキ試験

鎖車ブレーキが **16.2.4-2.(5)**に規定する保持力を有することを確認する。本試験は，**16.2.2(2)(d)**に定める資料の提出に代えることができる。

-2. 造船所等における試験

ウインドラスは，**B 編 2.1.7-7.**に規定する海上試運転のときに試験をおこなわなければならない。

16.3 ムアリングウインチ

16.3.1 構造等

-1. ムアリングウインチは，日本産業規格又は本会がこれと同等と認める規格に適合したものでなければならない。

-2. ムアリングウインチ及びそれらの台板等の付属設備は，甲板に有効に，かつ，堅固に施設されなければならない。

-3. ウインドラスと一体型のムアリングウインチの据付け部の強度については，**16.2.4-2.(7)(b)**及び**(c)**を準用する。

16.3.2 試験

ムアリングウインチは，船上に据え付け後，以下に示す試験を行わなければならない。

(1) 無負荷で最大速度にて正転及び逆転を各々15 分間連続運転して，異常のないことの確認。

(2) ドラムブレーキが正常に作動することの確認。

(3) 前**(1)**及び**(2)**にかかわらず, 同型式のものが複数台ある場合には, 試験時間及び試験台数を減少することができる。

16.3.3 ムアリングウインチの選定

ムアリングウインチの選定は，**C 編 1 編 14.4.4.3-1.**の規定によること。

17 章　冷凍装置及び雰囲気制御設備

17.1　一般

17.1.1　適用*

-1. 本章の規定は，下記に示す冷媒を一次冷媒とし，かつ，冷凍，冷房等に用いられる冷凍サイクルを構成する冷凍装置及び冷蔵倉の雰囲気制御設備に適用する。ただし，圧縮機の使用動力が 7.5 *kW* 以下の冷凍装置及び下記に示す冷媒以外を一次冷媒とする冷凍装置については，本会の適当と認めるところによる。

*R*134*a*　: CH_2FCF_3

*R*404*A*　: *R*125/*R*143*a*/*R*134*a* (44/52/4 *wt*%) CHF_2CF_3 / CH_3CF_3 / CH_2FCF_3

*R*407*C*　: *R*32/*R*125/*R*134*a* (23/25/52 *wt*%) CH_2F_2 / CHF_2CF_3 / CH_2FCF_3

*R*407*H*　: *R*32/*R*125/*R*134*a* (32.5/15/52.5 *wt*%) CH_2F_2 / CHF_2CF_3 / CH_2FCF_3

*R*410*A*　: *R*32/*R*125 (50/50 *wt*%) CH_2F_2 / CHF_2CF_3

*R*449*A*　: *R*32/*R*125/*R*1234*yf*/*R*134*a* (24.3/24.7/25.7/25.3 *wt*%) CH_2F_2 / CHF_2CF_3 / $CF_3CF{=}CH_2$/CH_2FCF_3

*R*507*A*　: *R*125/*R*143*a* (50/50 *wt*%) CHF_2CF_3 / CH_3CF_3

-2. 本章で特に定める事項については，**10 章**，**12 章**及び **13 章**の規定にかかわらず，本章の規定を適用する。

17.1.2　提出図面及び資料*

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 図面（管，弁等の材料，寸法，種類，設計圧力，設計温度等を記載したもの）
　(a) 冷蔵貨物倉に用いる冷凍装置の冷媒配管線図
　(b) 一次冷媒の圧力を受ける圧力容器
　(c) 雰囲気制御設備の図面
　(d) その他本会が必要と認める図面

(2) 資料
　(a) 冷凍装置の要目表
　(b) 雰囲気制御設備の仕様書
　(c) その他本会が必要と認める資料

17.2　冷凍装置の設計

17.2.1　一般

冷凍装置に用いられる圧力容器及び管装置の設計圧力並びに管の分類については次による。

(1) 冷凍装置に用いられる圧力容器及び管装置にあって，冷媒の圧力を受ける部分の設計圧力は，冷媒の種類に応じて**表 D17.1** の値より小であってはならない。

(2) **表 D17.1** に掲げる冷媒に使用する管は，3 類管とする。

17.2.2　設置場所

貨物用の冷凍機器の設置場所は，有効な排水装置及び換気装置を備え，かつ，隣接する冷蔵倉とは，気密の隔壁で隔離されなければならない。

17.2.3　材料

-1. 冷凍装置に用いる材料は，冷媒の種類，設計圧力，最低使用温度などの条件に応じて適当なものとしなければならない。

-2. 一次冷媒管，弁及び管取付け物に使用する材料は，**17.2.1(2)**の規定による管の分類に応じ，**12.1.4** から **12.1.6** の規定によらなければならない。

-3. 冷媒用の圧力容器（コンデンサ，レシーバ及びその他の圧力容器）に使用する材料は，**10.1.3** の規定による圧力容器の分類に応じ，**10.2** の規定によらなければならない。

-4. 使用材料の選択にあたり，特に次に掲げる材料は使用してはならない。

(1) 1 次冷媒に接触する部分：マグネシウムが 2%を超えるアルミ合金

(2) 常時水に接触する部分：99.7%未満のアルミニウム（ただし，防食処理をした場合を除く。）

-5. 弁類に使用する鋳鉄材料の使用制限は**表 D17.2** によるが，同表により使用できる場合でも，設計温度が 0℃未満及び 220℃を超える場合には使用してはならない。ただし，設計温度が 0℃未満であっても，設計圧力の 1/2.5 以下の圧力で使用される場合に限り-50℃まで使用できる。

17.2.4 圧力逃し装置

-1. 圧縮機には，次の**(1)**及び**(2)**に定めるところにより，圧力逃がし装置を装備しなければならない。

(1) シリンダとガス吐出側止め弁との間に逃し弁を装備し，逃げたガスを圧縮機の吸入側に導くこと。ただし，同等の安全性を確保するため，シリンダとガス吐出側止め弁との間に，冷媒管系の高圧側の圧力が異常に高くなった場合に圧縮機を自動的に停止させる装置であって，作動した際に圧縮機の設置場所及び監視場所に可視可聴警報を発するものを装備する場合には，次の**(a)**又は**(b)**によることができる。

(a) 本**(1)**にいう逃し弁から逃げたガスを暴露甲板上の安全な場所で大気へ放出させる。

(b) シリンダと**-2.**にいう圧力容器との間にあるすべての止め弁を，圧縮機を起動する前に「開」の状態にしておかなければならない旨銘板等で明示することを条件に，本**(1)**にいう逃し弁の装備を省略する。

(2) 前**(1)**に関わらず，使用動力が 11 *kW* 以下の圧縮機については，逃し弁に代えて圧力開閉器を用いることができる。

-2. 一次冷媒液を蓄え，かつ，他から遮断できる圧力容器には逃し弁を装備し，逃げたガスを暴露甲板上の安全な場所で大気へ放出させるか，又は冷媒系の低圧側に導かなければならない。

-3. 一次冷媒の高圧部に装備した逃し弁から逃げたガスを大気へ放出する前に低圧部に導く場合には，背圧によって逃し弁の作動が阻害されることがあってはならない。

-4. コンデンサの冷却水側及び蒸発器のブライン側には，逃し弁を装備しなければならない。ただし，これらに用いられるポンプが設計圧力を超えることのないような構造のものであるときは，この限りでない。

17.3 雰囲気制御設備*

雰囲気制御区画及び関連装置は，次により設備されなければならない。

(1) 雰囲気制御区画は，気密性の高いものとし，また，内部の圧力を正常に保つよう設備しなければならない。

(2) 雰囲気制御区画は，ガスフリーできるようにし，また，その隣接区画は換気できるよう設備しなければならない。

(3) 雰囲気制御区画の出入口等は誤操作等により容易に開放されない構造としなければならない。

(4) 固定式の窒素発生装置は原則として気密構造の専用区画に設置し，また，この窒素発生装置室は，十分な換気ができるよう設備しなければならない。

(5) 雰囲気制御区画には雰囲気制御を開始する際に作動する警報装置を設けなければならない。

(6) 雰囲気制御区画の隣接区画及び窒素発生装置室には酸素濃度低下警報を設けなければならない。

(7) 雰囲気制御区画と制御場所との間の通信用として双方向通信装置を設けるとともに，立入り時の安全のため十分な数の携帯形警報付酸素濃度計を備えなければならない。また，酸素蘇生器を含む応急医療器具を備えなければならない。

17.4 試験

17.4.1 製造工場等における試験

冷凍装置は，次の規定に従って試験を行わなければならない。

(1) 一次冷媒の圧力を受ける圧力容器は設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行い，また，設計圧力で気密試験を行うこと。

(2) 冷凍機の圧縮機のシリンダ及びクランクケースは，設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行い，また，設計圧力で気密試験を行うこと。

17.4.2 造船所等における試験*

-1. 管装置は，船内取付け後，一次冷媒の圧力を受ける部分に対して，設計圧力の 90%の圧力で，漏れ試験を行わなければならない。

-2. 雰囲気制御設備については，作動試験等により設備及び装置が正常に機能することを確認する。

表 D17.1　　圧力容器及び管装置の設計圧力

冷媒の種類	高圧側（*MPa*）(1)	低圧側（*MPa*）(2)
*R*134*a*	1.4	1.1
*R*404*A*	2.5	2.0
*R*407*C*	2.4	1.9
*R*407*H*	2.5	2.0
*R*410*A*	3.3	2.6
*R*449*A*	2.6	2.0
*R*507*A*	2.5	2.0

（注）

(1) 高圧側：圧縮機の吐出側から膨張弁までの圧力部分

(2) 低圧側：膨張弁後圧縮機の吸入弁までの圧力部分（多段圧縮システムを採用する場合，低段吐出側から高段吸入側までの圧力部分も含む。）

表 D17.2　　鋳鉄弁類の使用制限

材料	適用
用途:止め弁	
JIS G 5501 の FC100，FC150，FC200 又は相当材	使用してはならない。
JIS G 5501 の FC250，FC300，FC350,*G* 5502,*G* 5705 又は相当材	1) 設計圧力が 1.6*MPa* 以下のものに使用できる。 2) 設計圧力が 1.6*MPa* を超え, 2.6*MPa* 以下であって, 呼び径が 100*mm* 以下で，かつ，設計温度が 150℃以下のものに限り使用できる。
用途：逃し弁	
JIS G 5501，*G* 5502，*G* 5705 又は相当材	使用してはならない。
用途：自動制御弁	
JIS G 5501 の FC100，FC150，FC200 又は相当材	使用してはならない。
JIS G 5501 の FC250，FC300，FC350 又は相当材	1) 設計圧力が 1.6*MPa* 以下のものに使用できる。 2) 設計圧力が 1.6*MPa* を超え, 2.6*MPa* 以下であって, 呼び径が 100*mm* 以下で，かつ，設計温度が 150℃以下のものに限り使用できる。
JIS G 5502，*G* 5705 又は相当材	設計圧力が 3.2*MPa* を超えるものに使用してはならない。

18 章　自動制御及び遠隔制御

18.1　一般

18.1.1　適用*

-1. 本章の規定は，次の機器及び装置の自動制御及び遠隔制御を行うための設備に適用する。

(1) 主機（本章において，電気推進船にあっては推進用発電装置を除く。）

(2) 可変ピッチプロペラ

(3) 蒸気発生装置

(4) 発電装置（本章において，電気推進船にあっては推進用発電装置を含む。）

(5) 前**(1)**から**(4)**に掲げる装置に関連する補機器

(6) 燃料油装置

(7) ビルジ装置

(8) 甲板機械

-2. 本会が必要と認める場合には，**-1.(1)**から**(8)**に掲げる以外の機器及び装置の自動制御及び遠隔制御を行うための設備に対して本章の規定を準用する。

18.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1) 監視場所（制御場所を除く。）とは，機器及び装置の計器等を 1 か所に集め，それらの機器及び装置の運転状態を把握するのに必要な情報を得ることのできる場所をいう。ただし，船舶が**(2)**に定める制御場所に加えて監視場所を有する場合は，本規則の監視場所に係る規定は当該監視場所に適用しなくてよい。

(2) 制御場所とは，監視場所の機能に加えて，当該機器及び装置の制御を行うことのできる場所をいう。

(3) 主制御場所とは，主機の制御を行うために必要かつ十分な設備（以下，本**(3)**及び**(4)**において「主制御設備」という。）を船橋外に備えた船舶の制御場所のうち，主制御設備を備えた場所であって，通常主機を制御する場所をいう。

(4) 船橋主制御場所とは，主制御設備を船橋に備え，かつ，通常主機を船橋から制御する船舶の船橋をいう。

(5) 補制御場所とは，船橋主制御場所を備える船舶の制御場所のうち，機関室内の制御場所であって主機を制御できる場所（主機の機側制御場所を除く。）をいう。

(6) 船橋制御装置とは，船橋又は船橋主制御場所に設ける主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置をいう。

(7) シーケンス制御とは，あらかじめ定められた順序に従って，制御の各段階を逐次進めていく制御をいう。

(8) プログラム制御とは，目標値があらかじめ定められた変化をする制御をいう。

(9) 機側制御とは，機器及び装置を，それらの設置場所又はその近傍で必要な監視計器によって直接制御することをいう。

(10) 安全システムとは，運転中の機器及び装置に重大な機能障害が発生したとき，機器及び装置の損傷を防止するため，自動的に次の**(a)**から**(c)**のいずれかの動作を行わせるシステムをいう。

(a) 予備装置の始動

(b) 機器及び装置の出力低減

(c) 機器及び装置の停止又は燃料供給の遮断

18.1.3　提出図面及び資料*

提出すべき図面及び資料は一般に次のとおりとする。

(1) 承認用図面及び資料

(a) 自動化に関する図面及び資料

i) 測定点の一覧表

ii) 警報点の一覧表

iii) 制御装置及び安全装置

1) 制御対象及び制御量の一覧表

2) 制御エネルギ源の種類（自力式，空気式，電気式等）
3) 危急停止，減速（自動減速又は減速要求）等の条件の一覧表

(b) 主機又は可変ピッチプロペラの自動制御及び遠隔制御装置に関する次の図面及び資料
i) 主機の発停，前後進切換え，出力増減等の動作説明書
ii) 安全装置（機関付属のものも含む。）及び表示灯の配置図
iii) 制御系統図

(c) ボイラの自動制御及び遠隔制御装置に関する次の図面及び資料
i) シーケンス制御，給水制御，圧力制御及び燃焼制御並びに安全装置の動作説明書
ii) 自動燃焼制御装置及び自動給水制御装置の系統図

(d) 発電装置の自動制御装置（自動負荷分担装置，優先遮断装置，自動始動装置，自動同期投入装置，順次始動装置等）の系統図及び動作説明書

(e) 各制御場所に設ける監視盤，警報盤及び制御机の盤面配置図

(f) 本会が必要と認めるその他の図面及び資料

(2) 参考用図面及び資料
本会が必要と認めるその他の図面及び資料

18.2 システム設計

18.2.1 システム設計の要件

-1. 制御システム，警報システム及び安全システムは，できる限り 1 つの故障が他の故障へと拡大しないように，また，その機能が損われる範囲を最小限にとどめるように設計されなければならない。

-2. 制御システム，警報システム及び安全システムは，フェイルセーフの原則に基づいて設計されなければならない。また，フェイルセーフの特性は，各々のシステム自体並びにこれらに関連する機器及び装置だけでなく，船舶の総合的な安全を考慮して評価されなければならない。

-3. 自動制御及び遠隔制御を行うための設備は，使用条件のもとで十分な信頼性を有するものでなければならない。

-4. 信号伝送用ケーブルは，有害な誘導障害を受けるおそれのないように敷設しなければならない。

18.2.2 動力の供給

-1. 電力の供給

電力の供給に関しては，次によらなければならない。

(1) 制御システム，警報システム及び安全システムへの給電回路は，動力回路及び電燈回路から分岐させてはならない。ただし，動力機器で，その制御電源がそれぞれの動力回路から給電される場合にはこの限りでない。

(2) 発電装置の警報システム及び安全システムへの給電は，蓄電池電源から行うことができるようにしておかなければならない。

-2. 油圧の供給

制御用油圧の供給に関しては，次によらなければならない。

(1) 油圧源は，必要な油圧及び油量の清浄な油を安定して供給できること。

(2) 油圧ポンプの吐出側には，過圧防止装置を設けること。

(3) 主機及び推進軸系の制御に用いられる油圧ポンプは 2 台以上設け，いずれか 1 台が故障した場合には，予備ポンプが自動始動するか，又は，速やかに予備ポンプを遠隔始動できるように設備すること。この場合，油圧ポンプは他の機器及び装置の制御用として使用しないこと。

-3. 空気圧の供給

制御用空気の供給に関しては，次によらなければならない。

(1) 制御システムには，制御用空気圧縮機が故障しても少なくとも 5 分間，制御装置へ空気を供給できる容量を有する空気タンクを設けること。

(2) 主機として用いられる往復動内燃機関の始動用空気タンクと制御用空気タンクを兼用する場合には，予備の減圧弁を備えること。

(3) 制御用空気源として利用できる圧縮機は 2 台以上設けること。これらの圧縮機の容量は，いずれか 1 台の圧縮機が故障した場合でも十分に余裕のあるものであること。

(4) 制御用空気は，こし器及び必要とあれば除湿器を通し，固形分，油分，水分等をできる限り除去すること。

(5) 制御用空気管は，雑用空気管及び始動用空気管とは別個に配管すること。

18.2.3 周囲条件

自動制御及び遠隔制御を行うための設備は，それらの設置場所の周囲条件に耐えるものでなければならない。

18.2.4 制御システム

-1. 制御システムの独立性

主機又は可変ピッチプロペラ，ボイラ，発電装置及び推進補機の制御システムは，それぞれ独立したものでなければならない。ただし，推進用発電装置と主電源装置が同一母線に接続されている場合には，これらの制御システムは共通のものとして差し支えない。

-2. 制御装置の連係装置

複数の主機又は可変ピッチプロペラ，発電装置又は補機（作業用補機等を除く）で同時に同一条件で複数台を運転するように設計されている場合には，これらの設備の制御装置の間に連係装置を設けて差し支えない。

-3. 制御特性

遠隔制御装置及び自動制御装置は，制御しようとする装置の動特性に適合する制御特性を持つものとし，外乱により誤動作やハンチングを生じないように考慮されたものでなければならない。

-4. インタロック

制御装置には，想定される誤動作及び誤操作による機器又は装置の損傷を防止するため，適当なインタロックを設けなければならない。

-5. 手動運転への切換え

手動運転への切換えについては，次の**(1)**から**(3)**によらなければならない。

(1) 主機又は可変ピッチプロペラ，ボイラ，発電装置及び推進補機は，自動制御装置が故障した場合においても，手動で始動，運転及び制御ができるようにしておくこと。

(2) 自動制御装置には，一般に，手動によりこれらの装置の自動機能を停止させるための手段を設けておくこと。

(3) 前**(2)**に定める手段は，自動制御装置のいずれの部分が故障した場合でも，これらの装置の自動機能を停止させることができるものであること。

-6. 遠隔制御機能の解除

遠隔制御装置は，遠隔制御の機能を手動で解除することができるものでなければならない。

-7. 制御場所の明示等

2 箇所以上の場所から機器及び装置の運転ができる場合には，その制御装置は次によらなければならない。ただし，本会が適当と認める他の方法により，機器及び装置の安全と保安上の安全が得られる場合にはこの限りでない。

(1) 各制御場所には，現在いずれの場所で運転を行っているかを識別できるような装置を設けること。

(2) 同時に 2 箇所以上の制御場所から運転できるようにしないこと。

18.2.5 警報システム

-1. 警報システムは，次の機能を有するものでなければならない。

(1) 異常状態を検知した場合には，可視・可聴警報を発する装置（以下，本編において「警報装置」という。）を作動させること。

(2) 可聴警報を止める装置が設けられる場合には，可聴警報を止めても可視警報は同時に消滅しないこと。

(3) 2 つ以上の異常状態を同時に警報することができること。

(4) 機器及び装置に対する可聴警報は，一般警報，火災警報，炭酸ガス放出警報等の可聴警報とは容易に識別できること。

-2. 主機又は可変ピッチプロペラの監視場所に設けられる警報システムは，**-1.**に規定する機能に加えて，次の機能を有するものでなければならない。

(1) 可視警報は，その原因が完全に除去されるまでは，明示されること。

(2) 1 つの警報の受理確認動作によって，他の警報の作動が妨げられないこと。

(3) 最初の警報が確認され，故障が回復する以前に第 2 の故障が発生した場合，警報装置は再び作動すること。

(4) 警報システムの一部を手動休止した場合には，休止の内容を明確に表示すること。

-3. 可視警報は，機器及び装置の異常状態の種類を容易に識別できるように配置しなければならない。

18.2.6　安全システム*

-1.　安全システムの独立性

安全システムの独立性については，次の**(1)**及び**(2)**によらなければならない。

(1)　安全システムは，可能な範囲において制御システム及び警報システムから独立して設けること。

(2)　主機，ボイラ，発電装置及び推進補機の安全システムは，それぞれ独立したものとすること。

-2.　安全システムの機能

安全システムは，次の機能を有するものでなければならない。

(1)　安全システムが作動したときは，**18.2.5** に規定する機能を有する警報システムが作動すること。

(2)　安全システムが作動して機器及び装置の運転が停止された場合，その機器及び装置は，手動によりリセット操作を行う前に，自動的に再始動しないこと。

-3.　オーバライド装置

安全システムの一部又は全部の機能を一時的に停止するための装置（以下，本編において「オーバライド装置」という。）を設ける場合には次によらなければならない。

(1)　機器及び装置の制御場所には，オーバライド装置の作動状態を明示すること。

(2)　オーバライド装置は，不注意な操作によって作動状態とならないように装備すること。

18.2.7　コンピュータの使用*

-1.　コンピュータシステムの信頼性及び保全性は，コンピュータによらないシステムのそれより劣らないこと。

-2.　コンピュータシステムを構成する制御システム，警報システム及び安全システムは，次の**(1)**から**(3)**の規定によらなければならない。

(1)　コンピュータの要件

(a)　コンピュータの構成は，一部の回路又は装置の故障による影響の範囲ができる限り限定されるように計画されること。

(b)　各装置は，入出力端子から侵入するおそれのある過電圧（電気的ノイズ）に対して保護されること。

(c)　中央処理装置及び重要な周辺装置は，自己監視機能を有すること。

(d)　重要なプログラム及びデータは，外部からの給電が一時的に停止した場合にも消滅しないこと。

(e)　コンピュータは，給電が停止した後に復旧した場合，速やかに計画された順序に従って復帰するように構成されること。

(f)　修理に専門的な技術を必要とする重要な構成要素に対して予備品を供給する場合には，予備品は容易に取換えできる部品単位で供給すること。

(g)　バックアップ手段への切換えは，容易かつ確実に行うことが可能であること。

(2)　バックアップ手段

(a)　主機として往復動内燃機関，蒸気タービン又はガスタービンを用いる船舶（電気推進船を除く。）の主機の燃料制御（ガバナ制御，電子噴射制御等）及び遠隔制御並びに電気推進船における主機の出力制御（回転数制御，負荷制御等）及び遠隔制御を 1 台のコンピュータにより同時に行うシステムは，当該コンピュータが故障した場合に備えて次のいずれかの機器又は装置を設けること。なお，これにより難い場合は，本会の適当と認めるところによる。

i)　予備のコンピュータ

ii)　主制御場所からのガバナ制御が可能となるバックアップシステム

(b)　安全システムは，故障の際に速やかに使用するため，次のいずれかの機器又は装置を設けること。

i)　予備のコンピュータ

ii)　コンピュータによらない安全システム

(c)　ビジュアルディスプレイユニット（VDU）を本章に定める警報システムの表示装置に用いる場合は，2 台以上装備するか，本会の適当と認めるものとすること。

(3)　独立性

コンピュータを使用する制御システム及び安全システムの独立性は **18.2.4-1.**及び **18.2.6-1.**によることを原則とするが，次に掲げる構成の場合はこの限りではない。

(a)　代替の制御システム又は予備のコンピュータを備える制御システムは，**18.2.4-1.**によらず，機器及び装置ごとの独立性を要しない。ただし，**18.3.2-3.(2)**に定める主機の機側制御装置は代替の制御システムとは認められな

い。

(b) 前**(2)(b)**に適合する安全システムは，**18.2.6-1.**によらず，機器及び装置ごとの独立性並びに他のシステムからの独立性を要しない。

(c) 制御システム及び安全システムの両方について，代替のシステム又は予備のコンピュータを備える場合には，警報システムを含めたシステム全体に対する機器及び装置ごとの独立性並びに他のシステムからの独立性を要しない。

18.3 主機又は可変ピッチプロペラの自動制御及び遠隔制御

18.3.1 一般*

主機又は可変ピッチプロペラの自動制御及び遠隔制御を行うための設備は，本 **18.3** の規定によらなければならない。

18.3.2 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置*

-1. 一般

主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置については，次の**(1)**から**(6)**によらなければならない。

(1) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置は，単純な操作により，プロペラ回転及び推力の方向（可変ピッチプロペラにあっては，プロペラの翼角）を制御できるものであること。

(2) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置は，プロペラごとに設けること。なお，複数のプロペラを同時に操作するように設計されている場合には，当該プロペラは 1 つの制御ハンドルにより操作して差し支えない。

(3) 主機として用いられる往復動内燃機関の回転数が調速機により制御される場合には，調速機は連続最大回転数の 103 %に相当する回転数を超えないように調整されること。また，調速機は円滑な最低回転数を確保できるものであること。

(4) プログラム制御を採用した場合，出力増減のプログラムは機関各部に危険な機械的応力及び熱的応力が生じないように調整されること。

(5) 主機又は可変ピッチプロペラの全ての制御場所及び監視場所には，次の計器を設けること。

(a) 固定ピッチプロペラの場合には，プロペラ回転数及び回転方向の指示器

(b) 可変ピッチプロペラの場合には，プロペラ回転数及びプロペラの翼角の指示器

(6) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御場所には，主機又は可変ピッチプロペラの制御に必要な警報装置を設けること。

-2. 制御場所の切換え

主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置は，制御場所の切換えに対し，次の機能を有するものでなければならない。

(1) 主機又は可変ピッチプロペラのそれぞれの制御場所には，現在いずれの場所で制御を行っているかを明示できること。

(2) 主機又は可変ピッチプロペラを同時に 2 箇所以上の制御場所から制御できないようにすること。

(3) 制御系統は，制御権を譲渡する側の指令操作と受理する側の確認操作を行うことにより切り換わるものであること。ただし，次のいずれかに該当する場合においてはこの限りではない。

(a) 主機又は可変ピッチプロペラの機側制御場所と主制御場所又は補制御場所の制御系統の切換

(b) 主機の停止中に制御系統の切換を行うもの

(4) 船橋又は船橋主制御場所から主機又は可変ピッチプロペラの制御を行っている場合においては，船橋又は船橋主制御場所からの切換指令がなくても，主機又は可変ピッチプロペラの機側制御場所，主制御場所又は補制御場所において制御系統の切換えが行いうるものであること。

(5) 制御場所の切換えにより推力が著しく変化することを防止する措置を講じること。

-3. 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置の故障

主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置は故障した場合に備え，次の**(1)**から**(5)**によらなければならない。

(1) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御場所には，主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置が故障した場合に作動する警報装置を設けること。

(2) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置が故障した場合でも，主機又は可変ピッチプロペラは機側制御装置により円滑な運転ができること。

(3) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置が故障した場合には，主制御場所，補制御場所又は機側制御場所で制

御が行われるまでの間は，主機又は可変ピッチプロペラの回転数及び推力の方向は，故障前と同じ状態に維持されること。ただし，本会が実施困難であると認めた場合はこの限りでない。

(4) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置が故障した場合でも，主制御場所，補制御場所又は機側制御場所への切り換えが簡単な操作によりできるように設備すること。

(5) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御場所には，主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置が故障した場合でも使用できる独立の主機の非常停止装置を設けること。

-4. 主機として往復動内燃機関を用いる船舶（電気推進船を除く。）の主機の遠隔始動

主機の遠隔制御装置による始動については，次によらなければならない。

(1) 主機の始動回数は **2.5.3** に示す回数を満足するものであること。

(2) 自動再始動方式を採用している主機の遠隔制御装置は，始動に失敗する自動の連続した試行の回数が 3 回に制限されるように設計すること。また，始動に失敗した場合には，当該制御場所並びに船橋主制御場所もしくは主制御場所又は主機の監視場所（船橋主制御場所及び主制御場所が設けられていない場合に限る。）に可視・可聴警報を発すること。

(3) 主機の始動に圧縮空気を用いる船舶では，始動空気圧の低下を知らせる警報装置を，主機の遠隔制御場所及び主機の監視場所に設けること。

(4) 前**(3)**に定める警報の設定圧力は，主機の始動が可能な圧力であること。

18.3.3 船橋制御装置*

船橋制御装置は，**18.3.2** によるほか次の**(1)**から**(6)**によらなければならない。

(1) 船橋又は船橋主制御場所におけるテレグラフオーダは，船橋又は船橋主制御場所から主機又は可変ピッチプロペラの制御を行っている場合でも，主機又は可変ピッチプロペラの制御を行う場所に表示されなければならない。

(2) 船橋制御装置には，主機を連続使用禁止回転数範囲内で長時間運転することを避けるために，次のいずれかの装置を設けること。

(a) 連続使用禁止回転数範囲を，自動的に，かつ，速やかに通過させるための装置

(b) 連続使用禁止回転数範囲内で，あらかじめ定められた時間を超えて，主機の運転が行われた場合に作動する警報装置

(3) 船橋制御装置には，主機の安全システムのうち **18.1.2(10)(b)**又は**(c)**に掲げる動作を行わせるシステムが作動する際に，当直者が操船上の状況判断に必要な時間を確保できるよう，事前にその作動が起こり得ることを船橋に知らせる可視可聴警報装置を設けること。ただし，短時間のうちに主機が完全な破壊に至る場合を除く。

(4) 船橋制御装置には，主機の安全システムのうち次に掲げるものに対して，**18.2.6-3.**に示すオーバライド装置を設けること。

(a) **18.1.2(10)(b)**に掲げる動作を行わせる安全システム

(b) **18.1.2(10)(c)**に掲げる動作を行わせる安全システム。ただし，短時間のうちに主機が完全な破壊に至る場合を除く。

(5) 船橋制御装置による主機の制御は，最大前進から後進切替させる場合を含めていかなる操作をした場合も，自動的に操作対象の機関が許容できる時間間隔で動作するものであること。

(6) 主蒸気タービンには，長時間の停止によるロータの変形を防止するために，オートスピニング装置又は手動による低速のターニング装置を設けること。オートスピニングは船橋から中止できること。

18.3.4 安全措置*

-1. 主機又は可変ピッチプロペラの安全措置

主機又は可変ピッチプロペラの安全措置については，次の**(1)**から**(3)**によらなければならない。

(1) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置には，次の安全措置を講じること。

(a) 誤操作により重大な事故が発生するのを防止するために，必要なインタロックを設ける。

(b) 推進補機が電動機で駆動される場合には，主電源の停止により，主機が自動的に停止するか，又は主機を停止できるようにする。

(c) 主電源の停止により主機が停止した場合には，主電源の復帰に際し，主機が自動的に再始動しないようにする。

(d) 主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置が故障しても，主機又は可変ピッチプロペラが異常な過負荷とならないようにする。

(2) 主機又は可変ピッチプロペラの監視場所には主機の停止装置を設けること。

(3) 往復動内燃機関によって駆動される主機の安全措置については，**2.4.5-1.**の規定にもよること。

-2. 主機の安全システム

主機の安全システムについては，次の**(1)**及び**(2)**によらなければならない。

(1) 安全システムのうち，燃料又は蒸気の供給を自動的に遮断する装置であって，主機に用いられるものは完全な破壊，重大な損傷又は爆発に至る場合を除いて自動的に作動させないこと。

(2) 主機の安全システムは，主電源及び空気源の喪失等が発生した場合においても，その機能が喪失しないようにするか，又は安全側に作動するようにすること。

-3. 自己逆転式往復動内燃機関

自己逆転式往復動内燃機関の遠隔制御装置には，少なくとも次の安全措置を講じなければならない。

(1) カム軸が前進又は後進の位置に確実にある場合にのみ始動操作が行われること。

(2) 逆転操作時には，燃料の噴射が行われないこと。

(3) 前進回転数があらかじめ定められた値以下に低下した後，後進運転に移行すること。

-4. 多基 1 軸船の主機

多基 1 軸船の主機の遠隔制御装置には，少なくとも次の安全措置を講じなければならない。

(1) 各主機には，過負荷防止装置を設けること。

(2) 各主機に異常な不平衡負荷を生じないようにすること。

-5. クラッチ付の主機

クラッチ付の主機の遠隔制御装置には，少なくとも次の安全措置を講じなければならない。

(1) 多基 1 軸船の主機において，危急停止された主機は，クラッチを脱とすること。また，回転方向の異なる数基の主機を運転したまま，これらのクラッチを同時に嵌としないようにすること。

(2) 主機の回転数があらかじめ定められた値以下でクラッチの嵌脱が行われること。

(3) **2.4.1-2.**，**3.3.1-1.**又は **4.3.1-1.**に規定する過速度防止装置を設けること。

(4) クラッチを脱としたとき，推進用電動機が定格回転数の 125%を超えることがないように，本会が適当と認める過速度防止装置を設けること。

-6. 可変ピッチプロペラを駆動する主機

可変ピッチプロペラを駆動する主機の遠隔制御装置には，少なくとも次の安全措置を講じなければならない。

(1) 過負荷防止装置を設けること。

(2) 羽根が中立位置の場合に，機関の始動又はクラッチの嵌が行われること。

(3) **2.4.1-2.**，**3.3.1-1.**又は **4.3.1-1.**に規定する過速度防止装置を設けること。

(4) プロペラピッチを変化させたときに推進用電動機が定格回転数の 125%を超えることがないように，本会が適当と認める過速度防止装置を設けること。

18.4 ボイラの自動制御及び遠隔制御

18.4.1 一般

-1. 油焚き，二元燃料，ガス焚き又は多元燃料ボイラで燃焼及び給水に対して自動制御を行う場合に用いられる装置は，それぞれ **18.4.2** から **18.4.5** の規定に適合するものでなければならない。

-2. 油焚き，二元燃料，ガス焚き又は多元燃料ボイラで燃焼又は給水のいずれかに対して自動制御を行う場合に用いられる装置は，**18.4.2** 又は **18.4.3** の該当規定並びに **18.4.4** 及び **18.4.5** の規定に適合するものでなければならない。

-3. 油焚き，二元燃料，ガス焚き又は多元燃料ボイラ以外のボイラ又は特殊な構造のボイラの制御を自動で行う場合には，本会の適当と認めるところによる。

-4. ボイラを遠隔で制御する場合には，当該制御場所にはボイラの運転に必要な制御装置及び監視装置を備えなければならない。

-5. 遠隔水面計については，**9.9.8** の規定によらなければならない。

18.4.2 自動燃焼制御装置

-1. 一般

自動燃焼制御装置については，次の**(1)**から**(3)**によらなければならない。

(1) 自動燃焼制御装置は，ボイラの計画された蒸気量，圧力及び温度を得ることができるように制御でき，かつ，安定

した燃焼を確保できるものであること。

(2) 負荷に応じて燃料供給量を加減する装置は，燃料供給量の調整可能な範囲において安定した火炎を維持できるものであること。

(3) 圧力を検出して燃焼制御を行うボイラでは，調整圧力の上限は安全弁の調整圧力よりも低い圧力とすること。

-2. 燃焼を中断する燃焼制御装置

燃焼を中断する燃焼制御装置は，次の規定に適合し，かつ，計画された順序に従って動作するものでなければならない。

(1) 点火用バーナへの着火前又は点火用バーナを有していないものにあっては，主バーナへの点火前に燃焼室及びボイラ出口までの煙路の容積の 4 倍以上の空気で燃焼室及び煙路を換気すること。ただし，バーナが 1 個の小型ボイラにあっては 30 秒以上の換気に代えて差し支えない。

(2) 直接点火（点火用火花を用いて主バーナに点火する方式）の場合には，燃料弁の「開」は点火用火花に先行しないこと。

(3) 間接点火（点火用バーナを用いて主バーナに点火する方式）の場合には，点火用バーナの燃料弁（以下，本編において「点火用燃料弁」という。）の「開」は着火用火花に，また，主バーナの燃料弁（以下，本編において「主燃料弁」という。）の「開」は点火用燃料弁の「開」にそれぞれ先行しないこと。

(4) 点火動作は計画された時間内に確実に行われるものとし，点火時間（主燃料弁が開いてから点火に失敗して閉じるまでの時間）は，直接点火の場合は 10 秒，間接点火の場合は 15 秒を超えないこと。

(5) 主バーナへの点火は，低燃焼の状態において行うこと。

(6) 主燃料弁が閉じた後，燃料弁とバーナノズルとの間にある燃料を燃やすために 20 秒以上換気すること。ただし，補助ボイラにあって，本会が適当と認めたものについては，この換気は省略して差し支えない。

-3. バーナの本数制御による燃焼制御装置

バーナの本数制御による燃焼制御装置は，次の規定に適合するものでなければならない。

(1) 各バーナは計画された順序に従って点火及び消火されるものであること。なお，基本バーナの点火は手動操作により，また，基本バーナ以外のバーナの点火は呼び火によって差し支えない。

(2) 消火したバーナの残油は，再点火に支障がないように自動的に燃焼させること。ただし，基本バーナについては，点火用バーナが着火していない場合，ボイラ装備のまま蒸気又は空気による残油の除去を行わないこと。

(3) 主ボイラのバーナは，主制御場所又は船橋主制御場所から点火及び消火が可能なものとする。ただし，基本バーナの点火についてはこの限りでない。

-4. その他の燃焼制御装置

その他の燃焼制御装置については，**-2.**及び**-3.**の該当規定によるほか，本会の適当と認めるところによる。

18.4.3 自動給水制御装置

-1. 自動給水制御装置は，ボイラの水面をあらかじめ定められた範囲内に維持するために自動的に給水量を調整できるものでなければならない。

-2. 主ボイラには給水制御装置，遠隔水面計，低水面安全装置及び低水面警報装置として用いられる水面検出器を 3 個以上設けなければならない。

18.4.4 安全措置

-1. 安全装置

安全装置については，**9.9.10-1.**の規定によらなければならない。

-2. 燃料油の加熱

燃料油を加熱して使用する場合に，加熱器に自動温度調節器を備え，かつ，油温があらかじめ定められた温度以下に低下した場合に，自動的にバーナへの燃料供給を遮断する装置又は警報装置を設けなければならない。

18.4.5 警報

警報装置については **9.9.10-2.**の規定によらなければならない。

18.5 発電装置の自動制御及び遠隔制御

18.5.1 一般*

-1. 自動始動又は遠隔始動される発電装置には，安全運転に必要なインタロックを設けなければならない。

-2. 発電装置（非常電源に用いられるものを除く。）の自動始動は，3 回以上の始動動作が自動的に繰り返されないよ

うにし，始動失敗に対して作動する警報装置を設けなければならない。

-3. 推進用発電機を駆動する往復動内燃機関を遠隔始動する場合の始動回数は，**2.5.3** に示す回数を満足しなければならない。

-4. 待機発電装置が自動始動し自動的に配電盤母線に接続される動作において，先行発電装置の電力喪失の原因が短絡事故に起因する場合，発電機用遮断器の投入動作が 2 回以上行われないようにしなければならない。

-5. **規則 H 編 3.1.2(1)**にかかわる電気設備へ電力を供給する発電機であって，主推進装置に原動力を依存する発電機を装備し，これを使用中に主推進装置の船橋制御を行う場合の自動制御及び遠隔制御については，本 **18.5** の規定によるほか，**H 編 3.2.1** によらなければならない。

-6. 往復動内燃機関によって駆動される発電装置の安全措置については，**2.4.5-1.**の規定にもよらなければならない。

18.5.2 非常電源装置

非常用発電機を駆動する往復動内燃機関を自動制御又は遠隔制御するための設備は，次の**(1)**から**(5)**によらなければならない。

(1) **表 D18.2** に示す異常状態となったときに作動する警報装置を設けること。

(2) 前**(1)**に掲げる装置の警報は，機側及び船橋に発せられること。この場合，船橋に設ける可視警報はグループ表示とすることができる。

(3) 連続最大出力が 220 *kW* 以上の場合には，**2.4.1-4.**に定める過速度防止装置を設けること。

(4) 過速度防止装置以外の要因で機関を自動停止させる装置を設ける場合には，航行中に自動的に作動するオーバライド装置を備えること。

(5) 船橋における可聴警報を停止させても，機側における可聴警報が停止しないこと。

表 D18.2 非常用発電機を駆動する往復動内燃機関の警報装置

異常状態の種類			備考
温度	潤滑油入口	H	連続最大出力が 220 *kW* 未満の場合は省略可
	冷却水（又は冷却空気）出口	H	
圧力	潤滑油入口	L	
	冷却水入口（又は流量）	L	連続最大出力が 220 *kW* 未満の場合は省略可
その他	高圧管からの燃料油漏油	○	燃料噴射管及び燃料油用共通配管（コモンレール）
	過速度	○	連続最大出力が 220 *kW* 未満の場合は省略可

注：H 及び L はそれぞれ高及び低を，○は異常状態になったことを意味する。

18.6 補機等の自動制御及び遠隔制御

18.6.1 空気圧縮機の自動運転

始動用空気圧縮機及び制御用空気圧縮機が自動運転される場合には，空気タンク内の圧力低下警報装置を設けなければならない。

18.6.2 ビルジ装置の自動発停

ビルジ装置が自動発停される場合には，当該ビルジだめのビルジ高液面及びポンプ長時間運転警報装置を設けなければならない。

18.6.3 熱媒油設備

自動制御される熱媒油設備については次によらなければならない。

(1) 制御装置

制御装置については，**18.4.2-1.**及び**-2.**の規定によるほか，**9.12.2-1.**及び**-2.**の規定にも適合するものであること。

(2) 安全装置

安全装置については，**9.12.1** 及び **9.12.2-5.**の規定に適合するものであること。

(3) 警報装置

熱媒油設備には，次の場合に作動する警報装置を設けること。

(a) 前**(2)**に規定する安全装置が作動したとき

(b) 燃料を加熱して使用する場合，バーナ入口における燃料温度が低下したとき

18.6.4 油加熱器の高温警報装置

燃料油及び潤滑油の加熱温度が自動制御される場合には，高油温によって作動する警報装置を設けなければならない。ただし，引火点以上に加熱されるおそれのない場合にはこの限りでない。

18.6.5 船底弁等の開閉装置

満載喫水線より下方の外板に取り付けられる船底弁及び船外弁が遠隔制御又は自動制御される場合には，これらの制御装置が故障した場合でも容易に操作できる別の開閉装置を設けなければならない。

18.6.6 燃料油タンクの高低液面警報装置

燃料油タンクへの燃料移送が自動制御される場合には，送油される側のタンクの高低油面によって作動する警報装置を設けなければならない。

18.6.7 係船装置

係船装置に遠隔制御装置を備える場合には，この係船装置は，機側においても操作できるものでなければならない。

18.6.8 燃料積込装置

各燃料タンクへ船外から燃料を積込むための装置（以下，本編において「燃料積込装置」という。）に遠隔制御装置を備える場合には，燃料積込装置は，遠隔制御装置が故障した場合においても，燃料の積込みに支障がないものでなければならない。

18.6.9 往復動内燃機関

-1. 往復動内燃機関によって駆動される補機等の安全措置については，**2.4.5-1.**の規定によらなければならない。

-2. **18.5.2** 以外の非常用途に使用される往復動内燃機関を自動制御又は遠隔制御するための設備については，**18.5.2** の規定を準用する。

18.7 試験

18.7.1 製造工場等における試験*

本章に規定する機器及び装置の自動制御及び遠隔制御を行うための設備のうち本会が必要と認めるものについては，製造後，次に掲げる試験を行わなければならない。

(1) 環境試験

機器，ユニット及びセンサー（以下，本編において「自動化機器」という。）又は自動化機器によって構成される自動化装置は，製造工場において次の試験を行うこと。なお，試験の方法については，本会が別に定めるところによる。

(a) 外観試験

(b) 作動試験及び性能試験

(c) 電源喪失試験（電気機器，電子機器等に適用）

(d) 電源変動試験（電気機器，電子機器等に適用）

(e) 動力源変動試験（油圧機器，空気圧機器等に適用）

(f) 絶縁抵抗試験（電気機器，電子機器等に適用）

(g) 耐電圧試験（電気機器，電子機器等に適用）

(h) 耐圧力試験（油圧機器，空気圧機器等に適用）

(i) 乾燥高温試験

(j) 温湿度試験

(k) 振動試験

(l) 傾斜試験（可動部分のある機器に適用）

(m) 低温試験

(n) 塩水噴霧試験（暴露甲板等閉囲されていない区域に設置される機器に適用）

(o) 静電気放電イミュニティ試験（電子機器に適用）

(p) 高周波放射電磁界イミュニティ試験（電子機器に適用）

(q) 伝導低周波妨害イミュニティ試験（電子機器に適用）

(r) 伝導高周波妨害イミュニティ試験（電子機器に適用）

(s) ファースト・トランジェント／バースト・イミュニティ試験（電子機器に適用）

(t) サージ・イミュニティ試験（電子機器に適用）

(u) 放射性エミッション試験（電磁波を発生する電子機器に適用）

(v) 伝導性エミッション試験（電磁波を発生する電子機器に適用）

(w) 難燃性試験（機器を覆う可燃性容器に適用）

(x) その他本会が必要と認める試験

(2) 自動化装置の完成試験

前**(1)**に掲げる環境試験に合格した自動化機器により構成される自動化装置は，組立て完了後，次の試験を行うこと。なお，試験の方法については本会の適当と認めるところによる。

(a) 外観試験

(b) 作動試験及び性能試験

(c) 絶縁抵抗試験及び耐電圧試験（電気機器，電子機器等に適用）

(d) 耐圧力試験（油圧機器，空気圧機器等に適用）

(e) その他本会が必要と認める試験

18.7.2 使用承認

-1. 自動化機器及び自動化装置が **18.7.1** に規定する環境試験に合格した場合には，本会は，製造者の申込みにより，それを使用承認し公表する。

-2. すでに本会の使用承認を受けている自動化機器及び自動化装置については，**18.7.1(1)**に掲げる試験項目の一部又は全部を省略することができる。

18.7.3 造船所等における試験

機器及び装置の自動制御及び遠隔制御を行うための設備については，船内据付け後，できる限り実際に近い状態で，それぞれ有効に作動することを確認しなければならない。ただし，これらの試験の一部を海上試験時に行っても差し支えない。

19章　ウォータジェット推進装置

19.1　一般

19.1.1　適用

-1. 本章の規定は，高速機関を主機として推進及び操船のために使用されるウォータジェット推進装置（以下，本章において「推進装置」という。）に適用する。

-2. 推進装置を駆動する原動機にあっては，次に掲げる規定によらなければならない。

(1) 往復動内燃機関　: **2章**の規定

(2) ガスタービン　: **4章**の規定

-3. デフレクタを持たない推進装置にあっては，次に掲げる要件を適用する必要はない。

(1) **19.5.2-1.**

(2) **19.5.3**

(3) **19.5.4-3.**

(4) **19.6.2**

(5) **19.6.3(1)**，**(2)**，**(5)**，**(6)**及び**(7)**

(6) **19.7.1-1.**及び**-5.**から**-10.**

-4. 特殊な設計の推進装置であって本章の規定を適用し難い場合には，個々の設計に応じてその都度検討する必要がある。

19.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1) 「推進装置」とは，船外より水を取り入れ，インペラでエネルギを与えて，高速で後方へ噴出させ，その時働くスラストにより船舶を推進かつ操舵する装置をいい，以下の要素を含む。

(a) 軸系（主軸，軸受，軸継手，軸継手ボルト及びシール装置）

(b) 水吸入管路

(c) ポンプユニット

(d) 操舵システム

(2) 「ポンプユニット」とは，インペラ，インペラケーシング，案内羽根，案内羽根ケーシング，ノズル，軸受，軸受ハウジング及びシール装置等で構成される部分をいう。

(3) 「インペラ」とは，水にエネルギを与えるための羽根を持つ回転体をいう。

(4) 「主軸」とは，インペラを取り付ける軸をいう。

(5) 「水吸入管路」とは，吸水口から取り入れた水をインペラ入口まで導く部分をいう。

(6) 「ノズル」とは，インペラから整流された水を噴出させる部分をいう。

(7) 「デフレクタ」とは，ノズルより噴出された水流の方向を左右に転向させて，舵の働きをする装置をいう。

(8) 「リバーサ」とは，ノズルより噴出された水流の方向を前進と反対方向に転向させて，船を後進させる装置をいう。

(9) 「案内羽根」とは，インペラで発生した旋回流を軸方向に整流させる部分をいう。

(10) 「操舵システム」とは，主操舵装置，操舵装置制御装置及び舵（舵頭材を含む。）を含む船舶の方向制御装置又は船首方位若しくは進路を変更するために船体に力を加えるための同等のシステム（デフレクタ，リバーサ及びそれらの操舵駆動システムを含む。）をいう（**図 D19.1** 及び**図 D19.2** 参照）。

(11) 「操舵駆動システム」とは，操舵装置動力装置，操舵アクチュエータ及び油圧又は電動油圧操舵装置のための油圧配管をいう。

(12) 「操舵アクチュエータ」とは，推進装置を制御するために動力を機械的に変換する構成要素であり，以下に掲げる装置をいう。

(a) 電動操舵装置にあっては，電動機及び駆動歯車

(b) 電動油圧操舵装置にあっては，油圧モータ及び駆動歯車

(13) 「高速機関」とは，ガスタービン及び次の条件式を満たす往復動内燃機関をいう。

$(S \cdot n^2)/(1.8 \times 10^6) \geq 90$

$(\pi \cdot d_j \cdot n)/(6 \times 10^4) \geq 6$

S ：ストローク（mm）

n ：機関の連続最大回転数（rpm）

d_j ：クランクジャーナルの径（mm）

(14) 「指定された操舵角度範囲」とは，船舶の速度及びプロペラのトルク／回転数又はその他の制限を考慮した安全運航のための製造者の指針に従った最大操舵角度の操作上の限界又はそれと同等のものをいう。「指定された操舵角度範囲」は，船舶固有の非従来型の操舵手段ごとに，指示制御装置の製造者により指定され，船舶の操縦性に関する基準（*IMO* 決議 *MSC*.137(76)）等の船舶の操縦性試験は，指定された操舵角度範囲を超えない操舵角度で実施すること。

図 D19.1　　操舵システムの定義（2 以上の同一の操舵駆動システムを備える場合）

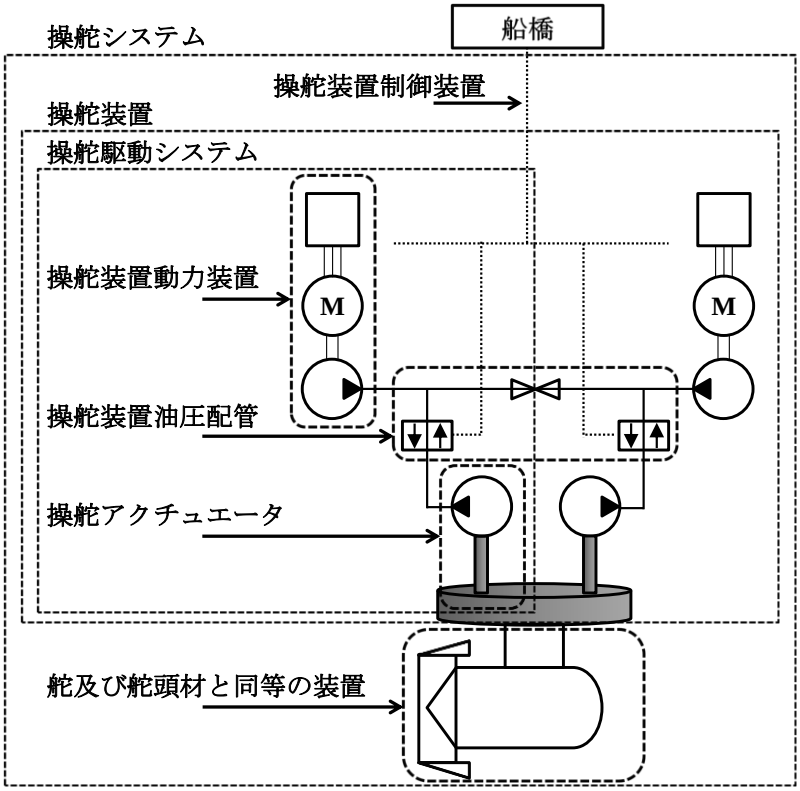
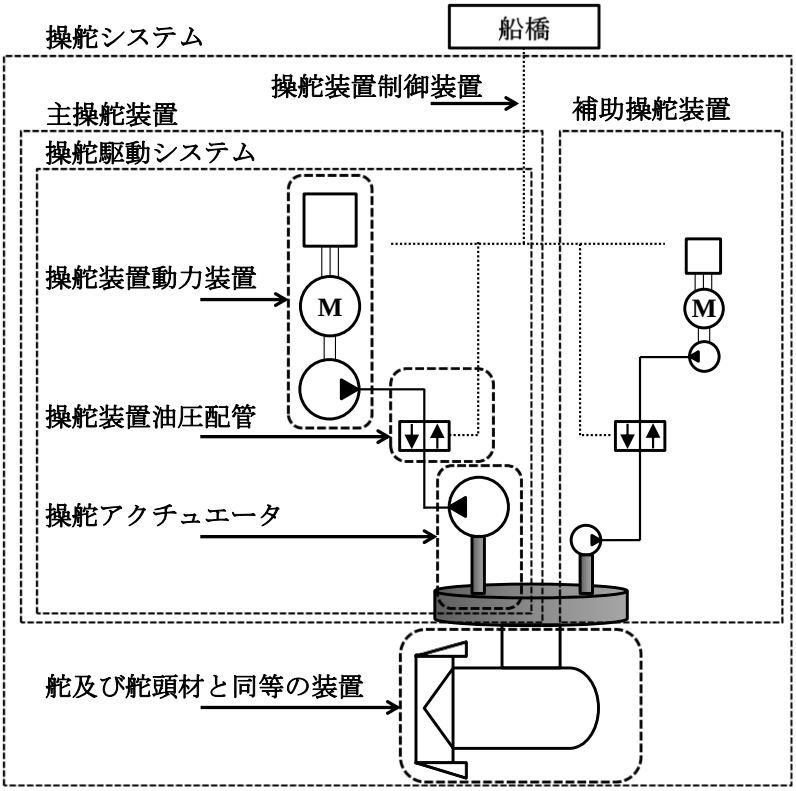


図 D19.2　　操舵システムの定義（主操舵装置及び補助操舵装置を備える場合）



19.1.3　　提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 主要目
(2) 仕様書
(3) 材料仕様書
(4) 主要部品の溶接要領詳細図
(5) 推進装置の全体構造断面図（水吸入管路部等各部材の材料及び寸法を記載したもの）
(6) 軸系装置図（主機，変速装置，クラッチ，継手，主軸，主軸軸受，スラスト軸受，シール装置，インペラ等の配置及び形状並びに構造を記載したもの）
(7) 水吸入管路部詳細図
(8) インペラの構造図（羽根断面詳細，主軸中心よりの羽根最大径，羽根数及び材料仕様を示したもの）
(9) 軸受（スラスト軸受を含む）の詳細図（ころがり軸受を使用する場合は，ころがり軸受の仕様及び寿命計算書を含む）
(10) シール装置の詳細図（ポンプユニットのシール装置を含む）
(11) デフレクタの詳細図
(12) リバーサの詳細図
(13) 操舵アクチュエータの詳細図
(14) 諸管線図（操作油管，潤滑油管及び冷却海水管等）
(15) 制御装置の配置図並びに操作油及び電気系統図（安全装置，警報装置及び自動操舵装置を含む）
(16) 代替動力源の配置図及び系統図
(17) デフレクタ位置指示装置の系統図
(18) 軸系のねじり振動計算書及び自重による曲げ振動が予想される場合の曲げ固有振動計算書
(19) デフレクタ及びリバーサ等の強度計算書
(20) その他本会が必要と認めるもの

19.1.4 操作説明書の掲示

船橋及び補助操舵場所には，推進装置及び制御システムの切替え手順を示す線図を付した簡単な操作説明書を恒久的に掲示しなければならない。

19.1.5 推進装置の説明書等

推進装置の取扱い及び保守に関する説明書及び図面は，船員が使用する言語により作成されたものでなければならない。

19.2 推進装置の数及び補助操舵場所

19.2.1 推進装置の数

-1. 船舶には，2 以上の推進装置を備えなければならない。

-2. 推進装置の各々の主操舵システムには，主操舵装置及び補助操舵装置を備え，かつ，これらのうち一方の故障により他方が作動不能となることのないように配置しなければならない。

-3. 前**-2.**の規定にかかわらず，主操舵装置として各々の操舵システムに 2 以上の同一の操舵駆動システムを備え，かつ，次の規定に適合する場合には，補助操舵装置を備える必要はない。

(1) すべての操舵装置の操舵駆動システムが作動している状態において **19.5.1-1.(2)**の規定に適合するように転舵できるものでなければならない。

(2) 操舵装置の配管系統又は 1 の操舵駆動システムに単一故障が生じた後に，操舵能力を保持又は迅速に回復できるものでなければならない。

(1)及び**(2)**の規定は，操舵システムが共通の動力装置か否かにかかわらず適用しなければならない。

-4. 前**-1.**から**-3.**にかかわらず，国際航海に従事しない船舶に限り，本会は個別の検討により，1 の推進装置のみの設置を認めることがある。この場合，推進装置の推進機能及び操舵機能の冗長性は，次によらなければならない。

(1) 推進装置を駆動する原動機の数は，2 以上でなければならない。

(2) 2 以上の操舵駆動システムを備えなければならない。

(3) **19.6.2-1.(1)**又は**(2)**の措置により，運転中の 1 台の発電機が停止した場合においても，推進装置を駆動する原動機のうち少なくとも 1 つ及び操舵システムの機能を維持するために，給電を維持するか又は速やかに電源を復旧できるように措置を講じなければならない。

19.2.2 補助操舵場所

-1. 船舶には船橋以外にデフレクタを操作できる補助操舵場所を設けなければならない。

-2. 補助操舵場所については，次によらなければならない。

(1) 人の出入りが容易で，かつ，可能な限り機関区域と分離された閉囲区画でなければならない。

(2) 操作するため十分な大きさを有するものでなければならない。

(3) 操舵場所へ接近するための通路及び作業用の余地を設けなければならない。この場合，通路には手摺及び滑らない床を配置する等の措置を講じ，油漏れが生じた場合においても，作業のための適当な環境を確保できるように措置を講じなければならない。

19.3 材料及び溶接

19.3.1 材料

-1. 次に掲げる部品の材料は，使用条件に適したものであり，かつ，**K 編**の規定に適合したものでなければならない。

(1) 軸系（軸受及びシール装置を除く）

(2) インペラ

(3) インペラケーシング，案内羽根ケーシング及び軸受ハウジング

(4) 船体外板を構成する水吸入管路部（軸カバーを含む）

(5) ポンプユニット船体取付フランジ及びボルト

(6) デフレクタ及びリバーサ（保持用のピンを含む）

(7) 操作油管装置

-2. 次に掲げる部品の材料については，それぞれ次の規定にもよらなければならない。

(1) 軸系 ：6.2.1

(2) インペラ ：7.1.3

(3) 油圧ポンプ，操作油管装置及び操舵アクチュエータ ：10.2.1，12.1.4 及び 15.4.1

19.3.2 溶接

推進装置の主要部を溶接構造とする場合には，11 章によらなければならない。

19.4 構造及び強度

19.4.1 主軸

主軸の最小径は，次の算式による値以上としなければならない。

$$d_s = k \cdot \sqrt[3]{\frac{H}{N_o}}$$

d_s ：主軸の所要径（mm）

H ：主機関の連続最大出力（kW）

N_o ：主機関の連続最大出力時の主軸回転数（rpm）

k ：表 19.1 による値

表 19.1 各種の取付け方法によるkの値

軸の材料		位置及び取付け方法				
		インペラ及び軸継手取付け部分				その他の部分
		キー	スプライン	フランジ	圧入	
炭素鋼又は低合金鋼	第 2 種軸	105	108	102		105
炭素鋼又は低合金鋼	第 1 種軸	注）で $a_1 = 100$ $a_2 = 80$ とした値	注）で $a_1 = 102$ $a_2 = 82$ とした値	注）で $a_1 = 98$ $a_2 = 78$ とした値		注）で $a_1 = 100$ $a_2 = 80$ とした値
オーステナイト系ステンレス鋼						
マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼		80	82	78		80

（注）

$200 \leq \sigma_y \leq 400$の場合 $k = a_1 - 0.1(\sigma_y - 200)$

$\sigma_y > 400$の場合 $k = a_2$

σ_y: 主軸材料の規格最低降伏点又は 0.2 %耐力（N/mm^2）

19.4.2 軸継手及び継手ボルト

-1. 軸継手ボルトの軸継手連結面における径は，次の算式による値以上としなければならない。

$$d_b = 15300\sqrt{\frac{H}{N_o}\left(\frac{1}{nDT_b}\right)}$$

d_b ：軸継手ボルトの所要径（mm）

n ：ボルト本数

D ：ピッチ円の径（mm）

T_b ：ボルト材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

その他の記号は，19.4.1 に使用されるものに同じ。

-2. 軸継手のピッチ円上の厚さは，-1.の式で算出された継手ボルトの所要径以上としなければならない。ただし，対応する軸の所要径の 0.2 倍を下回ってはならない。

-3. 軸継手の根元には，軸径の 0.08 倍以上の丸みをつけなければならない。この場合，軸継手ボルト又はナットの座ぐりが継手根元の丸みにかからないようにしなければならない。

19.4.3　インペラの羽根

インペラの羽根の根元の強度は，次に示す条件に適合しなければならない。この場合，材料の許容応力は，原則として，規格最低降伏点（又は 0.2 %耐力）の 1/1.8 とする。

$$S \geq \frac{5.8 \times 10^7 H}{L t^2 Z N_o} + 2.2 \times 10^{-11} D^2 N_o^2$$

S　：インペラ材料の許容応力（N/mm^2）

Z　：インペラの羽根の枚数

L　：インペラの羽根の根元の幅（mm）

t　：インペラの羽根の根元の最大厚み（mm）

D　：インペラの直径（mm）

その他の記号は，**19.4.1** に使用されるものに同じ。

19.4.4　水吸入管路部等

水吸入管路部，インペラケーシング及びノズルは設計圧力に応じた強度を有するものであって，かつ，腐食に対して考慮を払ったものでなければならない。

19.4.5　シール装置

軸系及びポンプユニットに用いられるシール装置は，グランドパッキン方式の海水用シールを除き，シール装置の型式，構造及び材料について，あらかじめ承認を得たものでなければならない。

19.4.6　軸系のねじり振動及び曲げ振動

-1.　一般

(1)　**19.1.3** の要件にかかわらず，既に承認された軸系と同形の場合及び明らかに過大なねじり振動応力が生じないと認められる場合には，本会の承認を得て，ねじり振動計算書の提出を省略することができる。

(2)　計算結果の推定値を確認するために，ねじり振動計測を行わなければならない。ただし，**(1)**によりねじり振動計算書の提出を省略した場合又は使用回転数範囲に危険な振動がないと本会が認めた場合には，ねじり振動計測を省略することができる。

-2.　ねじり振動応力の許容限度

軸系のねじり振動応力は，当該軸系の使用回転数の範囲において，次の**(1)**及び**(2)**によらなければならない。

(1)　機関の回転数が連続最大回転数の 80 %を超え，連続最大回転数の 105 %以下の回転数範囲において，主軸のねじり振動応力は，次に示すτ_1以下であること。

$$\tau_1 = A - B\lambda^2 \quad (0.8 < \lambda \leq 0.9)$$

又は

$$\tau_1 = C \quad (0.9 < \lambda \leq 1.05)$$

τ_1：$0.8 < \lambda \leq 1.05$におけるねじり振動応力の許容限度（N/mm^2）

λ　：機関の使用回転数と連続最大回転数との比

A，B及びC：**表 D19.2** による値

ただし，炭素鋼又は低合金鋼の第 1 種軸であって，当該主軸材料の規格最低引張強さが 400 N/mm^2 を超えるものについては，上式の右辺に次の算式による値を乗じたものとすることができる。

$$k_m = \frac{T_s + 160}{560}$$

k_m　：修正係数

T_s　：主軸材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）

(2)　機関の回転数が連続最大回転数の 80 %以下の回転数範囲において，主軸のねじり振動応力は，次に示すτ_2以下でなければならない。なお，ねじり振動応力が**(1)**に示すτ_1の算式による値を超える場合には，連続使用禁止範囲を設けなければならない。この場合において，τ_1の算式は$\lambda \leq 0.9$のものを用いなければならない。

$$\tau_2 = 2.3\tau_1$$

τ_2: $\lambda \leq 0.8$におけるねじり振動応力の許容限度（N/mm^2）

-3.　曲げ振動

推進装置の軸系は，軸系の曲げによる振動についても考慮を払ったものでなければならない。

表 D19.2　　A，B及びCの値

	炭素鋼又は低合金鋼		オーステナイト系ステンレス鋼	マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼
	第 1 種軸	第 2 種軸		
A	24.3	9.0	26.4	39.6
B	24.1	6.2	26.4	37.1
C	4.8	4.0	5.0	9.6

19.5　操舵システム

19.5.1　操舵装置の能力

-1.　主操舵装置は，次によらなければならない。

(1)　十分な強さのもので，かつ，**A 編 2.1.8** に定める速力で操舵可能なものでなければならない。

(2)　**A 編 2.1.8** に定める速力で前進中，推進装置を指定された操舵角度範囲において片舷から反対舷に毎秒 2.3 度の速度を下回らない平均速度で転舵できるものでなければならない。

(3)　すべての船舶において動力駆動のものでなければならない。

(4)　船舶が最大後進速力で後進した場合でも損傷することのないように設計しなければならない。ただし，最大後進速力で，かつ，指定された操舵角度範囲での試運転を行って，これを実証する必要はない。

-2.　補助操舵装置は，次によらなければならない。

(1)　十分な強さのもので，かつ，航行し得る速力において操舵可能なものでなければならない。加えて，非常の際に主操舵装置からの切り替えが迅速にできるものとしなければならない。

(2)　**A 編 2.1.8** に定める速力の 1/2 又は 7 *kt* のうちの大きい方の速力で前進中，推進装置を指定された操舵角度範囲をにおいて片舷から反対舷に毎秒 0.5 度の速度を下回らない平均速度で転舵できるものでなければならない。

(3)　すべての船舶において，*SOLAS* 条約第 II-1 章 29 規則 4.2 項の要件を満足するために必要な場合であって，かつ，各々の推進装置の出力が 2,500 *kW* を超える船舶の場合，動力駆動のものとしなければならない。

-3.　リバーサは，通常の運航状態において十分な操舵が可能なように，船舶を後進させることができるもので，かつ，前進状態から後進に切り換えた際，船舶に有効な制動を与えることができる後進力を有するものでなければならない。

19.5.2　構造一般

-1.　操舵駆動システムに用いられる部品であって油圧を受けるものは，低圧側の圧力を考慮に入れ，すべての作動条件下において予想される最高使用圧力の 125%以上の値を設計圧力として設計しなければならない。この設計圧力は，圧力逃し弁の調整圧力未満としてはならない。

-2.　リバーサは後進最大出力時の推力に対して，十分な強度を有するものでなければならない。

-3.　油圧ポンプ及び操作油管装置の構造及び強度については，**10.5**，**12.2.1**，**12.3**，**12.4.2** から **12.4.4** 及び **12.5.1** によらなければならない。

-4.　操作油管装置の敷設，逃し弁及び計測装置の設置並びに液面計測装置の構造については，**13.2.1** 及び **13.8.4** によらなければならない。

19.5.3　操舵アクチュエータ

-1.　操舵アクチュエータの強度については，**15.4.4** によらなければならない。

-2.　操舵アクチュエータのオイルシールについては，**15.4.5** によらなければならない。

19.5.4　操作油管装置

-1.　操作油の清浄度を維持するため，操舵駆動システムの方式及び設計を考慮した上で，適切な装置を設けなければならない。

-2.　操舵駆動システムには，必要に応じてシステム内の空気を抜き取る装置を備えなければならない。

-3.　他から弁により遮断され，かつ，動力源又は外力によって過圧が生じる可能性がある操作油管装置のすべての部分には，圧力逃し弁を設けなければならない。この逃し弁は，保護する箇所において予想される最高使用圧力の 125 %以上の圧力で調整され，連結されるポンプの合計容量の 110 %以上の吐出容量を有し，かつ，調整圧力の 110 %を超える圧力上昇を生じないものでなければならない。この場合，使用温度における油の粘度の影響を考慮しなければならない。

-4.　操舵駆動システムからの油の漏洩が生じた場合，できる限り早期にこれを検知するために各油タンクに対する低

液面警報装置を設けなければならない。この警報は可視可聴のものとし，船橋及び主機を通常制御する場所に表示されるものでなければならない。

-5. 操作油管装置にフレキシブルホースを使用する場合には，**15.4.6** によらなければならない。

19.5.5 回転止め

-1. 推進装置には，デフレクタの回転止めを取り付けなければならない。

-2. 推進装置には，デフレクタの運動が回転止めによって停止する前に，デフレクタの回転が停止するようなリミットスイッチ等の装置を設けなければならない。この装置は，制御装置により動作するものではなく，デフレクタの運動によって動作するものでなければならない。ただし，機械的機構を介して，この装置を動作させても差し支えない。

19.6 電気設備

19.6.1 一般

電気設備に関し，本 **19.6** に掲げる事項以外の事項については，**H 編**の規定によらなければならない。

19.6.2 給電の維持

-1. 運転中の 1 台の発電機が停止した場合においても，少なくとも 1 の推進装置の推進機能及び操舵機能並びに当該推進装置の制御装置及び操舵装置の指示装置の機能を維持するため，次のいずれかの措置により，給電を維持するか又は速やかに電源を復旧できるように措置を講じなければならない。

(1) 通常 1 台の発電機によって電力を供給する船舶にあっては，運転中の発電機の電力が喪失した場合に予備発電機を自動的に始動して配電盤に自動的に接続し，かつ，必要な電気機器を順次始動を含めて自動再始動させる装置を設けなければならない。

(2) 通常 2 台以上の発電機を並行運転して電力を供給する船舶にあっては，これらの発電機のうちの 1 台の発電機の電力が喪失した場合に，残りの発電機が給電を維持できるように設備しなければならない。（**H 編 2.3.6** 参照。）

-2. 各々の推進装置の駆動原動機出力が 2,500 *kW* を超える場合には，次の規定に従って代替動力源を設なければならない。

(1) 代替動力源は，次のいずれかとしなければならない。

(a) 非常電源

(b) 推進装置以外の目的に使用せず，かつ，推進装置区画内に設けられた独立の動力源

(2) 代替動力源は，操舵装置（制御装置を含む）及び操舵装置の指示装置に，自動的かつ 45 秒内に代替動力を供給できるものでなければならない。この代替動力源は，**A 編 2.1.8** に定める速力の 1/2 又は 7 *kt* のうちの大きい方の速力で前進中，毎秒 0.5 度の速度を下回らない平均速度で，指定された操舵角度範囲を転舵できる操舵能力を操舵装置に与えることができるものでなければならない。また，この代替動力源は，総トン数 10,000 トン以上の船舶では少なくとも 30 分間，その他の船舶では少なくとも 10 分間，当該装置を連続作動させるのに十分な容量のものでなければならない。

(3) 前**(1)(b)**に定める独立の動力源として用いる発電機又はポンプの駆動原動機の自動始動装置は **H 編 3.4.1** に定める非常発電機の駆動原動機の始動装置及び始動性能の規定によらなければならない。

19.6.3 操舵システムの電気設備

操舵駆動システムの油圧ポンプを電動機により駆動する場合においては，次によらなければならない。

(1) 各々の操舵システムは，主配電盤から 2 組以上の専用の回路によって直接，給電されるものでなければならない。ただし，このうちの 1 回路にあっては，非常配電盤を経由して給電することができる。

(2) 前**(1)**で要求される専用の回路に用いられるケーブルは，全長にわたって可能な限り離して敷設しなければならない。

(3) 電動機への電力の供給が停止した場合に，船橋に可視可聴警報が発せられるよう設備しなければならない。

(4) 船橋及び主機を通常制御する場所には，電動機の運転表示装置を設けなければならない。

(5) 回路には短絡保護装置を，また，電動機には過負荷警報装置を備えなければならない。この場合，過負荷警報は，可視可聴のものであって，かつ，主機を通常制御する場所の見やすい位置に表示されるものでなければならない。

(6) 始動電流及びその他の過電流に対する保護装置が設けられる場合には，当該保護装置は，電動機又は回路の全負荷電流の 2 倍以上の電流に対して保護するもので，かつ，始動電流により動作しないものでなければならない。

(7) 3 相交流式の場合には，いずれか 1 つの欠相に対して警報を発する装置を備えなければならない。この警報は，可

視可聴のものとし，主機を通常制御する場所の見やすい位置に表示されるものでなければならない。

19.7 制御装置

19.7.1 一般

-1. 推進装置は，船橋において始動を含むすべての制御ができるものでなければならない。

-2. 推進装置は，**19.2.2** に掲げる補助操舵場所において操舵のための制御ができるものでなければならない。また，船橋から操作できる操舵のための制御装置は，補助操舵場所において，当該装置により制御される推進装置から切り離すことができるものでなければならない。

-3. リバーサは，主機の機側制御場所又は補助操舵場所において制御ができるものでなければならない。また，船橋から操作できるリバーサの遠隔制御装置は，主機の機側制御場所又は補助操舵場所において，当該装置により制御される推進装置から切り離すことができるものでなければならない。

-4. リバーサの遠隔制御装置が故障した場合に，主機の機側制御場所又は補助操舵場所で制御が行われるまでの間，リバーサの状態が故障前と同じ状態に維持されるように措置を講じなければならない。

-5. 各々の推進装置にはそれぞれ独立の制御装置を設けなければならない。なお，複数の推進装置を同時に操作するように設計されている場合には，当該推進装置は 1 つの制御ハンドルにより操作して差し支えない。

-6. 前**-5.**にいう制御装置は，1 の推進装置の制御装置の故障により残りの推進装置の制御装置が作動不能にならないものでなければならない。

-7. 各々の推進装置の制御装置に用いられるケーブル及び管装置は，全長にわたって可能な限り離して敷設しなければならない。

-8. 電気式制御システムの場合，当該システムは，配電盤内の推進装置用動力回路給電点付近にある配電盤母線から専用の回路によって直接給電されるものでなければならない。

-9. 推進装置の制御システムの給電回路には，短絡保護装置のみを備えなければならない。

-10. 推進装置の制御装置が故障した場合又は動力の供給が喪失した場合に，船橋及び主機を制御する場所に可視可聴警報が発せられるように設備しなければならない。

-11. 補助操舵場所を含む推進装置のすべての制御場所と船橋との間には，通信装置を設けなければならない。

-12. 自動操舵装置を備える船舶の推進装置は，自動操舵から手動操舵へ直ちに切り替えることができるものでなければならない。

-13. 推進装置の安全装置，警報装置及び制御装置に関し，本 **19.7.1** に掲げる事項以外の事項については，**18.1** から **18.3** 及び **18.7** の規定によらなければならない。

19.7.2 指示装置

-1. デフレクタ位置指示装置

(1) 船橋及び補助操舵場所には，デフレクタの位置を表示しなければならない。

(2) デフレクタ位置指示装置は，制御システムから独立したものでなければならない。

-2. リバーサ位置指示装置

船橋及び補助操舵場所を含む推進装置のすべての制御場所並びに監視場所には，リバーサの位置を表示しなければならない。

-3. インペラ回転数指示装置

船橋及び補助操舵場所を含む推進装置のすべての制御場所並びに監視場所には，インペラの回転数を表示しなければならない。

19.8 管装置

19.8.1 潤滑油管装置

-1. 潤滑油装置については **13.10** の規定によらなければならない。

-2. 推進装置の潤滑油管装置には，潤滑油の供給が停止又は給油圧力が運転に支障をきたす程度に低下した場合に警報を発する可視可聴警報装置を船橋及び主機を通常制御する場所に設けなければならない。

19.9 試験

19.9.1 製造工場等における試験

-1. インペラケーシング，案内羽根ケーシング及び軸受ハウジングの受圧部にあっては，設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行わなければならない。

-2. インペラにあっては，動的釣り合い試験を行わなければならない。

-3. 主軸船首側軸受管及びシール装置管にあっては，0.2 *MPa* 又は設計圧力の 1.5 倍のいずれか大きい方の圧力で水圧試験を行わなければならない。

-4. 操舵駆動システムにあっては，**15.5.1** に定める試験を行わなければならない。

-5. 制御装置，安全装置及び警報装置の作動試験を行わなければならない。

19.9.2 造船所等における試験

-1. 操作油管装置は船内配管後，少なくとも最高使用圧力で漏れ試験を行わなければならない。

-2. ポンプユニットのシール装置については給油圧力で漏れ試験を行わなければならない。

-3. 各部の作動試験を行わなければならない。

20 章　旋回式推進装置

20.1　一般

20.1.1　適用

-1. 本章の規定は，推進用に備えられる動力駆動の旋回式推進装置（以下，「推進装置」という。）に適用する。

-2. 推進装置を駆動する原動機にあっては，次に掲げる規定によらなければならない。

(1) 往復動内燃機関　：**2 章**の規定

(2) ガスタービン　：**4 章**の規定

(3) 電動機　：**H 編 2 章**及び**5 章**の規定

-3. 特殊な設計の推進装置であって本章の規定を適用し難い場合には，個々の設計に応じてその都度検討する必要がある。

20.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1) 「推進装置」とは，当該装置自体の旋回により舵機能を発揮し，船舶の方向を制御かつ推進する装置をいい，以下の要素を含む。

(a) プロペラ

(b) プロペラ軸

(c) 推進トルクを伝達する歯車，クラッチ及び歯車軸等（推進装置に組込まれる場合）

(d) 旋回部ケーシング

(e) 操舵システム

(2) 「旋回部ケーシング」とは，旋回コラム，プロペラポッド，プロペラノズル及びノズルサポート等旋回部の水密構造部分をいう。

(3) 「旋回装置」とは，推進装置に旋回トルクを与えるための装置であり電動機，油圧ポンプ，操作油管装置，油圧モータ及び旋回用歯車等をいう。

(4) 「操舵システム」とは，主操舵装置，操舵装置制御装置及び舵（舵頭材を含む。）を含む船舶の方向制御装置又は船首方位若しくは進路を変更するために船体に力を加えるための同等のシステム（旋回装置を含む。）をいう（**図 D20.1** 及び**図 D20.2** 参照）。

(5) 「操舵駆動システム」とは，操舵装置動力装置，操舵アクチュエータ及び油圧又は電動油圧操舵装置のための油圧配管をいう。

(6) 「操舵アクチュエータ」とは，推進装置を制御するために動力を機械的に変換する構成要素であり，以下に掲げる装置をいう。

(a) 電動操舵装置にあっては，電動機及び駆動歯車

(b) 電動油圧操舵装置にあっては，油圧モータ及び駆動歯車

(7) 「指定された操舵角度範囲」とは，船舶の速度及びプロペラのトルク／回転数又はその他の制限を考慮した安全運航のための製造者の指針に従った最大操舵角度の操作上の限界又はそれと同等のものをいう。「指定された操舵角度範囲」は，船舶固有の非従来型の操舵手段ごとに，指示制御装置の製造者により指定され，船舶の操縦性に関する基準（*IMO* 決議 *MSC*.137(76)）等の船舶の操縦性試験は，指定された操舵角度範囲を超えない操舵角度で実施すること。

図 D20.1　　操舵システムの定義（2 以上の同一の操舵駆動システムを備える場合）

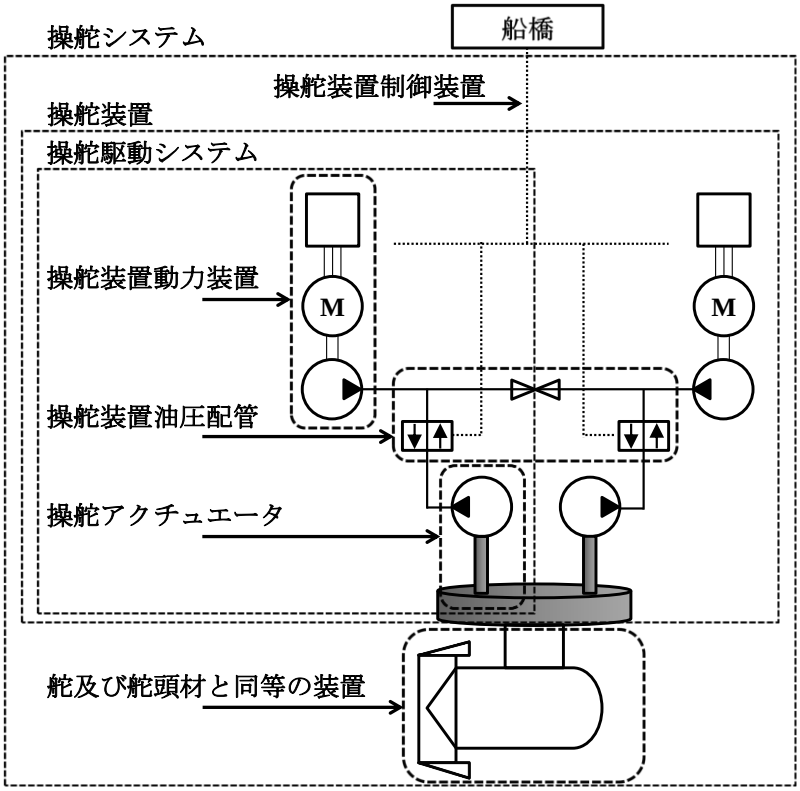
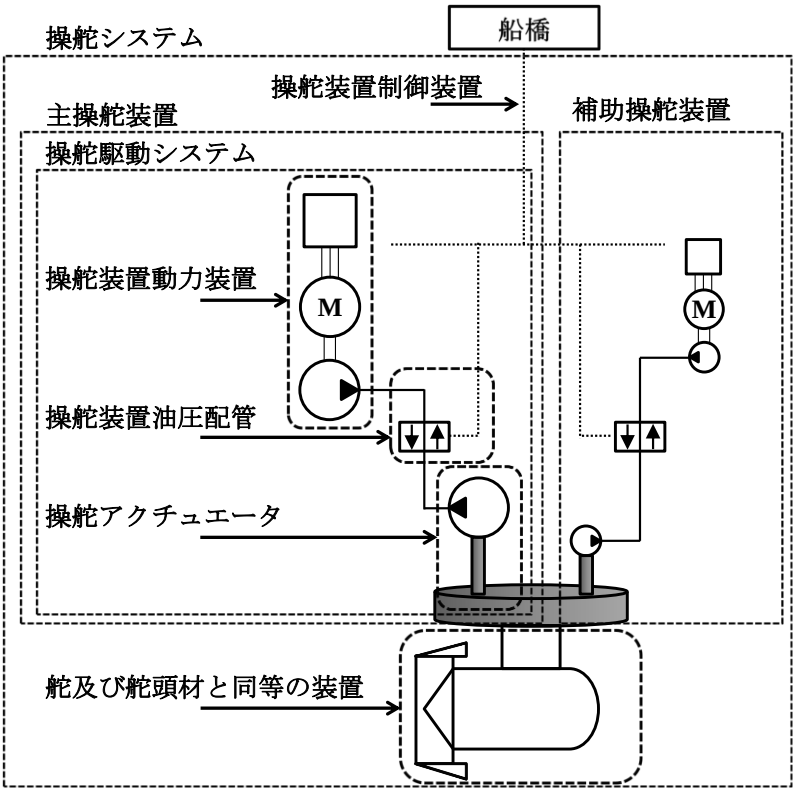


図 D20.2　　操舵システムの定義（主操舵装置及び補助操舵装置を備える場合）



20.1.3　提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 主要目
(2) 仕様書
(3) 材料仕様書
(4) 主要部品の溶接要領詳細
(5) 全体構造組立断面図
(6) 軸系装置図（プロペラ軸，各歯車，クラッチ，歯車軸，軸継手，軸受，シール装置，プロペラ等の詳細図，ころがり軸受の仕様及び寿命計算，ねじり振動計算書及びプロペラ押込量計算書）
(7) 旋回部ケーシング詳細図
(8) 旋回装置図（駆動装置，旋回用歯車装置，軸受及びシール装置等の詳細図）
(9) 諸管線図（操作油管，潤滑油管及び冷却水管等）
(10) 制御装置の配置図並びに油圧及び電気系統図（安全装置，警報装置及び自動操舵装置を含む）
(11) 代替動力源の配置図及び系統図
(12) 旋回角指示器の系統図
(13) 強度計算書
(14) **20.4.3(1)**に掲げる振動計測装置を用いる場合，次の**(a)**及び**(b)**の資料
　(a) 振動計測装置の機能説明書
　(b) 次の **i)**から **iii)**を含む管理マニュアル
　　i) 監視対象軸受及び計測点一覧表
　　ii) 計測要領（信号取出し要領を含む）
　　iii) 計測値の分析評価要領
(15) **20.4.3(2)**に掲げる鉄粉濃度測定装置を用いる場合，次の**(a)**及び**(b)**の資料
　(a) 鉄粉濃度測定装置の機能説明書
　(b) 次の **i)**から **iii)**を含む管理マニュアル
　　i) 潤滑油の採取要領
　　ii) 鉄粉濃度測定要領
　　iii) 測定値の分析評価要領
(16) その他本会が必要と認める図面及び資料

20.1.4　操作説明書の掲示

船橋及び推進装置の設置場所には，推進装置及び制御システムの切替え手順を示す線図を付した簡単な操作説明書を恒久的に掲示しなければならない。

20.1.5　推進装置の説明書等

推進装置の取扱い及び保守に関する説明書及び図面は，船員が使用する言語により作成されたものでなければならない。

20.2　推進装置の数及び設置場所

20.2.1　推進装置の数

-1. 船舶には，2 以上の推進装置を備えなければならない。

-2. 推進装置の各々の操舵システムには，主操舵装置及び補助操舵装置を備え，かつ，これらのうち一方の故障により他方が作動不能となることのないように配置しなければならない。

-3. 前**-2.**の規定にかかわらず，主操舵装置として各々の操舵システムに 2 以上の同一の操舵駆動システムを備え，かつ，次の規定に適合する場合には，補助操舵装置を備える必要はない。

(1) すべての操舵装置の操舵駆動システムが作動している状態において **20.5.1-1.(2)**の規定に適合するように転舵できるものでなければならない。
(2) 操舵装置の配管系統又は 1 の操舵駆動システムに単一故障が生じた後に，操舵能力を保持又は迅速に回復できるものでなければならない。

(1)及び**(2)**の規定は，操舵システムが共通の動力装置か否かにかかわらず適用しなければならない。

-4. 前**-1.**から**-3.**にかかわらず，本会は個別の検討により，1 の推進装置のみの設置を認めることがある。この場合，推進装置の推進機能及び操舵機能の冗長性は，次によらなければならない。

(1) 推進装置を駆動する原動機の数は，2 以上でなければならない。

(2) 2 以上の独立の旋回装置を備えなければならない。ただし，旋回用の大歯車は 1 で差し支えない。

(3) **20.6.2-1.(1)**又は**(2)**の措置により，運転中の 1 台の発電機が停止した場合においても，推進装置を駆動する原動機のうち少なくとも 1 つ及び操舵システムの機能を維持するために，給電を維持するか又は速やかに電源を復旧できるように措置を講じなければならない。

20.2.2 推進装置の設置場所

-1. 推進装置は人の出入りが容易で，かつ，可能な限り機関区域と分離された閉囲区画に設置しなければならない。

-2. 推進装置の設置場所は，推進装置を有効に操作するため十分な大きさを有するものでなければならない。

-3. 推進装置の設置場所には，機械装置及び制御装置へ接近するための通路及び作業用の余地を設けなければならない。この場合，通路には手摺及び滑らない床を配置する等の措置を講じ，油漏れが生じた場合においても，作業のための適当な環境を確保できるようにしなければならない。

-4. 次の設備を有する場所において **20.7.1-2.**の要件を満足することができる場合には，当該場所を「推進装置の設置場所」とみなして差し支えない。

(1) **20.7.1-9.**に掲げる計器

(2) **20.7.1-11.**に掲げる通信装置

(3) *SOLAS* 条約附属書第 V 章 19 規則 2.5.2 項により要求されるジャイロレピータ

20.3 材料及び溶接

20.3.1 材料

-1. 次に掲げる部品の材料は使用条件に適したものであり，かつ，**K 編**の規定に適合したものでなければならない。

(1) 歯車，クラッチ，歯車軸及び軸系の主要部品

(2) プロペラ及び可変ピッチプロペラの羽根取付ボルト

(3) 可変ピッチプロペラ及び旋回装置の操作油管装置

(4) 旋回部ケーシング

(5) 旋回用歯車及び歯車軸

(6) 推進装置を支持する台板

-2. 次に掲げる部品の材料については，それぞれ次の規定にもよらなければならない。

(1) 歯車，クラッチ，歯車軸及び軸系の主要部品：**5.2.1** 及び **6.2.1**

(2) プロペラ及び可変ピッチプロペラの羽根取付ボルト：**7.1.3**

(3) 可変ピッチプロペラ及び旋回装置の操作油管装置：**12.1.4**

20.3.2 溶接

推進装置の主要部を溶接構造とする場合には，**11 章**の規定によらなければならない。

20.4 構造及び強度

20.4.1 一般

-1. 推進装置は，旋回部ケーシング内部に海水が浸入した場合にも，設置区画へ浸水することにより船舶の復原性に影響を及ぼさないような配置又は構造としなければならない。

-2. 推進装置が船体構造を貫通する部分には，船内への海水の浸入を防止するためのシール装置を設けなければならない。

20.4.2 歯車，クラッチ，歯車軸等

推進用歯車，クラッチ，歯車軸等については **5 章**の規定によらなければならない。なお，かさ歯車及び旋回用歯車については，本会の適当と認める規格によらなければならない。

20.4.3 プロペラ軸，同軸受及び同シール装置

プロペラ軸，同軸受及び同シール装置については **6 章**の規定によらなければならない。ただし，プロペラ軸軸受にころがり軸受を使用する場合であって，かつ，第 1*C* 種プロペラ軸を採用する船舶にあっては，**6.2.11** に規定する温度計測装置及び温度記録装置に代えて，次の**(1)**又は**(2)**に規定する装置を用いても差し支えない。この場合，管理責任者は，その経験及び知識を加味し対象船舶に対して定めた管理基準値(警戒値,異常値の判定を含む)等を規定しなければならない。

(1) 次の**(a)**から**(c)**を満たす推進装置内の動力伝達装置の振動を計測する振動計測装置。なお，当該装置が固定式の場合にあっては，**18.7.1(1)**に掲げる環境試験を行ったものでなければならない。
  (a) 定期的（少なくとも 3 ヶ月毎）に計測を行うことができること。
  (b) **20.1.3(14)(b)**に規定する管理マニュアルに基づく計測要領において規定される計測点及び関連データの記録を適切に行うことができること。
  (c) 計測されたデータは，トレンド表示及び周波数分析ができること。

(2) 次の**(a)**及び**(b)**を満たす旋回部ケーシング内の潤滑油の鉄粉濃度測定装置。なお，当該装置が固定式の場合にあっては，**18.7.1(1)**に掲げる環境試験を行ったものでなければならない。なお，採取は原則として，旋回式推進装置の航海中に行うこととし，やむをえず停泊中に採取する場合には，当該装置が停止してから，原則として 30 分以内に採取しなければならない。
  (a) 定期的（少なくとも 3 ヶ月毎）に採取を行うことができること。
  (b) 計測されたデータは，新油との入れ替え等を考慮した単位時間当たりの鉄粉発生量とし，当該データはトレンド表示できること。

20.4.4 プロペラ

プロペラについては **7 章**の規定によらなければならない。

20.4.5 軸系ねじり振動

軸系ねじり振動については **8 章**の規定によらなければならない。

20.4.6 耐氷構造

耐氷船として登録を受けようとする船舶の推進装置については，**I 編 8 章**の該当する規定にもよらなければならない。

20.5 操舵システム

20.5.1 操舵装置の能力

-1. 主操舵装置は，次によらなければならない。

(1) 十分な強さのもので，かつ，**A 編 2.1.8** に定める速力で操舵可能なものでなければならない。

(2) **A 編 2.1.8** に定める速力で前進中，推進装置を指定された操舵角度範囲において片舷から反対舷に毎秒 2.3 度の速度を下回らない平均速度で転舵できるものでなければならない。

(3) 前**(2)**に加えて，推進装置を旋回することにより後進力を得る場合には，旋回装置の旋回速度は，船舶の静止状態において 1.0 *rpm* 以上でなければならない。

(4) すべての船舶において動力駆動のものでなければならない。

(5) 船舶が最大後進速力で後進した場合でも損傷することのないように設計しなければならない。ただし，最大後進速力で，かつ，指定された操舵角度範囲での試運転を行って，これを実証する必要はない。

-2. 補助操舵装置は，次によらなければならない。

(1) 十分な強さのもので，かつ，航行し得る速力において操舵可能なものでなければならない。加えて，非常の際に主操舵装置からの切り替えが迅速にできるものとしなければならない。

