

目次

鋼船規則 CSR-B 編 ばら積貨物船のための共通構造規則	9
1 章 一般原則	9
1 節 適用	9
1. 通則	9
2. 規則適用	10
3. 船級符号への付記	11
2 節 適合確認	13
1. 一般	13
2. 提出書類	13
3. コンピュータプログラム	15
3 節 機能要件	16
1. 一般	16
2. 機能要件	16
3. その他の法規	17
4. 工事	17
5. 構造詳細	18
4 節 記号及び定義	19
1. 主要な記号及び単位	19
2. 記号	21
3. 定義	23
4. 参照座標系	27
2 章 一般配置設計	28
1 節 隔壁配置	28
1. 横置水密隔壁の数及び配置	28
2. 船首隔壁	28
3. 船尾隔壁、機関区域隔壁及び船尾管	29
4. タンク隔壁の数と配置	29
5. 横置水密隔壁の配置	29
6. 水密隔壁の開口	29
2 節 区画配置	32
1. 定義	32
2. コファダム	32
3. 二重底	32
4. 船首隔壁前方の区画	33
5. 最小船首高さ	33
6. 軸路	35
7. 水密通風筒及びトランク	35

8.	燃料油タンク	35
3 節	交通設備	36
1.	一般.....	36
2.	交通設備の技術要件	37
3.	軸路.....	41
4.	操舵機室への交通.....	42
3 章	構造設計の原則.....	43
1 節	材料.....	43
1.	一般.....	43
2.	船体構造用圧延鋼材	43
3.	鍛鋼品及び鋳鋼品	49
4.	アルミニウム合金構造.....	50
5.	その他の材料及び製品.....	51
2 節	ネット寸法手法	52
1.	一般原則	52
2.	適用基準	52
3.	ネット寸法手法	53
3 節	腐食予備厚.....	55
1.	腐食予備厚.....	55
4 節	限界状態	57
1.	一般.....	57
2.	強度基準	58
3.	衝撃荷重に対する強度評価	58
5 節	防食措置	59
1.	一般.....	59
2.	犠牲陽極	60
3.	内張板による内底板の保護	61
6 節	構造配置原則	62
1.	適用.....	62
2.	一般原則	62
3.	板	63
4.	防撓材	63
5.	主要支持部材	67
6.	二重底構造.....	71
7.	貨物区域内の二重船側構造	74
8.	貨物区域内の単船側構造	76
9.	甲板構造	79
10.	隔壁構造	83
11.	梁柱.....	89
4 章	設計荷重.....	90

1 節	一般.....	90
1.	一般.....	90
2 節	船体運動及び加速度	91
1.	一般.....	91
2.	船体絶対運動及び加速度	91
3.	船体相対加速度	92
3 節	ハルガーダ荷重	94
1.	一般.....	94
2.	静水荷重	94
3.	波浪荷重	96
4 節	荷重ケース.....	99
1.	一般.....	99
2.	荷重ケース.....	100
5 節	外圧.....	102
1.	船側及び船底に作用する外圧.....	102
2.	暴露甲板上の外圧.....	105
3.	船楼及び甲板室の外圧.....	107
4.	船首部の圧力	109
5.	ハッチカバーの外圧	111
6 節	内圧及び力.....	112
1.	ばら積貨物による面外圧力	113
2.	液体による面外圧.....	115
3.	浸水時における面外圧力及び力	116
4.	水圧試験時の圧力.....	119
7 節	積付状態	121
1.	適用.....	121
2.	一般.....	122
3.	局部強度に対する設計積付状態	123
4.	直接強度解析のための設計荷重条件.....	125
8 節	ローディングマニュアル及び積付計算機.....	127
1.	一般.....	127
2.	ローディングマニュアル	127
3.	積付計算機.....	128
4.	年次検査及び定期検査.....	129
5.	荷役／荷揚げの手順	129
付録 1	マスチャート	132
1.	一般.....	132
2.	単独貨物倉の最大及び最小積載質量.....	132
3.	隣接する 2 つの貨物倉での最大及び最小積載質量.....	135
付録 2	直接強度評価で考慮する標準積付状態	138

付録 3	疲労強度評価で考慮する標準積付状態	151
5 章	ハルガーダ強度	155
1 節	降伏強度評価	155
1.	船体横断面の強度特性	155
2.	ハルガーダ応力	159
3.	評価基準	161
4.	断面係数及び断面二次モーメント	161
5.	許容静水中縦曲げモーメント及びせん断力	163
2 節	ハルガーダの最終強度評価	165
1.	適用	165
2.	ハルガーダの最終強度評価	165
付録 1	ハルガーダ最終強度	167
1.	ハルガーダの最終強度評価	167
2.	$M-X$ 曲線の計算基準	167
6 章	船体構造寸法	178
1 節	板部材	178
1.	一般	178
2.	一般規定	179
3.	面外荷重を受ける板部材の強度評価	185
2 節	防撓材	189
1.	一般	189
2.	一般規定	190
3.	降伏強度評価	194
4.	主要支持部材付き防撓材	203
3 節	防撓材及び防撓パネルの座屈及び最終強度	207
1.	一般	208
2.	適用	209
3.	パネルに対する評価基準	213
4.	部分パネル及び集合パネル	214
5.	有効幅	218
6.	浸水状態における立て式波形横置隔壁	220
4 節	主要支持部材	221
1.	一般	221
2.	L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶の主要支持部材の寸法	222
3.	BCA 船及び BCB 船の主要支持部材に対する追加要件	229
4.	梁柱	231
5.	主要支持部材の浸水状態における評価	232
付録 1	座屈及び最終強度	233
1.	6 章 3 節の適用	233
7 章	直接強度評価	238

1 節	主要支持部材の直接強度評価.....	238
1.	一般.....	238
2 節	貨物倉構造全体の有限要素解析	240
1.	一般.....	240
2.	解析モデル.....	240
3.	強度基準	244
3 節	詳細応力評価	248
1.	一般.....	248
2.	解析モデル.....	248
3.	評価基準	251
4 節	疲労強度評価のためのホットスポット応力解析.....	252
1.	一般.....	252
2.	解析モデル.....	252
3.	ホットスポット応力	254
付録 1	有限要素モデルの船長方向範囲	259
1.	船長方向範囲	259
2.	要素分割例.....	260
付録 2	有限要素解析における変位法による座屈強度評価	261
1.	概説.....	261
2.	変位法	261
8 章	構造詳細の疲労評価	265
1 節	通則.....	265
1.	一般.....	265
2.	定義.....	265
3.	積付.....	266
2 節	疲労強度評価	267
1.	一般.....	267
2.	等価ノッチ応力範囲	267
3.	疲労被害度計算	269
4.	疲労強度基準	270
3 節	主要部材の応力評価	271
1.	一般.....	271
2.	ホットスポット応力範囲	271
3.	ホットスポット平均応力	272
4 節	防撓材の応力評価.....	273
1.	一般.....	273
2.	ホットスポット応力範囲	273
3.	ホットスポット平均応力	278
5 節	ハッチコーナーの応力評価	284
1.	一般.....	284

2.	公称応力範囲	284
3.	ホットスポット応力	285
付録 1	振りに対する横断面形状	287
1.	計算式	287
2.	単船側構造の横断面に対する計算例	290
9 章	その他の構造	294
1 節	船首部	294
1.	一般	294
2.	配置	295
3.	荷重モデル	296
4.	寸法	296
5.	船首船底補強	299
6.	船首材	302
7.	船首楼	302
2 節	船尾部	304
1.	一般	304
2.	荷重モデル	305
3.	船尾倉	305
4.	寸法	306
5.	船殻構造とラダーホーンの結合	308
6.	船尾骨材	308
3 節	機関区域	311
1.	一般	311
2.	二重底	312
3.	船側	313
4.	プラットホーム	313
5.	梁柱	314
6.	機関室囲壁	314
7.	主機台	315
4 節	船楼及び甲板室	317
1.	一般	317
2.	配置	317
3.	荷重モデル	319
4.	寸法	319
5.	船楼及び甲板室の端部隔壁	320
5 節	ハッチカバー	322
1.	一般	322
2.	配置	323
3.	有効幅	325
4.	荷重モデル	325

5.	強度評価	326
6.	ハッチコーミング	331
7.	締付け装置	334
8.	排水設備	336
9.	船首部暴露甲板の小倉口	337
6 節	船体及び船楼の開口配置	341
1.	一般	341
2.	外部開口	341
3.	舷窓、窓及び天窗	342
4.	排出口	344
5.	放水口	345
6.	機関室口	349
7.	昇降口	349
8.	通風筒	350
9.	タンククリーニング用の開口	351
10 章	船体艤装	352
1 節	舵及び操船装置	352
1.	一般	353
2.	舵力及び舵トルク	354
3.	舵頭材の寸法	356
4.	舵カップリング	361
5.	舵及び舵ベアリング	365
6.	舵頭材の設計許容モーメント	370
7.	停止装置及び固定装置	370
8.	プロペラノズル	370
9.	ラダーホーン及びシューピースの寸法	371
10.	舵カップリングフランジ	377
11.	旋回式推進装置	378
2 節	ブルワーク及びガードレール	381
1.	一般	381
2.	ブルワーク	381
3.	ガードレール	382
3 節	艤装	384
1.	一般	384
2.	艤装数	384
3.	艤装	387
11 章	建造及び試験	397
1 節	構造	397
1.	構造詳細	397
2 節	溶接	400