(2) **A 編 2.1.8** に定める速力の 1/2 又は 7 *kt* のうちの大きい方の速力で前進中，推進装置を指定された操舵角度範囲において片舷から反対舷に毎秒 0.5 度の速度を下回らない平均速度で転舵できるものでなければならない。

(3) すべての船舶において，*SOLAS* 条約第 II-1 章 29 規則 4.2 項の要件を満足するために必要な場合であって，かつ，各々の推進装置の出力が 2,500 *kW* を超える船舶の場合，動力駆動のものとしなければならない。

20.5.2 構造

-1. 旋回装置に用いられる油圧を受ける部品は，低圧側の圧力を考慮に入れ，すべての作動条件下において予想される最高使用圧力の 125%以上の値を設計圧力として設計しなければならない。この設計圧力は，圧力逃し弁の調整圧力未満としてはならない。

-2. 油圧ポンプ及び操作油管装置の構造及び強度については，**10.5**，**12.2.1**，**12.3**，**12.4.2** から **12.4.4** 及び **12.5.1** によらなければならない。

-3. 操作油管装置の敷設，逃し弁及び計測装置の設置並びに液面計測装置の構造については，**13.2.1** 及び **13.8.4** によらなければならない。

20.5.3 配管

推進装置の旋回装置を油圧駆動とする場合は，以下によらなければならない。

(1) 操作油の清浄度を維持するため，油圧駆動システムの方式及び設計を考慮した上で，適切な装置を設けなければならない。

(2) 操作油管装置には，必要に応じてシステム内の空気を抜き取る装置を備えなければならない。

(3) 他から弁により遮断され，かつ，動力源又は外力によって過圧が生じる可能性がある操作油管装置のすべての部分には，圧力逃し弁を設けなければならない。この逃し弁は，保護する箇所において予想される最高使用圧力の 125 % 以上の圧力で調整され，連結されるポンプの合計容量の 110 %以上の吐出容量を有し，かつ，調整圧力の 110 %を超える圧力上昇を生じないものとしなければならない。この場合，使用温度における油の粘度の影響を考慮しなければならない。

(4) 油圧駆動システムから油の漏洩が生じた場合，できる限り早期にこれを検知するために各油タンクに対する低液面警報装置を設けなければならない。この警報は可視可聴のものとし，船橋及び主機を通常制御する場所に表示されるものでなければならない。

(5) 操作油管装置にフレキシブルホースを使用する場合には，**15.4.6** によらなければならない。

20.5.4 シール装置

旋回装置の旋回部に使用される海水用シール装置の形式，構造及び材料については，あらかじめ承認を得たものでなければならない。

20.6 電気設備

20.6.1 一般

-1. 各々の操舵システムは，主配電盤から 2 組以上の専用の回路によって直接，給電されるものでなければならない。ただし，このうちの 1 回路にあっては，非常配電盤を経由して給電することができる。

-2. 前**-1.**で要求される専用の回路に用いられるケーブルは，全長にわたって可能な限り離して敷設しなければならない。

-3. 推進用及び旋回用の電動機への動力の供給が停止した場合に船橋及び主機を通常制御する場所に可視可聴警報が発せられるように設備しなければならない。

-4. 電気設備に関し，本 **20.6** に掲げる事項以外の事項については，**H 編**の規定によらなければならない。

20.6.2 給電の維持

-1. 運転中の 1 台の発電機が停止した場合においても，少なくとも 1 の推進装置の推進機能及び旋回機能並びに当該装置の制御装置及び旋回角指示器の機能を維持するため，次のいずれかの措置により，給電を維持するか又は速やかに電源を復旧できるように措置を講じなければならない。

(1) 通常 1 台の発電機によって電力を供給する船舶にあっては，運転中の発電機の電力が喪失した場合に予備発電機を自動的に始動して配電盤に自動的に接続し，かつ，必要な電気機器を順次始動を含めて自動再始動させる装置を設けなければならない。

(2) 通常 2 台以上の発電機を並行運転して電力を供給する船舶にあっては，これらの発電機のうちの 1 台の発電機の電力が喪失した場合に，残りの発電機が給電を維持できるように設備しなければならない。（**H 編 2.3.6** 参照。）

-2. 各々の推進装置の駆動原動機出力が 2,500 *kW* を超える場合には，次の規定に従って代替動力源を設けなければならない。

(1) 代替動力源は，次のいずれかとしなければならない。

(a) 非常電源

(b) 推進装置以外の目的に使用せず，かつ，推進装置区画内に設けられた独立の動力源

(2) 代替動力源は，操舵装置（制御装置を含む）及び操舵装置の指示装置に，自動的かつ 45 秒内に代替動力を供給できるものでなければならない。この代替動力源は，**A 編 2.1.8** に定める速力の 1/2 又は 7 *kt* のうちの大きい方の速

力で前進中，毎秒 0.5 度の速度を下回らない平均速度で，指定された操舵角度範囲を転舵できる操舵能力を操舵装置に与えることができるものでなければならない。また，この代替動力源は，総トン数 10,000 トン以上の船舶では少なくとも 30 分間，その他の船舶では少なくとも 10 分間，当該装置を連続作動させるのに十分な容量のものでなければならない。

(3) 前**(1)(b)**に定める独立の動力源として用いる発電機又はポンプの駆動原動機の自動始動装置は **H 編 3.4.1** に定める非常発電機の駆動原動機の始動装置及び始動性能の規定によらなければならない。

20.6.3 旋回装置の電気設備

推進装置の旋回装置の電気設備については，以下によらなければならない。

(1) 船橋及び主機を通常制御する場所には，旋回用電動機の運転表示装置を設けなければならない。

(2) 回路には短絡保護装置を，又，電動機には過負荷警報装置を備えなければならない。この場合，過負荷警報は可視可聴のものとし，主機を通常制御する場所の見やすい位置に表示されるものでなければならない。

(3) 始動電流及びその他の過電流に対する保護装置が設けられる場合には，当該保護装置は電動機又は回路の全負荷電流の 2 倍以上の電流に対して保護するもので，かつ，始動電流により動作しないものでなければならない。

(4) 3 相交流式の場合には，いずれか 1 つの欠相に対して警報を発する装置を備えなければならない。この警報は可視可聴のものとし，主機を通常制御する場所の見やすい位置に表示されるものでなければならない。

20.7 制御装置

20.7.1 一般

-1. 推進装置は，船橋において始動を含むすべての制御ができるものでなければならない。

-2. 推進装置は，当該装置の設置場所において旋回のための制御ができるものでなければならない。また，船橋から操作できる旋回のための制御装置は，推進装置の設置場所において，当該装置により制御される推進装置から切り離すことができるものでなければならない。

-3. 各々の推進装置にはそれぞれ独立の制御装置を設けなければならない。なお，複数の推進装置を同時に操作するように設計されている場合には，当該推進装置は 1 つの制御ハンドルにより操作して差し支えない。

-4. 前**-3.**にいう制御装置は，1 の推進装置の制御装置の故障により残りの推進装置の制御装置が作動不能にならないものでなければならない。

-5. 各々の推進装置の制御装置に用いられるケーブル及び管装置は，全長にわたって可能な限り離して敷設しなければならない。

-6. 電気式制御システムの場合，当該システムは，推進装置の設置場所内の推進装置用動力回路又は配電盤内の推進装置用動力回路給電点付近にある配電盤母線から専用の回路によって直接給電されるものでなければならない。

-7. 旋回装置の制御システムの給電回路には，短絡保護装置のみを備えなければならない。

-8. 推進装置の制御装置が故障した場合又は動力の供給が喪失した場合に，船橋及び主機を制御する場所に可視可聴警報が発せられるように設備しなければならない。

-9. 推進装置のすべての制御場所及び監視場所には，次の計器を設けなければならない。

(1) 固定ピッチプロペラの場合には，プロペラ回転数及び回転方向の指示器

(2) 可変ピッチプロペラの場合には，プロペラ回転数及びプロペラの翼角の指示器

(3) 旋回角指示器

-10. 前**-9.(3)**に掲げる旋回角指示器は，制御システムから独立したものでなければならない。

-11. 推進装置のすべての制御場所と船橋との間には，通信装置を設けなければならない。

-12. 自動操舵装置を備える船舶の推進装置は，自動操舵から手動操舵へ直ちに切り替えることができるものでなければならない。

-13. 推進装置の安全装置，警報装置及び制御装置に関し，本 **20.7.1** に掲げる事項以外の事項については，**18.1** から **18.3** 及び **18.7** の規定によらなければならない。

20.8 管装置

20.8.1 潤滑油管装置

-1. 潤滑油装置については **13.10** の規定によらなければならない。

-2. 推進装置の潤滑油管装置には，潤滑油の供給が停止又は給油圧力が運転に支障をきたす程度に低下した場合に警報を発する可視可聴警報装置を船橋及び主機を通常制御する場所に設けなければならない。

20.8.2 冷却管装置

冷却管装置については「主機」を「推進装置」に読み替えて **13.12** の規定を適用する。

20.9 プロペラポッド内に推進用電動機を内蔵する場合の追加規定

20.9.1 一般

-1. プロペラポッド内には，海水の浸入を検知する手段を設け船橋及び主機を通常制御する場所に可視可聴警報を発せられるように設備しなければならない。また，浸入した海水を排出する手段を設けなければならない。

-2. プロペラポッド内にアクセスできる場合には，火災探知警報装置を設けなければならない。

-3. 電動機の冷却用に通風機を設ける場合には，連続最大出力時において，十分な風量を供給できる容量の主通風機及び通常航海に支障をきたさない風量を供給できる容量の予備通風機を備えなければならない。なお，これらの通風機はいつでも切替えて使用できるように装備しなければならない。ただし，各々の推進装置に専用の通風機を設ける場合には，予備通風機は省略することができる。

-4. 電動機の冷却用に通風機を設ける場合，火災の際に安全な場所から通風機を停止する手段及び通風機の吸気口及び排気口を閉鎖する手段を設けなければならない。

20.10 試験

20.10.1 製造工場等における試験

-1. 歯車にあっては，**5.5.1** に定める試験を行わなければならない。

-2. プロペラ軸スリーブにあっては，**6.3.1(2)**に定める試験を行わなければならない。

-3. プロペラにあっては，**7.4.1** に定める試験を行わなければならない。

-4. 旋回装置にあっては，次の試験を行わなければならない。

(1) **15.5.1** に定める試験

(2) 歯車装置については，**5.5.1** に定める試験

-5. 旋回部ケーシングにあっては，組み立て後 1.5D もしくは 2d のうち小さい方のものに相当する水頭又は 0.2 *MPa* のいずれか大きい圧力による圧力試験を行わなければならない。なお，プロペラノズルについては 0.05 *MPa* での気密試験に代えて差し支えない。

ここで　D：船の深さ(*m*)

d ：計画最大満載喫水(*m*)

-6. 制御装置，安全装置及び警報装置の作動試験を行わなければならない。

20.10.2 造船所等における試験

-1. プロペラ軸シール装置及び旋回部シール装置にあっては，船舶に取付けた後，給油圧力で漏れ試験を行わなければならない。

-2. 旋回装置にあっては，操作油管装置は，船内配管後，少なくとも最高使用圧力で漏れ試験を行わなければならない。なお，船内配管後に，最高使用圧力で漏れ試験を実施することが困難な場合には，製造工場等における試験に代えて差し支えない。

-3. 各部の作動試験を行わなければならない。

-4. **20.9.1** に掲げる装置の作動試験を行わなければならない。（**20.9.1-1.**に掲げる排水装置については，運転試験を行う必要はない。）

21 章　選択式触媒還元脱硝装置関連設備

21.1　一般

21.1.1　適用

-1. 本章の規定は，選択式触媒還元脱硝装置（以下，「SCR 脱硝装置」という。）の関連設備に適用する。

-2. 還元剤は，尿素を基にしたアンモニア（例えば，*ISO* 18611-1:2014 に規定する尿素 40%/水 60%の尿素水溶液である AUS 40）を使用しなければならない。ただし，他の還元剤を使用する場合には，次の**(1)**及び**(2)**によるほか，個々の設計に応じてその都度検討する必要がある。

(1) アンモニア水溶液（質量%濃度が 28%以下のもの）は，尿素を基にした還元剤の使用が実行可能でないことを立証することができる場合を除き，還元剤として使用してはならない。

(2) 無水アンモニア（質量%濃度が 99.5%以上のもの）は，主管庁がその使用を認める場合であって次の**(a)**及び**(b)**を立証することができる場合を除き，還元剤として使用してはならない。

(a) 尿素水の使用が実行可能でないこと。

(b) アンモニア水溶液の使用が実行可能でないこと。

-3. 前**-2.(1)**又は**(2)**に規定する還元剤を使用する場合，その充填，運搬及び使用に関する設備は，リスク分析に基づいたものでなければならない。

-4. 容積 500 *l* 未満の還元剤タンクであって，かつ，前**-2.**に規定する尿素を基にしたアンモニア（例えば，*ISO* 18611-1:2014 に規定する尿素 40%/水 60%の尿素水溶液である AUS 40）を還元剤として使用する場合，当該還元剤タンクに関する要件は，本会の適当と認めるところによる。

-5. 本会は，本章の規定に加えて，船籍国又は当該船舶が航行する海域の管海官庁の指示による特別要件を適用する場合がある。

21.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1) 「SCR 脱硝装置」とは，SCR 反応器及び還元剤噴霧装置で構成される装置をいう。

(2) 「SCR 反応器」とは，その内部に 1 つ又は複数の触媒ブロックを有し，かつ，機関の排ガスを外部に漏洩させることなく流す構造，及び還元剤噴霧装置による還元剤の供給を受けるための構造を有する装置をいう。

(3) 「触媒ブロック」とは，その内部に排ガスを通すことができ，その排ガスと接触する部分に脱硝性能を有する触媒成分を含んだ一定の外形寸法をもった塊をいう。

(4) 「還元剤噴霧装置」とは，還元剤をポンプ等でノズルに供給するための装置，還元剤を噴霧するノズル及び当該ノズルから噴霧される還元剤の供給流量を制御する装置からなる装置をいう。

21.1.3　提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 承認用図面及び資料

(a) 主要目

(b) 仕様書

(c) 材料仕様書

(d) 全体装置図

(e) SCR 反応器の構造図（触媒ブロック配置を含む）

(f) 還元剤貯蔵タンクの構造図及びその配置図

(g) 還元剤貯蔵タンク等の当該液体を取扱う機器の設置区画又は **21.4.2-3.**に規定する区画の通風装置

(h) 還元剤噴霧装置のノズル配置詳細図

(i) 諸管線図

(j) 制御装置の配置図並びに油圧及び電気系統図（安全装置及び警報装置を含む）

(k) 自動化に関する図面及び資料

i) 測定点の一覧表

ii) 警報点の一覧表

iii) 制御装置及び安全装置（制御対象及び制御量の一覧表，安全装置の条件の一覧表，自力式，空気式，電気式等の制御エネルギ源の種類）

(l) 排ガス昇温装置（備える場合）の構造図，配置図及び電気系統図（安全装置及び警報装置を含む）

(m) SCR 脱硝装置の制御及び監視装置に関する図面及び資料（機関室の無人化設備を有する場合）

(n) その他本会が必要と認めるもの

(2) 参考用図面及び資料

(a) SCR 脱硝装置の取扱説明書

(b) 自動制御及び安全装置の取扱説明書

(c) 許容背圧に関する資料

(d) **21.3.1-2.(1)**の規定により，バイパス管を装備しない場合には，その検討及び結果に関する資料

(e) 故障モード影響解析（FMEA）等による解析資料

(f) その他本会が必要と認めるもの

21.2 設計

21.2.1 一般要件

-1. 管，弁，管取付け物及び補機については，本章の規定によるほか，「還元剤」を「海水」とみなして **12 章**の要件を適用する。ただし，**表 D12.1** の適用に際しては，SCR 脱硝装置用の尿素に用いられる管の材料が *ISO* 18611-3:2014 に従って選択された場合，「流体の種類」を「選択式触媒還元脱硝装置用の尿素」とする。

-2. 空気管，測深装置については，本章の規定によるほか，「燃料油」を「還元剤」と読み替えて **13.6** 及び **13.8** の要件を適用する。

-3. 還元剤噴霧装置の制御装置，安全装置及び警報装置については，本章の規定によるほか，**18 章**の規定にもよらなければならない。

-4. SCR 脱硝装置関連設備の構成要素の一つが故障した又は作動不能となった場合であっても，当該装置に接続される機関が支障なく運転を継続できるように，適当な措置を講じなければならない。

21.2.2 材料

-1. 還元剤貯蔵タンクの材料は，融点が 925℃を超える鋼又はこれと同等の材料でなければならない。

（備考）

「鋼又はこれと同等の材料」については，以下に示す繊維強化プラスチック（FRP）船における船殻の一部を構成するタンクであって，且つ当該タンクが自己消火性材料によりコーティング及び/又は防熱されている場合には適用しない。

(1) 関連する *IMO* ガイドライン（*MSC*.1/*Circ*.1574）に基づき，*SOLAS* 条約第 II-2 章第 17 規則に準拠した FRP 船

(2) *SOLAS* 条約の適用が免除されている FRP 船（ヨットコード又は旗国要件を満足する一般的に総トン数 500 トン未満のヨット，高速巡視船，軍艦等）

-2. 還元剤に関連する管装置（ポンプ，弁，通気装置，その他の部品及び継手を含む。）の材料は，融点が 925℃を超える鋼又はこれと同等の材料とすること。ただし，弁座が金属製であり，フェイルクローズ型又は火災発生時に区画外の安全な場所から迅速に遮断できるタンク付き弁の下流については，**附属書 12.1.6** に従って承認されたプラスチック管であって，耐火試験を受けていないものを用いることができる。

-3. 還元剤貯蔵タンク及び還元剤に関連する管装置（ポンプ，弁，ベント装置，その他の部品及び継手を含む。）には，還元剤に適した材料を使用するか，又は適切な防食コーティングを施すこと。

-4. 排ガス昇温装置に使用される材料は，本会が適当と認めるものでなければならない。

21.3 SCR 脱硝装置

21.3.1 SCR 反応器

-1. 排ガス許容背圧及び温度に対する考慮

SCR 反応器は，機関に適したものを設置し，当該装置は，機関の製造者が定める排ガス許容背圧及び温度を超えないように排ガス管に配置しなければならない。

-2. 排ガス管の切替え

(1) SCR 脱硝装置が故障した場合及び SCR 反応器内が閉塞／目詰まりした場合に備え，バイパス管を設けなければならない。ただし，想定される機関の運転範囲において，当該故障が発生した場合又は閉塞／目詰まりにより背圧が上昇した場合であっても，バイパス管を使用することなく，機関を連続して運転できる場合にあっては，この限りではない。

(2) SCR 反応器を装備する排ガス管とバイパス管を切替えて使用する機関にあっては，排ガス管の分岐位置に SCR 反応器を装備する排ガス管とバイパス管を切替えられる装置を設けなければならない。

(3) 前**(2)**の装置には，SCR 反応器を装備する排ガス管とバイパス管の両方が閉鎖することのないようにインタロック等の措置を講じ，排ガスを排出する機関の運転に支障のないようにしなければならない。

(4) 前**(2)**の装置には，どちらの排ガス管が使用中であるかを明示する表示器を SCR 脱硝装置の機側及び制御場所に設けなければならない。

-3. 保守に対する考慮

(1) 触媒ブロックは，容易に交換できるように配置しなければならない。

(2) 船内には，触媒を交換できる十分なスペースを確保しなければならない。

-4. 触媒反応の低下防止

SCR 反応器は，煤の付着等による触媒反応の低下を防止するための適当な考慮が払われたものとしなければならない。

21.3.2 還元剤噴霧装置

-1. 噴霧の制御

還元剤の噴霧装置は，SCR 反応器入口の排ガス温度が製造者の定める設定温度未満の場合，噴霧できないようにするインタロック機能が備えられているものでなければならない。

-2. 噴霧量の監視

還元剤の噴霧量は，SCR 脱硝装置を使用する間，制御場所において常に監視されるものでなければならない。

-3. 噴霧位置

噴霧位置は，還元剤の噴霧後に加水分解がなされ反応器で適当な脱硝反応を生じるような位置としなければならない。

-4. 安全装置及び警報装置

排ガス温度の異常上昇によりアンモニアガスが自己発火することを防止するため，機関出口又は SCR 反応器入口の排ガス温度が設定値を超えたときに作動する警報装置及び自動的に還元剤の噴霧を停止する安全装置を備えなければならない。

21.4 構造，配置等に関する要件

21.4.1 構造及び配置

-1. 還元剤貯蔵タンクは，機関室内に配置して差し支えない。

-2. 還元剤貯蔵タンクは，還元剤の溶液の固有の濃度に対して過度の高温及び低温とならないように保護しなければならない。このため，船舶の航行区域に応じて，加熱及び／又は冷却装置の備付けが必要になる場合がある。また，貯蔵中の還元剤の機能が損なわれない状態で還元剤タンクの内容物が保管されることを確保するため，*ISO* 18611-3:2014 等の本会が適当と認める規格により推奨される物理的条件を考慮しなければならない。

-3. 還元剤貯蔵タンクは，タンクからの漏洩物が加熱面に接触せずに収容されるように配置しなければならない。また，すべての管又はその他の還元剤貯蔵タンク貫通部には，タンク付きの手動閉鎖弁を備えなければならない。

-4. 還元剤貯蔵タンク，還元剤噴霧装置等の還元剤を取扱う機器は，当該機器からの漏洩物が設置区画内に広がらないよう配置しなければならない。このため，例えば，当該装置等の下に十分な大きさのドレン受けを設けることが要求される。

-5. 還元剤を船殻の一部を構成するタンクに貯蔵する場合，設計及び製造にあたり，次の**(1)**から**(5)**の規定を考慮しなければならない。

(1) 当該タンクは，二重底及び舷側タンク等の船殻の一部分を成すものとして設計及び製造して差支えない。

(2) 当該タンクには，適切な防食コーティングを施さなければならない。

(3) 当該タンクは，還元剤の比重を考慮した上で，深水タンクの船殻及び主要支持部材に適用される構造要件に従って設計し建造しなければならない。

(4) 当該タンクは，居住区域，業務区域及び還元剤と危険な反応をする恐れのある貨物区域並びに食糧庫，油タンク及び清水タンクに隣接しないよう，コファダム，空所，ポンプ室，空タンク及び類似の区画により隔離しなければならない。

(5) 当該タンクは，船舶の復原性計算に含めなければならない。

-6. 還元剤の管装置及び通気装置は，船舶の他の用途の配管及び／又は装置から独立したものとしなければならない。

-7. 還元剤の管装置は，居住区域，業務区域及び制御場所内に通過又は導入させてはならない。

-8. 還元剤の管装置は，液体を貯蔵するタンク内を通過又は導入させてはならない。ただし，本会が適当と認めた場合はこの限りでない。

-9. 還元剤の管装置は，還元剤噴霧ノズルの近傍を除き，ボイラ，蒸気管，排ガス管等の防熱することが要求される高温となる機器の直上又は近傍に配置してはならない。また，還元剤の管装置は，可能な限り，高温表面，電気設備その他の発火源から離して設置しなければならない。

-10. 船上において，還元剤を固形物から生成する場合，当該固形物は，製造者が定める保管条件を考慮して適切な場所に保管しなければならない。

21.4.2 閉鎖装置及び停止装置

-1. 損傷した場合に二重底の上方に配置されている還元剤貯蔵タンクから還元剤が漏出するおそれのある還元剤供給管については，還元剤貯蔵タンクが設けられている場所で火災が発生した場合に，当該場所の外部の安全な場所から閉じることができるコック又は弁をタンクに直接取付けなければならない。還元剤貯蔵タンクが軸路，パイプトンネル又は類似の場所の内部に設けられている場合には，タンクに弁を取付けるほか，火災時の還元剤の漏出を防止するため，追加の弁をトンネル又は類似の場所の外部の管に取付けることができる。この追加の弁を機関区域内に取付ける場合には，当該弁は，機関区域外から操作できるものでなければならない。

-2. 還元剤供給ポンプには，当該機器が設置されている区域内に加え，当該区域の外部であって当該区域に火災が発生した場合でも接近できる位置に，停止装置を取付けなければならない。

-3. バーナ及び送風機を有する排ガス昇温装置を設置する場合は，バーナ及び送風機には当該機器が設置されている区域内に加え，当該区域の外部であって当該区域に火災が発生した場合でも接近できる位置に，停止装置を取付けなければならない。

21.4.3 設置区画の通風装置

-1. 還元剤貯蔵タンク又は還元剤噴霧装置等の還元剤を取扱う機器を閉囲された区画に設置する場合には，当該設置区画に，居住区域，業務区域及び制御場所の通風装置から独立した有効な排気式機械通風装置であって毎時 6 回以上の換気能力を有するものを備えなければならない。当該通風装置は，当該区画の外部から制御できるものとしなければならない。また，各入口の近傍には，当該区画に立ち入る前に当該通風装置の使用を促す注意銘板を備えなければならない。

-2. 前**-1.**にかかわらず，還元剤貯蔵タンク又は還元剤噴霧装置等の還元剤を取扱う機器を機関室内に配置する場合には，別個の通風装置を備える必要はない。ただし，当該区画の通常の通風装置が，当該貯蔵タンク及び還元剤噴霧装置等の還元剤を取扱う機器の近傍に有効な空気の流れを与えるものであり，かつ，タンクが空であり空気で完全に換気されている場合を除き，連続して作動するものであることを条件とする。

-3. 前**-1.**及び**-2.**に掲げる通風装置及び注意銘板に関する要件は，通常人が入る閉囲区画であって，次の**(1)**又は**(2)**に該当するものにも適用しなければならない。

(1) 船殻の一部を構成する還元剤貯蔵タンクに隣接しており，かつ当該タンクから漏洩する可能性のある個所（マンホール，取り付け物等）を有する区画。

(2) 還元剤に関連する管装置が通過する区画。ただし，当該管装置の材料が，融点が 925℃を超える鋼又はこれと同等の材料であって，かつ，当該装置のすべての継手が溶接継手である場合を除く。

21.4.4 還元剤貯蔵タンクの通気装置

-1. 還元剤貯蔵タンクは，当該タンクから還元剤を抜出し当該タンクを空にすることに加え，持運び式又は固定式の装置によって通気することができるものとしなければならない。

-2. 還元剤貯蔵タンクの通気装置の排気口は，タンク近傍で火災が発生した場合に排気口からアンモニアガスが放出されることを考慮し，暴露甲板上の安全な場所に配置しなければならない。また，通気装置は，還元剤貯蔵タンク内に水が入らないように配置しなければならない。

21.4.5 安全装置及び警報装置

-1. 排ガス管の切替え装置を備える場合は，次の**(1)**又は**(2)**のいずれかの異常が発生したときに，自動的に排ガス管の

切替え装置のバイパス側を開く装置を設けなければならない。ただし，当該装置は，機関の背圧の許容値内で作動するものでなければならない。

(1) 排ガス入口圧力又は触媒ブロック前後の差圧の上昇

(2) 排ガス出口温度の上昇（ただし，スートファイアによる損傷を防止するための措置が講じられている場合は，省略して差し支えない。）

-2. SCR 脱硝装置には，**表 D21.1** に示す異常状態となったときに作動する警報装置を当該装置の制御場所に設けなければならない。

-3. SCR 脱硝装置には，次の**(1)**から**(4)**の事項について表示できる監視装置を当該装置の制御場所に設けなければならない。

(1) 還元剤タンク液面

(2) 還元剤タンク温度

(3) 排ガス入口温度

(4) 排ガス入口圧力又は触媒ブロック前後の差圧

-4. 前**-1.**から**-3.**によるほか，SCR 脱硝装置に関する故障モード影響解析（FMEA）等による解析結果に基づき，追加の安全装置，警報装置及び監視装置の設置が要求される場合がある。

表 D21.1　　SCR 脱硝装置の警報点(1)

異常状態の種類	
還元剤タンク液面	H L
還元剤タンク温度	H L
排ガス入口圧力(2)	H
排ガス入口温度	H
排ガス出口温度(3)	H
制御，警報，監視及び安全装置の電源喪失	○

注

(1) H 及び L はそれぞれ高及び低を意味する。また，○は異常状態になったことを意味する。

(2) 触媒ブロック前後の差圧に代えて差し支えない。

(3) スートファイアによる損傷を防止するための措置が講じられている場合は，省略して差し支えない。

21.5　電気設備

21.5.1　一般

-1. 主電源装置は，通常航海時，揚貨時及び出入港時を含め，SCR 脱硝装置使用時の最大電力需要を賄える容量のものとしなければならない。

-2. 電気設備に関し，前**-1.**に掲げる事項以外の事項については，**H 編**の規定によらなければならない。

21.6　排ガス昇温装置

21.6.1　一般

-1. **21.6.2**，**21.6.3** 及び **21.6.4** の要件は，機関の排ガス温度を上昇させる目的でバーナを装備する排ガス昇温装置を設置する場合に適用する。

-2. バーナを装備しない排ガス昇温装置にあっては，本会の適当と認めるところによらなければならない。

21.6.2　構造及び配置

-1. 排ガス昇温装置は，当該装置が設置される機関の製造者が定める排ガス許容背圧を超えないように排ガス管に配置しなければならない。

-2. バーナからの火炎が機関からの排ガスに直接接触しないよう，適当な措置を講じなければならない。

-3. SCR 脱硝装置を使用しないときに機関からの未燃燃料が排ガス昇温装置に侵入しないよう，適当な措置を講じな

ければならない。排ガス昇温装置の煙道に ON-OFF ダンパを設置する場合は，ダンパの状態を示す表示器を設けなければならない。

-4. 排ガス昇温装置の出口燃焼ガス又は SCR 反応器の入口排ガスの温度を計測するための装置を備えなければならない。

-5. 必要とする排ガス温度を得るために十分な容量の送風機を備えなければならない。

-6. 排ガス昇温装置の燃焼室及び煙道は，次の**(1)**及び**(2)**を満足するものでなければならない。

(1) 燃焼室の主要部分は，有効な材料で構築しなければならない。

(2) 燃焼室及び煙道を点検，掃除するための設備を設けなければならない。

-7. バーナの構造及び制御は，次の**(1)**から**(5)**によらなければならない。

(1) 燃料供給は，機関からの排ガス温度を触媒が有効に機能し得る温度にまで加熱するよう適当に制御されるものでなければならない。

(2) 点火前に燃焼室内の滞留ガスを排出できるよう装置されるたものでなければならない。

(3) 点火が自動的に行われるものにあっては，燃料の供給が点火装置の始動に先行しないものでなければならない。

(4) 燃料を自動的に供給できる装置を有するものにあっては，これらの供給を調整できるものでなければならない。

(5) 自動燃焼制御装置を有する場合は，主バーナ，点火用バーナ等への点火は計画された順序に従って動作するものでなければならない。

21.6.3 据付けに対する考慮

-1. 排ガス昇温装置は，次の**(1)**から**(3)**の荷重又は外力による影響を最小限にとどめるように据付けなければならない。

(1) 船の動揺及び機関設備からの振動

(2) 排ガス昇温装置に取付けられる管装置，支持金物からの外力

(3) 温度変化による膨張

21.6.4 安全装置及び警報装置

-1. 排ガス昇温装置には，次の**(1)**及び**(2)**に掲げる場合に，自動的にバーナへの燃料供給を停止する安全装置を備えなければならない。

(1) SCR 脱硝装置の通常運転時において，排ガス昇温装置の出口燃焼ガス温度又は SCR 反応器の入口排ガス温度が設定値を超えた又は下回ったとき

(2) 火炎が消失したとき

-2. 排ガス昇温装置には，次の**(1)**から**(6)**に掲げる場合に作動する警報装置を備えなければならない。

(1) SCR 脱硝装置の通常運転時において，排ガス昇温装置の出口燃焼ガス温度又は SCR 反応器の入口排ガス温度が設定値を超えた又は下回ったとき

(2) 火炎が消失したとき

(3) 警報装置の電源が断たれたとき

(4) 燃料供給が圧力噴霧式のものにあっては，噴霧圧力が低下したとき

(5) 送風機が停止したとき

(6) その他，本会が必要と認めたとき

21.7 安全・保安装具

21.7.1 一般

船員の保護のため，少なくとも以下に示す適切な保護具及び設備を備えなければならない。当該保護具及び設備の設置場所と個数は，詳細な設備配置図を基に決定しなければならない。また，格納場所及び設置場所は容易に識別できるよう表示しなければならない。

(1) 個人用保護具

(a) 耐薬品性の大きな前かけ

(b) 長袖の特別な手袋

(c) 適当な靴

(d) 上下接続した保護衣及び目の保護装置（密着式）もしくは顔面保護具又は両方から構成された適当な保護装具

(2) 自蔵式呼吸具（30 分以上の機能を果たしえるもの）

(3) 洗眼器
(4) 担架

21.8 試験

21.8.1 製造工場等における試験

-1. 独立した還元剤貯蔵タンクは，頂板上 2.5 *m* の水高圧力で水圧試験を行わなければならない。

-2. 設計圧力が 0.35 *MPa* を超える還元剤の配管，弁及び管取付け物にあっては，溶接接合された付着品と共に，すべての加工後，設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行わなければならない。

-3. 還元剤供給ポンプの受圧部は，設計圧力の 1.5 倍又は 0.2 *MPa* のうち大きい方で水圧試験を行わなければならない。ただし，当該試験は，製造者が行う試験に代えることができる。この場合，本会は試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

-4. 還元剤供給ポンプは，本会の認める方法で試運転を行わなければならない。ただし，当該試験は，製造者が行う試験に代えることができる。この場合，本会は試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

-5. SCR 脱硝装置に備えるポンプを駆動する電動機及び同用制御器は，**H 編**の関連規定に従って試験を行わなければならない。ただし，連続定格容量が 100 *kW* 未満の電動機及び同用制御器にあっては，当該試験を，製造者が行う試験に代えることができる。この場合，本会は試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

21.8.2 造船所等における試験

-1. 還元剤を船殻の一部を構成するタンクに積載する場合は，**B 編表 B2.7** 第 10 項(1)に従い，還元剤タンクの水圧試験を行わなければならない。ただし，試験に使用する液体の比重が還元剤の比重より小さい場合には，水頭を追加する必要があることを考慮しなければならない。

-2. SCR 脱硝装置は，船内取付後，次の**(1)**から**(4)**に従い試験を行わなければならない。

(1) 還元剤の管装置の漏れ試験を行わなければならない。試験圧力は設計圧力の 1.5 倍又は 0.4 *MPa* のうちのいずれか大きい方の圧力としなければならない。
(2) SCR 脱硝装置の作動試験を行わなければならない。当該試験は，最大排ガス量で実施しなければならない。
(3) 制御装置，安全装置及び警報装置の作動試験を行わなければならない。
(4) 排ガス管切替え装置及び表示器の作動試験を行わなければならない。

22 章　排ガス浄化装置関連設備

22.1　一般

22.1.1　適用

-1.　本章の規定は，往復動内燃機関及びボイラ等の燃料油燃焼装置から排出される硫黄酸化物及び粒子状物質の低減を目的として設置される排ガス浄化装置関連設備であって，腐食性，又は人に危険を及ぼすと考えられる水酸化ナトリウム又は水酸化カルシウム水溶液（以下，本章において「化学処理液」という）を使用するものに適用する。

-2.　前**-1.**に規定されない化学薬品を使用する排ガス浄化装置を採用する場合は，当該薬品使用による人への危害を排除又は軽減するため，危険性を分析するために実施されるリスクアセスメントの結果に応じて，本章の規定と同等の安全対策が講じられなければならない。

-3.　化学薬品を使用しない排ガス浄化装置を採用する場合は，本章の「化学処理液を含む液体」を「スクラバ反応器通過後の液体」と読み替えて適用する。ただし，**22.4.1-4.**，**-9.**，**-10.**，**22.7.1-2.**及び**22.7.2-2.(1)**の規定は，適用しない。

-4.　排ガス再循環装置において使用される排ガス浄化装置関連設備は，**23 章**の規定による。

-5.　本会は，本章の規定に加えて，船籍国又は当該船舶が航行する海域の管海官庁の指示による特別要件を適用する場合がある。

22.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1)　「排ガス浄化装置」とは，スクラバ反応器，洗浄水噴霧装置，化学処理液供給ポンプ，洗浄水供給ポンプ及び残渣物等の貯蔵タンクで構成される装置をいう。

(2)　「スクラバ反応器」とは，その内部に洗浄水を排出する構造を有し，かつ，燃料油燃焼装置の排ガスを外部に漏洩させることなく流す構造，及び洗浄水噴霧装置による洗浄水の供給を受けるための構造を有する装置をいう。

(3)　「洗浄水」とは，スクラバ内もしくは排ガス入口部において噴霧される清水又は海水（水酸化ナトリウム又は水酸化カルシウムを加えたものを含む）をいい，スクラバ反応器通過後の液体を含む。

(4)　「洗浄水噴霧装置」とは，洗浄水をポンプ等でノズルに供給するための装置，洗浄水を噴霧するノズル及び当該ノズルから噴霧される洗浄水の供給流量を制御する装置からなる装置をいう。

(5)　「残渣物」とは，排ガスの洗浄により，排ガス浄化装置において生成される残渣物（船外への排出が認められた液体を除く）をいう。

22.1.3　提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1)　承認用図面及び資料

(a)　主要目

(b)　仕様書

(c)　材料仕様書

(d)　全体装置図

(e)　スクラバ反応器の構造図

(f)　化学処理液／化学処理液を含む液体の貯蔵タンクの構造図及びその配置を示す図

(g)　化学処理液貯蔵タンク等の当該液体を取扱う機器の設置区画又は**22.4.2-3.**に規定する区画の通風装置

(h)　諸管線図（水密隔壁および耐火仕切りの貫通部の詳細を含む）

(i)　制御装置の配置図並びに油圧及び電気系統図（安全装置及び警報装置を含む）

(j)　自動化に関する図面及び資料

i)　測定点の一覧表

ii)　警報点の一覧表

iii)　制御装置及び安全装置（制御対象及び制御量の一覧表，安全装置の条件の一覧表，自力式，空気式，電気式等の制御エネルギ源の種類）

(k)　排ガス浄化装置の制御及び監視装置に関する図面及び資料（機関室の無人化設備を有する場合）

(l) その他本会が必要と認めるもの

(2) 参考用図面及び資料

(a) 排ガス浄化装置の取扱説明書

(b) 自動制御及び安全装置の取扱説明書

(c) 許容背圧に関する資料

(d) **22.3.1-3.(1)**の規定により，バイパス管を装備しない場合には，その検討及び結果に関する資料

(e) 故障モード影響解析（FMEA）等による解析資料

(f) **22.1.1-2.**の規定する危険性を分析するために実施されるリスクアセスメントの結果に関する資料

(g) その他本会が必要と認めるもの

22.2 設計

22.2.1 一般要件

-1. 管，弁，管取付け物及び補機については，本章の規定によるほか，「化学処理液を含む液体」を「海水」とみなして **12 章**の要件を適用する。ただし，設計圧力と温度に関わらず，化学処理液のみを含む管装置は，**12 章**に規定する 1 類管に適用される要件に適合しなければならない。タンク付弁へ接続するフランジ継手を除き，可能な限り，管装置は溶接で接合されなければならない。

-2. 空気管，測深装置については，本章の規定によるほか，「燃料油」を「化学処理液を含む液体」と読み替えて **13.6** 及び **13.8**（**13.6.1-6.**及び **13.6.2-3.**を除く）の要件を適用する。

-3. 排ガス浄化装置の制御装置，安全装置及び警報装置については，本要領によるほか，**18 章**の規定にもよらなければならない。

-4. 排ガス浄化装置関連設備の構成要素の一つが故障した又は作動不能となった場合であっても，当該装置に接続される往復動内燃機関，ボイラ等の燃料油燃焼装置が支障なく運転を継続できるように，適当な措置を講じなければならない。

22.2.2 材料

-1. 排ガス浄化装置に使用する材料は，使用温度及び圧力下における切欠きじん性，腐食性及び材料との危険な反応の有無を考慮し選定しなければならない。

-2. 化学処理液貯蔵タンク，当該液体の原液を移送する管装置及びドレン受けの材料は，融点が 925℃を超える鋼又はこれと同等の材料でなければならない。

-3. 化学処理液貯蔵タンク及び関連する管装置には，当該液体に適した材料を使用するか，又は適切な防食コーティングを施さなければならない。

（備考）

（いくつかの金属は化学処理液と相性が悪く，例えば，水酸化ナトリウムは，亜鉛，アルミニウム等と相性が悪い。）

22.3 排ガス浄化装置

22.3.1 排ガス浄化装置の構造

-1. 排ガス許容背圧及び温度に対する考慮

排ガス浄化装置は，当該装置を設置する燃料油燃焼装置に適したものを設置し，燃料油燃焼装置の製造者が定める許容背圧及び温度を超えないように配置しなければならない。

-2. 排ガスの熱に対する考慮

排ガス浄化装置は，洗浄水により排ガスを浄化しない場合でも排ガスの熱による損傷を受けないように適当な措置を講じるか，又は当該装置への排ガス導入部に排ガス供給を遮断する装置を設けなければならない。

-3. 排ガス管の切替え

(1) 排ガス浄化装置が故障した場合及びスクラバ反応器内が閉塞／目詰まりした場合に備え，バイパス管を設けなければならない。ただし，想定される燃料油燃焼装置の運転範囲において，当該故障が発生した場合又は閉塞／目詰まりにより背圧が上昇した場合であっても，バイパス管を使用することなく，燃料油燃焼装置を連続して運転できる場合にあっては，この限りではない。

(2) スクラバ反応器を装備する排ガス管とバイパス管を切替えて使用する燃料油燃焼装置にあっては，排ガス管の分岐位置にスクラバ反応器を装備する排ガス管とバイパス管を切替えられる装置を設けなければならない。

(3) 前**(2)**の装置には，スクラバ反応器を装備する排ガス管とバイパス管の両方が閉鎖することのないようにインタロック等の措置を講じ，排ガスを排出する燃料油燃焼装置の運転に支障のないようにしなければならない。

(4) 前**(2)**の装置には，どちらの排ガス管が使用中であるかを明示する表示器を排ガス浄化装置の機側及び制御場所に設けなければならない。

-4. 洗浄水の逆流防止

排ガス浄化装置は，スクラバ反応器から燃料油燃焼装置へ洗浄水が逆流しないように適切な措置を講じなければならない。

-5. 船外排出管の配置

(1) 排ガス浄化装置で使用された洗浄水の船外排出管は，他の管装置に接続してはならない。

(2) 排ガス浄化装置で使用された洗浄水の船外排出管は，スラスタ，プロペラ等の船舶の推進機能に影響を与えない適切な配置とし，また，**13.3.2-1.**と同様に，船体放棄中の海面に降ろした生存艇（救命艇及び救命いかだ）への排水を防止する適切な配置としなければならない。

-6. 排ガス管の連結禁止

往復動内燃機関，ボイラ等の燃料油燃焼装置からの排ガス管は，原則として共通の排ガス浄化装置に連結してはならない。ただし，複数の燃料油燃焼装置からの排ガス管を共通の排ガス浄化装置に接続する必要がある場合であって，**-3.**の規定に加えて，次の**(1)**から**(4)**の規定を満足する場合には，この限りではない。

(1) 他の機関，ボイラ等の燃料油燃焼装置へ排ガスが逆流することを防止するための装置を設けなければならない。

(2) 前**(1)**の装置には，バイパス管とスクラバ反応器を装備する排ガス管の両方が閉鎖することのないようにインタロック等の措置を講じ，排ガスを排出する機関，ボイラ等の燃料油燃焼装置の運転に支障のないようにしなければならない。

(3) 前**(1)**の装置には，どちらの排ガス管が使用中であるかを明示する表示器を排ガス浄化装置の機側及び制御場所に設けなければならない。

(4) 共通の排ガス浄化装置に接続される往復動内燃機関及びボイラ等の燃料油燃焼装置における火災の伝搬を防止するための安全対策を施さなければならない。

22.4 構造，配置等に関する要件

22.4.1 構造及び配置

-1. 化学処理液貯蔵タンクは，機関室内に配置して差し支えない。

-2. 化学処理液貯蔵タンクは，当該液の溶液の固有の濃度に対して過度の高温及び低温とならないように保護しなければならない。このため，船舶の航行区域に応じて，加熱及び／又は冷却装置の備付けが必要になる場合がある。

-3. 化学処理液を含む液体の貯蔵タンク及びポンプ等の当該液体を取扱う機器には，漏洩物が設置区画内に広がることを防止するため，当該装置の下に十分な大きさのドレン受けを設けなければならない。

-4. 前**-3.**の規定により備えるドレン受けには，残渣物タンク等の適当なタンクに導くドレン管及び同タンクに高位液面警報装置を設けるか，又は漏洩を検知する警報装置を設けなければならない。

-5. 化学処理液貯蔵タンクは，当該タンクからの漏洩物が加熱面に接触せずに収容されるように配置しなければならない。また，全ての管又は他のタンク貫通部には，タンク付きの手動閉鎖弁を備えなければならない。当該弁がタンク頂部より下方に備えられている場合，化学処理液が漏れた場合でもアクセス可能な場所から遠隔操作可能な迅速に作動する遮断弁が配置されていなければならない。

-6. 化学処理液貯蔵タンクは，当該処理液の比重を考慮した上で，オーバーフロー管の上端（当該管が設置されている場合）又は少なくとも頂板上 2.4 *m* の水頭のうち，どちらか大きい方の圧力に耐える十分な強度を有するものでなければならない。

-7. 化学処理液を船殻の一部を構成するタンクに貯蔵する場合，設計及び製造にあたり，次の**(1)**から**(4)**の規定を考慮しなければならない。

(1) 当該タンクは，二重底及び舷側タンク等の船殻の一部分を成すものとして設計及び製造して差支えない。

(2) 当該タンクには，適切な防食コーティングを施し，当該タンクは，居住区域，業務区域及び化学処理液と危険な反

応をする恐れのある貨物区域並びに食糧庫，油タンク及び清水タンクに隣接しないよう，コファダム，空所，ポンプ室，空タンク及び類似の区画により隔離しなければならない。

(3) 当該タンクは，化学処理液の比重を考慮した上で，深水タンクの船殻及び主要支持部材に適用される構造要件に従って設計し建造しなければならない。

(4) 当該タンクは，船舶の復原性計算に含めなければならない。

-8. 化学処理液を含む液体の管装置及び通気装置は，船舶の他の用途の配管及び／又は装置から独立したものとしなければならない。

-9. 化学処理液を含む液体の管装置は，居住区域，業務区域及び制御場所内を通過又は導入させてはならない。

-10. 化学処理液を含む液体の管装置は，液体を貯蔵するタンク内を通過又は導入させてはならない。ただし，本会が適当と認めた場合はこの限りでない。

-11. 化学処理液を含む液体の管装置は，洗浄水噴霧ノズルの近傍を除き，管装置からの流出物又は漏出物が高温となる機器の表面に接触しないよう配置しなければならない。特に，ボイラ，蒸気管，排ガス管等の機器の直上又は近傍に配置してはならない。

-12. 化学処理液を含む液体を貯蔵するタンクは，次の**(1)**及び**(2)**によらなければならない。

(1) 当該タンクから流出又は漏出した化学処理液を含む液体が，高温となる機器の表面に接触しないよう配置しなければならない。特に，ボイラ，蒸気管，排ガス管等の機器の直上又は近傍に配置してはならない。

(2) 補充管系統に陸上施設連結具を備える場合，補充中に化学処理液が飛散した場合を考慮し，有効な囲い等により飛散防止措置を講じなければならない。

-13. 化学処理液を含む液体の貯蔵タンクからの排出管には，タンク付きの手動閉鎖弁を取り付けなければならない。

-14. 排気ガスの浄化過程より生成された残渣物のタンクについては，次の**(1)**から**(4)**によらなければならない。

(1) 化学処理液貯蔵タンクのオーバーフロータンクとしても使用される場合を除き，当該タンクは他のタンクから独立していなければならない。

(2) 当該残渣物タンク内の各部の掃除が支障なく行える位置に十分な大きさのマンホールあるいはアクセスホールを設けなければならない。

(3) 当該残渣物タンクの容量は，設置される排ガス浄化装置の数，種類及び残渣物を陸上に排出し得る港間の最大航海日数を考慮して決定しなければならない。もし当該日数に関するデータがない場合は，30 日という数字を使用すること。

(4) 閉ループタイプの化学処理装置で使用される残渣物タンクが化学処理液貯蔵タンクのオーバーフロータンクとしても使用される場合，本章に規定する貯蔵タンクの要件を適用する。

-15. スクラバ反応器で使用された洗浄水の管装置は，当該洗浄水等の影響を考慮し，耐食性を有する材料のもの又は適切な保護方法を選定しなければならない。

-16. スクラバ反応器で使用された洗浄水の管装置において，船体構造材料と異なる材料が使用され，且つ異種金属同士が接近して配置される場合には，異種金属接触腐食（ガルバニック腐食）を防止するための適当な措置を取らなければならない。

-17. 前**-15.**に規定する管装置にディスタンスピースが取り付けられる場合には，耐食鋼材を使用するか，又は適切な防食コーティングを施さなければならない。また，当該ディスタンスピースの管厚は，少なくとも次の**(1)**又は**(2)**に規定する値以上とすること。なお，下記**(1)**及び**(2)**に規定する値が規格上存在しない場合は，可能な限り，配管スケジュール 160（Sch160）を満たす管厚としなければならない。

(1) ディスタンスピース全体が耐食鋼材の場合は 12 *mm*。

(2) ディスタンスピース内面に防食コーティングが施されている又は耐食性材料を使用したスリーブが取り付けられている場合は 15 *mm*。

-18. 化学処理液のみを含む管装置について，以下の接続部が設置される場所にあっては，漏洩物が広がらないようスクリーン又はその他の適切な方法及びドレン受けを設置しなければならない。

(1) 配管間における着脱可能な接続部（フランジ接続，メカニカルジョイント等）

(2) 配管及びポンプ，ストレーナー，ヒーター，弁等の機器との間における着脱可能な接続部

(3) 前**(1)**及び**(2)**の機器間における着脱可能な接続部

-19. 前**-18.**の規定により備えるドレン受けには，前**-14.**に規定する残渣物タンク等の適当なタンクに導くドレン管及び同タンクに高位液面警報装置を設けるか，又は漏洩を検知する警報装置を設けなければならない。なお，残渣物タンク等

が船殻の一部を構成するタンクである場合，前-7.(1)及び(2)を適用しなければならない（ここで，前-7.(1)及び(2)に規定する「当該タンク」は「残渣物タンク等」と読み替えて適用する）。

22.4.2　設置区画の通風装置

-1.　化学処理液貯蔵タンクを閉囲された区画に設置する場合には，当該設置区画に，当該区画以外の通風装置から独立した有効な排気式機械通風装置であって毎時 6 回以上の換気能力を有するものを備えなければならない。当該通風装置は，当該区画の外部から制御できるものでなければならない。また，当該区画の外部の場所であって各入口の近傍には，当該区画に立ち入る前に当該通風装置の使用を促す注意銘板を備えなければならない。

-2.　前-1.にかかわらず，化学処理液貯蔵タンクを機関室内に設置する場合には，別個の通風装置を備える必要はない。ただし，当該区画の通常の通風装置が，当該貯蔵タンクの近傍に有効な空気の流れを与えるものであり，かつ，タンクが空であり空気で完全にパージされている場合を除き，連続して作動するものであることを条件とする。

-3.　前-1.に掲げる通風装置及び注意銘板に関する要件は，通常人が入る閉囲区画であって，次の(1)又は(2)に該当するものにも適用しなければならない。

(1)　船殻の一部を構成する化学処理液貯蔵タンクに隣接しており，かつ当該タンクから漏洩する可能性のある個所（マンホール，取り付け物等）を有する区画。

(2)　化学処理液に関連する管装置が通過する区画。ただし，当該管装置の材料が，融点が 925℃を超える鋼又はこれと同等の材料であって，かつ，当該装置のすべての継手が溶接継手である場合を除く。

22.4.3　化学処理液貯蔵タンクの通気装置

-1.　化学処理液貯蔵タンクの通気装置の排気口は，暴露甲板上の安全な場所に配置しなければならない。また，通気装置は，化学処理液貯蔵タンク内に水が入らないように配置しなければならない。

-2.　化学処理液貯蔵タンクは，当該タンクから液体を抜出し当該タンクを安全に空にすることに加え，持運び式又は固定式の装置によって通気することができるものとしなければならない。

22.4.4　安全装置及び警報装置

-1.　排ガス浄化装置には，次の(1)又は(2)のいずれかの異常が発生したときに，自動的に排ガス洗浄水供給ポンプ及び化学処理液供給ポンプの非常停止を行う装置を設けなければならない。

(1)　スクラバ内液面の上昇

(2)　排ガス管切替え装置が無い場合は，排ガス入口圧力又はスクラバ反応器前後の差圧の上昇

-2.　排ガス管の切替え装置を備える場合は，次の(1)から(3)のいずれかの異常が発生したときに，自動的に排ガス管の切替え装置のバイパス側を開く装置を設けなければならない。

(1)　スクラバ内液面が上昇したとき

(2)　排ガス入口圧力又はスクラバ反応器前後の差圧の上昇

(3)　排ガス出口温度の上昇

-3.　排ガス浄化装置には，表 D22.1 に示す異常状態となったときに作動する警報装置を当該装置の制御場所に設けなければならない。

-4.　排ガス浄化装置には，次の(1)から(5)の事項について表示できる監視装置を当該装置の制御場所に設けなければならない。

(1)　スクラバ反応器内液面

(2)　化学処理液タンク液面

(3)　化学処理液タンク温度（-6.に規定する加熱及び/又は冷却装置が備えられる場合）

(4)　排ガス出口温度

(5)　排ガス入口圧力又はスクラバ反応器前後の差圧

-5.　前-1.から-3.によるほか，排ガス浄化装置に関する故障モード影響解析（FMEA）等による解析結果に基づき，追加の安全装置，警報装置及び監視装置の設置が要求される場合がある。

-6.　各化学処理液貯蔵タンクには，液面監視装置及び高・低位液面警報を備えなければならない。加熱及び／又は冷却装置が備えられる場合，高温及び/又は低温警報又は温度監視装置も備えなければならない。

表 D22.1　　排ガス浄化装置の警報点(1)

異常状態の種類	
スクラバ反応器内液面	H
洗浄水供給温度（化学処理液を含む場合）(2)	H
化学処理液タンク液面	H L
化学処理液タンク温度(3)	H L
排ガス入口圧力(4)	H
排ガス出口温度	H
制御，警報，監視，安全装置の電源喪失	○

注

(1) H及びLはそれぞれ高及び低を意味する。また，○は異常状態になったことを意味する。

(2) 熱交換器の異常による洗浄水の高温を検知するため。熱交換器を使用しない場合，当該警報不要。

(3) 加熱及び／又は冷却装置が備えられない場合，当該警報不要。

(4) スクラバ反応器前後の差圧に代えて差し支えない。

22.5　電気設備

22.5.1　一般

-1. 主電源装置は，通常航海時，揚貨時及び出入港時を含め，排ガス浄化装置使用時の最大電力需要を賄える容量のものとしなければならない。

-2. 電気設備に関し，前**-1.**に掲げる事項以外の事項については，**H編**の規定によらなければならない。

22.6　安全・保安装具

22.6.1　一般

-1. 船員の保護のため，船舶には適切な数の個人用保護具を備えなければならない。当該保護具の数は，定期的に取扱い作業に従事する人数，又は不具合発生時に曝される可能性のある人数に適したものでなければならない。ただし，当該数は2組未満であってはならない。

-2. 個人用保護具は，以下のものより構成されなければならない。

(1) 耐薬品性の大きな前かけ

(2) 長袖の特別な手袋

(3) 適当な靴

(4) 上下接続した保護衣及び目の保護装置（密着式）もしくは顔面保護具又は両方から構成された適当な保護装具

-3. 洗眼器及び安全シャワーを設けなければならない。当該設備の場所及び個数は，詳細な設備配置図を基に決定しなければならないが，少なくとも，以下の場所には備えなければならない。

(1) 化学処理液を扱う移送又は処理ポンプ場所の近傍。もし同一甲板上に複数の移送又は処理ポンプ設置場所がある場合，同一甲板上の全ての当該ポンプ設置場所から容易にアクセスできることを条件に，1組の洗眼及び安全シャワー場所を許容することができる。

(2) 甲板上の化学薬品バンカリングステーション近傍には，1組の洗眼及び安全シャワー場所を備えなければならない。もしバンカリング接続部が両舷に設置されている場合，各舷に1組ずつ，合計2組の洗眼及び安全シャワー場所を備える配慮をしなければならない。

(3) 化学処理液の漏洩／排水が発生する可能性のある機器の全ての場所及び定期的なメンテナンスを必要とする化学処理液を扱う機器の接続部/部品の近傍には，1組の洗眼及び安全シャワー場所を備えなければならない。

22.7 試験

22.7.1 製造工場等における試験

-1. 独立した化学処理液貯蔵タンクは，化学処理液の比重を考慮した上でオーバーフロー管の上端（当該管が設置されている場合）又は少なくとも頂板上 2.4 *m* の水頭のうち，どちらか大きい方で水圧試験を行わなければならない。

-2. 設計圧力が 0.35 *MPa* を超える化学処理液を含む液体の配管，弁及び管取付け物にあっては，溶接接合された付着品と共に，すべての加工後，設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行わなければならない。

-3. 化学処理液供給ポンプ及び洗浄水供給ポンプの受圧部は，設計圧力の 1.5 倍又は 0.2 *MPa* のうち大きい方で水圧試験を行わなければならない。ただし，当該試験は，製造者が行う試験に代えることができる。この場合，本会は試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

-4. 化学処理液供給ポンプ及び洗浄水供給ポンプは，本会の認める方法で試運転を行わなければならない。ただし，当該試験は，製造者が行う試験に代えることができる。この場合，本会は試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

-5. 化学処理液供給ポンプ及び洗浄水供給ポンプを駆動する電動機及び同用制御器は，**H 編**の関連規定に従って試験を行わなければならない。ただし，連続定格容量が 100 *kW* 未満の電動機及び同用制御器にあっては，当該試験を，製造者が行う試験に代えることができる。この場合，本会は試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

22.7.2 造船所等における試験

-1. 化学処理液を船殻の一部を構成するタンクに積載する場合は，**B 編表 B2.7** 第 10 項(1)に従い，化学処理液タンクの水圧試験を行わなければならない。ただし，試験に使用する液体の比重が化学処理液の比重より小さい場合には，水頭を追加する必要があることを考慮しなければならない。

-2. 排ガス浄化装置は，船内取付後，次の**(1)**から**(4)**に従い試験を行わなければならない。

(1) 化学処理液を含む液体の管装置（船外開口端を有する排水管は除く）の漏れ試験を行わなければならない。試験圧力は設計圧力の 1.5 倍又は 0.4 *MPa* のうちのいずれか大きい方の圧力としなければならない。

(2) 排ガス浄化装置の作動試験を行わなければならない。当該試験は，最大排ガス量で実施しなければならない。

(3) 制御装置，安全装置及び警報装置の作動試験を行わなければならない。

(4) 排ガス管切替え装置及び表示器の作動試験を行わなければならない。

23 章　排ガス再循環装置関連設備

23.1　一般

23.1.1　適用

-1. 本章の規定は，往復動内燃機関から排出される窒素酸化物の低減を目的として設置される排ガス再循環装置関連設備に適用する。

-2. 本章の規定を適用し難い排ガス再循環装置は，個々の設計に応じてその都度検討する必要がある。

-3. 本会は，本章の規定に加えて，船籍国又は当該船舶が航行する海域の管海官庁の指示による特別要件を適用する場合がある。

23.1.2　用語

本章で使用する用語の意味は，**22.1.2** に示すものに加え，次の**(1)**のとおりとする。

(1) 「排ガス再循環装置」とは，機関からの排ガスの一部をスクラバ反応器において洗浄後，当該機関へ再循環させる装置をいう。

23.1.3　提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は，一般に次のとおりとする。

(1) 承認用図面及び資料

22.1.3(1)に掲げるもの。この場合，「排ガス浄化装置」を「排ガス再循環装置」と読み替える。

(2) 参考用図面及び資料

(a) **22.1.3(2)**に掲げるもの。この場合，「排ガス浄化装置」を「排ガス再循環装置」と読み替える。

(b) 排ガス再循環装置のブロワ仕様書

(c) 排ガス再循環装置の組立図（**2 章**の規定により提出される場合を除く。）

(d) 排ガス再循環装置の排ガス管の防熱構造および配置図（**2 章**の規定により提出される場合を除く。）

23.2　設計

23.2.1　一般要件

-1. **22.2.1** の規定によらなければならない。この場合，「排ガス浄化装置」を「排ガス再循環装置」と読み替える。

-2. 排ガス再循環装置の熱交換器は，**10 章**の規定にもよらなければならない。

23.2.2　材料

22.2.2 の規定によらなければならない。この場合，「排ガス浄化装置」を「排ガス再循環装置」と読み替える。

23.3　排ガス浄化装置

23.3.1　排ガス浄化装置の構造

-1. **22.3.1**（**-3.**及び**-6.**を除く）の規定によらなければならない。

-2. スクラバを装備する排ガス管への排ガス供給を遮断するための装置を備えなければならない。

23.4　構造，配置等に関する要件

23.4.1　構造及び配置

22.4.1 によるほか，次の**(1)**及び**(2)**によらなければならない。

(1) 再循環する排気ガスが，腐食や汚損等による機関の性能，安全性に悪影響を及ぼすことがないよう考慮しなければならない。

(2) シリンダ内への吸気／掃気温度は，機関の製造者が定める許容温度を超えないよう考慮しなければならない。

23.4.2 設置区画の通風装置

22.4.2 の規定によらなければならない。

23.4.3 化学処理液貯蔵タンクの通気装置

22.4.3 の規定によらなければならない。

23.4.4 安全装置及び警報装置

22.4.4 の規定によらなければならない。

23.5 電気設備

23.5.1 一般

22.5.1 の規定によらなければならない。この場合，「排ガス浄化装置」を「排ガス再循環装置」と読み替える。

23.6 安全・保安装具

23.6.1 一般

22.6.1 の規定によらなければならない。

23.7 試験

23.7.1 製造工場等における試験

22.7.1 の規定によるほか，次の**(1)**から**(6)**の試験を行わなければならない。

(1) 排ガス再循環装置の発停試験

(2) 負荷応答性試験

(3) 非常停止試験

(4) 常用負荷試験（排ガス再循環装置を作動させた状態）

(5) 水圧試験（排ガス再循環装置のブロワに備えられる冷却系統及び同装置の熱交換器の冷却側の受圧部について，最大使用圧力の 1.5 倍の圧力で行う）

(6) その他本会が必要と認める試験

23.7.2 造船所等における試験

22.7.2 の規定によらなければならない。この場合，「排ガス浄化装置」を「排ガス再循環装置」と読み替える。

24 章　予備品，要具及び装備品

24.1　一般

24.1.1　適用等*

-1. 本章の規定は，機関の予備品，並びに要具及び装備品について適用する。

-2. 本章において機関とは次のものをいう。

(1) 主機として用いられる往復動内燃機関

(2) 発電機及び推進補機を駆動する往復動内燃機関

(3) 主機として用いられる蒸気タービン

(4) 発電機及び推進補機を駆動する蒸気タービン

(5) 推進軸系

(6) ボイラ

(7) ポンプ及び空気圧縮機

(8) ウォータジェット推進装置

(9) 旋回式推進装置

-3. 予備品，要具及び装備品は，船籍国の法規，船舶の用途，航路，機関の種類等により一様に定めることはできないが，原則として本章に示すものを機関室又は船内の適当な場所に備付けておかなければならない。

-4. 本章に規定していない機関の予備品，要具及び装備品については，本会の適当と認めるところによる。

-5. 電気設備の予備品及び要具は，**H 編 3.8** の規定による。

24.1.2　提出資料

船主又は造船所は，船舶ごとに，原則として本章に要求される機関予備品，要具及び装備品のうち実際に設置されているものの種類及び数量を明示した一覧表を提出して，承認を受けなければならない。

24.2　予備品，要具及び装備品

24.2.1　予備品*

-1. 主機として用いられる往復動内燃機関に対する予備品の種類及び数量は**表 D24.1** による。

-2. 発電機（非常用発電機を除く。）及び推進補機を駆動する往復動内燃機関に対する予備品の種類及び数量は**表 D24.2** による。

-3. 主機として用いられる蒸気タービン並びに発電機（非常用発電機を除く。）及び推進補機を駆動する蒸気タービンに対する予備品の種類及び数量は**表 D24.3** による。

-4. 推進軸系に対する予備品の種類及び数量は**表 D24.4** による。

-5. 主ボイラ，重要な補助ボイラ，主機の運転に必要な燃料油加熱器若しくは常時加熱を必要とする貨物の加熱器に蒸気を供給するボイラ及び重要な用途に用いられる熱媒油設備に対する予備品の種類及び数量は**表 D24.5** による。ただし，主ボイラを除くボイラ又は熱媒油設備が故障した場合でも，通常航海及び貨物の加熱に支障をきたさない代替の設備が設けられている場合には，予備品は必要としない。

-6. 推進補機として区分されるポンプ及び空気圧縮機（非常用を除く。）並びにビルジポンプに対する予備品の種類及び数量は**表 D24.6** による。

-7. ウォータジェット推進装置に対する予備品は，以下による。

(1) ころがり軸受：　各種 1 個

(2) ポンプ：　**表 D24.6** に定めるもの

-8. 旋回式推進装置に対する予備品は，以下による。

(1) 油圧モータ：軸受，軸封装置　　各モータ 1 組

(2) ポンプ：　　軸受，軸封装置　　各ポンプ 1 組

-9. **表 D24.1** から**表 D24.6** に示す機関の予備品の種類及び数量は，各々の機関に対し 1 台分として要するものを規定

したものであり，同一用途で同一形式の機関を 2 台又は 2 系統以上備える場合には，それに要する予備品の種類及び数量は 1 台又は 1 系統分にとどめることができる。

ただし，ボイラの筒形水面計ガラス及びへん平形水面計ガラスは，ボイラ 1 台ごとに**表 D24.5** に掲げる数量とし，へん平形水面計枠は，ボイラ 2 台ごとに 1 個とする。

-10. 前**-9.**の規定にかかわらず，次の**(1)**又は**(2)**に掲げる機関に対しては予備品を必要としない。

(1) 船舶に装備した台数が，規則で定められているものより多く，かつ，それらの容量がいずれも船舶の通常の航行状態に対して十分な機関

(2) 推進補機として区分されるポンプで，船舶の通常の航行状態に対して十分な容量の予備ポンプが備えられているもの。

24.2.2 要具及び装備品*

船舶 1 隻分に要する要具及び装備品の種類及び数量は**表 D24.7** による。

表 D24.1　　主機として用いられる往復動内燃機関

項目	予備品の種類	数量	摘要
主軸受	主軸受又はシェル（シム，ボルト，ナットを含む完備品）	各種 1 軸受分	
シリンダライナ	シリンダライナ（ジョイントリング，ガスケットを含む完備品）	1 個	
シリンダカバー	シリンダカバー（弁，ジョイントリング，ガスケットを含む完備品）	1 個	シリンダカバーを有しない構造のものでは各弁とする。
	シリンダカバー締付けボルト及びナット	1/2 シリンダ分	
シリンダの弁	排気弁（ケーシング，弁座，ばね，その他の付属品を含む完備品）	2 シリンダ分	
	吸気弁（ケーシング，弁座，ばね，その他の付属品を含む完備品）	1 シリンダ分	
	始動弁（ケーシング，弁座，ばね，その他の付属品を含む完備品）	1 個	
	逃し弁（ケーシング，ばね，その他の付属品を含む完備品）	1 個	
	燃料弁（ケーシング，ばね，その他の付属品を含む完備品）	1 台分	1 シリンダに 3 個以上装備される機関では，1 台分のうち，完備品はシリンダ 1 個ごとに 2 個，残余の分に対してはケーシングを省略してよい。
連接棒の軸受	大端軸受又はシェル（シム，ボルト，ナットを含む完備品）	各種 1 シリンダ分	
	小端軸受又はシェル（シム，ボルト，ナットを含む完備品）	各種 1 シリンダ分	
ピストン	クロスヘッド形機関のとき:ピストン（ピストン棒，スタッフィングボックス，スカート，リング，スタッド，ナットを含む完備品）	各種 1 個	
	トランクピストン形機関のとき:ピストン（スカート，リング，スタッド，ナット，ピストンピン，連接棒を含む完備品）	各種 1 個	
ピストンリング	ピストンリング	1 シリンダ分	
ピストン冷却装置	ピストン冷却用抜差管又は相当品（付属品を含む。）	1 シリンダ分	
カム軸駆動装置	チェーン駆動のとき:チェーン	各種 6 リンク分	
シリンダ注油器	シリンダ注油器（最大のもので，駆動用チェーン又は歯車を含む完備品）	1 個	
燃料噴射ポンプ	燃料噴射ポンプ（完備品）	1 個	海上で部品の取替が可能なときは，その動作部品（プランジャ，スリーブ，弁，ばね等）1 ポンプ分としてよい。
燃料噴射管系	燃料噴射管（接合金具を含む完備品）	各種寸法，形状のもの各 1 個	
掃除空気送風機（排気タービン過給機を含む。）	ロータ，ロータ軸，軸受，ノズルリング，歯車又はこれらに相当する動作部品	1 組	1 台が故障しても支障無く運転できることが陸上運転で確認された機関又はこれと同形のものであって，1 台が故障したとき，船内で機関の運転に必要な処置ができるよう装置されている場合には省略してよい。
掃除空気系	吸入弁及び吐出弁（完備品）	各種 1 ポンプ分	
減速歯車装置，逆転装置	車室内に組込まれる軸受金， 車室内に組込まれるころがり軸受	各種 1 軸受分	
電子制御機関の部品	制御弁	各種 1	
	蓄圧器ダイヤフラム	各種 2	
	各シリンダに設置される制御用センサー	各種 1	このセンサーを利用せずに電子制御機関の通常運転が可能な場合は省略できる。

表 D24.2　　発電機及び推進補機を駆動する往復動内燃機関

項目	予備品の種類	数量	摘要
主軸受	主軸受又はシェル（シム，ボルト，ナットを含む完備品）	各種 1 軸受分	
シリンダの弁	排気弁（ケーシング，弁座，ばね，その他の付属品を含む完備品）	2 シリンダ分	
	吸気弁（ケーシング，弁座，ばね，その他の付属品を含む完備品）	1 シリンダ分	
	始動弁（ケーシング，弁座，ばね，その他の付属品を含む完備品）	1 個	
	逃し弁（ケーシング，ばね，その他の付属品を含む完備品）	1 個	
	燃料弁（ケーシング，ばね，その他の付属品を含む完備品）	各種 1/2 台分	
連接棒の軸受	大端軸受又はシェル（シム，ボルト，ナットを含む完備品）	各種 1 シリンダ分	
	小端軸受又はシェル（シム，ボルト，ナットを含む完備品）	各種 1 シリンダ分	
	トランクピストン形機関のピストンピン及びブッシュ	1 シリンダ分	
ピストンリング	ピストンリング	1 シリンダ分	
ピストン冷却装置	ピストン冷却用抜差管又は相当品（付属品を含む。）	1 シリンダ分	
燃料噴射ポンプ	燃料噴射ポンプ（完備品）	1 個	海上で部品の取替が可能なときは，その動作部品（プランジャ，スリーブ，弁，ばね等）1 ポンプ分としてよい。
燃料噴射管系	燃料噴射管（接合金具を含む完備品）	各種寸法，形状のもの各 1 個	
ガスケット及びパッキン	シリンダカバー，シリンダライナ用の特殊なガスケット及びパッキン	各種 1 シリンダ分	

表 D24.3　　蒸気タービン

項目	予備品の種類	数量	摘要
主軸受	タービンロータ及び減速歯車軸の軸受金	各種 1 軸受分	
ロータスラスト受	パッド（調整用ライナー，リングを含む。）	各種片面分	主機として用いられる蒸気タービンでパッド形式が両面について異なる場合は 1 軸受分とする。
ロータ軸気密装置	カーボン気密パッキン	各種 1 組	スプリングを含む。
潤滑油こし器	交換用ろ過エレメント	各種 1 組	特殊な設計のものに限る。

表 D24.4　　推進軸系

予備品の種類	数量	摘要
主スラスト受 ミッチェル形のとき:スラスト受パッド ソリッドリング形のとき:スラスト受 ころがり軸受のとき:ころがり軸受	 各種片面分 各種片面分 各種 1 個	パッド形式が両面について異なる場合は 1 軸受分とする。

表 D24.5　　ボイラ及び熱媒油設備

予備品の種類	数量	摘要
安全弁のばね	各種 1 個	過熱器安全弁のばねを含む。
噴油バーナのノズル完備品	1 ボイラ分	
筒形水面計ガラス	12 個	パッキンを含む。
へん平形水面計ガラス	2 個	
へん平形水面計枠	1 個	

表 D24.6　　ポンプ及び空気圧縮機

項目	予備品の種類	数量	摘要
ピストンポンプ	弁，弁座及びばね	各種 1 組	
	ピストンリング	各種 1 シリンダ分	
渦巻きポンプ及び歯車ポンプ	軸受	各種 1 個	
	軸封装置	各種 1 組	パッキン，スリーブ等の衰耗しやすい部品
空気圧縮機	ピストンリング	各種 1 シリンダ分	
	吸入弁，吐出弁及びばね	各種 1/2 台分	

（備考）

1.ポンプ及び空気圧縮機には，機関の制御に使用されるものを含む。

2.歯車ポンプには，ベーンポンプ，ねじポンプ等を含む。

表 D24.7　　要具及び装備品

要具及び装備品			数量	摘要
24.2.1-5. で予備品を要求されるボイラ	チューブプラグ（過熱器管，節炭器管用のものを含む。）	水管ボイラ	各種それぞれ 12 個	
		その他のボイラ	計 12 個	各寸法のものそれぞれ 1 個以上を含み，かつ，丸ボイラにおいては，うち半数がボイラの全面で直ちに使用できるものでなければならない。
すべてのボイラ	標準圧力計		1 個	圧力計試験装置を備えてもよい。
	ボイラ水試験器		1 式	塩分計 2 個を備えてもよい。
機関の保守，整備及び修理上必要な特殊要具並びに装備品			1 揃	

25 章　航路を制限される船舶及び小型の船舶に施設される機関の特例

25.1　一般

25.1.1　適用

本章の規定は，航路を制限する条件で登録を受ける船舶及び総トン数 500 トン未満の船舶の機関に対し，本編の **24 章**までの規定のうち該当する規定に代えて適用する。

25.2　特例の内容

25.2.1　船級符号に *Coasting Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶

-1.　次に掲げる機器又は装置にあっては，主機の連続最大出力又は，ボイラの最大蒸発量を得るのに十分な総容量を持ち，かつ 1 台が故障した際にも航海可能な速力を得られる場合は，同程度の容量のものを 2 組とすることによって予備の機器の設置を省略することができる。

(1) **5.2.4-3.**に定める推進用動力伝達装置のクラッチを作動させる圧力源

(2) **7.2.2-8.**に定める可変ピッチプロペラの変節機構操作用の油圧ポンプ

(3) **13.9.6-1.**及び**-2.**に定める燃料油供給ポンプ

(4) **13.9.7-1.**及び**-2.**に定める噴燃装置

(5) **13.10.2-1.**及び**-2.**に定める潤滑油ポンプ

(6) **13.12.1-1.**及び**-2.**に定める冷却水（油）ポンプ

(7) **13.15.1-1.**及び**-2.**に定める給水管装置

-2.　**13.9.6-1.(2)**，**13.10.2-1.(2)**及び **13.12.1-1.(3)**の規定において，ポンプの完備品の設置の要件は，適用しなくても差し支えない。

-3.　次の規定は適用しなくても差し支えない。

(1) **15.2.6** に掲げる代替動力源の規定

(2) **15.3.1-6.**に掲げるハイドロロックに係わる可視可聴警報の規定

(3) **20.9.1-3.**に掲げる予備通風機に関する規定

-4.　船級符号に *Coasting Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶のうち国際航海に従事しない船舶及び総トン数 500 トン未満の船舶にあっては，**-1.**から**-3.**によるほか，次によることができる。

(1) **1.3.1-5.**の規定は適用しなくても差し支えない。

(2) **1.3.8** の規定は適用しなくても差し支えない。（国際航海に従事しない船舶に限る。）

(3) **1.3.9** の規定は適用しなくても差し支えない。

(4) **5.2.4-3.**に定める通常航海に支障のない適当な装置は，航海可能な速力が得られるクラッチを固定する緊急固定ボルトに代えることができる。

(5) **7.2.2-8.**に定める通常航海に支障のない適当な装置は，航海可能な速力が得られるピッチ固定装置をもって，代替することができる。

(6) **13.5.10**，**13.6.1-6.**，**13.8.5**，**13.8.7**，**13.9.1-5.**及び **13.9.1-6.**の規定は適用しなくても差し支えない。

(7) **15.1.5** の規定は適用しなくても差し支えない。

(8) **15.2.4-5.**及び**-6.**の規定は適用しなくても差し支えない。（**15.2.1-2.**に従って補助操舵装置を省略した場合を除く。）

(9) **15.2.7-1.**及び**-7.**の規定は適用しなくても差し支えない。

(10) **15.2.7-5.**の電動機の過負荷警報装置に関する規定は適用しなくても差し支えない。

(11) **15.2.9** に定める船橋と操舵機区画の間の通信装置を適当な連絡装置に代えることができる。

(12) **15.3.1-5.**の規定は適用しなくても差し支えない。

(13) **19.1.5**，**19.5.4-4.**，**19.6.2**，**19.6.3(2)**，**(5)**（電動機の過負荷警報装置に関する要件）及び**(7)**並びに **19.7.1-7.**の規定は適用しなくても差し支えない。

(14) **19.6.3(1)**の規定にかかわらず，各々の操舵システムは，主配電盤から専用の回路によって直接給電して差し支えな

い。また，推進装置を 3 以上装備する場合には，これらの操舵システムの専用回路は 2 系統として差し支えない。なお，このうちの 1 回路にあっては，非常配電盤を経由して給電することができる。

(15) **20.1.5**，**20.5.3(4)**，**20.6.1-2.**，**20.6.2**，**20.6.3(2)**に掲げる電動機の過負荷警報装置に関する要件，**20.6.3(4)**及び **20.7.1-5.**の規定は適用しなくても差し支えない。

(16) **20.6.1-1.**の規定にかかわらず，各々の操舵システムは，主配電盤からの専用の回路によって直接給電して差し支えない。また，推進装置を 3 以上装備する場合には，これらの操舵システムの専用回路は 2 系統として差し支えない。なお，このうちの 1 回路にあっては，非常配電盤を経由して給電することができる。

(17) **19.2.1-2.**及び **20.2.1-2.**に定める補助操舵装置を備えなくても差し支えない。この場合，それぞれの推進装置の主操舵装置は独立して操作できるものとすること。

25.2.2　船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶

-1. **25.2.1-1.**，**-2.**及び**-3.**の規定によることができるほか，**15.4.9** に定める緩衝装置を省略して差し支えない。

-2. **C 編 1 編 13 章**による上部舵頭材の所要径（ただし，*Ks* が 1 未満の場合は，*Ks*=1 として計算したものとする。）が 120 *mm* 以下の船舶であって，動力駆動の主操舵装置を設ける場合にはパッキン，軸受等の摩耗しやすい部品に対する予備品を，また，手動の主操舵装置を設ける場合には索を備えれば，**15.2.1** にいう補助操舵装置は省略して差し支えない。

-3. 船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶のうち国際航海に従事しない船舶及び総トン数 500 トン未満の船舶にあっては，**25.2.1-1.**から**-4.**並びに **25.2.2-1.**及び**-2.**の規定に加えて，次によることができる。

(1) **1.3.1-4.**の規定にかかわらず，**25.2.1-1.(2)**から**(7)**に掲げる機器又は装置は，主機の連続最大出力又はボイラの最大蒸発量を得るために十分な容量を有するもの 1 台又は 1 組とすることができる。

(2) **13.9.3** の燃料油移送ポンプに関する規定は，独立の動力によって駆動されるもの 1 台にすることができる。

(3) **13.13.3** の空気圧縮機に関する規定は，**1.3.1-3.**の規定にかかわらず，独立の動力により駆動される空気圧縮機 1 台とすることができる。

-4. **1.3.6-2.**の規定は適用しなくても差し支えない。

25.2.3　総トン数 500 トン未満の船舶等

-1. 総トン数 500 トン未満の船舶にあっては，**25.2.1-3.**並びに **25.2.1-4.(1)**，**(3)**，**(6)**から**(12)**及び**(17)**の規定によることができる。また，**15.4.9** に定める緩衝装置の設置は省略して差し支えない。

-2. 国際航海に従事しない船舶又は総トン数 500 トン未満の船舶にあっては，**13.4.1-4.** 及び **13.8.6** の規定は適用しなくても差し支えない。

-3. 総トン数 500 トン以上の国際航海に従事しない船舶であって，当該船舶の航海の態様等を考慮して本会が適当と認めるものについては，**13.8.5** の規定は適用しなくても差し支えない。

-4. 総トン数 500 トン未満の船舶にあっては，**1.3.6-2.**の規定は適用しなくても差し支えない。

25.2.4　船級符号に *Restricted Greater Coasting Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶

船級符号に *Restricted Greater Coasting Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶であって，かつ，国際航海に従事しない船舶にあっては **25.2.1-3.(1)**，**25.2.1-4.(2)**，**(3)**，**(4)**，**(6)**，**(7)**，**(12)**及び**(17)**の規定によることができる。

25.3　航路を制限される船舶の予備品等

25.3.1　船級符号に *Coasting Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶の予備品等

船級符号に *Coasting Service*，*Restricted Greater Coasting Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶に施設される機関の予備品は**表 D25.1** によることができる。なお，主機を 2 台以上備える船舶及び主発電機を 2 台以上備える船舶の当該主機又は発電機を駆動する機関に対しては，予備品を要しない。

25.3.2　船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶の予備品

船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶に施設される機関の予備品は**表 D25.2** によることができる。なお，主機を 2 台以上備える船舶及び主発電機を 2 台以上備える船舶の当該主機又は発電機を駆動する機関に対しては，予備品を要しない。

25.3.3　船籍国政府により特定された海域を航行する船舶に施設される機関の予備品

近海区域（船舶安全法施行規則第一条 8 項）を航行区域とする船舶の機関の予備品は，**表 D25.3** によることができる。

表 D25.1　*Coasting Service* 等の船舶の予備品

<table>
<tr><th>航行区域</th><th>本編 24 章の表番号及び条番号</th><th colspan="2">予備品の項目，種類</th><th>数量</th></tr>
<tr><td rowspan="14">*Coasting Service*（沿海区域）又は *Restricted Greater Coasting Service*（限定近海区域）</td><td colspan="2" rowspan="4">表 D24.1</td><td colspan="2">シリンダライナ，シリンダカバー，ピストン，カム軸駆動装置，シリンダ注油器，掃除空気送風機（排気タービン過給機を含む）掃除空気系，減速歯車装置，逆転装置</td><td rowspan="3">省略できる。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">表 D24.2</td><td colspan="2">主軸受，ピストン冷却装置</td></tr>
<tr><td rowspan="2">シリンダの弁</td><td>始動弁，逃し弁</td></tr>
<tr><td>排気弁，燃料弁</td><td>1 シリンダ分とすることができる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">連接棒の軸受</td><td colspan="2">小端部軸受金の下半，大端部軸受金の上半，各 1 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">表 D24.3 及び 表 D24.4</td><td colspan="2">全項目及び全種類</td><td>省略できる。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">表 D24.5</td><td colspan="2">筒形水面計ガラス</td><td>6 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">へん平形水面計ガラス</td><td>1 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">表 D24.6</td><td colspan="2">渦巻ポンプ及び歯車ポンプ，空気圧縮機</td><td rowspan="5">省略できる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">24.2.1-7.</td><td colspan="2">ころがり軸受，ポンプ</td></tr>
<tr><td colspan="2">24.2.1-8.</td><td colspan="2">油圧モータ，ポンプ</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">表 D24.7</td><td colspan="2">標準圧力計</td></tr>
<tr><td rowspan="2">チューブプラグ</td><td>水管ボイラ</td><td>各種それぞれ 4 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td>その他のボイラ</td><td>計 4 個とすることができる。</td></tr>
</table>

表 D25.2　*Smooth Water Service* の船舶の予備品

<table>
<tr><th>航行区域</th><th>本編 24 章の表番号</th><th colspan="2">予備品の項目，種類</th><th>数量</th></tr>
<tr><td rowspan="14">*Smooth Water Service*（平水区域）</td><td rowspan="2">表 D24.1 及び 表 D24.2</td><td colspan="2">連接棒の軸受</td><td>小端部軸受金の下半，大端部軸受金の上半，各 1 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">連接棒の軸受を除く全項目</td><td rowspan="3">省略できる。</td></tr>
<tr><td>表 D24.3 及び 表 D24.4</td><td colspan="2">全項目及び全種類</td></tr>
<tr><td rowspan="3">表 D24.5</td><td colspan="2">安全弁のばね，噴油バーナのノズル完備品</td></tr>
<tr><td colspan="2">筒形水面計ガラス</td><td>3 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">へん平形水面計ガラス</td><td>1 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td>表 D24.6</td><td colspan="2">渦巻ポンプ及び歯車ポンプ，空気圧縮機</td><td rowspan="5">省略できる。</td></tr>
<tr><td>24.2.1-7.</td><td colspan="2">ころがり軸受，ポンプ</td></tr>
<tr><td>24.2.1-8.</td><td colspan="2">油圧モータ，ポンプ</td></tr>
<tr><td rowspan="3">表 D24.7</td><td colspan="2">標準圧力計</td></tr>
<tr><td rowspan="2">チューブプラグ</td><td>水管ボイラ</td><td>各種それぞれ 2 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td>その他のボイラ</td><td>計 2 個とすることができる。</td></tr>
</table>

表 D25.3　　船籍国政府により特定された海域を航行する船舶の予備品

<table>
<tr><th>航行区域</th><th colspan="2">本編 24 章の表番号</th><th colspan="2">予備品の項目，種類</th><th>数量</th></tr>
<tr><td rowspan="9">近海区域</td><td colspan="2" rowspan="5">表 D24.1</td><td colspan="2">シリンダ注油器</td><td>省略できる。</td></tr>
<tr><td>ピストン</td><td>トランクピストン型
機関の連接棒</td><td>省略できる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">シリンダカバー，ピストン</td><td>長さ 50 m 未満の船舶について，省略できる。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">表 D24.2</td><td rowspan="2">シリンダの弁</td><td>排気弁</td><td rowspan="2">1 シリンダ分とすることができる。</td></tr>
<tr><td>燃料弁</td></tr>
<tr><td colspan="2">連接棒の軸受</td><td>小端部軸受金の下半，大端部軸受金の上半，各 1 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td colspan="2">主軸受</td><td>省略できる。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">表 D24.7</td><td rowspan="2">チューブプラグ</td><td>水管ボイラ</td><td>各種それぞれ 8 個とすることができる。</td></tr>
<tr><td>その他のボイラ</td><td>計 8 個とすることができる。</td></tr>
</table>

附属書 2.3.1 クランク軸応力の計算方法

1.1 適用

本計算法は，往復動内燃機関の一体形及び半組立形の鍛鋼又は鋳鋼製クランク軸で，主軸受間に 1 個のクランクスローを有するものに適用する。

1.2 計算の概要

-1. 本計算法の概要は次のとおりである。

(1) クランク軸の設計は，高応力部の疲労に対する安全評価に基づいて定められる。

(2) クランク軸の高応力部は，次に掲げる箇所であると仮定する。なお，ジャーナル油穴出口部に過大な応力集中が起きないよう注意する必要がある。

(a) クランクピンと腕との間のすみ肉部

(b) ジャーナルと腕との間のすみ肉部

(c) クランクピン油穴出口部

(3) 応力計算においては，まず，呼称変動曲げ応力（**1.3.1** 参照）及び呼称変動ねじり応力（**1.3.2** 参照）を決定し，次に適当な応力集中係数（**1.4** 参照）を乗じて，等価変動応力（**1.6** 参照）を求める。

(4) 等価変動応力は，次に掲げるものとする。

(a) すみ肉部においては，曲げ応力とねじり応力とが同位相で，かつ，それぞれの最大値が同一部に生じると仮定して計算されるミーゼス等価応力。

(b) 油穴出口部においては，曲げ応力とねじり応力とが同位相で生じると仮定して計算される等価主応力。

(5) クランク軸の寸法の適否は，この等価変動応力とクランク軸材料の疲労強度（**1.7** 参照）とを比較して決定される（**1.8** 参照）。

-2. ジャーナルの直径がクランクピンの直径以上である場合には，ジャーナル油穴出口部は，クランクピン油穴と同様に成形すること。そうでない場合は，疲労に関する資料を別途要求することがある。

1.3 応力計算

1.3.1 変動曲げ応力

-1. モデル

変動曲げ応力を計算するためのモデルは，次のとおりである。

(1) 計算は，ジャーナル中央で支持され，ガス圧及び慣性力が作用するクランクスロー1 個により構成される静的なモデルに対して行う。

(2) クランクスローの長さは，2 のジャーナル中央間の長さ（L_3）をとる（**図 1** 及び**図 2** 参照）。

(3) 曲げモーメントM_{BR}及びM_{BT}は，連接棒から受ける力の半径方向成分F_R及び接線方向成分F_Tによる単純支持はりの曲げモーメントに基づいて計算する（**図 1** 参照）。

(4) クランクスローに 2 本の連接棒を有する場合の曲げモーメントは，当該シリンダ間の着火間隔を位相とする 2 つの単純支持はりの曲げモーメントの重ね合せにより得られる曲げモーメントとする（**図 2** 参照）。

(5) 腕に作用する曲げモーメント及び半径方向力

(a) 連接棒から受ける力の半径方向成分から，腕中心（L_1）に作用する曲げモーメントM_{BRF}及び半径方向力Q_{RF}を求める。

(b) 曲げモーメント及び半径方向力を，それぞれクランク腕の断面係数及び断面積で除して，変動曲げ及び圧縮応力を求める。この断面係数及び断面積は，腕の厚さ W 及び腕の幅 B を用いて求める（**図 3** 参照）。