1.	一般.....	400
2.	溶接継手の種類	401
3.	接合部の詳細	406
3 節	区画試験	408
1.	一般.....	408
2.	試験方法	408
3.	試験要件	409
12 章	船級符号への追加の付記	412
1 節	グラブ荷役.....	412
1.	一般.....	412
2.	強度要件	412
13 章	就航後の船舶，切替え基準	413
1 節	船級維持	413
1.	一般.....	413
2 節	許容基準	414
1.	局部強度に関する許容基準	414

鋼船規則 CSR-B 編 ばら積貨物船のための共通構造規則

1 章 一般原則

1 節 適用

1. 通則

1.1 構造要件

1.1.1

本編の規定は、本会に船級登録する船舶であって 2006 年 4 月 1 日から 2015 年 6 月 30 日までの間に建造契約が行われたものに適用する。

(注記)

『建造契約』とは、予定される船主と造船所との間で船舶を建造する契約が調印された日をいう。『建造契約』の日に関する詳細については、*IACS Procedural Requirement No.29* を参照すること。

1.1.2

本編の規定は、船の長さ L_{CSR-B} が 90m 以上で、航路制限のない単船側構造及び二重船側構造のばら積貨物船の船体構造に適用する。

ここで、ばら積貨物船とは、主として乾貨物をばら積みし自航する船舶であって、一般に、貨物区域の長さの範囲にわたり、一層の甲板、二重底、ビルジホッパタンク及びトップサイドタンクを有し、船側構造を単船側又は二重船側構造とするものをいい、鉱石運搬船及び兼用船は除く。

ハイブリッド型ばら積貨物船については、1 つ以上の貨物倉においてビルジホッパタンク及びトップサイドタンクを有する場合、本編の適用を受ける。この場合、ビルジホッパタンク若しくはトップサイドタンク又はその両方を有しない貨物倉の構造部材強度についても、本編に規定する強度基準を満足しなければならない。

1.1.3

本編は、以下の特性を有するすべてのばら積貨物船に適用される船殻構造寸法、配置、溶接、構造詳細、材料及び艤装品に対する *IACS* の要件を含む。

- ・ $L_{CSR-B} < 350m$
- ・ $L_{CSR-B}/B > 5$
- ・ $B/D < 2.5$
- ・ $C_B \geq 0.6$

1.1.4

本編の規定は、3 章 1 節の規定を満足する特性を有する鋼で溶接により建造される船体構造に適用する。本規定は、船楼又は小倉口蓋のような船体構造の一部を、鋼以外の材料であって 3 章 1 節の規定を満足するものとする溶接構造の船舶にも適用する。

1.1.5

船体材料が 1.1.4 に規定する材料と異なる船舶及び新設計又は一般的でない船体設計の船舶については、本編で採用された原則及び基準を基に、個々に検討しなければならない。

1.1.6

本編の適用において、考慮する構造用喫水は、指定乾舷に対応する喫水未満としてはならない。

1.1.7

構造寸法を 7 章に規定する直接強度計算手順と異なる計算手順により決定する場合、2 節に詳述する適切な資料を本会に提出しなければならない。

1.2 揚貨設備に関する適用**1.2.1**

船体構造の一体構造とみなされる揚貨設備の固定部分（例えば、クレーン本体、デリックブーム、ロープ、索具及び一般的に取り外し可能な部品を除くクレーンポスト脚部、マスト、キングポスト、デリック基部等）であって船殻構造に直接影響を及ぼす部分については、船体構造に恒久的に溶接固着される構造としなければならない。船体構造に組み込むマストのシュラウドは、固定部分とみなす。

1.2.2

揚貨設備の固定部分及び船体構造への固着部については、当該設備を設備登録するか否かにかかわらず、**揚貨設備規則**の関連規定によらなければならない。

1.2.3

固定の揚貨設備を支持する構造及び移動式の設備を支持するために取り付ける構造は、当該設備の操作によってそれに生じる付加荷重を考慮して設計しなければならない。

1.3 溶接施工方法に関する適用**1.3.1**

本編の規定は、船体構造の溶接接続部の準備、溶接及び検査にも適用する。

船体構造の溶接接続部の準備、溶接及び検査に関する事項であって、本編に規定しないものについては、**M 編**の溶接施工及び溶接資格に関する一般規定によらなければならない。

2. 規則適用**2.1 船舶部****2.1.1 一般**

本編の適用にあたっては、船舶を次の3つの部分に分けて取り扱う。

- ・ 船首部
- ・ 中央部
- ・ 船尾部

2.1.2 船首部

船首部とは、次のような船首隔壁の前方に位置する構造をいう。

- ・ 船首倉構造
- ・ 船首材

上記に加え、次を含む。

- ・ 船首船底部の補強部
- ・ バウフレアの補強部

2.1.3 中央部

中央部とは、船首隔壁と船尾隔壁間に位置する構造をいう。船首船底部又はバウフレア部が船首隔壁の後方に伸びている場合、それらは船首部として扱う。

2.1.4 船尾部

船尾部とは、船尾隔壁の後方に位置する構造をいう。

2.2 船体構造各部に対する規則適用**2.2.1**

船体構造寸法については、**表 1**に従い各章及び各節の規定を適用しなければならない。

表 1 船体構造寸法に対して適用する章及び節

部	適用する章及び節	
	一般規定	特別規定
船首部	1 章 2 章 3 章 4 章 5 章	9 章 1 節
中央部		6 章 7 章 8 章
船尾部		9 章 2 節
	9 章 (9 章 1 節及び 9 章 2 節を除く。) ⁽¹⁾	
	11 章	

備考：

(1) **2.3** 参照

2.3 船舶のその他の事項に対する規則適用

2.3.1

船舶のその他の部分の寸法については、**表 2** に従い各章及び各節を適用しなければならない。

表 2 船舶のその他の部分の寸法に適用する章及び節

項目	適用される章及び節
機関室	9 章 3 節
船楼及び甲板室	9 章 4 節
ハッチカバー	9 章 5 節
船体及び船楼の開口	9 章 6 節
舵	10 章 1 節
ブルワーク及びガードレール	10 章 2 節
艀装	10 章 3 節

3. 船級符号への付記

3.1 追加の付記 BC-A, BC-B 及び BC-C

3.1.1

以下に示す規定は、**1.1.2** に定義する船舶であって長さが 150m 以上のものに適用する。

3.1.2

ばら積貨物船には、次に掲げる記号のいずれか 1 つを船級符号に付記しなければならない。

a) BC-A

BC-B に関する条件に追加して、最大喫水状態において特定の貨物倉が空倉であり、貨物密度 $1.0t/m^3$ 以上の乾貨物をばら積み運送するように設計されたばら積貨物船

b) BC-B

BC-C に関する条件に追加して、全ての貨物倉に貨物密度 $1.0t/m^3$ 以上の乾貨物をばら積み運送するように設計されたばら積貨物船

c) BC-C

貨物密度が $1.0t/m^3$ 未満の乾貨物をばら積み運送するように設計されたばら積貨物船

3.1.3

設計時に適用する設計積付状態の結果として運航時に順守されるべき詳細な制限が規定される場合、次に掲げる事項を船級符号に追加で付記する又は登録原簿に注記しなければならない。

- ・ BC-A 又は BC-B を付記する船舶において最大貨物密度を $3.0t/m^3$ 未満とする場合、最大貨物密度 (t/m^3) を登録原簿に注記する。(4 章 7 節 2.1 参照)

- ・ 船舶が **4章7節3.3** の条件に従って多港積荷又は揚荷状態に対する設計されていない場合、*no MP* を追加で付記する。
- ・ *BC-A* を付記する船舶については、空倉とする貨物倉の許容される組合せを登録原簿に注記する。(**4章7節2.1** 参照)

3.2 追加の付記 GRAB [X]

3.2.1 適用

3.1.2 により *BC-A* 又は *BC-B* を付記する船舶については、追加に *GRAB [X]* を船級符号に付記しなければならない。これらの船舶に対しては、**12章1節** に規定する *GRAB* に対する要件の適用において、積荷のない状態におけるグラブ重量 [X] トンを 20 トン以上としなければならない。その他の船舶については、追加の付記は任意とする。

3.3 付記 CSR

3.3.1 適用

本編の規定に適合する船舶については、**A編1.2** の規定による付記並びに **3.1** 及び **3.2** に掲げる付記に加え、船級符号に *CSR* を付記する。

2 節 適合確認

1. 一般

1.1 船舶の新造

1.1.1

船舶の新造において、2.に示す承認用に提出される図面及び書類は、船舶に指定される船級符号及び付記又は船の長さに対応した関連基準を考慮し、本編の 1 章から 12 章に適用される規定を満足するものとしなければならない。

1.1.2

船舶が製造中登録検査を受ける場合、本会は次のことを行う。

- ・ 規則で要求され、提出される図面及び書類の承認
- ・ 船舶の建造中に使用される材料及び艤装品の設計の承認及び製造所における検査
- ・ 承認図面に関して、検査を実施する又は寸法及び構造が規則要求に適合していることを確認する適切な証拠を得る。
- ・ 規則に規定される試験及び試運転に立会する。
- ・ 船級符号「NS*」を表示する。