(c) 計算において，平均応力は無視する。

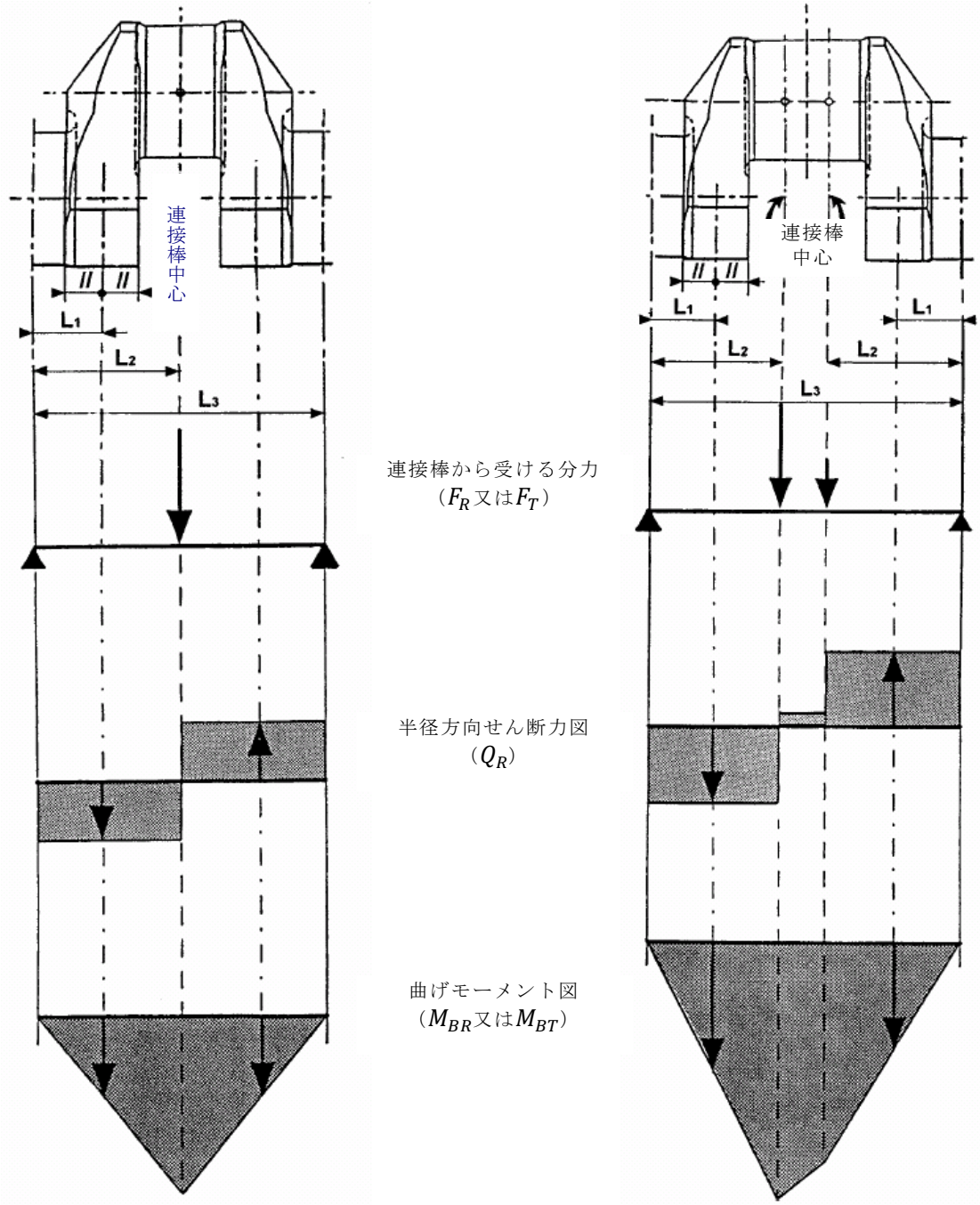
(6) クランクピン油穴出口部に作用する曲げモーメント

(a) 連接棒から受ける力の半径方向成分及び接線方向成分から，油穴を含むクランクピン断面に作用する曲げモーメントを求める（図 4 参照）。

(b) 曲げモーメントをクランクピンの断面係数で除して，変動応力を求める。

(c) 計算において，平均応力は無視する。

図 1　直列機関のクランクスロー　　図 2　*V* 型機関のクランクスロー

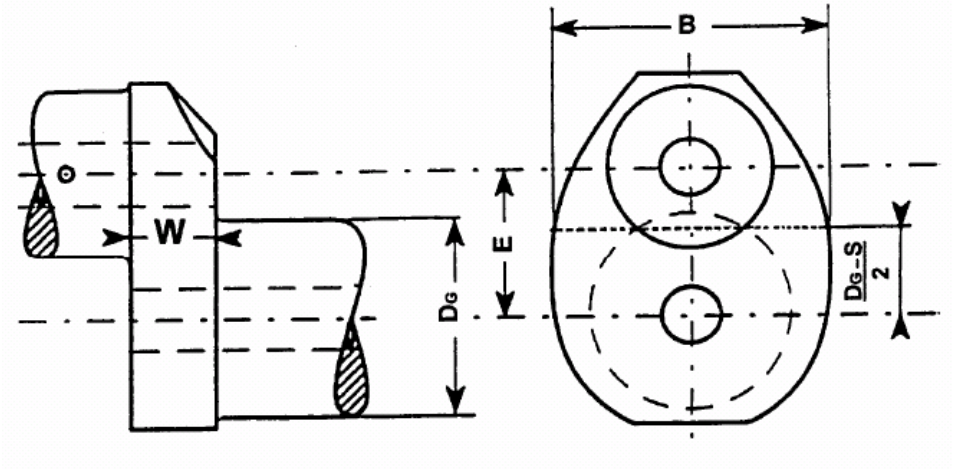


L_1 = ジャーナル中央と腕中心との距離
（オーバラップを有さないクランク軸については図 3 も参照すること。）

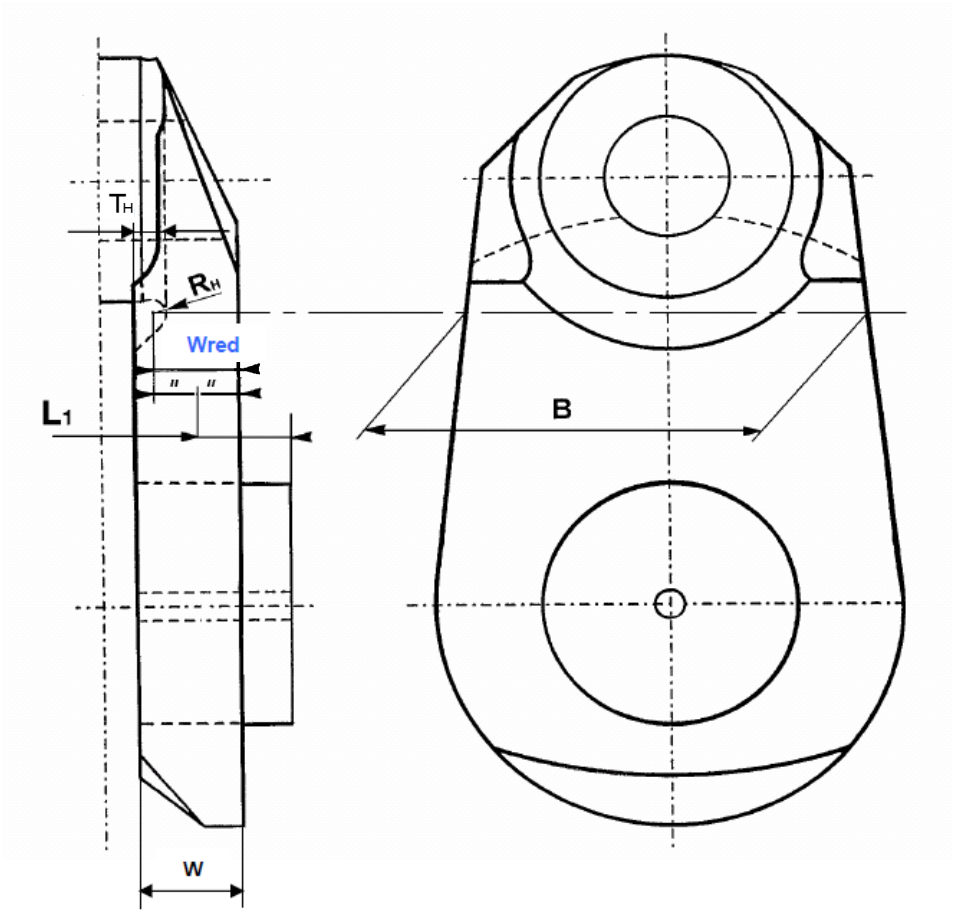
L_2 = ジャーナル中央と連接棒中心との距離

L_3 = 2 の隣接するジャーナル中央間距離

図 3　　腕断面に関する各部の記号

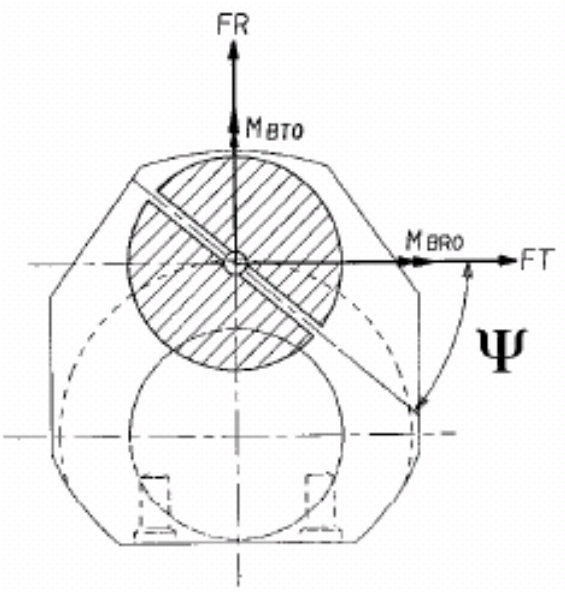


オーバラップを有するクランク軸



オーバラップを有さないクランク軸

図 4　　油穴を含むクランクピン断面



M_{BRO}：連接棒から受ける力の半径方向成分による曲げモーメント

M_{BTO}：連接棒から受ける力の接線方向成分による曲げモーメント

-2.　呼称変動曲げ応力及び呼称変動圧縮応力

(1)　計算方法は次のとおりである。

(a)　1 サイクルにおけるすべての連接棒位置について，ガス圧及び慣性力によりピンに作用する半径方向力及び接線方向力を計算する。

(b)　1 サイクルにわたって計算される力及びジャーナル中央までの距離を考慮して，**-1.(5)**及び**(6)**で定められた曲げモーメントM_{BRF}，M_{BRO}，M_{BTO}及び半径方向力Q_{RF}の時間曲線を計算する。

(c)　*V* 型機関の場合，1 つのクランクスローに作用する 2 つのシリンダのガス圧及び慣性力から算出される曲げモーメントは，位相を考えて重ね合わせる。（二股式コンロッド又は関節式コンロッド等の場合には，それぞれの構造により生じる位相も考慮する。）

(d) 1 本のクランク軸の中に異なる形状のクランクスローがある場合には，すべての形状について計算を行うこと。

(2)　腕断面における呼称変動曲げ及び圧縮応力

(a)　呼称変動曲げ応力は次式により求められる。

$$\sigma_{BFN} = \pm\frac{M_{BRFN}}{W_{eqw}} \cdot 10^3 \cdot Ke$$

$$M_{BRFN} = \pm\frac{1}{2}(M_{BRF\max} - M_{BRF\min})$$

$$W_{eqw} = \frac{B \cdot W^2}{6}$$

σ_{BFN}　：腕における呼称変動曲げ応力(N/mm^2)

W_{eqw}　：腕の断面係数(mm^3)

Ke　：軸受反力及び隣接クランクスローの影響の範囲を考慮した経験的係数

= 0.8（2 ストローク）

= 1.0（4 ストローク）

M_{BRFN}　：腕中心における変動曲げモーメント($N \cdot m$)（**図 1** 及び**図 2** 参照）

$M_{BRF\max}$　：1 サイクル中における最大曲げモーメント($N \cdot m$)

$M_{BRF\min}$　：1 サイクル中における最小曲げモーメント($N \cdot m$)

(b)　呼称変動圧縮応力は次式により求められる。

$$\sigma_{QFN} = \pm\frac{Q_{RFN}}{F} \cdot Ke$$

$$Q_{RFN} = \pm\frac{1}{2}(Q_{RF\max} - Q_{RF\min})$$

$F = BW$

σ_{QFN} ：腕における半径方向力による呼称変動圧縮応力（N/mm^2）

Q_{RFN} ：腕における変動半径方向力(N)（図 1 及び図 2 参照）

$Q_{RF\max}$ ：1 サイクル中における最大半径方向力(N)

$Q_{RF\min}$ ：1 サイクル中における最小半径方向力(N)

F ：腕の断面積（mm^2）

(3) クランクピン油穴出口部における呼称変動曲げ応力

呼称変動曲げ応力は次式により求められる。

$$\sigma_{BON} = \pm\frac{M_{BON}}{We}\cdot 10^3$$

$$M_{BON} = \pm\frac{1}{2}(M_{BO\max} - M_{BO\min})$$

$$We = \frac{\pi}{32}\left(\frac{D^4 - D_{BH}^4}{D}\right)$$

σ_{BON} ：クランクピンにおける呼称変動曲げ応力（N/mm^2）

M_{BON} ：クランクピン油穴出口部に作用する変動曲げモーメント（$N\cdot m$）

$M_{BO\max}$ ：1 サイクル中における曲げモーメントM_{BO}の最大値（$N\cdot m$）

$M_{BO\min}$ ：1 サイクル中における曲げモーメントM_{BO}の最小値（$N\cdot m$）

M_{BO} ：クランクピン油穴出口部に作用する曲げモーメント（$N\cdot m$）

$M_{BO} = (M_{BTO}\cdot\cos\psi + M_{BRO}\sin\psi)$

ψ: クランクピン油穴の方向（図 4 参照）

We ：クランクピンの断面係数（mm^3）

D，D_{BH}: 1.4.1 参照

-3. すみ肉部及びクランクピン油穴出口部の変動曲げ応力

(1) クランクピンすみ肉部の変動曲げ応力は次式により求められる。

$\sigma_{BH} = \pm(\alpha_B\cdot\sigma_{BFN})$

σ_{BH} ：クランクピンすみ肉部の変動曲げ応力（N/mm^2）

α_B ：クランクピンすみ肉部の曲げに対する応力集中係数（1.4.2 及び付録 1 の **3.1.2-2.**参照）

(2) ジャーナルすみ肉部（半組立形クランク軸のものを除く。）の変動曲げ応力は次の**(a)**又は**(b)**に示す式により求められる。

(a) $\sigma_{BG} = \pm(\beta_B\cdot\sigma_{BFN} + \beta_Q\cdot\sigma_{QFN})$

σ_{BG} ：ジャーナルすみ肉部の変動曲げ応力(N/mm^2)

β_B ：ジャーナルすみ肉部の曲げに対する応力集中係数（1.4.3 及び付録 1 の **3.1.2-2.**参照）

β_Q ：ジャーナルすみ肉部の半径方向力による圧縮に対する応力集中係数（1.4.3 及び付録 1 の **3.1.3-2.(1)**参照）

(b) $\sigma_{BG} = \pm(\beta_{BQ}\cdot\sigma_{BFN})$

β_{BQ} ：ジャーナルすみ肉部の曲げ及び半径方向力による圧縮に対する応力集中係数（付録 1 の **3.1.3-2.(2)**参照）

(3) クランクピン油穴（半径方向のものに限る。）出口部の変動曲げ応力は次式により求められる。

$\sigma_{BO} = \pm(\gamma_B\cdot\sigma_{BON})$

σ_{BO} ：クランクピン油穴出口部の変動曲げ応力（N/mm^2）

γ_B ：クランクピン油穴出口部の曲げに対する応力集中係数（1.4.4 及び付録 4 の **3.1.2-2.**参照）

1.3.2 変動ねじり応力

-1. 呼称変動ねじり応力

呼称変動ねじり応力は，次に掲げる事項を満足する船尾の軸系を含めた振動応答計算を行い，その結果として得られる各クランクスローのトルクを用いて次式により計算する。最大呼称変動ねじり応力も指定すること。なお，振動応答計算の結果は本会に提出されること。

(1) 最大及び最小変動トルクは，2 ストローク機関は 1～15 次，4 ストローク機関は 0.5～12 次の調和合成により各質点について全回転数範囲にわたり与えられること。

(2) 系の減衰の推定誤差，プロペラ翼のレーシング又は 1 シリンダ失火（圧縮が行われ，燃焼が行われない状態をい

う。）のような不確定要因に対して，余裕をもたせておくこと。

(3) 回転数の分割は，使用される回転数範囲内において検出される共振について十分な精度で計算できるように選定すること。

$$\tau_N = \pm\frac{M_{TN}}{W_P}\cdot 10^3$$

$$M_{TN} = \pm\frac{1}{2}(M_{T\max} - M_{T\min})$$

$$W_P = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D^4 - D_{BH}^4}{D}\right) \text{ 又は} W_P = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D_G^4 - D_{BG}^4}{D_G}\right)$$

τ_N ：クランクピン又はジャーナルにおける呼称変動ねじり応力(N/mm^2)

W_P ：クランクピン又はジャーナルの極断面係数(mm^3)

M_{TN} ：最大変動トルク($N\cdot m$)

$M_{T\max}$ ：最大トルク($N\cdot m$)

$M_{T\min}$ ：最小トルク($N\cdot m$)

D，D_{BH}，D_{BG}，D_G ：**1.4.1** を参照

連続使用禁止範囲の設定が必要な場合には，満足な運転を妨げるような回転数範囲に存在してはならず，また，通常の着火状態においてはλ ≧ 0.8 の回転数範囲にも存在してはならない。なお，この連続使用禁止範囲は，**規則 D 編 8.2.5** 及び同 **8.3.1** に従って設定されたものであること。

-2.で考慮される呼称変動ねじり応力は，上記の方法に従い計算された最もねじり荷重の作用する質点で発生する最高値とする。

連続使用禁止範囲が存在する場合，当該範囲内のねじり応力は考慮しない。

クランク軸の承認は，最も大きい呼称変動ねじり応力（ただし，機関の製造業者が指定した最大値を超えないこと）を有する装置に基づいて行われる。従って，各装置について，承認された呼称変動ねじり応力を超えないことを適切な計算によって確保しなければならない。この計算は本会に提出されること。

-2. すみ肉部及びクランクピン油穴出口部の変動ねじり応力

(1) クランクピンすみ肉部の変動ねじり応力は次式により求められる。

$$\tau_H = \pm(\alpha_T \cdot \tau_N)$$

τ_H ： クランクピンすみ肉部の変動ねじり応力（N/mm^2）

α_T ： クランクピンすみ肉部のねじりに対する応力集中係数（**1.4.2** 及び**付録 1** の **3.1.1-3.**参照）

τ_N ： クランクピンにおける呼称変動ねじり応力（N/mm^2）

(2) ジャーナルすみ肉部（半組立形クランク軸のものを除く。）の変動ねじり応力は次式により求められる。

$$\tau_G = \pm(\beta_T \cdot \tau_N)$$

τ_G ： ジャーナルすみ肉部の変動ねじり応力（N/mm^2）

β_T ： ジャーナルすみ肉部のねじりに対する応力集中係数（**1.4.3** 及び**付録 1** の **3.1.1-3.**参照）

τ_N ： ジャーナルにおける呼称変動ねじり応力（N/mm^2）

(3) クランクピン油穴（半径方向のものに限る。）出口部のねじりによる変動応力は次式により求められる。

$$\sigma_{TO} = \pm(\gamma_T \cdot \tau_N)$$

σ_{TO} ： クランクピン油穴出口部のねじりによる変動応力（N/mm^2）

γ_T ： クランクピン油穴出口部のねじりに対する応力集中係数（**1.4.4** 及び**付録 4** の **3.1.1-2.**参照）

τ_N ： クランクピンにおける呼称変動ねじり応力（N/mm^2）

1.4 応力集中係数

1.4.1 用語及び記号の説明

-1. 本 **1.4** で使用される用語の意味は次による。

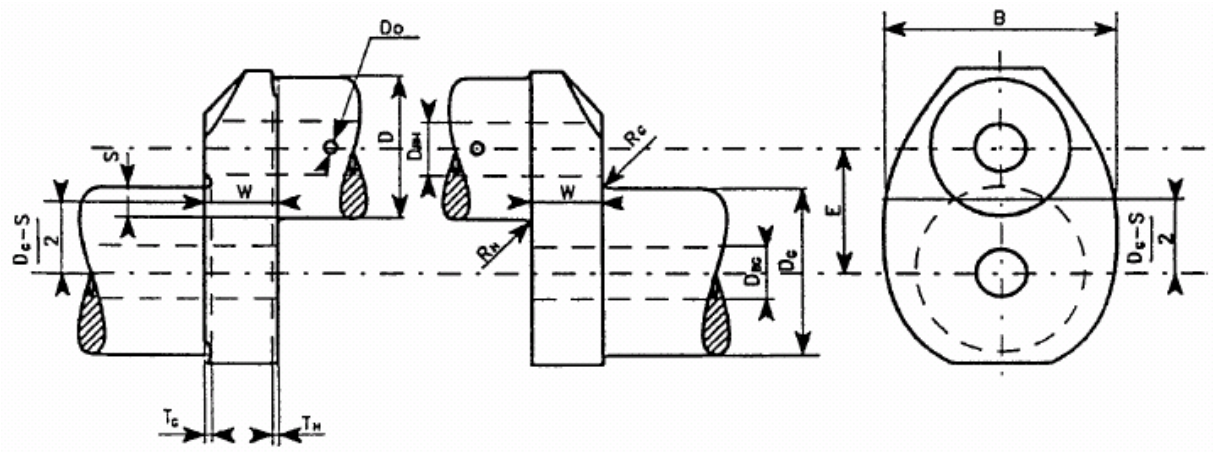
(1) 曲げに対する応力集中係数α_B及びβ_Bは，曲げ荷重の下ですみ肉部に生じる最大ミーゼス等価応力と腕の断面における呼称曲げ応力との比をいう。

(2) ジャーナルすみ肉部の圧縮に対する応力集中係数β_Qは，半径方向力の下で一体形クランク軸のジャーナルすみ肉部に生じる最大ミーゼス等価応力と腕の断面における呼称圧縮応力との比をいう。

(3) ねじりに対する応力集中係数α_T及びβ_Tは，ねじり荷重の下ですみ肉部に生じる最大等価せん断応力とクランクピン又はジャーナルの断面における呼称ねじり応力との比をいう。

(4) 曲げ及びねじりに対する応力集中係数γ_B及びγ_Tは，曲げ及びねじり荷重の下でクランクピン油穴出口部に生じる最大主応力とクランクピンの断面における呼称曲げ及びねじり応力との比をいう。

図 5　　クランク軸各部の記号



-2. 本 **1.4** で使用される記号の意味は次による（**図 5** を参照）。

D　：クランクピン直径（mm）

D_{BH}：クランクピン内径（mm）

D_O　：クランクピン油穴径（mm）

R_H　：クランクピンすみ肉部半径（mm）

T_H　：クランクピンすみ肉部のえぐり込み（mm）

D_G　：ジャーナル直径（mm）

D_{BG}：ジャーナル内径（mm）

R_G　：ジャーナルすみ肉部半径（mm）

T_G　：ジャーナルすみ肉部のえぐり込み（mm）

E　：ピンの偏心（mm）

S　：ピンとジャーナルのオーバラップ（mm）

$$S = \frac{D + D_G}{2} - E$$

W　：腕の厚さ（mm）

ただし，2 サイクル機関に用いられる半組立形クランク軸であって，$T_H > R_H$である場合には，次式で求められるW_{red}に置き換える。

$W_{red} = W - (T_H - R_H)$（**図 3** 参照）

B　：腕の幅（mm）

ただし，2 サイクル機関に用いられる半組立形クランク軸については，**図 3** に示すようにクランクピンすみ肉部半径中心における値とする。

$r = R_H\ /D$　（クランクピンすみ肉部について），R_G/D（ジャーナルすみ肉部について）$(0.03 \le r \le 0.13)$

$s = S/D$　　$(s \le 0.5)$

$w = W/D$　　$(0.2 \le w \le 0.5)$

$b = B/D$　　$(1.1 \le b \le 2.2)$

$d_O = D_O/D$　　$(0 \le d_O \le 0.2)$

$d_G = D_{BG}/D$　　$(0 \le d_G \le 0.8)$

$d_H = D_{BH}/D$　　$(0 \le d_H \le 0.8)$

$t_H = T_H/D$

$t_G = T_G/D$

クランク軸の形状が上記に定める値の範囲外である場合は，クランクピンすみ肉部，ジャーナルすみ肉部及びクランクピン油穴出口部の応力集中係数について付録 1 及び付録 4 に規定する線形弾性有限要素法解析により算出すること。この場合にミーゼス等価応力と主応力を混同しないように注意を払うこと。これら以外の方法で応力集中係数を評価する場合にあっては，規則との同等性を証明するため，評価手法と関連する文書が本会に提出されること。

1.4.2 クランクピンすみ肉部の応力集中係数

-1. 曲げに対する応力集中係数α_Bは次式により求められる。

$$\alpha_B = 2.6914 \cdot f(s,w) \cdot f(w) \cdot f(b) \cdot f(r) \cdot f(d_G) \cdot f(d_H) \cdot f(recess)$$

$$f(s,w) = -4.1883 + 29.2004 \cdot w - 77.5925 \cdot w^2 + 91.9454 \cdot w^3 - 40.0416 \cdot w^4$$
$$+(1-s) \cdot (9.5440 - 58.3480 \cdot w + 159.3415 \cdot w^2 - 192.5846 \cdot w^3 + 85.2916 \cdot w^4)$$
$$+(1-s)^2 \cdot (-3.8399 + 25.0444 \cdot w - 70.5571 \cdot w^2 + 87.0328 \cdot w^3 - 39.1832 \cdot w^4)$$

ただし，$s < -0.5$である場合には，$s = -0.5$として計算すること。

$$f(w) = 2.1790 \cdot w^{0.7171}$$

$$f(b) = 0.6840 - 0.0077 \cdot b + 0.1473 \cdot b^2$$

$$f(r) = 0.2081 \cdot r^{(-0.5231)}$$

$$f(d_G) = 0.9993 + 0.27 \cdot d_G - 1.0211 \cdot d_G^2 + 0.5306 \cdot d_G^3$$

$$f(d_H) = 0.9978 + 0.3145 \cdot d_H - 1.5241 \cdot d_H^2 + 2.4147 \cdot d_H^3$$

$$f(recess) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

ただし，$s < -\frac{1.8}{3.2} = -0.5625$である場合には，$f(recess) = 1$とすること。

-2. ねじりに対する応力集中係数α_Tは次式により求められる。

$$\alpha_T = 0.8 \cdot f(r,s) \cdot f(b) \cdot f(w)$$

$$f(r,s) = r^{(-0.322+0.1015(1-s))}$$

ただし，$s < -0.5$である場合には，$s = -0.5$として計算すること。

$$f(b) = 7.8955 - 10.654 \cdot b + 5.3482 \cdot b^2 - 0.857 \cdot b^3$$

$$f(w) = w^{(-0.145)}$$

1.4.3 ジャーナルすみ肉部の応力集中係数

-1. 曲げに対する応力集中係数β_Bは次式により求められる。

$$\beta_B = 2.7146 \cdot f_B(s,w) \cdot f_B(w) \cdot f_B(b) \cdot f_B(r) \cdot f_B(d_G) \cdot f_B(d_H) \cdot f(recess)$$

$$f_B(s,w) = -1.7625 + 2.9821 \cdot w - 1.5276 \cdot w^2 + (1-s) \cdot (5.1169 - 5.8089 \cdot w + 3.1391 \cdot w^2)$$
$$+(1-s)^2 \cdot (-2.1567 + 2.3297 \cdot w - 1.2952 \cdot w^2)$$

$$f_B(w) = 2.2422 \cdot w^{0.7548}$$

$$f_B(b) = 0.5616 + 0.1197 \cdot b + 0.1176 \cdot b^2$$

$$f_B(r) = 0.1908 \cdot r^{(-0.5568)}$$

$$f_B(d_G) = 1.0012 - 0.6441 \cdot d_G + 1.2265 \cdot d_G^2$$

$$f_B(d_H) = 1.0022 - 0.1903 \cdot d_H + 0.0073 \cdot d_H^2$$

$$f(recess) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

ただし，$s < -\frac{1.8}{3.2} = -0.5625$である場合には，$f(recess) = 1$とすること。

-2. 半径方向力による圧縮に対する応力集中係数β_Qは次式により求められる。

$$\beta_Q = 3.0128 \cdot f_Q(s) \cdot f_Q(w) \cdot f_Q(b) \cdot f_Q(r) \cdot f_Q(d_H) \cdot f(recess)$$

$$f_Q(s) = 0.4368 + 2.1630 \cdot (1-s) - 1.5212 \cdot (1-s)^2$$

$$f_Q(w) = \frac{w}{0.0637 + 0.9369 \cdot w}$$

$$f_Q(b) = -0.5 + b$$

$$f_Q(r) = 0.5331 \cdot r^{(-0.2038)}$$

$$f_Q(d_H) = 0.9937 - 1.1949 \cdot d_H + 1.7373 \cdot d_H^2$$

$$f(recess) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

ただし，$s < -\frac{1.8}{3.2} = -0.5625$である場合には，$f(recess) = 1$とすること。

-3. ねじりに対する応力集中係数β_Tは次式により求められる。

$\beta_T = \alpha_T$（クランクピン及びジャーナルの直径及びすみ肉部寸法が同一である場合）

$\beta_T = 0.8 \cdot f(r,s) \cdot f(b) \cdot f(w)$（クランクピン及びジャーナルの直径及びすみ肉部寸法が同一でない場合）

$f(r,\ s)$，$f(b)$ 及び$f(w)$ は，**1.4.2** に同じ。ただし，ジャーナルすみ肉部の半径は，次式を用いること。

$$r = \frac{R_G}{D_G}$$

1.4.4 クランクピン油穴出口部の応力集中係数

-1. 曲げに対する応力集中係数γ_Bは次式により求められる。

$$\gamma_B = 3 - 5.88 \cdot d_O + 34.6 \cdot {d_O}^2$$

-2. ねじりに対する応力集中係数γ_Tは次式により求められる。

$$\gamma_T = 4 - 6 \cdot d_O + 30 \cdot {d_O}^2$$

1.5 付加曲げ応力

台板の変形等並びに縦及び横振動による曲げ応力を考慮して，すみ肉部の変動曲げ応力σ_{BH}及びσ_{BG}にσ_{add}を加える。

クロスヘッド形機関　　σ_{add}=±30N/mm^2 (*)

トランクピストン形機関　σ_{add}=±10 N/mm^2

(*) ± 30 N/mm^2 の付加曲げ応力は，2 の成分により構成される。

(1) 縦振動に起因する ± 20 N/mm^2 の付加応力

(2) ミスアライメント／台板の変形に起因する ± 10 N/mm^2 の付加応力

システム全体（機関／軸／歯車装置／プロペラ）に関する縦振動の計算結果が得られない場合には，縦振動成分 ± 20 N/mm^2 を用いることを推奨する。計算結果が得られる場合には，計算値を用いることができる。

1.6 等価変動応力

1.6.1 クランクピンすみ肉部の等価変動応力

クランクピンすみ肉部の等価変動応力は，次式により計算する。

$$\sigma_V = \pm\sqrt{(\sigma_{BH} + \sigma_{add})^2 + 3\tau_H^2}$$

σ_V：等価変動応力(N/mm^2)

その他のパラメータは **1.3.1-3.**，**1.3.2-2.**及び **1.5** を参照のこと。

1.6.2 ジャーナルすみ肉部の等価変動応力

ジャーナルすみ肉部の等価変動応力は，次式により計算する。

$$\sigma_V = \pm\sqrt{(\sigma_{BG} + \sigma_{add})^2 + 3\tau_G^2}$$

パラメータは，**1.6.1** を参照のこと。

1.6.3 クランクピン油穴出口部の等価変動応力

クランクピン油穴出口部の等価変動応力は，次式により計算する。

$$\sigma_V = \pm\frac{1}{3}\sigma_{BO} \cdot \left[1 + 2\sqrt{1 + \frac{9}{4}\left(\frac{\sigma_{TO}}{\sigma_{BO}}\right)^2}\right]$$

パラメータは，**1.6.1** を参照のこと。

1.7 疲労強度

1.7.1 クランクピンすみ肉部に対する疲労強度

-1. クランクピンすみ肉部に対する疲労強度は，次式により計算する。ただし，計算においてR_Hは 2 mm 以上とすること。

$$\sigma_{DW} = \pm K[0.42\sigma_B + 39.3] \times \left[0.264 + 1.073D^{-0.2} + \frac{785-\sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B}\sqrt{\frac{1}{R_H}}\right]$$

σ_{DW} ：クランク軸の許容疲労強度(*N/mm*)（すみ肉部表面並びに油穴の出口部及び内面（油穴直径の 1.5 倍以上の深さまで）を滑らかに仕上げたクランク軸に関するもの。）

K ：鍛造及び鋳造のクランク軸の製造方法の違いによる係数

= 1.05（*CGF* 又は *Drop-Forged*（表面処理を行わないもの。））

= 1.0 （*CGF* を有さない自由鍛造（表面処理を行わないもの。））

= 0.93（鋳造（すみ肉部に本会が承認した冷間ロール加工を行うもの。））

なお，Kの値は，実寸法のクランクスロー若しくはクランク軸又はこれらから採取された試験片による疲労試験により求めることができる。

σ_B ：クランク軸材料の最小引張強さ（N/mm^2）

その他のパラメータは **1.4** を参照のこと。

-2. 実寸法のクランクスロー若しくはクランク軸又はこれらから採取された試験片により疲労強度を求める場合，当該試験の評価は，**付録 2** 又は本会がこれと同等と認めた方法に従って行うこと。なお，当該評価結果及び関連資料を本会に提出すること。

-3. すみ肉部に表面処理を行う場合，各処理部を図面上に記載し，当該処理部については**付録 3** 又は本会がこれと同等と認めた方法に従って疲労強度計算を行うこと。なお，当該計算結果及び関連資料を本会に提出すること。

1.7.2 ジャーナルすみ肉部に対する疲労強度

ジャーナルすみ肉部に対する疲労強度は，次式により計算する。ただし，計算において，R_Gは 2 *mm* 以上とすること。

$$\sigma_{DW} = \pm K[0.42\sigma_B + 39.3] \times \left[0.264 + 1.073{D_G}^{-0.2} + \frac{785-\sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B}\sqrt{\frac{1}{R_G}}\right]$$

パラメータは，**1.7.1** を参照のこと。

1.7.3 クランクピン油穴出口部に対する疲労強度

-1. クランクピン油穴出口部に対する疲労強度は，次式により計算する。ただし，計算において，$D_O/2$は 2 *mm* 以上とすること。

$$\sigma_{DW} = \pm K[0.42\sigma_B + 39.3] \times \left[0.264 + 1.073D^{-0.2} + \frac{785-\sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B}\sqrt{\frac{2}{D_O}}\right]$$

K ：鍛造及び鋳造のクランク軸の製造方法の違いによる係数

= 1.0 （鍛造（表面処理を行わないもの。））

= 0.93（鋳造（すみ肉部に本会が承認した冷間ロール加工を施すもの。））

なお，Kの値は，実寸法のクランクスロー若しくはクランク軸又はこれらから採取された試験片による疲労試験により求めることができる。

その他のパラメータは，**1.7.1** を参照のこと。

-2. 実寸法のクランクスロー若しくはクランク軸により疲労強度を求める場合，当該試験の評価は，**付録 2** 又は本会がこれと同等と認めた方法に従って行うこと。なお，当該評価結果及び関連資料を本会に提出すること。

-3. 油穴出口部に表面処理を行う場合，各処理部を図面上に記載し，当該処理部については**付録 3** 又は本会がこれと同等と認めた方法に従って疲労強度計算を行うこと。なお，当該計算結果及び関連資料を本会に提出すること。

1.8 判定基準

クランク軸の寸法の適否は，等価変動応力と疲労強度との比較により決定される。クランクピンすみ肉部，ジャーナルすみ肉部及びクランクピン油穴出口部の疲労強度と等価変動応力の比である許容係数Qは次式を満足すること。

$Q \geq 1.15$

Q：クランクピンすみ肉部，ジャーナルすみ肉部及びクランクピン油穴出口部の許容係数

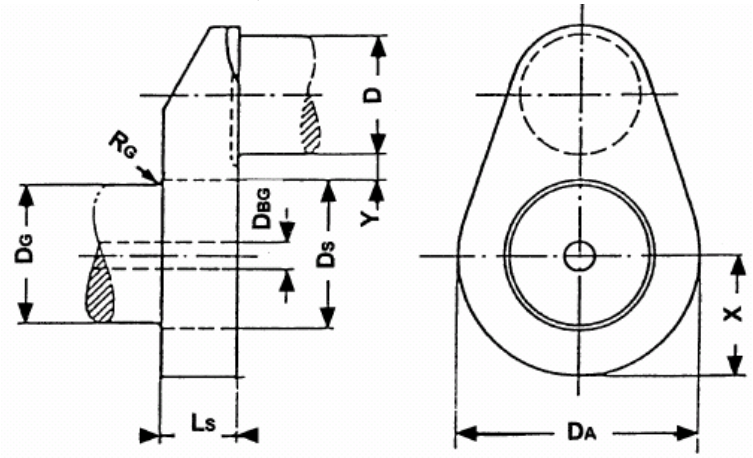
$$= \frac{\sigma_{DW}}{\sigma_V}$$

1.9 半組立形クランク軸の焼きばめの計算

1.9.1 一般

-1. 焼きばめの計算に使用するクランク軸の寸法を図 6 に示す。

図 6 半組立形クランク軸のクランクスロー



D_A ：腕外径又はジャーナル中心線と腕外側輪郭との最短距離の 2 倍のいずれか小さい方（*mm*）

D_S ：焼きばめ直径（*mm*）

D_G ：ジャーナル直径（*mm*）

D_{BG}：ジャーナル内径（*mm*）

L_S ：焼きばめ長さ（*mm*）

R_G ：ジャーナルすみ肉部半径（*mm*）

y ：隣接したジャーナル及びピンの距離（*mm*）

ただし，$y \geq 0.05 \cdot D_S$

y が$0.1 \cdot D_S$よりも小さい場合には，焼きばめによる応力がクランクピンすみ肉部における疲労強度に及ぼす影響に対して，特別な考慮がなされなければならない。

-2. ジャーナルから焼きばめ直径へ移行する半径は，次が式の大きい方の値を満たされなければならない。

$$R_G \geq 0.015 \cdot D_G$$

$$R_G \geq 0.5 \cdot (D_S - D_G)$$

-3. 焼きばめしろ *Z* は，1.9.3 及び 1.9.4 に従い計算された *Zmin* から *Zmax* の範囲内であること。ただし，1.9.2 に示す条件を満たさない場合には，上記の *Zmin* 及び *Zmax* は適用できない。この場合，*Zmin* 及び *Zmax* は，有限要素法を用いて定められなければならない。

1.9.2 ジャーナル内径

ジャーナル内径は，次式に示す条件に適合すること。

$$D_{BG} \leq D_S \cdot \sqrt{1 - \frac{4000 \cdot S_R \cdot M_{\max}}{\mu \cdot \pi \cdot D_S^2 \cdot L_S \cdot \sigma_{SP}}}$$

S_R ：安全率（2 以上とすること）

M_{max}： 焼きばめ部の最大トルクの絶対値（*N・m*）

μ ： 静摩擦係数（0.2 以下とすること。）

σ_{SP} ：ジャーナル材料の規格最低降伏点（*N/mm*^{2}）

1.9.3 焼きばめしろの最小値

焼きばめしろの最小値は，次式のうち大きい方とすること。

$$Z_{min} \geq \frac{\sigma_{SW} \cdot D_S}{E_m}$$

$$Z_{min} \geq \frac{4000}{\mu \cdot \pi} \cdot \frac{S_R \cdot M_{\max}}{E_m \cdot D_S^2 \cdot L_S} \cdot \frac{1 - Q_A^2 \cdot Q_S^2}{(1 - Q_A^2) \cdot (1 - Q_S^2)}$$

Z_{min} ： 焼きばめの最小値（*mm*）

E_m ： ヤング率（N/mm^2）

σ_{SW}： 腕の材料の規格最低降伏点（N/mm^2）

Q_A: 腕の比 $Q_A = {D_S}/{D_A}$

Q_S: 軸の比 $Q_S = {D_{BG}}/{D_S}$

1.9.4 焼きばめしろの最大値

焼きばめしろの最大値は，次式に示す条件に適合すること。

$$Z_{max} \leq D_S \cdot \left(\frac{\sigma_{SW}}{E_m} + \frac{0.8}{1000}\right)$$

附属書 5.3.1 密閉式歯車の強度計算

1.1 適用及び基本原理

1.1.1 適用

本附属書は，主機並びに発電機及び補機（作業用補機等を除く）を駆動する原動機からの動力を伝える動力伝達装置に使用される密閉式歯車の強度計算に適用する。

1.1.2 基本原理

本附属書で規定する計算法は歯面強さ及び歯元の曲げ強さに基づいたものである。強度計算に関係する諸パラメータはそれぞれの物理的な意味に基づいて定義される。そのうちの一部のパラメータは歯車の形状等から算出できる。また，一部のパラメータは本会が認める方法により近似値を求めることができる。

1.2 記号及び単位

本附属書に用いる主な記号は次のとおりである。

a ：中心距離（mm）
b ：共通歯幅（mm）
$b_{1,2}$ ：小歯車，大歯車の歯幅（mm）
d ：基準ピッチ円直径（mm）
$d_{1,2}$ ：小歯車，大歯車の基準ピッチ円直径（mm）
$d_{a1,2}$ ：小歯車，大歯車の歯先円直径（mm）
$d_{b1,2}$ ：小歯車，大歯車の基礎円直径（mm）
$d_{f1,2}$ ：小歯車，大歯車の歯底円直径（mm）
$d_{w1,2}$ ：小歯車，大歯車のかみあいピッチ円直径（mm）
F_t ：公称接線荷重（N）
h ：全歯たけ（mm）
m_n ：歯直角モジュール（mm）
m_t ：正面モジュール（mm）
$n_{1,2}$ ：小歯車，大歯車の回転数（rpm）
P ：歯車装置が伝達する最大連続出力（kW）
$T_{1,2}$ ：小歯車，大歯車のトルク（Nm）
u ：歯数比
v ：基準ピッチ円上の線速度（m/s）
$x_{1,2}$ ：小歯車，大歯車の転位係数
z ：歯数
$z_{1,2}$ ：小歯車，大歯車の歯数
z_n ：相当平歯車歯数
α_n ：基準ピッチ円筒上の歯直角圧力角（°）
α_t ：基準ピッチ円筒上の正面圧力角（°）
α_{tw} ：かみあいピッチ円上の正面圧力角（°）
β ：基準ピッチ円筒ねじれ角（°）
β_b ：基礎円筒ねじれ角（°）
ε_α ：正面かみあい率
ε_β ：重なりかみあい率
ε_γ ：全かみあい率
σ_H ：ピッチ円におけるヘルツ応力（N/mm^2）

σ_{HO} ：ヘルツ応力の基礎値（N/mm^2）
K_A ：使用係数
K_γ ：荷重分配係数
K_V ：動荷重係数
$K_{H\alpha}$ ：ヘルツ応力のための正面荷重分布係数
α_{pn} ：基準ラックの歯直角圧力角（°）
h_{fp} ：基準ラックの歯元のたけ（mm）
$K_{H\beta}$ ：ヘルツ応力のための歯すじ方向荷重分布係数
σ_{HP} ：許容ヘルツ応力（N/mm^2）
$\sigma_{H\lim}$ ：ヘルツ応力限度（N/mm^2）
Z_N ：ヘルツ応力のための寿命係数
Z_L ：潤滑油係数
Z_V ：速度係数
Z_R ：あらさ係数
Z_W ：加工硬化係数
Z_X ：ヘルツ応力のための寸法係数
S_H ：ヘルツ応力に関する安全係数
Z_B ：小歯車のための一対かみ合い係数
Z_D ：大歯車のための一対かみ合い係数
Z_H ：領域係数
Z_E ：弾性定数係数（$\sqrt{N/mm^2}$）
Z_ε ：かみ合い率係数
Z_β ：ヘルツ応力のためのねじれ角係数
σ_F ：歯元曲げ応力（N/mm^2）
Y_F ：歯形係数
h_F ：一対の歯がかみ合う時の最も外側点に荷重が作用する時に，歯元曲げ応力を算出するための曲げモーメントアーム長さ（mm）
S_{FN} ：危険断面における歯底弦歯厚（mm）
α_{Fen} ：一対の歯がかみ合う時の最も外側点に荷重が作用する時の歯直角圧力角（°）
Y_S ：応力修正係数
ρ_F ：危険断面における歯元隅肉部半径（mm）
ρ_{fp} ：カッタ歯先丸み半径（mm）
S_{pr} ：こぶ付カッタの切込み深さ（mm）
Y_β ：歯元曲げ応力のためのねじれ角係数
Y_B ：リム厚さ係数
s_R ：歯車のリム厚さ（mm）
h ：歯丈（mm）
Y_{DT} ：深歯係数
$K_{F\alpha}$ ：歯元曲げ応力のための正面荷重分布係数
$K_{F\beta}$ ：歯元曲げ応力のための歯すじ方向荷重分布係数
σ_{FP} ：許容歯元曲げ応力（N/mm^2）
σ_{FE} ：曲げ耐久限度（N/mm^2）
Y_N ：歯元曲げ応力のための寿命係数
Y_d ：設計係数
$Y_{\delta relT}$ ：相対切欠き感度係数
q_s ：切り欠きパラメータ
ρ' ：滑性層厚さ（mm）
Y_{RrelT} ：相対表面状態係数

Y_X ：歯元曲げ応力のための寸法係数

S_F ：歯元曲げ強さに関する安全係数

1.3 幾何学的定義

内歯車装置の場合にあっては，z_2，a，d_2，d_{a2}，d_{b2} 及び d_{w2} は負となる。小歯車とは歯数の少ない歯車であり，したがって，歯数比の絶対値は次の定義のように常に 1 又は 1 より大きい値となる。

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \frac{d_2}{d_1}$$

また，外歯車では u が正，内歯車では負となる。歯面強さの方程式の中の共通歯幅 b はピッチ円上の歯幅を取る。歯元の曲げ応力を求める方程式の中の b_1 あるいは b_2 は，それぞれ小歯車と大歯車の歯元における歯幅である。ただし，いかなる場合においても，b_1，b_2 は b より 1 モジュール m_n 以上大きく取ってはならない。なお，ピッチ円上の共通歯幅 b は，十分なクラウニングまたはエンドリリーフの場合では，歯元の曲げ応力計算に使うことができる。

$$\tan\alpha_t = \frac{\tan\alpha_n}{\cos\beta}$$

$$\tan\beta_b = \tan\beta\cos\alpha_t$$

$$d_{1,2} = \frac{z_{1,2}m_n}{\cos\beta}$$

$$d_{b1,2} = d_{1,2}\cos\alpha_t$$

$$\left.\begin{aligned} d_{w1} &= \frac{2a}{u+1} \\ d_{w2} &= \frac{2au}{u+1} \end{aligned}\right\} a = 0.5(d_{w1} + d_{w2})\text{の場合}$$

$$z_{n1,2} = \frac{z_{1,2}}{\cos^2\beta_b \cdot \cos\beta}$$

$$m_t = \frac{m_n}{\cos\beta}$$

$$\mathrm{inv}\alpha = \tan\alpha - \frac{\pi\alpha}{180}; \alpha(°)$$

$$\mathrm{inv}\alpha_{t\,w} = \mathrm{inv}\alpha_t + 2\tan\alpha_n\frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2}$$

又は

$$\cos\alpha_{tw} = \frac{m_t(z_1 + z_2)}{2a}\cos\alpha_t$$

$$\varepsilon_\alpha = \frac{0.5\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} \pm 0.5\sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - a\sin\alpha_{tw}}{\pi m_t\cos\alpha_t}$$

上式中の正号は外歯車装置の場合に，負号は内歯車装置の場合に使う。

$$\varepsilon_\beta = \frac{b\sin\beta}{\pi m_n}$$

やまば歯車の場合にあっては，b はその内の 1 つの幅とする。

$$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$$

$$v = \frac{\pi \cdot d_{1,2}n_{1,2}}{60 \cdot 10^3}$$

1.4 公称接線荷重，F_t

公称接線荷重 F_t は，基準ピッチ円筒に接して，軸平面に対して垂直で，歯車装置の最大連続伝達出力から次式で直接算出する。

$$T_{1,2} = \frac{30 \cdot 10^3 P}{\pi \cdot n_{1,2}}$$

$$F_t = 2000\frac{T_{1,2}}{d_{1,2}}$$

1.5 負荷係数

1.5.1 使用係数，K_A

-1. 使用係数 K_A は，外部からの動的負荷の影響を考慮するもので，無限寿命設計の場合では，歯車装置に作用する最大の繰り返しトルクと公称定格トルクの比で表わされる。公称定格トルクは，定格出力と定格回転数から算出される。本係数は主に次のものに依存する。

(1) 駆動及び被駆動機械の特性

(2) 装置各部の質量及び剛性の状況

(3) 継手の種類

(4) 運転条件（超過速度，プロペラ負荷条件の変化等）

-2. 駆動システムの危険スピード付近で運転する場合には，運転条件の詳細な検討を行わなければならない。K_A は実測によって求めるか又は本会が認めるシステム解析法によって算出しなければならない。なお，推定出来ない場合には，以下の値を用いることができる。

(1) 主推進用

K_A =1.00（油圧あるいは電磁滑り継手付きの往復動内燃機関のとき）

=1.30（高弾性継手付きの往復動内燃機関のとき）

=1.50（他の継手付きの往復動内燃機関のとき）

ただし，減速歯車装置付きの **Ice Class** を付記される船舶にあっては，**規則 I 編 8.6** の規定を準用すること。

(2) 補機用

K_A =1.00（電気モータ,油圧式あるいは電磁滑り継手付きの往復動内燃機関のとき）

=1.20（高弾性継手付きの往復動内燃機関のとき）

=1.40（他の継手付きの往復動内燃機関のとき）

1.5.2 荷重分配係数，K_γ

荷重分配係数K_γは，多重伝達経路のある場合の荷重分配の不均一を考慮するものである（デュアルタンデム形，遊星歯車，やまば歯車など）。K_γは実際 1 つの経路を通る最大荷重と均等に分配したときの荷重との比で表わされる。本係数は，主に歯車装置を構成する各部分の精度及び柔軟性に依存する。K_γは実測又はシステム解析によって算出しなければならない。ただし，この様な方法により難い場合には，遊星歯車にあっては，次の値を用いることができる。

K_γ =1.00（遊星歯車の数が 3 以下の場合）

=1.20（遊星歯車の数が 4 の場合）

=1.30（遊星歯車の数が 5 の場合）

=1.40（遊星歯車の数が 6 以上の場合）

1.5.3 内動荷重係数，K_V

-1. 内動荷重係数 K_V は，小歯車と大歯車の振動により生じる内部的な動荷重の影響を考慮するものである。K_V は動的に歯面に作用する最大荷重と外部からの最大荷重($F_t K_A K_V$) との比で表わされる。本係数は主に次のものに依存する。

(1) ピッチ及び形状誤差に依存する伝達誤差

(2) 小歯車と大歯車の質量

(3) かみあいサイクル中におけるかみあい剛さの変動

(4) 使用係数の影響を含む伝達荷重

(5) ピッチ母線速度

(6) 歯車及び軸の動的アンバランス

(7) 軸及び軸受の剛性

(8) 歯車装置の減衰特性

-2. 内動荷重係数 K_V は，次のように算出される。ただし，本手法は次の**(1)**から**(4)**までの条件をすべて満足する場合のみ適用できる。

(1) 運転速度は危険スピード以下，具体的には ；

$$\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} < 10\ (m/s)$$

(2) $\beta = 0°$（平歯車の場合）

$\beta \leq 30°$（はすば歯車の場合）

(3) 歯数が比較的少ない小歯車，具体的には

$z_1 < 50$

(4) 一体型歯車または重鋼製歯車リム

また，もし$\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} < 3$（*m/s*）であれば，本方法はすべての種類の歯車に適用できる（$\beta > 30°$のはすば歯車も同様）。なお，上述以外の歯車装置については，*ISO* 6336-1:2019 に定める方法 B を参照すること。

(a) 重なりかみあい率$\varepsilon_\beta \geq 1$のはすば歯車及び平歯車装置にあっては，K_Vが次式により求められる。

$$K_V = 1 + \left(\frac{K_1}{K_A \frac{F_t}{b}} + K_2\right) \cdot \frac{v \cdot z_1}{100} K_3 \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}}$$

K_1：表 5.3-1 における係数

K_2：歯車精度のすべての *ISO* 等級における係数

= 0.0193（平歯車の場合）

= 0.0087（はすば歯車の場合）

K_3：係数

$= 2.0 \left(\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} \leq 0.2 \text{ の場合}\right)$

$= 2.071 - 0.357 \cdot \frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} \left(\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} > 0.2 \text{ の場合}\right)$

ただし，K_AF_t/b が 100 *N/mm* 以下の場合には K_AF_t/b を 100 *N/mm* とする。

(b) 重なりかみあい率$\varepsilon_\beta < 1$のはすば歯車にあっては，次式の線型内挿法により求められる。

$K_V = K_{V2} - \varepsilon_\beta (K_{V2} - K_{V1})$

K_{V1}：**(a)**において求められるはすば歯車のための K_V の値

K_{V1}：**(a)**において求められる平歯車のための K_V の値

なお，かみあう歯車の精度の等級が異なる場合には低い方を用いなければならない。

表 5.3-1　　K_1の値

歯車の種類	歯車精度の *ISO* 等級					
	3	4	5	6	7	8
平歯車	2.1	3.9	7.5	14.9	26.8	39.1
はすば歯車	1.9	3.5	6.7	13.3	23.9	34.8

（注）

歯車精度の *ISO* 等級は *ISO* 1328-1:2013 を参照。

1.5.4　歯すじ方向荷重分布係数，$K_{H\beta}$と$K_{F\beta}$

歯すじ荷重分布係数，ヘルツ応力のための$K_{H\beta}$，歯元曲げ応力のための$K_{F\beta}$は，歯すじに沿って荷重が一様に分布していない影響を考慮するものであり，それぞれ次のように定義される。

$$K_{H\beta} = \frac{\text{単位歯幅上の最大荷重}}{\text{単位歯幅上の平均荷重}}$$

$$K_{F\beta} = \frac{\text{単位歯幅上の最大歯元曲げ応力}}{\text{単位歯幅上の平均歯元曲げ応力}}$$

平均曲げ応力を計算する際には，小，大歯車について，歯幅をそれぞれ b_1，b_2 とする。$K_{F\beta}$は係数$K_{H\beta}$の関数で求めることができる。係数$K_{H\beta}$及び$K_{F\beta}$は主に次の要素に依存する。

(1) 歯の加工精度

(2) ボア誤差に起因するすえ付け誤差

(3) 軸受の遊び

(4) 大小歯車軸のアライメント誤差

(5) 歯車，軸，軸受，ハウジング及び歯車装置を支える基盤の弾性変形

(6) 作動温度に起因する熱膨張及び変形

(7) クラウニング及びエンドリリーフのような設計的補正要素

$K_{H\beta}$は次のように求める。

$\frac{F_{\beta y}C_\gamma b}{2F_tK_AK_\gamma K_V} \geq 1$の場合；

$$K_{H\beta} = \sqrt{\frac{2F_{\beta y}C_\gamma b}{F_tK_AK_\gamma K_V}}$$

$\frac{F_{\beta y}C_\gamma b}{2F_tK_AK_\gamma K_V} < 1$の場合；

$$K_{H\beta} = 1 + \frac{F_{\beta y}C_\gamma b}{2F_tK_AK_\gamma K_V}$$

C_γ：平均かみ合い剛さ　（$N/(mm \cdot \mu m)$）

次式により求められる。

$$C_\gamma = 0.8C_{th}C_RC_B\cos\beta(0.75\varepsilon_\alpha + 0.25)$$

$$C_{th} = \frac{1}{q}$$

$$q = 0.04723 + \frac{0.15551}{z_{n1}} + \frac{0.25791}{z_{n2}} - 0.00635x_1 - \frac{0.11654}{z_{n1}}x_1 - 0.00193x_2 - \frac{0.24188}{z_{n2}}x_2 + 0.00529x_1^2 + 0.00182x_2^2$$

$C_R = 1 + \frac{\ln\left(\frac{b_s}{b}\right)}{5e^{\left(\frac{S_R}{5m_n}\right)}}$（非一体型の歯車の場合）

$C_R = 1$（一体型の歯車の場合）

b_s及びS_Rはそれぞれウェブ厚さ及びリム厚さ（mm）

ただし，$\frac{b_s}{b} < 0.2$又は$\frac{b_s}{m_n} < 1.0$の場合には，その都度考慮する。

C_B：基準ラック係数で，基準ラック歯形と標準基準ラック歯形との違いによる影響を考慮するもので，次式により求められる。

$$C_B = \left[1 + 0.5\left(1.2 - \frac{h_{fp}}{m_n}\right)\right][1 - 0.02(20° - \alpha_{Pn})]$$

$F_{\beta y}$：なじみ運転後の歯すじ誤差（μm），次式による。

$$F_{\beta y} = F_{\beta x} - y_\beta$$

非表面硬化歯車の場合

$$y_\beta = \frac{320}{\sigma_{Hlim}}F_{\beta x}$$

ただし，

$y_\beta \leq F_{\beta x}$,

$y_\beta \leq 25600/\sigma_{Hlim}$ $(5 < v < 10m/sec)$

$y_\beta \leq 12800/\sigma_{Hlim}$ $(10m/sec < v)$

表面硬化歯車の場合

$$y_\beta = 0.15F_{\beta x}$$

ただし，$y_\beta \leq 6.0(\mu m)$

$F_{\beta x}$　：初期歯すじ誤差（μm），次式による。

$F_{\beta x} = 1.33f_{sh} + f_{ma}$

f_{sh}　：小歯車の弾性変形に伴う歯すじ誤差（μm）

$f_{sh} = 0.023\frac{F_tK_AK_\gamma K_V\gamma}{b}$（クラウニング及びエンドリリーフなしの場合）

$= 0.016\frac{F_tK_AK_\gamma K_V\gamma}{b}$（エンドリリーフありの場合）

$= 0.012\frac{F_tK_AK_\gamma K_V\gamma}{b}$（クラウニングありの場合）

$= 0$（歯すじ修正が行われる場合）

ただし，いずれの場合においてもf_{sh}は

$0.005\frac{F_tK_AK_\gamma K_V}{b}$（平歯車）

又は

$0.010\frac{F_tK_AK_\gamma K_V}{b}$（はすば歯車）

を下回ってはならない。

$\gamma = \left[\left|0.7 + K'\frac{\ell S}{d_1^2}\left(\frac{d_1}{d_{sh}}\right)^4\right| + 0.3\right]\left(\frac{b}{d_1}\right)^2$（平歯車及びはすば歯車の場合）

$= 2\left[\left|1.2 + K'\frac{\ell S}{d_1^2}\left(\frac{d_1}{d_{sh}}\right)^4\right| + 0.3\right]\left(\frac{b}{d_1}\right)^2$（やまば歯車の場合）

K', ℓ及び S はそれぞれ小歯車配置係数，小歯車軸受スパン及び小歯車オフセットと呼び，K'の値は**表 5.5-1**による。

f_{ma}：製作誤差による歯すじ誤差（μm）で，次式による。

$f_{ma} = 1.0F_\beta$（クラウニング及びエンドリリーフ等を一切施していない歯車であってかつアライメントのための調整ができない歯車の場合）

$= 0.7F_\beta$（よく設計されたエンドリリーフを有する歯車の場合）

$= 0.5F_\beta$（調整可能軸受けを有しまたは適切なねじれ角修正等の調整（歯すじ修正）が行われた歯車及び適切なクラウニングが施された歯車の場合）

F_β：歯すじ誤差の許容値

$K_{F\beta}$は次のように求める。

(1) 最大ヘルツ応力が歯すじの端に起きる場合，$K_{F\beta}$は次式により求める。

$K_{F\beta} = K_{H\beta}^N$

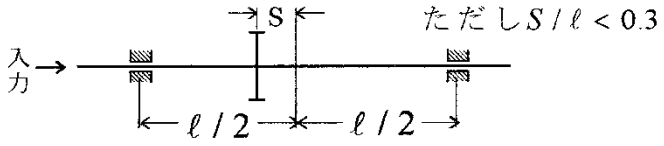
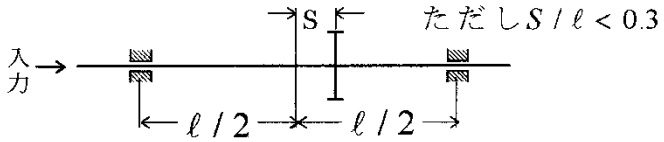
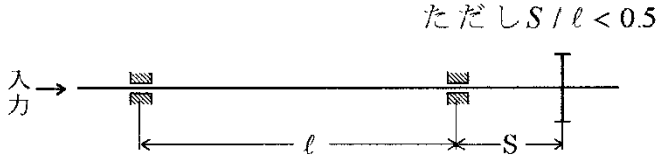
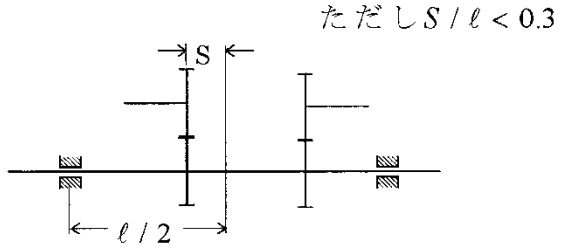
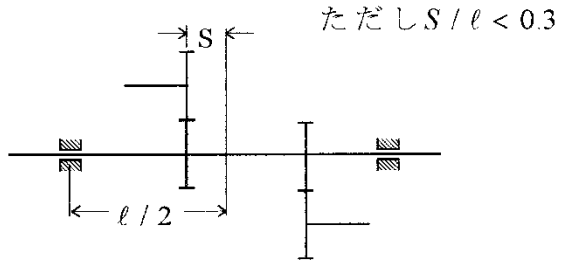
$$N = \frac{\left(\frac{b}{h}\right)^2}{1 + \frac{b}{h} + \left(\frac{b}{h}\right)^2}$$

b/h=歯幅／全歯たけ比で，b_1/h_1 と b_2/h_2 のどちらか小さい方を取る。やまば歯車の場合には，歯幅はその内の 1 つを用いること。ただし，*b/h*<3.0 なら *b/h*=3.0 とすること。

(2) 歯幅の端に荷重が軽くかかるか又は負荷されない場合（クラウニング及びエンドリリーフ），$K_{F\beta}$は次式により求める。

$K_{F\beta} = K_{H\beta}$

表 5.5-1　　K'の値

配 置	配置係数K'	
	剛体歯車 1)	非剛体歯車 2)
	0.48	0.80
	-0.48	-0.80
	1.33	1.33
	-0.36	-0.60
	-0.6	-1.0

1) d_1/d_{sh} ≧ 1.15 なら剛体歯車とみなす。
2) d_1/d_{sh} ＜ 1.15 あるいは小歯車が軸の上をスライドする場合、または焼嵌めの場合は、非剛体歯車とみなす。ただし、d_{sh}は軸の等価直径（実際の軸と同等のたわみを示す丸棒の直径） (mm)

1.5.5　正面荷重分布係数，$K_{H\alpha}$及び$K_{F\alpha}$

正面荷重分布係数（ヘルツ応力のための$K_{H\alpha}$と歯元曲げ応力のための$K_{F\alpha}$）は，2 つ以上のかみ合い歯の間の荷重分布に対するピッチ誤差及び歯形誤差の影響を考慮するものである。$K_{H\alpha}$及び$K_{F\alpha}$は主に以下の要因に依存する。

(1) 総かみ合い剛さ
(2) 総接線荷重，$F_t\,K_A\,K_\gamma\,K_V\,K_{H\beta}$
(3) ピッチ誤差
(4) チップリリーフ
(5) なじみ量

正面荷重分布係数（ヘルツ応力のための$K_{H\alpha}$及び歯元曲げ応力のための$K_{F\alpha}$）は次のように算出する。

$$K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = \frac{\varepsilon_\gamma}{2}\left(0.9 + 0.4\frac{C_\gamma(f_{pb} - y_\alpha)b}{F_t\,K_A K_\gamma K_V K_{H\beta}}\right) \quad (\varepsilon_\gamma \le 2)$$

$$K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = 0.9 + 0.4\sqrt{\frac{2(\varepsilon_\gamma - 1)}{\varepsilon_\gamma}\frac{C_\gamma(f_{pb} - y_\alpha)b}{F_t\,K_A K_\gamma K_V K_{H\beta}}} \quad (\varepsilon_\gamma > 2)$$

ただし，

$$1.0 \leq K_{H\alpha} \leq \frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha \cdot z_\varepsilon^2}$$

$$1.0 \leq K_{F\alpha} \leq \frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha \cdot Y_\varepsilon}$$

ここに

$$Y_\varepsilon = 0.25 + \frac{0.75}{\varepsilon_{\alpha n}}$$

$\varepsilon_{\alpha n}$は **1.7.2** 中の$\varepsilon_{\alpha n}$と同じである。

式中の係数，f_{pb}及びy_α以外のものは$K_{H\beta}$の場合と同じで，f_{pb}及びy_αは次のように求める。

$y_\alpha = \frac{160}{\sigma_{Hlim}} f_{pb}$（非表面硬化歯車の場合）

$= 0.075 f_{pb}$（表面硬化歯車の場合）

f_{pb}：大小歯車の単一ピッチ誤差の大きい方（μm）

1.6 面圧強さ

1.6.1 算定式

歯面強さの判断基準はかみあいピッチ点或は一対の歯がかみ合う時の最も内側点におけるヘルツ応力に基づくものである。ヘルツ応力σ_H は，許容ヘルツ応力σ_{HP}以下でなければならない。すなわち，

$$\sigma_H = \sigma_{HO}\sqrt{K_A K_\gamma K_V K_{H\alpha} K_{H\beta}} \leq \sigma_{HP}$$

ここに，σ_{HO}は大小歯車の基本ヘルツ応力値である（N/mm^2）。

1.6.2 基本ヘルツ応力

-1. 基本ヘルツ応力値σ_{HO}は次のように算出する。

$$\sigma_{HO} = Z_B Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{d_1 b}\frac{u+1}{u}}$$（小歯車の場合）

$$= Z_D Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{d_1 b}\frac{u+1}{u}}$$（大歯車の場合）

-2. 一対かみ合い係数 Z_B，Z_D

一対かみ合い係数，小歯車のための Z_B，大歯車のための Z_D は，一対の歯がかみ合う時の最も内側点における歯面曲率のヘルツ応力への影響を考慮するものである。この係数はピッチ点で求め得たヘルツ応力を一対の歯がかみ合う時の最も内側点における歯面の曲率を考慮したヘルツ応力に変換するためのものである。Z_B，Z_D は，次のように求める。

(1) 平歯車の Z_B は，1 又は次式による値，M_1 のどちらか大きい方の値

$$M_1 = \frac{\tan \alpha_{tw}}{\sqrt{\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a1}}{d_{b1}}\right)^2 - 1} - \frac{2\pi}{z_1}\right]\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a2}}{d_{b2}}\right)^2 - 1} - (\varepsilon_\alpha - 1)\frac{2\pi}{z_2}\right]}}$$

(2) $\varepsilon_\beta \geqq 1$ のはすば歯車の Z_B は，1

(3) $\varepsilon_\beta < 1$ のはすば歯車の場合の Z_B は，1 又は次式による値のどちらか大きい方の値

$$Z_B = M_1 - \varepsilon_\beta (M_1 - 1)$$

(4) 平歯車の Z_D は，1 又は次式による値 M_2 のどちらか大きい方の値

$$M_2 = \frac{\tan \alpha_{tw}}{\sqrt{\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a2}}{d_{b2}}\right)^2 - 1} - \frac{2\pi}{z_2}\right]\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a1}}{d_{b1}}\right)^2 - 1} - (\varepsilon_\alpha - 1)\frac{2\pi}{z_1}\right]}}$$

(5) $\varepsilon_\beta \geqq 1$ のはすば歯車の Z_D は，1

(6) $\varepsilon_\beta < 1$ のはすば歯車の場合の Z_D は，1 又は次式による値のどちらか大きい方の値

$$Z_D = M_2 - \varepsilon_\beta (M_2 - 1)$$

(7) 内歯歯車の Z_D は，1

-3. 領域係数，Z_H

領域係数 Z_H は，ピッチ点における歯面曲率のヘルツ応力に及ぼす影響を考慮し，基準ピッチ円筒上の接線荷重とかみあいピッチ円筒上の歯直角荷重とを関連づけるものである。Z_H は次式により求められる。

$$Z_H = \sqrt{\frac{2\cos\beta_b}{\cos^2\alpha_t \tan\alpha_{tw}}}$$

-4. 弾性定数係数，Z_E

弾性定数係数 Z_E は，材料のヤング率ポアソン比のヘルツ応力に及ぼす影響を考慮するものである。鋼製歯車の場合は，Z_E = 189.8（$\sqrt{N/mm^2}$）

上記以外の場合，*ISO* 6336-2:2019 を参照すること。

-5. かみあい率係数，Z_ε

かみあい率係数Z_εは，正面かみあい率及び重なりかみあい率の特定の面荷重に及ぼす影響を考慮するものである。次式により求められる。

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4-\varepsilon_\alpha}{3}}$$ （平歯車の場合）

$$= \sqrt{\frac{4-\varepsilon_\alpha}{3}(1-\varepsilon_\beta)+\frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha}}$$ （ε_β< 1 のはすば歯車の場合）

$$= \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}}$$ （ε_β≧1 はすば歯車の場合）

-6. ヘルツ応力のためのねじれ角係数，Z_β

ヘルツ応力のためのねじれ角係数Z_βは，ねじれ角の歯面強さに及ぼす影響及び接触線上の荷重分布の変化を考慮するものである。Z_βはねじれ角のみに依存し，次式により求められる。

$$Z_\beta = \sqrt{\frac{1}{\cos\beta}}$$

ここに，

β：基準ねじれ角（°）

1.6.3 許容ヘルツ応力

-1. 許容ヘルツ応力σ_{HP}は次式による。

$$\sigma_{HP} = \sigma_{Hlim}\frac{Z_N Z_L Z_V Z_R Z_W Z_X}{S_H}$$

-2. ヘルツ応力限度，σ_{Hlim}

ある与えられた材料に関して，σ_{Hlim}は永久に耐えられる繰り返しヘルツ応力の限度を表わす。具体的には，σ_{Hlim}の値は 5×10^7 回の繰り返しヘルツ応力を受けてもピッチングを起こさない応力レベルとしてよい。このような意味でのピッチングは次のように定義される。非表面硬化歯車の場合には，ピッチング領域＞総作用面積の 2 %で，表面硬化歯車の場合には，ピッチング領域＞総作用面積の 0.5 %あるいは，ある特定の歯の歯面積の 4%である。なお，σ_{Hlim}の値は 1 %或はそれ以下の破壊確率に対応しなければならない。ヘルツ応力限度は主に次の要素に依存する。

(1) 材料の構成成分，清浄度及び欠陥

(2) 機械的特性

(3) 残留応力

(4) 硬化方法，硬化領域の深さ，硬さの勾配

(5) 材料構造（鍛造，圧延棒，鋳造）

ヘルツ応力限度σ_{Hlim}は，次**表 6.3-1** による。ただし，十分な実績があるものであれば，本会がその都度上記**(1)**から**(5)**のことを考慮してより大きな値を取ることができる。

表 6.3-1　　σ_{Hlim}の値（N/mm^2）

鋼 種	σ_{Hlim}
焼きならし一般構造用鋼	*HB*+190
ずぶ焼炭素鋼	*HB*+350
ずぶ焼合金鋼	1.33*HB*+367
歯元まで高周波焼入れ合金鋼	0.6*HV*+850
窒化合金鋼	1000
軟窒化合金鋼	1.14*HV*+437，だたし，*HV*>450 においては 950
窒化鋼	1250
浸炭焼入れ合金鋼	1500

（備考）

HB：ブリネル硬さ；*HV*：ビッカース硬さ

-3.　ヘルツ応力のための寿命係数，Z_N

ヘルツ応力のための寿命係数 Z_N は，有限寿命（繰り返し数）で使用される場合に，より大きな許容ヘルツ応力が認められることを考慮するものであり，1.0 より大きな値をその都度考慮する。本係数は主に次のものに依存する。

(1)　材料及び熱処理

(2)　繰り返し数

(3)　影響する係数（Z_R，Z_V，Z_L，Z_W，Z_x）

寿命係数 Z_N は，参照規格 *ISO* 6336-2:2019 に定める方法 B に従い決定されなければならない。

-4.　潤滑油係数，Z_L

潤滑油係数 Z_L は，潤滑剤の種類及びその粘度の影響を考慮するもので，以下に述べる速度係数 Z_V，あらさ係数 Z_R と同様，かみあい歯車の硬さが異なる場合には，硬さの低い方に対して求めなければならない。又，これらの係数は主に次の要素に依存する。

(1)　接触領域にある潤滑剤の粘度

(2)　歯面上の瞬間速度の総和

(3)　荷重

(4)　ピッチ点における相対曲率半径

(5)　歯面のあらさ

(6)　大小歯車の硬さ

Z_L は次式により求められる。

$$Z_L = C_{ZL} + \frac{4(1.0 - C_{ZL})}{(1.2 + 134/\nu_{40})^2}$$

ここに，

$C_{ZL} = \frac{\sigma_{Hlim}-850}{350}0.08 + 0.83$（$850\ N/mm^2 \leq \sigma_{Hlim} \leq 1200\ N/mm^2$の場合）

$= 0.83$（$\sigma_{Hlim} < 850\ N/mm^2$の場合）

$= 0.91$（$\sigma_{Hlim} > 1200\ N/mm^2$の場合）

ν_{40}：40℃の時の使用潤滑油の公称動粘度（mm^2/s）

-5.　速度係数，Z_V

速度係数 Z_V は，基準ピッチ母線上の速度の影響を考慮するものである。次式により求められる。

$$Z_V = C_{Z_V} + \frac{2(1.0 - C_{Z_V})}{\sqrt{0.8 + 32/v}}$$

ここに，

$C_{Z_V} = \frac{\sigma_{Hlim}-850}{350}0.08 + 0.85$（$850\ N/mm^2 \leq \sigma_{Hlim} \leq 1200\ N/mm^2$）

$= 0.85$（$\sigma_{Hlim} < 850\ N/mm^2$）

$= 0.93$（$\sigma_{Hlim} > 1200\ N/mm^2$）

-6.　あらさ係数，Z_R

あらさ係数 Z_R は，歯面あらさの面圧強さへの影響を考慮するもので，次式により求められる。

$$Z_R = \left(\frac{3}{R_{Z10}}\right)^{C_{ZR}}$$

$$R_{Z10} = R_z \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{\rho_{red}}}$$

$$R_z = \frac{R_{z1} + R_{z2}}{2}$$

R_{Z1}, R_{Z2}：小歯車と大歯車の幾つかの歯面において測定して得た歯面あらさの平均値である。

R_Z： *ISO* 6336-2:2019 を参照。

ρ_{red}：相対曲率半径で，次式による。

$$\rho_{red} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

$\rho_{1.2} = 0.5 \cdot d_{b1 \cdot 2} \cdot \tan\alpha_{tw}$（内歯車の場合は，$d_b$ は負の値となる）

なお，歯面あらさが算術平均あらさ R_a で表示される場合には，$R_z = 6R_a$ で変換することができる。

$C_{ZR} = 0.32 - 0.0002\sigma_{Hlim}$（$850\ N/mm^2 \leq \sigma_{Hlim} \leq 1200\ N/mm^2$）

$= 0.150$（$\sigma_{Hlim} < 850\ N/mm^2$）

$= 0.080$（$\sigma_{Hlim} > 1200\ N/mm^2$）

-7. 加工硬化係数，Z_W

加工硬化係数 Z_W は，滑らかな歯面を持ち，比較してより硬い歯車とかみあう硬さの低い鋼製歯車の歯面強さの増加を考慮するもので，次式により求められる。

(1) 表面硬化型小歯車及びずぶ焼き大歯車の場合

$Z_W = 1.2 \cdot \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$（$HB$＜130 の場合）

$= \left(1.2 - \frac{HB-130}{1700}\right) \cdot \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$（130≤$HB$≤470 の場合）

$= \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$（$HB$＞470 の場合）

HB ：一対の歯車のうち硬さの低い歯面のブリネル硬さ

R_{ZH}：等価あらさ（μm）で，次式による。

$$R_{zH} = \frac{R_{z1} \cdot (10/\rho_{red})^{0.33} \cdot (R_{z1}/R_{z2})^{0.66}}{(v \cdot \nu_{40}/1500)^{0.33}}$$

(2) ずぶ焼き小歯車及び大歯車の場合

大歯車より十分に硬さの高い小歯車の場合，加工効果の影響は大歯車の歯面の負荷容量を増加させる。Z_W は小歯車ではなく，大歯車のみに適用とする。（小歯車には適用しない）

$Z_W = 1$（$HB_1/HB_2 < 1.2$ の場合）

$= 1 + \left(0.00898\frac{HB_1}{HB_2} - 0.00829\right) \cdot (u - 1)$（1.2≤$HB_1/HB_2$≤1.7 の場合）

$= 1 + 0.00698 \cdot (u - 1)$（$HB_1/HB_2$>1.7 の場合）

$HB_{1,2}$：小歯車，大歯車のブリネル硬さ

ただし，u>20 の場合は u=20 とし，また Z_W<1 の場合は Z_W=1 とする。

(3) 前**(1)**及び**(2)**以外の場合

Z_W=1

-8. ヘルツ応力のための寸法係数，Z_x

寸法係数 Z_x は，許容ヘルツ応力への歯の寸法の影響と材料特性の非均一性を考慮するものである。本係数は，主に以下の要素に依存する。

(1) 材料及び熱処理

(2) 歯及び歯車の寸法

(3) 歯サイズに対する硬化層深さの比

(4) 等価曲率半径に対する硬化層深さの比

ずぶ焼き歯車，歯の寸法及び相対曲率半径に対して十分な硬化層深さを有する表面硬化型歯車については，Z_x=1，

もし硬化層深さが比較的に浅いのであれば，Z_x はより小さい値を取らなければならない。

-9. ヘルツ応力に関する安全係数，S_H

ヘルツ応力に関する安全係数 S_H を次の値とする。

(1) 主推進歯車：1.20

(2) 補機歯車：1.15

なお，二重独立の主推進又は船級要件以上の独立多重化される補機用歯車装置にあっては，本会の承認を得て，上記の値より小なる値をとることができる。

1.7 曲げ強さ

1.7.1 算定式

歯元曲げ応力σ_F及び歯元曲げ許容応力σ_{FP}は，小歯車と大歯車に対して，それぞれ計算しなければならない。歯元の曲げ強さの基準は次式の示すように歯元フィレット部の局部応力σ_Fが許容応力σ_{FP}を超えないことである。すなわち，

$$\sigma_F = \frac{F_t}{bm_n} Y_F Y_S Y_\beta Y_B Y_{DT} K_A K_\gamma K_V K_{F\alpha} K_{F\beta} \leq \sigma_{FP}$$

ただし，以下の定義と算式はリム厚さが 3.5 m_n 以上の歯車に適用する。また，本方法に基づいて得られる計算結果は歯直角圧力角が 25 度以下，基準ねじれ角が 30 度まで有効である。したがって，大圧力角又は大ねじれ角の歯車にあっては，その計算結果は *ISO* 6336-3:2019 に定める方法 A による経験によって確認すべきである。

1.7.2 小歯車及び大歯車の歯元曲げ応力

-1. 歯形係数，Y_F

歯形係数 Y_F は，公称曲げ応力への一対歯かみ合い時の最も外側点に荷重が作用する時の歯形の影響を考慮するものである。Y_F は小歯車及び大歯車に対し，それぞれ求めなければならない。はすば歯車の場合には，歯形係数は，歯直角断面において求めなければならない。すなわち，相当平歯車歯数 Z_n を有する相当平歯車で求めなければならない。歯形係数，Y_F は次式により求められる。

$$Y_F = \frac{6\frac{h_F}{m_n}\cos\alpha_{Fen}}{\left(\frac{S_{Fn}}{m_n}\right)^2 \cos\alpha_n}$$

S_{Fn}，h_F 及びα_{Fen}はそれぞれ次のように求められる。

$$S_{Fn} = m_n z_n \sin\left(\frac{\pi}{3} - \theta\right) + \sqrt{3} m_n \left(\frac{G}{\cos\theta} - \frac{\rho_{fp}}{m_n}\right)$$

$$G = \frac{\rho_{fp}}{m_n} - \frac{h_{fp}}{m_n} + x$$

$$\theta = \frac{2G}{z_n}\tan\theta - \frac{2}{z_n}\left(\frac{\pi}{2} - \frac{E}{m_n}\right) + \frac{\pi}{3}$$

$$E = \frac{\pi}{4} m_n - h_{fp}\tan\alpha_n + \frac{S_{pr}}{\cos\alpha_n} - (1 - \sin\alpha_n)\frac{\rho_{fp}}{\cos\alpha_n}$$

S_{pr} は次の図 7.2-1 により求められる。ただし，ラックに切り下げがない場合には 0 とする。

$$h_F = \frac{m_n}{2}\left[(\cos\gamma_e - \sin\gamma_e \tan\alpha_{Fen})\frac{d_{en}}{m_n} - z_n \cos\left(\frac{\pi}{3} - \theta\right) - \frac{G}{\cos\theta} + \frac{\rho_{fp}}{m_n}\right]$$

$$\alpha_{Fen} = \alpha_{en} - \gamma_e$$

$$\gamma_e = \frac{0.5\pi + 2x\tan\alpha_n}{z_n} + \mathrm{inv}\alpha_n - \mathrm{inv}\alpha_{en}$$

$$\alpha_{en} = \arccos\left(\frac{d_{bn}}{d_{en}}\right)$$

$$d_{en} = 2\frac{z}{|z|} \times \sqrt{\left[\sqrt{\left(\frac{d_{an}}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_{bn}}{2}\right)^2} - \frac{\pi d \cos\beta \cos\alpha_n}{|z|}(\varepsilon_{an} - 1)\right]^2 + \left(\frac{d_{bn}}{2}\right)^2}$$

$$\varepsilon_{an} = \frac{\varepsilon_\alpha}{\cos^2\beta_b}$$

$$\beta_b = \arccos\sqrt{1-\sin^2\beta\cos^2\alpha_n}$$

$$d_{bn} = d_n\cos\alpha_n$$

$$d_n = m_n z_n$$

$$d_{an} = d_n + d_a - d$$

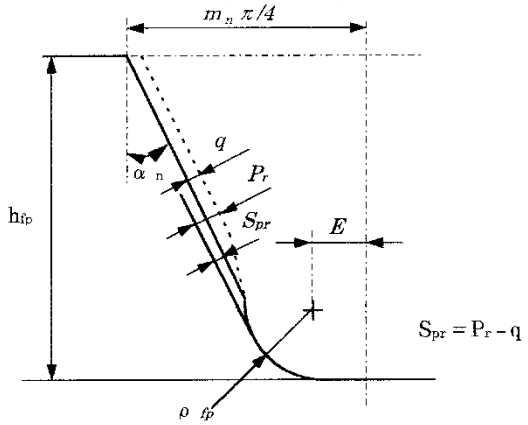
内歯車の場合にあっては，

$$S_{Fn2} = m_n z_n \sin\left(\frac{\pi}{6}-\theta\right) + m_n\left(\frac{G}{\cos\theta} - \frac{\rho_{fp}}{m_n}\right)$$

$$h_{Fn2} = \frac{m_n}{2}\left[(\cos\gamma_e - \sin\gamma_e\tan\alpha_{Fen})\frac{d_{en}}{m_n} - z_n\cos\left(\frac{\pi}{6}-\theta\right) - \sqrt{3}\left(\frac{G}{\cos\theta} - \frac{\rho_{fp2}}{m_n}\right)\right]$$

$$d_{en2} = 2\frac{z}{|z|} \times \sqrt{\left[\sqrt{\left(\frac{d_{an2}}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_{bn2}}{2}\right)^2} - \frac{\pi d_2\cos\beta\cos\alpha_n}{|z|}(\varepsilon_{\alpha n}-1)\right]^2 + \left(\frac{d_{bn2}}{2}\right)^2}$$

図 7.2-1　　基準ラックの歯形及び寸法



-2.　応力修正係数，Y_S

応力修正係数 Y_S は，歯元に作用するのは曲げ応力だけではないことを考慮して，公称曲げ応力を歯元局部曲げ応力に変換するために導入されるものである。Y_S は一対の歯がかみ合う場合に適用する。Y_S は小歯車及び大歯車についてそれぞれ求めなければならない。Y_Sは，次式により求められる（有効範囲：$1 \le q_S < 8$）。

$$Y_S = \left(1.2 + 0.13\frac{S_{Fn}}{h_F}\right)q_S^L$$

$$L = \frac{1}{1.21 + 2.3\frac{h_F}{S_{Fn}}}$$

ただし，q_Sは切り欠きパラメータで，次式による。

$$q_S = \frac{S_{Fn}}{2\rho_F}$$

ただしρ_Fは危険断面における歯元隅肉部半径（mm）で，次式による。

$$\rho_F = \rho_{fp} + \frac{2m_n G^2}{\cos\theta\,(z_n\cos^2\theta - 2G)}$$

ρ_Fの計算については，*ISO* 6336-3:2019 の方法を参照すること。

-3.　歯元曲げ応力のためのねじれ角係数，Y_β

歯元曲げ応力のためのねじれ角係数Y_βは，点負荷の片持ち梁モデルから算出される応力を荷重が負荷線に沿って斜めに負荷した時の片持ち板の時の応力に変換するものである。次式により求められる。

$$Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta\frac{\beta}{120}$$

ただし，$\varepsilon_\beta > 1$の場合にはε_βを 1 とし，また$\beta > 30°$の場合にはβを 30 度とする。

-4.　リム厚さ係数，Y_B

リム厚さ係数 Y_B は，リムの薄い歯車の負荷許容能力の低下を考慮した簡略化した係数である。高負荷の場合，この方法はより総合的な解析と置き換える必要がある。Y_B は次式により求められる。

(1) 外歯車の場合

$Y_B = 1.6 \cdot \ln\left(2.242\frac{h}{s_R}\right)$（$0.5 < s_R/h < 1.2$の場合）

$= 1$（$s_R/h \geq 1.2$の場合）

s_R：外歯車のリム厚さ（mm）

h：歯丈（mm）

ただし，$s_R/h \leq 0.5$であってはならない。

(2) 内歯車の場合

$Y_B = 1.15 \cdot \ln\left(8.324\frac{m_n}{s_R}\right)$（$1.75 < s_R/m_n < 3.5$の場合）

$= 1$（$s_R/m_n \geq 3.5$の場合）

s_R：内歯車のリム厚さ（mm）

ただし，$s_R/m_n \leq 1.75$であってはならない。

-5. 深歯係数，Y_{DT}

深歯係数 Y_{DT} は，実質的なかみあい率$2.05 \leq \varepsilon_{\alpha n} \leq 2.5$の範囲内の高精度歯車とかみあい率を考慮するため歯元応力を調整する。

$$\varepsilon_{\alpha n} = \frac{\varepsilon_\alpha}{\cos^2\beta_b}$$

Y_{DT}は次による。

$Y_{DT} = 0.7$（歯車精度の *ISO* 等級 ≤ 4 かつ$\varepsilon_{\alpha n} > 2.5$の場合）

$Y_{DT} = 2.366 - 0.666 \cdot \varepsilon_{\alpha n}$（歯車精度の *ISO* 等級$\leq 4$ かつ$2.05 < \varepsilon_{\alpha n} \leq 2.5$の場合）

$Y_{DT} = 1.0$（上記以外の場合）

1.7.3 許容歯元曲げ応力

-1. 許容歯元曲げ応力σ_{FP}は次式による。

$$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{FE} Y_d Y_N Y_{\delta relT} Y_{RrelT} Y_X}{S_F}$$

-2. 曲げ耐久限度，σ_{FE}

ある与えられた材料について，σ_{FE}は永久的に耐えられる歯元の局部的な曲げ応力である。ここでは *ISO* 6336-5:2016 に基づき，3×10^6回の寿命に対応する応力を耐久限度と見なす。σ_{FE}は熱処理による残留応力を無視して最小応力が 0 の片振変動応力として定義される。他の応力状況，たとえば，交変応力や予応力等の影響については設計係数 Y_d をもって考慮する。なお，σ_{FE}の値は，1%又はそれ以下の破壊確率に対応して決める。曲げ耐久限度は主に以下の要素に依存する。

(1) 材料の化学成分，清浄度及び欠陥

(2) 機械的性質

(3) 残留応力

(4) 硬化過程，硬化区域の硬化深さ，硬さ勾配

(5) 材料構造（鍛造，圧延棒，鋳造）

σ_{FE}は次式による。

$\sigma_{FE}=2\sigma_{F\lim}$

$\sigma_{F\lim}$は，**表 7.3-1** による。ただし，十分な実績があるものであれば，本会がその都度上記**(1)**から**(5)**のことを考慮してより大きな値を取ることができる。

-3. 設計係数，Y_d

設計係数 Y_d は，双方向負荷や焼ばめにより歯元に生じる予応力や双方向負荷の歯元曲げ耐久限度に対する影響を考慮するもので，次のように求める ；

Y_d=1.00（通常）

= 0.90（たまに双方向負荷を受ける歯車装置，例えば，逆転歯車装置の中の主大歯車）

= 0.70（アイドラ歯車）

-4. 歯元曲げ応力のための寿命係数，Y_N

歯元曲げ応力のための寿命係数 Y_N は，有限寿命（繰り返し数）で使用される場合に，より大きな許容歯元曲げ応力が認められることを考慮するものであり，1.0 より大きな値をその都度考慮する。本係数は主に次のものに依存する。

(1) 材料及び熱処理

(2) 負荷サイクル数（寿命）

(3) 影響する係数（$Y_{\delta relT}$，Y_{RrelT}，Y_X）

寿命係数 Y_N は，参照規格 *ISO* 6336-3:2019 に定める方法 B に従い決定されなければならない。

-5. 相対切欠き感度係数，$Y_{\delta relT}$

相対切り欠き感度係数$Y_{\delta relT}$は，理論的に応力集中がどのように疲労耐久限度を影響するかを表すものである。本係数は主に材料及び相対応力勾配に依存し，次式により求められる。

$$Y_{\delta relT} = \frac{1+\sqrt{0.2\rho'(1+2q_s)}}{1+\sqrt{1.2\rho'}}$$

q_s：切り欠きパラメータ

ρ' ：滑性層厚さ（mm）

ただし，ρ'は，表 7.3-2 による。

-6. 相対表面状態係数，Y_{RrelT}

相対表面状態係数Y_{RrelT}は，曲げ強さに及ぼす歯面の影響を考慮するものであり，主に表面あらさの R_Z の値に依存し，表 7.3-3 により求められる。

-7. 歯元曲げ応力のための寸法係数，Y_X

歯元曲げ応力のための寸法係数 Y_X は，寸法の増大に伴う強度の低下を考慮するもので，主に下記の要素に依存する ；

(1) 材料及び熱処理

(2) 歯及び歯車の寸法

(3) 歯の寸法に対する硬化層深さの比

歯元曲げ応力のための寸法係数，Y_X は表 7.3-4 による。

-8. 歯元曲げ強さに関する安全係数，S_F

歯元曲げ応力に関する安全係数 S_F を次の値とする。

(1) 主推進用歯車 1.55

(2) 補機用歯車 1.40

なお，2 重独立の推進又は船級要件以上に独立多重化された補機の場合では，本会の承認を得て上記の値より小なる値を取ることが出来る。

表 7.3-1 σ_{Flim}の値（N/mm^2）

鋼 種	σ_{Flim}
焼きならし一般構造用鋼	0.45*HB*+70
ずぶ焼炭素鋼	0.25*HB*+160
ずぶ焼合金鋼	0.45*HB*+180
歯元まで高周波焼入れ合金鋼	0.14*HV*+285; ただし，*HV*>570 においては 365
窒化合金鋼	365
軟窒化合金鋼	0.66*HV*+88 ; だたし，*HV*>450 においては 385
窒化鋼	420
浸炭焼入れ合金鋼	465; ただし，芯部 *HRC*>30 なら 500

HB：ブリネル硬さ，*HV*：ビッカース硬さ，*HRC*：C スケールロックウェル硬さ

表 7.3-2　　ρ'の値（mm）

材料	ρ'
窒化鋼及び窒化鋼で，表面硬化またはずぶ焼鋼	0.1005
降伏強さ 300N/mm^2 程度の鋼	0.0833
降伏強さ 400N/mm^2 程度の鋼	0.0445
降伏強さ 500N/mm^2 程度のずぶ焼鋼	0.0281
降伏強さ 600N/mm^2 程度のずぶ焼鋼	0.0194
$\sigma_{0.2}$=800N/mm^2 程度のずぶ焼鋼	0.0064
$\sigma_{0.2}$=1000N/mm^2 程度のずぶ焼鋼	0.0014
表面硬化鋼	0.0030

表 7.3-3　　相対表面状態係数，Y_{RrelT}

材 料	Y_{RrelT}
表面硬化鋼又はずぶ焼鋼（σ_B≧800 N/mm^2)	1.120 (R_Z<1) 1.674-0.529 $(R_Z+1)^{0.1}$ (1≦R_Z≦40)
焼きならし鋼（σ_B<800 N/mm^2)	1.070 (R_Z<1) 5.306-4.203 $(R_Z+1)^{0.01}$ (1≦R_Z≦40)
窒化鋼	1.025 (R_Z<1) 4.299-3.259 $(R_Z+1)^{0.0058}$ (1≦R_Z≦40)

（注）

1：R_Z歯元部の表面のあらさ（μm）。

2：本方法は，2R_Zより深いかすり傷や欠陥が存在しない場合のみ有効。

3：表面あらさが算術平均粗さ R_a で表わされる場合には，R_z=6R_aの近似式を用いることができる。

表 7.3-4　　歯元曲げ応力のための寸法係数，Y_X

m_nの範囲	材 料	Y_X
m_n ≦ 5	一般	1.00
5 < m_n < 30	焼きならし及びずぶ焼鋼	1.03 - 0.006m_n
m_n ≧ 30		0.85
5 < m_n < 25	表面硬化鋼	1.05 - 0.010m_n
m_n ≧ 25		0.80

附属書 6.2.2 中間軸高強度材料の使用

1.1 適用

本附属書は，規格最低引張強さが 800 N/mm^2 を超えて，950 N/mm^2 より小さい低合金鋼鍛鋼品（ステンレス鋼鍛鋼品等を除く。）により製造される中間軸に適用する。

1.2 ねじり疲労試験

1.2.1 一般規定

材料が通常の鋼材と同等の疲労寿命を示すことを確認するため，ねじり疲労試験を行うこと。低合金鋼のねじり疲労強度は，**規則 D 編 8.2.2-1.(1)**の算式によるねじり振動応力の許容限度τ_1以上とすること。この試験は，切欠試験片と切欠きのない試験片についてそれぞれ行うこと。また，切欠試験片の応力集中係数及び切り欠き係数の計算は，設計条件における最大ねじり応力集中を考慮して行うこと。

1.2.2 試験条件

試験条件は，**表 1.1** によること。表面あらさは算術平均粗さR_aで 0.2 μm 未満とし，*ISO* 1352:2011 *Section* 8.4 に従って，局所的な機械加工痕がないことを低倍率（倍率 20 倍）での外観検査により確認すること。試験の方法については，*ISO* 1352:2011 *Section* 10 によること。