1.1.3

製造中登録検査を受ける船舶の建造に使用される材料及び艤装品については、本会が別に定める規則による。これらの材料及び艤装品については、当該規則中の個々の事項によるものとし、原則として設計についての承認及び製造所における検査を受けること。

1.1.4

船舶建造中において本会の関与する部分として、本会検査員は、以下のことを行う。

- ・ 規則に規定される船舶の部位の全体にわたり検査を実施する。
- ・ 規則で規定される場合、製造方法及び製造手順について検査する。
- ・ 規則に規定される事項について、本会が指示する事項について確認する。
- ・ 適用される場合又は必要と判断される場合、試験及び試運転に立会する。

1.2 就航後の船舶

1.2.1

就航後の船舶については、本編の 13 章の規定を満足しなければならない。

2. 提出書類

2.1 建造中登録検査を受ける船舶

2.1.1 承認用提出図面及び書類

本編の適用上、本会に提出すべき承認用図面及び書類を表 1 に示す。本会は、これに加えて、承認用又は情報として、設計審査に必要と判断するその他の図面及び書類を要求することがある。

構造図面は、各部位の結合詳細を示し、かつ、一般的な製造方法、溶接方法及び熱処理を含む設計材料を示すものでなければならない。11 章 2 節 1.4 を参照すること。

表 1 承認用図面及び書類

図面又は書類	含まれるべき情報
中央横断面図 横断面図 外板展開図 甲板構造図及び側面図 二重底構造図 梁柱配置図 肋骨配置図 深水タンク及びバラストタンクの隔壁及び制水隔壁図	船級符号 主要目 最小バラスト喫水 フレーム心距 契約上の運航速度 貨物密度 甲板及び二重底の設計荷重 使用する材料のグレード 防食措置 甲板及び外板の開口並びにその補強 船底部及び船側部における平行部の境界 構造的補強部及び不連続部の詳細 ビルジキール（船体構造との結合詳細を含む）
水密隔壁及び水密トンネル	開口及び閉鎖装置がある場合，開口及び閉鎖装置を含む
船首構造	
船尾構造	
機関室構造 主機及びボイラの据付部	主機の種類，出力及び回転数 機関及びボイラの質量及び重心位置
船楼及び甲板室 機関室囲壁	アルミニウム合金を使用する場合，その範囲及びその機械的性質
ハッチカバー	ハッチカバーの設計荷重 シール装置及び締付装置の配置，締付ボルトの種類及び位置 夏期満載喫水線及び船首端からハッチカバーまでの距離
サイドスラストがある場合，一般配置，トンネル構造並びにトンネル及び船体構造とスラストの結合部	
ブルワーク及び放水口	乾舷甲板及び船楼甲板上のブルワーク及び放水口の配置及び寸法
窓及び舷窓の配置図並びに構造詳細	
排水装置及び衛生装置	
舵及びラダーホーン ⁽¹⁾	最大前進速力
船尾材，船尾柱又は船尾管 プロペラ軸及びシャフトブラケット	
水密戸の図面及び関連する制御装置系統図	制御装置 動力操作及び開閉指示回路に関する電気系統図
暴露部の扉及びハッチ	
デリック及び揚貨設備 揚貨設備構造	設計荷重（力及びモーメント） 船体構造との結合
シーチェスト，スタビライザー階段部等	
ホーズパイプ	
マンホール配置図	
区画への交通及び脱出設備図	
通風装置図	各区画の用途及び通風装置の位置及び高さ
タンク試験要領	各区画の試験方法 試験用パイプ高さ
ローディングマニュアル及び積付計算機	4章7節に定義する積付条件（4章8節参照）

図面又は書類	含まれるべき情報
艀装数計算書	計算のための幾何形状 艀装品リスト 鋼製ワイヤの製造及び破断荷重 合成繊維ロープの材料、構造、破断荷重及び伸び

備考：

- (1) 他の操舵装置又は推進装置（例えば、ノズル式操舵装置又は旋回式推進装置）を採用する場合、当該装置の配置及び構造寸法を示す図面を提出しなければならない。旋回式推進装置に対しては、**10章1節11**を参照すること。

2.1.2 参考図面及び文書

本編の適用上、**2.1.1**に示す図面及び資料に加え、以下の図面及び文書を参考として本会に提出しなければならない。

- ・ 一般配置図
- ・ タンク容積図であってすべてのタンク及び区画の容積及び重心位置を示すもの
- ・ 線図
- ・ 排水量曲線図
- ・ 軽荷重量曲線図
- ・ 入渠要領書

本編の規定に従って設計者が直接強度計算を実施する場合、上記に加え、これらに関する文書等を本会に提出しなければならない。**(3.参照)**

2.2 安全設備等に関する検査

2.2.1 承認用提出図面及び文書

2.1に図面に加え、本会が別に定める規則に従い、必要な図面を承認用として本会に提出しなければならない。

3. コンピュータプログラム

3.1 一般

3.1.1

構造設計の自由度を高めるために、コンピュータプログラムを用いた直接強度計算を使用することができる。**7章**参照。このような解析の目的は、船体構造が本編の要件に適合していることを評価することにある。

3.2 汎用プログラム

3.2.1

コンピュータプログラムの選択は、現状で使用可能な技術に応じて自由に行うことができる。当該プログラムは、**7章**又は**8章**で規定される構造モデル及び荷重条件を扱うことができるものとしなければならない。本会は、予め定めた試験用例題による比較計算により、プログラムの確認を行うことがある。しかしながら、本会は、コンピュータプログラムについて汎用的に有効な承認は行わない。

3.2.2

直接強度計算は、以下の分野で使用することができる。

- ・ 全体強度
- ・ 縦強度
- ・ 梁及び格子構造解析
- ・ 詳細構造強度

3.2.3

上述の計算において、コンピュータモデル、境界条件及び荷重条件は、本会が承認したものでなければならない。

入力及び出力を含む計算資料を、本会に提出しなければならない。審査において、必要に応じて、本会が独自の比較計算を実施することがある。

3 節 機能要件

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節は、以下の安全目的に適合するための、船舶の設計及び建造中に適合すべき機能に関連する要件を規定する。

1.2 設計寿命

1.2.1

適切に運航され、かつ、保守される場合、船舶は、その想定設計寿命において、安全で、かつ、環境に優しいものでなければならない。この時、設計寿命は、特に定める場合を除き、25 年を想定する。実際の船舶の寿命は、船舶の実際状態及び保守の如何により、また、経年影響、特に疲労、塗膜劣化、腐食及び衰耗により、設計寿命より長くも短くもなる。

1.3 環境条件

1.3.1

船舶の構造設計は、設計寿命の間、北大西洋で想定される環境で運航されるとの想定に基づくものとしなければならない。従って、構造強度設計に関する基本原則において、統計的波浪頻度分布のような代表的な波浪条件を考慮する。

1.4 構造安全性

1.4.1

船舶は、構造崩壊並びにそれによる浸水及び水密性の喪失を原因とする船舶の全損の結果として生じる海上における人命の安全及び海洋環境の汚染に対するリスクを最少に抑えるよう、建造者により設計及び建造され、その後、運航者により運航及び保守されなければならない。

1.5 構造への交通性

1.5.1

船舶は、外観検査及び精密検査並びに板厚計測を行うためにすべての区画及び内部構造への適切な交通設備を備えるように設計され、かつ、建造されなければならない。

1.6 建造品質

1.6.1

目的として、船舶は、必要に応じて承認された資料を使用する管理された品質手順基準に従って建造されなければならない。

2. 機能要件

2.1 一般

2.1.1

船体構造に関連する機能要件は、[2.2](#) から [2.6](#) による。

2.2 構造強度

2.2.1

船舶は、非損傷時において、適切な積付状態に対し、設計寿命中の環境条件に耐えるよう設計されなければならない。構造強度は、座屈及び降伏に対し十分なものであることが検証されなければならない。

最終強度計算は、最終ハルガーダ曲げ容量並びに板部材及び防撓材の最終強度を含むものでなければならない。

2.2.2

船舶は、合理的に予想される損傷状態、例えば、衝突、座礁又は浸水シナリオにおいて波浪及び内部荷重に耐えるために十分な余剰強度を有するよう設計されなければならない。

残存強度計算は、永久変形及び座屈後の挙動を考慮したハルガーダの最終強度までの余裕を考慮しなければならない。

2.2.3

船舶は、代表的な構造詳細が十分な疲労寿命を有するよう設計されなければならない。

2.3 塗装**2.3.1**

塗装が要求される場合、塗装は、貨物倉、タンク、コファダム等の船舶の区画の申請された使用目的、材料及びその他の防食措置、例えば、電気防食又は他の代替措置の適用と関連して選択されなければならない。防食塗装は、鋼材の下地処理、塗料の選択、適用箇所及び維持方法を考慮した製造者の仕様に従って、適用及び維持されるもので、*SOLAS* 条約、旗国政府の規定及び船主の仕様を満足するものでなければならない。

2.4 腐食予備厚**2.4.1**

構造強度計算で規定されるネット寸法に付加されるべき腐食予備厚は、運航寿命に対して適切なものでなければならない。腐食予備厚は、防食措置、例えば、塗装、電気防食又は代替措置に加え、それぞれの内部及び外部構造の使用目的及び曝される腐食環境（例えば、海水、貨物又は腐食性蒸気）に基づき、指定されなければならない。

2.5 交通設備**2.5.1**

内部検査、精密検査及び板厚計測を実施することが必要な船体構造については、当該部分に安全に交通できる手段を備えなければならない。総トン数 20,000 トン以上のばら積貨物船の場合、当該交通設備は、交通設備に関する手引書に記載されなければならない。*SOLAS* 条約 II-1 章 3-6 規則を参照すること。

2.6 建造品質手順**2.6.1**

材料の製造、組み立て、結合及び溶接手順、鋼材の表面処理並びに塗装に関する仕様は、船舶建造品質手順に含まれなければならない。

3. その他の法規**3.1 国際法規****3.1.1**

本編の適用を受ける船舶の設計者、建造者及び船主は以下の事項に注意すること。

船舶は、*IMO* で国際的に定められ、かつ、履行される複雑な規制の枠組みで設計、建造及び運航されなければならない。法規定は、救命設備、区画、復原性、防火及び消防設備等のような船舶の法規制の基準からなる。

これらの規定は、運航及び貨物積載に関する配置に影響し、それ故、船体構造設計に影響がある。

ばら積貨物船の強度に関連して通常適用される主要な国際規則は、以下のとおりである。

- ・ 海上人命安全条約 (*SOLAS*)
- ・ 国際満載喫水線条約 (*ILLC*)

3.2 国内法規**3.2.1**

適用される旗国の国内法規を遵守しなければならない。

4. 工事**4.1 製造者が満足すべき規定****4.1.1**

製造工場は、材料、製造工程、構造要素等の適切な運用ができる適切な装置及び施設を備えなければならない。

製造工場は、適切な資格のある人材を配置しなければならない。すべての監督者及び管理者の名前及び責任範囲を、本会に通知しなければならない。

4.2 品質管理**4.2.1**

要求され、かつ、便宜な限りにおいて、製造者は、製造中及び製造完了後すべての船殻構造の構成部分を検査し、それらが完成していること、それらの寸法が正しく、かつ、製作技術が満足できるものであること並びに良好な造船技術の基準に適合していることを確認しなければならない。

船殻構造の構成部分は、製造工場による検査及び修正の完了後、適切な個所について、通常は塗装されておらず、かつ、検査のために適切な交通を備える状態で、本会検査員に示さなければならない。

検査員は、製造者によって適切に検査されていない構成部分を不合格とし、製造者による検査及び修正の完了後に再度検査を申請することを要求することがある。

5. 構造詳細

5.1 製造文書の詳細

5.1.1

考慮する構成部分の品質及び機能に関連するすべての重要な詳細は、工作図などの製造文書に記載しなければならない。当該文書は、関連する場合、寸法のみならず、表面状態（例えば、エッジや溶接線の仕上げ）、検査及び許容に関する要件並びに許容誤差のような必要とされる製造者の特別な手法を含むものとしなければならない。目的に応じて、使用される基準（作業標準又は国家規格等）を本会に提出しなければならない。溶接継手詳細については、**11章2節**による。

製造文書の喪失又は不十分な詳細により、構成部分の品質又は機能が疑わしい場合、本会は、製造者に対して適切な改善処置を提出するよう要求することがある。この処置は、図面承認時に要求されない場合であっても、補足的又は追加の処置（例えば、補強）を含むことがある。

4 節 記号及び定義

1. 主要な記号及び単位

1.1

1.1.1

特に規定がない場合、本編で使用する一般的な記号及び単位は、表 1 による。

表 1 主要記号

記号	意味	単位
A	面積	m^2
	防撓材及び主要支持部材の断面積	cm^2
B	船の幅 (2.参照)	m
C	係数	-
D	船の深さ (2.参照)	m
E	ヤング率	N/mm^2
F	力及び集中荷重	kN
I	ハルガーダの断面二次モーメント	m^4
	防撓材及び主要支持部材の断面二次モーメント	cm^4
L_{CSR-B}	船の長さ (2.参照)	m
M	曲げモーメント	$kN\cdot m$
Q	せん断力	kN
S	主要支持部材の心距	m
T	船の喫水 (2.参照)	m
V	船速	$knot$
Z	ハルガーダ断面係数	m^3
a	加速度	m/s^2
b	防撓材付き板の幅	m
	防撓材及び主要支持部材の面材の幅	mm
g	重力加速度 (2.参照)	m/s^2
h	高さ	m
	防撓材及び主要支持部材のウェブ高さ	mm
k	材料係数 (2.参照)	-
ℓ	防撓材及び主要支持部材の長さ／スパン	m
m	質量	t
n	項目の数	
p	圧力	kN/m^2
r	半径	mm
	板部材の曲率又はビルジ半径	m
s	防撓材の心距	m
t	板厚	mm
w	防撓材及び主要支持部材の断面係数	cm^3
x	船長方向軸に沿った X 座標 (4.参照)	m
y	船幅方向軸に沿った Y 座標 (4.参照)	m

記号	意味	単位
z	垂直方向軸に沿った Z 座標 (4.参照)	m
γ	安全係数	-
δ	撓み／変位	mm
θ	角度	deg
ξ	Weibull 形状係数	-
ρ	密度	t/m^3
σ	縦曲げ応力	N/mm^2
τ	せん断応力	N/mm^2

2. 記号

2.1 船舶の主要データ

2.1.1

L_{CSR-B} : 3.1 に定義する規則長さ (m)

L_{LL} : 3.2 に定義する乾舷用長さ (m)

L_{BP} : 垂線間長さ (m) (最も深い区画満載喫水線, 即ち, 適用される区画規定で許容される最大喫水に対応する喫水線における垂線間で測定される船舶長さ)

FP_{LL} : 乾舷用船首垂線。乾舷用船首乾舷垂線は長さ L_{LL} の前方端とし, 長さ L_{LL} が測定される喫水上の船首材の前面に一致するもの。

AP_{LL} : 乾舷用船尾垂線。乾舷用船尾垂線は長さ L_{LL} の後方端とする。

B : 3.4 で定義される船の幅 (m)

D : 3.5 で定義される深さ (m)

T : 3.6 で定義される船の喫水 (m)

T_S : 構造用喫水 (m) で, 最大喫水と同じものとする。(1章1節1.1.6 参照)

T_B : 4章7節2.2.1 に定義するノーマルバラスト状態での船体中央部における最小バラスト喫水 (m)

T_{LC} : 考慮される積付状態での船体中央部における喫水 (m)

Δ : 海水 (密度 $\rho = 1.025 \text{ t/m}^3$) 中で喫水 T における型排水量 (t)

C_B : 方形係数 $C_B = \frac{\Delta}{1.025 L_{CSR-B} B T}$

V : 最大前進速力 (V) とは, 最大プロペラ回転数 (RPM) 及びそれに対応する連続最大出力 (MCR) の状態で, 計画最大喫水において, 航海中に維持できるよう設計された船舶の最大速力をいい, 単位をノット ($knot$) とする。

x, y, z : 参照座標系に関する計算点の X, Y, Z 座標 (m)

2.2 材料

2.2.1

E : ヤング率 (N/mm^2) で以下の値とする。

一般的な鋼 : $E = 2.06 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

ステンレス鋼 : $E = 1.95 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

アルミニウム合金 : $E = 7.00 \times 10^4 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

R_{eH} : 材料の最小降伏応力 (N/mm^2)

k : 3章1節で定義される材料係数

ν : ポアソン比。別に定める場合を除き, 0.3 とする。

R_m : 材料の最終最小引張強さ (N/mm^2)

R_Y : 材料の公称降伏応力 (N/mm^2) で, 別に定める場合を除き, $235/k \text{ N/mm}^2$ とする。

2.3 荷重

2.3.1

g : 重力加速度で, 9.81 m/s^2 とする。

ρ : 海水密度で, 1.025 t/m^3 とする。

ρ_L : 積載される液体の密度 (t/m^3)

ρ_C : 積載される乾貨物の貨物密度 (t/m^3)

C : 波のパラメータで, 次式による。

$$90m \leq L_{CSR-B} < 300m \text{ の場合 : } C = 10.75 - \left(\frac{300 - L_{CSR-B}}{100} \right)^{1.5}$$

$$300m \leq L_{CSR-B} < 350m \text{ の場合 : } C = 10.75$$

H : タンクの高さ (m) で, タンク底部からタンク頂部 (小さな倉口を除く。) までの垂直距離とする。

z_{TOP} : 基線からタンク頂部までの垂直距離 (m)。バラストホールドについては, z_{TOP} は基線から倉口縁材頂部までの垂直距離 (m) とする。

ℓ_H : 区画の長さ (m)

M_{SW} : 考慮する船体横断面における設計静水中曲げモーメント ($kN\cdot m$)

$M_{SW} = M_{SW,H}$ (ホギング状態)

$M_{SW} = M_{SW,S}$ (サギング状態)

M_{WV} : 考慮する船体横断面における波浪中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$)

$M_{WV} = M_{WV,H}$ (ホギング状態)

$M_{WV} = M_{WV,S}$ (サギング状態)

M_{WH} : 考慮する船体横断面における波浪中水平曲げモーメント ($kN\cdot m$)

Q_{SW} : 考慮する船体横断面における設計静水中せん断力 (kN)