表 1.1 試験条件

負荷形式	ねじり
応力比	R=-1
負荷波形	定振幅の正弦波
評価方法	S-N 曲線
試験終了までのサイクル数	1 x 10^7 サイクル

1.2.3 判定基準

高サイクルねじり疲労強度τ_{C1}及び低サイクルねじり疲労強度τ_{C2}の計測値は以下の算式による値以上とすること。

$$\tau_{C1} \geq \tau_{1,\lambda=0} = \frac{\sigma_B + 160}{6} \cdot C_K \cdot C_D$$

$$\tau_{C2} \geq 1.7\tau_{C1}/\sqrt{C_K}$$

C_K :軸の種類及び形状に関する係数で，**規則 D 編表 D8.1** 備考(1)の算式を準用する。ただし，C_Kを算出する際の応力集中係数は，実際の設計条件を考慮し決定することができる。なお，切欠きの無い試験片の応力集中係数は 1.0 とする。

C_D :軸の大きさに関する係数で，**規則 D 編 8.2.2-1.(1)**の算式を準用する。

σ_B :軸に使用する材料の引張強さの規格最小値（N/mm^2）

1.3 清浄度の確認

低合金鋼は *ISO* 4967:2013 *method A* に従って非金属介在物の顕微鏡試験を行い，**表 1.2** に示す清浄度を有することを示すこと（*ISO* 4967:2013 *Section* 2 を参照のこと）。また，代表試料は鍛鋼品又は圧延品ごとに溶鋼から採取すること。低合金鋼は**規則 K 編表 K6.2** の規格を標準とし，清浄度の要件を満たすため，硫黄，リン，酸素の含有量が最小となるよう特別の注意を払うこと。特殊な鋼組成については，本会の承認を得ること。

表 1.2　　清浄度

介在物グループ	シリーズ	図表指数 I の制限値
グループ A	薄い	1
	厚い	1
グループ B	薄い	1.5
	厚い	1
グループ C	薄い	1
	厚い	1
グループ D	薄い	1
	厚い	1
グループ DS	-	1

1.4　　検査

低合金鋼は，**規則 K 編 6.1.10-1.(1)**により超音波探傷試験を行うこと。

附属書 6.2.13軸系アライメントの計算

1.1 一般

1.1.1 適用

-1. 本附属書は，**規則 D 編 6.2.10**, **6.2.11** 及び **6.2.13** に基づいて行われる軸系のアライメント計算に適用する。ただし，本附属書の **1.3** については，搭載される主機の種類に応じて**表 1.1.1-1.**のとおり適用する。

表 1.1.1-1. 計算条件等の適用

主機の種類	計算条件等 1)2)		
	1.3.1	**1.3.2**	**1.3.3** 3)
2 ストローク機関	●	●	●
4 ストローク機関	●	●	―
蒸気タービン機関	●	●	―

注 1） ●：適用 ―：非適用

注 2） **1.3.1**：軽喫水状態（冷態時） **1.3.2**：軽喫水状態（温態時） **1.3.3**：満載喫水状態（温態時）

注 3） 油タンカー1)，危険化学品ばら積船 2)，ばら積貨物船 3)及び一般乾貨物船 4)に適用する。

1) 油タンカーとは，**規則 B 編 1.3.1(11)**に定めるものをいう。

2) 危険化学品ばら積船とは，**規則 A 編 2.1.43** に定めるものをいう。

3) ばら積貨物船とは，**規則 B 編 1.3.1(13)**に定めるものをいう。

4) 一般乾貨物船とは，**規則 B 編 1.3.1(15)**に定めるものをいう。

-2. 前**-1.**にかかわらず，実際径が 400 *mm* 未満の油潤滑式プロペラ軸を有する軸系に**規則 D 編 6.2.10** 又は **6.2.11** の規定に従って軸系アライメントの計算を行う場合には，本附属書の **1.1.2**，**1.2.1** 及び **1.3.1**（**-4.**を除く。）を適用する。

-3. 本附属書の規定により難い場合には，本会の承認を得て他の方法により計算を行うことができる。

1.1.2 軸系アライメント計算書

提出すべき図面及び資料は，次のデータを含む軸系アライメント計算書とする。

(1) 軸径（外径及び内径）及び軸長さ

(2) 軸受長さ

(3) 集中荷重の位置及び大きさ

(4) 軸受支点の位置

(5) 軸受のオフセット量

(6) 荷重影響係数

(7) 曲げモーメント及び曲げ応力

(8) 軸受荷重及び軸受平均面圧

(9) 船尾端の軸受における軸受と軸との相対傾斜角又は最大面圧

(10) 軸の変位量

(11) 軸継手間のサグ及びギャップ量

(12) 軸受荷重計測要領（軸受荷重計測を行う場合に限る。）

1.2 軸系のモデル化

1.2.1 荷重

-1. 軸系アライメントの計算は，静的荷重を対象とする。

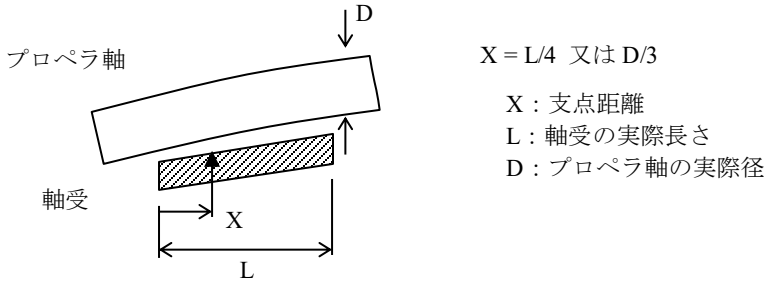
-2. 外力として，軸系に作用する浮力を考慮しなければならない。機関のカム軸がチェーンで駆動される機関にあっては，チェーンの張力についても考慮しなければならない。チェーンの張力の大きさは，主機の製造者が指示するところに

よる。

1.2.2　　軸受

-1.　船尾端の軸受における支持を 1 点とする場合は支点位置を当該軸受の後端から L/4 又は D/3 の距離とし，2 点とする場合は支点位置を当該軸受の両端とすること。3 点以上とする場合は設計者の計画する位置として差し支えない。その他の軸受における支点位置は，軸受長さの中心とすること。

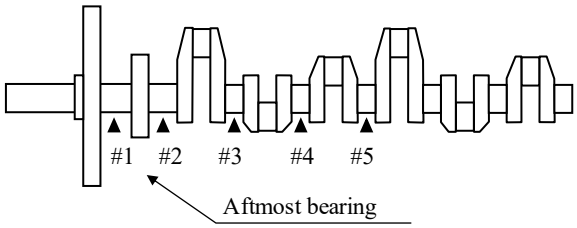
図 1.2.2-1.　軸受支点



-2.　軸受支持条件は，単純支持又は弾性支持のいずれを用いても差し支えない。

-3.　スラスト軸と一体形のクランク軸の場合には，計算で考慮する機関軸受の数は船尾側から 5 個以上としなければならない。

図 1.2.2-3.　計算対象とする機関軸受の数



1.2.3　　クランク軸等価軸径

主機として用いる 2 ストローク機関のクランク軸については，ロングストロークによる曲げ剛性の低下を考慮し，クランクジャーナル部よりも直径が小さい軸としてアライメント計算を行わなければならない。等価軸径については，原則として，主機の製造者が指示するところによる。

1.2.4　　減速機を有する軸系

蒸気タービン機関又は減速機付き往復動内燃機関の軸系計算モデルの範囲は，プロペラから減速機大歯車の船首側軸受までとする。

1.3　　計算条件及び計算結果の評価

1.3.1　　軽喫水状態（冷態時）

-1.　軽喫水状態における冷態時のアライメント計算を行わなければならない。やむを得ずドライドックの状態で軸系据付け（軸結合）を行う場合には，当該状態におけるアライメント計算を行わなければならない。

-2.　ホワイトメタルを用いて油潤滑を行う場合には，船尾端の軸受における呼称軸受面圧並びに軸受と軸との相対傾斜角又は最大軸受面圧は，**表 1.3.1-2.**の許容値を越えてはならない。

-3.　アライメント計算で得られた曲げモーメント（絶対値）は，いかなる位置においても船尾端の軸受に作用する曲げ

モーメント（絶対値）を超えないように設計しなければならない。

-4. 軸受荷重は全ての軸受においてプラスでなければならない。ただし，主機として用いる 2 ストローク機関の機関最後部の軸受については，主機の製造者の了承のもとに軸受荷重をゼロとしても差し支えないが，軸受荷重をマイナスとすることは認められない。軸受荷重の符号は**図 1.3.1-4.**による。

図 1.3.1-2.(a) 相対傾斜角

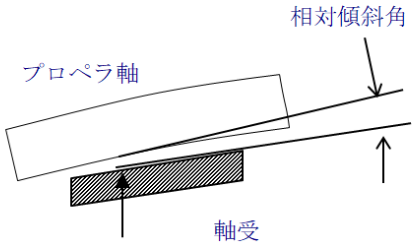


図 1.3.1-2.(b) 最大軸受面圧

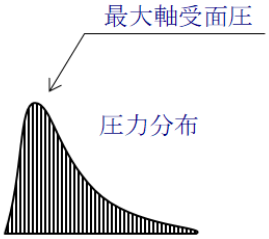


図 1.3.1-4. 軸受荷重の符号

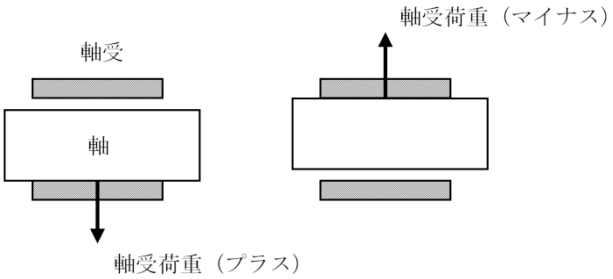


表 1.3.1-2. 呼称軸受面圧並びに相対傾斜角又は最大軸受面圧の許容値（ホワイトメタル）

	許容値	備 考
呼称軸受面圧	0.8 *MPa*	
軸受と軸との相対傾斜角	$3x10^{-4}$ *rad*	軸受支点を 1 点支持又は 2 点支持とする場合に適用する。2 点支持とする場合は，両支点位置で相対傾斜角を算出すること。（**図 1.3.1-2.(a)**参照）
最大軸受面圧	40 *MPa*	軸受荷重を分布荷重として計算する場合に適用する。（**図 1.3.1-2.(b)**参照）

1.3.2 軽喫水状態（温態時）

-1. 軽喫水状態を対象とする温態時のアライメント計算を行わなければならない。温度の影響は，主機として用いる往

復動内燃機関及び減速機の軸受におけるオフセット変化のみとして差し支えない。オフセット変化の量については，それぞれ，製造者が指示するところによる。

-2. 前**-1.**の計算において，プロペラは軸系据付け時と同じ没水状態とするか又は完全に没水した状態としなければならない。

-3. 進水前に軸を結合する場合には，進水前後で軸受のオフセットがほとんど変化しないものとみなして前**-1.**の計算を行わなければらない。

-4. 軸受荷重は，全ての軸受についてプラスでなければならない。

-5. 減速機を有する場合には，減速機大歯車の前後の軸受における温態時の荷重差は，減速機の製造者が定める許容値を超えてはならない。

-6. 計算においては，プロペラ偏心スラストによる上向きモーメントを考慮しても差し支えない。

1.3.3 満載喫水状態（温態時）

-1. 油タンカー，危険化学品ばら積船，ばら積貨物船及び一般乾貨物船の場合には，満載喫水時の船体たわみの影響により機関内の軸受で無荷重となることを防止するため，次の**(1)**又は**(2)**の算式を用いて機関の船尾側から 2 番目及び 3 番目の軸受が無荷重となるときの機関室後部隔壁の位置における船体たわみ（それぞれδ_{B2}，δ_{B3}とする。）を求め，これらのうちいずれか小さい方の値が**図 1.3.3-1.(a)**の下限値（δ_{BM}）以上となるような軸系アライメントしなければならない。

(1) 弾性支持による荷重影響係数を用いて算出する場合

$\delta_{Bi} = -R_i/S_i$

ここに，

i：機関内の（船尾側からとった）軸受番号

R_i：前 **1.3.2** で計算した機関の船尾側からi番目の軸受における反力（*kN*）

S_i：船体が機関室後部隔壁の位置で下方に 1 *mm* だけ変位したときの（機関の船尾側から）i番目の軸受における反力の増加量であり，次式による。（*kN/mm*）

$$S_i = \sum_{n=1}^{a-1} C_{b+i-1,n}(1.5x_n - 0.5) + \sum_{n=a}^{b-1} C_{b+i-1,n}{x_n}^{1.5}$$

$x_n = X_n/L$

n ：船尾端からとった支点番号

a ：（船尾端からとった）機関室後部隔壁の船首側で隔壁に最も近い支点の番号

b ：（船尾端からとった）機関最後部の支点番号

X_n ：機関最後部の支点(b)から支点nまでの距離（*mm*）

L ：機関最後部の支点(b)から機関室後部隔壁までの距離（*mm*）

$C_{m,n}$ ：支点nが下方に 1 *mm* だけ変位したときの支点mにおける反力の増加量（荷重影響係数）（*kN/mm*）。支点番号m，nについては**図 1.3.3-1.(b)**参照。

(2) 単純支持による荷重影響係数を用いて算出する場合

次の(1)式，(2)式の連立方程式の解をそれぞれδ_{B2}，δ_{B3}とする。

$$\left.\begin{aligned}
S_1\delta_{B2} + (C_{1,1} - K)\delta_1 + C_{1,3}\delta_3 + C_{1,4}\delta_4 + C_{1,5}\delta_5 &= C_{1,2}R_2/K \\
S_2\delta_{B2} + C_{2,1}\delta_1 + C_{2,3}\delta_3 + C_{2,4}\delta_4 + C_{2,5}\delta_5 &= (C_{2,2} - K)R_2/K \\
S_3\delta_{B2} + C_{3,1}\delta_1 + (C_{3,3} - K)\delta_3 + C_{3,4}\delta_4 + C_{3,5}\delta_5 &= C_{3,2}R_2/K \\
S_4\delta_{B2} + C_{4,1}\delta_1 + C_{4,3}\delta_3 + (C_{4,4} - K)\delta_4 + C_{4,5}\delta_5 &= C_{4,2}R_2/K \\
S_5\delta_{B2} + C_{5,1}\delta_1 + C_{5,3}\delta_3 + C_{5,4}\delta_4 + (C_{5,5} - K)\delta_5 &= C_{5,2}R_2/K
\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

$$\left.\begin{aligned}
S_1\delta_{B3} + (C_{1,1} - K)\delta_1 + C_{1,2}\delta_2 + C_{1,4}\delta_4 + C_{1,5}\delta_5 &= C_{1,3}R_3/K \\
S_2\delta_{B3} + C_{2,1}\delta_1 + (C_{2,2} - K)\delta_2 + C_{2,4}\delta_4 + C_{2,5}\delta_5 &= C_{2,3}R_3/K \\
S_3\delta_{B3} + C_{3,1}\delta_1 + C_{3,2}\delta_2 + C_{3,4}\delta_4 + C_{3,5}\delta_5 &= (C_{3,3} - K)R_3/K \\
S_4\delta_{B3} + C_{4,1}\delta_1 + C_{4,2}\delta_2 + (C_{4,4} - K)\delta_4 + C_{4,5}\delta_5 &= C_{4,3}R_3/K \\
S_5\delta_{B3} + C_{5,1}\delta_1 + C_{5,2}\delta_2 + C_{5,4}\delta_4 + (C_{5,5} - K)\delta_5 &= C_{5,3}R_3/K
\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

ここに，

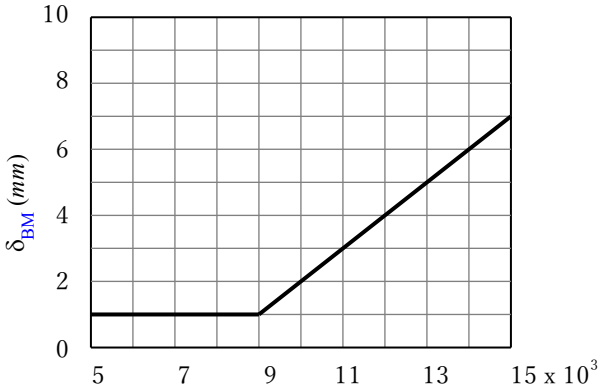
K ：軸受支持剛性であり，一定値$K = 5000$（*kN/mm*）とする。

S_i　：前**(1)**と同様。

$C_{i,j}$　：機関内の支点jが下方に 1 mm だけ変位したときの支点iにおける反力の増加量（荷重影響係数）（kN/mm）。ただし，i，jは機関内の船尾側からとった支点番号とする。

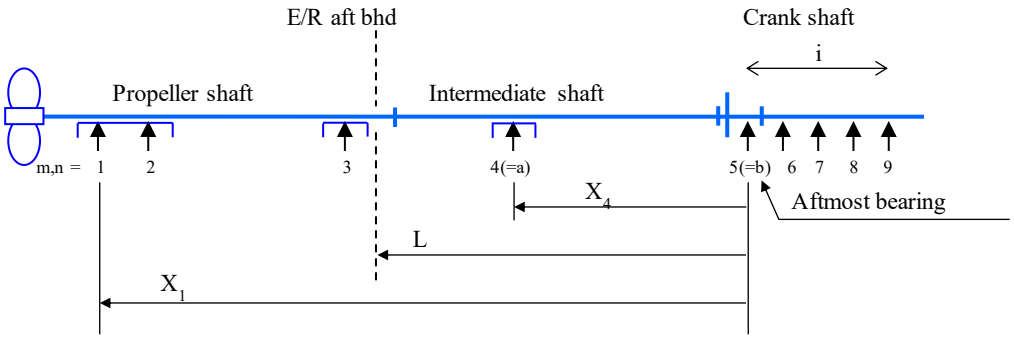
$\delta_i(i = 1,2,3,4,5)$：上記の方程式を解くことで得られる船体たわみの影響による機関内の軸受の弾性変位。

図 1.3.3-1.(a) δ_{B2}及びδ_{B3}の下限値



機関最後部の軸受支点から機関室後部隔壁までの距離 L (mm)　（図 1.3.3-1.(b)参照）

図 1.3.3-1.(b) 軸受番号及び支点番号



-2.　前**-1.**にかかわらず，満載喫水時における機関軸受の強度を評価した資料が提出された場合は，本会は，当該資料を検討の上，合否を判定する。

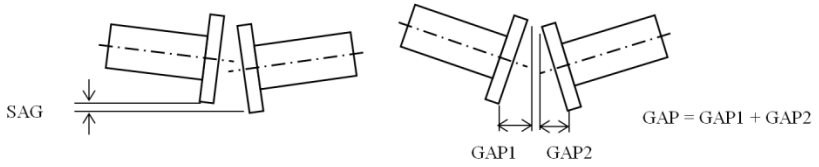
-3.　特殊な船尾構造を有すると判断される場合には，本会は，船体たわみに関する構造解析等の資料を要求することがある。

1.4　艤装要領に関する事項

1.4.1　軸継手間のサグ及びギャップ量

軸受高さが **1.3.1** で計算した値となるような，軸結合前における軸継手間のサグ及びギャップ量を計算しなければならない。

図 1.4.1.　　サグ及びギャップ量



1.4.2　　軸受荷重計測要領

軸受荷重計測がジャッキアップ法により行われる場合には，ジャッキアップ位置，荷重修正係数，ジャッキ荷重を含む計測要領書を作成しなければならない。また，このときの軸受荷重には，計測時のプロペラ没水深度を考慮しなければならない。

附属書 12.1.6　　プラスチック管

1.1　適用

-1. 本附属書は，主に金属以外の材料で作られた管装置（管継手及び管取付け物を含む。）の材料，構造，強度，使用範囲，配管工事，試験等について適用する。

-2. 金属管装置にのみ使用することが承認されたメカニカルジョイントは使用してはならない。

-3. 管の仕様は，本会の適当と認める国家規格又は国際規格による他，以下の規定を適用する。ただし，**1.3-2.**に掲げる管及び管装置にあっては **1.4**（**1.4.1-2.(2)**を除く。）及び **1.5**（**1.5.2** を除く。）の規定を適用する必要はない。

1.2　用語

本附属書で使用する用語の意味は，次のとおりとする。

(1) プラスチックとは，*PVC* や繊維強化プラスチック（FRP）のように強化されているかいないかを問わず，熱可塑性プラスチック及び熱硬化性プラスチックの両方をいう。また，合成ゴム及び同等の熱的／機械的性質を有する材料はプラスチックとして扱う。

(2) 管装置とは，本附属書が適用されるプラスチック製の管，管取付け物，継手等をいい，ライナ，被覆及びコーティングを含む。

(3) 継手とは，接着，積層，溶着，フランジ，**規則 D 編 12.3.3** 中の**図 D12.1** に例示するメカニカルジョイントによる管同士又は管と管取付け物との接合箇所をいう。

(4) 管取付け物とは，プラスチック製のベンド，エルボ，分岐管等をいう。

(5) 呼び圧力とは，**1.4.1-2.**に基づき決定される最大許容使用圧力をいう。

(6) 設計圧力とは，使用状態で想定される最大使用圧力又は安全弁若しくは圧力逃し装置の最高設定圧力をいう。

(7) 耐火性とは，規定の時間火炎に曝されても強度及び意図された機能を保つ性質をいう。

(8) 船舶の安全にとって不可欠な管，継手及び管取付け物とは，**表 1** に規定されるものをいい，故障した際に人員及び船舶に脅威を与えると本会が判断したものを含む。

(9) 重要な用途とは，**規則 H 編 3.2.1-2.**に規定する船舶の正常な稼働状態における推進及び安全を維持するために必要な設備の用途をいう。

(10) *FTP* コードとは，**規則 R 編 3.2.23** に定義されるものをいう。

1.3　材料

-1. プラスチック管は，**規則 D 編 12.1.6** の規定に従って本会の承認を得たもので，かつ，使用条件に適したものを使用しなければならない。

-2. 前**-1.**にかかわらず，次の**(1)**及び**(2)**に示すものについては，*JIS* 規格又は *JWWA*（日本水道協会）規格等の本会の適当と認めた規格若しくは標準に適合したプラスチック管であって，**1.4.1-2.(2)**及び **1.5.2** の規定に適合し，かつ，使用条件に適したものを使用することができる。

(1) 居住区内及び機関室内の飲料水装置，生活用清海水管（温水管を含む。）及び衛生管並びに区画内のスカッパ

(2) その他重要な用途に用いられないもの

1.4　設計要件

1.4.1　強度

-1. 管取付け物及び継手の強度は，管の強度より下回ってはならない。

-2. 呼び圧力は，次の**(1)**から**(3)**の条件から決定されなければならない。

(1) 内圧

内圧は，次にあげるもののうち，小さい方をとらなければならない。

$P_{nint} \leq \frac{P_{sth}}{4}$又は$P_{nint} \leq \frac{P_{lth}}{2.5}$

ここで，

P_{sth}：短期間水圧試験における管の破壊圧力

P_{lth}：長期間水圧試験における管の破壊圧力（>100,000 時間）

(2) 外圧（管内が負圧となる管又は管外に流体の水頭圧が作用する管及び区画内にある損傷した管又は管の開放端を介して他の区画を継続的に浸水させうるすべての管に適用する。）

外圧は，次式を満たすものとする。また，外圧は，管内真空圧と管外に作用する流体の水頭圧の合計とする。

$P_{next} \leq \frac{P_{col}}{3}$

ここで

P_{col}：管の圧壊圧力。ただし，0.3 *MPa* 以上としなければならない。

(3) 厚さ

前**(1)**及び**(2)**にかかわらず，管又は管の層の最小厚さは，本会の適当と認める規格によらなければならない。ただし，外圧を受けない管について規格がない場合には，**(2)**に適合するものでなければならない。

(4) 温度

呼び圧力は，管材料の最低熱歪み／たわみ温度をもとにした許容使用温度により決定されなければならない。

-3. 設計温度

(1) 本附属書において，設計温度は，計画された状態における管内流体並びに管の敷設される場所の環境の最高及び最低温度とし，バラスト管にあっては，高温側の設計温度は 50 ℃以上，低温側の設計温度は 0 ℃以下としなければならない。

(2) 使用圧力に依存する許容使用温度は，製造者が推奨するところにより，かつ，*ISO 75-2:2013 method A*，*ASTM D648-18* 又はこれらと同等の規格により求められた最低熱歪み／たわみ温度より 20 ℃以上低くなければならない。また，最低熱歪み／たわみ温度は 80 ℃を下回ってはならない。

-4. 圧力，重力，その他の荷重による縦方向の応力の和は，**-2.(1)**に基づく縦方向の許容応力を超えてはならない。

-5. ガラス繊維強化プラスチック管の場合，縦方向の応力の和は，**-2.(1)**に基づく最高使用内圧から得られた最高使用円周応力の 1/2 を超えてはならない。

-6. プラスチック管及び継手は，*ISO* 9854，*ISO* 9653，*ISO* 15493，*ASTM D2444* 又はこれらと同等の国家規格若しくは国際規格による耐衝撃性を有するものでなければならない。

1.5 管の用途及び配置場所に対する要件

1.5.1 耐火性

-1. 船舶の安全にとって不可欠な管，継手及び管取付け物は，*IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 1 又は 2 に示す最低の耐火要件を満たさなければならない。

-2. 主管庁からの指示がない場合には，耐火試験は**(1)**及び**(2)**に従い，配管，継手及び管取付け物を代表する試験片を用いて実施しなければならない。ただし，管装置の複数の構成要素を一つの試験片に組み込み，一度の試験で実施しても差し支えない。

(1) 管

(a) 外径 200 *mm* 未満の管について，最小の外径及び管の厚さのものを用いる。

(b) 外径 200 *mm* 以上の管について，管の厚さ及び外径の比（t/D 比）ごとに，最小の外径のものを用いる。t/D 比が±10%以内であれば，同一の比とみなす。

耐火被覆等がある場合には，t/D 比に関わらず耐火被覆等の厚さが最も薄いものを用いる。

(2) 継手

適用される耐火要件に応じて，管同士を接合し，継手の種類ごとに行う。

-3. 耐火試験中に試験片内の圧力を一定にする手段を設けること（*IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）付録 1 及び 2）。耐火試験中の試験片を冷却する目的で，試験片中の流体を清水又は窒素で置換してはならない。

-4. 耐火性，使用場所，管装置によって許容される配管は，**表 1** によること。

1.5.2　火炎伝播性

-1. 暴露甲板及びタンク，コファダム，管通路，ダクト内に設けられる管であって，「*A*」級隔壁により居住区域，継続的に人員が配置されている区域及び脱出経路から隔離されているもの以外のすべての管は，*IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 3 に示される火炎伝播性に関する試験基準を満足するものでなければならない。ただし，実施される表面燃焼試験による総発熱量（Q_t）が 0.2*MJ* 以下であり，かつ，最大発熱量（Q_p）が 1.0 *kW* 以下である管については，同基準を満たしているものとみなし，*ISO* 1716:2010 による発熱量に関する試験は行わなくて差し支えない。

-2. 火炎伝播性は，*FTP コード Annex1, Part5* に基づく方法で求められなければならない。管の曲がりの補正は，*IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 3 による。

-3. 前**-2.**に関わらず火炎伝播性は，*ASTM D635-18* 又はこれと同等の国家規格に規定される試験によって求めても差し支えない。*ASTM D635-18* により試験を行う場合には，最大燃焼速度は 60 *mm/min* とする。それ以外の国家規格を用いる場合の基準は本会が適当と認めるところによる。

1.5.3　耐火性被覆

耐火レベルを満たすために管及び管取付け物に耐火性被覆が必要な場合は，次の**(1)**から**(4)**に適合しなければならない。

(1) 管は，一般的に製造者から耐火性被覆をした状態で納入されなければならない。

(2) 被覆物の耐火特性は塩水，油，汚水にさらされた時に低下してはならない。管と接触する可能性がある物質に対し，被覆物に耐性があることを証明しなければならない。

(3) 耐火性被覆を考慮する際，熱膨張，耐震性，弾力性等の特性を考慮しなければならない。

(4) 耐火性被覆は，もとの機能を保つよう耐衝撃性をもたなければならない。

1.5.4　導電性

-1. 精製された製品や蒸留物のような 1,000 *pS/m*（ピコジーメンス/メートル）未満の導電性を持つ流体に対する管装置においては，導電性管を使用しなければならない。

-2. 流体が導電性であることとは関係なく，プラスチック管は，**規則 H 編 4.3** の危険場所を通過する場合，導電性を持たなければならない。

-3. 導電性の異なる層を持つ管と管取付け物は，火花による管壁の損傷に対して保護されなければならない。

-4. 導電性が必要な場合，管と管取付け物の抵抗は，0.1 *MΩ/m* を超えてはならない。

1.5.5　耐薬品性

管は，接触する可能性のある物質に対して耐性があるものでなければならない。

1.5.6　発煙性及び毒性

居住区域，業務区域，制御場所に設けられる管は，*IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 3 に示される発煙性及び毒性に関する試験基準を満足するものでなければならない。管装置の表面仕上げは，船舶の内部の暴露面とみなして，**規則 R 編 6 章**の規定によらなければならない。

1.6　配管

1.6.1　支持

-1. 船上設備の管支持具の選定と間隔は，許容応力と最大たわみ基準の関数として決定されなければならない。支持間隔は製造者の推奨する間隔よりも小さくなければならない。管支持具の間隔と選択は，管の寸法，管の長さ，管材料の機械的及び物理的特性，管とその中の流体の質量，外圧，使用温度，熱膨張の影響，外力による負荷，推力，ウォータハンマ，振動，疲労，装置が受ける最大加速度を考慮に入れなければならない。荷重の組合せも考慮する。

-2. 各支持具は，管の荷重とその内容物を支持具の幅全体に均等に分散しなければならない。支持具に接触する管の摩耗が最小となる手段を講じなければならない。

-3. 管装置のバルブや伸縮継手のような重い部品は，個別に支持しなければならない。

1.6.2　膨張

-1. 次の点に注意を払って，プラスチック管と鋼管の相対的な動きを見込んだ適当な対策を行わなければならない。

(1) 熱膨張係数の相違

(2) 船体とその構造物の変形

-2. 熱膨張の計算をする際は，設備の使用温度と組立を行う温度を考慮に入れなければならない。

1.6.3　外部荷重

-1. 管を据付ける際，可能な限り，一時的な点荷重に対してゆとりをとらなければならない。このゆとりは，呼び外径が 100 *mm* を超える管について，少なくとも管の支持間隔の中間の位置に作用する 100 *kg* の荷重を考慮に入れなければならない。

-2. 前 **1.4.1-2.**の規定に加えて，管の使用条件等を考慮して，管の最小厚さを増さなければならないことがある。

-3. 管は必要ならば，機械的な損傷に対して保護されなければならない。

1.6.4　接合部の強度

-1. プラスチック管と他の配管装置との接合部の強度は，配管装置で要件される強度を下回ってはならない。

-2. プラスチック管は，接着剤を使った接合，溶着，フランジ付き継手又はその他の継手で組立てることができる。

-3. 接着接合に使われる接着剤は，用途の温度と圧力の範囲に応じて管と管取付け物の間を恒久的に密封するのに適当なものでなければならない。

-4. 継手の接合は，製造者の指示に従って行う。

1.6.5　導電性管の据付け

-1. **1.5.4** により導電性が要求される管の接合にあたっては，導電性の連続性の保持に十分な考慮が払われていなければならない。

-2. 管装置のいかなる点においても接地抵抗は，1 *MΩ* を超えてはならない。

-3. 接地線は，検査のために接近できる場所に設けなければならない。

1.6.6　耐火性被覆の適用

-1. 管装置の水圧試験後，**1.5.3** に関して要求される耐火性を満足する必要がある接合部に対して耐火性被覆を施さなければならない。

-2. 耐火性被覆は，製造者の推奨にもとづいて各々のケースで承認された手順を用いて施さなければならない。

-3. 導電性を必要とする管に耐火性被覆を装着する場合は，耐火性被覆を装着した状態でも導電性を有しなければならない。

1.6.7　仕切りの貫通

-1. 管が「*A*」級又は「*B*」級仕切りを貫通する場合には，**規則 R 編 9.3** に従い，耐火性が損なわれないことを確保する措置をとらなければならない。

-2. 水油密隔壁及び甲板を貫通する場合には，水密性が損なわれないことを確保する措置をとること。また，この貫通部分は鋼製とすること。本会は，その他の鋼壁を貫通する部分についても，必要と認めた場合，鋼製を要求することがある。**1.4.1-2.(2)**に適合できない管にあっては，乾舷甲板上から操作できる金属製の遠隔遮断弁を隔壁又は甲板に取付けなければならない。

-3. 隔壁又は甲板が防火仕切りになっていて，火災によるプラスチック管の焼損がタンクからの液体の流入を起こすおそれのある場合，乾舷甲板上から操作できる金属製の遠隔遮断弁を隔壁又は甲板に取付けなければならない。

1.6.8　据付け中の管理

-1. 据付け工事中の管は，溶着，切削等による火花，重量物の衝突等による損傷から適当に保護しなければならない。

-2. 据付けは，製造者のガイドラインに従わなければならない。

-3. 接着剤使用時，管の切断及び研磨時等においては，火災防止及び人身の安全性に対して十分な考慮が払われていなければならない。

-4. 作業に先立ち，管の接合方法は，本会により承認されなければならない。

-5. 本附属書に規定する試験及び証明は，船上での据付け工事の開始までに完了していなければならない。

-6. 溶着，積層又は同様な接合方法による接合作業を行う者は，十分な接合技量を持たなければならない。接合技量試験の手順並びに試験を行った日付及び結果の記録は，検査員の要求があれば，提示しなければならない。

1.6.9　接合方法承認試験

-1. 接合方法には，次を含む。

(1) 使用材料

(2) 工具と設備

(3) 接合部加工要件

(4) 硬化温度

(5) 寸法要件と許容誤差

(6) 組立完了後の試験基準

-2. 試験用組立品は，承認を受ける接合方法に従って少なくとも 1 つの管／管の接合と 1 つの管／管取付け物の接合からならなければならない。

-3. 試験用組立品が硬化した後，試験用組立品の設計圧力の 2.5 倍（安全率）で，1 時間以上，水圧試験を行わなければならない。接合部に漏れや分離がなければよい。この試験は，接合部の円周方向と縦方向に荷重が加わるように行われる。

-4. 試験組立品に使用される管の選択は，次のとおりとする。

(1) 接合する最大寸法が公称外径 200 *mm* 以下の時は，試験用組立品の寸法は，接合する最大配管の寸法とする。

(2) 接合する最大寸法が公称外径 200 *mm* より大きい時は，試験用組立品の寸法は，200 *mm* か，最大接合管径の 25 % のいずれか大きい方とする。

-5. 接合方法承認試験では，接合作業を行う者は，それぞれ**-4.**に規定する試験用組立品を製作しなければならない。

-6. 接合部の物理的，機械的特性に影響を与えるような接合方法の変更は，本会の承認を得なければならない。

1.6.10 その他

-1. 管は，砂，スラッジ等による摩損に対して十分な考慮が払われていなければならない。

-2. イナートガス装置のスクラバ及び送風機ケーシングからの排水管にプラスチック管を使用する場合は**規則 R 編 35.2.2-1.(3)**によらなければならない。

-3. プラスチック管を暴露部に使用する場合，管は暴露部使用として承認されたものか，紫外線に対する保護を設けなければならない。

-4. 配管後，プラスチック管であることが識別できるようにしなければならない。

1.7 試験

1.7.1 製造工場等における試験

-1. 前 **1.3-2.**に掲げる管系に用いられる管を除くプラスチック管は，製造後，次の試験及び寸法計測等を行わなければならない。この場合における試験片の数，試験方法，判定基準，寸法計測方法及び許容差については，本会が承認した製造者の社内基準によるものとする。

(1) 引張り試験

(2) 最大許容使用圧力の 1.5 倍以上の水圧試験（ただし，製造所が有効な品質システムを有している場合には，ハンドレイアップ法により製作された管及び管取付け物を除き，管及び管取付け物を製造した規格に従った圧力試験として差し支えない。）

(3) 外径及び肉厚計測

(4) 管の仕上げが良好で，かつ，有害な欠陥がないことの確認

(5) 導電性試験（前 **1.5.4** により，導電性を要求される管に限る。）

-2. 前**-1.**に定める試験及び計測等の立会を軽減する場合には，原則として，その製造所は別に定める**事業所承認規則**に従い審査を受け，承認されなければならない。この場合において，本会検査員は，該当する社内試験成績書の提出を要求することがある。

-3. **1.3-2.**に掲げる管系に用いられるプラスチック管は，製造後，製造ロットごとに前**-1.(2)及び 1.5.2** に掲げる試験を検査員立会いの下で実施すること。ただし，製造所が**事業所承認規則**に従い承認されている場合又は *ISO* 9001:2015 若しくはこれと同等の規格に従った品質システムを有している場合には，製造者の品質システムに規定する頻度で製造者により試験を実施すること。なお，本会は当該試験の成績書の提出を要求することがある。また，当該品質システムは，管及び管取付け物が一貫して一定の機械的，物理的特性を持つように製作されることを保証するために必要な要素によって構成されるものでなければならない。

-4. 接着，積層，溶着等の接合部を有するプラスチック管は，すべての加工後，設計圧力の 1.5 倍以上の圧力で水圧試験が行われなければならない。（**規則 D 編 1.1.4** 参照）なお，この試験は，造船所等において行っても差し支えない。

-5. 前**-1.**の規定にかかわらず，本会は管の使用条件等を考慮して，全てのプラスチック管に対し最大許容使用圧力の 1.5 倍以上の水圧試験を要求することがある。

1.7.2 船内配管後の試験及び検査

船内配管後の試験及び検査は，**規則 B 編 2.1.7** によるほか，次の事項を確認する検査が行われなければならない。

(1) 重要な用途に用いられるプラスチック管装置は，設計圧力の 1.5 倍，又は 0.4 *MPa* のいずれか大きい方の圧力試験を行い，異常がないこと。ただし，ドレン管等の開放端を有する管は**(2)**に従って試験して差し支えない。

(2) 前**(1)**以外の用途に用いられるプラスチック管は，使用状態で漏れがないこと。

(3) 前 **1.5.4** により導電性の要求される管については，接地抵抗が 1 $M\Omega$ を超えないこと。

(4) 管が安全に支持され，かつ，外面に有害なきずがないこと。

表 1　　耐火要件マトリックス

番号	管装置	使用場所										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
貨物（可燃性貨物 引火点[11]≤60 ℃）												
1	貨物管系統	—	—	L1	—	—	○	—	○[10]	○	—	L1[2]
2	原油洗浄管系統	—	—	L1	—	—	○	—	○[10]	○	—	L1[2]
3	通気管系統	—	—	—	—	—	○	—	○[10]	○	—	×
イナートガス												
4	水封管系統	—	—	○[1]	—	—	○[1]	○[1]	○[1]	○[1]	—	○
5	スクラバー管系統	○[1]	○[1]	—	—	—	—	—	○[1]	○[1]	—	○
6	主管系統	○	○	L1	—	—	—	—	—	○	—	L1[6]
7	分配管系統	—	—	L1	—	—	○	—	—	○	—	L1[2]
可燃性液体（引火点[11]＞60 ℃）												
8	貨物管系統	×	×	L1	×	×	—[3]	○	○[10]	○	—	L1
9	燃料油	×	×	L1	×	×	—[3]	○	○	○	L1	L1
10	潤滑油	×	×	L1	×	×	—	—	—	○	L1	L1
11	操作油	×	×	L1	×	×	○	○	○	○	L1	L1
海水[1]												
12	ビルジ主管，枝管	L1[7]	L1[7]	L1	×	×	—	○	○	○	—	L1
13	消火主管，水噴霧管	L1	L1	L1	×	—	—	—	○	○	×	L1
14	泡消火装置	L1W	L1W	L1W	—	—	—	—	—	○	L1W	L1W
15	スプリンクラ装置	L1W	L1W	L3	×	—	—	—	○	○	L3	L3
16	バラスト	L3	L3	L3	L3	×	○[10]	○	○	○	L2W	L2W
17	冷却水[12]	L3	L3	—	—	—	—	—	○	○	—	L2W
18	タンク洗浄用固定機器	—	—	L3	—	—	○	—	○	○	—	L3[2]
19	その他の装置[13]	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○
清水												
20	冷却水[12]	L3	L3	—	—	—	—	○	○	○	L3	L3
21	復水	L3	L3	L3	○	○	—	—	—	○	○	○
22	その他の装置[13]	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○
衛生／ドレン／排水												
23	甲板ドレン（内部）	L1W[4]	L1W[4]	—	L1W[4]	○	—	○	○	○	○	○
24	衛生ドレン（内部）	○	○	—	○	○	—	○	○	○	○	○
25	排水装置（船外）	○[1,8]	○[1,8]	○[1,8]	○[1,8]	○[1,8]	○	○	○	○	○[1,8]	○
測深管／空気管												
26	区画／タンク（油タンクを除く）	○	○	○	○	○	○[10]	○	○	○	○	○
27	油タンク（引火点[11]＞60 ℃）	×	×	×	×	×	×[3]	○	○[10]	○	×	×
その他												
28	制御用空気	L1[5]	L1[5]	L1[5]	L1[5]	L1[5]	—	○	○	○	L1[5]	L1[5]
29	雑用空気[13]	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○
30	ブライン	○	○	—	○	○	—	—	—	○	○	○
31	補助低圧蒸気（≤0.7 *MPa*）	L2W	L2W	○[9]	○[9]	○[9]	○	○	○	○	○[9]	○[9]
32	セントラルバキュームクリーナー	—	—	—	○	—	—	—	—	○	○	○

番号	管装置	使用場所										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
33	排ガス浄化／排ガス再循環装置の排水管系統	L3[1]	L3[1]	―	―	―	―	―	―	○	L3[1, 14] ―	○
34	還元剤移送／供給管系統（SCR 脱硝装置）	L1[15]	L1[15]	―	―	―	―	―	―	○	L3[14] ―	○

（備考）

(1) 使用場所

A：「*A* 類機関区域」**規則 A 編 2.1.32** に定義する *A* 類機関区域

B：「他の機関区域及びポンプ室」*A* 類機関区域及び貨物ポンプ室以外の場所で，推進機関，ボイラ，燃料油ユニット，蒸気機関，内燃機関，発電機，主要電気設備，給油場所，冷凍機，減揺装置，通風機械，空調機械を収容する場所，その他これらに類する場所及びその場所に至るトランク

C：「貨物ポンプ室」貨物ポンプを収容する場所及びその場所に至るトランク

D：「ロールオン・ロールオフ貨物区域」**規則 R 編 3.2.41** に定義するロールオン・ロールオフ貨物区域及び**高速船規則 1 編 2.1.37** に定義する特殊分類区域

E：「他の貨物区域」ロールオン・ロールオフ貨物区域以外の，非液体貨物に使用するすべての場所及びその場所に至るトランク

F：「貨物タンク」液体貨物に使用するすべての場所及びその場所に至るトランク

G：「燃料油タンク」燃料油に使用するすべての場所（貨物タンクを除く）及びその場所に至るトランク

H：「バラスト水タンク」バラスト水に使用するすべての場所及びその場所に至るトランク

I：「コファダム，ボイドスペース等」2 つの隣接する区画を分離する 2 つの隔壁の間にある空所

J：「居住区域，業務区域」**規則 A 編 2.1.36**，**2.1.38** に定義する居住区域，業務区域及び**規則 R 編 9.2.3-2.(1)**で定義する制御場所をいう。

K：「開放された甲板上の場所」**規則 R 編 9.2.4-2.(10)**で定義する開放された甲板上の場所（ただし，救命艇及び救命いかだの乗艇場所及び操作場所を除く）

(2) 略語

L1: *IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 1 に規定された試験要領に従い，乾燥状態における耐火試験（試験時間 60 分以上）及び耐圧試験（試験時間 15 分以上）を実施し，耐圧試験中に漏洩がないことが確認された管

L1W: 可燃性流体及びいかなる気体も移送しない管について *IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 1 に規定された試験要領に従い，乾燥状態における耐火試験（試験時間 60 分以上）及び耐圧試験（試験時間 15 分以上）を実施し，耐圧試験中の漏洩量が 5%以下であることが確認された管

L2: *IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 1 に規定された試験要領に従い，乾燥状態における耐火試験（試験時間 30 分以上）及び耐圧試験（試験時間 15 分以上）を実施し，耐圧試験中に漏洩がないことが確認された管

L2W: *IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 1 に規定された試験要領に従い，乾燥状態における耐火試験（試験時間 30 分以上）及び耐圧試験（試験時間 15 分以上）を実施し，耐圧試験中の漏洩量が 5%以下であることが確認された管

L3: *IMO Res. A*.753(18)（*IMO Res. MSC*.313(88)及び *IMO Res. MSC*.399(95)による改正を含む）中 *Appendix* 2 に規定された試験要領に従い，湿潤状態における耐火試験（試験時間 30 分以上）及び耐圧試験（試験時間 15 分以上）を実施し，耐圧試験中の漏洩量が毎分 0.2 リットル以下であることが確認された管

○: 耐火試験を必要としない

－: 適用外

×: 融点が 925 ℃を超える金属製材料

(3) 脚注

1：非金属製配管を使用する場合，遠隔操作のバルブを船側に設ける（バルブは区画外から制御する）

2：貨物タンクに遠隔遮断弁を設ける

番号	管装置	使用場所										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K

3 ：貨物タンクが引火点（密閉容器試験による）＞60 ℃の可燃性液体を入れているときは，“－” 又は “×” を “○” に読み替えることができる

4 ：関連区画のみの排水については，“L1W” を “○” に読み替えることができる

5 ：制御機能が条約又はガイドラインによって要求されないときは，“L1” を “○” に読み替えることができる

6 ：機関区域と甲板ウォーターシールの間の管については，“L1” を “○” に読み替えることができる

7 ：旅客船については，“L1” を “×” に読み替えなければならない

8 ：**C 編 1 編 1.4.3.2** で定義する位置 I と位置 II における暴露甲板の排水装置は，下部への浸水を防ぐために乾舷甲板の上にある位置から操作できる閉鎖手段を上端に設けていない限り “×” でなければならない

9 ：燃料タンクの加熱や船舶の汽笛のような重要な用途については，“○” を “×” に読み替えなければならない

10：**海洋汚染防止のための構造及び設備規則第 3 編 3 章 3.2.4(1)(a)vi)**をみたすことを必要とするタンカーについては，“○” を “－” に読み替えなければならない

11：密閉容器試験による

12：重要な用途に用いられる管系統

13：**1.3-2.(1)**及び**(2)**に掲げる管及び管装置

14：業務区域にあっては“L3”，居住区域及び制御場所にあっては“－”とする

15：弁座が金属製であり，フェイルクローズ型又は火災発生時に区画外の安全な場所から迅速に遮断できるタンク付き弁の下流については，使用承認を取得したプラスチック管であって，耐火試験を受けていないもの（○）を用いることができる

付録 1有限要素法を用いたクランク軸腕のすみ肉半径における応力集中係数の計算指針

1.1 一般

本付録で述べる解析の目的は，解析的に計算されるクランク軸すく肉部における応力集中係数を有限要素法による数値計算に代えることである。解析的手法は，様々なクランク軸形状の歪みゲージ測定により作成された経験式に基づいているため，当該算式の適用はクランク軸の形状により限定される。
本付録により計算される応力集中係数は，ジャーナル及びピンすみ肉部の呼称応力と有限要素法により計算 した応力との比で定義される。**附属書 2.3.1** において使用する場合，ねじり及び曲げについては，ミーゼス応力を計算すること。
本手法は一体形及び半組立形（ジャーナルすみ肉部を除く）に対し有効である。
解析は，線形弾性有限要素解析として行い，適当な大きさの単位荷重を全ての荷重条件に適用すること。
油穴における応力集中係数の計算は，**付録 4** によること。
単純形状のモデルを使って，有限要素法により求められた応力と解析的手法により得られた応力を比較する等，有限要素ソルバーで要素精度の確認を行うことを推奨する。
有限要素法に代えて境界要素法を使用してもよい。

2.1 モデル化要件

有限要素モデルを構築するための基本的な推奨事項及び認識事項を **2.1.1** に示す。最終的な有限要素モデルは **2.2** の要件を満足すること。

2.1.1 要素メッシュの推奨事項

-1. メッシュの精度基準を満足するため，次の事項に従って有限要素モデルを構築することを推奨する。
(1) 計算は，ジャーナル中央間のクランクスロー1 個により構成されるモデルに対して行う。
(2) すみ肉部近辺において使用する要素タイプは次のいずれかとする。
  (a) 10 節点 4 面体要素
  (b) 8 節点 6 面体要素
  (c) 20 節点 6 面体要素
(3) クランク面の周方向±90°の範囲内におけるすみ肉部のメッシュは次による。
  (a) すみ肉部における周方向の最大要素寸法 a は，クランクピンすみ肉部においては $a=R_H/4$，ジャーナルすみ肉部においては $a=R_G/4$ とすること。20 節点 6 面体要素を用いる場合は周方向の最大要素寸法を 5a まで拡大することができる。すみ肉部半径の値が場所により異なる場合は，採用したモデルにおける半径を用いる。
  (b) すみ肉部半径方向の要素寸法は次の通りとする（**図 1** 参照）。
    i) 第一層の厚さは要素寸法 a
    ii) 第二層の厚さは要素寸法 $2a$
    iii) 第三層の厚さは要素寸法 $3a$
(4) 腕厚さ方向には少なくとも 6 つの要素を設ける。
(5) クランク軸の他の部分の要素はソルバーの数値安定性に適したものとする。
(6) カウンターウエイトは，クランク軸の全体剛性に大きく影響を及ぼすときにのみモデル化する。
(7) 油穴については，クランク軸の全体剛性への影響がごくわずかであり，**図 2** に示すすみ肉部までの距離が $2R_H$ 又は $2R_G$ より大きい場合は，モデル化する必要はない。
(8) 重量減少のために設けられた穴はモデル化する。
(9) ソフトウェア要件が満足されている場合，サブモデリングを用いてもよい。

図 1　　すみ肉部半径方向の要素寸法

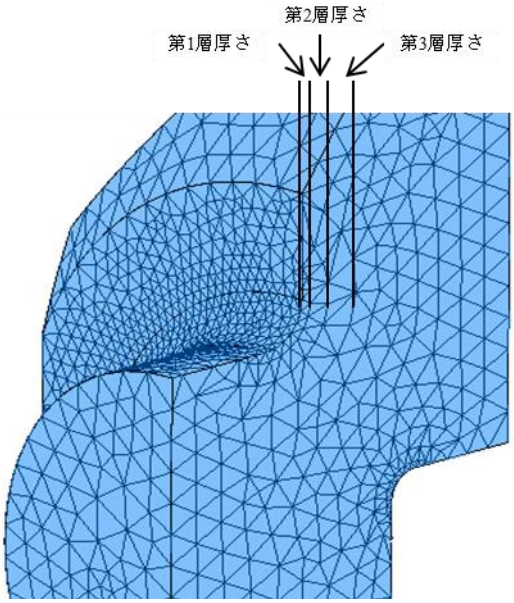
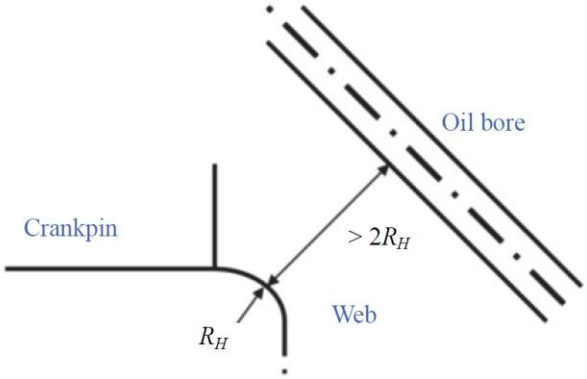


図 2　　すみ肉部と油穴との距離



2.1.2　　材料

-1.　鋼材について，解析に用いる材料特性値として次の値を用いること。

縦弾性係数　　$E = 2.05 \cdot 10^5 MPa$

ポアソン比　　$\nu = 0.3$

-2.　鋼材以外の材料について，文献に引用される値又は代表的な試験片による測定値のいずれかの信頼できる値を用いること。

2.2　　要素精度基準

要素メッシュは次の **2.2.1** 及び **2.2.2** に示す事項を満足することとし，評価点において，実際の要素メッシュが次に示す基準を満足しない場合は，より詳細なメッシュにおいて再度計算を行うこと。

2.2.1　　主応力基準

評価点における主応力σ_1，σ_2及びσ_3は，次式を満足すること。

$$\min(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|) < 0.03 \cdot \max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)$$

2.2.2　　平均/非平均応力基準

評価点において，任意の節点に結合した各要素から求められた平均化されていない節点応力と，100 %平均化された節点応力の差は 5 %未満であること。

3.1　　荷重条件

次の **3.1.1** から **3.1.3** の荷重条件を用いて計算を行うこと。

3.1.1　　ねじり

-1.　クランク軸中心線上の中心節点にねじりモーメント T を作用させた場合を想定し，**図 3** に示す荷重境界条件において計算を行う。

-2.　ジャーナル及びクランクピンすみ肉部のすべての節点における主応力を導き，等価ねじり応力を次式により計算する。

$$\tau_{equiv} = \max\left(\frac{|\sigma_1 - \sigma_2|}{2}, \frac{|\sigma_2 - \sigma_3|}{2}, \frac{|\sigma_1 - \sigma_3|}{2}\right)$$

-3.　クランクピン及びジャーナルすみ肉部のねじりに対する応力集中係数 α_T及び β_Tは次式により求められる。

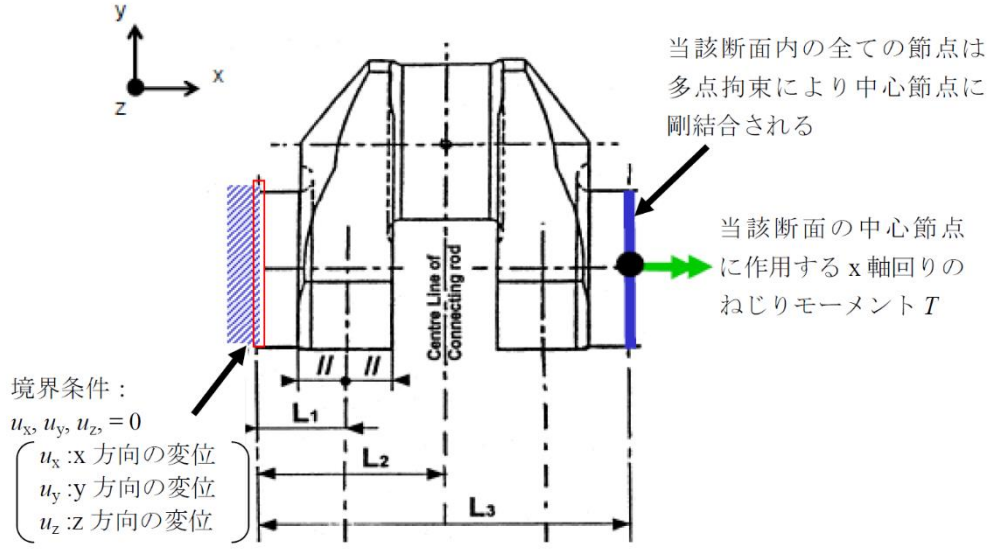
$$\alpha_T = \frac{\tau_{equiv,\alpha}}{\tau_N}$$

$$\beta_T = \frac{\tau_{equiv,\beta}}{\tau_N}$$

ここで，τ_Nはクランクピン及びジャーナルそれぞれにかかる呼称ねじり応力であり次式により求められる（W_P は**附属書 2.3.1** の **1.3.2** 参照）。

$$\tau_N = \frac{T}{W_P}$$

図 3　　ねじり荷重条件における境界荷重条件



3.1.2　　純曲げ（4 点曲げ）

-1.　クランク軸中心線上の中心節点に曲げモーメント M を作用させた場合を想定し，**図 4** に示す荷重境界条件において計算を行う。

曲げモーメントをクランク軸の座標軸に配置する中心節点に作用させる。

-2.　クランクピン及びジャーナルすみ肉部における全ての節点のミーゼス等価応力 σ_{equiv} が抽出される。最大値を用いて，曲げに対する応力集中係数 α_B 及び β_B は次式により求められる。

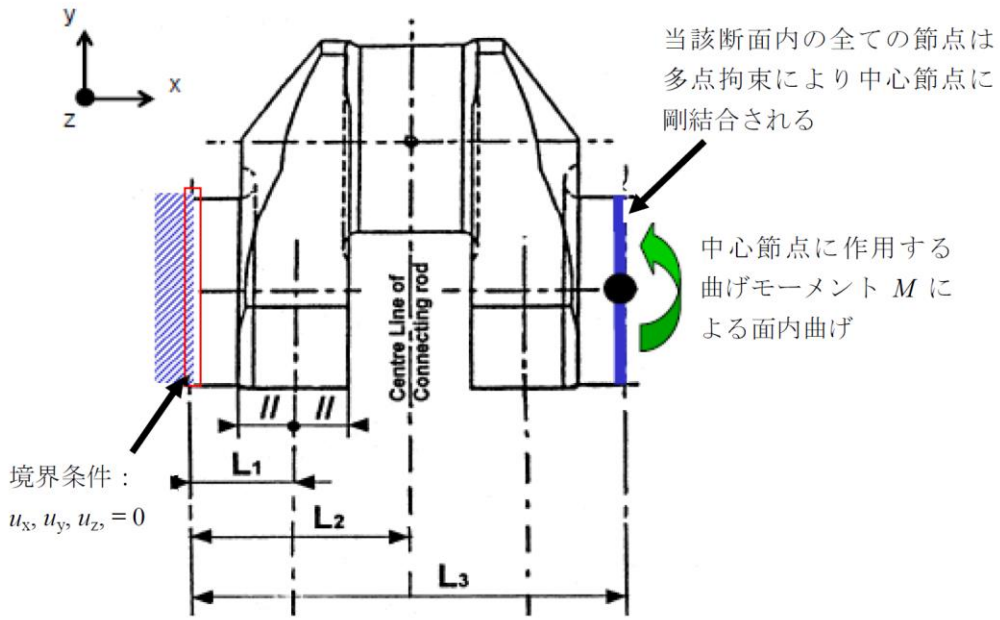
$$\alpha_B = \frac{\sigma_{equiv,\alpha}}{\sigma_N}$$

$$\beta_B = \frac{\sigma_{equiv,\beta}}{\sigma_N}$$

ここで，呼称曲げ応力 σ_Nは次式で表される（W_{eqw} は**附属書 2.3.1** の **1.3.1-2.(2)**参照）。

$$\sigma_N = \frac{M}{W_{eqw}}$$

図 4　　純曲げ状態における荷重境界条件



3.1.3　　せん断力を伴う曲げ（3 点曲げ）

-1.　連接棒から力 F_{3P} を受けた場合を想定し，**図 5** に示す荷重境界条件において計算を行う。

図 5　　直列型エンジンの 3 点曲げ荷重条件における荷重境界条件

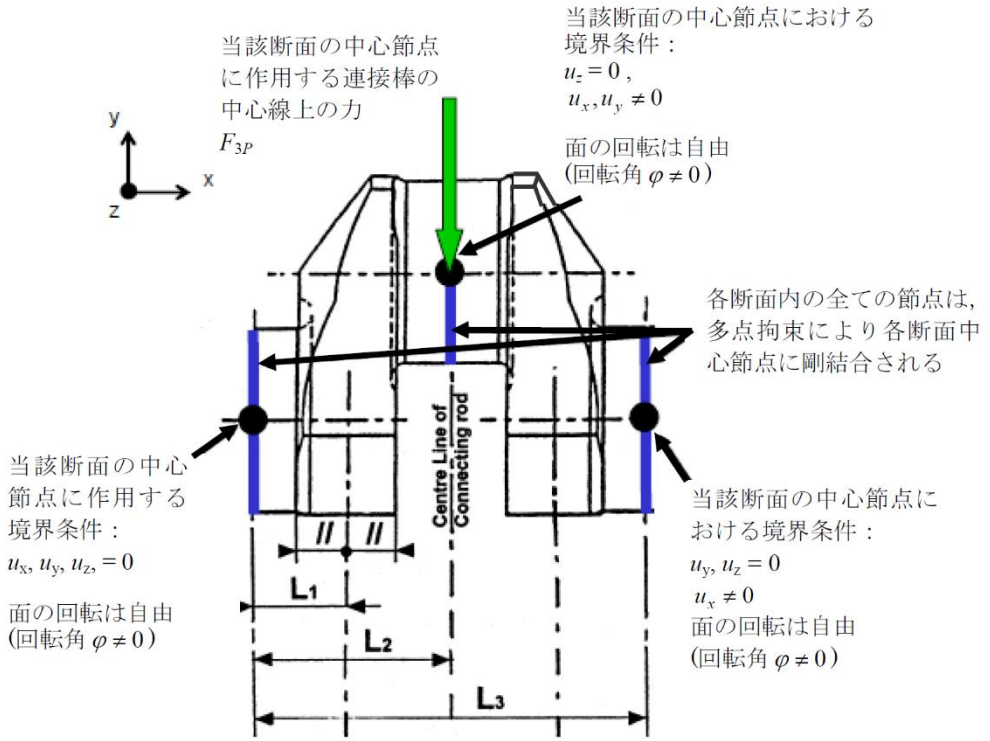
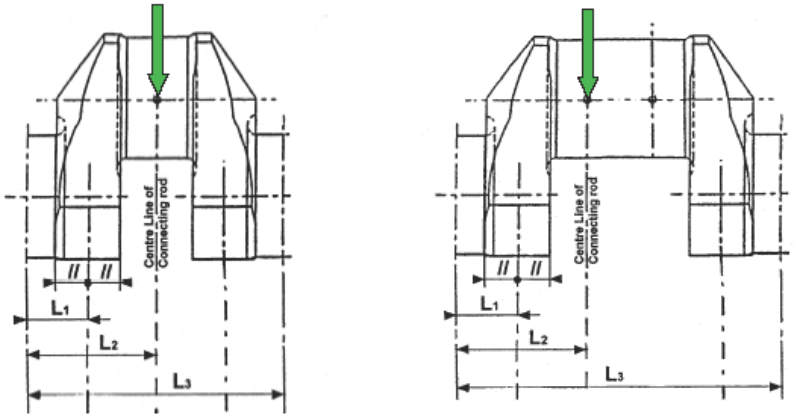


図 6　　直列型及び V 型エンジンの荷重設定



-2.　ジャーナルすみ肉部におけるミーゼス等価応力 σ_{3P} が抽出される。ジャーナルすみ肉部における応力集中係数は次の**(1)**又は**(2)**に示す方法により求められる。

(1)　半径方向力による圧縮に対する応力集中係数 β_Q は次式により求められる。

$\sigma_{3P} = \sigma_{N3P}.\beta_B + \sigma_{Q3P}.\beta_Q$

ここで

σ_{3P} ：　有限要素解析により得られる応力

σ_{N3P} ：連接棒から受ける力 F_{3P} による腕における呼称曲げ応力（**図 6** 参照）

β_B ：　前 **3.1.2-2.**により得られる応力集中係数

$\sigma_{Q3P} = Q_{3P}/(B.W)$

Q_{3P} ：　連接棒 F_{3P} により生じる腕における半径方向せん断力（**附属書 2.3.1** の**図 1** 及び **2** 参照）

(2)　曲げ及び半径方向力による圧縮に対する応力集中係数 β_{BQ} は次式により求められる。

$$\beta_{BQ} = \frac{\sigma_{3P}}{\sigma_{N3P}}$$

記号については前**(1)**を参照のこと。

付録 2疲労試験の評価指針

1.1 序

疲労試験は，主として小試験片による試験及び実寸法のクランクスローを用いた試験の 2 通りに分けられる。試験は，本付録のステアケース法又は修正ステアケース法を用いて行うことができる。その他の統計的評価手法を適用してもよい。

1.2 小試験片による試験

-1. すみ肉部を表面処理していないクランク軸の場合，実寸法のクランクスローから採取した小試験片の試験により疲労強度を求めることができる。

-2. すみ肉部近辺の他の領域が表面処理されており，すみ肉部に残留応力がかかる場合にあっては本手法を適用することはできない。

-3. 本手法は大量の試験片を作成することができる利点がある。その他の利点としては，異なる応力比（R 比）及び／又は異なるモード（例えば，軸，曲げ，ねじり及び切欠きの有無）での試験が可能なことである。これはクリティカルプレーン基準に用いる材料データの評価のため必要である。

1.3 実寸法のクランクスローによる試験

-1. 表面処理したクランク軸の場合，疲労強度は実寸法のクランクスローを用いた試験からのみ求めることができる。

-2. 荷重は 3 又は 4 点曲げの配置で油圧アクチュエーターによって付加するか，共振試験器の励振器により付加する。一般に応力比は$R = -1$に制限されるが，後者が頻繁に使用される。

2.1 試験結果の評価

2.1.1 原理

-1. 疲労試験に先立ち，クランク軸に対し，化学組成，機械的性質，表面硬度，硬化層深さ及び範囲並びにすみ肉部表面仕上げ等の品質管理手順に従って要求される試験を行うこと。

-2. 試験片は，許容範囲の「下端」を示すように用意するべきである。これは，例えば，高周波焼入れ処理したクランク軸の場合，硬化層深さ及びすみ肉範囲は許容範囲の下限であること等を意味する。あるいは，試験結果の平均値を信頼区間で補正するべきである。標本平均及び標準偏差とも 90 %信頼区間を使用してよい。

-3. 試験結果は，**-2.**の 90 %信頼区間の考慮にかかわらず，平均疲労強度を表すものとして評価すること。標準偏差は 90 %信頼区間を考慮に入れて検討するべきである。疲労強度として使用する結果は，平均疲労強度から 1 標準偏差を引いたものである。

-4. 当該評価が機械特性（静的）と疲労強度との関係を見出すことを目的とする場合，その関係性は，規格最小特性ではなく，実際に測定した機械特性に基づくものであること。

-5. **2.1.4** に示す計算手法はステアケース法用として開発されたものである。しかしながら，修正ステアケース法専用の類似手法は存在しないため，同一のものを両者に適用する。

2.1.2 ステアケース法

-1. ステアケース法では，次の通り疲労試験を実施する。

(1) 1 本目の試験片に，想定される平均疲労強度相当の応力を加える。

(2) **(1)**の試験片が 10^7 サイクルの疲労試験で破断しなかった場合は，その試験片を取り除き，次の試験片には，1 段階増加した応力を加える。

(3) **(2)**の通り，破断しなかった試験片の次に使用する試験片には，1 段階増加した応力を加える。当該増加分は想定される標準偏差に対応するように選択するべきである。

(4) 試験片が 10^7 サイクルの疲労試験で破断した場合は，得られたサイクル数を記録し，次の試験片には 1 段階減少した応力を加える。

-2. ステアケース法は多数の試験片を用意できるときのみに適した方法である。

-3. 試験片は，少なくとも 25 本程度を用意すること。

2.1.3 修正ステアケース法

-1. 試験片数が限られる場合には，修正ステアケース法の使用を推奨する。

-2. 修正ステアケース法では，次の通り疲労試験を実施する。

(1) 1 つ目の試験片に，平均疲労強度よりも十分に低いと考えられる応力を加える。

(2) **(1)**の試験片が 10^7 サイクルの疲労試験で破断しなかった場合，同一の試験片に対して 1 段階増加した応力を加える。増分は想定される標準偏差に対応するように選択するべきである。この方法を同じ試験片が破断するまで継続する。

(3) 破断後，破断時のサイクル数を記録し，次の試験片には前の試験片が破断した際の応力よりも少なくとも 2 段階減少した応力を加える。

-3. 高い応力であるほど（特に高い平均応力における試験），疲労限度を増加させる傾向があるため，修正ステアケース法により得られる結果は慎重に使用するべきである。ただし，この「トレーニング効果」は，高張力鋼（例えば $UTS > 800MPa$）ではそれほど顕著ではない。

-4. 試験片は，少なくとも 3 本を用意すること。

2.1.4 標本平均及び標準偏差の計算

5 のクランクスローの場合の計算例を次に示す。

(1) 修正ステアケース法並びにディクソン及びムードの評価手法を用いる場合，標本数が 10 であれば，非破断事象が 5，破断事象が 5 であることを意味する。

標本回数：$n = 10$

(2) 破断事象と非破断事象を次の通り分類する。

(a) 破断事象が少ない場合：$C = 1$

(b) 非破断事象が少ない場合：$C = 2$

本手法では，発生回数が少ない事象のみを用いる。たとえば破断事象が非破断事象より多い場合には，非破断事象の回数を用いる。

(3) 修正ステアケース法では，通常，非破断事象及び破断事象の回数が同数である。しかしながら，例えば，直前の応力段階を 2 下回る条件で試験片が破断した場合，非破断事象の回数が破断事象の回数よりも少なくなる等，試験に失敗する可能性がある。一方，この予期せぬ早期破断が比較的高いサイクル数の後に発生する場合には，これより下の応力段階を非破断事象として定義することができる。

(4) ディクソンとムードの手法は，特に標本数の少ない試験においても適用可能な最尤理論から導かれ，ステアケース試験の結果から標準偏差及び標本平均を計算するための簡単な近似式を示す。

(a) 標本平均は次式により求められる。

$C = 1$の場合：

$$\overline{S_a} = S_{a0} + d \cdot \left(\frac{A}{F} - \frac{1}{2}\right)$$

$C = 2$の場合：

$$\overline{S_a} = S_{a0} + d \cdot \left(\frac{A}{F} + \frac{1}{2}\right)$$

(b) 標準偏差は次式により求められる。

$$s = 1.62 \cdot d \cdot \left(\frac{F \cdot B - A^2}{F^2} + 0.029\right)$$

S_{a0}：発生回数が少なかった事象での最小応力レベル

d ：応力階差

$$F = \sum f_i$$

$$A = \sum i \cdot f_i$$

$$B = \sum i^2 \cdot f_i$$

i ：応力レベル番号

f_i：応力レベル i における標本数

ただし，標準偏差の公式は近似式であり，次式を満足すること。

$$\frac{B \cdot F - A^2}{F^2} > 0.3$$

$$0.5 \cdot s < d < 1.5 \cdot s$$

上式のいずれかを満足しない場合，試験を新たに行うか，安全側となるよう極めて大きく標準偏差を取るべきである。

(5) 応力階差 d が標準偏差 s と比べて非常に大きい場合，階差と標準偏差との差が比較的小さいときに計算した値と比較して，当該手法は，標準偏差がより低く，標本平均は僅かに高くなる。それぞれの応力階差 d が標準偏差 s よりはるかに小さい場合，当該手法は，標準偏差がより高く，標本平均は僅かに低くなる。

****

例

試験結果を**図 1** に示し，試験結果の処理方法並びに標本平均及び標準偏差の評価方法を**図 2** に示す。

図 1　　修正ステアケース法の試験記録

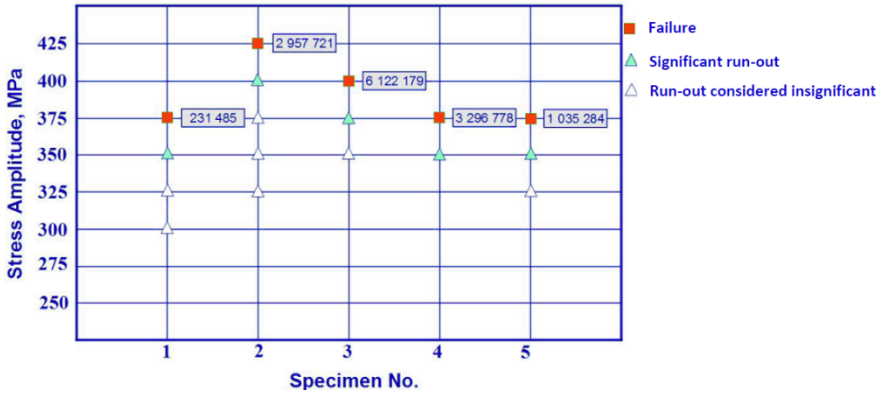
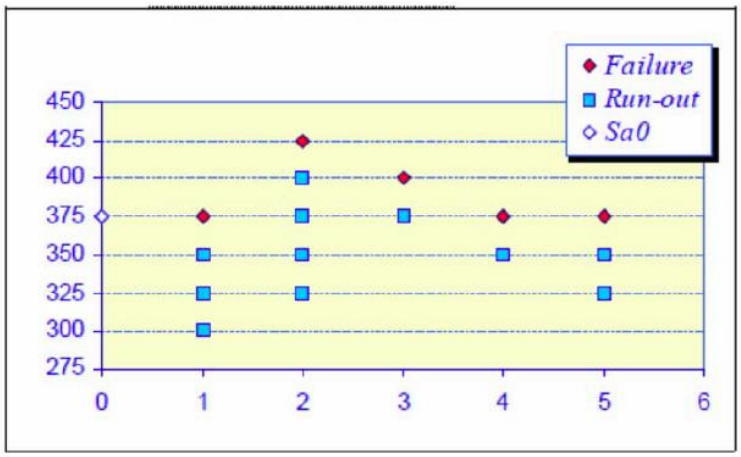


図 2　　修正ステアケース法の試験結果の処理方法



i	fi	i*fi	i^2*fi
2	1	2	4
1	1	1	1
0	3	0	0
Σ	5	3	5
	F	A	B

$$F = \sum f_i$$

$$A = \sum i \cdot f_i$$

$$B = \sum i^2 \cdot f_i$$

（備考）

$i = 0$，1，2… ：応力レベルの番号で通常 0 から始める。

f_i：応力レベル i における試験片数

図 2 より，標本平均及び標準偏差を以下の通り評価することができる

(1) 応力レベル 0：$S_{a0} := 375\,MPa$

ここでレベル 0：試験結果中で発生頻度が低い事象の最小値

(2) 応力階差：$d := 25\,MPa$

(3) $F := 5$，$A := 3$，$B := 5$

(4) 標本平均は次式により求められる。

$$S_a := S_{a0} + d \cdot \left(\frac{A}{F} - \frac{1}{2}\right) \quad C = 1 \quad S_a = 375.5MPa$$

(5) 標準偏差は，次式により求められる。

$$s := 1.62 \cdot d \cdot \left(\frac{B \cdot F - A^2}{F^2} + 0.029\right) \quad S = 27.09MPa$$

(6) 標準偏差の比は，次式により求められる。

$$S_r := \frac{s}{S_a} \quad S_r = 0.072$$

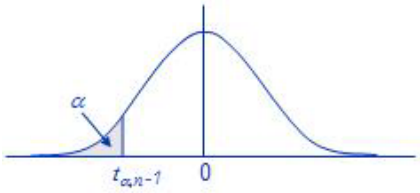
****

2.1.5 平均疲労限度の信頼区間

-1. ステアケース疲労試験を繰り返すと，標本平均と標準偏差は，前の試験結果と異なる値となる可能性が高くなる。従って，標本平均に信頼区間を使用することによって，試験値が選択した疲労限度を確実に上回ることを保証する必要がある。

-2. 未知の分散を有する標本平均の信頼区間は，平均を中心に対称な分布である *t* 分布（スチューデントの *t* 分布）に従って分布することが知られている（**図 3** 参照）。

図 3 スチューデントの *t* 分布



（備考）

通常，標本平均に使用される信頼度は 90 %であり，これは，繰り返し試験の標本平均の 90 %が，選択された信頼度で計算値を上回ることを意味する。**図 3** は，標本平均の (1 - α) · 100 %の 信頼区間に対する *t* 値を示す。

-3. S_aが経験的平均であり，*s* が一連の *n* 個の標本にわたる経験的標準偏差であって，変数値が未知の標本平均及び分散で正規分布する場合，当該平均に対する$(1-\alpha) \cdot 100$ %の信頼区間は次式となる。

$$P\left(S_a - t_{\alpha,n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < S_{aX\%}\right) = 1 - \alpha$$

-4. 得られた信頼区間は，標本値の経験的平均を中心に対称であり，下端は次式により求められる。

$$S_{aX\%} = S_a - t_{\alpha,n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

これは欠陥の可能性を考慮した場合の低減した疲労限度を得るために使用する平均疲労限度（母集団値）である。

****

例

90 %の信頼区間（$\alpha = 0.1$）として$n = 10$（破断回数 5 回，非破断回数 5 回）とすると，分布表（E.Dougherty: Probability and Statistics for the Engineering, Computing and Physical Sciences, 1990 の表中で$v = n - 1$）より$t_{\alpha,n-1} = 1.383$を得られる。このため，$S_{a90\%}$は次式で表される。

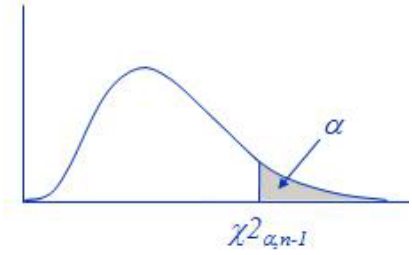
$$S_{a90\%} = S_a - 1.383 \cdot d \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} = S_a - 0.4373 \cdot s$$

なお，安全側の値をとるため，n を使用した試験片数である 5 として，$t_{\alpha,n-1} = 1.533$を使用する場合もある。
****

2.1.6 標準偏差の信頼区間

-1. 正規確率変数の分散に対する信頼区間は自由度$n-1$のカイ 2 乗分布を取ることが知られている（**図 4** 参照）。

図 4 カイ 2 乗分布



（備考）

標準偏差の信頼度は，繰り返された試験の標準偏差がある信頼度の疲労試験の標準偏差から得られる上限未満であることを保証するために使用する。**図 4** は，分散に対する（1 - α）・100 %の信頼区間のカイ二乗を示す。

-2. n 個の標本から想定される疲労試験値は，σ^2の分散を有する正規確率変数であり，経験的分散はs^2である。当該分散に対する$(1-\alpha)\cdot 100$ %の信頼区間は次式により求められる。

$$P\left(\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} < \chi^2_{\alpha,n-1}\right) = 1-\alpha$$

-3. 標準偏差について$(1-\alpha)\cdot 100$ %の信頼区間は，分散に対する信頼区間の上限値の 2 乗根により得られ，次式により求められる。

$$S_{X\%} = \sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_{\alpha,n-1}}}\cdot s$$

この標準偏差（母集団値）は，欠陥の可能性を考慮した疲労限度を得るために用いられる。

****

例

90%の信頼区間（$\alpha = 0.1$）として$n = 10$（破断回数 5 回，非破断回数 5 回）とすると，分布表（E.Dougherty: Probability and Statistics for the Engineering, Computing and Physical Sciences，表中で$v = n-1$）より$\chi^2_{\alpha,n-1} = 4.168$を得られる。
このため，$S_{90\%}$は次式で表される。

$$S_{90\%} = \sqrt{\frac{n-1}{4.168}}\cdot s = 1.47\cdot s$$

なお，安全側の値をとるため，n を使用した試験片数である 5 として，$\chi^2_{\alpha,n-1} = 1.064$を使用する場合もある。
****

3.1 小試験片試験

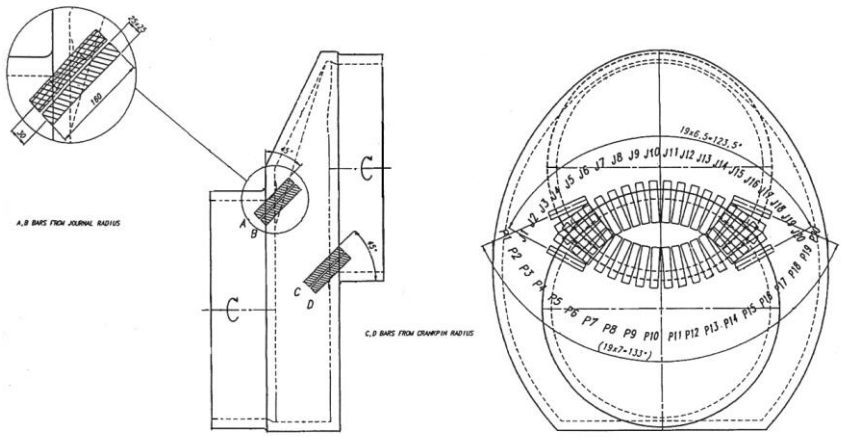
3.1.1 一般

-1. 本付録で，小試験片は，クランクスローから採取された 1 の試験片とみなす。
-2. 試験片はすみ肉部の疲労強度を代表するものとなるように，すみ肉部近傍から採取するべきである（**図 5** 参照）。
-3. **-2.**の試験片を使用する試験における主応力方向が，実寸法のクランクスローと同等であることを確認するべきで

ある。有限要素法を使用して検証することを推奨する。

-4. 機械特性（静的）は，品質管理手順に従って求めること。

図 5　　クランクスローから採取する試験片の位置



3.1.2　　曲げ疲労強度の決定

-1. 応力勾配の影響に関連する不確実性を避けるため，切欠きのない試験片を使用することを推奨する。引張圧縮試験法（応力比$R = -1$）での試験が望ましいが，特にクリティカルプレーン基準の目的上，他の応力比及び方法を追加してよい。

-2. 引張圧縮試験において，実寸法のクランクスローの主応力方向を示すように試験を行うため，また詳細な情報がない場合には，**図 5** に示すように試験片を 45 度の角度で採取すること。試験目的が高清浄度の影響を記録することである場合，円周方向に約 120 度の位置から採取した試験片を使用することができる（**図 5** 参照）。また，試験目的が *CGF* 鍛造の影響を記録することである場合，試験片の採取はクランク面の近傍に限定するべきである。

3.1.3　　ねじり疲労強度の決定

-1. 試験片にねじり試験を行う場合，試験片は **3.1.2** の曲げに関する指針に従って選択するべきである。疲労強度の評価時には，応力勾配の影響を考慮すること。

-2. 試験片に引張圧縮試験を行い，また詳細な情報がない場合には，試験片と実寸法のクランクスローとの主応力方向の共線性を確保するため，供試材をクランク面に対して 45 度の角度で採取するべきである。試験片をすみ肉部に沿ってクランク軸の（クランク）中間面からある距離で採取する場合，この平面は，ピンの中心点の周りを回転して，ねじれによる破壊方向を再度採取することが可能になる（得られた結果は，適切なねじり疲労強度に変換すること）。

3.1.4　　他の試験位置

-1. 試験目的が疲労特性を見出すことであって，クランク軸が *CGF* と同様の方法で鍛造されている場合には，通常，機械試験片を採取する場所の延長線上の軸部から長手方向に試験片を採取してよい。ただし，この延長線上の軸部がクランク軸の一部として熱処理され，かつクランクスローと同様の焼入れ速度となる寸法のものであることが条件である。

-2. 延長線上の軸部から採取した試験片による試験結果を使用する場合，その軸部の鍛流線がクランクすみ肉部をどの程度代表しているのかを考慮すること。

3.1.5　　試験結果の相関

-1. 試験片の試験によって得られた疲労強度は，適切な方法（寸法効果）で実寸法のクランク軸の疲労強度に対応するように変換すること。

-2. **3.1** の試験から得られた曲げ疲労特性を使用する場合，*CGF* 鍛造では，他の鍛造（*CGF* 以外のもの）と比べて疲労強度は向上するが，通常，同程度のねじり疲労強度の向上には繋がらない。このような場合には，ねじり試験も行う，もしくはねじり疲労強度を安全側に評価することを推奨する。この方法は，ゴフ・ポラード基準を使用する場合に適用できる。ミーゼスやフィンドリー等の多軸基準を使用することは認められていない。

-3. 曲げ疲労とねじり疲労の比が$\sqrt{3}$と著しく異なる場合，ミーゼス基準に代えてゴフ・ポラード基準を使用することを検討するべきである。また，クリティカルプレーン基準を使用する場合，*CGF* は疲労強度の点で材料を不均一にする。すなわち，材料パラメータは面方向で異なる点に留意すること。

-4. いかなる影響因子の追加も注意して行うこと。例えば，清浄鋼にある種の添加物が記載されている場合，*CGF* の係数 *K* と組合せられない場合もある。清浄鋼及び *CGF* 鍛造のクランクから採取した供試材で試験することが望ましい。

4.1 実寸法試験

4.1.1 油圧脈動

-1. 油圧試験機は，クランク軸の試験をねじり並びに 3 点又は 4 点曲げで実施できるよう配置する。これにより任意の応力比 *R* での試験が可能となる。

-2. 試験の開始にあたり，付加荷重は軸部の平面上でのひずみゲージ測定によって確認するべきであるが，試験中の荷重制御のために必ずしも使用する必要はない。また，ひずみゲージチェーンですみ肉部の応力を確認することが適当である。

-3. 試験装置は，付録 3 の **3.1** に定める境界条件を与えるものであることが重要である。

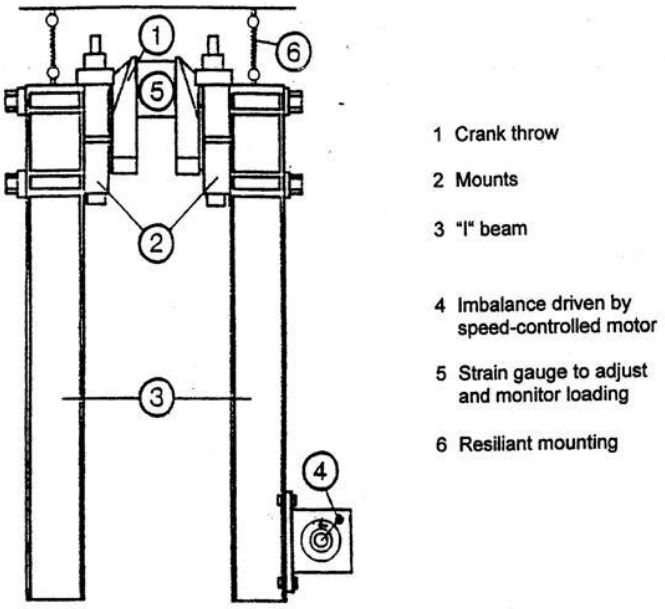
-4. 機械特性（静的）は，品質管理手順に規定される通り求めること。

4.1.2 共振試験機

-1. 通常，曲げ疲労試験機は，応力比 *R*= -1 で作動する。**図 6** に試験機の配置を示す。

-2. 付加荷重は，軸部の平面上でのひずみゲージ測定によって確認するべきである。また，ひずみゲージチェーンですみ肉部の応力を確認することが適当である。

図 6 曲げ荷重に対する共振試験機の試験配置例



-3. ジャーナルのクランプは，クランプ端部での破断に繋がる深刻なフレッティングを防止できるよう配置すること。クランプとジャーナルすみ肉部間にある程度の距離がある場合，荷重は 4 点曲げと一致しジャーナルすみ肉部を代表する。

-4. 実際の機関では，通常，クランクピンすみ肉部における応力比は，*R*= -1 を僅かに上回り，またジャーナルすみ肉部における応力比は，*R*= -1 を僅かに下回る。必要な場合，スプリングプレロードによって平均荷重（*R*= -1 から逸脱）を加えてよい。

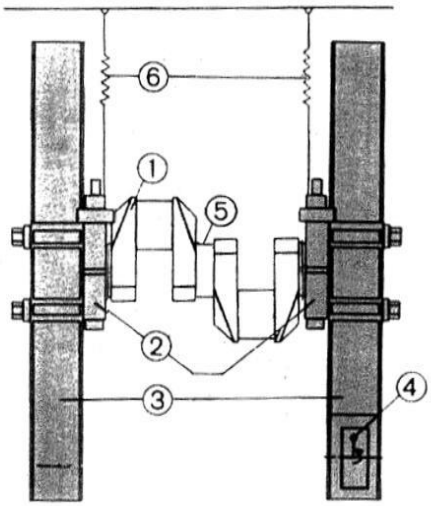
-5. ねじり疲労試験機は，**図 7** に示すように配置することができる。クランクスローがねじれを受ける場合，クランクピンのねじれによりジャーナルが横方向に動く。単一のクランクスローをねじり共振試験機で試験する場合，錘付クランプとともにジャーナルは大きく横に振動する。この錘付クランプの横方向の動きは，特にクランクがほぼ同じ方向にある場合，2 のクランクスローを有することによって低減することができる。ただし，中央のジャーナルの移動は大きくなる。

-6. 横方向の動きは大きな曲げ応力を発生させる場合があるため，クランクピン平面部ついても，試験結果に影響を及ぼし得る曲げを測定できるようにひずみゲージを取付けること。

-7. 曲げ疲労試験の場合と同様に，付加荷重は，軸部の平面上でのひずみゲージ測定によって確認すること。また，ひ

ずみゲージチェーンですみ肉部の応力を確認することが適当である。

図 7　　2 のクランクスロー部を有するねじり荷重に対する共振試験機の試験配置例



① crankthrow
② clamping jaw
③ I-profiled beams
④ motor-driven eccentric weight
⑤ strain gage
⑥ elastic suspension

4.1.3　　結果の利用とクランク軸の判定

-1.　クランク軸の判定計算（附属書 2.3.1 の 1.8 参照）において，試験から得られた曲げ及びねじり疲労強度を組合せるため，次の通りゴフ・ポラード手法及び最大主応力の式を適用することができる。

(1)　クランクピンすみ肉部の場合，次式により求められる。

$$Q = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BH} + \sigma_{add}}{\sigma_{DWCT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_H}{\tau_{DWCT}} \right)^2} \right)^{-1}$$

σ_{DWCT}：曲げ試験による疲労強度

τ_{DWCT}：ねじり試験による疲労強度

その他のパラメータは附属書 2.3.1 の 1.3.1-3.，1.3.2-2.及び 1.5 を参照のこと。

(2)　クランクピン油穴の場合，次式により求められる。

$$Q = \frac{\sigma_{DWOT}}{\sigma_V}; \quad \sigma_V = \frac{1}{3}\sigma_{BO} \cdot \left[1 + 2\sqrt{1 + \frac{9}{4}\left(\frac{\sigma_{TO}}{\sigma_{BO}} \right)^2} \right]$$

σ_{DWOT}：ねじり試験における最大主応力による疲労強度

(3)　ジャーナルすみ肉部の場合，次式により求められる。

$$Q = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BG} + \sigma_{add}}{\sigma_{DWJT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_G}{\tau_{DWJT}} \right)^2} \right)^{-1}$$

σ_{DWJT}：曲げ試験による疲労強度

τ_{DWJT}：ねじり試験による疲労強度

その他のパラメータは附属書 2.3.1 の 1.3.1-3.，1.3.2-2.及び 1.5 を参照のこと。

-2.　表面処理による疲労強度の増加が上記と類似しているとみなされる場合は，表面処理を考慮していない場合の算式に従い，最も重要な場所のみを試験することで十分である。

5.1　　類似のクランク軸の既存の結果の利用

5.1.1　　既存の結果の利用

-1. 表面処理していないすみ肉部又は油穴において，試験結果が次の条件を満足する場合には，当該結果を類似のクランク軸に利用することができる。

(1) 材料

(a) 類似の材料を使用すること

(b) 清浄度が同等以上であること

(c) 同等の機械特性を保障できること（寸法対硬化性）

(2) 形状

(a) 寸法効果による応力勾配の差異が小さいこと，又は差異を考慮すること

(b) 主応力方向が等しいこと（**3.1** 参照）

(3) 製造

(a) 類似の製造方法であること

-2. 高周波焼入れ又はガス窒化されたクランク軸は，表面において又は心部への遷移領域のいずれかで疲労の影響を受ける。実寸法のクランクの疲労試験によって求められる表面疲労強度は，疲労が表面から開始した場合，当該試験を実施したクランク軸と同等又は類似の設計のクランク軸において使用することができる。類似の設計とは，類似の材料及び表面硬度が使用され，すみ肉部半径及び硬化層深さは，試験を実施したクランク軸のおよそ±30%以内であることを意味する。

-3. 遷移領域における疲労は，表面下（すなわち硬質層下）又は硬化を終える表面のいずれかで発生する場合がある。心部への遷移点で疲労が開始することを条件に，心部への遷移点の疲労強度は，疲労試験によって求めることができる。心部材のみで行った試験は，遷移点の引張残留応力が欠けているため，代表することはできない。

-4. 以下の近年の研究内容に留意すること。

内部欠陥の周囲に拡散して集積する水素捕捉による表面下での亀裂発生により，疲労限度は，超高サイクル域において減少する可能性がある。この場合，10^7 サイクル後を超える領域では，疲労限度をサイクル数が 10 倍になるごとに数%減少させることが適切と考えられる。村上敬宜氏の発表「Metal Fatigue: Effects of small Defects and Non-metallic Inclusions」では，特に水素含量が高いと考えられる場合には，この減少はサイクル数が 10 倍になるごとに 5 %とすることが提案されている。

付録 3表面処理されたすみ肉部及び油穴出口の計算指針

1.1 序

本付録では，表面処理されたすみ肉部及び油穴出口について取扱う。種々の処理に関して説明するとともに計算用の実験式を示す。
可能な場合，測定値又は詳細な情報を使用すること。ただし，残留応力等の値に大きなばらつきがある場合には，最も安全側となる値を選択すること。

2.1 表面処理の定義

「表面処理」とは，表面から心部にかけて不均一な材料特性（硬度，化学的特性又は残留応力等）をもたらす，熱的，化学的，機械的操作等の処理を含む用語である。

2.2 表面処理手法

表 1 に処理手法と各手法による疲労強度に関連する材料特性への影響を示す。

表 1　　表面処理手法とその効果

表面処理手法	効果
高周波焼入れ	硬度及び残留応力
窒化	化学的特性，硬度及び残留応力
表面硬化	化学的特性，硬度及び残留応力
ダイクエンチ（焼戻しを行わない）	硬度及び残留応力
冷間ロール加工	残留応力
ストロークピーニング	残留応力
ショットピーニング	残留応力
レーザピーニング	残留応力
ボールコイニング	残留応力