Q_{WV} : 考慮する船体横断面における波浪せん断力 (kN)

p_S : 静水圧 (kN/m^2)

p_W : 波浪変動圧 (kN/m^2)

p_{SF}, p_{WF} : 浸水状態における静水圧と波浪変動圧 (kN/m^2)

σ_X : ハルガーダ直応力 (N/mm^2)

$a_{x,,}, a_y, a_z$: X, Y, Z 方向の各加速度 (m/s^2)

T_R : ロール周期 (s)

θ : ロール角 (片振幅) (deg)

T_P : ピッチ周期 (s)

Φ : ピッチ角 (片振幅) (deg)

k_r : ロール回転半径 (m)

GM : メタセンタ高さ (m)

λ : 波長 (m)

2.4 寸法

2.4.1 ハルガーダ寸法

I_Y : 船体横断面の水平中立軸周りの断面二次モーメント (m^4)

I_Z : 船体横断面の垂直中立軸周りの断面二次モーメント (m^4)

Z_{AB}, Z_{AD} : それぞれ船底及び甲板における断面係数 (m^3)

N : 基線から船体横断面の水平中立軸までの垂直距離 (m)

2.4.2 局所寸法

s : 防撓材の心距 (m) で、スパン中央において曲面の弦に沿って測る。

S : 主要支持部材の心距 (m) で、スパン中央において曲面の弦に沿って測る。

ℓ : 防撓材及び主要支持部材のスパン (m) で、曲面の弦に沿って測る。

ℓ_b : ブラケット長さ (m)

t_C : 腐食予備厚 (mm)

h_W : 防撓材及び主要支持部材のウェブ高さ (mm)

t_W : 防撓材及び主要支持部材のネットウェブ厚さ (mm)

b_f : 防撓材及び主要支持部材の面材幅 (mm)

t_f : 防撓材及び主要支持部材のネット面材厚さ (mm)

t_p : 防撓材及び主要支持部材が取り付けられる板 (以下、「取り付け板」という。) のネット厚さ (mm)

b_p : 降伏強度評価における、防撓材及び主要支持部材の取り付け板の幅 (m)

A_S : 板幅 s の取り付け板を含む防撓材又は主要支持部材のネット断面積 (cm^2)

A_{Sh} : 防撓材及び主要支持部材のネットせん断面積 (cm^2)

I : 防撓材及び主要支持部材の板に平行な中立軸周りのネット断面二次モーメント (cm^4) (取り付け板を除く。)

I_p : 防撓材及び主要支持部材の、板部材との接続箇所に関するネット断面極二次モーメント (cm^4)

I_W : 防撓材及び主要支持部材の、板部材との接続箇所に関するネット慣性面積モーメント (cm^6)

I_S : 板幅 s の取り付け板を含む防撓材及び主要支持部材の、板に平行な中立軸周りのネット断面二次モーメント (cm^4)

Z : 板幅 b_p の取り付け板を含む防撓材及び主要支持部材のネット断面係数 (cm^3)

3. 定義

3.1 規則長さ

3.1.1

規則長さ L_{CSR-B} は、満載喫水線における船首材の前面から、舵柱のある船舶ではその後面まで、また、舵柱のない船舶では舵頭材の中心までの距離 (m) をいう。ただし、 L_{CSR-B} は、夏期満載喫水線における全長の 96%以上とするが、97%を超える必要はない。

3.1.2

舵頭材のない船舶（例えば、旋回式推進装置を備える船舶）にあつては、規則長さ L_{CSR-B} は、満載喫水線における全長の 97%とする。

3.1.3

一般的でない船首又は船尾配置の船舶に規則長さ L_{CSR-B} については、その都度検討する。

3.2 乾舷用長さ

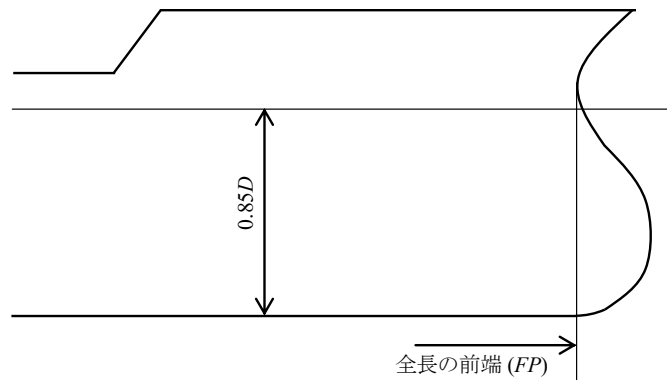
3.2.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.3(1, a))

乾舷用長さ L_{LL} は、竜骨の上面から測った最小型深さの 85%の位置における喫水線上で、船首材の前面から舵頭材の中心まで測った距離をいう。ただし、 L_{LL} は同喫水における全長の 96%以上としなければならない。

3.2.2 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.3(1, c))

船首形状が、最小型深さの 85%の位置における喫水線より上方で船首形が凹入している場合、同喫水線における全長の前端及び船首材の前面のいずれも、当該喫水線より上部にある凹入部の最後端となる位置における船首材の前面から下ろした垂線と同喫水線との交点とする。(図 1 参照)

図 1 凹入した船首形状



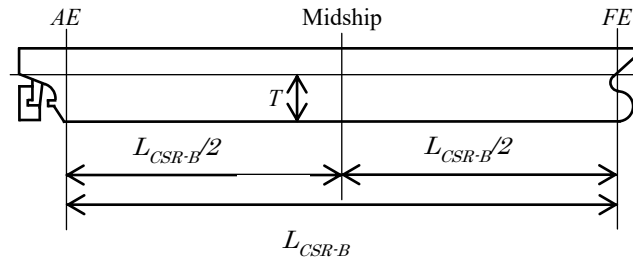
3.3 規則長さ L_{CSR-B} の端部及び船体中央

3.3.1 端部

規則長さ L_{CSR-B} の前端 (FE) は、図 2 に示すように、船首材の前面から下ろした垂線と夏期満載喫水線が交差する点とする。

規則長さ L_{CSR-B} の後端 (AE) は、図 2 に示すように、長さの前端から船尾方向に距離 L_{CSR-B} の位置の垂線と喫水線が交差する点とする。

図 2 船首尾端及び船体中央



3.3.2 船体中央

船体中央は、長さの前端から船尾方向に距離 $0.5L_{CSR-B}$ の位置の垂線と喫水線が交差する点とする。

3.3.3 船の中央部

船の中央部とは、特に規定する場合を除き、中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間をいう。

3.4 船の幅

3.4.1

船の幅 B (m) は、船体中央において暴露甲板下の船体最広部における型幅をいう。

3.5 深さ

3.5.1

深さ D (m) は、基線から最上層全通甲板の船側における甲板梁上面までの垂直距離をいい、船体中央断面において垂直に測る。

3.6 喫水

3.6.1

喫水 T (m) は、基線から夏期満載喫水線までの垂直距離をいい、船体中央横断面において垂直に測る。

3.7 軽荷重量

3.7.1

軽荷重量 (t) とは、貨物、燃料油、潤滑油、タンク内のバラスト及び清水、貯蔵物並びに乗組員及びその持ち物を除く船舶の排水量をいう。

3.8 載貨重量

3.8.1

載貨重量 (t) とは、密度 $\rho = 1.025 \text{ t/m}^3$ の海水における夏期満載排水量と軽荷重量との差をいう。

3.9 乾舷甲板

3.9.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.3(9))

乾舷甲板とは、満載喫水線条約の Reg.3 に定義される。

3.10 隔壁甲板

3.10.1 (SOLAS Reg.II-1/2.5)

隔壁甲板とは、船首尾隔壁を除くその他の横置水密隔壁が達し、かつ、有効な構造の最上層の甲板をいう。

3.11 強力甲板

3.11.1

船の長さのある箇所における強力甲板とは、その箇所を外板が達する最上層の甲板をいう。

3.12 船楼

3.12.1 一般 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.3(10,a))

船楼とは、乾舷甲板上に設けられた上部に甲板を有する構造物のうち、船側から船側に達するもの又はその側板が船側外板から $0.04B$ を超えない位置にあるものをいう。

3.12.2 閉囲された船楼及び閉囲されない船楼

船楼とは、次のものをいう。

- ・ 閉囲された船楼：
 - 1) 9章4節の規定を満足する船首隔壁、船側隔壁及び船尾隔壁により閉囲されるもの
 - 2) 前端、側面及び船端のすべての開口に、有効な風雨密閉鎖装置を備えるもの
- ・ 閉囲されない船楼： 閉囲された船楼ではないもの

3.13 船首楼

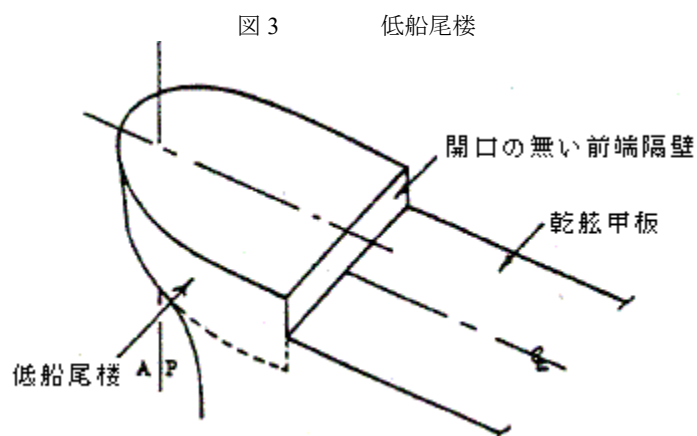
3.13.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.3(10, g))

船首楼とは、船首垂線から船尾垂線の前方の位置までの船楼のことをいう。船首楼は、船首垂線より前方の部分も含む。

3.14 低船尾楼

3.14.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.3(10, i))

低船尾楼とは、船尾垂線から前方に及ぶ船楼であって、一般的な船楼より低く、開口の無い前端隔壁（有効な丸窓及びボルトマンホールに取り付けられた非開放式舷窓）を有する（図3参照）。前端隔壁に扉及び出入口を備える場合、当該船楼は船尾楼とみなさなければならない。



3.15 甲板室

3.15.1

甲板室とは、甲板を備える乾舷甲板上の構造物であって、船楼とは異なるものをいう。

3.16 トランク

3.16.1

トランクとは、甲板を備える甲板室と類似の構造物であって、下部に甲板を備えないものをいう。

3.17 制水隔壁

3.17.1

制水隔壁とは、タンク内の開口を有する又は部分的な隔壁をいう。

3.18 船楼の標準高さ

3.18.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.33)

船楼の標準高さは、表2による。

表2 船楼の標準高さ

乾舷長さ L_{LL} (m)	標準高さ h_s (m)	
	低船尾楼	全ての他の船楼
$90 < L_{LL} < 125$	$0.3 + 0.012L_{LL}$	$1.05 + 0.01L_{LL}$
$125 \geq L_{LL}$	1.80	2.30

3.19 A 型船舶及び B 型船舶**3.19.1 A 型船舶 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.27.1)**

A 型船舶とは、次のものをいう。

- ・ 液体貨物のみをばら積運送するように設計されたもの
- ・ 鋼又はこれと同等の材料のガasket 付き水密カバーによって閉鎖される小さな出入口のみを備える暴露甲板により高度の水密安全性を有するもの
- ・ 積付貨物区画の浸水率が低いもの

A 型船舶は、1966 年国際満載喫水線条約の規定に従う乾舷が指定されなければならない。

3.19.2 B 型船舶 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.27.5)

3.18.1 の A 型船舶に関する規定に該当しない全ての船舶は、B 型船舶とする。

B 型船舶は、1966 年国際満載喫水線条約の規定に従う乾舷が指定されなければならない。

3.19.3 B-60 型船舶 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.27.9)

B-60 型船舶とは、長さ 100m を超える B 型船舶であって、1966 年国際満載喫水線条約の規定に従い、当該船舶長さに対応する B 表の値と A 表の値との差の最大 60%まで乾舷を減じたものをいう。

3.19.4 B-100 型船舶 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.27.10)

B-100 型船舶とは、長さ 100m を超える B 型船舶であって、1966 年国際満載喫水線条約の規定に従い、当該船舶長さに対応する B 表の値と A 表の値との差の最大 100%まで乾舷を減じたものをいう。

3.20 第 1 位置及び第 2 位置**3.20.1 第 1 位置 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.13)**

第 1 位置は次のようなものである。

- ・ 乾舷甲板及び低船尾楼甲板であって暴露しているもの
- ・ 暴露船楼甲板であって、竜骨の上面から測定された型深さの 85%にあたる喫水における船首材前面から $0.25L_{LL}$ の位置より前方の場所

3.20.2 第 2 位置 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.13)

第 2 位置は次のようなものである。

- ・ 乾舷甲板の上方に標準船楼高さ一層分以上高い暴露船楼甲板であって、竜骨の上面から測定された型深さの 85%にあたる喫水における船首材前面から $0.25L_{LL}$ の位置より後方の場所
- ・ 乾舷甲板の上方に標準船楼高さ二層分以上高い暴露船楼甲板であって、竜骨の上面から測定された型深さの 85%にあたる喫水における船首材前面から $0.25L_{LL}$ の位置より前方の場所

3.21 単船側構造及び二重船側構造**3.21.1 単船側構造**

単船側構造の貨物倉とは、内底板又はホッパタンクを設けた場合はホッパタンク斜板の上端から、上甲板又はトップサイドタンクを設けた場合はトップサイドタンク斜板の下端までの部分が船側外板で閉囲されているものをいう。

3.21.2 二重船側構造

二重船側構造の貨物倉とは、二重船側で閉囲されたものをいう。ホッパタンク及びトップサイドタンクを設けた場合、それらは二重船側構造に含むものとする。

3.22 ビルジ**3.22.1 ビルジ外板**

ビルジ外板とは船底外板と船側外板の間にある曲板であって、次のとおりとする。

- ・ 船体平行部の範囲内 (図 4 参照)
船底ビルジ部の下端の曲がり部における板の曲がり始める点から、船側外板ビルジ部の上端の曲がり部における板の曲がり終わる点まで
- ・ 船体平行部の範囲外 (図 5 参照)
船底ビルジ部の下端の曲がり部における板の曲がり始める点から、次の点のうち、小さい方の点まで
 - ・ 基線上あるいは当該局部中央線上 $0.2D$ 上方の点
 - ・ 船側外板ビルジ部の上端の曲がり部における板の曲がり終わる点

図 4 船体平行部内におけるビルジ外板の範囲の例

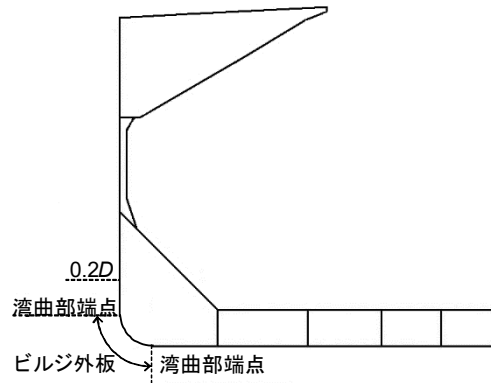
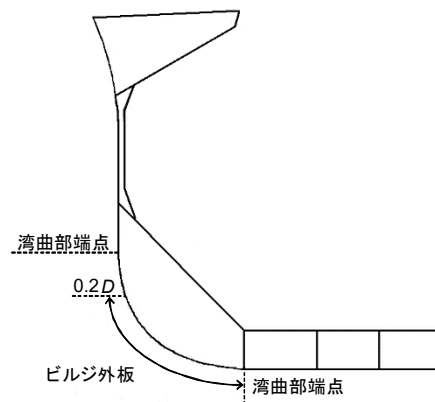


図 5 船体平行部外におけるビルジ外板の範囲の例



4. 参照座標系

4.1

4.1.1

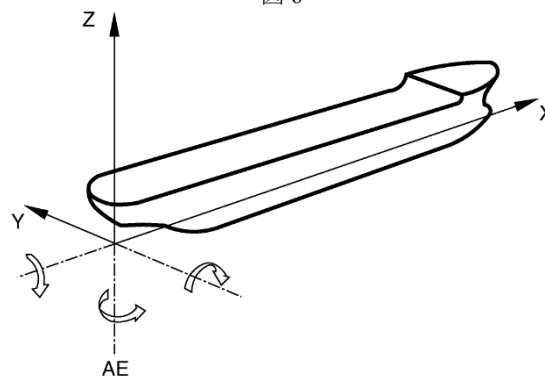
船舶の形状，動作，加速度及び荷重は，次の右手系座標系による（図 6 参照）

- ・ 原点 : 船舶の対称縦平面， L_{CSR-B} の船尾端及び基準線周りの交差点
- ・ X 軸 : 船首方向が正の縦軸
- ・ Y 軸 : 左舷方向が正の横軸
- ・ Z 軸 : 上方向が正の垂直軸

4.1.2

正回転は X , Y , Z 軸において反時計回り方向とする。

図 6



2 章 一般配置設計

1 節 隔壁配置

1. 横置水密隔壁の数及び配置

1.1 水密隔壁の数

1.1.1 一般

全ての船舶は、1.1.2 の規定を満足することに加え、少なくとも次の横置水密隔壁を備えるものでなければならない。

- ・ 1 つの船首隔壁
- ・ 1 つの船尾隔壁
- ・ 中央に機関を備える船舶にあつては機関区域の境界を形成する 2 つの隔壁、船尾に機関を備える船舶にあつては機関区域前方の隔壁。電気推進装置を備える船舶の場合、発電機室及び機関室の両区画は水密隔壁により閉囲されなければならない。

1.1.2 追加の隔壁

区画に関する要件に従うことが要求されない船舶における横置隔壁については、適切な間隔に配置し、かつ、表 1 に示す数以上としなければならない。

表 1 隔壁の数

長さ (m)	船尾に機関を備える船舶における隔壁の数 ⁽¹⁾	他の船舶における隔壁の数
$90 \leq L_{CSR-B} < 105$	4	5
$105 \leq L_{CSR-B} < 120$	5	6
$120 \leq L_{CSR-B} < 145$	6	7
$145 \leq L_{CSR-B} < 165$	7	8
$165 \leq L_{CSR-B} < 190$	8	9
$L_{CSR-B} \geq 190$	個船による	

備考：

(1) 船尾隔壁及び船尾側機関室隔壁は同じものとなる。

2. 船首隔壁

2.1 船首隔壁の配置

2.1.1 (SOLAS Ch.II-1, Part B-2, Reg.12)