（備考）
舶用機関には，高周波焼入れ，窒化処理，冷間ロール加工，ストロークピーニングのみが関連すると考えられるため，**表 1** に示す以外の方法（2 以上を組合せる場合を含む）は，本付録では取扱ない。加えて，ダイクエンチは，高周波焼入れと同様の方法とみなすことで差支えない。

3.1 一般

3.1.1 一般

-1. 変動作用応力は，停留亀裂が生じ得る局所疲労強度（表面処理の効果を含む）未満であること（**6.1.2** 参照）。これは，一定の安全係数をかけて求める。

-2. **-1.**については，すみ肉部または油穴の輪郭全体並びに表面下から処理部（表面処理の影響を受ける領域）以下の深さ（心部までの深さを含む）まで適用すること。

-3. 局所疲労強度には，局所硬度，残留応力及び平均作用応力の影響を考慮に入れること。

-4. 「ギガサイクル効果」の影響（特に表面下での亀裂発生）に関しては，安全マージンを選択することで考慮すべきである。

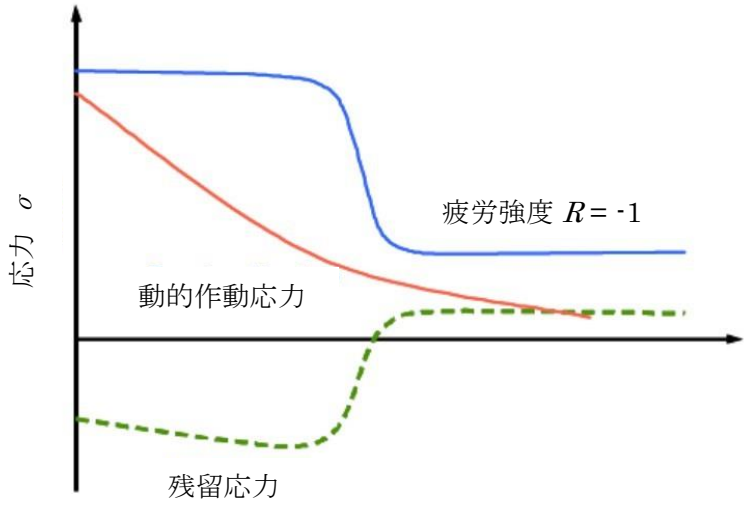
-5. 応力が集中する領域においては，硬化/ピーニングの範囲を適切に検討すること。

-6. 硬化／ピーニングが終了するあらゆる遷移領域において，大きな引張残留応力を有する場合がある。これは「弱点」を形成し，高応力領域と一致する場合には強度に重大な影響を及ぼす。

-7. 変動及び平均作用応力については，応力集中の存在する全領域及び表面処理深さの約 1.2 倍の深さまで求めること（**図 1** 参照）。

-8. 判定基準は，すみ肉部表面の輪郭に沿った最大応力集中点から腕まで及び表面から心部まで段階的に適用すべきである。

図 1　　深さの関数としての応力に関する一般原則（高周波焼入れの場合）



（備考）

基準軸は，深さ（面に垂直）又はすみ肉部の輪郭を表す。

3.2　すみ肉部の局所応力の評価

3.2.1　有限要素法による評価

すみ肉部輪郭に沿った応力に加え，硬化層をある程度越えた深さまでの表面下の応力に関する情報を有する必要がある。これは，通常付録 3 に記載される有限要素法により求められる。ただし，表面下の領域における要素寸法は，表面と同寸法とすること。クランクピンの硬化については，表面から硬化層にかけて小寸法要素のみを連続させること。

3.2.2　簡易手法による評価

-1. 有限要素法を利用できない場合，簡易手法を使用してよい。この場合，有効範囲内であることを条件に**附属書 2.3.1** の **1.4** に定める経験的に決定された応力集中係数とすみ肉部半径に反比例する相対応力勾配に基づき決定することができる。曲げ応力とねじり応力について別々に対処すること。これらの組合せは判定基準によること。

-2. 表面下遷移領域の応力は，最小硬化深さをもって，すみ肉部表面に垂直な軸に沿った局所応力集中係数によって定めることができる。

(1) クランクピン及びジャーナルすみ肉部の曲げに対する局所応力集中係数$\alpha_{B\text{-}local}$及び$\beta_{B\text{-}local}$は次式により求められる（**図 2** 参照）。

$$\alpha_{B-local} = (\alpha_B - 1) \cdot e^{\frac{-2 \cdot t}{R_H}} + 1 - \left(\frac{2 \cdot t}{\sqrt{W^2 + S^2}}\right)^{\frac{0.6}{\sqrt{\alpha_B}}}$$

$$\beta_{B-local} = (\beta_B - 1) \cdot e^{\frac{-2 \cdot t}{R_G}} + 1 - \left(\frac{2 \cdot t}{\sqrt{W^2 + S^2}}\right)^{\frac{0.6}{\sqrt{\beta_B}}}$$

パラメータは**附属書 2.3.1** の **1.3.1-3.**及び **1.4** を参照のこと。

(2) クランクピン及びジャーナルすみ肉部のねじりに対する局所応力集中係数$\alpha_{T\text{-}local}$及び$\beta_{T\text{-}local}$は次式により求められる（**図 3** 参照）。

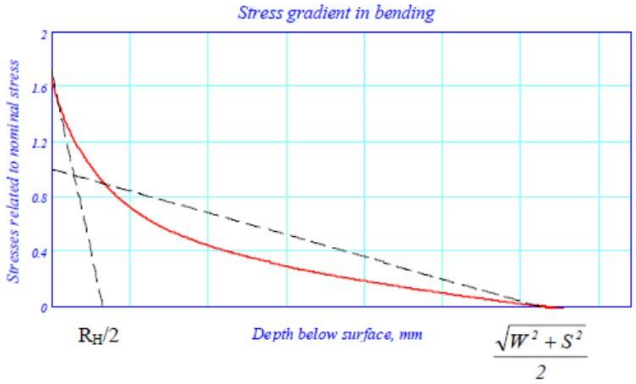
$$\alpha_{T-local} = (\alpha_T - 1) \cdot e^{\frac{-t}{R_H}} + 1 - \left(\frac{2 \cdot t}{D}\right)^{\frac{0.6}{\sqrt{\alpha_T}}}$$

$$\beta_{T-local} = (\alpha_T - 1) \cdot e^{\frac{-t}{R_G}} + 1 - \left(\frac{2 \cdot t}{D_G}\right)^{\frac{0.6}{\sqrt{\beta_T}}}$$

パラメータは**附属書 2.3.1** の **1.3.2-2.**及び **1.4** を参照のこと。

-3. ピンのみが硬化処理され，硬化領域端とすみ肉部の距離が最大硬化深さの 3 倍未満の場合，有限要素法を使用して遷移領域の実際の応力を求めるべきである。

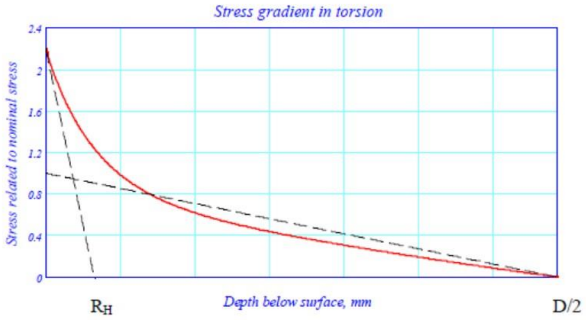
図 2　　深さの関数としてのクランクピンすみ肉部の曲げの応力集中係数



（備考）

ジャーナルすみ肉部の対応する応力集中係数は，R_H を R_G に置き換えることで得られる。

図 3　　深さの関数としてのクランクピンすみ肉部のねじり応力集中係数



（備考）

ジャーナルすみ肉部の対応する応力集中係数は，R_H を R_G に，D を D_G に置き換えることで得られる。

3.3　油穴部応力の評価

3.3.1　有限要素法による評価

-1. 油穴部の応力は，有限要素法によって求めることができる。

-2. 要素寸法は油穴直径D_Oの 1/8 以下とし，要素メッシュ精度は**付録 1** の基準に従うべきである。

-3. 有限要素メッシュは，硬化深さに対応する半径方向の深さを十分に超えて適用するべきである。

-4. 有限要素法において，ねじり及び 4 点曲げの荷重条件を与えること（**付録 1** の **3.1.1** 及び **3.1.2** 参照）。

3.3.2　簡易手法による評価

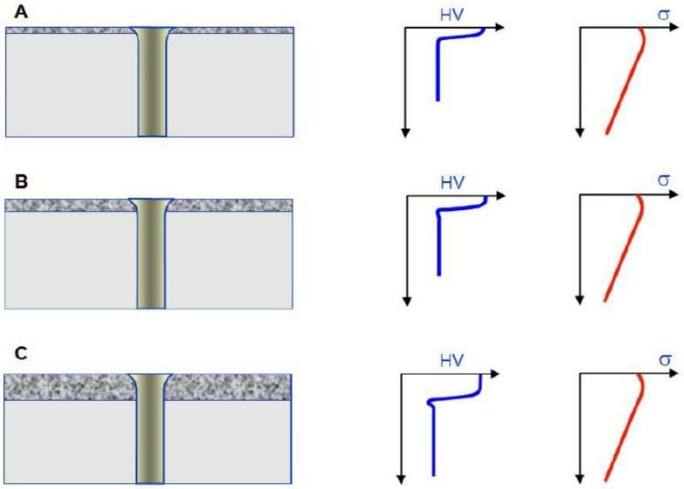
-1. 有限要素法が利用できない場合，簡易手法を使用してよい。当該手法は，適用範囲内であることを条件に，経験的に決定された**附属書 2.3.1** の **1.3** の応力集中係数に基づくものとすることができる。

-2. ピーク応力点における曲げ応力とねじり応力は，**附属書 2.3.1** の **1.6** の通り組合わせる。

-3. **図 4** は，硬質材料と軟質材料の間の遷移領域において硬度が局所的に低下することを示している。この低下の発生は，調質処理での焼入れ後の焼き戻し温度に依存する。

-4. 油穴部のピーク応力は，丸み面取りの終端部に発生する。この領域内での応力はピンの中心に向かってほぼ線形に降下する。**図 4** より浅い硬化層の場合（A）と中程度の硬化層の場合（B）では，実質的に遷移点は最大応力点と一致する。深部まで硬化した場合（C）では，遷移点はピーク応力点外となり，局所応力は，ピーク応力の$(1-2tH/D)$として評価することができる。ここで，*tH* は硬化層深さである。

図 4　　高周波焼入れされた油穴における応力と硬度



-5. 表面下の遷移領域の応力は，最小硬化層深さを用いて，油穴表面に垂直な軸に沿った局所応力集中係数によって求められる。

(1) クランクピン油穴部の曲げに対する局所応力集中係数$\gamma_{B-local}$は次式により求められる。

$$\gamma_{B-local} = (\gamma_B - 1) \cdot e^{\frac{-4t}{D_o}} + 1$$

パラメータは**附属書 2.3.1** の **1.3.1-3.**及び **1.4** を参照のこと。

(2) クランクピン油穴部のねじりに対する局所応力集中係数$\gamma_{T-local}$は次式により求められる。

$$\gamma_{T-local} = (\gamma_T - 1) \cdot e^{\frac{-2t}{D_o}} + 1$$

パラメータは**附属書 2.3.1** の **1.3.1-3.**及び **1.4** を参照のこと。

3.4　判定基準

油穴出口部，クランクピンすみ肉部及びジャーナルすみ肉部の等価変動応力及び疲労強度の比である許容係数 Q は**附属書 2.3.1** の **1.8** に定める次式を満足すること。これは表面又は遷移領域のいずれかに関わらず，表面処理された領域にも適用する。

$$Q \geq 1.15$$

4.1　高周波焼入れ

4.1.1　一般

-1. 硬度の仕様において，表面硬度の範囲（最小値及び最大値），すみ肉部内又はすみ肉部に渡る最小及び最大範囲並びにすみ肉部輪郭に沿った最小及び最大深さを指定すること。参照ビッカース硬さは，*HV*0.5～*HV*5 とみなす。

-2. 高周波焼入れ深さは，指定最小表面硬度の 80 %の硬度となる深さとして定義する。

-3. クランクピン又はジャーナルのみを硬化する場合，**図 5** に示す熱影響部に生じる引張応力のため，すみ肉部までの最小距離を指定すること。

-4. 硬度と深さ分布及び残留応力が明らかでない又は指定されていない場合には，次のとおり仮定してよい。

(1) 硬度特性は次の 2 層で構成される（**図 6** 参照）。

(a) 表面から遷移領域まで一様な硬度

(b) 遷移領域から心材まで一様な硬度

(2) 硬化領域における残留応力は 200 *MPa*（圧縮）

(3) 局所硬度低下を回避しない限り，遷移領域の硬度は心部硬度の 90 %

(4) 遷移領域における最大残留応力（ミーゼス応力）は 300 *MPa*（引張）

-5. クランクピン又はジャーナルの硬化の終端がすみ肉部に近接する場合，引張り残留応力の影響を考慮すること。硬化の終端とすみ肉部の始端との最小距離が最大硬化層深さの 3 倍を超える場合には，当該影響がないものとして差支えない。

図 5　　ピンとすみ肉部の表面に沿った残留応力

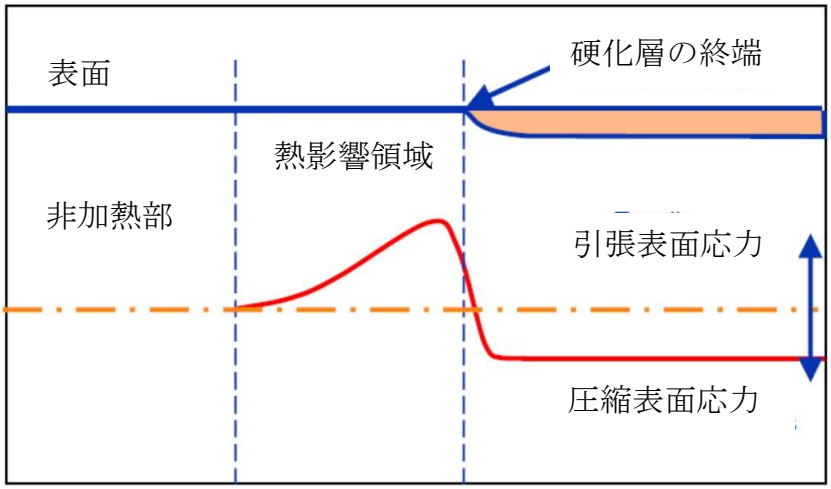
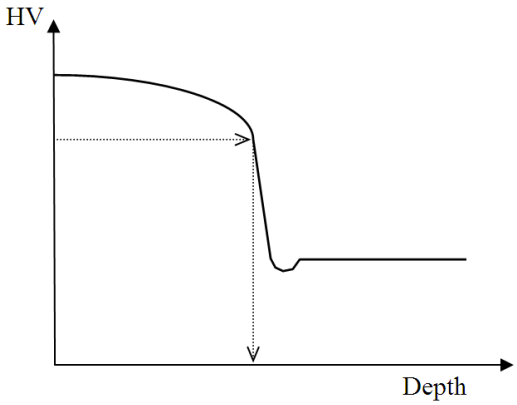


図 6　　深さの関数と硬度の例



（備考）

矢印は定義された硬化層深さを示す。心部への遷移時に**図 6** に示すような硬度低下を生じ得る。局所強度の低下及び引張残留応力が生じ得るため，これは弱点となる可能性がある。

4.2　局所疲労強度

4.2.1　一般

高周波焼入れされたクランク軸は，表面又は心部への遷移点のいずれかにおいて疲労の影響を受ける。

4.2.2　疲労試験による評価

-1. 表面及び遷移領域の疲労強度は，**付録 2** に定める実寸大のクランクによる疲労試験によって求めることができる。

-2. 遷移領域の場合，疲労は表面下（硬質層の下側）又は硬化が終了する表面のいずれかで開始する場合がある。

-3. 心部の材料のみを用いた試験は，遷移領域における引張残留応力が含まれないため，疲労強度を代表するものとはならない。

4.2.3 計算による評価

-1. 表面疲労強度については，次式により求められる。

$$\sigma_{Fsurface} = 400 + 0.5 \cdot (HV - 400) \quad [MPa]$$

HV : 表面ビッカース硬さ

当該式は，疲労強度に残留応力の影響が含まれると仮定しており安全側の値が得られる。計算結果は R = -1 の作用応力比において有効である。なお，高周波焼入れされた鋼材の平均応力の影響は，調質鋼の平均応力の影響よりも著しく大きくなる場合があることに留意すること。

-2. 遷移領域における疲労強度は，あらゆる局所的な硬度低下を考慮せずに，次式により求めること。

$$\sigma_{Ftransition,cpin} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left[0.264 + 1.073 \cdot Y^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{X}} \right]$$

ジャーナルすみ肉部の場合　$Y = D_G$，$X = R_G$

クランクピンすみ肉部の場合　$Y = D$，$X = R_H$

油穴出口の場合　$Y = D$，$X = D_O/2$

パラメータは**附属書 2.3.1** の **1.4** を参照のこと。

当該式に残留応力の影響は含まれていない。

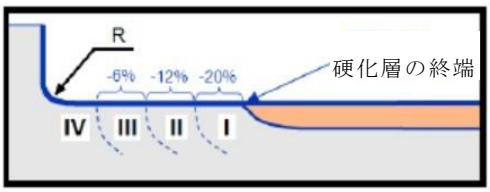
-3. 表面下の疲労を考慮する目的上，硬化層下においては，引張残留応力による悪影響を**-2.**により求められた値から 20 %引くことで考慮すること。当該 20 %は，300 *MPa* の残留引張応力を有する調質合金鋼の平均応力の影響に基づいている。

-4. 前**-3.**に定める残留応力がより低いことが得られている場合には，**-3.**で定める割合より低い値で差引くこと。また，低強度鋼の場合には，**-3.**で定める割合より大きな値で差引くべきである。

-5. 硬化部の終端付近における表面疲労（**図 5** に示す熱影響部）を考慮する目的上，引張残留応力の影響は，**-2.**により求められた値から**表 2** に従って一定の割合を差引くことで考慮することができる。

表 2　焼入れ終端からすみ肉部方向のある距離における引張残留応力の影響

領域	硬化層終端とすみ肉部の距離	割合
I	最大硬化層深さの 0～1.0 倍	20 %
II	最大硬化層深さの 1.0～2.0 倍	12 %
III	最大硬化層深さの 2.0～3.0 倍	6 %
IV	最大硬化層深さの 3.0 倍以上	0 %



5.1 窒化

5.1.1 一般

-1. 硬度の仕様には，表面硬度の範囲（最小及び最大）並びに最小及び最大深さを含めること。

-2. ガス窒化のみを考慮する。

-3. 参照ビッカース硬さは，*HV*0.5 とみなす。

-4. 心部硬度より 50 *HV* 高い硬度までの深さを窒化層深さ *tN* とする。

-5. 硬化分布は，心部まですべて指定すること。

-6. **-5.**の硬化分布が得られていない場合は，次式により求めてよい。

$$HV(t) = HV_{core} + (HV_{surface} - HV_{core}) \cdot \left(\frac{50}{HV_{surface} - HV_{core}} \right)^{\left(\frac{t}{t_N}\right)^2}$$

t　: 局所深さ
$HV(t)$　: 深さtにおける硬度
HV_{core}　: 心部硬度（最小）
$HV_{surface}$　: 表面硬度（最小）
tN　: 窒化層深さ（最小）

5.2 局所疲労強度

5.2.1 一般

窒化されたクランク軸の場合，疲労は表面又は心部への遷移部のいずれかに見られる。

5.2.2 疲労試験による評価

付録 2 に定める試験によって疲労強度を求めることができる。

5.2.3 計算による評価

-1. 表面疲労強度（主応力）については，次式により求められる。

$$\sigma_{Fsurface} = 450MPa$$

当該式は表面硬度が 600 HV 以上のときに有効な式である。

なお，この疲労強度は表面残留応力の影響を含むものとし，作用応力比 R = -1 に適用することに注意すること。

-2. 遷移領域における疲労強度は，次式により求められる。

$$\sigma_{Ftransition,cpin} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left[0.264 + 1.073 \cdot Y^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{X}} \right]$$

ジャーナルすみ肉部の場合　$Y = D_G$，$X = R_G$

クランクピンすみ肉部の場合　$Y = D$，$X = R_H$

オイルボア出口の場合　$Y = D$，$X = D_O/2$

パラメータは**附属書 2.3.1** の **1.4** を参照のこと。

当該算式より得られる疲労強度は，残留応力の影響を含むよう仮定していないことに留意すること。

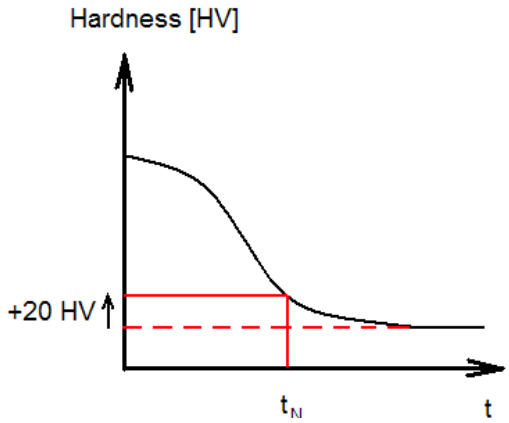
-3. 高周波焼入れとは対照的に，窒化された部材は心部への明確な遷移領域を有していない。表面における圧縮残留応力は高いが，硬化層深さが浅いため，心部の平衡引張応力は緩やかである。

-4. 表面下の解析の目的上，窒化硬さ分布が滑らかな曲線であることを考慮し，遷移領域内及び遷移領域下での引張残留応力による悪影響をないものとして取り扱うことで差支えない。

-5. 原則として，硬さ分布全体に沿って計算を行うべきであるが，簡易手法により，表面及び人工遷移点の評価に限定することもできる（**図 7** 参照）。

-6. 前**-5.**の人工遷移点は，局所硬度が心部硬度より 20 HV 程度高い深さとすることができる。この場合，心部材の特性を使用するべきであり，$t = 1.2tN$を **3.2.2** 又は **3.3.2** の局所応力集中係数の算式に入れることで，心部への遷移時の応力を求めることができる。

図 7　深さ方向の人工遷移点における概略図



6.1 冷間加工

6.1.1 一般

-1. すみ肉部のストロークピーニング又は冷間ロール加工の利点は，高負荷領域に導入される圧縮残留応力である。

-2. 疲労強度は疲労試験より求めること（付録 2 参照）。この試験は，通常，作用応力比 R = -1 の 4 点曲げで実施する。

-3. 前**-2.**の試験結果から，曲げ疲労強度（破壊様式に応じて表面又は表面下で開始）を求め，すみ肉部に掛かる曲げに対する疲労強度を代表することができる。

-4. 曲げと比較して，すみ肉部におけるねじり疲労強度は，ミーゼス応力基準で利用される比率$\sqrt{3}$とは大きく異なる場合がある。曲げに対しては表面下の疲労を防ぐために十分な処理深さであっても，ねじりにおいては表面下での疲労が発生する場合がある。曲げとねじりの差異の原因としては，高応力領域の範囲であると考えられる。

-5. 実寸法のクランク試験で得られた結果は，母材（調質合金）が類似の種類であって，表面及び深さにわたっての圧縮残留応力が類似レベルとなるように加工が行われることを条件に，他の寸法のクランクにも適用することができる。これは，冷間加工の範囲と深さの両方がすみ肉部半径に比例しなければならないことを意味する。

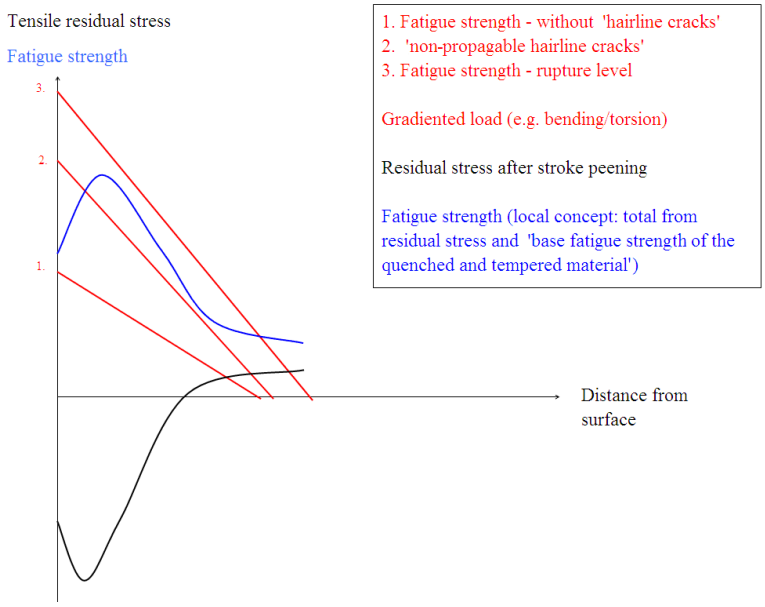
6.1.2 球によるストロークピーニング

-1. 曲げ疲労強度及びねじり疲労強度を調査した結果，当該比率が$\sqrt{3}$と異なる場合には，ミーゼス基準は除外するべきである。

-2. 曲げ疲労強度のみを調査した場合は，ねじり疲労強度を安全側に評価するべきである。曲げ疲労強度が非ピーニング材料の疲労強度よりx %高いと結論づけられる場合，ねじれ疲労強度は，非ピーニング材料の疲労強度のx %の 2/3 を超えて評価するべきではない。

-3. ストロークピーニング処理の結果として，表面下領域で圧縮残留応力の最大値がみられる。従って，疲労試験荷重及び応力勾配によっては，表面の作用応力が，表面の局所疲労強度より高くなる可能性がある。このため，疲労試験中に小さな亀裂が生じる可能性はあるが，圧縮残留応力の分布のため，試験負荷の若干量の増加及び/又は更なる負荷サイクルによって伝播することはできない。すなわち，表面下の高い圧縮残留応力は，表面での微細な割れを「拘束」する（**図 8** の 2.を参照）。

図 8 ストロークピーニング加工された表面下の作用及び残留応力



（備考）

直線 1～3 は，異なる負荷応力勾配を示す。

-4. 実寸法のクランク軸を使用した疲労試験では，小さな「ヘアークラック」を亀裂破壊とみなすべきではない。技術的に破壊に繋がる疲労亀裂であって，その結果として試験台を止める必要があるような亀裂は，破壊荷重レベルを決定する際に考慮するべきである。これは，高周波焼入れされたすみ肉部がストロークピーニングされる場合にも適用する。

-5. 高周波焼入れされたすみ肉部の疲労強度の改善のため，所要表面硬度まで高周波焼入れ及び焼戻しした後，クランク軸すみ肉部のストロークピーニング処理を適用することが可能である。当該処理を実施する場合，ストロークピーニング力を母材の引張強さではなく表層の硬度に適合させなければならない場合がある。

-6. 高周波焼入れ及びストロークピーニングを施したすみ肉部の疲労強度に関する影響は，実寸法のクランク軸の試験により求めること。

6.1.3　　類似のクランク軸の結果の利用

試験結果は，次の基準をすべて満足する場合，他の類似のクランク軸に利用することができる。

(1) 試験を実施したクランク軸と比較して，すみ肉部半径に対する球の寸法は±10 %以内であること

(2) 少なくともストロークピーニングの周方向の範囲が同一であること

(3) 試験を実施したクランク軸と比較して，すみ肉部の半径に対するすみ肉部輪郭角度の範囲が±15 %以内で，機関運転中の応力集中部を含むように配置されていること

(4) 類似の母材であること（例えば，焼入れ焼戻し合金）

(5) 同一半径比率の球を使用すること

(6) 球に加えられる力は母材硬度に比例すること（異なる場合）

(7) 球に加えられる力は球半径の 2 乗に比例すること

6.1.4　　冷間ロール

-1. 疲労強度は，安全側で適用した場合，実寸法のクランク試験又は経験的方法により得られる。

-2. 曲げ疲労強度及びねじり疲労強度の両方を調査し，当該比率が$\sqrt{3}$と異なる場合，フォンミーゼス基準を除外するべきである。

-3. 曲げ疲労強度のみを調査した場合は，ねじり疲労強度の評価を慎重に行うべきである。当該曲げ疲労強度が非ロール材料の疲労強度よりx %高いと結論づけられる場合には，ねじり疲労強度は非ロール材料の疲労強度のx %の 2/3 を超えて評価するべきではない。

6.1.5　　類似のクランク軸の結果の利用

試験結果は，次の基準をすべて満足する場合，他の類似のクランク軸に利用することができる。

(1) 少なくとも冷間ロールの円周方向の範囲が同一であること

(2) 試験を実施したクランク軸と比較して，すみ肉部の半径に対するすみ肉部輪郭角度の範囲が±15 %以内で，機関運転中の応力集中部を含むように配置されていること

(3) 類似の母材であること（例えば，調質合金）

(4) ローラー力は，少なくとも，すみ肉部半径に対して同一の相対処理深さとなるように計算すること

$Q \geq 1.15$

付録 4有限要素法を用いたクランク軸の油穴出口部における応力集中係数の計算指針

1.1 一般

本付録で述べる解析の目的は，油穴出口部における応力集中係数の解析計算を適切な有限要素法による数値計算に代えることである。解析的手法は，様々な丸棒の光弾性測定又はひずみゲージから得られた経験式に基づいている。このため，当該算式の適用範囲外では，有限要素法を使用すること。
本付録の規定に従って計算された応力集中係数は，解析的に計算した呼称応力と有限要素法により計算した応力との比として定義される。**附属書 2.3.1** において使用する場合，主応力を計算すること。
解析は，線形弾性有限要素解析として行い，適当な大きさの単位荷重を全ての荷重条件に適用すること。
単純形状をモデル化し，有限要素法より得られた応力を解析的手法により得られた応力と比較する等，有限要素ソルバーを使用し，要素精度を確認することを推奨する。
有限要素法に代えて境界要素法を用いてもよい。

2.1 モデル化要件

有限要素モデルを構築するための基本的な推奨事項及び認識事項を **2.1.1** に示す。最終的な有限要素モデルは **2.2** の要件を満足すること。

2.1.1 要素メッシュの推奨事項

メッシュの精度基準を満足するため，次の事項に従って有限要素モデルを構築することを推奨する。

(1) 計算は，ジャーナル中央間のクランクスロー1 個により構成されるモデルに対して行う。
(2) 油穴出口近辺において使用する要素タイプは次のいずれかとする。
  (a) 10 接点 4 面体要素
  (b) 8 接点 6 面体要素
  (c) 20 接点 6 面体要素
(3) 油穴出口部には次のメッシュ特性を使用する。
  (a) 最大要素寸法は穴方向のみならず，出口すみ肉部全体に渡り$a = r/4$とする（8 接点 6 面体要素を用いる場合は，この精度基準を満足するため，より詳細な要素が必要となる）。
  (b) すみ肉部半径方向の要素寸法に関する推奨手法は次の通り示す。
    i) 第 1 層の厚さは要素寸法 a
    ii) 第 2 層の厚さは要素寸法 $2a$
    iii) 第 3 層の厚さは要素寸法 $3a$
(4) クランク軸の他の部分の要素はソルバーの数値安定性に適しているものとする。
(5) 重量減少のために設けられた穴はモデル化する。
(6) ソフトウェア要件が満足されている場合，サブモデリングを用いてもよい。

2.1.2 材料

-1. 鋼材について，解析に用いる材料特性値として次の値を用いること。
  ヤング率 $E = 2.05 \cdot 10^5 MPa$
  ポアソン比 $\nu = 0.3$

-2. 鋼材以外の材料について，文献に引用される又は代表の材料片から計測したもののいずれかの信頼できる値を用いること。

2.2 要素精度基準

要素メッシュは次に示す事項を満足することとし，評価点において，実際の要素メッシュが次に示す基準を満足しない

場合は，より詳細なメッシュにおいて再度計算を行うこと。

2.2.1　主応力基準

評価点における主応力σ_1，σ_2及びσ_3は，次式を満足すること。

$$\min(|\sigma_1|,|\sigma_2|,|\sigma_3|) < 0.03 \cdot \max(|\sigma_1|,|\sigma_2|,|\sigma_3|)$$

2.2.2　平均／非平均応力基準

評価点において，任意の節点に結合した各要素から求められた平均化されていない節点応力と，100 %平均化された節点応力の差は 5 %未満であること。

3.1　荷重条件と応力評価

次の **3.1.1** から **3.1.3** の荷重条件を用いて計算を行うこと。

3.1.1　ねじり

-1.　クランク軸中心線上の中心節点にねじりモーメント T を作用させた場合を想定し，**図 1** に示す荷重境界条件において計算を行う。

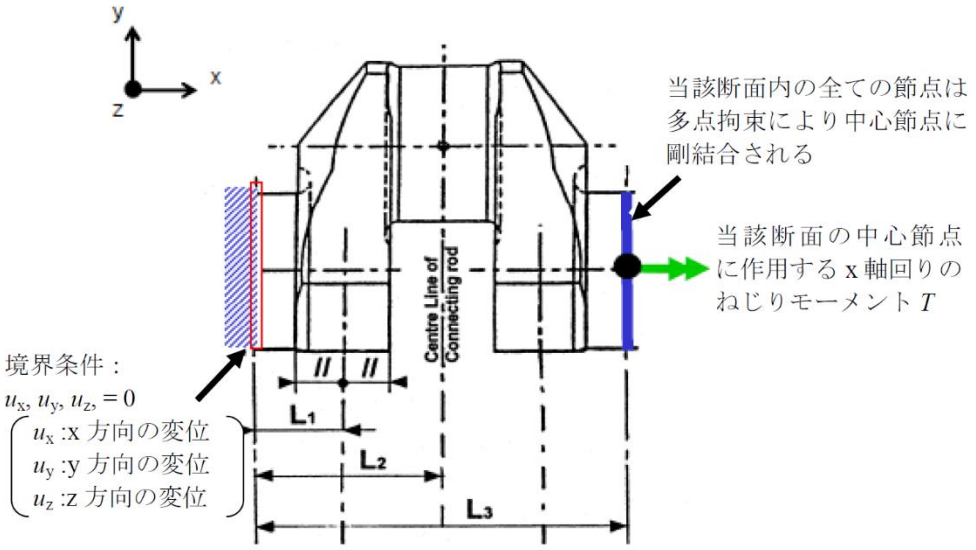
-2.　油穴出口部のすべての節点における主応力を導き，その最大値より応力集中係数 γ_Tは次式により求められる。

$$\gamma_T = \frac{\max(|\sigma_1|,|\sigma_2|,|\sigma_3|)}{\tau_N}$$

ここで，τ_Nはクランクピンにかかる呼称ねじり応力であり次式により求められる（W_Pは**附属書 2.3.1** の **1.3.2** 参照）。

$$\tau_N = \frac{T}{W_P}$$

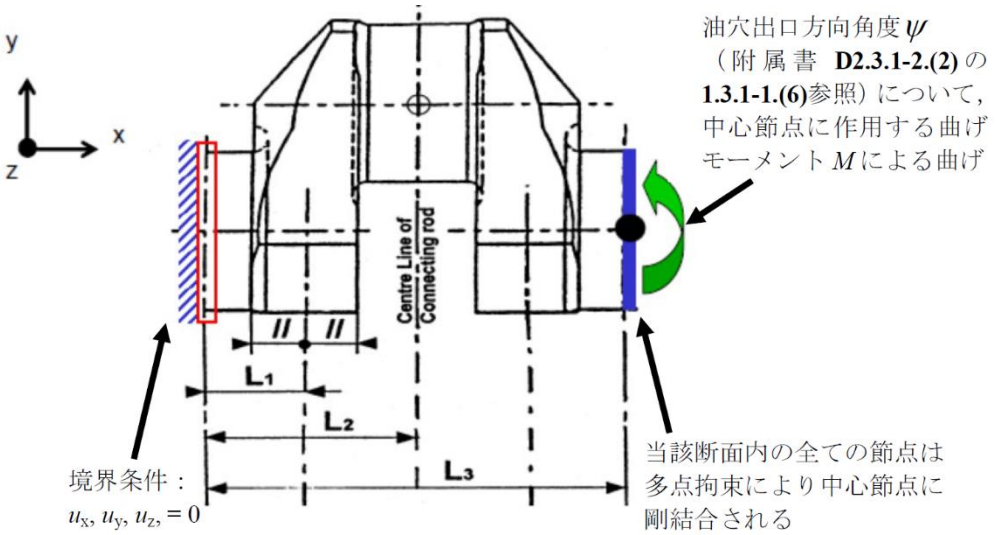
図 1　　ねじり荷重条件における境界荷重条件



3.1.2　曲げ

-1.　クランク軸中心線上の中心節点に曲げモーメント M を作用させた場合を想定し，**図 2** に示す荷重境界条件において計算を行う。

図 2　　純曲げ荷重条件における荷重境界条件



-2.　油穴出口部のすべての節点における主応力を導き，その最大値より応力集中係数 γ_B は次式により求められる。

$$\gamma_B = \frac{\max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)}{\sigma_N}$$

ここで，σ_Nは，クランクピンにかかる呼称曲げ応力であり次式により求められる（W_e は**附属書 2.3.1** の **1.3.2** 参照）。

$$\sigma_N = \frac{M}{W_e}$$

目次

鋼船規則検査要領 D 編　機関 4
D1　通則 4
D1.1　一般 4
D1.3　機関に対する一般要件 9
D1.4　試験 9
D2　往復動内燃機関 13
D2.1　一般 13
D2.3　クランク軸 16
D2.4　安全装置 23
D2.5　付属装置 24
D2.6　試験 24
D3　蒸気タービン 25
D3.1　適用等 25
D3.2　材料，構造及び強度 25
D3.3　安全装置 25
D3.4　試験 25
D4　ガスタービン 26
D4.1　一般 26
D4.2　材料，構造及び強度 26
D4.4　付属装置 26
D4.5　試験 27
D5　動力伝達装置 28
D5.2　材料，構造 28
D5.3　歯車の強度 28
D5.4　歯車軸及びたわみ軸 29
D6　軸系 30
D6.2　材料，構造及び強度 30
D6.3　試験 33
D7　プロペラ 34
D7.2　構造，強度等 34
D7.3　プロペラの圧入 36
D7.4　試験 37
D8　軸系ねじり振動 38
D8.2　許容限度 38
D8.3　連続使用禁止範囲 40
D9　ボイラ等及び焼却設備 41
D9.1　一般 41

D9.2　材料及び溶接……41
D9.3　設計要件……42
D9.4　許容応力及び効率……42
D9.5　各部材の所要寸法の計算……42
D9.6　マンホール，管台等の穴及び穴の補強……43
D9.9　付着品等……44
D9.10　試験……45
D9.11　小型ボイラの構造等……45
D9.12　熱媒油設備の構造等……45
D9.13　焼却設備……46
D10　圧力容器……47
D10.2　材料及び溶接……47
D10.3　設計要件……47
D10.4　許容応力，効率及び腐食予備厚……48
D10.5　強度……49
D10.8　付着品等……50
D10.9　試験……50
D11　機関の溶接……51
D11.2　溶接施工方法及びその施工要領……51
D11.3　溶接後熱処理……54
D11.4　ボイラの溶接……54
D11.5　圧力容器の溶接……57
D11.6　管装置の溶接……57
D12　管，弁，管取付け物及び補機……58
D12.1　一般……58
D12.2　管の厚さ……59
D12.3　弁及び管取付け物の構造……59
D12.4　管装置の接合及び加工……60
D12.5　補機及び置タンクの構造……61
D12.6　試験……61
D13　管艤装……63
D13.1　一般……63
D13.2　配管……63
D13.3　海水吸入弁及び船外吐出弁……64
D13.4　排水装置，衛生装置等……65
D13.5　ビルジ管装置及びバラスト管装置……65
D13.6　空気管……68
D13.8　測深装置……70
D13.9　燃料油管装置……73
D13.10　潤滑油管装置及び操作油管装置……76

D13.11　熱媒油管装置 76
D13.12　冷却管装置 77
D13.13　圧縮空気装置 77
D13.14　蒸気管装置及び復水管装置 77
D14　タンカーの管装置 78
D14.1　一般 78
D14.2　貨物油ポンプ，貨物油管装置，貨物油タンク内配管等 78
D14.3　貨物油ポンプ室，コファダム，貨物油タンクに隣接するタンクの諸管装置 81
D14.5　兼用船の管装置 82
D15　操舵装置 84
D15.1　一般 84
D15.2　操舵装置の性能及び配置 85
D15.3　制御システム 86
D15.4　操舵装置の材料，構造及び強度 90
D15.5　試験 90
D16　ウインドラス及びムアリングウインチ 91
D16.2　ウインドラス 91
D17　冷凍装置及び雰囲気制御設備 94
D17.1　一般 94
D17.3　雰囲気制御設備 97
D17.4　試験 98
D18　自動制御及び遠隔制御 100
D18.1　一般 100
D18.2　システム設計 100
D18.3　主機又は可変ピッチプロペラの自動制御及び遠隔制御 100
D18.5　発電装置の自動制御及び遠隔制御 101
D18.7　試験 101
D24　予備品，要具及び装備品 103
D24.1　一般 103
D24.2　予備品，要具及び装備品 103
附属書 D2.3.1　クランク軸応力の計算に関する検査要領 104
1.1　適用 104
1.2　応力計算 104

鋼船規則検査要領 D 編　機関

D1　　通則

D1.1　一般

D1.1.1　適用

-1. **規則 D 編**において主機とは，船舶を**規則 A 編 2.1.8** にいう船の速力を保って航行する原動力を発生又は変換する次のものをいう。

(1) 往復動内燃機関（過給機を含む）

(2) 蒸気機関（主復水器を含む）

(3) ガスタービン機関（燃焼器を含む）

(4) 推進用発電装置及び推進用電動機（**18 章**を除く）

-2. 前**-1.**の主機の発生する原動力を補う目的で設置される装置は，推進軸系に直結する部分を当該推進軸系に含め，それ以外の部分を推進補機に含める。

-3. **規則 D 編 1.1.1-2.**にいう航路に制限のある船舶及び小型の船舶に装備される機関については，**規則 D 編**の一部の規定を次のとおり軽減することができる。

(1) 船級符号に（*Coasting Service*）又はこれに相当する付記を有する船舶のうち，国際航海に従事しない船舶又は総トン数 500 トン未満の船舶にあっては，次の，**(a)**から**(d)**によって差し支えない。

(a) 次に掲げる規定を適用する必要はない。

i) **規則 D 編 1.3.1-5.**

ii) **規則 D 編 2.5.1**

iii) **規則 D 編 9.9.7-2.**中の後段の規定

iv) **規則 D 編 13.13.4**

(b) **規則 D 編 1.3.1-4.**の規定にかかわらず，**規則 D 編 2.5.3-2.**に定める空気タンクの数を 1 個とすることができる。

(c) **規則 D 編 2.5.3-5.**に定める蓄電池を 1 組とすることができる。また，同規則に定める別個の始動装置は備えなくてもよい。

(d) 船首隔壁を貫通する管に取付ける弁の操作ハンドルを，すべて同一の操作場所に設置する場合，**規則 D 編 13.2.5-2.**に定める船首隔壁を貫通する管を 2 本以上設けることができる。ただし，貫通する管の数は必要最小限に止めること。

(2) 船級符号に（*Smooth Water Service*）又はこれに相当する付記を有する船舶のうち，国際航海に従事しない船舶又は総トン数 500 トン未満の船舶にあっては，次の**(a)**によって差し支えない。また，これらの船舶のうち長さ 30 *m* 未満の船舶にあっては，**(b)**及び**(c)**によっても差し支えない。

(a) 前**(1)(a)**から**(d)**

(b) 中間軸及びスラスト軸の径は，**規則 D 編 6.2.2** 及び同 **6.2.3-1.**で使用される F_1 の値を 95 として算出することができる。ただし，ねじり振動応力の許容限度は，**規則 D 編 8 章**において，**表 D8.1** に掲げるC_Kの値にかえて**D8.2.2 表 D8.2.2-2.**に示すC_Kの値を用いて算出すること。

(c) プロペラ軸及び船尾管軸の径は，**規則 D 編 6 章表 D6.3** の k_2，**表 D6.4** の k_3，**表 D6.2.4-1.**の k_3 又は**表 D6.2.4-2.** の k_3 に 0.92 を乗じた値を用いて算出することができる。ただし，ねじり振動応力の許容限度については次によること。

i) 海水に対する確実な防食を行った炭素鋼又は低合金鋼のプロペラ軸又は船尾管軸については，**規則 D 編 8 章**において，**表 D8.1** に掲げるC_Kの値を 0.45 として算出すること。

ii) 海水に対する確実な防食を行っていない炭素鋼もしくは低合金鋼のプロペラ軸又はステンレス鋼で製造されるプロペラ軸については，**表 D8.2.2-1.**の *A*，*B* 及び *C* にそれぞれ 0.8 を乗じた値を用いて算出するこ

と。

(3) 船級符号に（*Restricted Greater Coasting Service*）又はこれに相当する付記を有する船舶のうち，国際航海に従事しない船舶又は総トン数 500 トン未満の船舶にあっては，船首隔壁を貫通する管に取付ける弁の操作ハンドルを，すべて同一の操作場所に設置する場合，**規則 D 編 13.2.5-2.**に定める船首隔壁を貫通する管を 2 本以上設けることができる。ただし，貫通する管の数は必要最小限に止めること。

(4) 国際航海に従事しない船舶又は長さ 24 *m* 未満の船舶にあっては，**規則 D 編 13.3.2-4.**に定める海水吸入弁並びに**規則 D 編 13.3.2-5.**に定める船外吐出弁又はコックの開閉状態の指示器の設置を省略することができる。

(5) 長さ 30 *m* 未満の船舶にあっては，次の**(a)**から**(d)**によって差し支えない。

(a) 船舶に装備されるすべての管装置に用いられる管，弁，コック及び管取付け物は，**規則 D 編 12.1.4-3.(1)**の規定にかかわらず，本会が適当と認めた規格に定められた材料を使用することができる。

(b) 満載喫水線より上に開口している船外排出管については，**規則 D 編 13.3.1** に定める船外吐出弁又はコックの設置を省略することができる。

(c) 次に掲げるポンプが主機，推進軸系又はその動力伝達装置に内蔵され，かつ，ポンプの完備品を予備品として 1 組備えて故障の際にも容易に交換できる構造の場合には，予備のポンプを省略することができる。

i) **規則 D 編 13.9.6-1.**に定める燃料油供給ポンプ

ii) **規則 D 編 13.10.2-1.**に定める潤滑油ポンプ

iii) **規則 D 編 13.12.1-1.**に定める冷却ポンプ

(d) **規則 D 編 13.12.3** に定める海水こし器を省略することができる。

(6) 長さ 50*m* 未満の船舶のビルジ管装置は，次の**(a)**から**(e)**によって差し支えない。

(a) **規則 D 編 13.5.7-7.**に定める危急ビルジ吸引管は，機関室内に利用できるポンプがない場合に限り省略することができる。

(b) 機関室のビルジ管は，**規則 D 編 12.1.5-1.(4)**の規定にかかわらず，銅管とすることができる。

(c) **規則 D 編 13.5.4-1.**に定めるビルジポンプの数は，**表 D1.1.1-1.**によることができる。

(d) **規則 D 編 13.5.4-2.**に定めるビルジポンプの能力は，**表 D1.1.1-1.**に掲げる主機駆動ポンプに適用する必要はない。また，**表 D1.1.1-1.**に掲げる独立動力ポンプ以外に，適当に配管された独立動力ポンプを備えている場合には，独立動力ポンプの能力として全ての独立ポンプの能力を加算した値を用いて差し支えない。

(e) ビルジ吸引管の内径は，**規則 D 編 13.5.3** の規定に代えて，**表 D1.1.1-2.**によることができる。ただし，実際に使用されるこれらの管の内径は，算定した値に最も近い内径を有する標準管を使用しなければならない。また，その標準管の内径が算定した値より 13 *mm* 以上不足する場合には，1 ランク大きい標準管を使用する必要がある。

(7) 長さ 60 *m* 以下の油槽船においては，**規則 D 編 14.3.1-1.**に定めるビルジ排出装置を吸引口径 50 *mm* 以上の手動ポンプとすることができる。

表 D1.1.1-1. ビルジポンプの数(1)(3)

船の長さ	主機駆動ポンプ	独立動力ポンプ	手動ポンプ	摘要
24*m* 未満	1 台	－	1 台	本会で承認したものに限り主機駆動ポンプを省略することができる。 長さ 10*m* 未満の船にあっては，あかくみ及びおけ 1 個をもって，ポンプに代用してもよい。
24*m* 以上 50*m* 未満	1 台	1 台(2)	－	手動ポンプ 2 台をもって主機駆動ポンプ 1 台に代用することができる。

（備考）

(1) 本表において，動力ポンプをもって手動ポンプに，独立ポンプをもって主機駆動ポンプにそれぞれ代用することができる。

(2) 船の長さが 30*m* 未満の船舶において独立動力ポンプの備え付けが著しく困難と認められ，かつ，主機駆動ポンプの吸引能力が独立動力ポンプに要求される能力以上であり，なおかつ,配管が所要の区画のすべてから支障なくビルジを排出し得るようになっている場合は省略することができる。ただし，主機駆動ポンプを手動ポンプに代用した場合には,独立動力ポンプを省略することはできない。

(3) すべてのポンプは，いずれの船倉，機関室，軸路からでもビルジを吸引できるように装置する。

表 D1.1.1-2.　ビルジ吸引管の内径

船の長さ	ビルジ吸引主管	直接ビルジ吸引管	ビルジ吸引支管
24*m* 未満	d=1.22(L-10)+10	同左。 ただし，ビルジを吸引する区画が小さい場合には，本会が認めたものに限り，ビルジ吸引支管の内径まで減ずることができる。	本会が適当と認める値
24*m* 以上 50*m* 未満	$d = 1.68\sqrt{L(B+D)} + 25$ ただし，ビルジ吸引支管の内径のうち，最大のものより小としてはならない。		$d' = 2.15\sqrt{l\ (B+D)} + 25$ 又は 50*mm*（ビルジを吸引する区画が小さく，かつ，本会が認めたものに限り 40*mm*）のうち，いずれか大なる値。

（注）

ビルジ吸引主管と 2 本以上のビルジ吸引支管を連結するビルジ吸引管の内径の断面積は,ビルジ吸引支管のうち，最も内径の大きい 2 本の管の内径の断面積の和より大きくしなければならないが，ビルジ吸引主管の内径の断面積より大きくする必要はない。

D1.1.4　規定の軽減

規則 D 編 1.1.4 に掲げる機関については，他編又は別規則により規定されるものを除き，**規則 D 編**の一部の規定を次のとおり取扱うことができる。

(1) 発電機，推進補機及び操船・保安補機を駆動する原動機（動力伝達装置及び軸系を含む。）については，原動機の容量に応じて次による。

(a) 出力 100 *kW* 未満の原動機

i) 図面の提出を省略することができる。

ii) 主要部品の材料は, *JIS* 規格又は本会が適当と認める規格に適合したものとすることができる。この場合，材料（弁及び管取付け物を除く。）は，原則として本会の承認を受けた製造工場で製造されたものとすること。

iii) 製造工場等における試験は，製造者が行う試験に代えることができる。この場合，本会は試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

(b) 出力 100 *kW* 以上 375 *kW* 未満の原動機

i) 主要部品の材料は**(a)ii)**の取扱いによることができる。

ii) 製造工場等における試験のうち，水圧試験並びに過給機の動的釣合試験，過速度試験及び運転試験については**(a)iii)**の取扱いによることができる。

(2) 操貨補機を駆動する原動機（動力伝達装置及び軸系を含む。）は，原動機の容量に応じて次による。

(a) 出力 375 *kW* 未満の原動機

前**(1)(a)**の取扱いによることができる。

(b) 出力 375 *kW* 以上の原動機

前**(1)(b)**の取扱いによることができる。

(3) ボイラ並びに第 1 種及び第 2 種圧力容器において，設計圧力 3 *MPa* 未満又は呼び径 100*A* 未満の付着品の材料は，*JIS* 規格又は本会が適当と認める規格に適合したものとすることができる。

(4) 推進補機及び操船・保安補機については，製造工場等における試験のうち，水圧試験を**(1)(a)iii)**の取扱いとすることができる。また，**表 D1.1.6-1.**に掲げる補機のうち，*印を付したものについては，製造工場等における運転試験についても**(1)(a)iii)**の取扱いとすることができる。

(5) 操貨補機については，駆動機の容量に応じて次による。

(a) 駆動機の出力が 375 *kW* 未満のものは，製造工場等における試験を**(1)(a)iii)**の取扱いとすることができる。

(b) 駆動機の出力が 375 *kW* 以上のものは，運転試験を除く製造工場等における試験を**(1)(a)iii)**の取扱いとすることができる。

(6) 管装置のうち，設計圧力が 1 *MPa* 未満で，かつ，設計温度が 230 ℃以下の管，弁及び管取付け物については，満載喫水線より下に取付けられる船体付弁及び船体付ディスタンスピースを除き，製造工場等における水圧試験を**(1)(a)iii)**の取扱いとすることができる。

また，1 類管及び 2 類管並びにこれらに用いられる弁及び管取付け物，及び外板若しくは船首隔壁に直接取付けられる弁及び管取付け物のうち，次に掲げるものに使用される材料は，外板又はシーチェストに取り付けられる弁，

座金及びディスタンスピースに使用される鋳鉄品を除き，*JIS* 規格又は本会が適当と認める規格に適合したものとすることができる。

(a) 設計圧力が 1 *MPa* 未満で，かつ，設計温度が 230 ℃以下の管

(b) 呼び径 100*A* 未満の管に使用される弁及び管取付け物

(c) 設計圧力 3 *MPa* 未満で，かつ，設計温度が 230 ℃以下の弁及び管取付け物

(d) 管フランジ

(7) 操舵装置の油圧駆動システム及び可変ピッチプロペラの操作油管装置以外の油圧管装置は次による。

(a) 呼び径 100*A* 未満の管は，*JIS* 規格又は本会が適当と認める規格に適合したものとすることができる。この場合，承認された製造工場において製造されたものとすること。

(b) 管の突合せ溶接継手部の放射線透過試験については，検査員の指示に従って抜取りによって行うことができる。

D1.1.6 用語

補機の区分を**表 D1.1.6-1.**に示す。

表 D1.1.6-1. 補機の区分

補機の区分		補機の名称
推進補機	冷却装置の機器	ジャケット冷却ポンプ，ピストン冷却水（油）ポンプ，燃料弁冷却水（油）ポンプ，過給機冷却水ポンプ，循環水ポンプ，冷却器冷却水ポンプ，発電機関冷却水（油）ポンプ，空気圧縮機冷却水ポンプ
	給水，復水及びドレン装置の機器	ボイラ水循環ポンプ，復水ポンプ，排ガスエコノマイザ給水ポンプ，ドレンポンプ，給水ポンプ
	燃料油装置の機器	燃料油供給（サービス）ポンプ，燃料油移送ポンプ，ボイラ噴熱ポンプ，燃料油清浄機
	潤滑油装置の機器	カム軸潤滑油ポンプ，過給機潤滑油ポンプ，クロスヘッド潤滑油ポンプ，潤滑油ポンプ，減速機潤滑油ポンプ，潤滑油清浄機 船尾管潤滑油ポンプ（船尾管潤滑油系統が自然循環可能な場合を除く）
	油圧装置の機器	作動油ポンプ（推進に関係する機器の駆動及び制御用の油圧回路に作動油を送るもの。例えば可変ピッチプロペラ操作油ポンプ）
	その他の機器	復水器用真空ポンプ，グランド排気ファン，ボイラ送風機 空気圧縮機（非常用を除く），造水機器（造水を主ボイラ又は重要な補助ボイラの用に供する場合），その他本会が特に指定する機器
操船保安補機	ポンプ	ビルジポンプ（油水分離器用*を含む），バラストポンプ，消火ポンプ*（非常用を含む），ガス燃料船のガス燃焼装置（*GCU*）用燃料油供給ポンプ
	操船機器	操舵機，サイドスラスタ*，スタビライザ
	甲板機器	ウインドラス及びこれらに用いられる油圧ポンプ，ムアリングウインチ*及びこれらに用いられる油圧ポンプ*
	通風機器等	通風機（機関室*，ボイラ室*，タンカー貨物油ポンプ室等の取扱者の健康に障害を与えるガス又は火災の危険のあるガスが発生する場所に設置するもの），油槽船等のタンク通風機及びガスフリー用機器並びにイナートガスブロワ，ガス燃料船のガス燃焼装置（*GCU*）用送風機，その他本会が特に指定する機器
操貨補機	揚貨装置用機器	揚貨装置（本会の揚貨設備規則の適用を受けるもの）に用いられる油圧ポンプ，捲上機及び操作用機器
	油槽船，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船関係の機器	貨物ポンプ，ストリッピングポンプ，タンククリーニングポンプ，ガス圧縮機，ガス冷却設備に用いられるポンプ及び冷凍装置圧縮機，液化ガスばら積船のガス燃焼装置（*GCU*）用燃料油供給ポンプ及び送風機
	冷蔵設備用機器	貨物を積む冷蔵倉の冷凍装置（本会の冷蔵設備規則の適用を受けるものを含む）に用いられる圧縮機，液ポンプ及びコンデンサ冷却水ポンプ
	その他の機器	本会が特に指定した機器
作業用補機	荷繰り機器	アンローダ（船舶に設置されるもの），防熱コンテナ用冷凍機器等
	海底作業機器	浚渫用機器，ドリリング機器，杭打用機器等
	漁撈用機器	ウィンチ等
	漁獲物等加工機器	缶詰製作機，コンベア，製氷機等
	特定作業用の機器	本会が特に指定した機器

（備考）

*印を付した補機については，**D1.1.4(4)**を参照のこと。

D1.3 機関に対する一般要件

D1.3.1 一般要件

-1. 規則 D 編 1.3.1-2.にいう船舶が航海可能な速力とは，舵によって船舶の操船性を維持しうる速力で，かつ，相当長時間（修理のため最寄りの港に到着するのに要する時間）の航海に耐える速力であり，通常 7 ノット又は満載喫水状態で規則 A 編 2.1.8 に定める速力の 1/2 の速力を標準とする。

-2. 規則 D 編 1.3.1-2.にいう特殊な機関とは，規則 D 編 1.1.3 に掲げる新設計理論に基づく機関，ガス専焼機関等をいう。

-3. デッドシップ状態から推進を確保するまでの始動系統を図 D1.3.1-1.，図 D1.3.1-2.及び図 D1.3.1-3.に例示する。

-4. デッドシップ状態とは，動力を含むすべての機関が停止し，かつ，それらを復旧するための動力供給源（圧縮空気，始動用蓄電池など）が喪失している状態をいう。ただし，デッドシップ状態からの復帰に非常発電機を用いる場合にあっては，デッドシップ状態において，非常発電機の始動動力源（始動エネルギー源）は確保されているものとみなしてよい。

-5. 規則 D 編 1.3.1-1.により機関を用途に適した設計及び構造とする際には，使用する燃料油の特性（動粘度，低温流動性等）にも留意すること。また，必要に応じて，燃料油加熱器，燃料油冷却器等を備えること。

D1.3.6 機関区域

高速船規則 1 編 2.1.2 に定義する船舶及び総トン数 500 トン以上で総トン数 1,600 トン未満の船舶の機関区域内の騒音については，次を標準とし，騒音測定方法は *JIS F* 0904「機関部の騒音レベル測定法」又は B 編附属書 2.1.4「船内騒音計測に関する実施要領」によるものとする。なお，継続的に人が配置される機関区域及び継続的に人が配置されない機関区域の騒音レベルは，*JIS F* 0904 に規定する機関室代表騒音レベルに基づいて測定するものとする。

(1) 機関区域の騒音レベルの最大値は次のとおりとする。
継続的に人が配置される機関区域 90 *dB*(*A*)
継続的に人が配置されない機関区域 110 *dB*(*A*)
機関制御室 75 *dB*(*A*)
工作室 85 *dB*(*A*)
その他の作業場所 90 *dB*(*A*)

(2) 騒音レベルの高い区域で作業を行う場合，騒音レベルと騒音暴露時間（人が騒音にさらされる時間）は図 D1.3.6-1.による。なお，図中の領域(*A*)から(*F*)は次の内容を意味する。
領域(*A*)：耳栓と耳覆を両方用いても，作業してはならない領域
領域(*B*)：臨時の場合のみ，耳栓と耳覆を両方用いて作業することができる領域
領域(*C*)：臨時の場合のみ，耳栓又は耳覆を用いて作業することができる領域
領域(*D*)：耳覆を用いて，日常的な作業ができる領域
領域(*E*)：耳栓を用いて，日常的な作業ができる領域
領域(*F*)：防音具なしに作業ができる領域

(3) オーバオール及び各周波数における防音具の減音量は，表 D1.3.6-1.及び表 D1.3.6-2.による。

D1.3.7 船橋とプロペラの制御場所との通信設備

-1. 規則 D 編 1.3.7(1)の規定により設けられるエンジンテレグラフは，その電源が喪失した場合には，警報を発することを推奨する。

-2. 規則 D 編 1.3.7(2)の規定により設けられる通信装置は，指令及び応答が直接できるものとする。

-3. エンジンテレグラフは，船橋制御装置から独立して設けなければならないが，指令ハンドルは，主機制御ハンドルと兼用することができる。

D1.4 試験

D1.4.1 製造工場等における試験

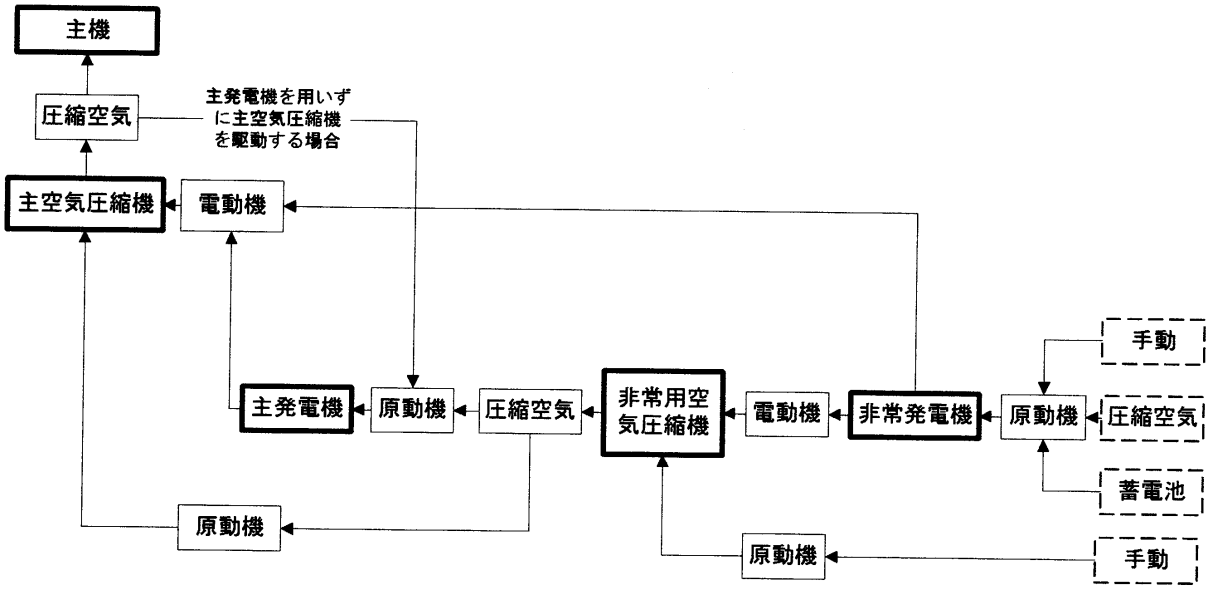
規則 D 編 1.4.1-1.にいう「本会が適当と認める検査方法」とは，関連する各章の規定にかかわらず，通常の検査において得られる検査に必要な情報と同様な情報が得られると本会が認める検査方法をいう。

D1.4.4 造船所等における試験

規則 D 編 1.4.4-2.にいう「本会の適当と認める試験」においては，次の事項を確認すること。

(1) **規則 D 編 13 章**に掲げる海水吸入管及び船外吐出管の位置等の確認
(2) 可燃性ガス及び毒性ガスの漏洩防止並びに火災防止
(3) 高温部及び運動部の保護
(4) 操縦場所の通気

図 D1.3.1-1. 一般的な始動系統



（備考）
選択する経路により，非常用空気圧縮機は設備しなくてもよい。

図 D1.3.1-2. 主発電機 2 組のうちの 1 組が主機駆動発電機の場合の始動系統（一例）

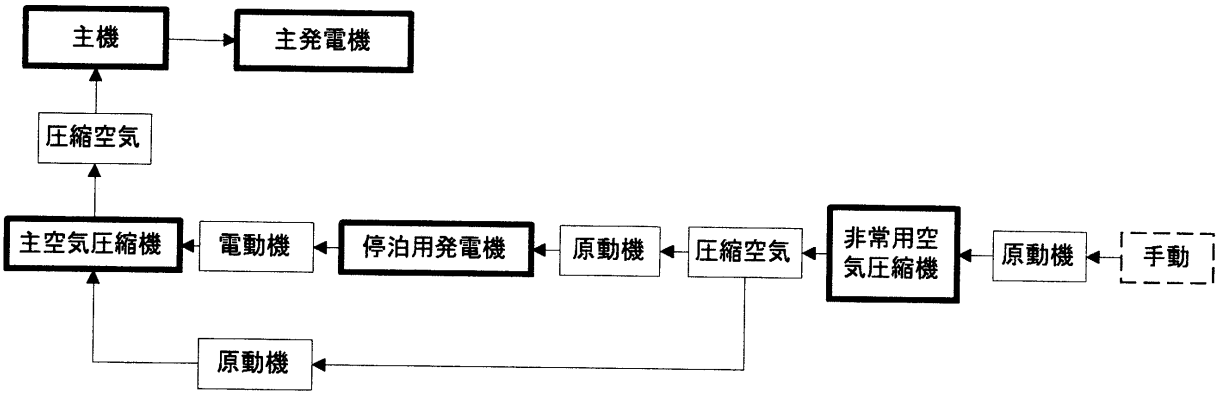
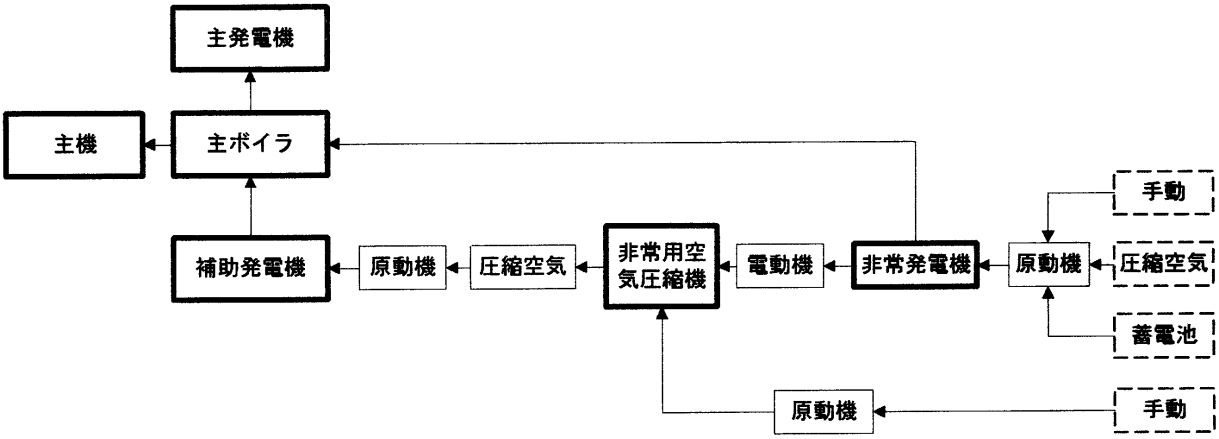


図 D1.3.1-3. タービン船の場合の始動系統（一例）



（備考）

デッドシップ状態よりブラックアウト後の推進の復帰に要する時間については，主ボイラの点火までの時間を考慮することでよい。

図 D1.3.6-1. 騒音レベルと騒音暴露時間との関係

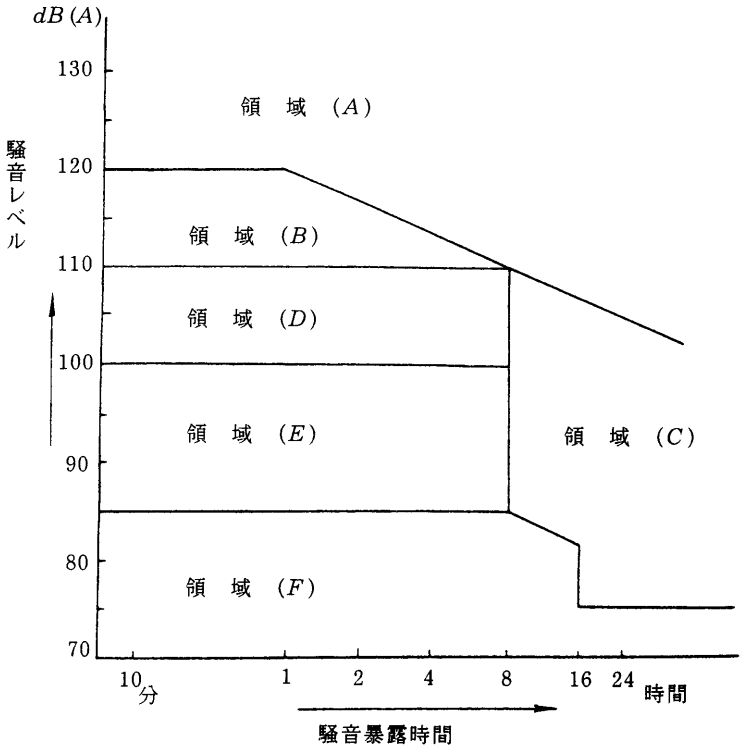


表 D1.3.6-1. 防音具により得られるオーバオールの減音量

防音具の種類	減音量(-*dB*(*A*))
耳栓	20
耳覆	30
耳栓及び耳覆	35

表 D1.3.6-2. 防音具により得られる各周波数における減音量 (*-dB*)

防音具の種類	オクターブバンド中心周波数（*Hz*）							
	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300
耳栓	0	5	10	15	22	22	22	22
耳覆	5	12	20	30	30	30	30	30

D2　往復動内燃機関

D2.1　一般

D2.1.1　一般

規則 D 編 2.1.1-3.にいう「本会の別に定めるところ」とは，「船用材料・機器等の承認及び認定要領」第 6 編 8 章をいう。

D2.1.3　図面及び資料

次に規定する資料にあっては，同様の構造（部品構成・材質等が同じでサイズのみが異なる）を有する過給機のシリーズのうち 2 種類について記載することで差し支えない。

(1) 規則 D 編表 D2.1(2)中(34)(a)に規定するトルク伝達の安全性に関する資料

(2) 規則 D 編表 D2.1(2)中(34)(c)に掲げる取扱い及び保守手順書

D2.1.4　往復動内燃機関の承認

-1. 規則 D 編 2.1.4 の適用上，承認の手続きについては，図 D2.1.4-1.を参照すること。

-2. 規則 D 編 2.1.4-1.(1)(a)にいう「設計について本会の別に定めるところにより，あらかじめ承認を受ける」とは，「船用材料・機器等の承認及び認定要領」第 6 編 8 章の規定に従い，設計の承認及び査定を受けることをいう。

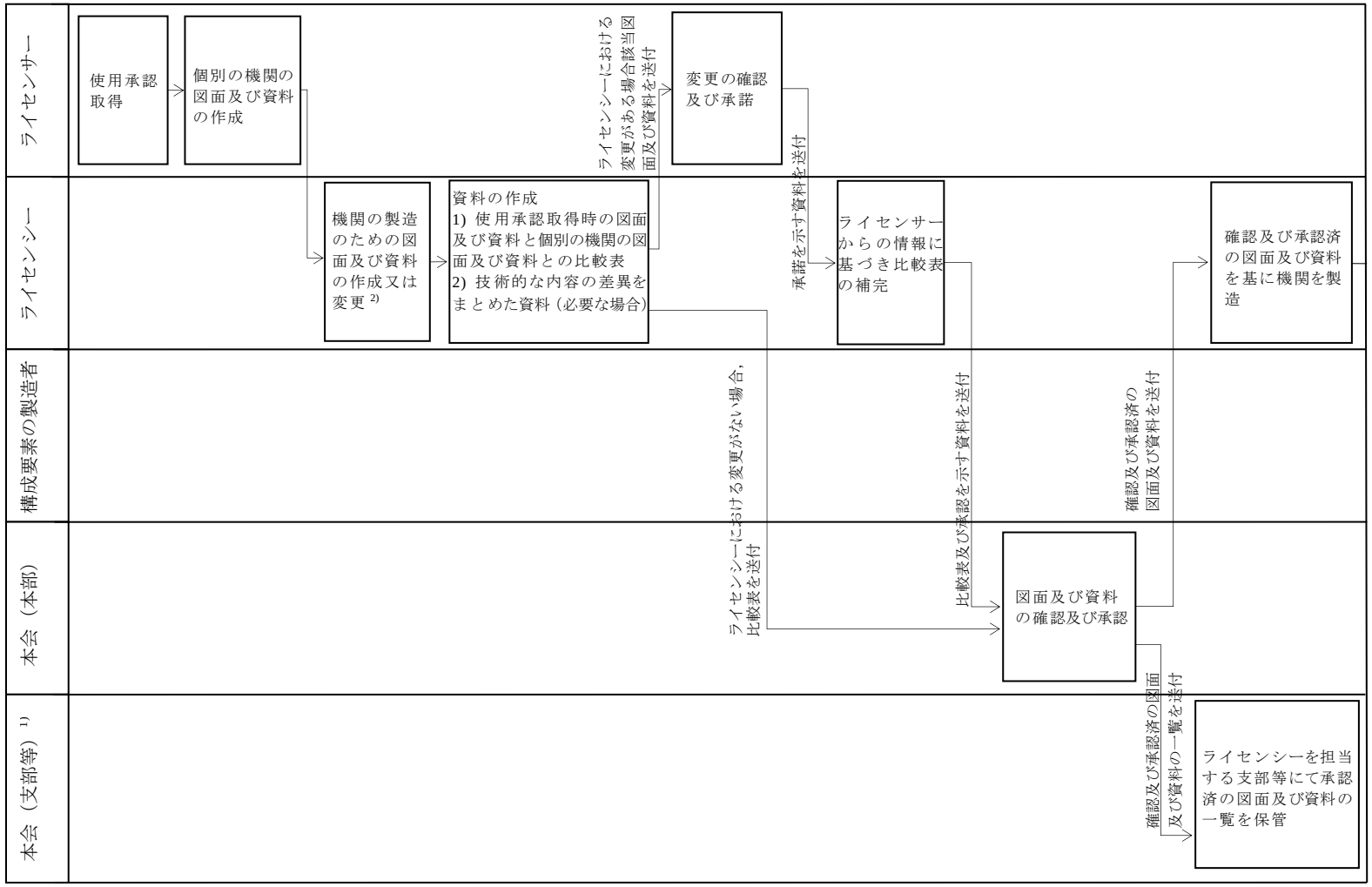
-3. 規則 D 編 2.1.4-1.(1)(c)及び(d)並びに(2)(a)及び(b)にいう「使用承認を受けた往復動内燃機関の図面及び資料」とは，「船用材料・機器等の承認及び認定要領」第 6 編 8.2.2 に掲げるものをいう。

-4. 規則 D 編 2.1.4-1.(1)(d)にいう「本会の別に定めるところ」については，「船用材料・機器等の承認及び認定要領」第 6 編 8.2.2-2.による。

-5. 規則 D 編 2.1.4-1.(2)(c)の適用上，ライセンサーが指定する品質要求事項を満足すること。

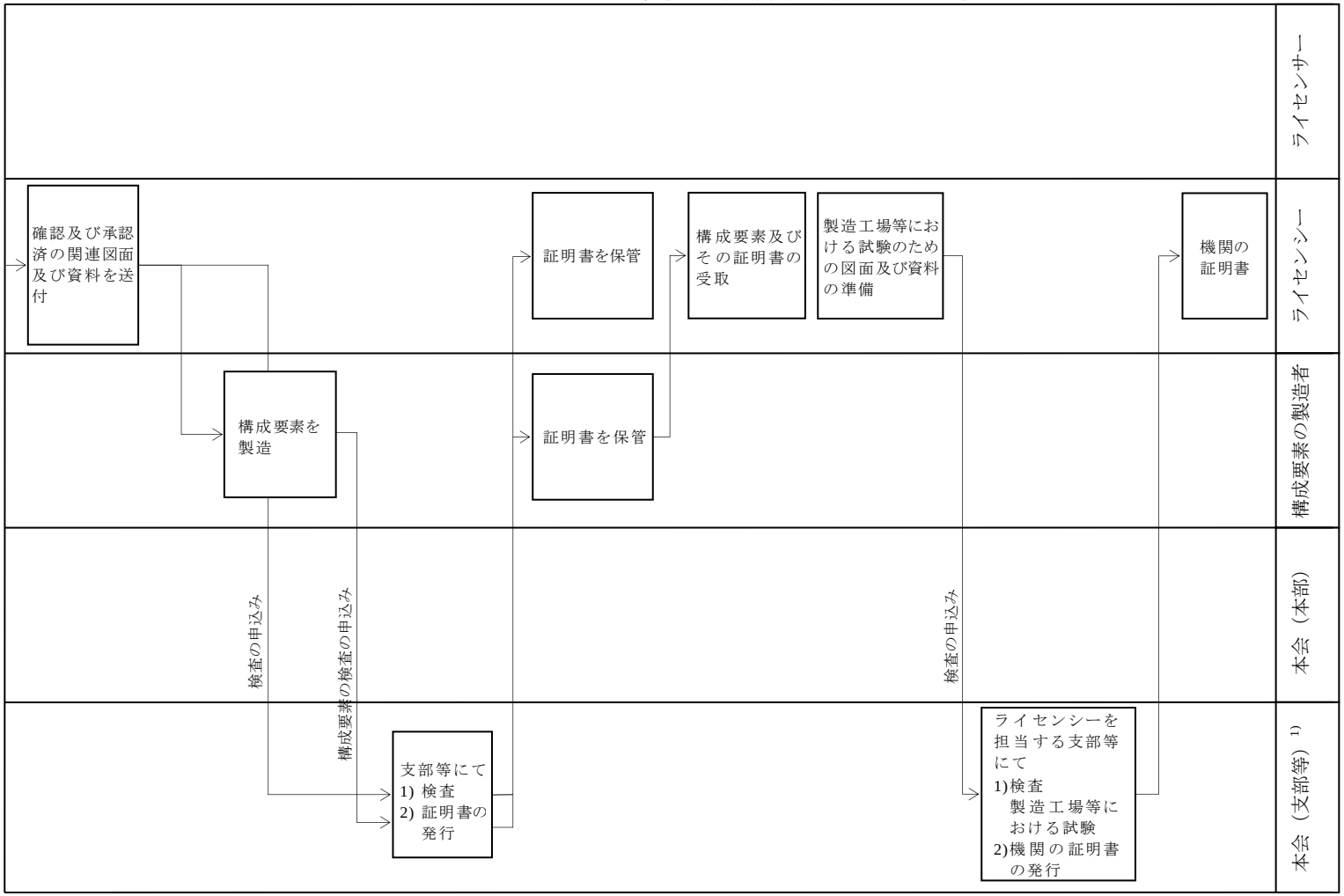
-6. 規則 D 編 2.1.4-1.(4)(a)にいう「本会の別に定めるところ」については，「船用材料・機器等の承認及び認定要領」第 6 編 8.2.2-4.を準用する。

図 D2.1.4-1. 往復動内燃機関の承認の流れ図



1) ライセンシー及び／又は構成要素の製造者を担当する各地の支部等
2) ライセンシーにおける変更がある場合については，**規則 D 編 2.1.4-1.(2)(b)**及び**(c)**参照

図 D2.1.4-1. 往復動内燃機関の承認の流れ図（続き）



D2.3 クランク軸

D2.3.1 一体形クランク軸及び半組立形クランク軸

-1. 規則 D 編 2.3.1-4.の適用上，一体形クランク軸及び半組立形クランク軸の承認は次による。

-2. クランクピン及びジャーナルの径は，次の算式による値より小としてはならない。

$$d_c = \left\{\left(M + \sqrt{M^2 + T^2}\right) D^2\right\}^{\frac{1}{3}} K_m K_s K_h$$

d_c :クランク軸の所要径（mm）

$M = 10^{-2} A L P_{max}$

$T = 10^{-2} B S P_{mi}$

S ：行程（mm）

L ：主軸受の中心間距離（mm）

P_{max}：シリンダ内の最大圧力（MPa）

P_{mi} ：図示平均有効圧力（MPa）

A及びB： 定数で等間隔着火機関（V 形機関にあっては，片側の列についての着火間隔が等角のものをいう。）に対して，表 D2.3.1-2 による。ただし，定数が与えられていない往復動内燃機関に対しては本会の適当と認めるところによる。

D ：シリンダの径（mm）

K_m ：クランク軸材料の規格最低引張強さに応じて，次により算出される値。ただし，鍛鋼品及び鋳鋼品以外のクランク軸については，本会がその都度定める。

(1) 規格最低引張強さが 440 N/mm^2 を超える場合

$$K_m = \sqrt[3]{\frac{440}{440 + \frac{2}{3}(T_s - 440)}}$$

T_s：材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）ただし，算式に用いるT_sの上限は炭素鋼鍛鋼品については 760 N/mm^2，合金鋼鍛鋼品については 1100 N/mm^2 を超えてはならない。

(2) 規格最低引張強さが 400 N/mm^2 以上で 440 N/mm^2 以下の場合

$$K_m = 1.0$$

K_s ：クランク軸の製造方法に応じて，次により算出される値

(1) 本会の承認した特殊な鍛造方法により製造され，かつ，品質の安定及び自由鍛造のものと比較して 20%以上の疲労強度の向上が認められた場合

$$K_s = \sqrt[3]{\frac{1}{1.15}}$$

(2) 本会の承認した表面処理を施す製造方法により製造され，かつ，品質の安定及び疲労強度の向上の優位性が認められた場合

$$K_s = \sqrt[3]{\frac{1}{1 + \rho/100}}$$

ρ：表面処理に関連して本会が承認した強度の向上率（%）

(3) 前**(1)**及び**(2)**以外の場合

$$K_s = 1.0$$

K_h ：クランクピン及びジャーナルの内径に応じて，次により算出される値

(1) 内径が外径の$\frac{1}{3}$以上の場合

$$K_h = \sqrt[3]{\frac{1}{1-R^4}}$$

R ： 中空軸の内径を外径で割った値

(2) 内径が外径の$\frac{1}{3}$未満の場合

$K_h = 1.0$

表 D2.3.1-2.(1)　　直列単動機関の *A* 及び *B*

シリンダ数	2 サイクル		4 サイクル	
	A	*B*	*A*	*B*
1	1.00	8.8	1.25	4.7
2		8.8		4.7
3		10.0		4.7
4		11.1		4.7
5		11.4		5.4
6		11.7		5.4
7		12.0		6.1
8		12.3		6.1
9		12.6		6.8
10		13.4		6.8
11		14.2		7.4
12		15.0		7.4

表 D2.3.1-2.(2)　　*V* 形単動機関（連接棒並列配置，かつ，2 サイクル機関の場合）の *A* 及び *B*

シリンダ数	同一クランスクローに属する シリンダの最小着火間隔					
	45°		60°		90°	
	A	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*
6	1.05	17.0	1.00	12.6	1.00	17.0
8		17.0		15.7		20.5
10		19.0		18.7		20.5
12		20.5		21.6		20.5
14		22.0		21.6		20.5
16		23.5		21.6		23.0
18		24.0		21.6		23.0
20		24.5		24.2		23.0

表 D2.3.1-2.(3)　　*V* 形単動機関（連接棒並列配置，かつ，4 サイクル機関の場合）の *A* 及び *B*

シリンダ数	同一クランクスローに属するシリンダの最小着火間隔											
	45°		60°		90°		270°		300°		315°	
	A	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*
6		4.1		4.0		4.0		4.0		4.4		4.3
8		5.5		5.5		5.5		5.5		5.3		5.2
10		6.7		7.0		6.5		6.5		6.1		5.9
12	1.60	7.5	1.47	8.2	1.40	7.5	1.40	7.5	1.30	6.9	1.20	6.6
14		8.4		9.2		8.5		8.5		7.5		7.3
16		9.3		10.1		9.5		9.5		8.2		7.9
18		10.1		11.1		10.5		10.5		8.8		8.5
20		11.5		14.0		11.5		11.5		9.5		9.2

表 D2.3.1-2.(4)　　4 サイクル直列機関の定数 *A* 及び *B* の値（不等間隔着火機関の場合）

シリンダ数	クランク配置	*A*	*B*
4	＋	1.25	4.7

表 D2.3.1-2.(5)　　2 サイクル *V* 形機関の定数 *A* 及び *B* の値（不等間隔着火機関の場合）

シリンダ数	同一クランクスローに属するシリンダの最小着火間隔	クランク配置	*A*	*B*
12	60 °		1.00	21.6
				15.0
16				26.3

-3.　クランクピン又はジャーナルの径が**-2.**のd_cに不足する場合は，すみ肉部の応力のほか，平行部のねじり応力，材料等を考慮してその都度合否を決定する。このうち，すみ肉部の応力については，次による。

船尾の軸系を含んだ振動応答計算を行わずに平行部のねじり応力を算定する場合

附属書 D2.3.1「クランク軸応力の計算に関する検査要領」により算出される等価応力片振幅σ_eの値が，次式に**表 D2.3.1-3.**に示す係数等を代入して得られる許容応力σ以下の場合には，規則に適合するものとする。

$\sigma = \sigma_a \cdot f_m \cdot f_s + \alpha$ （N/mm^2）

ただし，本会が適当と認める場合，すみ肉部を含めて表面処理を施されたクランク軸の硬化層深さ及び硬度をもとに決定される表面硬化層に対する許容応力，並びに，応力勾配にもとづく発生応力分布を考慮して，規則への適合性を決定することがある。

-4.　腕の寸法は，次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1)　腕の厚さ及び幅は，クランクピン及びジャーナルの径に対して次式に示す条件に適合すること。ただし，腕の厚さはクランクピン又はジャーナルの径の 0.36 倍より小としないこと。なお，クランクピン又はジャーナルの実際径が**-2.**の算式により算出されるd_cより大きい場合には，次式は左辺に$(d_c/d_a)^3$を乗じたものとすることができる。

$$\{0.122\,(2.20 - b/d_a)^2 + 0.337\}(d_a/t)^{1.4} \leq 1$$

b　：　腕の幅（mm）

d_a　：　クランクピン及びジャーナルの実際径（mm）

t　：　腕の厚さ（mm）

(2)　クランクピン又はジャーナルと腕との付根すみ肉部の半径は，それぞれ，クランクピン又はジャーナルの所要径の

0.05 倍より小としないこと。

-5. クランク軸の腕の寸法が**前-4.(1)**又は**(2)**の規定に適合しない場合は次による。

(1) クランク軸の腕の寸法が次に掲げる適用範囲内にある場合において，次式による M 及び T を用いて**-2.**に掲げるクランク軸の所要径d_cを算出し，実際径 d がd_cよりも大なるときは，規定に適合したものとする。

適用範囲 ： $0 \le \frac{q}{r} \le 1,\ -0.3 \le \frac{h}{d} \le 0.4, 8 \le \frac{d}{r} \le 27$

$$1.1 \le \frac{b}{d} \le 2.1, 0.2 \le \frac{t}{d} \le 0.56$$

$$M = 10^{-2} A P_{max} L \times \frac{\alpha_{KB}}{5}$$

$$T = 10^{-2} B P_{mi} S \times \frac{\alpha_{KT}}{1.8}$$

α_{KB}: 曲げに関する形状係数で，次式による値

$$\alpha_{KB} = 4.84 f_1 f_2 f_3 f_4 f_5$$

$$f_1 = 0.420 + 0.160\sqrt{\frac{d}{r} - 6.864}$$

$$f_2 = 1 + 81\left\{0.769 - \left(0.407 - \frac{h}{d}\right)^2\right\}\left(\frac{q}{r}\right)\left(\frac{r}{d}\right)^2$$

$$f_3 = 0.285\left(2.2 - \frac{b}{d}\right)^2 + 0.785$$

$$f_4 = 0.444\left(\frac{d}{t}\right)^{1.4}$$

$$f_5 = 1 - \left\{\left(\frac{h}{d} + 0.1\right)^2 / \left(4\frac{t}{d} - 0.7\right)\right\}$$

・・・・・・・・・・（$t/d \ge 0.36$ の場合）

$$f_5 = 1 - 1.35\left(\frac{h}{d} + 0.1\right)^2$$

・・・・・・・・・・（$t/d < 0.36$ で，かつ，$h/d > -0.1$ の場合）

f_5=1・・・・・・・・・・（$t/d < 0.36$ で，かつ，$h/d \le -0.1$ の場合）

α_{KT}: ねじりに関する形状係数で，次式による値

$$\alpha_{KT} = 1.75 g_1 g_2 g_3$$

$$g_1 = 31.6\left(0.152 - \frac{r}{d}\right)^2 + 0.67$$

$$g_2 = 1.04 + 0.317\frac{h}{d}$$

$$g_3 = 1.31 - 0.233\frac{b}{d}$$

d ： クランク軸のピン又はジャーナルの実径（mm）

r ： すみ肉部の半径（mm）

q ： すみ肉部のえぐり込み（mm）

h ： ピンとジャーナルのオーバラップの量で，次式による値

$$h = \frac{1}{2}(d_p + d_j - S) \quad (mm)$$

(2) 前**(1)**によってもなお腕の寸法が適合しない場合の取扱いは，次による。

船尾の軸系を含んだ振動応答計算を行わずに平行部のねじり応力を算定する場合

附属書 D2.3.1「クランク軸応力の計算に関する検査要領」により算出される等価応力片振幅σ_eの値が，次式に**表 D2.3.1-3.**に示す係数等を代入して得られる許容応力σ以下の場合には，規則に適合するものとする。

$$\sigma = \sigma_a \cdot f_m \cdot f_s + \alpha \quad (N/mm^2)$$

ただし，本会が適当と認める場合，すみ肉部を含めて表面処理を施されたクランク軸の硬化層深さ及び硬度をもとに決定される表面硬化層に対する許容応力，並びに，応力勾配にもとづく発生応力分布を考慮して，規則への適合性を決定することがある。

表 D2.3.1-3. すみ肉部の許容応力の係数等

σ_a	サイクル	クランク軸形式	軸径 $d^{(1)}$（mm）		
			$d \geq 200$	$200 > d \geq 100$	$100 > d$
	2 サイクル	半組立形	54	—	—
(N/mm^2)		一体形	74	142-0.34d	108
	4 サイクル	一体形	83	133-0.25d	
f_m	$1+\frac{2}{3}\left(\frac{T_s^{(2)}}{440}-1\right)$				
f_s	製造方法				
	通常の方法	-2.のK_sの(1)に掲げる方法		-2.のK_sの(2)に掲げる方法	
	1	1.15		$1+\rho^{(3)}/100$	
α	主軸受の材料				
	ホワイトメタル		アルミメタル又はケルメット		
(N/mm^2)	0		10		

注: (1) d はクランクピン又はジャーナルの実際径のうちいずれか大きい方の値とする。
(2)T_sは材料の規格最低引張強さ（N/mm^2）。f_mを算出する際のT_sの限度は，-2.の規定による。
(3)ρは表面処理に関連して本会が承認した強度の向上率（%）。

-6. -4.及び-5.において，クランク腕の幅 b，厚さ t，すみ肉半径 r，えぐり込み深さ q の採り方は次による。（図 D2.3.1-1.参照）

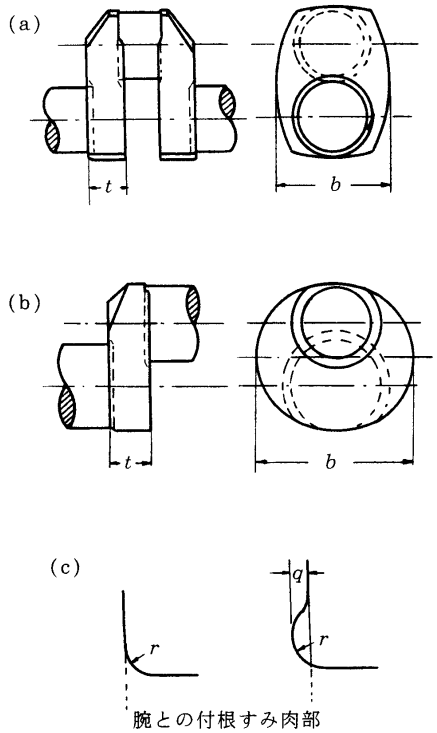
(1) b は，ピン中心とジャーナル中心との垂直二等分線上の幅とし，角が一部曲縁となっている場合も含み，端から端までの寸法とする。

(2) t は，b と同じ箇所の厚さとし，えぐり込み深さはあってもこれをないものとして扱う。

(3) r は，二段 r のときはピン又はジャーナルに連なる部分の r とする。

-7. 半組立形クランク軸にあっては，D2.3.2 の規定によること。

図 D2.3.1-1. クランク腕各部の寸法の採り方



D2.3.2　組立形クランク軸

-1. **規則 D 編 2.3.2.**の適用上，組立形クランク軸の承認は次による。

-2. 組立形クランク軸のクランクピン及びジャーナルの寸法は，次の規定によらなければならない。

(1) 組立形クランクピン及びジャーナル外径は，**D2.3.1-2.**によること。

(2) 組立形ジャーナル内径は，次式に示す条件に適合すること。

$$D_{BG} \le D_S \cdot \sqrt{1 - \frac{4000 \cdot S_R \cdot M_{\max}}{\mu \cdot \pi \cdot D_S^2 \cdot L_S \cdot \sigma_{SP}}}$$

D_{BG}：ジャーナル内径（mm）

D_S　：焼きばめ部におけるジャーナル外径（mm）

S_R　：安全率（2 以上とすること）

M_{max}：焼きばめ部の最大トルクの絶対値（$N \cdot m$）

μ　：静摩擦係数（0.2 以下とすること。）

L_S　：焼きばめ長さ（mm）

σ_{SP}：ジャーナル材料の規格最低降伏点（N/mm^2）

-3. **前-2.(2)**にいう「焼きばめ部の最大トルク」とは，原則として，**附属書 D2.3.1**「クランク軸応力の計算方法」中，**1.3.2-1.**に掲げる$M_{T\max}$をいう。

-4. 組立形クランク軸の寸法は，次の**(1)**及び**(2)**の規定によらなければならない。

(1) 腕の焼きばめ部の寸法は，次式に示す条件に適合すること。

$$t \ge \frac{C_1 T D^2}{C_2 d_h^2 (1 - 1/r_s^2)}$$

$$t \ge 0.525 d_c$$

t　：腕の軸方向の厚さ（mm）

C_1　：定数で，

2 サイクル直列機関の場合 10

4 サイクル直列機関の場合 16

T　：**D2.3.1-2.**で使用されるものに同じ

D　：シリンダの径（mm）

C_2　：$12.8\alpha - 2.4\alpha^2$ただし，中空軸の場合には，$(1-R^2)$を乗じたものとする。

α：クランクジャーナルの焼きばめしろを焼きばめ部の穴の径で割った値に 10^3 を乗じた値

R：中空軸の内径を外径で割った値

d_h　：焼きばめ部の穴の径（mm）

r_s　：腕の外径を焼きばめ部の穴の径で割った値

d_c　：**D2.3.1-2.**の算式中のK_m及びK_sに 1.0 を代入して算出されたクランク軸の所要径（mm）

(2) 半組立形クランク軸のクランクピンと腕との付根部における腕の寸法については，**D2.3.1-4.**を適用する。

-5. 組立形クランク軸において，**-4.(1)**で使用されるαの値は，次に示す範囲になければならない。

$$\frac{1.1Y}{225} \le \alpha \le \left(\frac{1.1Y}{225} + 0.8\right)\frac{1}{1 - R^2}$$

Y　：腕材料の規格最低降伏点（N/mm^2）

R　：中空軸の場合，軸の内径を外径で割った値

α　：**前-4.(1)**で使用されるものに同じ。

ただし，腕の材料の規格最低降伏点が 390 N/mm^2 を超える場合又は次式による値が 0.1 未満となる場合のαの値は，本会の承認を得た値とする。

$$\frac{S - d_p - d_j}{2d_p}$$

S　：行程（mm）

d_p　：クランクピンの径（mm）

d_j　：クランクジャーナルの径（mm）

-6. 組立形クランク軸の腕の寸法が**-4.(1)**の規定に適合しない場合であっても次の**(1)**又は**(2)**に掲げる条件を満足する

場合には，規則に適合したものとする。

(1) 船尾の軸系を含んだ振動応答計算を行わずに焼きばめ部の最大トルクを算定する場合

$d_h^2 t P_m \geq CTD^2$

C: 定数で

2 サイクル直列機関に対し 103

4 サイクル直列機関に対し 165

P_m: 焼きばめ部の面圧で，次式により算出される値

$$P_m = Y\left[\log_e K + \frac{1}{2}\left\{1 - \frac{K^2}{r_s^2}\right\}\right](1 - R^2)$$

$$K = 0.9\sqrt{\frac{206\alpha}{Y} + 0.25}$$

(2) 船尾の軸系を含んだ振動応答計算を行って焼きばめ部の最大トルクを算定する場合

$$\alpha \geq \frac{4 \times 10^3 S_R M_{Tmax}\left(1 - \frac{R^2}{r_s^2}\right)}{\pi \mu E d_h^2 t\left(1 - \frac{1}{r_s^2}\right)(1 - R^2)}$$

M_{Tmax}: 焼きばめ部の最大トルク（**附属書 2.3.1**「クランク軸応力の計算方法」**1.3.2-1.**に掲げるもの）（$N \cdot mm$）

E: クランク腕材料の縦弾性係数（N/mm^2）

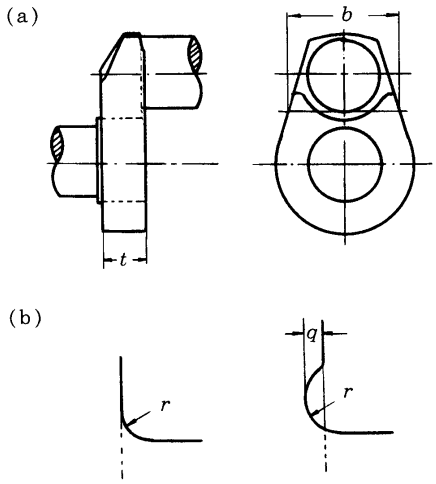
-7. **-4.(1)**において，また，**-4.(2)**により **D2.3.1-4.**及び**-5.**を適用する場合において，半組立形クランク軸のクランク腕の幅 b，厚さ t，すみ肉半径 r，えぐり込み深さ q の採り方は次による。（**図 D2.3.2-1.**参照）

(1) b は，ピン中心とジャーナル中心とを結ぶ直線と直交し，かつ，ピンの下端に接する線上のクランク腕の幅とする。

(2) t は，b と同じ箇所の厚さとし，えぐり込みがないものとして扱う。また，腕の外側で焼きばめ部の座がある場合は，t にはこの座の厚さを含めないものとする。

(3) r は，二段 r のときはピン又はジャーナルに連なる部分の r とする。

図 D2.3.2-1. クランク腕各部の寸法の採り方



D2.3.3 軸継手及び継手ボルト

-1. **規則 D 編 2.3.3-1.**にいう「本会の適当と認める値」とは，**D2.3.1-2.**の算式中の K_m，K_s 及び K_h に 1.0 を代入して算出された値である。

-2. **規則 D 編 2.3.3-2.**にいう「十分な強度を有するもの」は，次の**(1)**又は**(2)**による。

(1) ピッチ円上の軸継手の厚さが**規則 D 編 2.3.3-1.**に掲げる算式において T_b を 440 N/mm^2 としたボルト径以上のもので，かつ，軸継手の根元の丸味が軸の径の 0.08 倍以上のものであること。この場合において，継手ボルト又はナットの座ぐりは，当該丸味にかからないこと。

(2) 継手の強度に関する詳細な計算書（計算の手順及び内容については，下記の**(a)**から**(f)**を標準とする。）を提出して，本会の承認を得たものであること。この場合において，当該継手厚さが，**規則 D 編 2.3.3-1.**の算式においてボルト材料の引張強さとしてクランク軸材料の引張強さを用いて求められるボルト径の値以上であることが確認される

こと。

(a) 次の**(b)**から**(f)**に掲げる手順により，継手部分の応力が許容される値以下であることを確認する。この場合の応力として，最大曲げ応力，変動曲げ応力，最大ねじり応力，変動ねじり応力の 4 種類を考慮し，それぞれ軸材料の降伏点, 曲げ疲労限, ねじりに対する降伏点, ねじり疲労限に対して適当な安全率を用いて比較を行う。

(b) **附属書 D2.3.1**「クランク軸応力の計算に関する検査要領」又は**附属書 2.3.1**「クランク軸応力の計算方法」等により，該部の最大曲げモーメント，変動曲げモーメントを求める。また，該部の平均トルクを求める。

(c) ねじり振動応力の許容値から逆算してねじり振動トルクを求め，変動トルクとする。また，**(b)**の平均トルクに加えたものを最大トルクとする。（詳細なねじり振動計算により該部のねじり振動トルクが正確に算定できる場合には，そのトルクをねじり振動トルクとして用いてもよい。）

(d) 該当部の最大曲げモーメント及び変動曲げモーメントと軸の剛性から, それぞれについて軸の撓み角を求める。

(e) 軸継手のフランジが**(d)**で求めたそれぞれの撓み角となるような大きさの曲げモーメントを求め，フランジ部の断面係数で除し，形状係数を乗じて該部の最大曲げ応力及び変動曲げ応力を求める。

(f) 前**(c)**で求めた最大トルク及び変動トルクをフランジ根元部における軸半径で除してそれぞれに対する接線力を求める。この接線力をフランジ根元部の断面積（軸直径×π×フランジ厚さ）で除し，形状係数を乗じて該部の最大ねじり応力及び変動ねじり応力を求める。

D2.4 安全装置

D2.4.1 調速機及び過速度防止装置

規則 D 編 2.4.1-5.(1)(c)の適用上，投入方式は次によること。

(1) 正味平均有効圧力 1.35 *MPa* 以上の 4 ストロークディーゼル機関の段階投入方式は，次式によること。（**図 D2.4.1** 参照）

第 1 出力段階の総投入負荷（%）= $80/P_{me}$

第 2 出力段階の総投入負荷（%）= $135/P_{me}$

第 3 出力段階の総投入負荷（%）= $180/P_{me}$

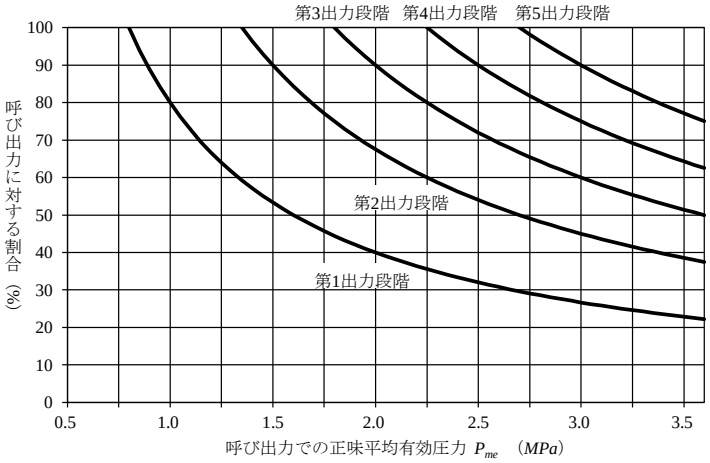
第 4 出力段階の総投入負荷（%）= $225/P_{me}$

第 5 出力段階の総投入負荷（%）= $270/P_{me}$

第 6 出力段階の総投入負荷（%）= 100

(2) ガス燃料機関の段階投入方式は，使用者と製造者間の協定によること。

図 D2.4.1 最大瞬間投入負荷率と呼び出力での正味平均有効圧力（P_{me}）との関係（4 ストロークディーゼル機関）



D2.4.3 クランク室の爆発に対する防護

-1. **規則 D 編 2.4.3-1.**にいう「承認された形式の逃し弁」とは，「**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 10 章**」に従って承認されたものをいう。

-2. **規則 D 編 2.4.3-1.**において，クランク室の容積にはクランク室内の静止部品の体積を含める必要はない。ただし，回転及び往復運動部品の体積は含めること。

-3. **規則 D 編 2.4.3-1.(5)**に掲げる「取付け及び保守手引書」には，次の情報が含まれること。

(1) 逃し弁の機能及び設計条件

(2) 使用承認試験の承認書の写し

(3) 逃し弁の取付け要領

(4) 取付け後の点検方法及びシール装置の交換方法を含む保守要領

(5) クランク室の爆発が発生した後に必要となる作業要領

D2.4.5　　オイルミスト検出装置

-1. **規則 D 編 2.4.5-1.**にいう「本会が適当と認める装置」とは，本会によって承認された形式の主軸受，クランクピン軸受及びクロスヘッド軸受の温度監視装置又はこれと同等の装置をいう。

-2. **規則 D 編 2.4.5-2.**にいう「承認された形式」とは，「**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 7 編 6 章**」に従って承認されたものをいう。

D2.5　　付属装置

D2.5.3　　始動装置

規則 D 編 2.5.3-1.(5)にいう「油分の蓄積を防ぐ有効な措置」とは，始動空気マニホールド内に蓄積する油分を排出しやすい構造（例えば，始動空気マニホールドに緩やかな傾斜を設け，最下部に段差を設ける等。）とし，かつ，常時開のドレン管を接続させることをいう。

D2.6　　試験

D2.6.1　　製造工場等における試験

-1. **規則 D 編 2.6.1-2.(6)(c)**にいう「本会の適当と認める方法」とは，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 8.5.2-2.(10)**に定める温度計測をいう。

-2. **規則 D 編 2.6.1-3.(5)**にいう「本会の適当と認める方法」とは，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 8.3** に定めるリスク分析をいう。

-3. **規則 D 編 2.6.1-5.**に定める動的釣合試験に関し，*B* 類過給機にあっては，良好な品質管理が実施されていると本会が認めた場合，過給機製造者部内で試験を実施することで差し支えない。この場合，本会は，試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

-4. **規則 D 編 2.6.1-6.**に定める過速度試験に関し，*B* 類過給機にあっては，良好な品質管理が実施されていると本会が認めた場合，過給機製造者部内で試験を実施することで差し支えない。この場合，本会は，試験成績書の提出又は提示を要求することがある。

-5. **規則 D 編 2.6.1-7.**にいう「本会の適当と認める方法」とは，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 11 章**に定める試験をいう。

D3　蒸気タービン

D3.1　適用等

D3.1.2　図面及び資料

本会船級船に搭載される予定の各形式のタービンの第 1 号機にあっては，**規則 D 編 3.1.2(2)**に定める参考用図面及び資料のほか，次に示す資料を提出すること。

(1) 連続最大出力時の各段落の蒸気状態

(2) 羽根及びノズルの自然振動数（計算値又は実測値）

(3) タービン取扱い説明書

D3.2　材料，構造及び強度

D3.2.3　タービンロータ及び羽根の強度

羽根の振動応力計算書又は羽根材料の 0.01%耐力の規格が提出されれば，本会はこれを検討して適当と認めた場合，**規則 D 編 3.2.3-2.**の算式のT_Sの代わりに 0.01%耐力規格最低値の 2 倍の値を用いて算出される値まで A の値を軽減する。

D3.3　安全装置

D3.3.2　蒸気の供給遮断装置

主機用タービンには**規則 D 編 3.3.2-1.**に定めるトリップ条件の他，タービンロータの軸方向の異常変位によって，自動的に前進タービンへの蒸気の供給を遮断する装置を設けること。

D3.4　試験

D3.4.1　製造工場等における試験

主機として用いられる蒸気タービンの工場試運転は *JIS F* 4201「船用蒸気タービン主機陸上試験方法」又はこれと同等と認められる工場試験方法によって行うのを標準とするが，適当な時期に原則として各種安全装置の確認試験を行う。

D4　ガスタービン

D4.1　一般

D4.1.3　図面及び資料

規則 D 編 4.1.3(2)(h)に規定する「主要部品の強度検討書」には，次の**(1)**及び**(2)**の資料を含めること。

(1) ガスタービンの主要部品に作用する機械的応力が応力解析又は実測値等により明らかであり，かつ，その応力値が材料の疲労限度に対し一定の安全率を有していることを示す資料。

(2) ガスタービンの主要部品のうち機械的応力，熱応力，クリープ，リラクセーション等が単独もしくは重畳して作用するものについて常温停止時と連続最大出力時との熱応力差に相当する応力による安全性が解析等により確認されていることを示す資料。

D4.2　材料，構造及び強度

D4.2.2　構造及び据付け

-1. 規則 D 編 4.2.2-4.に規定する主機として用いられるガスタービンの再始動は，自動的に始動するものでなくて差し支えない。

-2. 規則 D 編 4.2.2-6.に規定する「周囲の人員及び機器に危険をおよぼすことのないような配置」とは，翼の脱落又はその他の主要部品の故障の際にケーシング内部に当該翼もしくは主要部品又はその破片が収容されない場合を考慮し，可能な限り，ガスタービンの高速回転部分の半径方向に次の**(1)**から**(3)**がないようにガスタービンを設置することをいう。

(1) 燃料油，潤滑油及び他の火災の危険性のある装置

(2) 火災探知警報装置及び消火装置

(3) ガスタービンの設置区画内の通常人がいる場所

D4.4　付属装置

D4.4.2　排ガス装置等

規則 D 編 4.4.2-3.にいう「その他の高温部」とは，例えば，圧縮機段間もしくは圧縮機出口から圧縮空気を抽出，又はタービン入口もしくはタービン段間から高温ガスを抽出して外部に供給する管装置の表面をいう。

D4.4.3　始動装置

-1. 規則 D 編 4.4.3-1.に規定する「措置」を自動的に講じられるものとする場合，機関を始動又は停止する際に，燃料装置，潤滑油装置，冷却装置等が予定の順序に従って動作するように設計すること。この動作及び順序については，次の各項に注意する。

この動作及び順序については，次の各項に注意する。

(1) 始動前及び停止後には潤滑油ポンプを運転すること。
ただし，ころがり軸受形式で潤滑油ポンプが主機駆動の場合にはこの限りではない。

(2) 点火前に十分な空気により燃焼室を換気すること。

(3) 燃料弁“開”は点火用火花に先行しないこと。

(4) 各バーナの点火時間（主燃料弁が開いてから点火に失敗して閉じるまでの時間）は所定の時間を超えないこと。なお，所定時間内に始動しなかった場合には，始動操作を停止すること。

(5) 点火に際し，燃焼室へは燃料が過多に供給されないこと。

(6) 燃料遮断後，異常燃焼又は点火に支障をきたすおそれのないように，燃料遮断弁とバーナノズルとの間のドレン弁を開くなど適当な処置を講じること。

(7) 始動機は，ガス発生機の自立運転が可能になった場合，同発生機から切り離すこと。

-2. 規則 D 編 4.4.3-2.(2)に規定する「空気タンク」を規則 D 編 4.4.3-1.(2)に規定する「パージ」に利用する場合，空気タンクの総容量は，パージに要する容量を加えたものとすること。

D4.4.5 燃料油装置

規則 D 編 4.4.5-1.にいう「適切な考慮」とは，例えば，次の**(1)**及び**(2)**の措置を講じることをいう。

(1) ガスタービンの燃料油系統に 2 以上のフィルタを設け，ろ過された燃料油の供給を中断することなく，任意のフィルタを洗浄できるようにすること。

(2) 燃料処理装置（ろ過装置及び遠心分離機を含む。）を設け，水及び粒子の混入量がガスタービンの製造者が指定する制限範囲内に収まるようにすること。

D4.5 試験

D4.5.1 製造工場等における試験

機関の製造者は，陸上試運転方案（*JIS B* 8041 又は *ISO* 2314 による方法を標準とする。）を本会に提出して承認を受け，これに従って陸上試運転を行うものとする。

D5　動力伝達装置

D5.2　材料，構造

D5.2.3　歯車装置の一般構造

規則 D 編 5.2.3 にいう「十分な」とは，*JIS* 等の国家規格又は国際規格等に準じて設計されていることをいう。

D5.2.4　歯車装置以外の動力伝達装置の一般構造

-1. 規則 D 編 5.2.4-1.にいう「伝達動力に対して十分な強度を有するもの」とは，次の規定による他，規則 D 編 8.2.4-3.の規定にもよることをいう。

主推進軸系に使用される可撓継手は，次の算式で算出されるトルク（T）に耐えるものであること。

$$T = 3.0 \times 10^4 \frac{H}{N_0}$$

T　：可撓継手の許容最大トルク（$N \cdot m$）

H　：主機の連続最大出力（kW）

N_0　：主機の連続最大出力時の可撓継手部の回転数（rpm）

-2. 規則 D 編 5.2.4-1.にいう「使用条件に適したもの」とは，ゴム継手の強度に関して，ゴムのパワーロスによる発熱等を考慮することをいう。

-3. 規則 D 編 5.2.4-2.にいう「本会が適当と認めるところ」とは，次をいう。

(1) 電磁滑り継手は，磁気回路のすき間を定期的に点検できる構造とし，点検のために必要な適当な目盛りのあるゲージを備えること。

(2) 電磁滑り継手は，少なくとも防滴構造とし，閉鎖型のものでない場合は，回転部に人が接触し，また，異物が入るのを防ぐため保護すること。

-4. 規則 D 編 5.2.4-3.にいう推進用動力伝達装置のクラッチを作動させる圧力源の予備装置は，通常航海に耐える緊急固定ボルトを備え，かつ，このボルトを使用した場合でも容易に前後進の切換えが可能な船舶にあっては，省略して差し支えない。なお，ここでいう「通常航海」とは，主機の回転数が，連続最大回転数の約 85%の状態をいう。

-5. 規則 D 編 5.2.4-4.にいう「できる限り点検が容易な構造」とは，ゴムエレメントの外観及び，表面硬度又は永久ひずみ量を定期的に点検できる構造とし，点検のために必要な硬度計又は目盛りのあるゲージを備えること。

D5.3　歯車の強度

D5.3.1　適用

かさ歯車において，規則 D 編 5.3.1 にいう「本会の適当と認めるところ」とは次をいう。

(1) 歯の曲げ強さ及び歯面の面圧強さは，*ISO* 規格又は本会が適当と認める規格によって評価すること。

(2) 歯面内部強さ

歯面内部のビッカース硬さ HV は，次の算式による値以上とすること。

ただし，$\frac{z}{w} < 0.79$の場合にあっては，$\frac{z}{w} = 0.79$とするほか，外端歯先円直径が 1,100 mm 未満のかさ歯車にあっては，本規定は適用しない。

$$HV = 1.11 S_H p \left[\frac{z}{w} - \frac{\left(\frac{z}{w}\right)^2}{\sqrt{1 + \left(\frac{z}{w}\right)^2}} \right]$$

HV ：ビッカース硬さ

S_H　：ヘルツ応力に関する安全係数で，規則 D 編附属書 5.3.1「密閉式歯車の強度計算」1.6.3-9.によること。

p　：ヘルツ接触面圧（MPa）ただし，算式に用いるpの上限は 1,500 MPa とする。

$p = AS_c$

S_c: ヘルツ応力（MPa）で，*ISO 10300* 規格により算出すること。

A: *ISO 10300* 規格によりヘルツ応力S_cを算出する場合に，個々の検討に基づいて決定される定数。なお，*ISO 10300* 規格によりヘルツ応力S_cを算出する場合にあっては，$A = 1.32$とすることができる。

w ：ヘルツ接触幅の半分（mm）で，次式により算出される値

$$w = \frac{p\rho_C}{56300}$$

$$\rho_C = \frac{\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

$$\rho_1 = 0.5 d_{vn1} \sin\alpha_n$$

$$\rho_2 = 0.5 d_{vn2} \sin\alpha_n$$

$$d_{vn1} = d_{m1} \frac{\sqrt{1+u^2}}{u} \frac{1}{\cos^2\beta_{vb}}$$

d_{m1}: 小歯車の平均ピッチ円直径（mm）

u ：歯数比

$$\beta_{vb} = \arcsin(\sin\beta_m \cos\alpha_n)$$

β_m: かさ歯車の平均まがり角

α_n: 歯直角圧力角

$$d_{vn2} = u^2 d_{vn1}$$

z ：歯面からの深さ（mm）

D5.3.3　曲げ強さに対する接線荷重

インボリュート歯形を有する内歯円筒歯車の曲げ強さに対する接線荷重は，次の条件による。

$$P_{MCR} \leq 47.6\ (K_1 S_b - K_2)\ K_3 m_n$$

算式中の記号は**規則 D 編 5.3.3** に同じ。

D5.3.4　面圧強さに対する接線荷重

インボリュート歯形を有する内歯円筒歯車の面圧強さに対する接線荷重は，後進用歯車を除き，次の条件による。

$$P_{MCR} \leq 9.81\ (K_1 S_s - K_2)\ K_3 K_4 \frac{i}{i-1} D_1$$

算式中の記号は**規則 D 編 5.3.4** に同じ。

D5.4　歯車軸及びたわみ軸

D5.4.1　歯車軸

-1. 歯車軸の径が**規則 D 編 5.4.1-1.**の規定に不足する場合の取扱いは，次の**(1)**及び**(2)**による。

(1) 歯車軸の径は，軸に作用するねじり応力が **D6.2.6** の条件に適合するものであればよい。

(2) **D6.2.6** における軸材料のねじり疲労強度及びねじり降伏強さは，提出された資料に基づき，本会がその都度定める。

-2. **規則 D 編 5.4.1-1.(2)**にいう「十分な」とは，*JIS* 等の国家規格又は国際規格等に準じて設計されていることをいう。

D5.4.3　継手及び継手ボルト

規則 D 編 5.4.3 にいう「十分な」とは，*JIS* 等の国家規格又は国際規格等に準じて設計されていることをいう。

D6　　軸系

D6.2　材料，構造及び強度

D6.2.4　プロペラ軸及び船尾管軸

-1.　炭素鋼鍛鋼品又は低合金鋼鍛鋼品により製造される，第 2 種プロペラ軸及び第 2 種船尾管軸の所要径に関して，**規則 D 編 6.2.4-1.**にいう「本会が適当と認めるところ」とは，次式により所要径の値を算出することをいう。

$$d_s = 100k_3\sqrt[3]{\frac{H}{N_0}}$$

d_s　：プロペラ軸の所要径（mm）

H　：機関の連続最大出力（kW）

N_0　：機関の連続最大出力時における軸の回転数（rpm）

k_3　：軸の種類に関する係数で**表 D6.2.4-1.**による値

-2.　**規則 D 編 6.2.4-2.**の係数 k_3 に関する**表 D6.4** に掲げられる以外のステンレス鋼鍛鋼品等により製造されるプロペラ軸及び船尾管軸に対する k_3 の値は**表 D6.2.4-2.**によるものとする。また，第 2 種プロペラ軸及び第 2 種船尾管軸にあっても本規定によって差し支えない。

表 D6.2.4-1.　k_3 の値

	適用範囲	k_3 の値
1	プロペラ軸のプロペラ取付けテーパ部大端部（プロペラの取付けがフランジ全面部）から最後部の船尾管軸受の船首端，または $2.5d_s$ の範囲のうち，いずれか広い方の範囲	1.33
2	前 1 の範囲を除き，船首側に向かって，船首側船尾管封水装置の船首端下までの範囲	1.21(1)
3	船首側船尾管シール装置の船首端下から中間軸との継手までの範囲	1.21(2)

（注）

(1)　境界部は滑らかなテーパ又は軸径の変化量と同程度の半径を有する丸味をつけて軸径を減少させること。

(2)　**規則 D 編 6.2.4-3.**に従って軸径を減少させて差し支えない。

表 D6.2.4-2. k_3 の値

適用範囲		軸材料	
		オーステナイト系ステンレス鋼で 0.2 %耐力が 205 N/mm^2 以上のもの	マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼で 0.2 %耐力が 400 N/mm^2 以上のもの
1	プロペラ軸のプロペラ取付けテーパ部大端部（プロペラの取付けがフランジ構造の場合はフランジ全面部）から最後部の船尾管軸受の船首端，または $2.5d_s$ の範囲のうち，いずれか広い方の範囲	1.28	1.05
2	前 1 の範囲を除き，船首側に向かって，船首側船尾管封水装置の船首端下までの範囲	1.16(1)	0.94(1)
3	船首側船尾管シール装置の船首端下から中間軸との継手までの範囲	1.16(2)	0.94(2)

（注）

(1) 境界部は滑らかなテーパ又は軸径の変化量と同程度の半径を有する丸味をつけて軸径を減少させること。

(2) **規則 D 編 6.2.4-3.**に従って軸径を減少させて差し支えない。

D6.2.6 詳細検討

-1. 軸の径は，軸に作用するねじり応力が次に示す条件を満足するものであれば，**規則 D 編 6 章**に定める軸径算定式によるものと同等とみなす。

$$\beta_m \tau_m + \beta_t \tau_D \leq \frac{\tau_y}{S_y}$$

$$\beta_t \tau_D \leq \frac{\tau'_f}{S_f}$$

τ_m: 軸に作用する平均ねじり応力。ただし，平均曲げ応力が作用する場合は，次式によるτ_{me}を用いる。(N/mm^2)

$$\tau_{me} = \sqrt{{\tau_m}^2 + \frac{1}{3}{\sigma_m}^2}$$

τ_{me}: 等価平均ねじり応力（N/mm^2）

σ_m ：平均曲げ応力（N/mm^2）

β_m ：静的な応力に対する切り欠き係数

τ_D ：軸に作用する変動ねじり応力。ただし，変動曲げ応力が作用する場合は，次式によるτ_{De}を用いる。(N/mm^2)

$$\tau_{De} = \sqrt{{\tau_D}^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{\beta_b}{\beta_t}\sigma_D\right)^2}$$

τ_{De} ：等価変動ねじり応力（N/mm^2）

σ_D ：変動曲げ応力（N/mm^2）

β_b ：曲げ応力に対する切り欠き係数

β_t ：ねじり応力に対する切り欠き係数

τ_y ：軸材料のねじり降伏強度（N/mm^2）

S_y ：降伏強度に対する安全率

τ'_f ：平均応力τ_m（又はτ_{me}）が作用したときの軸材料のねじり疲労強度（N/mm^2）

S_f ：疲労強度に対する安全率

-2. 前**-1.**における軸のねじり疲労強度及びねじり降伏強度は，提出された資料に基づき軸の材料，熱処理，表面処理等を考慮してその都度本会が定める。また，疲労に対する安全率及び降伏に対する安全率は，軸の使用目的，使用条件等を考慮して，その都度定める。

-3. 高速機関である往復動内燃機関を主機とする船舶のプロペラ軸の軸径は次の**(1)**から**(3)**による。ただし，頻繁に荒天航行を行う船舶の場合等にあっては別途考慮する。また，本取扱いを行う場合 **D1.1.1-3.(2)(c)**の規定を適用することはできない。

(1) 高速機関の定義

本項において，高速機関とは次に掲げる条件式を同時に満たす機関をいう。

$$\frac{Sn^2}{1.8\times10^6}\geq 90$$

$$\frac{\pi d_j n}{6.0\times10^4}\geq 6$$

S ：ストローク（mm）

n ：機関の連続最大回転数（rpm）

d_j ：クランクジャーナルの径（mm）

(2) プロペラ軸径算定式

プロペラ軸の径は，次の算式による値よりも小としないこと。

$$d_s = 100k\cdot\sqrt[3]{\frac{H}{N_0}}$$

d_s ：プロペラ軸の所要径（mm）

H ：機関の連続最大出力（kW）

N_0 ：機関の連続最大出力時のプロペラ回転数（rpm）

k ：**表 D6.2.6-1.**による値。ただし，炭素鋼又は低合金鋼の第 1 種プロペラ軸であって，当該プロペラ軸材料の規格最低引張強さが 400 N/mm^2 を超える場合は次のK_{m1}を乗じたものとすることができる。

$$K_{m1} = \sqrt[3]{\frac{560}{T_s+160}}$$

T_s:規格最低引張強さ（N/mm^2）

(3) ねじり振動の取扱い

本取扱いによるプロペラ軸のねじり振動については **D8.2.6-2.**の規定によること。

表 D6.2.6-1. k の値

炭素鋼又は低合金鋼		*KSUSF*316	*KSUSF*316*L*	マルテンサイト析出硬化型
1 種軸	2 種軸	*KSUS*316-*SU*	*KSUS*316*L*-*SU*	ステンレス鋼
1.00	1.05	1.03	1.08	0.85

D6.2.7 プロペラ軸及び船尾管軸の腐食防止

-1. **規則 D 編 6.2.7-1.(1)**にいう「本会が承認した構造により，プロペラ軸又は船尾管軸が水と接触しないもの」とは，次の**(1)**から**(4)**に示す軸をいう。

(1) 油潤滑方式の船尾管軸受（張出し軸受を有する場合はこれを含む。）を有する船舶で，本会の承認したシール装置を備え，プロペラ軸（又は船尾管軸）が水との接触に対して確実に保護されている構造の軸

(2) 水潤滑方式の船尾管軸受（張出し軸受を有する場合はこれを含む。）を有する船舶で，プロペラ軸（又は船尾管軸）の軸身に全通の銅合金スリーブを焼きばめし，プロペラ軸（又は船尾管軸）の軸身が水との接触による腐食に対して保護されている構造の軸

(3) 水潤滑方式の船尾管軸受（張出し軸受を有する場合はこれを含む。）を有する船舶で，プロペラ軸（又は船尾管軸）の軸身の船尾管軸受に当たる部分に銅合金スリーブを焼きばめし，かつ，船尾管軸受に当たらない部分について，ゴム又は合成樹脂を巻いて，プロペラ軸（又は船尾管軸）の軸身が水との接触による腐食に対して確実に保護されている構造の軸

(4) その他，本会が特に承認した構造の軸

-2. **規則 D 編 6.2.7-1.(3)**にいう「本会が承認した耐食性材料」とは，「**船用材料・機器等の承認及び認定要領**」**第 6 編 2 章 2.4.2-5.**に示す承認試験を行い，プロペラ軸（船尾管軸）用耐食材料として使用承認を受けた材料をいう。なお，直径 200 mm を超えるプロペラ軸に *KSUSF*316，*KSUSF*316*L*，*KSUS*316-*SU* 又は *KSUS*316*L*-*SU* を使用する場合にあっても本取扱いに準じ使用承認を取得する必要がある。

D6.2.9　プロペラとプロペラ軸の取付け

プロペラとプロペラ軸の取付けボルト及びピンの強度については，その都度協議して定める。

D6.2.10　船尾管軸受及び張出し軸受

-1. **規則 D 編 6.2.10-1.(1)(a)i)**にいう「本会が別に定めるところ」とは，原則として次の**(1)**及び**(2)**をいう。

(1) **規則附属書 6.2.13** により軸系アライメントの計算を行うこと。

(2) 軸受の潤滑条件を改善するために，次の対策を講じること。

(a) 潤滑油の入口を軸受の船尾端に設け，潤滑油をゆるやかに強制循環させる。

(b) 軸受の船尾端下部の温度を計測する次のいずれかの装置及び高温警報装置（設定温度は 60℃以下とすること。）を設ける。

i) 2 個以上の温度センサーを備えたもの。

ii) 船内から取替え可能な 1 個の温度センサー及び予備の温度センサーを備えたもの。この場合，温度センサーの取替えに関する要領を示す資料を提出し，これに従い，実際に取替え可能であることが確認されること。

(c) 潤滑油サンプタンクに液面の低位警報装置を設ける。

-2. **規則 D 編 6.2.10-1.(1)(b)ii)**にいう「本会が別に定めるところ」とは，原則として次の**(1)**及び**(2)**をいう。

(1) **規則附属書 6.2.13** により軸系アライメントの計算を行い，船尾端の軸受における呼称軸受面圧等が，当該軸受の使用承認時の条件を満足すること。

(2) 前**-1.(2)**に掲げる対策を講じること。

-3. **規則 D 編 6.2.10-1.(2)(b)**にいう「本会が別に定めるところ」とは，原則として次の**(1)**及び**(2)**をいう。

(1) 呼称軸受面圧が，当該軸受の使用承認時の許容面圧以下であること。

(2) 冷却水ポンプによる強制潤滑方式を採用し，水の軸受への入口側に流量低下警報を設けること。

D6.3　試験

D6.3.2　造船所等における試験

規則 D 編 6.3.2-2.にいう「別に定めるところ」とは，次をいう。

(1) 軸心見透しの確認試験（造船所において本会船級船の建造実績が少ない場合又は建造経験のない船種若しくは船型の船舶を新たに建造する等の場合）

(2) 軸継手間のサグ及びギャップ量の確認試験（当該確認試験の実施が困難な軸系については，他の適当な方法とすることができる。）

(3) 軸受荷重の確認試験（進水前に軸を結合した場合）

(4) 海上試運転時における温態時の主機クランク軸デフレクションが主機製造者の推奨範囲内にあることの確認試験（計測記録の確認にとどめることができる。）

D7　プロペラ

D7.2　構造，強度等

D7.2.1　羽根の厚さ

-1. 規則 D 編表 D7.2 の注(1)にいう「本会が適当と認める値」とは，ねずみ鋳鉄を使用する場合は 0.6 とし，他の特殊な材料を使用する場合には，都度定める。

-2. 規則 D 編 7.2.1-1.において，Δw及びwの値に模型船による計測値を使用する場合には，次の**(1)**から**(3)**による。

(1) Δw及びwは，長さ 6 m 以上の模型船により計測された伴流分布，又はこれと同等と認められる方法により計測された伴流分布を用いて算出すること。

(2) 伴流分布は，適当な修正方法を用いて実船の値に換算すること。

(3) wは，プロペラ円内の伴流分布を体積平均して算出すること。

-3. 規則 D 編 7.2.1-4.の適用に際し，羽根の厚さについて詳細な検討を行う場合は，次の方法によることを標準とする。

(1) 揚力面理論等によりプロペラの 1 回転中に羽根に作用する流体力を求め，その流体力を荷重として構造解析計算により羽根の応力を求める。
この場合において，流体力を求めるために使用される伴流分布は，同型船又は模型船（模型船の場合には，適当な実船修正方法により修正を行うこと）の計測結果を利用する。もし，このようなデータがない場合には，高速船（$C_b \leq 0.6$）については，多軸船等の特殊な船尾構造の船舶を除き，図 D7.2.1-1.又は表 D7.2.1-1.に示す標準伴流分布を模型船の値として利用しても差し支えない。

(2) 前**(1)**の計算から得られた羽根の各半径位置におけるプロペラの 1 回転中の変動応力σ_a及び平均応力σ_mの最大値を用いてσ_a/σ_mを求める。

(3) 流体力計算から算出されるプロペラの吸収出力又はトルク係数K_Qが，主機の連続最大回転時の発生出力又はその時のK_Q (=$H/30\,N_0^3D^5$) に一致するように**(1)**の計算を行い，その時の平均応力$(\sigma_m)_{MCR}$を求める。
なお，この計算に代えて，$(\sigma_m)_{MCR}$の値は，次式により求めても差し支えない。

$$(\sigma_m)_{MCR} = 100\frac{K_1HK}{ZN_0lt_a^2K_2}$$

t_a: 羽根の実厚（cm）

その他の記号は規則 D 編 7.2.1 で使用されるものに同じ。

(4) 前**(2)**で求めたσ_a/σ_mを用いて，次式により$(\sigma_a)_{MCR}$を求める。

$$(\sigma_a)_{MCR} = (\sigma_m)_{MCR} \times (\sigma_a/\sigma_m)$$

(5) 荒天の影響を考慮して，当該プロペラ翼に作用する応力を，最終的に次のように定める。

$$\sigma_m = (\sigma_m)_{MCR} \times S$$

$$\sigma_a = (\sigma_a)_{MCR} \times S$$

S: 規則 D 編 7.2.1 で使用されるものと同じ。

(6) 前**(5)**で求めた平均応力σ_mと変動応力σ_aの値が次に示す翼材料の許容応力値を満足すれば，規則 D 編 7.2.1 に適合したものとみなす。

$\sigma_a \leq k_1 - k_2\sigma_m$ （N/mm^2）

$\sigma_m \leq k_3$ （N/mm^2）

k_1，k_2及びk_3: 表 D7.2.1-2.による値

図 D7.2.1-1. 高速船（$C_b \leq 0.6$）の標準船尾伴流分布図

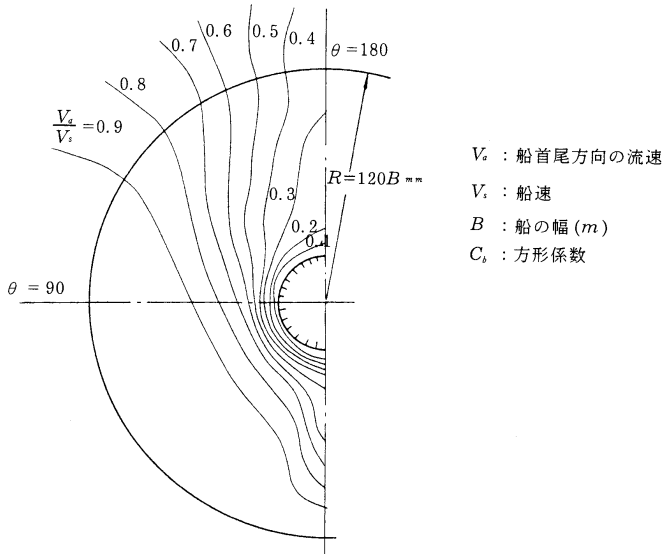


表 D7.2.1-1. 高速船（$C_b \leq 0.6$）の標準船尾流速分布（V_a/V_s）

プロペラ	半径方向位置（*mm*）					
回転角度θ	36*B*	48*B*	60*B*	78*B*	96*B*	114*B*
0	0.390	0.520	0.560	0.660	0.820	0.930
10	0.406	0.610	0.706	0.841	0.924	0.984
20	0.444	0.688	0.799	0.929	0.981	1.000
30	0.490	0.750	0.850	0.950	1.000	1.000
40	0.509	0.788	0.874	0.959	1.000	1.000
50	0.520	0.807	0.889	0.964	1.000	1.000
60	0.526	0.810	0.900	0.970	1.000	1.000
70	0.521	0.807	0.889	0.966	1.000	1.000
80	0.505	0.784	0.873	0.952	0.996	1.000
90	0.490	0.740	0.850	0.930	0.980	1.000
100	0.439	0.682	0.808	0.907	0.949	0.976
110	0.389	0.618	0.748	0.866	0.914	0.947
120	0.350	0.550	0.670	0.800	0.870	0.910
130	0.303	0.469	0.571	0.703	0.796	0.849
140	0.262	0.398	0.473	0.599	0.696	0.765
150	0.230	0.340	0.390	0.500	0.580	0.660
160	0.201	0.284	0.333	0.403	0.417	0.533
170	0.184	0.240	0.278	0.317	0.361	0.401
180	0.180	0.220	0.240	0.270	0.290	0.320

（注）

B ： 船の幅（*m*）

表 D7.2.1-2. k_1，k_2 及び k_3 の値

プロペラの材質	k_1	k_2	k_3
*KHBsC*1	32.4	0.22	61.6
*KHBsC*2			
*KAlBC*3	37.3	0.22	70.8
*KAlBC*4	32.4	0.22	61.6

D7.2.2 可変ピッチプロペラ

-1. **規則 D 編 7.2.2-2.**にいう「本会が適当と認める資料」とは，次の**(1)**から**(5)**に掲げるものをいう。

(1) ボルトの負荷分担係数 k に関する計算書

ただし

$$k = \frac{k_b}{k_b + k_f}$$

k_b: ボルトの引張剛性

k_f: フランジの圧縮剛性

(2) ボルトに作用する静的応力及び変動応力

(3) ボルトの材料仕様書（製造方法を含む）

(4) ボルトの空気中及び海水中における耐久限度線図

(5) ボルトの締付け方法

-2. **規則 D 編 7.2.2-5.**により羽根取付け用ボルトをねじ込む際には，当該ボルトに適当な初期締付け力を与えて，羽根を変節機構にしっかりと取付けること。なお，当該初期締付け力は，次式により算出される値の範囲にあることを標準とする。

$$\frac{1.3}{n}\left(\frac{AK_3}{L} + F_c\right) < T_0 < 0.55\sigma_0 d^2$$

T_0 ：初期締付け力（*N*）

σ_0 ：ボルト材料の降伏強さ又は 0.2 %耐力（*N/mm*^{2}）

その他の記号は，**規則 D 編 7.2.2-2.**の算式中のものに同じ。

-3. **規則 D 編 7.2.2-8.**にいう予備の油圧ポンプは，通常航海に耐え，かつ，速やかに使用できるピッチ固定装置を備え，さらに当該装置を使用した場合でも容易に前後進の切換えが可能な船舶にあっては，省略して差し支えない。

D7.3 プロペラの圧入

D7.3.1 押込量

規則 D 編 7.3.1-1.の算式において，テーパ接触面における接線方向の力F_vの算出に用いられる係数 c に関して「本会が適当と認める場合」とは次の**(1)**により求められた最大トルクQ_{max}を用い，**(2)**により係数 c を定める場合をいう。

(1) 過渡状態を含めて全ての運転状態においてプロペラ押込み部に作用する最大トルクQ_{max}は以下の要件を満足する実測又は詳細計算等に基づき本会より承認されたものとする。

(a) Q_{max}を実測により求める場合は，同型船（主機，軸系を含め同一設計のもの）において満載喫水に対応する積付け状態で**規則 B 編表 B2.11** 第 2 項に定める後進試験時に実測された最大トルクであること。

(b) Q_{max}を計算により求める場合は，後進試験時の実測等により，推定値と実測値の誤差が 10 %程度以内の精度で推定されることが実証されたものであること。

(2) 前項によるQ_{max}を用いる場合，**規則 D 編 7.3.1-1.**に定められる係数 c は次式による値又は 1.2 のうち大なる方の値とする。

$$c = 5.08 \times \frac{N_0 Q_{\max}}{H} \times 10^{-3}$$

N_0，H: **規則 D 編 7.2.1-1** の算式中の N_0，H に同じ

Q_{max}: 過渡期状態を含め全ての運転状態においてプロペラ押込み部に作用する最大トルクで前項により求められたもの（*N-m*）

D7.3.2 プロペラボス

プロペラボスをプロペラ軸から引抜く場合の加熱温度は 100℃を超えないこと。

D7.4 試験

D7.4.1 製造工場等における試験

製造時のプロペラの静的釣合試験における不釣合質量は，次の算式による値を超えないこと。

$$m = \frac{3.6M \times 10^{-3}}{D\left(\frac{N_0}{100}\right)^2}$$

m ：プロペラ外周円上に換算した不釣合質量（kg）

M ：プロペラ質量（kg）

D ：プロペラの直径（m）

N_0 ：連続最大出力時のプロペラ回転数（rpm）

D7.4.2 造船所等における試験

-1. **規則 D 編 7.4.2** に規定するプロペラの押込み量の確認は，油圧で押込む場合，押込み量と押込み荷重との関係直線において，押込み荷重が零となる点を押込み量の真の零点として押込み量を計算する。

-2. キーレスプロペラの押込みにあっては，前**-1.**の押込み量が**規則 D 編 7.3.1-1.**に規定する上下限値の範囲内にあることを確認し，また，次式によって算出されるみかけの摩擦係数μ_rが 0.1 以上 0.2 未満であることを確認する。

$$\mu_r = \frac{K\frac{K_E}{S} - tan\alpha}{1 + K\frac{K_E}{S}tan\alpha}$$

μ_r ：押込量試験の結果から算出されるみかけの摩擦係数

K ：押込量に対する押込荷重の増加率であって押込量試験のドライフィット時の結果から得られるもの（N/mm）

K_E，S，α: **規則 D 編 7.3.1-1.**に同じ。

-3. キーを用いてプロペラをプロペラ軸に圧入する場合の押込量は次式を標準とする。

$$L_4 = \frac{2d_p}{tan\alpha} \times 10^{-4}$$

L_4 ：押込量の標準値（mm）

d_p ：プロペラ軸テーパ端部の直径（mm）

α ：押込み部のテーパ角度の半分（deg）

D8　軸系ねじり振動

D8.2　許容限度

D8.2.2　中間軸，スラスト軸，プロペラ軸及び船尾管軸

-1.　承認された耐食性材料で製造されたプロペラ軸，又はこれ以外の材料で製造され，かつ，海水に対する確実な防食が行われていないプロペラ軸のねじり振動応力の許容限度は，**規則 D 編 8.2.2** において，**-1.(1)**のτ_1の算式に代えて次の算式を用いて算出されるものとする。

$\tau_1 = A - B\lambda^2\ (\lambda \leq 0.9)$

$\tau_1 = C\ (0.9 < \lambda)$

A，B，C：　軸の材料により定まる定数で**表 D8.2.2-1.**による。

表 D8.2.2-1.　A，B，C の値

	海水腐食に対して確実な保護が行われていない炭素鋼又は低合金鋼	オーステナイト系ステンレス鋼で0.2%耐力が 205N/mm^2 以上のもの	マルテンサイト析出硬化型ステンレス鋼で0.2%耐力が 400N/mm^2以上のもの
A	32.4	40.7	61.1
B	24.6	30.5	47.3
C	12.5	16.0	22.8

（注）

上記以外の材料については，その都度定める。

-2.　次のいずれかに該当する船舶の中間軸，スラスト軸，プロペラ軸及び船尾管軸に作用するねじり振動応力の許容限度は，**規則 D 編 8.2.2-1.(1)**の算式において，次の**表 D8.2.2-2.**に示すC_Kの値を用いて算出されるものとする。

(1)　主機として蒸気タービン又はガスタービンを用いる船舶（電気推進船を除く。）

(2)　主機として往復動内燃機関を用いる船舶であって主推進軸系との間に電磁継手等の滑り継手を介するもの（電気推進船を除く。）

(3)　電気推進船

表 D8.2.2-2.　C_Kの値

中間軸			スラスト軸		プロペラ軸及び船尾管軸
一体フランジ継手の場合	焼きばめ，押しばめ冷しばめ継手の場合	キー溝を設ける場合	スラストカラーの両側	ころがり軸受の軸方向荷重を受ける部分	－
0.75	0.75	0.45	0.65	0.65	0.35

（注）

上記以外のC_Kの値は，本会がその都度定める。

D8.2.4　動力伝達装置

可撓継手のうちゴム継手について，**規則 D 編 8.2.4-3.**にいう「別に定めるところ」とは次をいう。

(1)　機関の回転数が，連続最大回転数の 80 %を超え，連続最大回転数の 105 %以下の回転数範囲において，ねじり振動トルクは次に示すT_1を超えないこと。

$T_1 = 2.5 \times 10^3 \times H/N_0$

T_1　：連続最大回転数の 80 %を超え，105 %以下の回転数域におけるねじり振動トルクの許容限度（$N \cdot m$）

H　：機関の連続最大出力（kW）

N_0 ：機関の連続最大出力時のゴム継手部の回転数（*rpm*）

ただし，採用するゴム継手の許容平均トルクが実際に作用する平均トルクに対して余裕のある場合には次式により算出される係数 *F* を T_1 に乗ずることができる。

$F = T_n / T_m$

T_n ：当該ゴム継手に対して承認した許容平均トルク（*N・m*）

T_m ：機関の連続最大出力と機関の連続最大回転数に対応する継手部の回転数を用いて求められるトルク（*N・m*）

(2) 機関の回転数が，連続最大回転数の 80 %以下において，ねじり振動トルクは次に示す T_2 を超えないこと。なお，ねじり振動トルクが，前**(1)**に示す T_1 の値を超える場合には，**D8.3.1** に定める連続使用禁止範囲を設けること。

$T_2 = 8 \times T_1$

T_2 ：連続最大回転数の 80 %以下の回転数域におけるねじり振動トルクの許容限度（*N・m*）

(3) 主機の連続最大出力が 3,500 *kW* 以上，かつ，往復動内燃機関により駆動される主推進軸系にせん断伝達型ゴム継手が使用される場合には，次の**(a)**及び**(b)**を満足すること。

(a) 変動トルクが前**(1)**に示すねじり振動トルクの許容限度 T_1 を超えた時に作動する可視可聴警報を発する装置を主制御設備を備える場所に設けること。ただし，次の**(b)**で要求されるねじり振動計算の結果，使用回転数範囲で，変動トルクが許容限度 T_1 を超えない場合は，この限りではない。

(b) 1 シリンダカット時に関するねじり振動計算を行い，使用可能な回転数範囲を示す手段を設けること。

D8.2.6　　詳細検討

-1. 軸に作用するねじり応力が **D6.2.6-1.**及び**-2.**に示す条件を満足する場合には，**規則 D 編 8 章**に定めるτ_1に代えて，当該条件中の変動ねじり応力τ_Dを用いてねじり振動応力の許容限度を算定することができる。

-2. 軸径の算出において **D6.2.6-3.**の規定による場合には，ねじり振動の許容限度τ_1及びτ_2は次により算出すること。

(1) 機関の回転数が連続最大回転数の 80%を超え，105%以下の範囲におけるねじり振動の許容限度τ_1は次により算出する。

$\tau_1 = A - B\lambda^2 (\lambda \leq 0.9)$

$\tau_1 = C\ (0.9 < \lambda)$

τ_1：$0.8 < \lambda \leq 1.05$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（*N/mm*^{2}）

λ ：使用回転数と連続最大回転数の比

A，B，C：軸の材料により定まる定数で**表 D8.2.6-1.**による。

(2) 機関の回転数が連続最大回転数の 80%以下の範囲におけるねじり振動の許容限度τ_2は次により算出する。なお，ねじり振動応力がτ_1を超える場合には**規則 D 編 8.3** に定める連続使用禁止範囲を設けること。

$\tau_2 = 2.3\tau_1$

τ_2：$\lambda \leq 0.8$の回転数範囲におけるねじり振動応力の許容限度（*N/mm*^{2}）

τ_1：$\lambda \leq 0.9$に対する**(1)**の式により算出されるτ_1の値（*N/mm*^{2}）

λ ：使用回転数と連続最大回転数の比

表 D8.2.6-1. *A*，*B*，*C* の値

	炭素鋼又は低合金鋼		オーステナイト系ステンレス鋼		マルテンサイト析出硬化型ステンレス鋼
	第 1 種 プロペラ種	第 2 種 プロペラ種	*KSUSF*316 *KSUS*316-*SU*	*KSUSF*316*L* *KSUS*316*L*-*SU*	
A	24.5	21.0	26.4	24.4	39.6
B	24.3	20.0	27.1	25.3	39.0
C	4.8	4.8	4.5	3.9	8.1

（備考）

上記以外の値は，本会がその都度定めるものとする。

ただし，炭素鋼又は低合金鉄の第 1 種プロペラ軸であって，当該プロペラ軸材料の引張強さの規格下限値が 400*N/mm*^{2} を超えるものについては，上式の右辺に次に掲げる係数K_{m2}を乗じたものとすることができる。

$$K_{m2} = \frac{T_s + 160}{560}$$

T_s: プロペラ軸材料の引張強さの規格下限値（*N/mm*^{2}）

D8.3 連続使用禁止範囲

D8.3.1 連続使用禁止範囲

ねじり振動トルクが **D8.2.4(1)**に定める許容限度 T_1 を超える場合には，**規則 D 編 8.3.1** で規定するτ_1を T_1 に読み替えて同規定を準用する。

D9　ボイラ等及び焼却設備

D9.1　一般

D9.1.3　提出図面及び資料

規則 D 編 9.1.3(2)(c)に掲げる操作要領書には次の内容が記載されていること。

(1) 水質処理及びサンプリング装置
(2) 作動温度（排ガス温度及び給水温度）
(3) 作動圧力
(4) 点検及び清掃の手順
(5) 保守及び点検の記録
(6) 全ての作動条件において適正な給水量を維持するために必要な事項
(7) 操作者によって実施される安全装置の定期的な作動確認及びその記録
(8) 非常時に内部の水を排出した状態で使用する場合の手順
(9) 逃し弁の保守及び点検の手順

D9.2　材料及び溶接

D9.2.1　使用材料

-1. 規則 D 編 9.2.1-1.にいうボイラの圧力を受ける部分に使用する材料で，規則 K 編の規定に適合する材料を使用する必要のある部材には，ボイラ胴本体のほかに，図 D9.2.1-1.に示すように，ボイラ胴本体に溶接される管台，マンホールリング，座金（付着品ねじ込みのための座金を除く。），管台に取り付けられるフランジ（配管との接続に用いられるものを除く），マンホール蓋，掃除穴蓋，検査穴蓋等が含まれるものとする。

-2. 規則 D 編 9.2.1-2.にいう「本会がその寸法又は使用条件を考慮して承認したもの」とは，D1.1.4 に示すものをいい，また，「本会が適当と認めた規格」とは，*JIS* 等の国家規格又は国際規格等をいう。

D9.2.4　鋳鋼品の非破壊試験

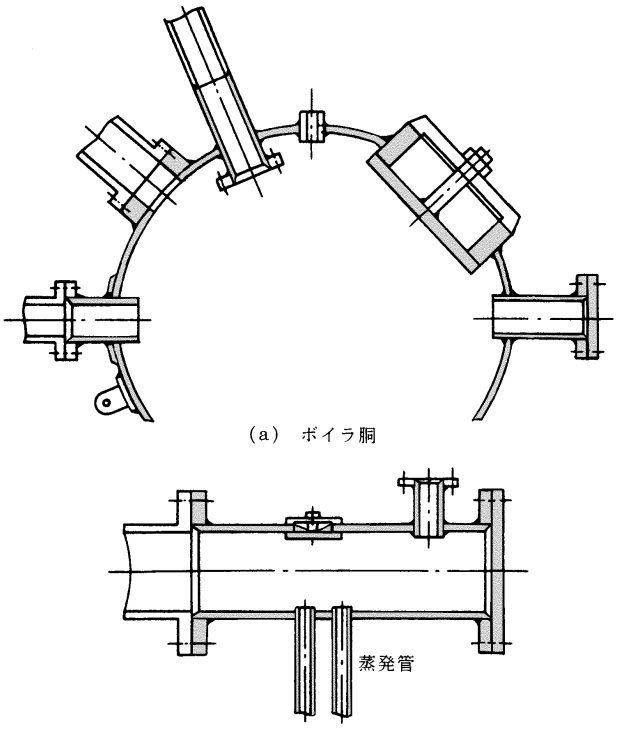
内圧を受けるボイラ胴に鋳鋼品を用いる場合の非破壊試験の方法及び判定基準は次による。

(1) 放射線透過試験は *JIS G* 0581「鋳鋼品の放射線透過試験方法」に定める方法によって行い，割れ，鋳造時のケレン及び鋳ぐるみの溶着不良は不合格とする。また，ブローホール，砂かみ，介在物及び引け巣は同規格に定める欠陥の等級分類の 1 類を合格とする。
(2) 磁粉探傷試験は *JIS Z* 2320-1 から-3「非破壊試験－磁粉探傷試験」に定める方法によって行い，次の**(a)**から**(d)**に適合する場合を合格とする。
　(a) 表面に割れによる欠陥磁粉模様がないこと。
　(b) 線状磁粉模様の最大長さが 4*mm* 以下であること。
　(c) 円形状欠陥磁粉模様の長径が 4*mm* 以下であること。
　(d) 分散欠陥磁粉模様に関しては，面積 2500mm^2 内において欠陥磁粉模様の種類及び大きさに応じ次の表 D9.4.2 による点数の総和が 12 点以下であること。
(3) 前**(1)**又は**(2)**によって不合格と判定されたものは，欠陥を補修することができる。欠陥の補修を溶接で行う場合には，規則 K 編 5.1.11 による。

表 D9.4.2

欠陥磁粉模様	長さ又は長径が 2*mm* 以下	長さ又は長径が 2*mm* を超え 4*mm* 以下
線状欠陥磁粉模様	3 点	6 点
円形状欠陥磁粉模様	1 点	2 点

図 D9.2.1-1. ボイラの圧力を受ける部分に使用する材料



（a） ボイラ胴

（b） 管寄せ

部は，規則 K 編の規定に適合する材料を使用する必要がある部材

D9.3 設計要件

D9.3.4 特殊な形状のボイラ

規則 D 編 9.3.4 にいう「本会が適当と認める解析結果」とは，例えば，有限要素法（FEM）等による構造解析結果をいう。

D9.3.7 スートファイアに対する考慮

規則 D 編 9.3.7 にいう「適当な考慮」とは，例えば，掃除穴を設けスートブロワによるスート清掃ができる配置等の措置が挙げられるが，これに限らない。

D9.4 許容応力及び効率

D9.4.1 許容応力

規則 D 編表 D9.2 に定めていない材料を使用する場合の許容応力には，規則 D 編 12.2.1 表 D12.3(1)及び(2)並びに *JIS B* 8201「陸用鋼製ボイラー構造」の付表の値を使用することができる。

D9.5 各部材の所要寸法の計算

D9.5.6 支柱又はその他の支えを有する平板の所要厚さ

-1. 規則 D 編 9.5.6-1.において，乾燃式丸ボイラ管板の水管穴部を含む部分の所要厚さ算出の場合は，該部の強さ低下率を次式で求め，水管穴列に近接している支点に対するC_5の値をその低下率の平方根で除して修正した上で算出する。

$$\eta = \frac{p - 0.5d}{p}$$

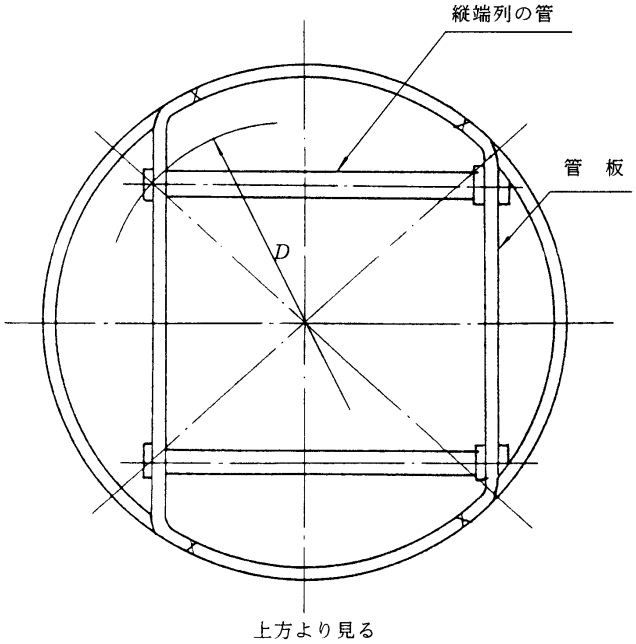
η ：強さ低下率

p ：水管穴ピッチ

d ：水管穴の径

-2. **規則 D 編 9.5.6-1.**にいう「本会が適当と認めた規格」とは，*JIS* 等の国家規格又は国際規格等をいう。

図 D9.5.6-1. 横煙管式立ボイラの *D* のとり方



-3. **規則 D 編 9.5.6-4.**において，横煙管式立ボイラの場合の *D* は，**図 D9.5.6-1.**の *D* をとる。また，式中のd_sは縦端列において管支柱と煙管が一個おきに配置してある場合のように，隣り合う管穴の径が異なるときは，その両者の穴径の平均値をとる。

D9.5.8 筒形炉筒の所要厚さ

支柱その他により支持される筒形炉筒の所要厚さは，**規則 D 編 9.5.8** の算式中の *L* を支柱間の実効長さとして，同算式を用いて算出すること。

D9.5.9 支柱その他で支持されない半球形火炉板の所要厚さ

規則 D 編 9.3.4-1.にいう「受圧部の形状が特殊な場合」のうち，煙突管を有する皿形火炉板の所要厚さは次の算式による。

$$T_r = \frac{PR_f}{f} + 1$$

T_r ：煙突管を有する皿形火炉板の所要厚さ（*mm*）

P ：設計圧力（*MPa*）

R_f ：火炉板の中央部における外面半径（*mm*）

f ：**規則 D 編 9.3.1** に定める許容応力（N/mm^2）

D9.5.12 支柱の所要径

-1. ボイラの支柱又は管支柱の強度計算を行う場合，支柱又は管支柱の支持点に隣接する支持が支柱又は管 支柱であるときは，両支持点を結ぶ線の垂直二等分線をもって支持面の境界とする。支柱又は管支柱の支持点に隣接する支持が曲縁部又は溶接接合部であるときは，**規則 D 編 9.5.6-2.**に規定される曲縁の起点を結ぶ線又は胴板，火炉等との溶接接合内面と支柱の支持点に接する円の中心の軌跡をもって支持面の境界とする。

-2. 煙管部の角隅部においては，隣接する 2 個の支柱を一体とみなして強度計算を行って差し支えない。

-3. 前**-1.**及び**-2.**により区画した面積から当該面積中に含まれる部分の支柱，支柱管，煙管面積は除外する。

D9.6 マンホール，管台等の穴及び穴の補強

D9.6.1 マンホール，掃除穴及び検査穴

マンホールの蓋の所要厚さは，次の算式による。ただし，中央部の厚さは 14*mm* 以下としてはならない。蓋の周辺部に溝を設ける場合には，この部分の厚さは中央部の厚さの 2/3 まで薄くすることができる。

$$t = \frac{b}{2c}\sqrt{\frac{100P}{f}}$$

t ：マンホールの蓋の所要厚さ（mm）

P ：設計圧力（MPa）

f ：**規則 D 編 9.3.1** に定める許容応力（N/mm^2）

b ：マンホールの短径（mm）

c ：**図 D9.6.1-1.**による値

ただし，a はマンホールの長径（mm）で，b/a が 1 のとき，c は 9 とする。

波形マンホールカバーの場合 a，b，は**図 D9.6.1-2.**のようにとる。

図 D9.6.1-1.　c の値

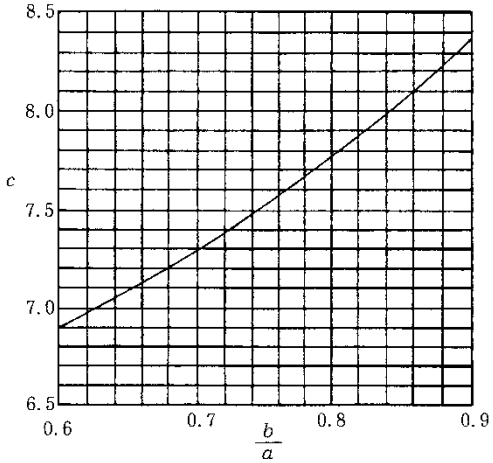
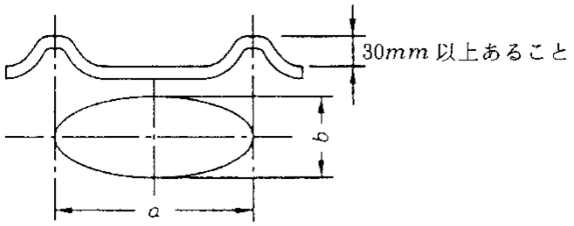


図 D9.6.1-2.　a 及び b のとり方



D9.9　付着品等

D9.9.1　付着品の材質

規則 D 編 9.9.1-2.(3)にいう「特殊鋳鉄品」とは *JIS G* 5705「可鍛鋳鉄品」*FCMB* 32-12，*FCMB* 34-10，*FCMB* 35-10 及び *FCMB* 35-10S，*JIS G* 5502「球状黒鉛鋳鉄品」*FCD* 400 又はこれらと同等の機械的性質を有するものをいう。

D9.9.2　付着品の構造等

規則 D 編 9.9.2-1.にいう「本会が適当と認めた規格」とは，*JIS F* 規格又は他の国家規格をいう。船用に対する規格が定められていない場合には，*JIS B*，*ASME*，*ANSI* 等の陸用のボイラに対する規格による。

D9.9.3　安全弁及び逃し弁

-1.　**規則 D 編 9.9.3-5.(2)**の計算は，算式中の$\sqrt{V_H/V_S}$の代わりに**表 D9.9.3-1.**に示す補正係数 C を用いてもよい。

-2.　**規則 D 編 9.9.3-12.**において，安全弁及び逃し弁のばねは，少なくとも弁座口の径の 1/10 圧縮できるように取付けるものとする。また，ばねは，常温で密着するまで圧縮して 10 分間放置した後原形に復したときその永久変形が自由高さの 1%を超えないものであること。

-3.　**規則 D 編 9.9.3-15.**にいう「本会が適当と認めた蓄気試験」とは，ボイラを最大負荷の状態におき，ボイラの運転に

必要な機器へ蒸気供給用以外の止め弁をすべて締切り，安全弁を噴気させる試験をいう。

表 D9.9.3-1. 蒸気温度・圧力に対する補正係数 *C*

絶対圧力（*MPa*） ＼ 温度（°*C*）	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
0.5	0.996	0.972	0.951	0.931	0.913	0.896	0.879	0.864	0.849	0.835	0.822	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
1	0.981	0.983	0.960	0.938	0.919	0.901	0.884	0.868	0.853	0.838	0.825	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
1.5	0.976	0.970	0.972	0.947	0.925	0.906	0.888	0.872	0.856	0.841	0.828	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
2	－	0.967	0.964	0.955	0.932	0.912	0.893	0.876	0.860	0.845	0.830	0.817	0.804	0.792	0.780	0.768	－	－	－	－	－
2.5	－	－	0.961	0.961	0.937	0.918	0.898	0.880	0.863	0.848	0.833	0.819	0.806	0.793	0.782	0.770	－	－	－	－	－
3	－	－	0.962	0.957	0.949	0.924	0.903	0.885	0.867	0.851	0.836	0.822	0.808	0.795	0.783	0.774	0.763	0.718	0.742	0.730	0.721
4	－	－	－	0.958	0.954	0.934	0.915	0.894	0.875	0.857	0.841	0.826	0.813	0.799	0.787	0.775	0.763	0.755	0.744	0.735	0.725
5	－	－	－	－	0.955	0.953	0.927	0.904	0.884	0.865	0.848	0.832	0.817	0.803	0.790	0.778	0.766	0.755	0.747	0.737	0.723
6	－	－	－	－	0.962	0.953	0.941	0.911	0.891	0.872	0.854	0.838	0.822	0.808	0.794	0.781	0.769	0.758	0.747	0.739	0.729
7	－	－	－	－	－	0.958	0.954	0.924	0.901	0.881	0.861	0.844	0.827	0.812	0.798	0.785	0.772	0.761	0.749	0.739	0.731
8	－	－	－	－	－	0.967	0.956	0.937	0.912	0.888	0.868	0.850	0.833	0.817	0.802	0.789	0.776	0.763	0.752	0.741	0.731
9	－	－	－	－	－	－	0.962	0.957	0.926	0.897	0.876	0.856	0.838	0.822	0.807	0.792	0.779	0.766	0.754	0.743	0.733
10	－	－	－	－	－	－	0.971	0.961	0.936	0.909	0.883	0.863	0.844	0.827	0.811	0.796	0.782	0.769	0.757	0.745	0.735

（備考）

本表の圧力は，吹出量計算式の $(1.03P+0.1)$ に相当する圧力である。

D9.9.7 燃焼装置

規則 D 編 9.9.7-2.に定める送風機に対して短時間で交換できる送風機の完体予備を 1 台備えれば，同規定に定める代替の設備を省略することができる。

D9.9.8 水面指示装置

-1. **規則 D 編 9.9.8-5.(1)**にいう「本会が適当と認めた規格」とは，*JIS F* 5609「船用ボイラ鍛鋼 20*K* コック付反射式水面計」から同 5611「船用ボイラ鍛鋼 63*K* 弁付透視式水面計」又はこれらと同等の規格をいう。設計圧力 1*MPa* 以下のボイラの汽水分離器に設ける水面計にあっては，*JIS B* 8216「ボイラ 1*MPa* 丸形水面計」によって差し支えない。

-2. **規則 D 編 9.9.8-5.(5)**において，ボイラの水面計水筒に設けるドレン排出孔の大きさは，20*mm* 以上を標準とする。

D9.10 試験

D9.10.1 製造工場等における試験

-1. ボイラの水圧試験において，ドラム，ヘッダ等の部品及び部材が単独に設計圧力の 1.5 倍の圧力で試験されている場合には，ボイラ管，連絡管等の組立溶接完了後の水圧試験は，設計圧力の 1.25 倍の圧力とすることができる。

-2. ボイラの水ドラム内又は蒸気ドラム内に設置される緩熱器は，緩熱器入口に蒸気止め弁を有する場合では，ボイラの設計圧力の 1.5 倍以上の圧力，緩熱器出口にのみ止め弁を有するものでは，想定される差圧力の 1.5 倍以上の圧力で水圧試験を行う。ただし，いずれの場合も，2.0*MPa* 未満であってはならない。

D9.11 小型ボイラの構造等

D9.11.2 小型ボイラの材料，構造，強度，付属設備等

規則 D 編 9.11.2-1.にいう「本会が適当と認めた規格」とは，*JIS* 等の国家規格又は国際規格等をいう。

D9.12 熱媒油設備の構造等

D9.12.3 機関の排ガスにより直接加熱される熱媒油加熱器の安全装置等

規則 D 編 9.12.3-7.にいう「本会が適当と認める固定式の消火・冷却設備」とは，固定式ガス消火装置と，加熱コイル，

ヘッダ，ケーシング等の，加熱器自体を冷却するウォータスプレー等の冷却装置との組み合わせをいう。また，固定式の消火・冷却設備は，多量の水を放出できる注水装置とすることができる。この場合，放出された水が往復動内燃機関に流入しないよう，加熱器より下方の排気ダクトに，適当な収集及び排出をするための手段を設け，かつ，このドレンが適当なところに導かれていること。

D9.13 焼却設備

D9.13.1 一般

規則 D 編 9.13.1-2.に該当するものにあっては，次の**(1)**及び**(2)**による。

(1) 有機塩素化合物等を焼却する焼却設備にあっては，**規則 D 編 9.13** によるほか，船舶設備規程（昭和 9 年逓信省令第 6 号）第三百十一条の十にもよること。

(2) 前**(1)**に該当する焼却設備以外の焼却設備にあっては，**規則 D 編 9.13** によるほか，焼却物の性状により本会が必要と認める措置を講じること。

D9.13.3 構造及び設備

規則 D 編 9.13.3(3)(c)にいう「本会の適当と認めるところによる」とは，他の運転・停止中のボイラ，熱媒油加熱器及び焼却設備に排ガスが侵入することを防止する装置を設けるとともに，その装置の作動状態を確認できるようにすることをいう。

D9.13.5 試験

-1. **規則 D 編 9.13.5-2.**にいう制限温度指定試験においては，**規則 D 編 9.13.5-1.**に定める試験に加えて，希望制限温度の 110%の温度で 10 分間の運転試験を行うこと。この場合，焼却炉の内外部に異常があってはならない。

-2. **規則 D 編 9.13.5-3.**により制限温度の指定を受けた焼却炉には，見やすい箇所に制限温度を標示しておかなければならない。

D10　圧力容器

D10.2　材料及び溶接

D10.2.1　使用材料

-1. **規則 D 編 10.2.1-1.**にいう圧力容器の圧力を受ける部分に使用する材料で，**規則 K 編**の規定に適合する材料を使用する必要のある部材の取扱いは，**D9.2.1-1.**に準じる。

-2. **規則 D 編 10.2.1-1.(3)**にいう「本会が適当と認めた規格」とは，*JIS* 等の国家規格又は権威のある団体規格をいう。

-3. **規則 D 編 10.2.1-2.**にいう「本会がその寸法又は使用条件を考慮して承認したもの」とは，**D1.1.4** に示すものをいう。

D10.2.2　鋳鉄品の使用制限

有毒性の物質を蓄える圧力容器又は取り扱う圧力容器の胴には特殊鋳鉄品は使用できない。

D10.2.3　付着品に使用する材料の使用制限

-1. 引火性又は有毒性の物質を蓄える圧力容器又は取扱う圧力容器の付着品にはねずみ鋳鉄は使用できない。

-2. 有毒性の物質を蓄える圧力容器又は取扱う圧力容器の付着品には特殊鋳鉄品は使用できない。

D10.2.6　鋳鋼品及び鋳鉄品の非破壊試験

第 1 種又は第 2 種圧力容器の胴に鋳鋼品を用いる場合の非破壊試験の方法及び判定基準は次による。

(1) 放射線透過試験は *JIS G* 0581「鋳鋼品の放射線透過試験方法」に定める方法によって行い，割れ，鋳造時のケレン及び鋳ぐるみの溶着不良は不合格とする。また，ブローホール，砂かみ，介在物及び引け巣は同規格に定める欠陥の等級分類の 1 類を合格とする。ただし，第 2 種圧力容器の試験部の肉厚が 25*mm* を超えるもののブローホール，砂かみ及び介在物については 2 類も合格とする。

(2) 磁粉探傷試験の試験方法及び合否の判定は，**D9.2.4** による。

(3) 浸透探傷試験は *JIS Z* 2343「非破壊試験浸透探傷試験」に定める方法によって行い，判定基準は前**(2)**に準拠する。

(4) 前**(1)**，**(2)**又は**(3)**によって不合格と判定されたものは，欠陥を補修することができる。欠陥の補修を溶接で行う場合には，**規則 K 編 5.1.11** による。

D10.3　設計要件

D10.3.2　設計荷重

-1. **規則 D 編 10.3.2-1.**及び**-2.**で設計時に考慮する必要がある荷重又は外力は次の場合とする。

(1) **規則 D 編 10.5** の強度計算上，液圧が無視できない場合

この場合，強度検討が必要な部材の内圧は，P_0+P_1（P_0 : 気相部の設計圧力，P_1 : 検討する部材における内部液体の液頭圧）として膜応力に対する強度計算を行う。

(2) 使用中に圧力容器の内圧が外部の圧力よりも低下するおそれのある場合

この場合の計算法は *JIS B* 8271「圧力容器の胴及び鏡板」の 5.外圧を受ける胴及び鏡板又は *ASME Boiler and Pressure Vessel Code* の *Sec. VIII Div.2 APPENDIX* 2 による。

(3) 船舶の運動に起因する動荷重を考慮する必要がある場合

この場合，動荷重としては，**規則 D 編 1.3.1 表 D1.1** の条件下における静的傾斜及び動揺を考慮し，計算法は *JIS B* 8281「圧力容器の応力解析及び疲労解析」又は *ASME Boiler and Pressure Vessel Code* の *Sec VIII Div.2 APPENDIX* 4 による。

(4) 熱応力による疲労の影響が無視できない場合

この場合の計算法は *JIS B* 8281「圧力容器の応力解析及び疲労解析」又は *ASME Boiler and Pressure Vessel Code* の *Sec.VIII Div.2 APPENDIX* 5 による。

(5) 付属物及び支持構造からの荷重が無視できない場合

この場合の計算法は *JIS B* 8281「圧力容器の応力解析及び疲労解析」又は *ASME Boiler and Pressure Vessel Code* の *Sec. VIII Div.2 APPENDIX* 4 及び 5 による。なお，支持構造については *JIS B* 8270「圧力容器（基盤規格）」の附属書 6 又は *JIS B* 8278「サドル支持の横置圧力容器」に適合すること。

(6) 水圧試験による荷重が強度上，無視できない場合
この場合の取扱いは前**(1)**によるか，計算で求めた一次一般膜応力の値を試験温度での材料の規格最低降伏点又は0.2%耐力の 90%以下（局部膜応力については 135%以下）とすること。
(7) その他急激な圧力変化，外部からの荷重又は外力など強度上無視できないと本会が認めた場合
-2. 本会が特に必要と認めた場合を除き，次の場合には**規則 D 編 10.3.2** の規定は適用しない。
(1) 船用として十分な実績のある圧力容器の場合（昭和 58 年 6 月 30 日発行の**鋼船規則 E 編 3 章**の規定に適合した場合）
(2) 許容応力として次の値を用いて**規則 D 編 10.5.2** から **10.5.4** の計算を行った場合
(a) 炭素鋼（炭素マンガン鋼を含む。）及び低合金鋼鋼材に対しては，材料の規格最低引張り強さの 1/4（350℃以下の場合）。ただし，ボイラ用圧延鋼板，管寄せ材及びボイラ用鋼管については**規則 D 編 9.4.1 表 D9.2** による。
(b) 前**(a)**にかかわらず，鋳鋼品に対しては材料の規格最低引張り強さの 1/5（350℃以下の場合）
(c) ねずみ鋳鉄品に対しては材料の規格最低引張り強さの 1/10。また，本会が承認した特殊鋳鉄品に対しては材料の規格最低引張り強さの 1/8
(d) 熱交換器用非鉄金属管については**規則 D 編 10.5.4 表 D10.3** の値

D10.3.4　設計上の考慮

-1. **規則 D 編 10.3.4-1.**で低温で使用される圧力容器にあって切欠じん性について考慮する必要がある場合とは，一般に-10℃未満の温度をいう。
-2. 圧力容器が著しい腐食環境又は応力腐食割れ環境下で使用される場合には，次の適切な措置を講ずること。
(1) 著しい腐食環境で使用される場合には，次のいずれか又は組合せを考慮すること。
(a) 材料に適当な腐食代を加える
(b) 耐食性材料の使用
(c) 材料に適当なメッキ，コーティング等の被覆を施す
(d) 陽極又は外部電源法等の適当な防食を行う
(e) 内容物に適切なインヒビタを添加する
(2) 応力腐食割れ環境で使用される場合には，次のいずれか又はその組合せを考慮すること。
(a) 応力腐食割れの生じ難い材料の使用
(b) 加工又は溶接による残留応力を除去するなどのため，適当な温度で熱処理を行う
(c) 材料に適当なメッキ，コーティング等の被覆を施す
(d) 内容物に適切なインヒビタを添加する
(e) 内容物の成分調整又は空気の侵入防止を行う

D10.4　許容応力，効率及び腐食予備厚

D10.4.1　許容応力

-1. **規則 D 編 10.4.1-1.**にいう「常温」とは 50℃未満の温度をいう。
-2. 高温で使用する各種材料の許容応力は，**規則 D 編 9.4.1** によるか，又は**表 D10.4.1-1.**によることができる。
-3. 高温で使用されるボルト材の許容引張応力は，設計温度 300℃以下（快削鋼では 250℃以下）のものにあっては，**規則 D 編 10.4.1-3.(1)**の値としてよい。また，ボルトの許容応力として *JIS B* 8270 に定めるものを用いて差し支えない。
-4. **規則 D 編 10.4.1-7.**における等価応力は次に示すところによる。

$$\sigma = \sqrt{{\sigma_x}^2 + {\sigma_y}^2 - \sigma_x\sigma_y + 3{\tau_{xy}}^2}$$

σ_x : x 軸方向の全垂直応力（N/mm^2）
σ_y : y 軸方向の全垂直応力（N/mm^2）
τ_{xy}: xy 面のせん断応力（N/mm^2）
なお，**規則 D 編 10.4.1-7.**の計算は，*Tresca* の方法（*JIS B* 8281 参照）によることができる。

表 D10.4.1-1. 高温で使用される各種材料の許容応力

材料の種類		許容応力（N/mm^2）					
		100℃以下	150℃	200℃	250℃	300℃	350℃
ボイラ用圧延鋼板	*KP*42	129	123	116	—	—	—
	*KP*46	142	135	128	—	—	—
	*KP*49	151	140	129	—	—	—
	*KPA*46	142	135	128	—	—	—
	*KPA*49	151	129	124	—	—	—
管寄せ材	*KBH*1	116	108	106	—	—	—
	*KBH*2	128	119	118	—	—	—
	*KBH*3	119	112	105	—	—	—
	*KBH*4	121	116	111	—	—	—
	*KBH*5	121	116	111	—	—	—
	*KBH*6	121	116	111	—	—	—
ボイラ用鋼管	*KSTB*33	101	94	88	—	—	—
	*KSTB*35	101	95	89	—	—	—
	*KSTB*42	139	130	122	—	—	—
	*KSTB*12	119	112	105	—	—	—
	*KSTB*22	121	116	111	—	—	—
	*KSTB*23	121	116	111	—	—	—
	*KSTB*24	121	116	111	—	—	—
圧力容器用圧延鋼板（備考）	*KPV*24	131	126	117	107	104	102
	*KPV*32	182	172	166	156	147	138
	*KPV*36	193	193	187	175	168	155
	*KPV*46	211	211	211	211	211	204
	*KPV*50	225	225	225	225	225	215

（備考）

板厚 40*mm* 以下のものに適用する。板厚 40*mm* を超える場合にはその都度定める。

D10.5 強度

D10.5.2 内圧を受ける胴板，鏡板及び平板の強度

規則 D 編 10.5.2-1.にいう「本会の適当と認める計算法」とは，*JIS B* 8271「圧力容器の胴及び鏡板」に示す方法をいう。

D10.5.3 熱交換器の管板の所要厚さ

遊動頭グランド形等，特殊な形式の熱交換器の管板の所要厚さは，*JIS B* 8274「圧力容器の管板」による。この場合，許容応力，効率及び腐食予備厚については，**規則 D 編 10.4** の値を用いること。

D10.5.4 熱交換器の管の所要厚さ

U 字管式熱交換器の管の所要厚さは標準として次の算式による。

$T_r' = T_r + b$

T_r' ：*U* 字管式熱交換器の管の所要厚さ（*mm*）

T_r ：**規則 D 編 10.5.4** の算式による所要厚さ（*mm*）

b ：次の算式による値（*mm*）

$$b = \frac{D_0}{2.5R}(T_r - a)$$

D_0 ：管の外径（*mm*）

R ：管の中心線の曲げ半径（*mm*）

a ：**規則 D 編 10.5.4** による値（*mm*）

D10.5.6　疲労解析

規則 D 編 10.5.6 の疲労解析に用いる *S-N* 線図で *JIS B* 8281 の図 1 から図 7 に定められた材料及び *ASME Boiler and Pressure Vessel Code Sec. VIII Div.*2 に示された材料については右辺の値を 1.0 として差し支えない。

D10.8　付着品等

D10.8.2　付着品の構造

規則 D 編 10.8.2-1.にいう「本会が適当と認めた規格」とは，*JIS* 等の国家規格又は権威ある団体規格をいい，これらの規格のうち使用目的に適したものを用いること。

D10.8.4　圧力及び温度計測装置

-1. 圧力計及び温度計の装備基準は，原則としてそれぞれ *JIS F* 7003「船舶-圧力計の装備基準」及び同 7004「船舶機関部温度計-装備基準」の規定による。

-2. 蒸気発生器（*PV*-1 に属するもの）の付着品は次による。

水面指示装置　：ガラス水面計 1 個
安全弁　　：ボイラに準ずる。（**規則 D 編 10.8.3-4.**）
検査穴　　：ボイラに準ずる。
缶水取出し弁　：ボイラに準ずる。
吹出し弁　：ボイラに準ずる。
圧力計測装置　：ボイラに準ずる。
温度計測装置　：ボイラに準ずる。

D10.9　試験

D10.9.1　製造工場等における試験

-1. **規則 D 編 10.9.1-2.(1)(b)**にいう「本会が必要と認めたもの」とは，次の**(1)**又は**(2)**のうちのいずれかに該当する圧力容器をいう。

(1) 設計圧力（*MPa*）と内容積（m^3）の積が 1.0 以上となる圧力容器

(2) 次に掲げる機器の運転に必要な熱交換器（清水冷却器，潤滑（操作）油冷却器，潤滑油加熱器，燃料油加熱器，復水器，給水加熱器，空気冷却器等）及び空気タンク（制御用空気タンク等）並びにその他重要な圧力容器

(a) 主機及び推進軸系

(b) ボイラ及び熱媒油設備（主ボイラ，重要な補助ボイラ，主機の運転に必要な燃料油の加熱若しくは常時加熱を必要とする貨物の加熱に用いられるボイラ又は熱媒油設備）

(c) 発電機及び補機（作業用補機等を除く）並びにこれらの駆動機

-2. **規則 D 編 10.9.1-2.**の規定にかかわらず，シリンダ径が 300 *mm* 以下の機関付属の熱交換器にあっては，水圧試験を省略して差し支えない。（**規則 D 編表 D2.6** 参照）

D11　機関の溶接

D11.2　溶接施工方法及びその施工要領

D11.2.1　溶接施工方法及びその施工要領の承認

規則 D 編 11.2.1-3.にいう「詳細な資料」とは，一般に次のものをいう。

(1) 工場施設概要（工場設備概要，主要溶接機の種類及び数，熱処理設備及び試験検査装置の概要）

(2) 溶接工の資格及び人数

(3) 溶接構造物の生産実績

(4) 溶接管理体制及び施工基準に関する資料

(5) 試験を受けようとする溶接施工方法と採用する製品の種類又は名称

(6) 同上製品の最大板厚及び管厚，材料の種類及び規格

(7) 溶接施工方法承認試験方案（試験方案には，溶接機の形式，溶接棒，フラックスの種類，溶接施工条件，予熱，後熱処理の方法等の溶接方法を記載すること。また，試験の種類，試験片の採取要領及び試験片寸法を記載する。）

D11.2.2　試験の実施

-1. **規則 D 編 11.2.2(1)**に該当する溶接施工方法及びその施工要領の承認試験については次による。ここに定める事項以外については**規則 M 編 4.1.3** 及び **4.2** から **4.6** の規定を準用する。ただし，これにより難い場合は本会の適当と認めるところによる。

(1) 溶接材料の選定

一般に，溶着金属の強度（降伏点又は耐力，及び，引張強さ）の規格値が母材以上であって，母材と類似した化学成分の溶接材料を選定すること。

(2) 突合せ溶接継手試験

(a) 試験の種類並びに対象箇所又は試験片数は，**表 D11.2.2-1.**のとおりとする。

(b) 衝撃試験における最小平均吸収エネルギー値は母材に要求される規格値を満足すること。その際，試験温度を母材に要求される温度以下とすること。

(c) 硬さ試験におけるビッカース硬さは，母材の降伏点又は耐力の規格値に応じて，**表 D11.2.2-2.**に掲げる値を標準とする。

(3) すみ肉溶接継手試験，完全溶込み T 継手試験及び部分溶込み T 継手試験

(a) 試験材から採取する硬さ試験片の数は，**表 D11.2.2-1.**を準用する。

(b) 硬さ試験におけるビッカース硬さは，**(2)(c)**のとおりとする。

-2. **規則 D 編 11.2.2(2)**に該当する溶接施工方法及びその施工要領の承認試験については次による。ここに定める事項以外については**規則 M 編 4.1.3** 及び **4.2** から **4.6** の規定を準用する。

(1) 試験材

試験材は，実施工事に用いる材料と同一か又はこれと同等のものとする。また，試験材の厚さは，実施工事における各種開先形状の範囲の最大板厚又は最大管厚のものについて行うことを原則とする。

(2) 突合せ溶接継手試験

(a) 試験の種類並びに対象箇所又は試験片数は，**表 D11.2.2-3.**のとおりとする。

(b) 試験片の採取方法は，**図 D11.2.2-1.**のとおりとする。

(c) 衝撃試験における最小平均吸収エネルギー値は，前**-1.(2)(b)**によること。

(d) 硬さ試験におけるビッカース硬さは，前**-1.(2)(c)**によること。

(e) 前**(a)**の規定に関わらず，一般に，母材又は溶接材料の融点（絶対温度）のうちいずれか低い方の 1/2 以上の温度で使用される部材の溶接工事に関して本会が必要と認めた場合，参考としてクリープ試験又は高温引張試験を追加する。その際，クリープ試験は ISO204，JIS Z 2271 若しくはこれらと同等の規格により，高温引張試験は ISO 6892-2，JIS G 0567 若しくはこれらと同等な規格によること。

(3) すみ肉溶接継手試験

試験の種類は，外観検査，マクロ試験，硬さ試験及び破面試験とする。

-3. **規則 D 編 11.2.2(3)**に該当する溶接施工方法及びその施工要領の承認試験については**-2.**による。ただし，本会は，必要と認めた場合，規定と異なる試験条件又は試験方法を要求する。

表 D11.2.2-1. 突合せ溶接継手試験の種類並びに対象箇所又は試験片数
（ウインドラスの溶接工事に適用する溶接施工方法及びその施工要領の承認試験）

試験の種類	対象箇所又は試験片数
外観検査	溶接部全長
非破壊検査	溶接部全長(1)
引張試験（個）	2
曲げ試験（個）	4(2)
衝撃試験（組）	3～8 (3) (4)
マクロ試験（個）	1
硬さ試験（個）	1(5)

（備考）

(1) 放射線透過試験又は超音波探傷試験による内部検査並びに磁粉探傷試験又は浸透探傷試験による表面検査を行う。

(2) 表曲げ試験片 2 個及び裏曲げ試験片 2 個とする。ただし，厚さが 12 *mm* 以上の板又は管の試験材にあっては，**表 D11.2.2-1.**によらず側曲げ試験片 4 個として差し支えない。

(3) 衝撃試験の試験温度及び最小平均吸収エネルギー値の規格値がない母材を溶接する場合は省略することができる。

(4) 衝撃試験片の切欠きの位置は，**規則 M 編図 M4.2** 及び**図 M4.3** を準用する。

(5) 降伏点又は耐力の規格値が 355 N/mm^2 未満の材料もしくはオーステナイト系ステンレス鋼を溶接する場合は省略することができる。

表 D11.2.2-2. 硬さ試験の規格値

母材の降伏点又は耐力の規格値(1) (N/mm^2)	ビッカース硬さ（*HV*10）
420 以下	350 以下
420 超 690 以下	420 以下

（備考）

(1) 690 N/mm^2 を超える場合は，本会の適当と認めるところによる。

表 D11.2.2-3. 突合せ溶接継手試験の種類並びに対象箇所又は試験片数（ボイラ，圧力容器又は原動機等の主要部品等に適用する溶接施工方法及びその施工要領の承認試験）

試験の種類	対象箇所又は試験片数
外観検査	溶接部全長
放射線透過試験	溶接部全長
引張試験（個）	2
曲げ試験（個）	4(1)
衝撃試験（組）	3(2) (3)
マクロ試験（個）	1(4)
ミクロ試験	—(4)
硬さ試験（個）	1

（備考）

(1) 管径が小さくこれに定める個数の試験片を採取することが不可能な場合は，各曲げ試験片の個数を半減することができ

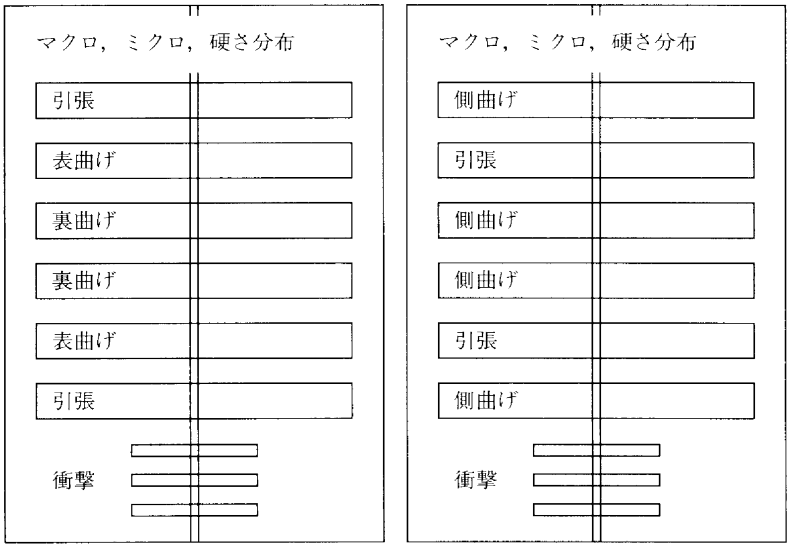
る。

(2) 衝撃試験の試験温度及び最小平均吸収エネルギー値の規格がない母材を溶接する場合は省略することができる。

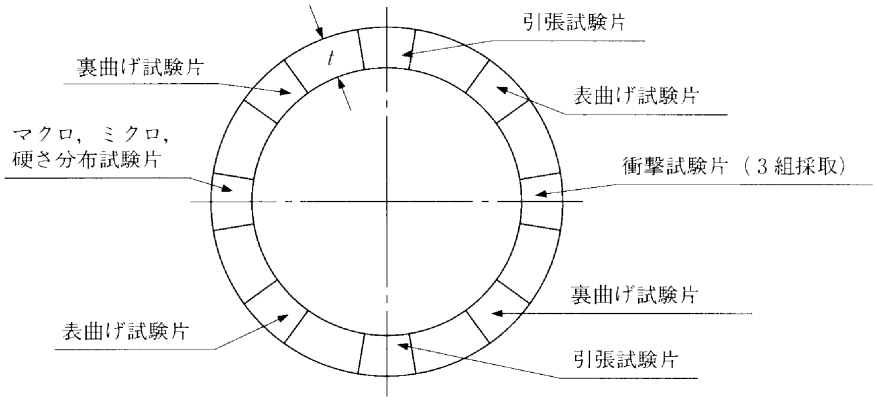
(3) 衝撃試験片の切欠きの位置は，溶接金属中央部，境界部及び熱影響部とする。

(4) 溶接金属中央部及び母材との境界部並びに熱影響部に対して実施する。

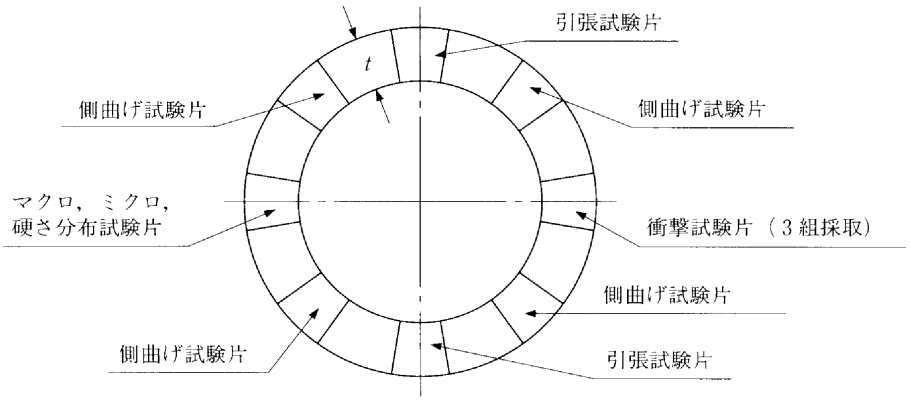
図 D11.2.2-1. 試験片の採取要領



厚さが20mm以下の供試板　　厚さが20mmを超える供試板



厚さが20mm以下の管の供試材



厚さが20mmを超える管の供試材

D11.2.3 承認の範囲

-1. **規則 D 編 11.2.1-1.(1)(a)**に該当する溶接施工方法及びその施工要領の鋼材の種類の承認範囲については次による。鋼材の種類以外の承認範囲については**規則 M 編 4.1.4** の規定を準用する。ただし，これにより難い場合は本会の適当と認めるところによる。

(1) **規則 K 編**に規定する材料を母材として承認試験を実施する場合

(a) **規則 M 編 4.1.4** の規定に従い，**規則 K 編**に規定する材料を鋼材の種類の承認範囲に含むことができる。

(b) **(a)**に加え，本会が認めた場合，承認試験において母材として使用した材料の材料区分及び補助材料区分（*ISO/TR* 15608 の規定による。以下，本**-1.**において同じ。），並びに，*ISO* 15614-1 に規定される母材の承認範囲に基づき，**規則 K 編**に規定する材料以外の材料を鋼材の種類の承認範囲に含むことができる。

(c) **(b)**の適用上，溶接入熱量が 50 *kJ/cm* を超える場合，**規則 M 編 4.1.4** において鋼材の種類の承認範囲に含むことが認められる材料と同一の材料区分及び補助材料区分のものに限り，鋼材の種類の承認範囲に含むことができる。

(2) **規則 K 編**に規定する材料以外を母材として試験を実施する場合

(a) 本会が認めた場合，承認試験において母材として使用した材料の材料区分及び補助材料区分，並びに，*ISO* 15614-1 に規定される母材の承認範囲に基づき，試験材と異なる材料を鋼材の種類の承認範囲に含むことができる。

(b) **(a)**の適用上，溶接入熱量が 50 *kJ/cm* を超える場合，試験材と同一の材料区分であって同一又は一つ下の補助材料区分のものに限り，鋼材の種類の承認範囲に含むことができる。

-2. **規則 D 編 11.2.2(2)**及び**(3)**に該当する溶接施工方法及びその施工要領の板厚又は管厚の承認範囲の上限は，原則として試験材の厚さと同一とする。板厚又は管厚以外の承認範囲については**規則 M 編 4.1.4** の規定を準用する。

D11.3 溶接後熱処理

D11.3.1 溶接後熱処理の方法

-1. **規則 D 編 11.3.1-2.** にいう「本会が適当と認めるところ」とは，次による。

(1) 溶接後熱処理の保持温度は**表 D11.3.1-1.**による。

(2) 保持温度以外の後熱処理の方法については，**規則 D 編 11.3.1-1.**を適用する。

-2. 前**-1.**で規定する材料以外の材料の後熱処理方法については，*JIS* 等の適当な規格による。

表 D11.3.1-1. 溶接後熱保持温度

鋼種	最低保持温度（℃）
2~2.5 *Ni* 鋼 3.5 *Ni* 鋼	600

（備考）

5 ~ 9 *Ni* 鋼については，溶接後熱処理は要求しない。

D11.4 ボイラの溶接

D11.4.3 溶接後熱処理

ボイラの溶接後熱処理は，次の条件を満たし，かつ，本会が特に承認した場合に省略することができる。

(1) 使用材料は *KP*42，*KP*46 又は *KP*49 であって，板厚が 19 *mm* 以下であること。

(2) *U*4 号試験片による母材及び溶接部の衝撃試験の値が 0 ℃で 27.5 *J* 以上であること。溶接部の値については製品溶接確認試験時に衝撃試験を追加して確認すること。

(3) 胴と鏡板又は管板との接合は突合せ溶接であること。

D11.4.4 製品溶接確認試験

規則 D 編 11.4.4-4.(2)にいう「本会が適当と認める曲げ試験用治具」とは，**規則 M 編図 M3.1**，**図 M3.2**，**図 M3.3** 又はこれと同等の曲げ試験用治具をいう。

D11.4.5 長手及び周継手の非破壊試験

-1. 放射線透過試験の判定基準は次による。

(1) 欠陥の分類

欠陥は，**表 D11.4.5-1.**により 4 種類に分類する。

(2) 第 1 種欠陥

第 1 種欠陥は，母材の厚さにより**表 D11.4.5-2.**に示す欠陥の点数を超えるものは不合格とする。ただし，欠陥 1 個に対する欠陥点数は，欠陥の長径に応じて，**表 D11.4.5-3.**の値を用いる。なお，欠陥の長径が**表 D11.4.5-4.**に示す値以下のものは欠陥点数として算定しない。欠陥が 2 個以上の場合の欠陥点数は試験視野内の欠陥点数の総和とする。

(3) 第 2 種欠陥

第 2 種欠陥は，母材の厚さにより欠陥長さが**表 D11.4.5-5.**の数値を超えるものは不合格とする。ここでいう欠陥長さは，欠陥の長さを測定して得られた寸法とする。ただし，欠陥が一線上に存在し，欠陥と欠陥との間隔が大きい方の欠陥の長さ以下の場合は，欠陥と欠陥との間隔を含めて測定した寸法をその欠陥群の欠陥長さとする。

(4) 第 3 種欠陥

第 3 種欠陥はすべて不合格とする。

(5) 第 4 種欠陥

第 4 種欠陥の合否判定及び欠陥の点数については，第 1 種を第 4 種と読みかえて**(2)**の規定による。ただし，第 1 種欠陥と第 4 種欠陥が同一試験視野内に共存する場合は，両者の点数の総和を欠陥の点数とする。

表 D11.4.5-1. 欠陥の分類

	欠陥の種類
第 1 種	ブローホール及びこれに類する丸みを帯びた欠陥
第 2 種	細長いスラグ巻込み，パイプ，溶込み不良，融合不良及びこれに類する欠陥
第 3 種	割れ及びこれに類する欠陥
第 4 種	タングステン巻込み

表 D11.4.5-2. 第 1 種欠陥の合否判定

母材の厚さ（*mm*）	10 以下	10 を超え 25 以下	25 を超え 50 以下	50 を超える
欠陥の点数	3	6	12	15
試験視野（*mm*）	10×10		10×20	

表 D11.4.5-3. 第 1 種欠陥の欠陥点数

欠陥の長径（*mm*）	1.0 以下	1.0 を超え 2.0 以下	2.0 を超え 3.0 以下	3.0 を超え 4.0 以下	4.0 を超え 6.0 以下	6.0 を超え 8.0 以下	8.0 を超えるもの
点数	1	2	3	6	10	15	25

表 D11.4.5-4. 算定しない第 1 種欠陥の寸法

母材の厚さ（*mm*）	欠陥の長径（*mm*）
20 以下	0.5
20 を超え 50 以下	0.7
50 を超えるもの	母材の厚さ 1.4%

表 D11.4.5-5. 第 2 種欠陥の合否判定

母材の厚さ（*mm*）	欠陥の長径（*mm*）
12 以下	3
12 を超え 48 未満	母材の厚さ 1/4
48 以上	12

-2. **規則 D 編 11.4.5-8.**にいう「適当な非破壊試験」とは，次の**(1)**又は**(2)**をいう。

(1) *ISO* 17636 に従い実施する放射線透過試験。ただし，判定基準等の当該 *ISO* に特に規定されていない事項については，**規則 D 編 11.4.5** 及び **D11.4.5-1.**による。透過写真フィルムを用いない方法による場合，事前に試験計画書を提出し，本会の承認を得ること。

(2) **規則 D 編 11.4.6** 及び **D11.4.6-2.**の規定を準用し実施する超音波探傷試験。この場合，**規則 M 編 8.1.2-5.**の規定を準用する。

D11.4.6　その他の溶接部の非破壊試験

-1. 重要な部分の溶接部とは，板厚 6 *mm* 以上であって，例えば，次に掲げる部分をいう。

(1) 平面鏡板又は蓋板と胴板との溶接部

(2) 火炉又はオジーリングと胴板との溶接部

(3) マンホールの溶接部

(4) ノズルの溶接部

-2. 超音波探傷試験の取扱いは次による。

(1) 試験方法は，*JIS Z* 3060(1994)又はこれと同等な規格に適合している方法とする。

(2) 探傷感度は，*JIS Z* 3060 又はこれと同等な規格でいう L 検出レベルとする。なお，L 検出レベルにおける欠陥指示長さが，**表 D11.4.6-2.**に示す長さを超えるものは不合格とする。
なお，この表の適用にあたり，同一と見なされる深さにおいて，欠陥と欠陥との間隔が，大きい方の欠陥指示長さより短い場合は同一欠陥群と見なし，それらを間隔を含めて連続した欠陥として取り扱う。
欠陥と欠陥との間隔が，両者の欠陥指示長さのうち，大きい方の欠陥指示長さより長い場合は，それぞれ独立した欠陥と見なす。

表 D11.4.6-2.