船舶には、乾舷甲板まで水密である船首隔壁を設けなければならない。船首隔壁は、船首垂線 FP_{LL} からの距離が $0.05L_{LL}$ 又は $10m$ のいずれか短い方の距離以上、かつ、本会が適当と認める場合を除き、 $0.08L_{LL}$ 又は $0.05L_{LL} + 3m$ のいずれか長い方の距離以下の位置に配置しなければならない。

2.1.2 (SOLAS Ch.II-1, Part B-2, Reg.12)

球状船首のように、船舶の喫水線の下方のいずれかの部分が船首垂線の前方にある場合については、2.1.1 に規定する距離は、次の点のうち船首垂線からの距離が最小となる点から測るものとしなければならない。

- ・ 喫水線下で船首垂線の前方に張り出している部分の長さの中央にある点
- ・ 船首垂線から船舶の長さ L_{LL} の 1.5% 前方にある点

- ・ 船首垂線から 3m 前方にある点

2.1.3 (SOLAS Ch.II-1, Part B-2, Reg.12)

2.1.1 又は **2.1.2** に定める範囲内であれば、船首隔壁に階段部又は屈折部を設けることができる。船首隔壁には、戸、マンホール、通気用ダクト又はその他の開口を設けてはならない。

3. 船尾隔壁、機関区域隔壁及び船尾管

3.1

3.1.1 一般

船尾管及びラダートランクを水密区画に配置するよう、船尾隔壁を設けなければならない。軸系の配置により船尾管を水密区画に取り付けることが困難な場合は、代替構造に関して特別な配慮が払われなければならない。

3.1.2

船尾隔壁は、区画に関する船舶の安全の程度が低下しないことを条件に、隔壁甲板下でステップ形状にして差し支えない。

3.1.3

船尾管及び/又はラダートランクの設置が要求されない機器により動力を得る船舶及び/又は操舵される船舶における船尾隔壁の配置については、特別な考慮が払われなければならない。

3.1.4

船尾隔壁は、夏季満載喫水線上 1 番目の甲板が船尾まで又は船尾肋板まで水密である場合には、当該甲板までとして差し支えない。

3.1.5 船尾管 (SOLAS Ch.II-1, Part B-2, Reg.12)

船尾管は、適当な容積の水密区画に取り付ける。本会が必要と認める場合、船尾管装置に損傷を生じた場合に海水が船内に浸入する危険を最小限にとどめるために、その他の措置を要求することがある。

4. タンク隔壁の数と配置

4.1 液体貨物を運搬するための区画の隔壁

4.1.1

液体貨物を運搬するための区画の横置及び縦通水密隔壁の数及び配置は、当該船舶に適用される区画に関する要件を満足するものとしなければならない。

5. 横置水密隔壁の配置

5.1 一般

5.1.1

一平面に水密隔壁を配置することができない場合、隔壁にステップを設けても差し支えない。この場合、隔壁のステップを形成する甲板部分は水密とし、かつ、隔壁と同様の強度を備えるものとしなければならない。

6. 水密隔壁の開口

6.1 一般

6.1.1 (SOLAS Ch.II-1, Part B-1, Reg.25-9 及び IMO 決議 A.684(17), Part B)

水密隔壁における開口の数は、船舶の設計及び固有の用途と矛盾しない範囲において最小限としなければならない。人の交通、配管、通風、電線敷設等のために水密隔壁及び内部甲板に貫通を設けることが必要な場合については、水密保全性を確保するための措置をとらなければならない。乾舷甲板より上方の開口にあつては、浸水拡大を容易に抑制することができ、かつ、船舶の安全が損なわれるものでないことが証明される場合、その水密性について緩和を認めることがある。

6.1.2

区画甲板より下方の船首隔壁については、戸、マンホール、通風ダクト及びその他の開口を設けてはならない。

6.1.3

鉛及びその他熱に敏感な材料は、火災の際に当該材料の劣化が隔壁の水密性を損なう場合、水密区画隔壁を貫通する場所に使用してはならない。

6.1.4

配管系の一部を形成しない弁は、水密区画隔壁に設けてはならない。

6.1.5

6.2 及び 6.3 での規定による戸又は他の閉鎖装置において、操作装置及び水密又は風雨密に関する規定は、表 2 による。

表 2 戸

			滑り戸			ヒンジ式			ローリング式 (甲板間の 貨物区域)
			船橋からの 遠隔操作	船橋での 開閉表示	局所操作	船橋からの 遠隔操作	船橋での 開閉表示	局所操作	
水密	乾舷 甲板 下方	航海中に 開放	X						
		通常 閉鎖 ⁽²⁾		X			X ⁽³⁾		
		閉鎖され たまま ⁽²⁾			X ⁽⁴⁾⁽⁵⁾			X ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	X ⁽⁴⁾⁽⁵⁾
風雨密 又は 水密 ⁽¹⁾	乾舷 甲板 上方	航海中に 開放	X						
		通常 閉鎖 ⁽²⁾		X			X		
		閉鎖され たまま ⁽²⁾						X ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	

備考:

- (1) 浸水時の最終平衡状態における喫水線より下方に戸が位置する場合、水密戸とすることが要求される。その他の場合、風雨密戸として差し支えない。
- (2) 「航海中常時閉鎖」の標示を戸の両側に行なわなければならない。
- (3) 150m を超える A 型船舶及び乾舷を減じた B 型船舶については、戸の敷居が夏期満載喫水線より上方である場合、機関室及び操舵機室間にヒンジ式水密戸を設けて差し支えない。
- (4) 航海開始前に閉鎖されなければならない。
- (5) 航海中に近づき得る場合、許可無しに開けることを防止する装置を設けなければならない。

6.2 乾舷甲板より下方の水密隔壁における開口

6.2.1 航海中に使用される開口 (SOLAS Ch.II-1, Part B-1, Reg.25-9)

内部開口における水密保全性を確保するために備える戸であって、航海中に使用されるものは、船橋から遠隔操作により閉鎖することができ、かつ、水密隔壁の両側から局所操作することができる水密滑り戸としなければならない。操作場所には戸の開閉を示す表示装置を、戸の閉鎖機構には可聴警報装置を、それぞれ備えなければならない。動力、制御装置及び表示装置は、主動力が故障した場合においても作動し得るものとしなければならない。制御系統の故障の影響を最小にするため、特別の注意を払わなければならない。動力滑り戸には、それぞれ独立した手動操作機構を備えなければならない。当該動力滑り戸は、戸自体の両側から手動で開閉できるものとしなければならない。

6.2.2 航海中に通常は閉鎖される開口 (SOLAS Ch.II-1, Part B-1, Reg.25-9)

内部開口における水密保全性を確保するために備える交通用の戸及びハッチカバーであって、航海中に通常は閉鎖されているものは、設置場所及び船橋に当該戸又はハッチカバーの開閉を示す表示装置を備えなければならない。当該戸又はハッチカバーには、それらを開放したままにしない旨を標示しなければならない。これらの戸及びハッチカバーは、当

直仕官の許可により使用されるものとしなければならない。

6.2.3 大きな貨物区域における戸又はランプ (SOLAS Ch.II-1, Part B-1, Reg.25-9)

大きな貨物区域を内部で区画するために戸又はランプを取り付けることが必要であると本会が認める場合、十分な構造の水密戸又はランプを当該貨物区域に取り付けることができる。これらの水密戸又はランプは、ヒンジ式、ローリング式又は滑り式の戸又はランプとすることができるが、遠隔操作が可能なものとしてはならない。これらの水密戸又はランプは、出航前に閉鎖し、航行中は閉鎖状態に維持されなければならない。水密戸又はランプのうち航海中に近づき得るものについては、許可無しに開けることを防止する装置を備えなければならない。

6.2.4 航海中は必ず閉鎖されている開口 (SOLAS Ch.II-1, Part B-1, Reg.25-9)

内部開口における水密保全性を確保するために備えるその他の閉鎖装置であって、航海中は必ず閉鎖されているものには、航海中は必ず閉鎖状態に維持する旨を標示しなければならない。密接なボルトにより締め付けるカバーを備えるマンホールについては、標示を行う必要はない。

6.3 乾舷甲板より上方の隔壁における開口

6.3.1 一般

浸水時最終平衡状態における喫水線より下方に位置する浸水区画の境界における開口は、水密としなければならない。復原力曲線が正の範囲内において水線下となる開口については、風雨密としなければならない。

6.3.2 航海中に使用される戸 (SOLAS Ch.II-1, Part B-1, Reg.25-9)

航海中に使用される戸は、船橋から遠隔操作により閉鎖することができ、かつ、水密隔壁の両側から局所操作することができる水密滑り戸としなければならない。操作場所には戸の開閉を示す表示装置を、戸の閉鎖機構には可聴警報装置を、それぞれ備えなければならない。動力、制御装置及び表示装置は、主動力が故障した場合においても作動し得るものとしなければならない。制御系統の故障の影響を最小にするため、特別の注意を払わなければならない。動力滑り戸には、それぞれ独立した手動操作機構を備えなければならない。当該動力滑り戸は、戸自体の両側から手動で開閉できるものとしなければならない。

6.3.3 航海中に通常は閉鎖される戸 (SOLAS Ch.II-1, Part B-1, Reg.25-9)