母材の厚さ（*mm*）	欠陥指示長さ（*mm*）
12 以下	3
12 を超え 48 未満	*t*/4　（注）
48 以上	12

（注）
t は開先を取った側の母材の厚さ（*mm*）。ただし，突き合せ溶接で突き合わる母材の板厚が異なる場合は，薄い方の板厚とする。

-3. 磁粉探傷試験の取扱いは次による。

(1) 試験方法は，*JIS Z* 2320-1 から-3「非破壊試験－磁粉探傷試験」又はこれと同等な規格によること。

(2) 合否の判定については，次の場合を合格とする。

(a) 表面に割れによる欠陥磁粉模様がないこと。

(b) 線状磁粉模様の最大長さが 2 *mm* 以下であること。

(c) 円形状欠陥磁粉模様の長径が 2 *mm* 以下であること。

(d) 分散欠陥磁粉模様に関しては，面積 2500 mm^2 内において欠陥磁粉模様の種類及び大きさに応じ次の**表 D11.4.6-3.**による点数の総和が 6 点以下であること。

表 D11.4.6-3.

欠陥磁粉模様	長さ又は長径が 2 *mm* 以下
線状欠陥磁粉模様	3 点
円形状欠陥磁粉模様	1 点

-4. 浸透探傷試験の取扱いは次による。

(1) 試験方法は，*JIS Z* 2343「非破壊試験-浸透探傷試験」又はこれと同等な規格によること。

(2) 合否の判定は，前**-3.(2)**を準用する。

-5. 放射線透過試験の判定基準は，**D11.4.5-1.**を準用する。

-6. **規則 D 編 11.4.6-2.**にいう「他の適当な方法」とは，**D11.4.5-2.(1)**に規定するものをいう。

D11.5 圧力容器の溶接

D11.5.3 応力除去

-1. 機械的応力除去は，水圧を原則とし，適用できる板厚は 40 *mm* 以内とする。

-2. 切欠きじん性のすぐれた材料を使用することによって応力除去を省略できる場合の条件は，次のとおりとする。

(1) *U*4 号試験片による衝撃試験規格値が，0℃で 47.1 *J* 以上の鋼板とする。

(2) 製品溶接確認試験で行う溶接部の衝撃試験の値は，0℃で母材の規格値以上であること。

(3) 材料の板厚は，40 *mm* 以下とする。

(4) 前**(1)**から**(3)**にかかわらず，容器が特殊な設計である場合又は特殊な条件で使用される場合には，応力除去の要否について，その都度審議する。

D11.5.4 製品溶接確認試験

製品溶接確認試験の継手引張試験において，試験機の能力が不足で，試験片のそのままの板厚で試験できないときは，これを所要の厚さに切分けて試験片を作製して試験を行うものとする。ただし，継手引張試験においては，あらかじめ溶接施工方法承認試験などで板厚方向の強度分布が確認されていれば，代表の試験片のみで試験を行うことができる。

D11.5.5 溶接継手に対する非破壊試験

-1. 放射線透過試験の判定基準は，**D11.4.5-1.**を準用する。

-2. **規則 D 編 11.5.5-3.**にいう「他の適当な方法」とは，**D11.4.5-2.(1)**に規定するものをいう。

-3. 超音波探傷試験は，**D11.4.6-2.**を準用する。

D11.5.6 その他の溶接部の非破壊試験

-1. 放射線透過試験の判定基準は，**D11.4.5-1.**を準用する。

-2. 超音波探傷試験の方法及び合否の判定基準については，**D11.4.6-2.**の規定による。

-3. 磁粉探傷試験及び浸透探傷試験の方法及び合否の判定基準については，**D11.4.6-3.**及び**-4.**の規定による。

D11.6 管装置の溶接

D11.6.5 非破壊試験

-1. **規則 D 編 11.6.5** に規定する非破壊試験を行うときは，**規則 B 編 2.1.7-1.(2)**に従い試験方案を作成し，事前に本会の承認を受けること。

-2. 放射線透過試験の判定基準は，**D11.4.5-1.**の規定を準用する。

-3. 超音波探傷試験は，**D11.4.6-2.**の規定を準用する。

-4. 磁粉探傷試験及び浸透探傷試験は，それぞれ **D11.4.6-3.**及び**-4.**の規定を準用する。

-5. **規則 D 編 11.6.5-1.(1)(d)**にいう「同等の溶接品質が確保され得る場合」とは，例えば，自動溶接により管工作を行う事業所が常に安定した溶接を施工する能力を有すると見なされ，かつ，それら安定した溶接を施工するための品質保証に関する手順書及び記録書が整備されている場合をいう。

-6. **規則 D 編 11.6.5-4.**にいう「他の適当な方法」とは，**D11.4.5-2.(1)**に規定するものをいう。

D12　管，弁，管取付け物及び補機

D12.1　一般

D12.1.4　使用材料

-1. **規則 D 編 12.1.4-1.**，**-2.(2)**，**-3.(1)**及び**(2)**にいう「本会の適当と認めた規格」とは，*JIS* 等の国家規格及び権威のある団体規格並びに十分な実績のある基準等をいう。

-2. **規則 D 編 12.1.4-3.(1)**にいう「本会がその寸法又は使用条件を考慮して承認したもの」とは，**D1.1.4** に示すものをいう。

D12.1.5　材料の使用制限

-1. **規則 D 編 12.1.5-1.(4)**にいう「本会が認めた場合」とは，例えば，次をいう。

(1) 機関区域内の各弁の制御に用いられる制御油管には，銅合金管を使用することができる。

(2) 設計圧力が 1.6 *MPa* 以下の飽和蒸気管系の計測用管には，銅及び銅合金管を使用することができる。

(3) 機関区域内の燃料油管のヒートトレースに用いられる熱媒油管で，適当な保護措置が講じられている場合には，銅管を使用することができる。

-2. **規則 D 編 12.1.5-2.(3)(b)**にいう「用途及び構造を考慮して本会が適当と認める場合」とは，油圧を作用させる方向の制御に使用される弁であって，ブロックから削り出したもの等堅固な構造を有し，かつ，管内流体の最高使用圧力の 10 倍以上の破壊圧力で設計された場合をいう。

-3. **規則 D 編 12.1.5-2.(4)**にいう「用途及び構造を考慮して本会が適当と認める場合」とは，油圧を作用させる方向の制御に使用される弁であって，ブロックから削り出したもの等堅固な構造を有し，かつ，管内流体の最高使用圧力の 5 倍以上の破壊圧力で設計された場合をいう。

D12.1.6　特殊な材料の使用

-1. **規則 D 編 12.1.6** にいう「本会が別に定めるところ」とは，次による

(1) 次に掲げる管に，ゴムホース，テフロンホース又はナイロンホースを使用する場合には，**船用材料・機器等の承認及び認定要領**に従って承認されたものを用いること。

(a) 1 類管及び 2 類管

(b) 破損により火災又は浸水に至るおそれのある管

(2) プラスチック管（ビニル管等を含む）は，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 6 章**に従って本会の承認を得たものとすること。また，プラスチック製の弁及び管取付け物の材料，構造，強度，使用範囲等については，**規則 D 編附属書 12.1.6** に準じること。

(3) アルミニウム合金管を使用する場合には次による。

(a) アルミニウム合金管は，原則として，本会が適当と認めた規格に定められたものとし，継目無引抜管又は継目無押出管とすること。

(b) アルミニウム合金管は，次のいずれかに該当する管に使用してはならない。

i) 原則として，設計温度が 150 ℃を超える管

ii) *A* 級又は *B* 級仕切を貫通する部分の管

iii) **規則 D 編 12 章表 D12.2** で銅合金管の使用が禁止されている管

(c) 内圧を受けるアルミニウム合金管の所要厚さは次によること。

管の所要厚さは**規則 D 編 12.2.1-1.**の算式を用いて算出すること。この場合，許容応力（f）は，次の値のうちの最小値とすること。ただし，設計温度が材料のクリープ領域にない場合には，f_3 の値は考慮する必要はない。

$f_1 = \frac{R_{20}}{4.0}$，$f_2 = \frac{E_t}{1.5}$，$f_3 = \frac{S_R}{1.6}$

R_{20}: 常温（50℃未満）における材料の引張強さの規格最低値（N/mm^2）

E_t　：設計温度における材料の 0.2 %耐力（N/mm^2）

S_R　：設計温度における材料の 100,000 時間後のクリープ破断応力の平均値（N/mm^2）

(4) 前**(1)**から**(3)**に掲げる以外の材料の管を使用する場合には，その都度承認を得ること。

-2. タンカー及び危険化学品ばら積船であって，引火点が 60 ℃以下の原油及び石油生成品でレイド蒸気圧が大気圧よ

り低いもの又はこれらと同様の火災危険性を有する液体貨物を運送する船舶においては，**規則 H 編 4.2.3-1.**又は**-2.**で定義される危険場所でアルミ合金管及び表面がアルミ処理された管の使用は認められない。ただし上記危険場所の内，次の場所においては表面がアルミ処理された管を使用して差し支えない。

(1) バラストタンク内

(2) イナーティングされる貨物タンク内

(3) 暴露甲板で，管装置が不慮の衝撃から適当に保護されて設備されている場合

D12.2 管の厚さ

D12.2.1 内圧を受ける管の所要厚さ

-1. 鍛接による配管用炭素鋼鋼管の継手効率 *J* の値は 0.85 とする。

-2. 消火用 CO_2 管に対する腐食予備厚は零として差し支えない。

D12.2.2 管の最小厚さ

-1. **規則 D 編 12.2.2-1.**のただし書において，貨物油管にステンレス鋼管を使用する場合の管の最小厚さは，**S5.1.6-1.**による。

-2. **規則 D 編表 D12.6** 中の「清水管」とは，ボイラの給水及び飲料水に用いられる清水管とする。その他の清水管については同**表 D12.6** にかかわらず，スケジュール 40 以上とすることができる。ただし，6 *mm* 未満とすることはできない。なお，油タンクを加熱する温水管は清水管とはみなさない。

-3. **規則 D 編表 D12.6(2)**において，呼び径 450 *mm* を超える管の最小厚さについては，国際規格，国家規格又は本会が認める団体規格に従うこと。この場合，同表中における呼び径 450 *mm* の管に対する値よりも小としてはならない。

D12.3 弁及び管取付け物の構造

D12.3.1 一般

-1. **規則 D 編 12.3.1** にいう「本会が適当と認めた規格」とは，一般に *JIS F* 規格又はこれと同等の規格をいう。なお，管フランジは，*JIS B* 2220 から同 2291 及びこれらと同等の規格にもよることができる。

ガスケット及びパッキンについては，*JIS F* 7102「船舶機関部管系用ガスケット及びパッキン使用基準」に準じること。

-2. 管の「呼び径」の取扱い（以下，**規則 D 編**で用いられる管の「呼び径」も同じ。）

管の「呼び径」の取扱いは次による。

(1) *JIS* 規格に呼び径が定められている管は，*JIS* 規格の呼び径と同じものをいう。

(2) *JIS* 規格に呼び径が定められていない管は，「呼び径○○」を，*JIS* 規格に定められている管の呼び径に相当する外径を用いて，「外径×*mm*」と読み替える。

-3. ゴムシートバタフライ弁の取扱いは次による。

(1) 使用範囲

ゴムシートバタフライ弁（以下，「バタフライ弁」という。）は次の用途に使用できない。ただし，本会が認めた場合には，使用範囲を参酌することがある。

(a) 可燃性又は引火性液体（例えば，燃料油，原油等）を積むタンクに取り付ける液頭圧を受け，かつ，機関室及び火災のおそれのある場所に設置される取出し弁（ただし，油槽船の貨物油タンク内に設ける弁又はポンプ室に導く取出し弁に使用することができる）

(b) 設計圧力が 1.6 *MPa* を超える管系の弁

(c) 設計温度が 70 ℃を超える管系の弁

(d) 水，油以外の特殊な流体を扱う管系の弁

(e) 内面ライニングのゴムを，フランジ合せ面まで延長してガスケットを兼ねる構造の弁にあっては，機関室内の可燃性油管系の弁

(2) 構造

バタフライ弁の構造は，次の条件に適合したものとする。

(a) 計画された “開” 及び “閉” の位置で，ストッパが働く。

(b) 中間位置で使用する弁は，弁開度の各位置でロック装置が働き，また，このロック装置は，振動，衝撃，流れ等によって緩まない。

(c) 一人の力で操作可能である。

(d) 弁の開度位置を指示する装置を有する。

(e) 弁棒は，十分な強度を有し，弁体は，弁棒から緩むことのない方法で確実に取り付ける。

(f) 弁の要部材料は，耐食性及び耐摩耗性を考慮したものである。

(g) 海水吸入弁又は船外吐出弁として使用するバタフライ弁は，原則として，フランジ形とする。

(3) 製品の表示

製造者は，バタフライ弁の見やすい位置に，少なくとも次の表示を行う。

(a) 設計圧力

(b) 弁箱の材質

(c) 呼び径

(d) 製造者名

D12.3.3　メカニカルジョイント

-1. **規則 D 編 12.3.3-2.**にいう「本会の承認を得たもの」とは，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 9 章**に従って使用承認を受けたものをいう。

-2. **規則 D 編 12.3.3-5.**に規定する圧力の詳細は，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 9 章 9.3.2(4)**による。

-3. **規則 D 編 12.3.3-7.**にいう「本会が別に定めるところ」とは，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 9 章**をいう。

-4. **規則 D 編 12.3.3-7.(2)**，**(4)**及び**(6)**から**(8)**にいう「本会が必要と認める場合」については，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 9 章表 6.9-1.**による。

D12.3.4　フレキシブル管継手

-1. **規則 D 編 12.3.4-2.**にいう「本会の承認を得たもの」とは，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 2 章 2.4.2-11.**に従って承認されたものをいう。

-2. **規則 12.3.4-3.**でいう「開放された甲板上の場所」とは，**鋼船規則 R 編 9.2.3-2.(10)**で定義する「開放された甲板上の場所」をいい，**規則 R 編 3.2.6**，**N 編 1.1.4(6)**及び **S 編 1.3.1(4)**に規定するタンカー，液化ガスばら積船及び危険化学品ばら積船の貨物エリア内の場所を含まない。

-3. **規則 D 編 12.3.4-3.(3)(a)**にいう「本会が特に認める場合」とは，テフロン及びナイロン等の補強が困難な材料を使用する場合をいう。ただし，この場合であっても，適当な材料により，外側を保護する等の補強をできる限り行うこと。

D12.4　管装置の接合及び加工

D12.4.1　管装置の溶接

-1. **規則 D 編 12.4.1-1.**にいう管の溶接には，管相互の突合せ溶接継手のほか，差込み溶接式管継手，管と管フランジの溶接継手等を含む。

-2. **規則 D 編 12.4.1-2.(1)**にいう「本会が適当と認める規格等」とは，例えば *JIS*，*ISO* 規格等の国家規格又は国際規格等をいう。

-3. **規則 D 編 12.4.1-2.(2)**にいう「溶着金属に対する試験」とは，**規則 M 編 6 章**にいう溶着金属試験又はこれと同等の試験をいう。なお，当該試験は溶接施工方法及びその施工要領の承認のための試験と同時に実施すること。

D12.4.2　管相互の継手

-1. **規則 D 編 12.4.2-2.(1)**にいう「本会が適当と認める基準」とは，例えば *JIS B* 2316 をいう。

-2. **規則 D 編 12.4.2-2.(2)(b)**及び**-3.(2)(b)**にいう「毒性の流体」とは，例えば *SOLAS* 条約第 VII 章第 1.1 規則に定義する *IMDG Code* において，毒性気体又は毒性物質に分類される流体をいう。

-3. **規則 D 編 12.4.2-3.(1)**にいう「本会が適当と認める基準」とは，例えば *JIS B* 2301，*JIS B* 2302，*JIS B* 2308，*ASME* B31.1 及び *ASME* B31.3 をいう。

-4. **規則 D 編 12.4.2-3.(2)**にいう「管の用途を考慮して使用を認める場合」とは，**規則 R 編 10.5.5** に定める固定式局所消火装置に用いる場合をいう。この場合，当該管継手は国際規格，国家規格又は本会が認める団体規格を満足したものであること。

D12.4.3　管と管取付け物との継手

-1.　規則 D 編 12.4.3-1.にいう「本会の適当と認めたもの」として次の継手を使用することができる。

(1)　図 D12.4.3-1.に示す管端をベルマウスにした継手形式は，3 類管並びに呼び径が 50 *A* 以下で，かつ，設計圧力が 1.0 *MPa* 以下の 1 類又は 2 類管に使用することができる。

(2)　図 D12.4.3-2.に示す片面溶接のフランジ継手は，飲料水管，満載喫水線より上方の排水管及び衛生管並びにドレン管，オーバフロー管，空気抜き管，排ガス管，クランク室のガス抜き管，蒸気排気管，泡消火放出管等の開口端を有する管に使用することができる。なお，前記以外の 3 類管にあっては，可燃性油以外に用いられる呼び径 40 *A* 以下の管に使用して差し支えない。

図 D12.4.3-1. フランジの取付け方法（ベルマウス）

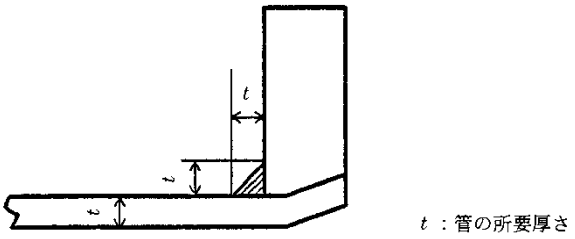
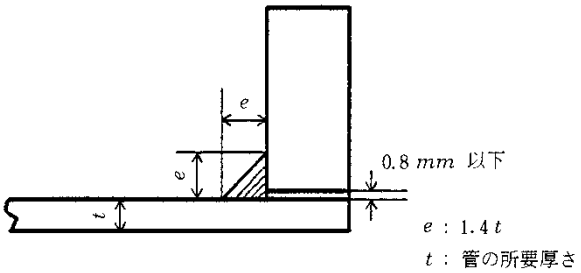


図 D12.4.3-2. フランジの取付け方法（片面溶接）



-2.　規則 D 編 12.4.3-2.にいう非鉄金属製の弁及び管取付け物を非鉄金属管にろう付けする場合の方法として，銅管と管フランジをろう付けする場合は次による。

(1)　ろう付け部には適当な湯溜りを設け，管端をベルマウスにする。

(2)　銅管と管フランジの接合にすみ肉溶接式のものは推奨しない。ただし，銀ろう付け又は *TIG* 溶接等特殊な溶接方法を採用する場合はこの限りでない。

(3)　ろう付け接合された銅管は，設計温度が 200℃以下の場合に使用することができる。

D12.5　補機及び置タンクの構造

D12.5.1　一般

-1.　燃料油置タンクの板厚

規則 D 編 12.5.1-2.にいう「小型タンク」とは，容量が 1,000 *l* 以下の燃料油置タンクをいう。

D12.6　試験

D12.6.1　製造工場等における試験

-1.　突合せ溶接式及びさし込み溶接式管継手（エルボ，レジューサ，ティ，ベンド及びソケット類）の試験

(1)　1 類又は 2 類の管に使用される突合せ溶接式及びさし込み溶接式の管継手の材料及び試験は次による。

(a)　管継手の材料

i)　規則 K 編の規定に適合した材料を用いること。（D1.1.4(6)参照）

ii)　前 i)にかかわらず，管継手の製造工程で熱間加工又は熱処理を行う場合であって，船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 12 章に従って使用承認を受けた場合には，*ISO*，*JIS* 規格等の国際規格又は国家規格に適合した材料を用いることができる。

(b) 管継手の材料試験

熱間加工又は熱処理を行う場合には，熱間加工後又は熱処理後に，次の試験を行うこと。

i) 前**(a)i)**及び **ii)**について，**規則 K 編**に定められた各種管に対する引張，曲げ及び偏平等の材料試験を各種管継手に対して抜取りで行う。

(c) 溶接施工試験

管継手の製造過程において溶接を行う場合には，**規則 D 編 11 章**の規定に準じて試験を行う。

(d) 外観及び寸法試験

管継手は，熱間加工又は熱処理後，外観及び寸法試験を行う。

(e) 試験時の検査員立会の省略

i) 呼び径 100 *A* 未満の管に使用される管継手並びに設計圧力 3 *MPa* 未満で，かつ，設計温度 230 ℃未満の管に使用される管継手にあっては，前**(b)**から**(d)**に定める試験に対して検査員の立会を省略することができる。

ii) 前 **i)**及び前**(1)(a)ii)**に掲げる管継手以外のものであって，前**(b)**から**(d)**に定める試験に対して検査員の立会の省略を希望する場合には**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 4 章**による。

iii) 前**(1)(a)ii)**に掲げる管継手にあっては，前**(b)**から**(d)**に定める試験に対して検査員の立会を省略することができる。

(2) 証明書の発行

前**(1)(e)ii)**及び**(1)(e)iii)**に従って検査員の立会を省略した場合には，前**-1.(1)**に規定する材料試験，溶接施工試験，外観及び寸法試験の成績書を本会に提出し，検査員の署名捺印及び本会の押印を受ければ，これを証明書に代用することができる。

(3) 試験に合格した管継手の表示

製造者は，前**(1)(e)i)**に掲げる管継手を除き，ステンシル又はメタルタグ（小口径継手に対して）を用いて *JIS B* 2312 及び *B* 2316 に準じて，材質，寸法，製造者名等の表示及び本会の試験検査合格マークを表示する。

-2. **規則 D 編 12.6.1-2.**及び**-3.**に規定する水圧試験は，口径が小さい（およそ 15 *mm* 未満のものをいう。）の管の場合には，当該管の用途によっては，検査員立会の省略を認める場合がある。

-3. **規則 D 編 12.6.1-2.**及び**-3.**にいう「管装置と一体となるもの」とは，例えば，溶接接合されたものをいう。

-4. **規則 D 編 12.6.1-5.**にいう「管装置と一体とならないもの」とは，前**-3.**に規定するもの以外のものをいう。

-5. **規則 D 編 12.6.1-5.**にいう「本会が適当と認める規格」とは，*JIS* 等の国家規格及び権威のある団体規格並びに十分な実績のある基準等をいう。ただし，弁にあっては *JIS B* 2003 もしくは *ISO* 5208 又はこれらと同等の基準をいう。

-6. **規則 D 編 12.6.1-8.**にいう「燃料油置タンク」とは，次に揚げる液体を貯蔵する置タンクをいう。

(1) 主機，発電機（非常用を含む。）を駆動する原動機及びボイラ等の燃料油

(2) 燃料油添加剤

(3) 洗油

D13　管艤装

D13.1　一般

D13.1.2　提出図面及び資料

-1. 船体構造の一部を構成しているタンクの諸管線図には，**表 D13.1.2-1.**に示す様式のパイピングリストを添付する。

-2. 排水管装置図には，次に掲げる事項を明記する。

(1) **規則 V 編**に規定する「夏期満載喫水線」及び「熱帯満載喫水線」。ただし，夏期満載喫水線に代えて，それより上方の計画最大満載喫水線を基準とすることができる。

(2) 前**(1)**にいう「夏期満載喫水線」の上方 600*mm*，$0.01L_f$及び$0.02L_f$の線

(3) 乾舷甲板の下方 450*mm* の線

-3. 船体付ディスタンスピースにあっては，それらの構造図及び外板又はシーチェストへの取付詳細図を承認用図面として提出する。

表 D13.1.2-1.

タンク		測深管						空気管（オーバフロー管）							注入管					
名称	種類	呼び径	外径	内径	厚さ	種類	備考	呼び径	外径	内径	厚さ	断面積合計	種類	備考	呼び径	外径	内径	1.25×断面積	種類	備考

D13.2　配管

D13.2.1　配管に対する一般要件

-1. **規則 D 編 13.2.1-5.**にいう「貨物倉」には，**規則 R 編 3.2.6**，**N 編 1.1.4(6)**及び**S 編 1.3.1(4)**に規定するタンカー，液化ガスばら積船又は危険化学品ばら積船の貨物エリア内の場所であって貨物を積載しない区画（ホールドスペース等）を含まない。

-2. **規則 D 編 13.2.1-7.**にいう「圧力及び温度計測装置」の装備基準は，原則として，*JIS F* 7003「船舶-圧力計の装備基準」及び *JIS F* 7004「船舶機関部温度計-装備基準」による。

-3. **規則 D 編 13.2.1-8.(1)**にいう「管装置の識別表示」は，原則として *JIS F* 7005「船用配管の識別」に従って行うものとする。

D13.2.3　管の貫通部

バルブスピンドルの貫通

各種バルブのスピンドルは，ショルダタンクの底板及びタンクとして使用される二重底頂板等液頭圧を受ける箇所を貫通させない。もし，やむを得ず貫通させる場合には，スピンドルのスタフィングボックスに液頭圧がかからないように保護管を設ける等の考慮を払う。

D13.2.4　メカニカルジョイント

-1. **規則 D 編 13.2.4-4.**にいう「本会が適当と認める規格」とは，例えば，*JIS* 規格をいう。

-2. **規則 D 編 13.2.4-6.(1)**にいう「貨物倉」には，ホールドスペース（タンカー及び危険化学品ばら積船の場合には**規則 S 編 1.3.1(13)**に定義する区域，液化ガスばら積船の場合には**N 編 1.1.4(25)**に定義する区域をいう。）を含む。

-3. **規則 D 編 13.2.4-6.(1)**にいう「本会が承認した場合」とは，例えば，次の**(1)**から**(4)**をいう。

(1) 貨物倉内に導かれるビルジ吸引管及びバラスト管の継手に本会が承認した形式のスリップオンジョイントを使用する場合。

(2) 二重底タンクの吸引管の継手としてスリップオンジョイントを使用する場合。

(3) 貨物油管にスリップオンジョイントを使用する場合。ただし，当該貨物油管が貫通するバラストタンク内ではスリップオンジョイントを使用してはならない。（**規則 D 編 14.2.4-5.**参照）

(4) 貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラスト管にスリップオンジョイントを使用する場合。ただし，当該バラスト管が貫通する貨物油タンク内ではスリップオンジョイントを使用してはならない。(**規則 D 編 14.2.7-4.**参照)

D13.2.5　隔壁弁

-1. **規則 D 編 13.5.10** の規定が適用される場合，航海船橋又は常時乗員が配員される主機関制御場所から暴露甲板を経ることなく迅速かつ安全に接近できる閉囲された場所において操作できる隔壁弁については，**規則 D 編 13.2.5-2.**で要求される乾舷甲板の上方から操作し得る弁とみなす。

-2. 船尾タンクの吸引管には，隔壁の前面に止め弁を設ける。

-3. **規則 D 編 13.2.5-1.**及び**-2.**にいう船首隔壁は，当該隔壁の乾舷甲板より下方の部分とする。ただし，**規則 C 編 1 編 2.2.1.5(2)**による船首隔壁の延長部（乾舷甲板より上方の風雨密とする部分）を貫通する管であって，当該隔壁より後方の閉囲区画内に開口するものにあっては，当該隔壁の後側に自動逆止弁を設けること。

-4. **規則 D 編 13.2.5-2.**に規定される船首隔壁を貫通する管は，原則として 1 本とすること。ただし，船首倉が 2 種類の液体を積載するように仕切られている場合には，本会が第 2 の管の取付けに代わる実質的な措置がないこと及び船首倉における区画の増設により船舶の安全が維持されることを認めた場合に限り，乾舷甲板の下方において**規則 D 編 13.2.5-2.**の規定を満足する弁をそれぞれ設けることで，2 本として差し支えない。

D13.3　海水吸入弁及び船外吐出弁

D13.3.1　海水吸入管及び船外排出管の取付け

規則 D 編 13.3.1 にいう「乾舷甲板より上方の適当な範囲」については，**D13.4.1-3.**による。

D13.3.2　海水吸入弁，船外吐出弁等の設置位置及び構造

-1. **規則 D 編 13.3.2-1.**にいう「船外に排出する排水管の開口」とは，ポンプにより圧力を加えられた排水の開口をいい，自然に流出するものは含まない。

-2. **規則 D 編 13.3.2-1.**にいう「排水が入らないような場所」とは，**図 D13.3.2-1.**の斜線以外の範囲とする。

-3. 排水管の開口を**図 D13.3.2-1.**の斜線の範囲内にやむを得ず配置しなければならない場合には，**規則 D 編 13.3.2-1.**にいう「特別な措置」として，次のいずれかの装置を設ける。

(1) 排水の流出方向を考えて，外板に流出させる装置

(2) 排水を停止する装置であって，その装置の操作を救命艇の設置場所の近くで，かつ，暴露甲板上で操作できるもの。この場合，規則 **R 編 5.2.1-2.**及び **5.2.2-2.**から **5.2.2-4.**の停止措置とは，別の操作スイッチ又は操作ハンドルとする必要がある。

-4. **規則 D 編 13.3.2-3.(2)**にいう「堅固な構造」とは，ディスタンスピースの管の厚さが，**表 13.3.2-1.**に掲げる値以上であることをいう。

図 D13.3.2-1.

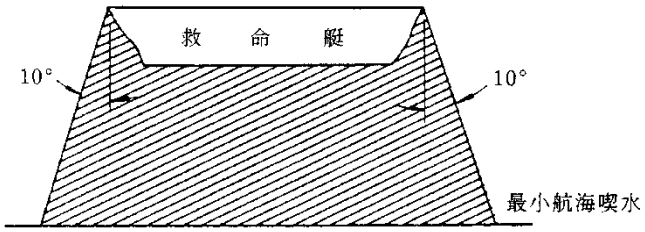


表 13.3.2-1.

de：管の外径（*mm*）	厚さ（*mm*）
$de \leq 80$	7.0
$80 < de \leq 180$	$0.03de+4.6$
$180 < de \leq 220$	$0.0625de-1.25$
$220 \leq de$	12.5

D13.4 排水装置，衛生装置等

D13.4.1 一般

-1. 船楼内の排水管

船楼内の排水管は，暴露部の甲板の排水管と接続することはできない。

-2. 排水管の船内開口端

(1) 船首尾部の小区画（操舵機区画，水夫長倉口，錨鎖庫等）のビルジを，ハンドポンプ又はエダクタで排水する場合の排水管の船内開口端とは，その排出管系統の最高位置をいう。

(2) 木材満載喫水線を標示する場合は，船内開口端までの垂直距離は木材夏期満載喫水線から測る。

-3. **規則 D 編 13.4.1-7.**の適用上，**規則表 D12.6(1)**及び**表 D12.6(2)**に掲げる管厚を使用する範囲は，次のとおりとすることができる。

(1) 船側における満載喫水線と乾舷甲板との垂直距離が 600*mm* 以上の場合：乾舷甲板より下方の範囲

(2) 船側における満載喫水線と乾舷甲板との垂直距離が 600*mm* 未満の場合：乾舷甲板直上の甲板より下方の範囲

D13.5 ビルジ管装置及びバラスト管装置

D13.5.1 一般

-1. ビルジ管装置の代替及び省略

本会は，**規則 D 編 13.5.1-1.**で要求されるビルジ管装置について，次の**(1)**及び**(2)**の措置を認めることがある。

(1) ビルジ管装置の設置が困難な区画について，ビルジ管装置の代替としてドレンプラグ等の排水装置を設けること

(2) 内部に液体が溜まる恐れがない小区画について，ビルジ管装置の設置を省略すること

-2. 深水油タンクを貫通するビルジ吸引管及びバラスト吸引管

深水油タンクを貫通するビルジ吸引管及びバラスト吸引管の取扱いは次による。

(1) 貨物油を積む深油タンクには，ビルジ吸引管及びバラスト吸引管等の他のタンク吸引管を貫通させることはできない。ただし，深油タンク内にパイプトンネルを設け，その中に配管する場合はこの限りでない。

(2) バラスト専用の深水タンクを貫通するビルジ吸引管に限り，設計圧力に応じて適用される呼び圧力より 1 ランク上の呼び圧力に対応するフランジ継手を使用すれば，溶接継手とする必要はない。

(3) 専用バラストタンク内にシーチェストを設け，自然注排水を行う場合は，二重の止め弁を設け，かつ，この弁は，乾舷甲板上から操作できるものとする。

(4) 前**(1)**から**(3)**の適用にあたっては，ビルジホッパは深水油タンクとみなす。

-3. ビルジ吸引管の弁

ビルジ吸引管の弁は，機関室又は軸路内で操作できるものとするか，又は容易に接近できる場所から遠隔操作が可能なものとする。

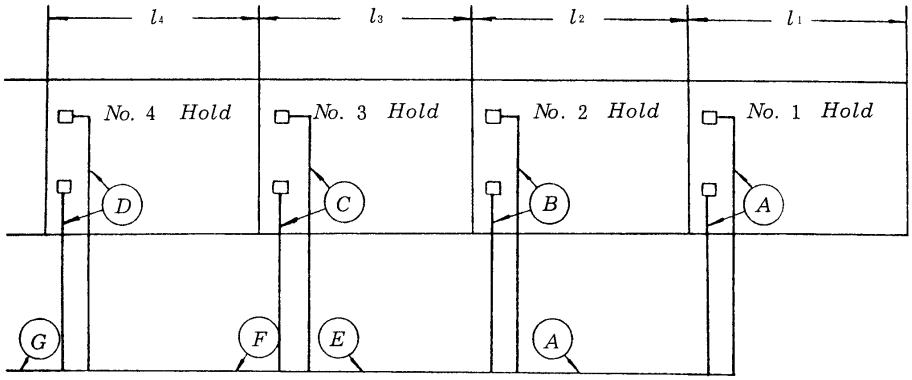
-4. **規則 D 編 13.5.1-11.**にいう「本会が適当と認める場合」とは，適当な処理能力を有する油水分離器を設ける場合又はバラスト水の海洋への排出口を有しない場合（油に汚れたバラスト水をすべて陸上施設等へ排出する場合）をいう。

D13.5.3 ビルジ吸引管の内径

-1. ビルジ吸引管の管径

貨物船の船倉ビルジ吸引管として，メインビルジサクションシステム（クリスマスツリーシステム）を採用することは好ましくないが，やむを得ない場合には，1 区画可浸を満足する船舶に限り採用することができる。この場合のビルジ吸引管の管径は，次のとおり算出する。（**図 D13.5.3-1.**参照）

図 D13.5.3-1. 船倉ビルジ吸引管のメインビルジサクションシステムの例



（注）

管 A，B，C，D は l_1，l_2，l_3，l_4 をそれぞれ l としてビルジ吸引支管として算出する。

管 E は，l_1+l_2 を L とみなしビルジ吸引主管として算出するとともに，管 A 及び B の合計断面積以上の断面積とする。

管 F は，$l_1+l_2+l_3$ を L とみなしビルジ吸引主管として算出するとともに，管 A，B，C 中最も内径の大きな 2 本の管の合計断面積以上の断面積とする。

管 G は，$l_1+l_2+l_3+l_4$ を L とみなしビルジ吸引主管として算出するとともに，管 A，B，C，D 中最も内径の大きな 2 本の管の合計断面積以上の断面積の断面積とする。この場合，各支管の吸引口には，ねじ締め逆止弁を設ける。なお，この弁の設置場所が，常時，乗組員が近寄り難い場合には，遠隔操作装置を設ける。

-2. 二重船殻船のビルジ吸引管径

二重船殻の船舶では，船の幅 B の代りに内殻間の距離を使用してビルジ吸引管の内径を定めることができる。

-3. 特に大きい乾舷を有する船舶のビルジ吸引管の内径

特に大きい乾舷を有するビルジ吸引管の内径を算定する場合には，Dを「竜骨の上面から仮想乾舷甲板までの垂直距離」に代えることができる。

D13.5.4 ビルジポンプ

-1. ビルジを吸引するポンプの容量

規則 D 編 13.5.4 に規定する独立の動力によって駆動されるビルジポンプのうち，1 台の容量が規定より僅かに不足する場合は，次の範囲において同規則と同等として扱う。

(1) 1 台のポンプの容量が規定された容量の 80%以上であって，かつ，このポンプ及び他の 1 台のポンプの容量の合計が，1 台のポンプに要求される容量の 200%以上である場合

(2) 2 台のポンプの容量の合計が，1 台のポンプに要求される容量の 80%以上であって，かつ，これらのポンプ及び他の 1 台のポンプの容量の合計が，1 台のポンプに要求される容量の 200%以上である場合（ただし，前記 2 台のポンプの容量の配分は任意とする。）

-2. エダクタによる貨物倉専用のビルジ管装置

規則 D 編 13.5.4-4.にいう「本会の適当と認めるところ」とは次による。

(1) ビルジ吸引管の内径

ビルジ吸引管の内径は次式による値以上とすること。

$$d = 1.68\sqrt{l(B+D)} + 25$$

d ：ビルジ吸引管の内径（mm）

l ：貨物倉の長さ（m）

B ：貨物倉の幅（m）

D ：船の深さ（m）

(2) エダクタのビルジ吸引能力

エダクタのビルジ吸引能力は次式による吸引量以上とすること。

$$Q=5.66d^2\times10^{-3}$$

Q ：エダクタのビルジの吸引量（m^3/h）

d ：前**(1)**と同じ

(3) エダクタの駆動水量

エダクタは 2 台以上のポンプで駆動できるようにし，当該ポンプによって駆動されるエダクタで 2 つ以上の貨物倉のビルジを排出する場合，その各々のポンプの駆動水量は，少なくとも 2 つの貨物倉より，それぞれ前**(2)**に規定するエダクタのビルジ吸引量を同時に吸引できるものとすること。

(4) エダクタの駆動水元弁及びビルジ排出弁

隔壁甲板より上の場所で操作できるエダクタ駆動水元弁及びビルジ排出弁を設けること。ただし，これらの弁が機関室内にある場合には，隔壁甲板より上の場所から操作できる必要はない。

(5) エダクタ駆動水のビルジだめへの流入防止及びビルジだめのビルジ高液位警報装置

(a) エダクタ駆動水のビルジだめへの流入を防止するためにビルジ吸引管の開口端に近接して逆止弁を設けるか，又は流入した場合に備えて各ビルジだめにビルジ高液位警報装置を設けること。

(b) ビルジ高液位警報装置は，常時，人がいる場所において可視可聴警報を発するものとし，警報を発する場所において，ビルジだめが高液位になった貨物倉を識別できるものとすること。

(c) ビルジ高液位警報装置の回路は，自己監視機能を有するか，又は各貨物倉内で少なくとも 2 回路を独立させること。

(d) 石炭を積む貨物倉のビルジ高液位警報装置は，**規則 H 編 4.9.1** の規定が適用される。

(6) タンクを貫通するエダクタ駆動水管

タンクを貫通するエダクタ駆動水管は，**規則 D 編 13.5.1** のビルジ管に対する規定に適合すること。この場合において，**規則 D 編 13.5.1-8.**に定める逆止弁は，前**(5)(a)**に定める逆止弁と兼用することができる。

(7) ビルジ吸引口に設けるローズボックス

ビルジ吸引口に設けるローズボックスは，**規則 D 編 13.5.9-2.**にかかわらず，エダクタのビルジ吸引能力に合った適当なものとすることができる。

(8) 貨物倉内のビルジ装置の保護

エダクタ駆動水管，ビルジ排出管及びエダクタは，貨物による損傷をこうむらないように配慮すること。

(9) エダクタの駆動水の消火用水との兼用

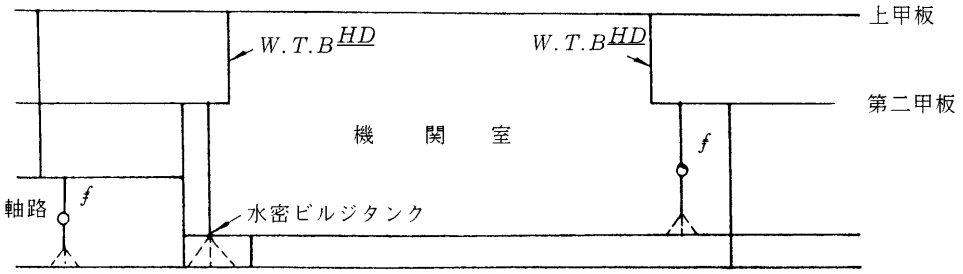
エダクタ駆動水を消火用水管から取る場合には，消火の機能に害を与えないように考慮すること。

D13.5.6 深水タンクの頂部，船首尾タンク及びチェーンロッカのビルジ排水

特殊な場合のビルジの排水管

図 D13.5.6-1.のように水密隔壁に段がある場合等で，甲板間貨物倉又は船倉のビルジを隣接する機関室又は軸路等に導く場合は，その排水管は，常時乗組員の近寄り得る場所に導き，自動閉鎖装置付きの弁又はコックを設ける。ただし，水密のビルジタンクに導くときはこの限りではないが，貨物倉が満載喫水線より下にある場合は，逆止弁を設ける。貨物倉のビルジを軸路に導く場合は，測深管は設ける必要はないが，排水管の径は，ビルジ吸引管に対して定められた径以上とする。

図 D13.5.6-1. 水密隔壁に段がある場合等の船倉のビルジ排水の例



f：自動閉鎖装置付の弁又はコック

D13.5.8 ビルジだめ

ビルジだめに代えてビルジタンクを設ける場合，ビルジを直接ビルジタンクに導くための排水管には，自動逆止弁 1 個又は乾舷甲板上の近寄り易い場所から閉鎖できる 1 個の止め弁を設けること。ただし，乾舷甲板より上方の甲板のみに開口端を有する排水管の場合には，これらの弁は省略して差し支えない。

D13.5.9　マッドボックス及びローズボックス

規則 D 編 13.5.9-2.にいう「本会が承認した場合を除き」とは，**D13.5.4-2.(7)**による。

D13.5.10　ばら積貨物船等の排水設備

-1.　**規則 D 編 13.5.10** の適用上，当該装置の操作場所において操作対象となる機器は次のものとする。

(1)　バラストタンク又は区画からの排水に要するエダクタ及びポンプ（エダクタ駆動水用のポンプを含む。）

(2)　前**(1)**の管系統に付随するすべての弁（航海中，常時当該装置が使用できるように開又は閉の状態に施錠管理されているものを除く。）なお，複数の区画からの排水設備を接続する場合には，各々の区画から配流弁箱に連結される部分，あるいは，吸引口又は吸引口が設けられるウェルの直近に弁を設置し，各区画毎に操作できるものとすること。バラストタンク以外の区画からの排水設備については，当該弁を逆止弁とすること。また，バラストタンクの排水設備とバラストタンク以外の排水設備を接続する場合，**規則 D 編 13.2.2-1.(4)**の適用上，常時接近可能な場所に 2 個の逆止弁を備えるものとし，そのうち 1 個については，排水設備に関連する他の弁と同様に遠隔操作可能な積極的閉鎖装置を有するものとすること。

-2.　**規則 D 編 13.5.10** の適用上，排水に使用されるビルジ管装置又はバラスト管装置は次によること。

(1)　排水容量は，次の算式による値以上とすること。

$Q = 320A$（m^3/hr）

A: 当該区画の空気管又は通風筒の断面積のうち最大のもの（m^2）

(2)　本装置の作動により，機関，電気設備，消火設備等の船舶の安全に必要な他の装置の機能が損なわれないこと。この場合，消火ポンプの能力については，本装置の作動時に少なくとも 1 台の消火ポンプが**規則 R 編 10.2.2-4.(2)**の規定を満足すること。

(3)　ポンプ又はエダクタで直接排水するものであること。（重力式で排水することは認められない。）

(4)　本設備に関連する電気機器であって当該区画の内部に設置されるものについては，*IEC* 60529:1989/AMD2:2013/COR1:2019 で定義される保護外被を IP68 以上とし，かつ，当該区画の最大深さに相当する圧力で 24 時間以上耐えるものであること。この場合，原型機において耐圧試験に合格していることを示す証明書を要求される。

(5)　吸引口又は吸引口が設けられるウェルには，目詰まりを防止するフィルタ装置等の適切な装置を設けること。

(6)　バラストタンク又は区画のビルジ管装置又はバラスト管装置を貨物倉のビルジ管装置等と接続する場合，貨物からの危険ガス，固定式消火装置の炭酸ガス等が他の区画に流入することを防止する措置を講じること。

-3.　**規則 D 編 13.5.10** の適用上，弁装置の遠隔操作については次によること。

(1)　遠隔操作場所において，当該弁が完全に開いていること及び閉鎖されていることが確認できること。

(2)　弁は，操作に必要な動力源（例えば油圧）が失われた場合においても，所定の位置から動かないものとすること。

(3)　甲板下通路，パイプトランク等を経由してのみ接近可能な場所は，「迅速かつ安全に接近できる閉囲された場所」とはみなされない。

D13.6　空気管

D13.6.1　一般

-1.　**規則 D 編 13.6.1-1.**の適用上，「コファダム」とは，主として 1 つの区画からの水及び油の漏れが他の区画に及ばないよう保護手段として設ける 2 つの隔壁又は甲板の間にある区画のことをいう。

-2.　本会は，ポンプによりビルジを吸引及び排出するための常設の手段が無い小区画（**D13.5.1-1.(2)**にいう小区画をいう。）について，**規則 D 編 13.6.1-1.**で要求される空気管の設置の省略を認めることがある。

D13.6.2　空気管の開口

-1.　**規則 D 編 13.6.2-2.**にいう「自動式の閉鎖装置」とは，**船用材料・機器等の承認及び認定要領 第 6 編 2 章**に従い，本会の承認を得たものとすること。タンカーにあっては，自動式の閉鎖装置の代替として圧力・真空逃がし弁（以下，本章において「PV 弁」という。）を用いて差し支えない。この場合，PV 弁は，別に定めるところにより本会の承認を得たものとすること。

-2.　空気管頭は，グースネック形とする代わりにボンネット形とすることができる。

-3.　空気管頭の閉鎖装置としてヒンジ式鋼製蓋を設ける場合，バタフライナットで締付ける形式のものは，タンクに過圧を生じるおそれがあり，好ましくないのでなるべく避け，スプリング式又はスプリング入りバタフライナットで鋼製蓋

を締付ける形式のものとすることを推奨する。

D13.6.3　空気管の寸法

規則 D 編 13.6.3(2)に規定するタンク負圧防止装置として，空気管開口端閉鎖装置の蓋に 10*mm* 程度の空気穴を設けることができる。

D13.6.4　空気管の甲板上の高さ

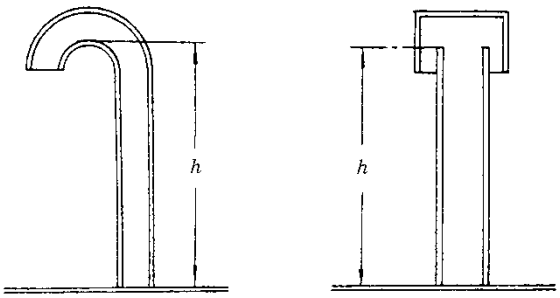
-1. 空気管の甲板上の高さは図 D13.6.4-1.のように測る。

-2. 規則 D 編 13.6.4 の適用上，船楼，甲板室，昇降口及びその他類似の甲板構造の頂部の甲板は「船楼甲板」とみなす。

-3. 規則 D 編 13.6.4 にいう「乾玄甲板」には，乾玄甲板からの高さが V2.2.1 に規定するh_s未満の船楼甲板を含める。

-4. 規則 D 編 13.6.4 にいう「船楼甲板」とは，乾玄甲板からの高さが V2.2.1 に規定するh_s以上 $2h_s$未満の船楼甲板をいう。

図 D13.6.4-1. 空気管の高さの測定法



D13.6.5　暴露甲板前方部分に設置される空気管の追加要件

規則 D 編 13.6.5 の適用を受ける空気管の強度及び閉鎖装置については，以下による。

(1) 適用荷重

空気管及びその閉鎖装置の水平方向に作用する荷重は，次の算式により定まる空気管及び閉鎖装置に働く圧力 $p(kN/m^2)$及び各構成要素の最大投影面積を用いて計算する。

$$p = 0.5\rho V_w^2 C_d C_s C_p$$

ρ: 海水密度で 1.025（t/m^3）とする。

V_w: 前方甲板を超える海水の速度（*m/sec*）で，次の算式による値

$h_{ed} \leq 0.5h_t$の場合：13.5

$0.5h_t < h_{ed} < h_t$の場合：$13.5\sqrt{2\left(1-\frac{h_{ed}}{h_t}\right)}$

h_{ed}： 暴露甲板の計画最大満載喫水線からの高さ（*m*）

h_t： $0.1L_1$ 又は 22*m* のいずれか小さい値

C_d: 形状係数で管部は，0.5 ，管頭部は，1.3（ただし，垂直方向にその軸をもつ円筒形状の管頭に対しては，0.8）とする。

C_s: スラミング係数で 3.2 とする。

C_p: 保護係数でブレイクウォータ又は船首楼直後に位置する管及び管頭に対して 0.7 とする。その他の位置及びブルワーク直後に位置する管及び管頭に対しては 1.0 とする。

(2) 強度要件

(a) 空気管の曲げモーメント及び応力は，貫通ピース位置，溶接又はフランジ継手位置，支持肘板の先端位置等の応力が高い位置で計算すること。空気管のネット寸法での断面積における曲げ応力は，0.8 σ_y 未満とすること。ここで，σ_y は，室温での鋼材の最小降伏応力又は 0.2%耐力とする。また，防食措置に拘わらず，ネット寸法の断面積に対して管の外周に厚さ 2*mm* 以上の腐食予備厚を加えること。

(b) 高さ 760*mm* の標準空気管について，表 D13.6.5-1.に示す投影面積以下の管頭を伴った空気管の管厚及び肘板高さは，表 D13.6.5-1.による。肘板が要求される場合，3 箇所以上の肘板を放射状に設けること。肘板は，グロス板厚 8*mm* 以上，最小長さ 100*mm* とし，高さは表 D13.6.5-1.によるが，管頭の接合フランジを超える必要はない。甲板における肘板の先端は，適切に支持すること。

(c) **表 D13.6.5-1.**に示す標準と異なるものについては，**(1)**に従った荷重を適用し，支持の方法は，**(a)**の要件に適合すること。肘板を設ける場合，その高さに従い，適切な板厚及び長さとすること。管厚は，**規則 D 編表 D12.6**による値未満としないこと。

(d) 空気管のすべての構成要素及び接合部は，**(1)**に規定する荷重に耐えること。

表 D13.6.5-1. 高さ 760*mm* の空気管の管厚及び肘板の標準

呼び管径（*mm*）	最小管厚（*mm*）	管頭の最大投影面積（cm^2）	肘板の高さ(1)（*mm*）
40*A*	6.0	-	520
50*A*		-	520
65*A*		-	480
80*A*	6.7	-	460
100*A*	7.6	-	380
125*A*	7.8	-	300
150*A*	8.5	-	300
175*A*		-	300
200*A*	8.5(2)	1900	300 (2)
250*A*		2500	
300*A*		3200	
350*A*		3800	
400*A*		4500	

(1) 肘板は，管頭の接合フランジを超える必要はない。

(2) 肘板は，グロス管厚が 10.5*mm* 未満の場合又は，表の管頭の投影面積を超える場合に要求される。

D13.8 測深装置

D13.8.1 一般

-1. **規則 D 編 13.8.1-1.**の適用上，「コファダム」の定義は **D13.6.1-1.**によること。

-2. 本会は，**規則 D 編 13.8.1-1.**で要求される測深管又は液面指示装置について，次の**(1)**及び**(2)**の措置を認めることがある。

(1) 小区画（**D13.5.1-1.(2)**にいう小区画をいう。）について，測深管及び液面指示装置の設置を省略すること

(2) **D13.5.1-1.(2)**に該当しない小区画であって，次の**(a)**及び**(b)**に適合するものについて，測深管及び液面指示装置の設置を省略すること

(a) 容易に近づくことができる

(b) 区画内部の液体の有無を確認するためのその他の手段を設ける

D13.8.3 測深管の構造

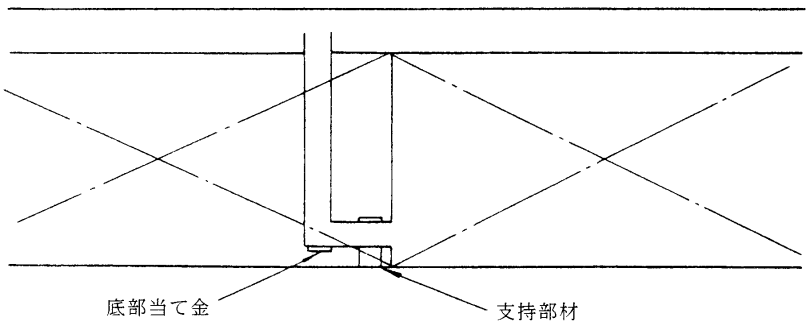
-1. 肘形測深管

やむを得ず肘形測深管を用いる場合には，肘形測深管の腕を十分支持する。ただし，深水タンクの測深管としては肘形測深管を使用することはできない。また，底部当て金は十分厚いものとする。（**図 D13.8.3-1.**参照）

-2. 測深管直下の補強

測深管直下には当て板（小形船では 10*mm*，大形船では 12*mm* 程度の厚さ）を設ける。

図 D13.8.3-1. 肘形測深管の例



D13.8.4　液面指示装置の構造

規則 D 編 13.8.4 にいう「本会が承認した形式」とは，「**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 7 編 4 章**」に従って承認されたものをいう。また，「本会が適当と認めた規格」とは，*JIS F* 7211「船用 5K 弁付液面計」若しくは *JIS F* 7215「船用平形ガラス油面計」又はこれらと同等のものをいう。

D13.8.5　ばら積貨物船等の水位検知警報装置

-1. **規則 D 編 13.8.5-1.**の適用上，水位検知警報装置は，次の**(1)**から**(3)**により設置されること。

(1) 水位検知警報装置のうち検知部，ケーブル等，貨物倉内に設置されるものについては，貨物及び荷役装置による損傷から保護すること。

(2) 水位検知警報装置は，検査，整備及び修理時にアクセス可能なように設置すること。検知部にフィルタを設ける場合には，貨物荷役に先立ち清浄作業が実施できるものとすること。

(3) 他の測深装置を利用して設置される機器については，当該測深装置の機能を阻害しないものとすること。

-2. **規則 D 編 13.8.5-1.(1)**の水位は内底板上面を基準とし，船体中心線付近又は両舷で検知可能であること。なお，内張り又は防熱材等が施された貨物倉にあっては，水密性が確保されることが試験により確認された場合に限り，水位を内張り又は防熱材等の上面から測るものとして差し支えない。また，同 **13.8.5-1.(2)**及び**(3)**の水位は，当該区画の最も低い場所で検知可能であること。ここで船体中心線付近とは，船体中心線から両側に垂直防撓材の 1 心距（波形隔壁部分では**図 D13.8.5-1.**に示す長さとする。）以内の範囲とする。

-3. **規則 D 編 13.8.5-1.(4)**にいう「本会が適当と認める構造及び機能を有するもの」とは，次の**(1)**から**(8)**の要件を満足し，**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 7 編 5 章**の規定に基づき承認されたもの又は *IMO* 決議 *MSC*.188(79)（その後の改正を含む）に基づき本会が適当と認める機関により承認されたものをいう。

(1) 水位検知警報装置は，設置される環境を考慮して十分な耐食性を有し，想定される使用温度において機能性を維持できるものとすること。また，検知部等，貨物又は貨物を含むビルジに曝される部分については，積載される貨物を考慮して，酸，アルカリ，粉塵等の使用環境に対応できるものとすること。

(2) 水位検知警報装置に使用される電気機器の保護外被は，設置場所に応じて次の**(a)**から**(c)**によること。

(a) 設置が要求される区画内（**規則 C 編 1 編 2.3** の損傷時復原性要件及び**規則 V 編**において乾舷を減じる船舶に適用される一区画可浸要件の適用において，当該区画の浸水時に同時に浸水する隣接区画を含む。）：IP68

(b) 暴露甲板上であって貨物倉又はバラストタンクの上方となる場所：IP56 以上

(c) 前**(a)**又は**(b)**以外の場所：**規則 H 編**の規定による

(3) 次の**(a)**から**(c)**に掲げる場所に設けられる水位検知警報装置の電気機器は，積載する貨物により形成されうる爆発性ガス雰囲気及び／又は爆発性粉塵雰囲気並びに *IEC*60092-506 の 3.1 項で定義される危険場所（1 種危険場所に相当）に適したガス蒸気グループ及び温度等級を有する本質安全防爆形電気機器又は安全型の電気機器とすること。なお，積載する貨物の特性が不明な場合，温度等級 *T*6，ガス蒸気グループ IIC 及び／又は粉塵グループ IIIC 若しくは IP5X 以上の保護外被を有するものとする。ただし，可燃性又は爆発性雰囲気を形成しない貨物のみを積載する船舶に備える装置の電気機器にあっては，この限りではない。また，積載する貨物の種類を制限する場合にあっては，表面温度の制限を積載貨物の種類に応じて適当に斟酌することがある。この場合，貨物に関する制限が貨物の荷役に関する冊子に記載されること。なお，当該場所の境界部分に設けられる電気機器については，気密を保持する構造等を考慮して本会がその都度定める。

(a) 貨物倉

(b) 貨物倉に隣接し，貨物倉に気密又は水密構造でない扉，ハッチ等の開口を有する閉囲された区画

(c) 貨物倉の機械通風排気口開口から 3 *m* 以内の区域

(4) 危険物を積載する場合の水位検知警報装置の電気機器については，**規則 R 編 19 章**の規定にも注意すること。

(5) 水位検知警報装置が水位を検知する精度は，設定水位の±100 *mm* 以内とすること。また，船体運動による見かけ上の一時的な水位上昇に対し誤報を発しないよう，タイマー機能（当該水位を 10 秒以上連続して検知した場合に警報を発することを標準とする。）を組み込んだものとすること。なお，検知精度については海水を基準に設定するものとして差し支えない。

(6) 水位検知警報装置は，検知部を含むシステム全体について自己監視型のものとし，当該装置の機能に異常が生じた場合には航海船橋に可視可聴の警報を発するものとすること。ここでいう「異常」については，断路，短絡，電源喪失及び CPU の故障とする。この場合,可聴警報については消音することが可能なものとすること。可視警報については異常が解消されるまで表示されつづけ，手動で解除させることができないものとすること。また，空倉時に当該検知部の作動を確認するための機能を有すること。

(7) 水位検知警報装置の警報盤には，可視可聴警報の試験用スイッチを設けること。試験用スイッチは，使用時以外は自動的に試験状態から通常の状態に復帰するものとすること。

(8) 水位検知警報装置は，2 組の独立した電源から給電されるもので，かつ，いずれかの電源装置からの給電が停止した場合には航海船橋に警報を発するものとすること。非常用の給電を水位検知警報装置専用の蓄電池からとする場合，次の**(a)**から**(c)**によること。

(a) 蓄電池は，当該装置に 18 時間以上給電可能なものとし，継続的に充電されるものとすること。

(b) 蓄電池の設置場所等については，**規則 H 編 3.3.5** に従うこと。蓄電池は，水位検知警報装置の内部に組み込むことができる。

(c) 前**(a)**の充電設備を含む蓄電池装置に故障が生じた場合，航海船橋に警報を発するものであること。

-4. **規則 D 編 13.8.5-2.**の適用上，可聴警報については，**規則 D 編 13.8.5-1.(1)(b)**，**(2)**及び**(3)**のそれぞれを区別できる必要はない。また，可視警報は，当該区画の水位が検知位置より下がるまで表示され，手動で解除させることができないものとすること。

-5. **規則 D 編 13.8.5-2.**の適用上，**規則 D 編 13.8.5-1.(1)(a)**及び**(b)**の水位については，単一の探知器にて検知するものとして差し支えない。

-6. **規則 D 編 13.8.5-3.**にいう「本会が適当と認めるオーバーライド装置」とは，次の**(1)**から**(4)**によるものをいう。

(1) 水位検知警報装置が設置されるそれぞれの区画毎に警報装置を停止できること。

(2) オーバーライド装置が作動している場合には，その状態が航海船橋に表示されること。

(3) バラスト排水後，自動的にオーバーライド状態が解除されるものであること。

(4) 水位検知警報装置のオーバーライド機能が個々の船舶に対して調整を要する方式の場合には，バラストタンク又はバラストを漲水する貨物倉以外の区画のオーバーライド機能について，船舶への搭載時に，当該オーバーライド機能が使用できないように処置すること。当該処置を行う場合及びこれを解除又は改造する場合には，本会検査員の確認を受けること。なお，警報をオーバーライドしてはならない旨の注意銘板は，上記処置とはみなされない。

-7. **規則 D 編 13.8.5-4.**で要求される水位検知警報装置の手引書には，次の**(1)**から**(7)**の事項を記載すること。

(1) 構成する機器に関する記述（これらの機器が正常に機能していることを確認するための手順を含むこと。）

(2) **船用材料・機器等の承認及び認定要領第 7 編 5 章**の規定又は *IMO* 決議 *MSC*.188(79)（その後の改正を含む）に基づき承認されていることを証明する書類

(3) 構成する機器の設置位置を示した水位検知警報装置の系統図

(4) 習熟，設定，固定，保護及び試験に関する操作の説明

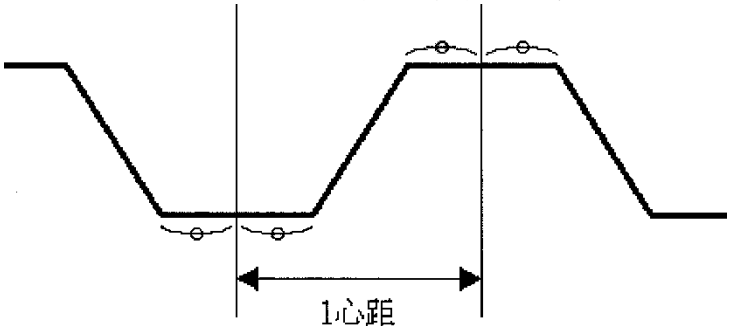
(5) 機能を保証する貨物の範囲に関する記述（当該装置を本質安全防爆形電気機器とすることが要求される場合，その証明書を含むこと。）

(6) 機能を保証する温度範囲

(7) 異常が生じた場合の処置に関する手順

(8) 保守に関する要件

図 D13.8.5-1. 波形隔壁の場合の 1 心距



D13.8.6　単船倉貨物船の水位検知警報装置

-1. **規則 D 編 13.8.6-1.**で要求される水位検知警報装置については，**D13.8.5** の貨物倉のための水位検知警報装置に関する規定によること。

-2. **規則 D 編 13.8.6-4.**の適用上，「本会が適当と認める幅以上のもの」とは，当該水密区画の船内側の隔壁と船側外板との距離が 760*mm* 以上である区画とする。なお，この距離は，船側外板に対して法線方向に計るものとする。

D13.8.7　複数船倉貨物船の水位検知警報装置

-1. **規則 D 編 13.8.7-1.**で要求される水位検知警報装置については，**D13.8.5** の貨物倉のための水位検知警報装置に関する規定によること。

-2. **規則 D 編 13.8.7-3.**にいう「本会が適当と認めるオーバーライド装置」とは **D13.8.5-6.**に定めるものをいう。

-3. **規則 D 編 13.8.7-4.**により，水位検知警報装置として使用するビルジ警報装置については，**D13.8.5** の規定を満足すること。

-4. **規則 R 編 19.3.5-1.**が適用される貨物倉のビルジだめについては，以下によること。

(1) ビルジだめを閉鎖する場合は，適当な検知装置を追加で設けること。

(2) ビルジだめを使用する場合は，ビルジ警報装置が水位を検出できるようビルジだめは閉鎖しないこと。

-5. **規則 D 編 13.8.7-5.**の適用上，水位検知警報装置として使用されるビルジ警報装置の手引書には，**D13.8.5-7.**に加えて次の**(1)**及び**(2)**の事項を記載すること。

(1) 追加の検知装置への切換えに関する記述（ある場合）

(2) 機能を保証する貨物の範囲に関する記述

D13.9　燃料油管装置

D13.9.1　一般

-1. 燃料油タンクとバラストタンクの兼用

燃料油タンクとバラストタンクを兼用して用いられるタンクには，燃料油又はバラストをいかなる場合でも個々に吸引できるように配管する。（**図 D13.9.1-1.**参照）

-2. 管のタンク内通過

燃料油管は飲料水タンク内に，また，飲料水に用いられる管はタンク内に配管してはならない。ボイラ給水については **規則 D 編 13.15.4** による。

-3. **規則 D 編 13.9.1-6.**にいう「サービスタンク」及び一般的な燃料油管装置における「同等な設備」については，次による。

(1) 「サービスタンク」とは，直ちに機関に使用できる品質の燃料油であって，機関の製造所が指定した仕様に適合するもののみを貯蔵するタンクをいう。この場合，当該タンクは他の目的に使用するものであってはならず，かつ，サービスタンクであることを明示したものとすること。

(2) セットリングタンク，清浄機又はその両方と，1 個のサービスタンクとの組合せは，「同等な設備」として認められない。

(3) **規則 D 編 13.9.1-6.**及び**-7.**に適合する一般的な設備の例並びに「同等な設備」として認められるものの例を，**図 D13.9.1-2.**及び**図 D13.9.1-3.**に示す。ただし，これに限らない。なお，「同等な設備」を備える場合には，船舶の推進に必要な機関に使用する 2 種類の燃料が，速やかに切替え可能であって，いずれの燃料（低質油及びディーゼル

油）を用いても海上におけるすべての通常の使用状況において運転可能であること。

図 D13.9.1-1. 燃料油タンクとバラストタンクを兼用した場合の配管例

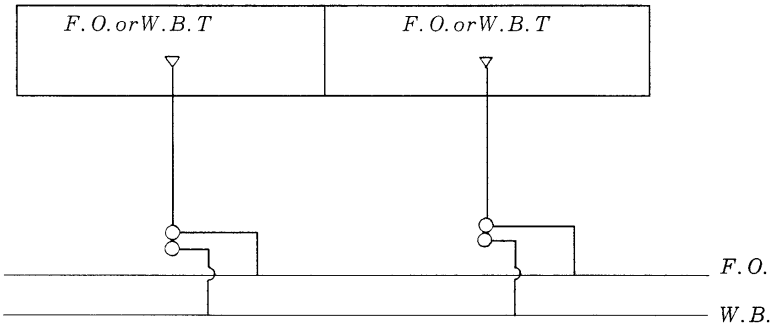


図 D13.9.1-2. 主機及び補機に用いる往復動内燃機関並びに補助ボイラに低質油を使用する船舶における例

(a)一般的な設備の例

低質油のサービスタンク（連続最大出力の主機，常用負荷の発電装置及び補助ボイラを少なくとも8時間維持できる容量を有するもの）	低質油のサービスタンク（連続最大出力の主機，常用負荷の発電装置及び補助ボイラを少なくとも8時間維持できる容量を有するもの）	ディーゼル油のタンク（機関及び補助ボイラの冷態始動用又は洗浄，フラッシング等を含む修理時用のもの）

(b)同等な設備の例(1)，(2)，(3)

低質油のサービスタンク（連続最大出力の主機，常用負荷の発電装置及び補助ボイラを少なくとも8時間維持できる容量を有するもの）	ディーゼル油のサービスタンク（連続最大出力の主機，常用負荷の発電装置及び補助ボイラを少なくとも8時間維持できる容量を有するもの）

（注）

(1) 主機及び補機が，操船時を含むすべての負荷において低質油で運転できる場合に限る。

(2) 点火用バーナを備える補助ボイラについては，当該ボイラを 8 時間運転するために当該バーナ用の追加のタンクが必要となる場合がある。

(3) サービスタンクの下流において，噴射時に必要な粘度を得るために加熱を必要とする燃料油は，ディーゼル油でないものとみなす。

図 D13.9.1-3. 主機に用いる往復動内燃機関及び補助ボイラに低質油を使用し，補機に用いる往復動内燃機関にディーゼル油を使用する船舶における例

(a)一般的な設備の例

低質油のサービスタンク （連続最大出力の主機及び 補助ボイラを少なくとも8時間 維持できる容量を有するもの）	低質油のサービスタンク （連続最大出力の主機及び 補助ボイラを少なくとも8時間 維持できる容量を有するもの）
ディーゼル油のサービスタンク （常用負荷の発電装置を 少なくとも8時間維持できる 容量を有するもの）	ディーゼル油のサービスタンク （常用負荷の発電装置を 少なくとも8時間維持できる 容量を有するもの）

(b)同等な設備の例(1)

低質油のサービスタンク
（連続最大出力の主機及び
補助ボイラを少なくとも8時間
維持できる容量を有するもの）

ディーゼル油のサービスタンク （次のi)又はii)のうち， いずれか大きい方の容量を有するもの i) 連続最大出力の主機， 常用負荷の発電装置及び 補助ボイラを 少なくとも4時間維持できる容量 ii) 常用負荷の発電装置及び補助ボイラを 少なくとも8時間維持できる容量）	ディーゼル油のサービスタンク （次のi)又はii)のうち， いずれか大きい方の容量を有するもの i) 連続最大出力の主機， 常用負荷の発電装置及び 補助ボイラを 少なくとも4時間維持できる容量 ii) 常用負荷の発電装置及び補助ボイラを 少なくとも8時間維持できる容量）

（注）

(1) サービスタンクの下流において，噴射時に必要な粘度を得るために加熱を必要とする燃料油は，ディーゼル油でないものとみなす。

D13.9.3　燃料油移送ポンプ

手動燃料移送ポンプの取扱いは次による。

(1) 主機の出力が 375*kW* を超え，1470*kW* 未満の場合には，燃料油移送ポンプのうち予備ポンプを手動ポンプとすることができる。

(2) 主機の出力が 375*kW* 以下の場合には，燃料油移送ポンプは手動ポンプ 1 台とすることができる。

D13.9.4　油受け及びドレン設備

燃料油ドレンに対する取扱いは次による。

(1) 燃料油管系に用いられる沈澱槽のドレン弁は，自動閉鎖弁又は錠付弁（又はコック）とする。

(2) 設計圧力を超える可能性のある燃料油加熱器には逃し弁を設け，かつ，逃げ出したドレンをドレンタンクに導くか，又はその他の方法で燃料油が飛散しないようにする。

D13.9.5　燃料油加熱器

二重底又は深油タンクに電熱式加熱器を装備する場合には，油の温度分布図を提出すること。

D13.9.6　往復動内燃機関の燃料油装置

-1. 低硫黄燃料油に切替えて往復動内燃機関の運転を行う場合は次のいずれかを満足すること。なお，本項でいう「低硫黄燃料油」とは硫黄濃度 0.1 %以下，粘度が 2*cSt* 以上の燃料油を目安とする。

(1) **規則 D 編 13.9.6-1.(1)**により設置される各々の燃料油供給ポンプが，低硫黄燃料油の使用にも適しており，通常航海に支障をきたさない油量の低硫黄燃料油を供給できること。

(2) **規則 D 編 13.9.6-1.(1)**により設置される燃料油供給ポンプが，低硫黄燃料油の使用に適しているが，1 台のポンプでは通常航海に支障をきたさない油量の低硫黄燃料油を供給することができず，2 台の並列運転が必要となる場合は，

規則 D 編 13.9.6-1.(1)により設置される燃料油供給ポンプに加え，当該ポンプのいずれかのポンプと並列運転をした際に通常航海に支障をきたさない油量の低硫黄燃料油を供給できる燃料油供給ポンプを少なくとも 1 台備えること。

(3) 規則 D 編 13.9.6-1.(1)により設置される燃料油供給ポンプに加え，通常航海に支障をきたさない油量の低硫黄燃料油を供給できる燃料油供給ポンプを 2 台備えること。

-2. 規則 D 編 13.9.6-4.(2)にいう掃除中でもこした油を往復動内燃機関に供給できるこし器としては，1 個の逆洗式こし器も認められる。

-3. 規則 D 編 13.9.6-5.にいう「低質油」とは *JIS K* 2205「重油」に定める 3 種（*C* 重油）又はこれと同等以下の重油を目安とする。

D13.9.7　ボイラの噴燃装置

-1. 低硫黄燃料油に切替えてボイラの運転を行う場合は次のいずれかを満足すること。なお，本項でいう「低硫黄燃料油」とは硫黄濃度 0.1%以下，粘度が 2*cSt* 以上の燃料油を目安とする。

(1) 規則 D 編 13.9.7-1.(1)又は-2.(1)により設置される各々の噴燃ポンプが，低硫黄燃料油の使用にも適しており，通常航海に支障をきたさない油量の低硫黄燃料油を供給できること。

(2) 規則 D 編 13.9.7-1.(1)又は-2.(1)により設置される噴燃ポンプが，低硫黄燃料油の使用に適しているが，1 台のポンプでは通常航海に支障をきたさない油量の低硫黄燃料油を供給することができず，2 台の並列運転が必要となる場合は，規則 D 編 13.9.7-1.(1)又は-2.(1)により設置される噴燃ポンプに加え，当該ポンプのいずれかのポンプと並列運転をした際に通常航海に支障をきたさない油量の低硫黄燃料油を供給できる噴燃ポンプを少なくとも 1 台備えること。

(3) 規則 D 編 13.9.7-1.(1)又は-2.(1)により設置される噴燃ポンプに加え，通常航海に支障をきたさない油量の低硫黄燃料油を供給できる噴燃ポンプを 2 台備えること。

-2. 規則 D 編 13.9.7-2.(1)で噴燃装置が 2 組要求される補助ボイラであっても，主機の運転に必要な燃料油加熱及び常時加熱を必要とする貨物の加熱にのみ用いられる場合には，同規定に定める代替の設備が設けられていなくても，短時間で交換できる噴燃ポンプの完体予備を 1 台備えれば噴燃装置は 1 組とすることができる。

D13.10　潤滑油管装置及び操作油管装置

D13.10.1　一般

二重底及び深油タンク内に装備される電熱式加熱器については，D13.9.5 による。

D13.10.4　潤滑油こし器

規則 D 編 13.10.4-2.にいう掃除中でもこした油をそれぞれの機関設備に給油できるこし器としては，1 個の逆洗式こし器も認められる。

D13.11　熱媒油管装置

D13.11.3　熱媒油設備のポンプ

-1. 規則 D 編 13.11.3 にいう「重要な用途に用いられる熱媒油設備」とは，次のうちのいずれかに熱媒油が用いられるものをいう。

(1) 主機の運転に必要な燃料油加熱

(2) 常時加熱を必要とする貨物の加熱

-2. 重要な用途に用いられる熱媒油設備にあっては，規則 D 編 13.11.3 に定める代替の設備が設けられていなくても，短時間で交換できる燃料油噴燃ポンプの完体予備を 1 台備えることにより，当該ポンプを 1 台とすることができる。

D13.11.4　引火点 60℃以下の液体貨物の加熱

規則 D 編 13.11.4 にいう「本会が適当と認める場合」とは熱媒油管装置が次の条件にすべて適合する場合をいう。

(1) 循環ポンプが停止している時，加熱管内の圧力が貨物の静圧より少なくとも水頭 3*m* 以上高くなるように装置が配置されていること。

(2) 熱媒油膨張タンクに高及び低液面警報が装備されていること。

(3) 可燃性貨物のベーパーの検知装置が熱媒油膨張タンクに取り付けられていること。

(4) 加熱コイルがいつでも熱媒油の静圧を受けるように個々の加熱コイル用の弁にはロッキング装置が設けられていること。

D13.12 冷却管装置

D13.12.1 冷却ポンプ

規則 D 編 13.12.1-1.(1)に規定する蒸気タービンを主機とする船舶の予備循環ポンプの容量は，船舶に航海可能な速力を十分に与える出力を確保できるものとすること。

D13.12.3 往復動内燃機関の冷却装置

主機冷却清水により油タンクを加熱する場合には，冷却清水管系への油の混入を検知するために適当な検油装置を設けること。

D13.13 圧縮空気装置

D13.13.6 重要な用途に必要な圧縮空気管装置

規則 D 編 13.13.6(1)にいう「重要な用途」とは，**規則 H 編 3.2.1-2.**に規定する船舶の正常な稼働状態における推進及び安全を維持するために必要な設備の用途をいう。

D13.14 蒸気管装置及び復水管装置

D13.14.4 復水管装置

規則 D 編 13.14.4-2.にいう「本会が適当と認める安全措置」とは，コンデンサ内圧力が設計圧力を超えた場合に，コンデンサに流入するすべての蒸気がしゃ断される配管になっていること等をいう。

D14　タンカーの管装置

D14.1　一般

D14.1.1　適用

二重底を設けるタンカー

貨物油タンクの下部に貨物油タンクとして使用しない二重底を設けるタンカーにあっては，**規則 D 編 14 章**の規定によるほか，本 **D14.1.1** による。

(1) 二重底に設ける空気管及び測深管は，貨物油タンクを貫通させることができる。この場合，貨物油タンク内の管の継手は，すべて溶接とし，かつ，**規則 D 編表 D12.6** に従って十分な厚さのものとすること。また，管の膨張，収縮を配慮した配管とすること。

(2) 貨物油タンクの内底板等常時液頭圧を受ける箇所には，弁操作用のスピンドルを貫通させてはならない。

(3) **規則 D 編 14.2.7** の規定にかかわらず，貨物油タンク内にバラスト管を貫通させてはならない。

D14.2　貨物油ポンプ，貨物油管装置，貨物油タンク内配管等

D14.2.2　貨物油管装置の配管一般

規則 D 編 14.2.2-7.にいう「貨物管装置」には，貨物油管，ベント管，タンク洗浄管等を含む。

D14.2.3　タンクの用途切替え

-1.　貨物油タンク兼専用バラストタンク

1 つのタンクをある時期には貨物油タンクとして，また，他のある時期には専用バラストタンクとして使用する場合，貨物油管，バラスト管及び空気管は，**図 D14.2.3-1.**の例により，それぞれのケースで切り替えられるようにする。また，その他の管装置については，貨物油タンクの管装置の取扱いによる。

-2.　貨物油タンク兼燃料油タンク

1 つのタンクをある時期には貨物油タンク，また，他のある時期には燃料油タンクとして使用する場合，貨物油管，燃料油管及び空気管は，**図 D14.2.3-2.**の例のようにそれぞれのケースで切り替えられるようにする。また，その他の管装置については，貨物油タンクの管装置の取扱いによる。

図 D14.2.3-1. 貨物油兼専用バラストタンクの配管例

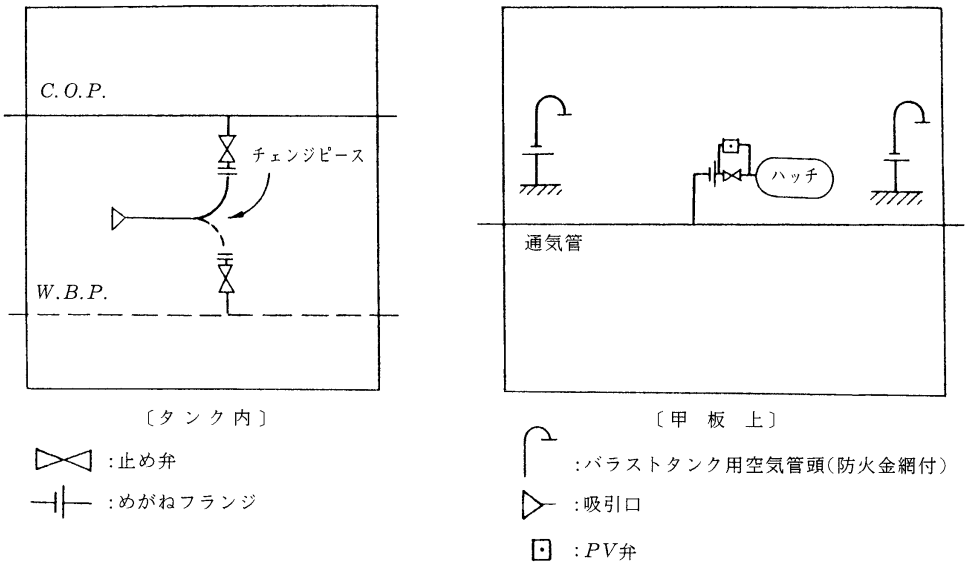
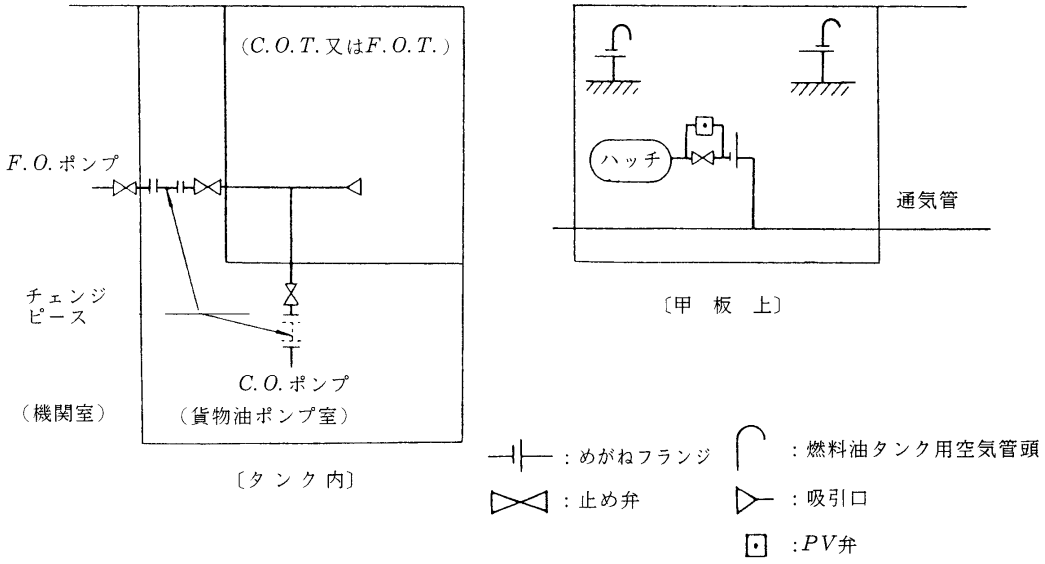


図 D14.2.3-2. 貨物油兼燃料油タンクの配管例



D14.2.4　貨物油ポンプ及び管装置の隔離

-1.　貨物油管に接続する管装置

貨物油管に接続する管装置の取扱いは次による。

(1)　貨物油管に接続する他の管系のポンプ及び管装置は，貨物油管系として取り扱う。ただし，**規則 D 編 14.2.2-4.**，同 **14.2.9-6.**，同 **14.3.1-2.**，同 **14.3.2-2.**及び次の**(2)**に示す管装置については，この限りでない。なお，貨物油管に接続する管装置とは，貨物油管に接続し，かつ，開口を有するものをいう。したがって，例えば，貨物油管装置操縦用の油圧管等は，ここでいう貨物油管に接続する管装置とはみなさない。

(2)　貨物油管に貨物油管以外の管装置を接続する場合

(a)　タンク通風用管：タンク通風用管と貨物油管とを接続する場合には，**規則 R 編 35.2.2-3.(2)(g)**及び**(h)**の規定による。また，通風機は，イナートガス送風機を除き，危険場所に設ける。

(b)　貨物油管装置（ポンプを含む。）の圧力計測用管：貨物油管内の液体圧力を計測するため，管内の液体を直接圧力指示計に導くときは，この圧力指示計は，ポンプ室又は暴露甲板上に設ける。ただし，貨物油管装置との接続部に止め弁を設け，かつ，機関室とポンプ室の間の隔壁を貫通する箇所に隔壁付き弁を設けた場合は，この圧力指示計を機関室に設けることができる。

(c)　油分濃度計測用管：油分濃度計測のサンプリング管を貨物油管装置に接続する場合は，呼び径 25*A* 以内の管とし，かつ，貨物油管装置と非危険区画囲壁の間に 2 個以上の止め弁を設ければ，この管を非危険区画内に導くことができる。

-2.　**規則 D 編 14.2.4-5.**及び**-6.**にいう「漏洩のおそれのないフランジ継手」とは，1.0 *MPa* 以上の呼び圧力又は，設計圧力に応じて適用される呼び圧力より 1 ランク上の呼び圧力のうち，いずれか大きい方の圧力を満たす溶接フランジ継手をいう。

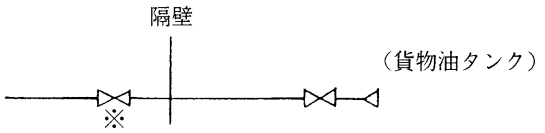
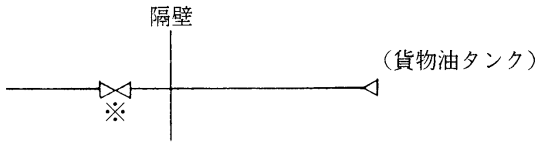
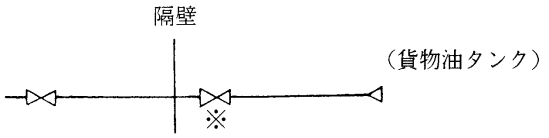
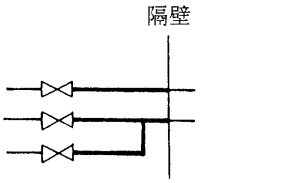
-3.　**規則 D 編 14.2.4-6.**にいう，「曲がり管」とは，直線的な配管であれば熱膨張又は船体変形によって生じる過度な応力又は変位を吸収するために，配管中に設けられるΩ型の伸縮ループをいう。

D14.2.5　貨物油管の隔壁弁

-1.　隔壁弁の配置及び種類は，**表 D14.2.5-1.**による。

-2.　**D14.2.4(1)**により，貨物油移送を目的としない管装置であって，貨物油管装置としての規則が適用される管装置の場合，**規則 D 編 14.2.5-2.**に定める遠隔操作用の装置は，閉鎖用のみとすることができる。（例：スロップタンクとポンプ室間の隔壁に設ける油分濃度検知用コック）

表 D14.2.5-1. 隔壁弁の配置及び種類

配置 *A*		貨物油タンク内の開口端に止め弁を設ける場合：隔壁弁の種類，材質は問わない。
配置 *B*		貨物油タンク内の開口端に止め弁を設けない場合：隔壁弁は鋳鋼製とし，また，甲板上から操作可能なものとする。
配置 *C*		貨物油タンク内に隔壁弁がある場合：タンク側の弁は甲板上から操作可能なものとする。
配置 *D*		隔壁弁が隔壁に隣接して設けられない場合：図の太線の部分を 13.5 *mm* 以上の鋳鋼管又は 16 *mm* 以上の厚肉鋼管とすれば，配置 *A* 又は *B* と同じとしてよい。

（注）

※ この弁は隔壁にできるだけ近接して設ける。

D14.2.7 貨物油タンク内の配管

-1. バラスト管

貨物油タンク内を貫通するバラスト管が，船首隔壁より前方のバラストタンクに導かれているときは，**D14.3.2-1.(2)**による。

-2. 計装用管及び遠隔制御用管

貨物油タンク内に設置される計装用管及び遠隔制御用管の最小厚さは，鋼管にあってはスケジュール 80 以上とすること。ただし，貨物油タンク内に開口を有する場合はこの限りでない。

-3. 排水管，衛生管

貨物油タンク内を貫通する排水管及び衛生管の貨物油タンク内の継手は，すべて溶接継手とすること。また，居住区等発火源のある区画の排水管又は衛生管は，貨物油タンク内を貫通させることはできない。

-4. 貨物油タンクを貫通して船外排出管（ビルジ又はバラスト）を設ける場合

(1) 貨物油タンクを貫通して船外排出管を設ける場合の取扱いは次の**(a)**から**(d)**による。

(a) 比較的小容量の貨物油タンク（スロップタンク等）に限り，この配管を認めることができる。

(b) 貨物油タンク内の管は，すべての継手を溶接継手とする短管とする。鋳鋼管を使用する場合，その管厚は 15 *mm* 以上とすること。

(c) 管の内面には，耐食性に優れたペイントを塗装する。ただし，**(b)**の鋳鋼管又は腐食予備厚を考慮した肉厚を有する鋼管を使用する場合，内面塗装を省略できる。

(d) 貨物油タンク内には，この管の弁を設けることはできない。

(2) 前**(1)**にかかわらず，ダブルハルタンカー以外のタンカーの場合には，貨物油タンクを貫通して船外排出管を設ける場合の取扱いはつぎの**(a)**から**(e)**として差し支えない。

(a) 比較的小容量の貨物油タンク（スロップタンク等）に限り，この配管を認めることができる。

(b) 貨物油タンク内の管は，すべての継手を溶接継手とする。鋳鋼管を使用する場合，その管厚は 15 *mm* 以上とすること。

(c) 管には，適当に曲がり管を配置し，管の膨張収縮に耐えるようにする。

(d) 管の内面には，耐食性の優れたペイントを塗装する。ただし，**(b)**の鋳鋼管又は腐食予備厚を考慮した肉厚を有する鋼管を使用する場合，内面塗装を省略できる。

(e) 貨物油タンク内は，この管の弁を設けることはできない。

-5. **規則 D 編 14.2.7-4.**及び**-5.**にいう「漏洩のおそれのないフランジ継手」とは，1.0 *MPa* 以上の呼び圧力又は，設計圧力に応じて適用される呼び圧力より 1 ランク上の呼び圧力のうち，いずれか大きい方の圧力を満たす溶接フランジ継手をいう。

-6. **規則 D 編 14.2.7-5.**にいう，「曲がり管」とは，直線的な配管であれば熱膨張又は船体変形によって生じる過度な応力又は変位を吸収するために，配管中に設けられるΩ型の伸縮ループをいう。

D14.2.8　貨物油タンクの測深装置

-1. 貨物油タンクのアレージ計測は，タンク倉口蓋板を開口せずに行えるような装置とする。アレージホールを設ける場合には，**規則 R 編 4.5.3-3.**の規定によること。

-2. 測深管を設ける場合，その開口端は暴露甲板に設け，かつ，管頭には自動閉鎖装置付きの仕切弁又はコックを設ける。ただし，口径 50 *mm* 以下のものについては，ねじ締めプラグ又は自動閉鎖装置のない仕切弁若しくはコックとすることができる。

-3. **規則 D 編 14.2.8** にいう貨物油タンクの測深装置として液面指示装置を設ける場合には，別に定める**「船用材料・機器等の承認及び認定要領」7 編 4 章**に従って承認されたものとすること。なお，合格品は「List of approved materials and equipment」により公表する。

D14.3　貨物油ポンプ室，コファダム，貨物油タンクに隣接するタンクの諸管装置

D14.3.1　貨物油ポンプ室，貨物油タンクに隣接するコファダムのビルジ管装置等

測深管の開口端はポンプ室内に設けることができる。ただし，この開口端の位置が隔壁甲板より低い場合，規則 **R 編 4.2.2(3)(e)(i)**の規定が適用される。

D14.3.2　貨物油タンクに隣接するバラストタンク

-1. 船首部バラストタンクのバラスト管装置等（**規則 D 編 14.3.2-1.**）

タンクの前端が船首隔壁より前方に位置し，かつ，貨物油タンクに隣接するバラストタンク（以下，「船首部バラストタンク」という。）のバラスト管装置等については，**規則 D 編 14.3.2-2.**から**-4.**の規定に加えて次によること。また，タンクの前端が船首隔壁より前方に位置する，貨物油タンクに隣接しないタンクであっても，下記**(2)**又は**(3)**に示すバラスト管装置とする場合には，船首部バラストタンクと見なしてこの規定を適用する。

(1) 船首部バラストタンクのバラストは，次の**(2)**又は**(3)**に定める場合を除き，船首部に設けたポンプにより注排水できるようにする。

(2) **規則 D 編 14.2.7** 及び **D14.1.1** で禁止されている場合を除き，船首部バラストタンクのバラスト管装置を，貨物油タンク内を貫通したバラスト管装置により，バラストポンプに導く場合，そのバラスト管装置は次によること。
　(a) 管の継手にフランジ継手を用いる場合には，呼び圧力 1 *MPa* 未満のフランジ継手は使用できない。
　(b) 船首隔壁より前方に二重の止め弁（うち 1 個は**規則 D 編 13.2.5-2.**の止め弁としてよい。）を設ける。
　(c) バラストポンプは貨物油ポンプ室又は発火源を有しないその他の区画に設置する。
　(d) 下記**(3)**の**(a)**から**(e)**の要件に適合すること。

(3) 船首部バラストタンクのバラスト管装置を他の貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラスト管装置に導く場合には，次によること。
　(a) 当該船首部バラストタンクは，**規則 H 編**の適用において，**規則 H 編 4.3.1(2)(c)**に規定する危険場所と見なすこと。
　(b) 当該船首部バラストタンクの空気管の開口端は，発火源から 3 *m* 以上の適切な距離はなれた暴露甲板上に設けること。なお，同開口端周辺は**規則 H 編 4.3.1(2)(i)**及び**規則 H 編 4.3.1(3)(a)**で規定される危険場所とする。
　(c) 当該船首部バラストタンク内の可燃性ガス濃度を計測する手段を設けること。この場合，暴露甲板上に導かれた検知管と**規則 R 編 4.5.7(2)(a)**に規定する可搬式ガス検知器の組み合わせとして差し支えない。この検知管は本会が適当と認める場合，次の**(d)**に規定する測深管と兼用して差し支えない。
　(d) 当該船首部バラストタンクの測深管は，暴露甲板上に導くこと。
　(e) 当該船首部バラストタンクの出入り口は，開放甲板から直接出入りすることができるものであること。ただし，次の**(i)**又は**(ii)**の規定に従うことを条件に，閉囲された区画を通って当該船首部バラストタンクに間接的に出入り可能なものとして差し支えない。
　　(i) 閉囲された区画が貨物油タンクに隣接しない場合には，船首部バラストタンクの出入り口は，閉囲された

区画に設けられたガス密のマンホールとすること。この場合，船首部バラストタンクに可燃性ガスが存在しない事を確認した後，又は閉囲された区画に設けられた防爆形以外の電気機器が遮断された後にのみ開放して良い旨の注意銘板を当該マンホールに取り付けること。

(ii) 閉囲された区画が貨物油タンクに隣接する場合，当該区画は危険場所として関連要件を満足することに加え，十分に換気可能なものであること。

-2. 貨物油タンクに隣接するバラストタンク用のバラスト管装置（**規則 D 編 14.3.2-2.**）

貨物油タンクに隣接するバラストタンク用のバラスト管装置の取扱いは次による。

(1) 船首部に設けたバラスト注排水用のポンプには，船首部の貨物油タンクに隣接するバラストタンク及び隣接しないバラストタンクのバラスト管を導くことができる。

（備考）船首部のバラストタンクのバラスト管装置は，貨物油タンクを貫通しないことを前提にポンプを共用することができる。

(2) 貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラストを貨物油ポンプで吸引しようとする場合は，貨物油管との接続に，スプールピース及びねじ締め逆止弁を設ける。また，非常時以外はスプールピースを取り外しておく旨の注意銘板を設けること。

-3. 貨物油タンクに隣接するバラストタンクの空気管（**規則 D 編 14.3.2-4.**）

(1) **規則 D 編 14.3.2-4.**にいう「火炎侵入防止金網」とは，次に適合するものをいう。

(a) 耐食性の材料で製造されたものであること。

(b) *JIS Z* 8801「標準ふるい」の規格に適合する金網であって呼び寸法 850 μmより細目のものを 25.4±12.7 mm の間隔で 2 枚若しくは呼び寸法 500 μmより細目のものを 1 枚取りつけたもの又はこれらと同等以上の性能を有するものであること。

(2) 貨物油タンクに隣接するバラストタンクに高位液面警報装置又は**規則 C 編 2-7 編 14.1.2.1** の規定による倉口を設ける場合の空気管の合計断面積は，**規則 D 編 13.6.3(1)**の規定による断面積又は 1000 cm^2 のうち，小さい方以上とすることができる。

-4. 貨物油タンクに隣接するバラストタンクの測深管の開口端（**規則 D 編 14.3.2-5.**）

貨物油タンクに隣接するバラストタンクの測深管の開口端についても，**D14.3.1** を適用する。

D14.3.3 貨物油タンクに隣接する燃料油タンク

貨物油タンクに隣接する燃料油タンクの測深管の開口端についても，**D14.3.1** を適用する。

D14.3.4 船首部のポンプ装置

規則 D 編 14.3.4 の適用上，船首部のタンク又は空所の液体移送管及びビルジ吸引管については，貨物油タンクを貫通しない場合，次によること。

(1) 貨物油タンクの前部に隣接して設けられるタンク又は空所の管装置は，後部のポンプ室に導くことができる。また，燃料油移送管は，機関室に設けられたポンプに導くことができる。

(2) 貨物油タンクに隣接しない船首部のタンク又は空所の管装置は，機関室に設けられたポンプ又は後部のポンプ室に設けられた貨物油管及び危険バラスト管に連結されないポンプに導くことができる。

D14.5 兼用船の管装置

D14.5.3 ビルジ管装置

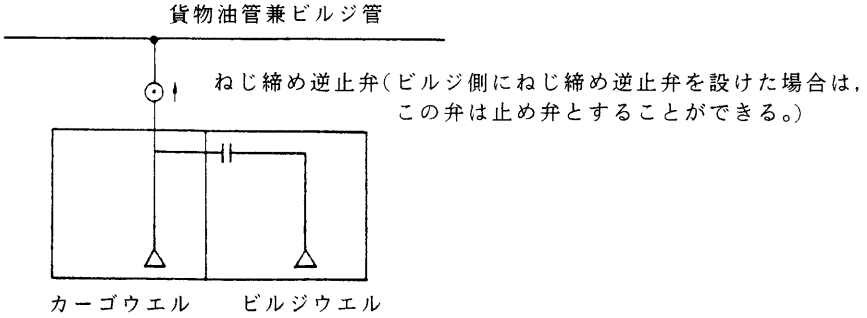
貨物油管と兼用するか，又はエダクタによるビルジ吸引支管については**表 D14.5.3-1.**による。

表 D14.5.3-1. 貨物倉のビルジ吸引装置（兼用管装置又はエダクタ）

貨物倉の種類	ビルジ吸引主管	ビルジ吸引支管	ビルジウエル	弁，ブランクフランジ等の設備（備考 1）
兼用倉	貨物油主管と兼用	専用	専用	支管にねじ締め逆止弁。開口端はブランクフランジ（備考 3）
		一部兼用（備考 2）	専用（備考 2）	ビルジ吸引支管にねじ締め逆止弁及びブランクフランジ
		貨物油吸引支管と兼用	貨物油用ウエルと兼用	支管にねじ締め逆止弁
	エダクタ使用		専用	吸引側にねじ締め逆止弁，開口端はブランクフランジ
バラスト兼用倉	貨物油主管と兼用	専用	専用	支管にねじ締め逆止弁。開口端はブランクフランジ
	エダクタ使用			吸引側にねじ締め逆止端，開口端はブランクフランジ
固体貨物専用倉	貨物油主管と兼用	専用	専用	支管に止め弁及びねじ締め逆止弁
	エダクタ使用		専用	吸引側にねじ締め逆止弁

（備考）1. 弁はいづれも隔壁甲板より上の箇所で操作できるものとする。

2. 下図の例による。



3. ウェルを蓋板で閉鎖するか又はブランクフランジで開口端を閉鎖する。

D15　操舵装置

D15.1　一般

D15.1.1　適用

-1. 手動操舵装置については，**規則 D 編 15.1**，**15.2.1** から **15.2.3**，**15.2.8** から **15.2.10**，**15.3.1**，**15.4**（**15.4.8-2.**を除く。）及び **15.5** 並びに本 **D15** の該当規定を適用する。

-2. 手動の操舵装置のコドラントチェーン，円材，滑車等については次による。

(1) コドラントの寸法は次に定めるところによる。

(a) 3 個の腕を有する場合の各部の寸法は，次の算式による値以上としなければならない。

i) ボスの寸法

$$H_C = 4.27\sqrt[3]{T_R K_Q}\ (mm)$$

$$D_C = 7.69\sqrt[3]{T_R K_Q}\ (mm)$$

ii) ボスに連続する箇所の腕の寸法

$$B_C = 3.29\sqrt[3]{T_R K_Q}\ (mm)$$

$$T_C = 1.67\sqrt[3]{T_R K_Q}\ (mm)$$

iii) 外端における腕の寸法

$$B_0 = 2.22\sqrt[3]{T_R K_Q}\ (mm)$$

$$T_0 = 1.07\sqrt[3]{T_R K_Q}\ (mm)$$

T_R ：**規則 C 編 1 編 13.2.3** の規定による舵トルク（*N-m*）
K_Q ：**規則 C 編 1 編 13.2.1.2** の規定によるコドラント材料に対する材料係数
H_C ：ボスの所要深さ（*mm*）
D_C ：ボスの所要外径（*mm*）
B_C ：腕の幅（*mm*）
T_C ：腕の厚さ（*mm*）
B_0 ：外端における腕の幅（*mm*）
T_0 ：外端における腕の厚さ（*mm*）

(b) 2 個の腕を有する場合の腕の幅及び厚さは，前**(a)**の規定によるものの 1.1 倍以上としなければならない。また，4 個の腕を有する場合の腕の幅及び厚さは，前**(a)**の規定によるものの 0.9 倍まで減じて差し支えない。

(c) 舵頭材に固定したチラーと，これに固定しない遊動コドラントを併用するときの遊動コドラントの腕の寸法は，その全長を通じ，前**(a)iii)**によるものとして差し支えない。

(2) スタッドなし操舵用チェーンの径は，次の算式による値以上とすること。ただし 9.5*mm* 未満としてはならない。

$$d_s = 3.36\sqrt{\frac{T_R K_C}{R}}$$

d_S ：操舵用チェーンの所要径（*mm*）
T_R ：**規則 C 編 1 編 13.2.3** の規定による舵トルク（*N-m*）
K_C ：**規則 C 編 1 編 13.2.1.2** の規定によるチェーン材料に対する材料係数
R ：舵頭材の中心から操舵用チェーンの中心線まで測ったチラーの長さ又はコドラントの半径（*mm*）

(3) 操舵円材の径は，前**(1)**による操舵用チェーンの径の 1.25 倍以上とすること。

(4) 導滑車は，操舵用チェーンをなるべく短くし，かつ，これをコドラントまでなるべく楽に導き，小角度に屈折させないように配慮すること。

(5) 操舵用チェーンの中心線まで測った導滑車の径は，チェーンの径の 16 倍以上とし，滑車針の径は，チェーンの 2 倍以上とすること。

(6) 操舵用チェーンの屈折角度が 120 度未満のときは，導滑車及び滑車針の径を前**(4)**によるものの 1.25 倍以上とする

こと。

(7) 導滑車のわく，基板，滑車針その他衝撃を受ける部分は，鋳鉄製としてはならない。また，滑車を船体に取り付けるボルトは，その断面積の和を次の算式による値以上とすること。

$A_B = 2.4{d_S}^2$（cm^2）

A_B ：ボルトの断面積の所要和（cm^2）

d_S ：操舵用チェーンの径（mm）

(8) 操舵索用滑車では，索みぞの半径は，操舵索の半径に 0.8 *mm* を加えたものに等しくし，滑車の径は，操舵索の径の 14 倍以上とすること。

D15.1.3　提出図面及び資料

規則 D 編 15.1.3(2)(b)の操作説明書には作動油の品質管理の重要性及びハイドロロックに対する影響に関する情報も含むこととし，同様のものを本船上に保管すること。

D15.1.4　操作説明書等の掲示

規則 D 編 15.1.4-2.により要求される説明書は操舵装置の設計に応じた適当な緊急措置（表示された故障系統を停止する為）を簡単に表示するものとし，操舵場所付近の適当な位置に掲示すること。

D15.2　操舵装置の性能及び配置

D15.2.1　操舵装置の数

-1. チラー又はコドラントを滑車とテークルで操作する適当な装置は，補助操舵装置と認めることができる。

-2. 主操舵装置として手動の操舵装置を用いる場合には，チラーに連結する部分の操舵用チェーンの予備を備える必要がある。

-3. 総トン数 50 トン未満の船舶にあって，動力駆動の主操舵装置を設ける場合にはパッキン，軸受等の摩耗しやすい部品に対する予備品を，また，手動の主操舵装置を設ける場合には索を備えれば，**規則 D 編 15.2.1** にいう補助操舵装置は省略して差し支えない。

-4. **規則 D 編 15.2.1-1.**にいう補助操舵装置を油圧駆動とする場合のラダーアクチュエータは，主操舵装置と兼用することができる。また，補助操舵装置として主操舵装置のラダーアクチュエータへの配管の一部を兼用することができるが，兼用する部分の管はできる限り短いものとすること。

D15.2.3　補助操舵装置の能力

規則 A 編 2.1.8 に定める速力が 7 *kt* 未満の船舶の補助操舵装置にあっては，**規則 D 編 15.2.3(1)**中の「**A 編 2.1.8** に定める速力の 1/2 又は 7 *kt* のうちの大きい方の速力」を「航海可能な速力」に読み替えて同規定を適用する。

D15.2.7　電動又は電動油圧式操舵装置の電気設備

-1. 操舵装置の動力装置用電動機は間欠負荷定格としてもよい。この場合，船の操舵装置の特性を考慮し，次の**(1)**又は**(2)**に示す定格以上とすること。なお，S3 及び S6 は，*IEC* 60034-1 若しくは *JIS C* 4034-1 によること。

(1) 電動操舵装置の動力装置用電動機　　：S3-40%

(2) 電動油圧式操舵装置の動力装置用電動機　　：S6-25 %

-2. インバータ制御装置により可変速制御を行う操舵装置であって，回路の負荷電流が当該インバータの定格電流以下に制限されるものについては，**規則 D 編 15.2.7-6.**に定める過電流に対する保護装置の要件の適用外として取り扱うことができる。この場合，次の要件の全てに適合すること。

(1) **規則 D 編 15.2.7-5.**の規定により電動機に備える過負荷警報装置の設定値は，インバータの定格負荷以下とすること。

(2) インバータ制御装置には少なくとも過電流保護装置及び過電圧保護装置を備え，当該装置が作動した場合には，船橋及び通常主機を制御する場所に可視可聴警報が発せられること。

(3) インバータ制御装置には，前**(2)**にいう保護装置が作動する前にインバータの出力を低減する機能を備え，当該機能が作動した場合には，船橋及び通常主機を制御する場所に可視可聴警報が発せられること。ただし，半導体素子が短時間のうちに完全な破壊に至る恐れのある場合は，インバータの出力を遮断して差し支えない。

D15.2.8　操舵装置の設置場所

-1. **規則 D 編 15.2.8-3.**でいう「機械装置及び制御システムへの接近するための通路及び作業用の余地」の取り扱いについては次による。

(1) 操舵装置及び制御システムへの通路
  (a) 操舵機区画には区画入口から操舵装置及び制御システムへ接近するための通路を備えること。
  (b) 通路の幅は 600 *mm* を標準とし，その表面は滑らない床とすること。
  (c) 通路の少なくとも片側には，適当な手摺を配置すること。手摺は原則として常設の鋼製のものとする。ただし，常設の手摺の設置が困難と考えられる場合には，取り外し式のスタンションとロープ（ワイヤ）に代えることができる。
(2) 操舵装置周辺の手摺及び作業用の余地
  (a) 操舵装置又はその周辺には，作業条件を確保するために必要な常設の鋼製手摺を設けること。
  (b) 操舵装置の周辺には滑らない床を配置した幅 600 *mm* を標準とする作業用の余地を設けること。
(3) 「滑らない床」とは，グレーチング（格子），すのこ又は滑り止め用床面被覆材等を備えた床並びに滑り止め塗料が施された床をいう。床面被覆材については長時間の使用に耐えることができるものであること。

D15.2.9　通信装置

船橋と操舵機区画との間の通信装置は，船内一般電話のみに依存しないこと。

D15.3　制御システム

D15.3.1　一般

-1. フローティングレバー又はこれに類する機械的追縦機構は 1 組として差し支えない。

-2. **規則 D 編 15.3.1-1.(2)**で要求される 2 組の独立した制御システムは，これらのうちの一方の機械的又は電気的な故障により他方が作動不能となることのないように配置すること。

-3. **規則 D 編 15.3.1-1.(2)**で要求される制御システム及び関連部品は，次に掲げる項目に適合すること。

(1) 筐体，制御箱，配電盤あるいは船橋コンソール内に設けられるケーブル，接続点及び部品であって，二重に設けられる制御システムに使用されるものは，できる限り離して配置すること。十分な距離が得られない場合は，難燃板によって分離してもよい。
(2) 制御システムの全ての電気部品は，二重に設けること。
(3) 2 つの制御システムに，共通の操舵モード選択スイッチ（同軸スイッチ）を使用する場合，制御システムとの接続部は，分離板又は空隙によりシステム毎に分離すること。
(4) 2 組のフォローアップ制御システムが設けられる場合（**図 D15.3.1-2.**参照），フォローアップ増幅器は電気的及び機械的に分離され，かつ，別個に給電されるものであること。ノンフォローアップ制御システム及びフォローアップ制御システムの両方が設けられる場合，フォローアップ増幅器は選択的に保護されること（**図 D15.3.1-3.**参照）。
(5) 操舵レバーや自動操舵のような追加の装置の制御回路は，全ての極が切り離せるものであること（**図 D15.3.1-1.**から**図 D15.3.1-3.**参照）。
(6) 制御システムにおいて，フィードバックユニット及びリミットスイッチを設ける場合，それらは電気的及び機械的に分離され，かつ，舵頭材又はラダーアクチュエータに別個に接続されること。
(7) 動力装置又は油圧サーボ装置に使用される油圧系統の部品であって操舵装置の動力系統を制御するもの（例えば，電磁弁等）は，二重に設けられ，かつ，分離して配置されること。2 つ以上の動力装置があり，かつ，それぞれの動力ユニットへの配管が分離され切り離すことができる場合，動力装置の一部である制御システムの油圧系統の部品は，二重に設けられ，かつ，分離して配置されているとみなすことができる。

-4. 制御システムに含まれる増幅器，リレー等を自動操舵装置に兼用することは差し支えない。

-5. 可変吐出量形ポンプにより構成される動力装置を備える電動油圧操舵装置にあっては，ポンプの傾転量を制御するための油圧サーボシリンダ及びこれに付随する油圧システム（ポンプの駆動電動機及びその制御器類を含む。），又は電気サーボモータをそれぞれ 2 組備える。

-6. **規則 D 編 15.3.1-6.**に関連し，原則として次に掲げる場合には「単一の損傷に起因するハイドロロックにより操舵機能喪失に陥る場合」とは考えない。

(1) 補助操舵装置としての能力を有するシステムがスタンバイとして備えられ，船橋から始動可能な場合。この場合のスタンバイシステムはインターロック等により設計上並列運転を行わないものでなければならない。
(2) 3 台以上の動力系統が同時運転され，単一損傷が生じた場合でも補助操舵装置としての能力以上がある場合。
(3) 二重装置の弁等により故障系統を自動的にバイパスし操舵機能喪失を防止するように設計された操舵装置。ただし，

この場合，システムの構成部品が増加することにより信頼性が著しく低下することがないものでなければならない。

-7. **規則 D 編 15.3.1-6.**により要求されるハイドロロック警報は，原則として次に掲げる状態を検知して警報を発するものとする。

(1) 可変容量ポンプにあっては制御システムの位置が指令に正しく応答しない場合

(2) 定量ポンプにあっては三方弁全量弁等の位置が不正の場合

-8. 前**-7.**の警報検知箇所は，できるだけアクチュエータに近い箇所とすること。ただし，フローティングレバー又はこれに類する機械的追従機構により互いに結合された部分については破損を考慮しなくて差し支えない。警報検知箇所の例を**図 D15.3.1-4.**に示す。

D15.3.2 自動操舵から手動操舵への切替え

-1. 自動操舵から手動操舵への切替えは，いかなる舵角においても，多くとも 2 回以内の操作により，3 秒以内に行えるようにする。

-2. 自動操舵から手動操舵への切替えは，自動操舵装置の故障を含むいかなる状態においても行えるようにする。

-3. 自動操舵から手動操舵へ切り替える装置は，通常，操舵を行う位置に近接して設置する。

図 D15.3.1-1. 2 組のノンフォローアップ制御及び自動操舵又はその他追加の制御機能を持つ操舵制御システムの原理図式例

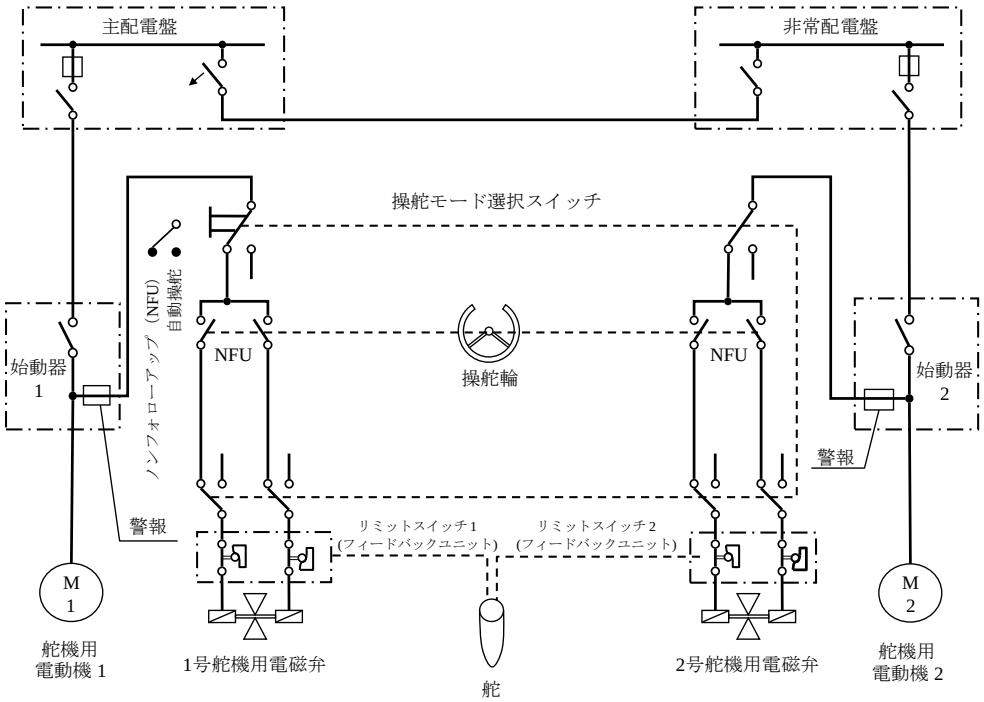


図 D15.3.1-2.　2 組のフォローアップ制御及び自動操舵又はその他追加の制御機能を持つ操舵制御システムの原理図式例

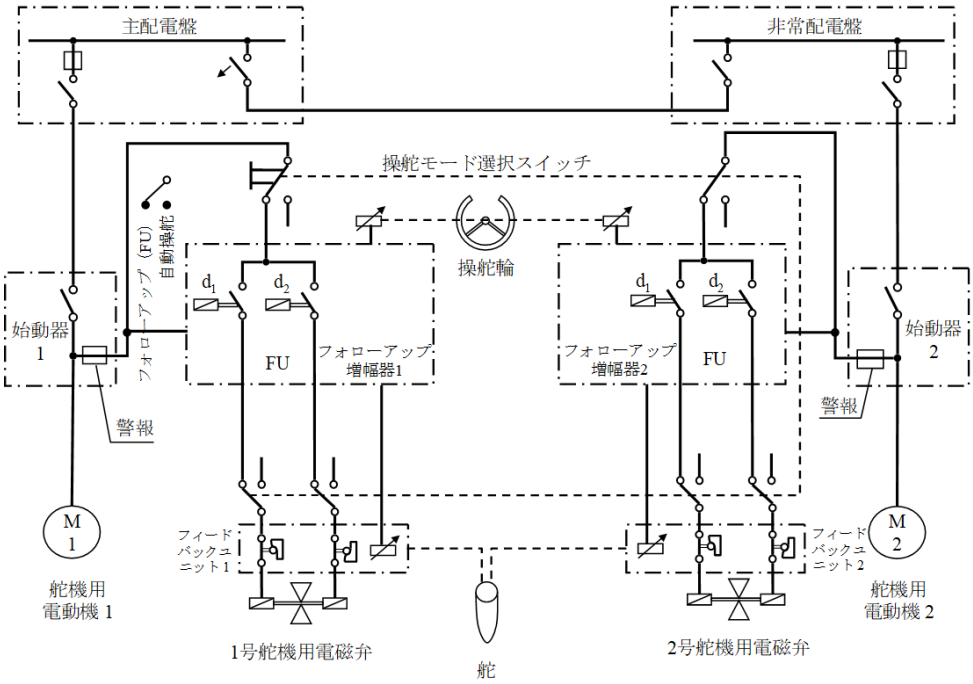


図 D15.3.1-3.　2 組のノンフォローアップ制御，フォローアップ制御及び自動操舵又はその他追加の制御機能を持つ操舵制御システムの原理図式例

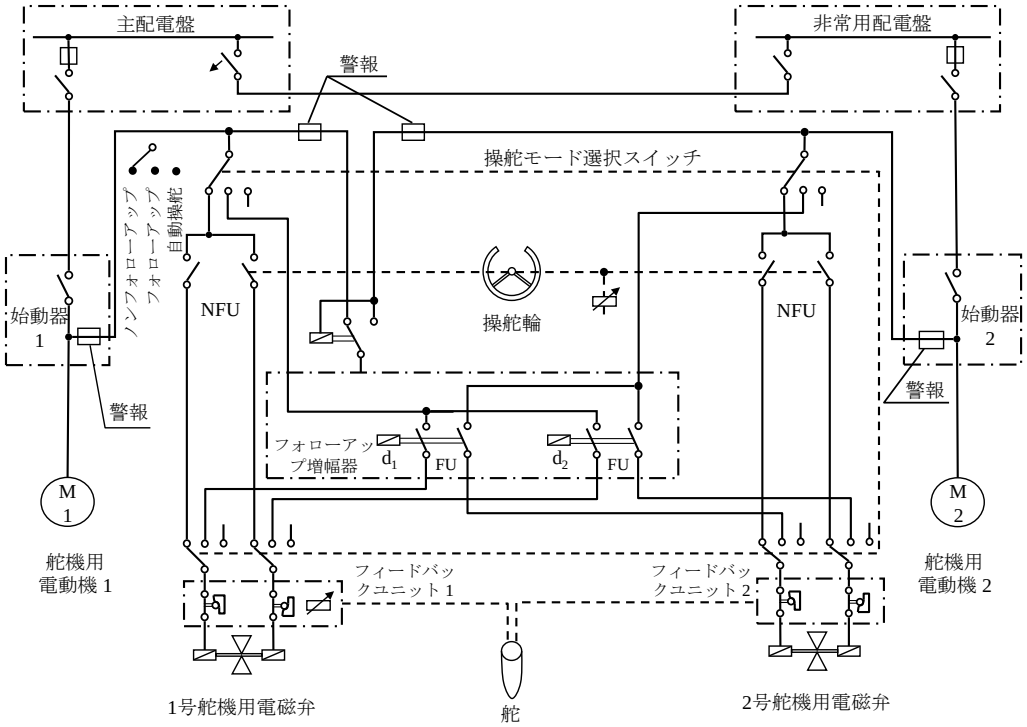
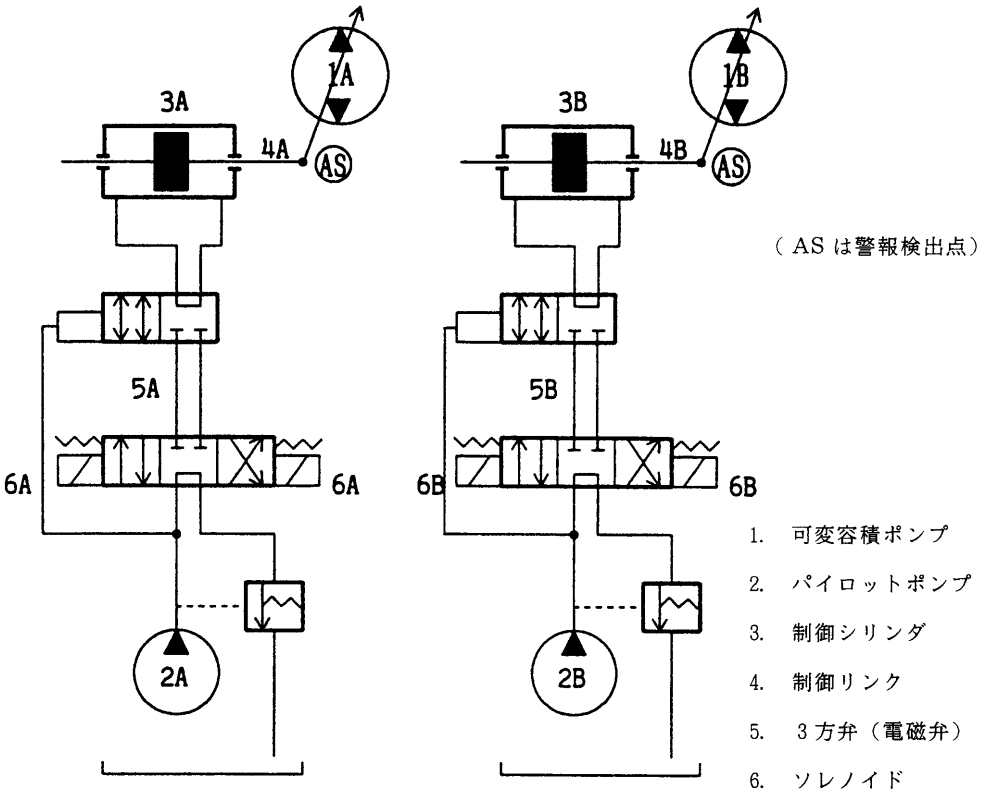
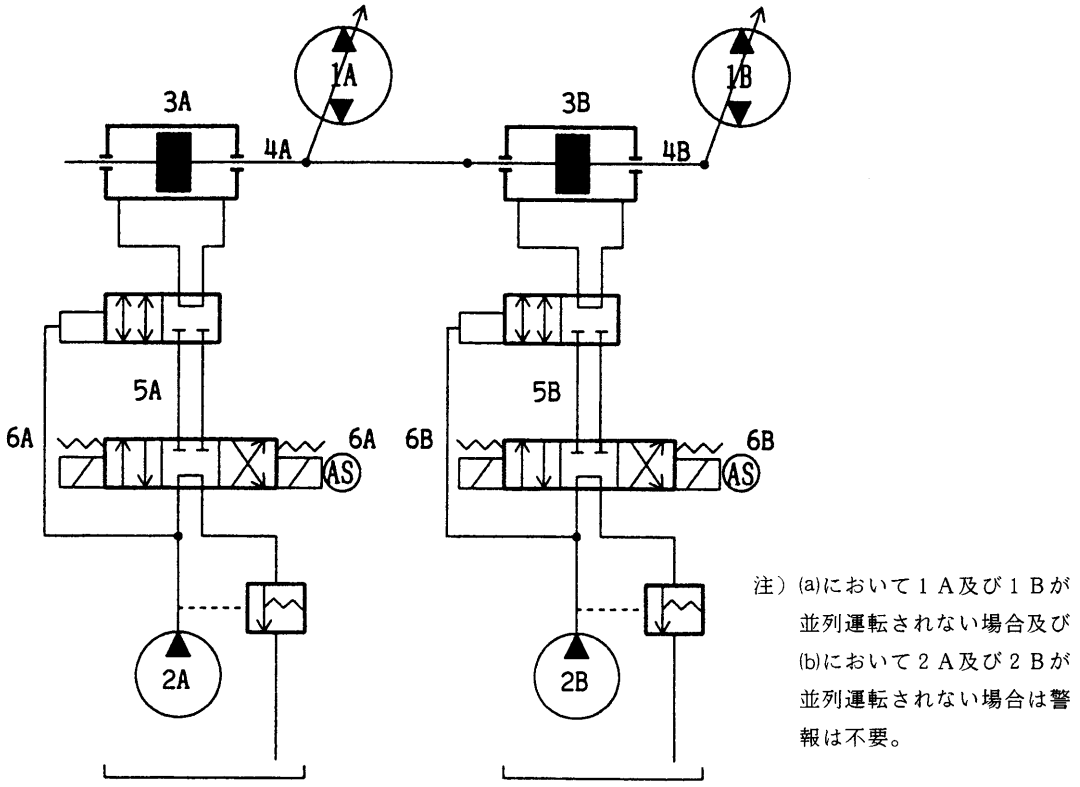


図 D15.3.1-4.　ハイドロロック警報検出位置例



(a)　機械的リンクの無い場合の例



(b)　機械的にリンクされたシステムの例

D15.4 操舵装置の材料，構造及び強度

D15.4.7 チラー等

-1. **規則 D 編 15.4.7-2.(4)**にいう「本会の承認する値」とは次に示す値とする。

(1) 各腕に均等にトルクが分担される設計のもの:
規則 D 編 15.4.7-2.(2)及び**(3)**に定めるZ_{TA}及びA_Rにそれぞれ 1/*n* を乗じた値とする。ただし，*n* はチラーに装備された腕の個数とする。

(2) 各腕に不均等にトルクが分担される設計のもの:
規則 D 編 15.4.7-2.(2)及び**(3)**に定めるZ_{TA}及びA_Rにそれぞれαを乗じた値とする。ただし，αは舵トルクT_Rに対する当該腕が分担するトルクの割合とする。

-2. **規則 D 編 15.4.7-5.**ただし書きの「本会が適当と認めるところ」とは**規則 C 編 1 編 13.2.8.4** に従うことをいう。

-3. 補助操舵装置専用のチラーの寸法は，**規則 D 編 15.4.7-2.**に規定するものの 1/2 以上の強さのものとなるようにすること。

D15.4.9 緩衝装置

操舵用チェーン，操舵円材を用いる操舵装置は，規定の操舵用チェーンの耐力試験荷重の 7/8 で，ばねが密着しないように設計する。

D15.5 試験

D15.5.2 造船所等における試験

規則 D 編 15.5.2-3.にいう「設計上の措置を施した操舵装置」とは，インタロック等により並列運転を行わない設計のもの，あるいは油圧回路の自動切替え等により単一損傷時にも操舵機能が維持又は自動的に回復するものをいい，破損を考慮しないフローティングレバー等で機械的に結合されることによりハイドロロックを想定しないとされる機構のものにあっては実証試験を行わなくても差し支えない。

D16　ウインドラス及びムアリングウインチ

D16.2　ウインドラス

D16.2.1　一般

規則 D 編 16.2.1-2.にいう「本会が適当と認める規格」として，次の規格等が挙げられる。ただし，これに限るものではない。

(1) *SNAME T & R Bulletin* 3-15 “Guide to the Design and Testing of Anchor Windlasses for Merchant Ships”

(2) *ISO* 7825 “Deck machinery general requirements”

(3) *ISO* 4568 “Shipbuilding - Sea-going vessels - Windlasses and anchor capstans”

(4) *JIS* F6714「ウインドラス」

(5) *BS MA*35 “Specifications for Ship Deck Machinery Windlass”

D16.2.2　提出図面及び資料

-1. **規則 D 編 16.2.2(1)(a)**にいう「ウインドラスの主要目表」は，ウインドラスの主要目に加え，次の事項を含むこと。

(1) アンカー及びアンカーチェーンの主要目

(2) 最大投錨水深

(3) 性能基準

(4) 適合する規格等

-2. **規則 D 編 16.2.2(1)(b)**にいう「ウインドラスの全体装置図」には，投揚錨及び係船に関する全ての構成要素を記載すること。構成要素の例として，次に掲げる装置及び部品が挙げられる。

(1) 駆動用動力装置，軸，鎖車，アンカー，アンカーチェーン，ブレーキ，制御装置

(2) ムアリングウインチ，ワイヤー，フェアリード（ウインドラスを構成するものに限る。）

(3) アンカーチェーンの呼び寸法及び最大投錨水深の標示

-3. **規則 D 編 16.2.2(1)(c)**にいう「動力伝達部品及び荷重支持部品の寸法及び材料仕様，溶接の詳細」は，次によること。

(1) ウインドラスとムアリングウインチが一体型の場合には，ムアリングウインチに関する情報を含むこと。

(2) 使用材料を明示すること。

(3) 溶接継手で接合される箇所に非破壊試験又は溶接後熱処理を実施する場合には，その範囲を明らかにすること。

-4. **規則 D 編 16.2.2(1)(d)**にいう「油圧システムに関する図面」は，少なくとも次に掲げる情報を含むこと。

(1) システムの設計圧力及び油圧管線図

(2) 安全弁の配置及び設定圧力

(3) 管及び管取付け物の材料仕様

(4) 管継手の種類及び材料

(5) 油圧モータの技術資料及び詳細図

-5. **規則 D 編 16.2.2(2)(a)**にいう「動力伝達部品及び荷重支持部品の強度計算書」は，次によること。

(1) 動力伝達部品及び荷重支持部品が本会が適当と認める規格又は同等の実施基準等に適合していることを示すこと。

(2) 歯車の解析は，本会が適当と認める規格によること。

-6. **規則 D 編 16.2.2(2)(c)**にいう「性能計算書」は，ウインドラスの駆動用動力装置が**規則 D 編 16.2.4** に規定する巻き上げ速度，連続使用荷重及び過負荷荷重を満足する性能を有していることを示すものであること。

-7. **規則 D 編 16.2.2(2)(e)**にいう「取扱説明書及び整備手順書」には，最大投錨水深を記載すること。

D16.2.3　材料及び組立

-1. **規則 D 編 16.2.3-1.(1), -2.(2)**及び**-2.(4)(a)**にいう「本会が適当と認める基準等」とは，例えば *JIS*，*ISO* 規格等の国家規格又は国際規格等をいう。

-2. **規則 D 編 16.2.3-2.(4)(b)**にいう「溶着金属に対する試験」とは，**規則 M 編 6 章**にいう溶着金属試験又はこれと同等の試験をいう。なお，当該試験は溶接施工方法及びその施工要領の承認のための試験と同時に実施すること。

D16.2.4　設計

-1. **規則 D 編 16.2.4-2.(2)(a)**に規定する連続使用荷重は，次の条件に基づいている。

(1) 通常のストックレスアンカーを使用する。

(2) アンカーの質量は，**規則 C 編 1 編 14.3** 及び**規則 L 編 2 章**の規定による。

(3) 1 のアンカーを巻き上げる。

(4) 浮力及びホースパイプの効率による影響を考慮する。（ホースパイプの効率は 70%とする。）

-2. **規則 D 編 16.2.4-2.(7)(b)**にいう波浪の打ち込みに対する据付部の強度は以下による。

(1) ウインドラスを据付けるボルトの強度は次式を満足すること。

$$\frac{\sqrt{R_i^2 + 3F_i^2}}{A_i} \leq \frac{\sigma_{Yb}}{2}$$

σ_{Yb} ：ボルト材料の規格最低降伏強さ又は 0.2%耐力（N/mm^2）

i ：ボルト群の番号。ウインドラスは，1 個又は複数個の近接したボルトにより構成されるN_b箇所のボルト群によって**図 D16.2.2-1** のように据付けられるものとする。

R_i ：ボルト群 i の全てのボルトに作用する軸力（N）。ただし，引張方向を正とし，負の値となった場合はR_i=0とする。また，R_{yi}を算定する場合には，P_yを船内方向及び船外方向のそれぞれ別々に作用させてR_{yi}を算出して，大きい方の値をとること。

$$R_i = R_{xi} + R_{yi} - R_{si}$$

$$\begin{cases} R_{xi} = P_x h x_i A_i / I_x \\ R_{yi} = P_y h y_i A_i / I_y \end{cases}$$

R_{si}: ウインドラスの重量によるボルト群 i の静的反力（N）で次式による。

$$R_{si} = mg / N_b$$

F_i ：ボルト群 i の全てのボルトに作用するせん断力（N）。ただし，**(2)**に掲げる固定金物が当該せん断力の一部又は全部を受け持つ場合には，次のF_{xi}及びF_{yi}から**(2)**に掲げるF_{xj}及びF_{yj}をそれぞれ差し引くことができる。

$$F_i = \sqrt{F_{xi}^2 + F_{yi}^2}$$

$$\begin{cases} F_{xi} = (P_x - \alpha g m)/N_b \\ F_{yi} = (P_y - \alpha g m)/N_b \end{cases}$$

N_b ：ボルト群の総数

P_x ：鎖車軸に垂直な方向（x）に作用する荷重（N）。ウインドラスの x 方向の投影面積（m^2）に 2×10^5 を乗じたものとする。

P_y ：鎖車軸に平行な方向（y）に作用する荷重（N）。ウインドラスの y 方向の投影面積（m^2）に $1.5\times10^5 f$ を乗じたものとする。

$f = 1 + B/H$ただし，2.5 以上とする必要はない。

B ：鎖車軸に平行に測ったウインドラスの幅（mm）

H ：ウインドラスの全高（mm）

H ：鎖車軸のウインドラス台からの高さ（mm）

x_i, y_i: N_b箇所全てのボルト群の図心を原点としたボルト群 i の xy 座標。ただし，**図 D16.2.2-1** に示す力の向きの反対方向を正とする。

A_i ：ボルト群 i のボルトの合計横断面積（mm^2）

I_x ：N_b箇所のボルト群に対する$\sum A_i x_i^2$の値（mm^4）

I_y ：N_b箇所のボルト群に対する$\sum A_i y_i^2$の値（mm^4）

α ：摩擦係数。0.5 とする。

m ：ウインドラスの質量（kg）

g ：重力加速度。9.81（m/sec^2）とする。

(2) 前**(1)**に掲げるせん断力の一部又は全部をボルト以外の固定金物が受け持つ場合には，当該金物の強度は次式を満足すること。

$$\frac{F_{xj}}{A_{xj}} \leq \frac{\sigma_{Ys}}{2\sqrt{3}}$$

$$\frac{F_{yj}}{A_{yj}} \leq \frac{\sigma_{Ys}}{2\sqrt{3}}$$

σ_{Ys} ： 材料の規格最低降伏強さ又は 0.2%耐力（N/mm^2）

J ： 固定金物の番号

F_{xj} ： 固定金物 j が受け持つ x 方向のせん断力（N）

F_{yj} ： 固定金物 j が受け持つ y 方向のせん断力（N）

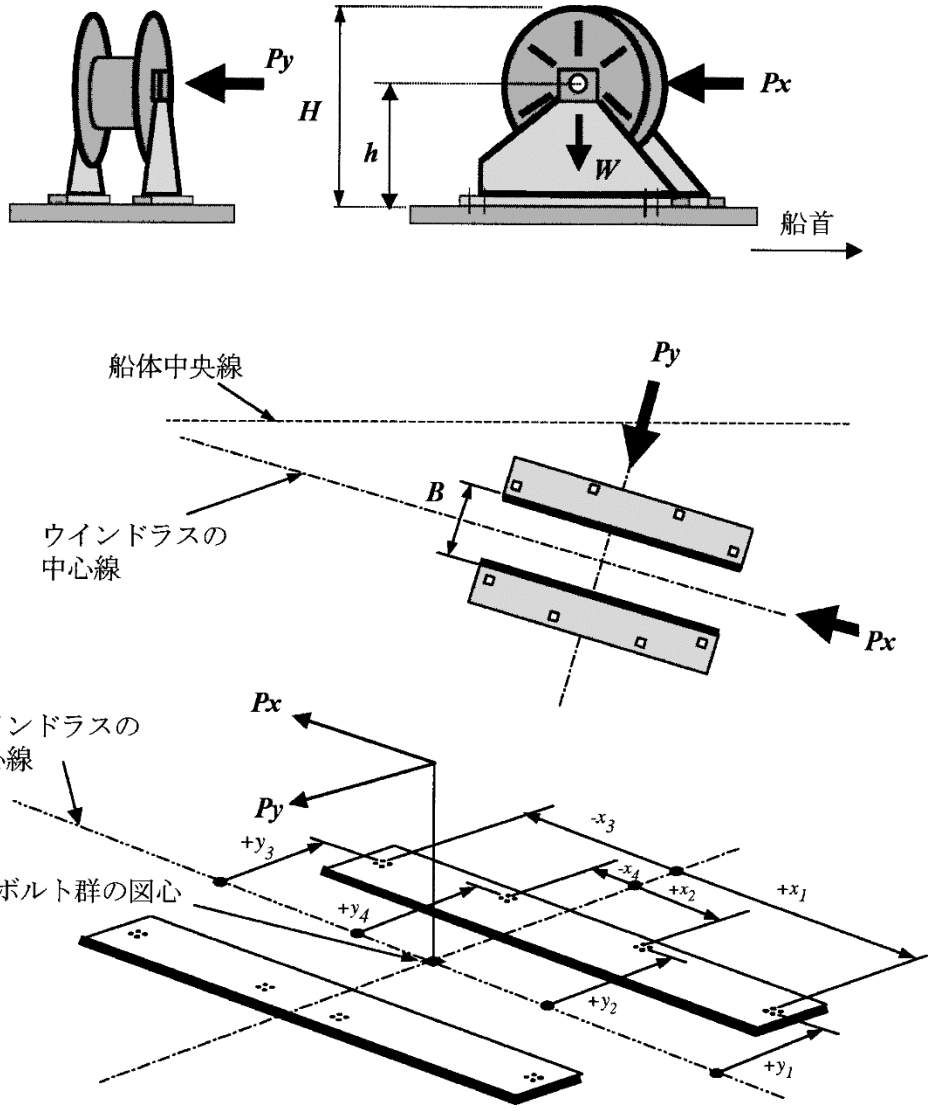
A_{xj} ：x 方向のせん断力に対する固定金物 j の有効断面積（mm^2）

A_{yj} ：y 方向のせん断力に対する固定金物 j の有効断面積（mm^2）

(3) ウインドラスの据付けに合成樹脂製のチョックを用いる場合には，当該チョックの面圧は**(1)**に掲げる軸力を考慮したものとすること。

(4) ウインドラスの支持構造は，設計時において**(1)**及び**(2)**により算出される軸力及びせん断力を考慮したものとすること。

図 D16.2.2-1 各記号の例



（備考）

1. P_yは船内側及び船外側の両方向を考慮すること。
2. P_yが図に示す方向と逆になる場合，y_iの方向も逆になることに注意すること。
3. $W = mg$

D17　冷凍装置及び雰囲気制御設備

D17.1　一般

D17.1.1　適用

-1. **規則 D 編 17.1.1-1.**にいう「・・・冷凍サイクルを構成する冷凍装置」には，圧縮機，コンデンサ，レシーバ，蒸発器，管装置及びこれらの付属機器等を含む。

-2. 圧縮機の使用動力が 7.5 *kW* 以下で，かつ，*R*134*a*，*R*404*A*，*R*407*C*，*R*407*H*，*R*410*A*，*R*449*A* 又は *R*507*A* を一次冷媒とする冷凍装置は，使用目的，使用条件及び船上での周囲環境に適したものとすること。

-3. *R*717 を一次冷媒とする冷凍装置の取扱いは，規則で定めるもの及び次の**-4.**から**-14.**による。

-4. アンモニア冷凍装置の提出図面

提出すべき図面及び資料は**規則 D 編 17.1.2** で定めるものに加えて，一般に次のとおりとする。

(a) *R*717 冷媒配管線図

(b) ガス検知器配置図

(c) 冷凍装置設置区画機器配置図

-5. アンモニア冷凍装置に対する一般要件

(1) *R*717 を一次冷媒とする貨物用冷凍装置は，ブラインを用いた間接冷凍方式のものでなければならない。

(2) 冷凍装置に用いられる圧力容器の分類は**規則 D 編 10 章**に規定する第 1 種圧力容器とし，また，一次冷媒管（以下，単に「冷媒管」という。）の分類は **D 編 12 章**に規定する 1 類管とする。

(3) 冷凍装置を構成する圧力容器及び管の設計圧力は，高圧側で 2.3*MPa*，低圧側で 1.8*MPa* 未満としてはならない。

(4) 冷凍装置はアンモニアガスを大気に放出せずに修理又は整備ができるよう，十分な容量の補助レシーバを備えなければならない。ただし，少なくとも最大容量のレシーバ内の冷媒を他のレシーバに収納できる場合は補助レシーバを省略することができる。

-6. アンモニア冷凍装置の材料

(1) アンモニアに接触する箇所には，腐食性の高い材料（銅，亜鉛，カドミウム，又はそれらの合金等）及び水銀を含有する材料を使用してはならない。

(2) 圧力容器及び管装置には，ニッケル鋼を用いてはならない。

(3) 冷媒管系に用いられる弁には鋳鉄弁を使用してはならない。

(4) 海水冷却式コンデンサは，海水による腐食を考慮して材料を選定しなければならない。

(5) 急速冷凍装置（コンタクトフリーザ）のフラットタンクがアルミニウム合金の押出形材として製造される場合には，**「船用材料・機器等の承認及び認定要領」第 1 編 5 章**に従って承認されたものでなければならない。

-7. アンモニア冷凍装置の配管艤装

(1) 冷媒管は居住区域を通過させてはならない。その他の設置区域外の区域を通過させる場合は，ダクトの中を通過させなければならない。

(2) 冷媒管系の管継手は，可能な限り突合せ溶接継手としなければならない。

(3) 圧力逃し装置で放出したガスは，低圧側に導く場合を除き，水に吸収させなければならない。

(4) 常時圧力がかかる箇所にガラス製の液面計を用いる場合は，次の規定によらなければならない。

(a) 液面計に使用するガラスは平型とし，外部からの衝撃に対し十分保護された構造とすること。

(b) 液面計の止め弁は，ガラスの破損時に液の流出が自動的に遮断される構造とすること。

(5) パージバルブから放出されるガスは直接大気に放出せず，水に吸収させなければならない。

(6) コンデンサの冷却海水の排出管は独立の配管とし，居住区域を通過させずに直接船外に導かなければならない。

-8. アンモニア冷凍機の制御警報装置

冷媒用圧縮機には，冷媒管系の高圧側の圧力が異常に高くなった場合に自動的に停止させる装置を設けなければならない。また，この装置が作動したときには設置場所及び監視場所に可視可聴警報を発する装置を設けなければならない。

-9. アンモニア冷凍機器の設置区画

(1) 冷凍機器及び貯蔵容器の設置区画（以下，「設置区画」という）は，漏洩したアンモニアが他区画に流出しないよ

う，気密の隔壁及び甲板で隔離された専用の区画とし，かつ設置区画には次の要件を満足する戸を設けなければならない。

(a) 設置区画には少なくとも 2 つ以上の戸を可能な限り離して設置し，少なくとも 1 つは直接暴露甲板に開口をもつこと。但し，直接暴露甲板に開口をもつことが不可能な場合は，少なくとも 1 つの開口はエアロック式の戸とすること。

(b) 暴露甲板以外に開口をもつ戸は，密閉性の高い自己閉鎖式戸とすること。

(c) 戸は容易に操作できる外開き構造とすること。

(2) ケーブル，管装置等の気密隔壁及び甲板の貫通箇所は気密構造としなければならない。

(3) 設置区画は，居室，病室及び制御室と隣接させてはならない。

(4) 設置区画に至る通路は，以下の要件を満足しなければならない。

(a) 通路は居室，病室及び制御室と隣接する場合，気密の隔壁及び甲板で隔離されること。

(b) 通路は居住区域の通路と隔離され，暴露甲板に直接通ずるものとすること。

(5) 設置区画には，流出した液体アンモニアが区画外に漏洩しないよう，冷凍装置及び貯蔵容器より低い位置に十分な大きさのドレン受けを設けなければならない。

(6) 設置区画の排水は，他の区画の開放型ビルジだめ又はビルジ道に排出されない独立のシステムとしなければならない。

-10. アンモニアガス除外装置

設置区画には，漏洩事故により生じたガスを設置区画から迅速に除外できるよう，次の**(1)**から**(5)**に従って通風装置，ガス吸収装置，水遮蔽装置及びガス吸収タンクからなるガス除外装置を設けなければならない。

(1) 設置区画には，常時換気できるよう，原則として次の要件を満足する機械式通風装置を設けること。

(a) 通風装置は設置区画を少なくとも毎時 30 回の換気を行うために十分な能力を有すること。

(b) 通風装置は他の通風装置から独立し，設置区画外から操作できること。

(c) 排気出口は，最も近い空気取入口又は居住区域，業務区域及び制御場所等の開口から少なくとも水平方向に 10*m*，かつ，暴露甲板より垂直方向に 4*m* 以上離すこと。

(d) ガスが設置区画及び排気ダクトに滞留しないよう，吸気口は設置区画内の低い位置に，排気口は高い位置に設けること。

(e) 排気ファンは，**R4.5.4-1.(2)**に適合する火花を生じない構造の通風機とすること。この規定の適用上，当該通風機が設置されるダクトの開放甲板上の開口には，13*mm*×13*mm* メッシュを超えない保護金網を取り付けるものとする。また，当該通風機を駆動する電動機は，原則として外装型のものとすること。

(2) 設置区画に至る通路には，独立の換気装置を設けなければならない。但し，前**(1)**で規定される通風装置で排気できるよう，ダクトが連結されている場合は，独立の換気装置を設ける必要はない。

(3) 設置区画には，迅速にガスを除外できるよう区画外から操作でき，次のいずれかを満足するガス吸収装置を設けなければならない。

(a) スクラバ

i) スクラバの処理能力は，排気ファンに至るガス濃度が確実に 25*ppm* 以下となるよう設計され，かつ，最大容量のレシーバ内のアンモニアを 30 分以内に吸収するのに十分なものであること。

ii) 設置区画のガス濃度が 300*ppm* を超えた場合，スクラバ用ポンプが自動始動するものであること。

(b) 水噴霧装置

i) 噴霧水量は，漏洩したガスを十分に吸収できる量とすること。

ii) ノズルは本会が適当と認めたものとし，原則として各冷凍装置を覆うよう配置すること。

iii) 設置区画のガス濃度が 300*ppm* を超えた場合，水噴霧装置が自動始動するものであること。

(4) 設置区画の全ての戸には，外部から操作のできる水遮蔽装置を設けなければならない。

(5) 設置区画には，迅速に液体アンモニアを回収できるよう，次の要件を満足するガス吸収水タンクを設けなければならない。

(a) タンクは，少なくとも 1 つの冷凍装置に充填されている冷媒を吸収した水を全て回収できる容量とすること。

(b) タンクは，常時張水の状態を保持できるよう，自動給水装置を設けること。

(c) タンクからのオーバフローは，希釈又は中和して直接船外に排出し，排出管は居住区域を通過させないこと。

(d) 設置区画内で発生するアンモニアのドレンは，タンクに回収されるようにすること。また，吸収水タンクから

ガスが逆流しないよう適当なドレントラップを設けること。

(e) タンクのベント管は前**(1)**の通風装置の排気管に接続されること。

-11. アンモニアガス検知警報装置

(1) 設置区画その他本会が必要と認める場所には，以下に従ってガス検知警報装置を設けなければならない。

(a) 次の要件を満足するガス検知器を少なくとも 1 個，各冷凍装置の上方に設けること。

i) アンモニアガス濃度が 25*ppm* を超えた場合，警報装置を作動させるものであること。

ii) アンモニアガス濃度が 300*ppm* を超えた場合，冷凍装置を自動停止し，ガス除外装置を自動作動させ，かつ，警報装置を作動させるものであること。

(b) 設置区画には，アンモニアガス濃度が 4.5%に達した場合に設置区画の電気設備の電源を遮断し，かつ警報装置を作動させることのできる適当な数の可燃性ガス検知器を設けること。

(c) 警報装置は，設置区画の戸に近接した設置区画内外の場所及び監視場所において，可視可聴警報を発するものであること。

(d) 設置区画の戸に近接した設置区画外の場所には，漏洩警報のための手動発信器を設けること。

(2) 設置区画に至る通路その他本会が必要と認める場所には，次の要件を満足するガス検知警報装置を設けなければならない。

(a) ガス検知器は，アンモニアガス濃度が 25*ppm* を超えた場合，警報装置を作動させるものであること。

(b) 警報装置は，設置区画の戸の近傍及び通路内において，可視可聴警報を発するものであること。

(3) 検知器は本会が適当と認め，かつ，連続的に検知できるものでなければならない。

-12. アンモニア冷凍装置の電気設備

(1) 漏洩事故時にその作動が要求される設置区画内の電気設備，ガス検知警報装置及び非常灯は，アンモニアガスに対して安全性が証明された防爆形としなければならない。

(2) 設置区画における前**(1)**以外の電気設備は，前**-11.(1)(b)**で要求される可燃性ガス検知器が作動した場合，設置区画外にある遮断器により自動的に遮断されるよう設備されなければならない。

(3) 設置区画内に，ガス吸収装置として水噴霧装置を設ける場合は，設置区画内の各電気機器は防水型としなければならない。

-13. アンモニア冷凍装置用安全・保安装具

アンモニア冷凍装置用安全・保安装具は，原則として以下に示すとおりとし，冷媒の漏洩に際しても容易に近づき得る設置区画外の場所に保管しなければならない。なお，格納場所は容易に識別できるよう表示されなければならない。

(1) 防護服（ヘルメット，安全靴，手袋等を含む。）×2

(2) 自蔵式呼吸具（30 分以上の機能を果たし得るもの）×2

(3) 眼の保護装具×2

(4) 洗眼器×1

(5) ほう酸

(6) 非常用懐中電灯×2

(7) 電気絶縁抵抗計×1

-14. 漁船等に対する要件

長さ 55*m* 以下の漁船（船舶安全法施行規則第 1 条第 2 項に定める船舶をいう。）に設置される冷凍装置，又はアンモニアの保有量が 25*kg* 以下の冷凍装置については**-9.**から**-12.**にかかわらず次の**(1)**から**(5)**による。

(1) 冷凍装置は機関室に設置することができる。この場合，冷凍装置より低い位置にドレン受けを設けなければならない。

(2) アンモニアガス除外装置は，次による。

(a) 冷凍装置設置場所付近の上方にアンモニアガスが滞留しないよう換気できる排気用の専用フードを持つ通風装置を設けること。この排気ファンは機関室通風ファンから独立したものであること。

(b) 冷凍装置設置場所付近に漏洩したガスを十分に吸収できる散水装置を設けること。また，散水ホース及び水噴霧ノズル等は，漏洩に際して迅速に放水できるよう配置されること。

(3) アンモニアガス検知警報装置は次による。

(a) アンモニア濃度が 25*ppm* を超えた場合，監視室（又は制御室）及び機関室入口に可視可聴警報を発する警報装置を設け，かつ，この検知器は冷凍装置の上方付近，排気口及び本会が必要と認める場所に設けること。

(b) アンモニア濃度が 300*ppm* を超えた場合，監視室（又は制御室）及び機関室入口に可視可聴警報を発する警報装置を設け，検知器は冷凍装置の上方付近及び本会が必要と認める場所に設けること。また，検知と同時に冷凍装置は自動停止するよう設備されること。

(c) 機関室出口には，漏洩警報のための手動発信器を設けること。但し，監視室（又は制御室）からの脱出経路が機関室を通過するように配置されている場合には，監視室（又は制御室）の出口にも手動発信器を設けること。

(d) 検知器は本会が適当と認め，かつ，連続的に検知できるものであること。

(4) 電気設備はできるだけ冷凍装置付近に設置しないよう配置されなければならない。

(5) 監視室（又は制御室）からの脱出経路が機関室を通過するように配置されている場合には，**-13.(2)**の自蔵式呼吸具の内の 1 つを監視室（又は制御室）に備えなければならない。

-15. 冷媒装置に用いられる冷媒の補給用容器は，「高圧ガス保安法」に基づく検査合格品を使用することができる。

-16. 冷蔵倉の雰囲気制御設備に関する用語の定義は，次の**(1)**から**(3)**による。

(1) 雰囲気制御設備
雰囲気制御設備とは，冷蔵設備を補助する手段として冷蔵倉に窒素を封入し，貨物の貯蔵を延ばすための設備をいう。

(2) 「雰囲気制御区画」とは，雰囲気制御を行うよう計画された気密を保持できる冷蔵倉をいう。

(3) 「危険区画」とは，雰囲気制御区画及び雰囲気制御区画に隣接する閉囲区画（水，油タンクを除く）をいう。

D17.1.2 提出図面及び資料

雰囲気制御設備については，次に掲げる図面及び資料，各 3 部を本会に提出しなければないない。

(1) 雰囲気制御設備の仕様書

(2) 雰囲気制御区画，危険区画及び装置の全体配置図

(3) 雰囲気制御区画のガス圧力調整弁（圧力・真空逃し弁）の配置図

(4) 雰囲気制御区画，窒素発生装置及びそれらに隣接する閉囲区画の換気システムの詳細及び配置図

(5) その他本会が必要と認める図面及び資料

D17.3 雰囲気制御設備

雰囲気制御設備の取扱いは次の**(1)**から**(4)**による。

(1) 雰囲気制御される冷蔵倉

(a) 気密性

i) 雰囲気制御区画は気密性の高い構造としなければならない。

ii) 雰囲気制御区画の隔壁又は甲板に電線，管，トランク，ダクトを通す場合は，気密性が損なわれないようにしなければならない。

iii) 雰囲気制御区画の倉口，出入口，通風筒等の開口には倉口蓋，戸，マンホール又はその他の閉鎖装置を設け，雰囲気制御区画の気密性が損なわれないようにしなければならない。

(b) 人身保護

i) 雰囲気制御区画の倉口，出入口，通風筒等の開口の閉鎖装置は雰囲気制御中に外部からの衝撃や誤操作によって容易に開放できない構造としなければならない。更に出入口のハッチ及び戸は施錠できる構造としなければならない。又，開口のすべてに，雰囲気制御中に誤って開放することを防止するための注意銘板を取付けなければならない。

ii) 雰囲気制御区画には雰囲気制御を開始する際に作動する窒素供給警報装置を設けなければならない。この警報装置は供給弁と連動させ，警報がその区画で鳴らなければ窒素が供給できないよう設備しなければならない。

(c) 雰囲気制御区画の保護

i) 雰囲気制御区画の圧力が，異常に正圧又は負圧にならないように，圧力・真空逃し弁を設けなければならない。

ii) 圧力・真空逃し弁の開口位置は，窒素を最大限に拡散できるように甲板よりできるだけ高い位置としなければならない。この高さは，いかなる場合でも，甲板上 2*m* 未満としてはならない。又，住居区域，業務区域及び機関区域の空気取入口又は開口のうち最も近いものから 5*m* 以上の距離に配置しなければならな

い。

(d) ガスフリー

i) 雰囲気制御区画の封入ガスを排出し区画内の雰囲気における酸素濃度を 21%まで増加させるために，ガスフリー装置を設けなければならない。

ii) ガスフリー装置からの排出ガス用開口の位置については，前**(c)ii)**の規定に従わなければならない。

iii) 排出ガス用開口位置には，危険表示をしなければならない。

(e) 雰囲気制御区画の隣接区画

i) 雰囲気制御区画は原則として居住区域に隣接させてはならない。

ii) 雰囲気制御区画に隣接する閉囲区画（水，油タンクを除く）には，区画の外部より操作することができる機械式給気通風装置を設けなければならない。

(2) 窒素発生装置

(a) 設置区域

固定の窒素発生装置は，隣接区画に対し気密の構造であって，且つ暴露甲板からのみ出入りできる専用の区画に設けなければならない。但し，本会が適当と認める特別な考慮が払われた場合は，機関区域内に設けることができる。

(b) 窒素の供給

i) 窒素発生装置から発生する酸素と余分な窒素を空気中に排出するための適当な装置を設け，その出口は暴露甲板上の安全な場所に導かなければならない。

ii) 窒素供給管（サンプルライン及び循環ラインを含む。）は，居住区域，業務区域及び制御場所を通過させてはならない。空所を通過させる場合は二重管としなければならない。

(c) 窒素発生装置室の換気

窒素発生装置室には排気式の機械通風装置を設け，その換気能力は，区画の総容積を 1 時間に少なくとも 10 回換気できるものとしなければならない。また，通風装置は，区画の外部より操作できなければならない。

(3) 人身保護のための監視警報装置

次の区画及び室には酸素濃度を監視し，かつ，酸素濃度が低下した場合に警報を発する固定式の酸素濃度監視警報装置を設けなければならない。

(a) 雰囲気制御区画の隣接区画

(b) 固定式窒素発生装置

(4) 安全設備

(a) 通信設備

i) 雰囲気制御区画と窒素放出制御場所間の通信用として双方向通信装置を設けなければならない。

ii) 前 **i)**により要求される双方向通信装置を携帯形とする場合，この通信装置の数は少なくとも 3 個以上とし，かつ，作業形態を十分に考慮した数としなければならない。

なお，この通信装置は，*SOLAS* 条約第 III 章 6 規則 2.1 項により要求される双方向無線電話装置とは別のものとしなければならない。

(b) 携帯形酸素濃度計

危険区画への立ち入りの際の安全のため，少なくとも 10 個の携帯形警報付酸素濃度計を備えなければならない。

(c) 応急医療具

船上には，酸素蘇生器を含む応急医療器具を備えなければならない。

D17.4 試験

D17.4.2 造船所等における試験

雰囲気制御設備に関する試験及び検査は次の**(1)**から**(4)**による。

(1) 各雰囲気制御区画の気密性を確認する。

(2) 雰囲気制御区画に設けられる圧力・真空逃し弁は，作動試験を行う。

(3) ガスフリー装置は，船内据付後，作動試験を行う。

(4) 制御，警報及び監視装置は，船内据付後，作動試験を行う。

D18　自動制御及び遠隔制御

D18.1　一般

D18.1.1　適用

自動船位保持設備（DPS）が主機の自動制御及び遠隔制御を行うための設備の一部として装備される場合には，**規則 D 編 18 章**の規定を適用する。

D18.2　システム設計

D18.2.6　安全システム

-1.　**規則 D 編 18.2.6-2.(1)**において，同 **9.9.10-1.(1)**から**(3)**により燃料遮断装置が動作した際に発する警報は，動作の原因を追求できるものであること。

-2.　自動で再点火を行う方式の燃焼装置で**規則 D 編 18.4.2-2.**に適合するものにあっては，同 **9.9.10-1.(1)**及び**(2)**の場合でも，同 **18.2.6-2.**の規定によらなくても差し支えない。

D18.2.7　コンピュータの使用

-1.　**規則 D 編 18.2.7-2.(1)(a)**にいう「一部の回路又は装置の故障による影響の範囲ができる限り限定される」とは，例えば，常時 2 台以上のコンピュータにより制御を行うシステムの場合，1 台のコンピュータの故障が他のコンピュータによる制御を妨げないようにすることをいう。

-2.　**規則 D 編 18.2.7-2.(2)(a)**にいう「本会の適当と認めるところ」とは，FMEA 等の故障解析手法によりシステムの信頼性の評価を行った結果について，本会の承認を得た場合をいう。

-3.　**規則 D 編 18.2.7-2.(2)(c)**にいう「本会の適当と認めるもの」とは，例えば VDU 及びアラームプリンタの組合せをいう。

D18.3　主機又は可変ピッチプロペラの自動制御及び遠隔制御

D18.3.1　一般

主機の機側制御装置の制御ハンドルを，主機の設置される区域と同一区域内であって周囲を閉囲されていない主制御場所に移設したものには，**規則 D 編 18.3** の規定は適用されない。

D18.3.2　主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置

-1.　**規則 D 編 18.3.2-1.(6)**にいう「制御に必要な警報装置」とは，次の**(1)**及び**(2)**に掲げるものをいう。当該警報装置は，可視表示により異常状態の種別及び対象機器の識別ができるものでなければならない。ただし，機関室において他の計器類により容易に識別し得る場合はこの限りではない。なお，主機の遠隔制御を行える場所が複数ある場合には，通常人のいる 1 つの主機遠隔制御場所にのみ当該警報装置を設けることで差し支えない。

(1)　次の場合に作動する警報装置

(a)　潤滑油圧力の低下

(b)　冷却水圧力の低下（又は温度上昇若しくは冷却ポンプの停止）

(c)　遠隔制御用の油圧若しくは空気圧の低下又は電源の喪失

(d)　非常停止装置の作動

(2)　推進用電動機を主機とする船舶については，**(1)**に掲げる場合に加えて，次の場合に作動する警報装置

(a)　給電回路の絶縁抵抗低下

(b)　半導体電力変換装置の冷却通風機異常停止

(c)　半導体電力変換装置の冷却水圧力低下（又は温度上昇若しくは冷却水ポンプの停止）

(d)　半導体電力変換装置の半導体保護装置の作動

-2.　蒸気タービンを主機とする船舶については，**規則 D 編 18.3.2-1.(1)**に定める遠隔制御装置の一部として，後進操作の際に後進中間弁を自動的に開弁する装置を設けること。

-3. 主機の設置される区域と同一区域内にあって周囲を閉囲されている主制御場所に主機の制御装置が設けられている場合には，主機の機側制御装置を省略することができる。

-4. **規則 D 編 18.3.2-3.**において，主機又は可変ピッチプロペラの遠隔制御装置の故障とは，次の場合を想定する。

(1) 遠隔制御装置の動力源（電源，空気圧及び油圧）の喪失

(2) コンピュータを使用する装置にあってはコンピュータの故障

-5. **規則 D 編 18.3.2-4.**において，**規則 D 編 2.5.3-2.**に示す始動回数を満足する以前に圧力低下警報が作動する場合であっても，これ以後の始動は引続き遠隔制御場所から可能で，所定の回数を満足すること。

-6. **規則 D 編 18.3.2-3.(5)**の適用においては，非常停止装置が電気系統により構成され通電により作動する場合，回路の電源喪失及び断線の監視を行うこと。

D18.3.3 船橋制御装置

-1. 船橋制御装置の操作ハンドル（又はボタン）は，エンジンテレグラフと連動するものを推奨する。

-2. **規則 D 編 18.3.3(3)**にいう「操船上の状況判断に必要な時間」は，5 秒程度が望ましい。

-3. **規則 D 編 18.3.3(3)**及び **18.3.3(4)(b)**にいう「短時間のうちに主機が完全な破壊に至る場合」とは，例えば次のような場合をいう。

(1) 過回転となった場合

(2) 主軸受潤滑油圧力が異常低下した場合

-4. **規則 D 編 18.3.3(5)**の適用上，**規則 B 編 2.3.1-1.(2)**の後進試験の実施時に主機に異常が見られないことの確認として差し支えない。

D18.3.4 安全措置

規則 D 編 18.3.4-1.(1)(a)にいう「必要なインタロック」として，主機の遠隔制御装置には，次の場合に始動が行われないようにインタロックを設けること。

(1) ターニング装置の嵌合状態

(2) 主潤滑油の圧力低下

D18.5 発電装置の自動制御及び遠隔制御

D18.5.1 一般

規則 D 編 18.5.1-6.により**規則 D 編 2.4.5-1.**を適用する場合において，本会によって承認された形式の主軸受及びクランクピン軸受の潤滑油出口温度監視装置は，**D2.4.5-1.**にいう「これと同等の装置」に含まれる。

D18.7 試験

D18.7.1 製造工場等における試験

-1. **規則 D 編 18.7.1** にいう「本会が必要と認めるもの」とは，主機の制御装置で電子化されたもの及び電気推進船に設置される**表 D18.7.1-1.**に掲げる装置及び機器を標準とする。

-2. **規則 D 編 18.7.1(1)**にいう「本会が別に定めるところ」とは，**「船用材料･機器等の承認及び認定要領」第 7 編 1 章**をいう。

表 D18.7.1-1. 環境試験が要求される装置及び機器

自動化装置	機関の監視警報装置 主機遠隔制御装置 ボイラ制御装置 発電機制御装置
自動化機器	検出器（温度，圧力，回転数等） 表示器（電気式のみ） アナンシエータ 制御用機器 コンピュータ シーケンサ 電源機器（電子的な変換システムを有するもの）

D24　予備品，要具及び装備品

D24.1　一般

D24.1.1　適用等

-1.　予備品の種類及び数量の増減

機関の設計並びに使用実績及び保守整備の方法等を参酌して，**規則 D 編 24.2.1** の各表に規定される予備品の種類及び数量を増減することがある。

-2.　漁船の予備品，要具及び装備品

漁船の予備品，要具及び装備品は逓信，農林省令漁船特殊規程第 4 章第 70 条の規定を準用する。ただし，逓信，農林省令漁船特殊規則第 5 条に規定される従業制限第 3 種で，かつ，船の長さが 30 *m* 以上の漁船には，**規則 D 編 24.2** の規定も併せて適用する。

（備考）漁船の定義は，運輸省令船舶安全法施行規則第 1 章第 1 条 2 による。

-3.　ガソリン機関の予備品

ガソリン機関の予備品の種類及び数量は，**規則 D 編 24.2.1 表 D24.1** 又は **D24.2** の規定に**表 D24.1.1-1.**に示すものを加えたものとする。

-4.　蒸気加熱式蒸気発生器の予備品

蒸気加熱式蒸気発生器に対する予備品の種類及び数量は噴油バーナに関するものを除き，**規則 D 編 24.2.1 表 D24.5** に準ずる。

D24.2　予備品，要具及び装備品

D24.2.1　予備品

ポンプ及び空気圧縮機

(1) 蒸気タービンを主機とする船舶において，スクープ装置を循環ポンプに代わるものとして設置する場合には予備循環ポンプに対して予備品を必要とする。

(2) 排ガスエコノマイザ循環ポンプ，バラスト専用ポンプに対しては予備品を必要としない。

D24.2.2　要具及び装備品

機関設備の保守，整備及び修理上必要な特殊要具及び装備品にはインジケータ，ブリッジゲージ又はこれに代わるものを含むものとする。

表 D24.1.1-1. ガソリン機関の予備品の追加分

機関の種類	予備品の種類	数量	
		海洋及び近海区域	沿海及び平水区域
ガソリン機関	点火プラグ	シリンダ 1 個ごとに 1 個	シリンダ 2 個ごとに 1 個

附属書 D2.3.1クランク軸応力の計算に関する検査要領

1.1 適用

本計算方法は，往復動内燃機関の一体形及び半組立形の鍛鋼又は鋳鋼製クランク軸に適用する。

1.2 応力計算

クランク軸と腕との付根すみ肉部の機械的応力の計算方法は次による。

1.2.1 曲げモーメントによる腕付根すみ肉部における応力

曲げモーメントによる腕付根すみ肉部における応力は次式で求める。

$$\sigma_x = 1.08\alpha_{KB}\frac{M_W}{Z} \quad (1)$$

$$\sigma_y = 0.285\alpha_{KB}\frac{M_W}{Z} \quad (2)$$

ここに，

σ_x ：曲げモーメントによる腕付根すみ肉部の軸方向応力

σ_y ：曲げモーメントによる腕付根すみ肉部の円周方向応力

α_{KB}：曲げ形状係数で，**D2.3.1-5.(1)**のα_{KB}に同じ

Z ：軸の断面係数

M_W：腕の厚さ中心のクランク平面に直角な曲げモーメントで下記による。

(1) クランク軸に作用する外力としては，爆発力，往復運動部及び偏心回転部の慣性力のみを考える。外力は集中荷重としてピン軸受中心に作用し，軸は主軸受中心で支えられるものとする。

(2) 支点の曲げモーメント（M_i）は次の方程式を連立して求める（**図 1** 参照）。
計算は船首端から船尾端までのクランクスローの前後の，少なくとも各々1 スパンまでについて行う。

$$\frac{3L_{i-1}^2}{32L_i}M_{i-2} + \left\{L_i - \frac{3L_{i-1}^2}{32L_i}\left(1+\frac{L_{i-1}}{L_i}\right) - \frac{3L_i}{32}\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right)\right\}M_{i-1} + \left[2(L_i+L_{i+1}) + \frac{3}{32}\left\{\frac{L_{i-1}^3}{L_i^2} + L_i\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right)^2 + L_{i+1}\right\}\right]M_i$$
$$+\left[L_{i+1} - \frac{3}{32}\left\{\frac{L_i^2}{L_{i+1}}\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right) + L_{i+1}\left(1+\frac{L_{i+1}}{L_{i+2}}\right)\right\}\right]M_{i+1} + \frac{3L_{i+1}^2}{32L_{i+2}}M_{i+2} + \frac{3}{32}\left\{\frac{L_{i-1}^2}{L_i}\sum_j W_{i-1\cdot j}a_{i-1\cdot j} - L_i\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right)\sum_j W_{ij}a_{ij}\right.$$
$$\left.+\frac{L_{i-1}^3}{L_i^2}\sum_j W_{ij}(L_i - a_{ij}) + L_{i+1}\sum_j W_{i+1\cdot j}a_{i+1\cdot j} - \frac{L_i^2}{L_{i+1}}\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right)\sum_j W_{i+1\cdot j}(L_{i+1} - a_{i+1\cdot j}) + \frac{L_{i+1}^2}{L_{i+2}}\sum_j W_{i+2\cdot j}(L_{i+2} - a_{i+2\cdot j})\right\}$$
$$+\frac{1}{L_i}\sum_j W_{i\cdot j}a_{i\cdot j}(L_i^2 - a_{i\cdot j}^2) + \frac{1}{L_{i+1}}\sum_j W_{i+1\cdot j}a_{i+1\cdot j}(L_{i+1} - a_{i+1\cdot j}) \times (2L_{i+1} - a_{i+1\cdot j}) = 0 \quad (3)$$

(3) 腕中心の曲げモーメント（M_W）は次式から求める（**図 2** 参照）。

$$M_{WFi} = \frac{L_i - l_{WFi}}{L_i}M_{i-1} + \frac{l_{WFi}}{L_i}M_i + l_{WFi}\sum_j\left(1 - \frac{a_{i\cdot j}}{L_i}\right)W_{i\cdot j} \quad (4)$$

$$M_{WAi} = \frac{L_i - l_{WAi}}{L_i}M_{i-1} + \frac{l_{WAi}}{L_i}M_i + (L_i - l_{WAi})\sum_j\frac{a_{i\cdot j}}{L_i}W_{i\cdot j}$$

図 1　　連続はり

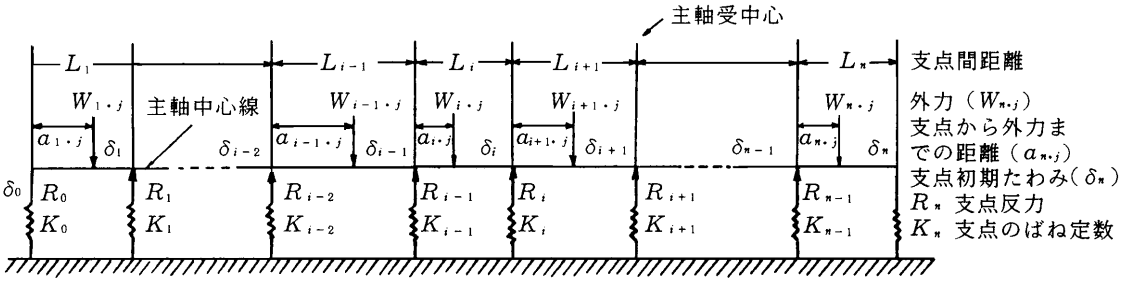
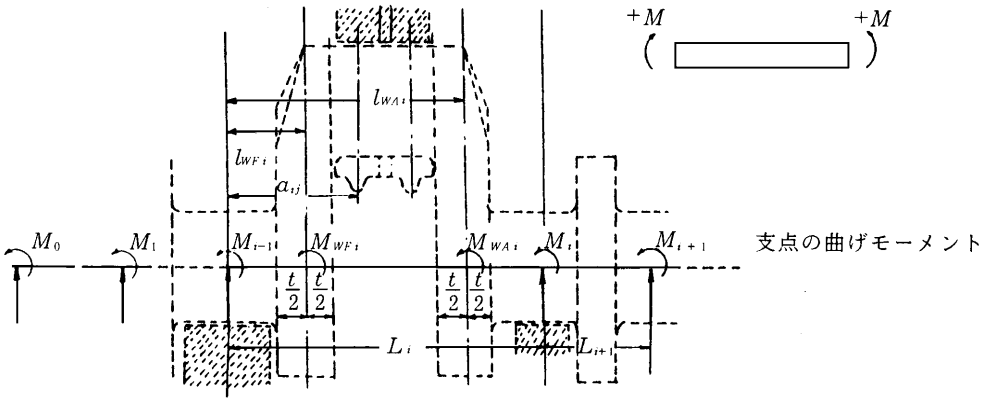


図 2　　任意の点の曲げモーメント



1.2.2　ねじりモーメントによる腕付根すみ肉部の応力

ねじりモーメントによる腕付根すみ肉部の応力（ねじり応力）は次式で求める。

$$\tau_f = \alpha_{KT}\frac{T}{Z_p} \quad (5)$$

ここに，

τ_f　：腕との付根すみ肉部のねじり応力

α_{KT}：ねじり形状係数で **D2.3.1-5.(1)**のα_{KT}に同じ

Z_p　：軸の極断面係数

T　：ピン又はジャーナルに作用するねじりモーメントで，自由端側から順次加算して求める。考慮すべき外力は曲げ応力の場合に同じ

1.2.3　等価応力

等価応力(主応力)は次式で求める。

$$\left.\begin{matrix}\sigma_1\\ \sigma_2\end{matrix}\right\} = \frac{\sigma_x+\sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}\right)^2+\tau_f^2} \quad (6)$$

$$\delta = \frac{1}{2}tan^{-1}\frac{2\tau_f}{\sigma_x-\sigma_y} \quad (7)$$

ここに，

σ_1　：腕との付根すみ肉部における最大主応力

σ_2　：腕との付根すみ肉部における最小主応力

δ　：軸方向に対するσ_1の傾き角

1.2.4　等価応力片振幅σ_eの算定

等価応力片振幅σ_eの算定は次による。

1.2.1～**1.2.3** の計算をクランク回転角 10 度毎に行い，これらの値を組合わせて次の(8)式による$\sigma_{resultant}$を算定し，その最大値をもってそのスローの等価応力片振幅σ_eとする。

$$\sigma_{resultant} = \frac{1}{2}[\sigma_{1\theta I} cos^2\theta$$

$$-\sigma_{2\theta II} sin^2(\theta + \delta_{\theta II} - \delta_{\theta I})] \quad (8)$$

ここに,

$$\theta = \frac{1}{2} tan^{-1} \frac{-2\sigma_{2\theta II}}{\sigma_{1\theta I} - \sigma_{2\theta II}} cot(\delta_{\theta II} - \delta_{\theta I})$$

$\sigma_{1\theta I}$, $\delta_{\theta I}$ ：クランク回転角がθIのときのσ_1, δを示す。

$\sigma_{2\theta II}$, $\delta_{\theta II}$ ：クランク回転角がθIIのときのσ_2, δを示す。