航海中に通常は閉鎖される戸は、設置場所及び船橋に当該戸又はハッチカバーの開閉を示す表示装置を備えなければならない。当該戸又はハッチカバーには、それらを開放したままにしない旨を標示しなければならない。

6.3.4 航海中に必ず閉鎖されている開口 (SOLAS Ch.II-1, Part B-1, Reg.25-9)

航海中は必ず閉鎖されている戸は、ヒンジ式水密戸としなければならない。これらの戸及び航海中は必ず閉鎖されているその他の閉鎖装置には、航海中は必ず閉鎖状態に維持する旨を標示しなければならない。密接なボルトにより締め付けるカバーを備えるマンホールについては、標示を行う必要はない。

2 節 区画配置

1. 定義

1.1 コファダム

1.1.1

「コファダム」とは、両側の区画が境界を共有しないように配置される空所のことをいう。コファダムは、垂直又は水平に配置されることがある。原則として、コファダムは、適切に検査、保守及び安全な避難ができるよう、適切な換気及び十分な大きさを備えるものとしなければならない。

1.2 A 類機関区域

1.2.1 (SOLAS Ch.II-2, Part A, Reg.3.31)

「A 類機関区域」とは、次のいずれかのものが備えられる区画をいい、当該区画に至るトランクを含む。

- ・ 主推進のために使用される内燃機関
- ・ 主推進以外の用途に使用される合計出力 $375kW$ 以上の内燃機関
- ・ 油だきボイラー又は燃料油装置

2. コファダム

2.1 コファダム配置

2.1.1

液体状の炭化水素（燃料油、潤滑油）用の区画と清水（飲料水、推進機関及びボイラー用の水）用の区画及び消火用泡原液を積載するためのタンクとの間には、コファダムを設けなければならない。

2.1.2

潤滑油タンクと燃料油タンクを分離するコファダム及び消火用泡原液、清水又はボイラー水を積載するためのタンクと潤滑油タンクを分離するコファダムについては、これらのタンクの特性及び寸法を考慮し、実行不可能又は適切でない」と本会が認める場合、コファダムを省略して差し支えない。この場合、次によらなければならない。

- ・ 隣接するタンクが共有する境界の板厚は、[6章1節](#)により得られる板厚に対し、清水又はボイラー水を積載するタンクの場合は $2mm$ 、他の場合では $1mm$ 、それぞれ加えなければならない。
- ・ これらの境界を成す板の縁における隅肉溶接のど厚の合計は、当該境界の板厚以上としなければならない。
- ・ 構造試験は、[11章3節](#)の規定に関して、 $1m$ 増加させた水頭で実施しなければならない。

2.1.3 (削除)

2.1.4

二重底燃料油タンクと直上のタンクについては、二重底が船側部で高くなっている場合のように、内底板が燃料油による圧力の影響を受けやすい場合に限り、コファダムを設けなければならない。

線接触については、タンクが接しているとはみなさない。

コファダムにより分離されない隣接するタンクについては、容易に検査できるように適切な寸法を有するものとしなければならない。

3. 二重底

3.1 一般

3.1.1 (SOLAS Ch.II-1, Part B, Reg.12-1)

実行可能で、かつ、船舶の設計及び固有の用途に矛盾しない限り、船首隔壁から船尾隔壁までの範囲には、二重底を設けなければならない。

3.1.2 (SOLAS Ch.II-1, Part B, Reg.12-1)

二重底の設置が要求される場合、その深さは、[3章6節6](#)の規定を満足するものでなければならず、内底は、船底を湾

曲部まで保護するように、船側まで達していなければならない。

3.1.3 (SOLAS Ch.II-1, Part B, Reg.12-1)

船倉の排水装置に関連して二重底に設ける小さなウェルは、必要以上に深いものであってはならない。ただし、船舶の軸路の後端については、船底外板まで達するウェルを設けることができる。その他のウェルについては、この 3.1 の規定を満足する二重底による保護と同程度の保護を与える措置が取られていると本会が認める場合、船底外板に達するものとして差し支えない。

3.1.4 (SOLAS Ch.II-1, Part B, Reg.12-1)

液体の積載にのみ用いられる水密区画には、船底に損傷を受けても船舶の安全が損なわれないと本会が認める場合、二重底を設けることを要しない。

4. 船首隔壁前方の区画

4.1 一般

4.1.1

船首隔壁の前方に位置する船首倉及び他の区画は、燃料油又は他の可燃性製品の積載のために使用してはならない。

5. 最小船首高さ

5.1 一般

5.1.1 (ILLC (決議 MSC.223(82)) Reg.39(1))

船首高さ F_b (指定された夏期乾舷及び計画トリムに対応する喫水線と船側における暴露甲板の上面との間の船首垂線上の垂直距離) は、次式による値以上としなければならない。

$$F_b = \left(6075 \left(\frac{L_{LL}}{100} \right) - 1875 \left(\frac{L_{LL}}{100} \right)^2 + 200 \left(\frac{L_{LL}}{100} \right)^3 \right) \times \left(2.08 + 0.609 C_B - 1.603 C_{wf} - 0.0129 \left(\frac{L_{LL}}{T_1} \right) \right)$$

F_b : 計算される最小船首高さ (mm)

T_1 : 最小型深さの 85% に相当する喫水 (m)

C_{wf} : $L_{LL}/2$ より前方の水線面積係数で、次式による値。

$$C_{wf} = \frac{A_{wf}}{\frac{L_{LL}}{2} B}$$

A_{wf} : $L_{LL}/2$ より前方の喫水 T_1 における水線面積 (m^2)

木材乾舷が指定される船舶の場合、上記の算式の適用にあつては、夏期木材乾舷ではなく夏期乾舷を使用しなければならない。

5.1.2 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.39(2))

5.1.1 に規定される船首高さがシアによって得られる場合には、そのシアは、船首垂線から少なくとも船舶の長さの 15% 後方の点まで達するものとしなければならない。規定される船首高さが船楼を設けることによって得られる場合には、このような船楼は、船首材から始まり、船首垂線の後方少なくとも $0.07L_{LL}$ の点まで達していなければならない、かつ、9 章 4 節の規定を満足しなければならない。

5.1.3 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.39(3))

例外的な操船上の要件を満足するために 5.1.1 及び 5.1.2 の規定に適合できない船舶については、本会の適当と認めるところによる。

5.1.4 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.39 (4, a))

船首楼の長さが $0.07L_{LL}$ 以上 $0.15L_{LL}$ 未満であっても、船首楼の高さが船首垂線の後方 $0.07L_{LL}$ の位置から船首垂線の間において標準船楼高さの半分以上である場合については、最小船首高さの規定において当該船首楼甲板のシアを考慮して差し支えない。

5.1.5 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.39 (4, b))

船首楼高さが標準船楼高さの半分未満である場合、認められる船首高さは次による。

- 乾舷甲板に船首垂線の後方 $0.15L_{LL}$ の位置に達するシアが有る場合、船の中央における深さに等しい高さにおける船首垂線の後方 $0.15L_{LL}$ の位置を始点とし、船首楼隔壁と甲板の交点を通り、かつ、船首垂線において船楼甲板の

高さを超えない放物線により決定する (図 1 参照)。ただし、図 1 中の高さ h_t の値が高さ h_b の値より小さい場合、船首高さの決定において、 h_t を h_b に置き換えて差し支えない。なお、一般的に h_t は次式により与えられる。

$$h_t = Z_b \left(\frac{0.15L_{LL}}{x_b} \right)^2 - Z_t$$

Z_b : 図 1 による

Z_t : 図 1 による

h_f : 船楼の標準高さの半分

- b) 乾舷甲板に船首垂線の後方 $0.15L_{LL}$ の位置に達しないシアがある場合及びシアが無い場合については、船首垂線の後方 $0.07L_{LL}$ の位置の船首楼甲板の船側の点を通り船首垂線に達する基線に並行な直線により決定する (図 2 参照)。

図 1 乾舷甲板に船首垂線の後方 $0.15L_{LL}$ の位置に達するシアがある場合に認められる船首高さ

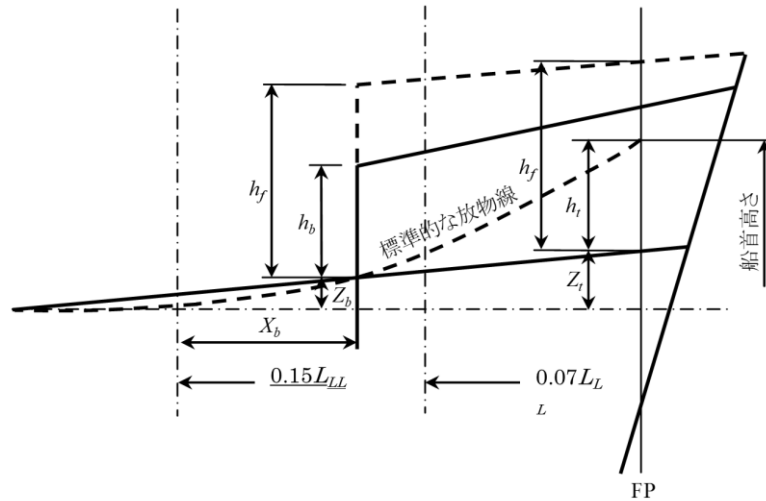
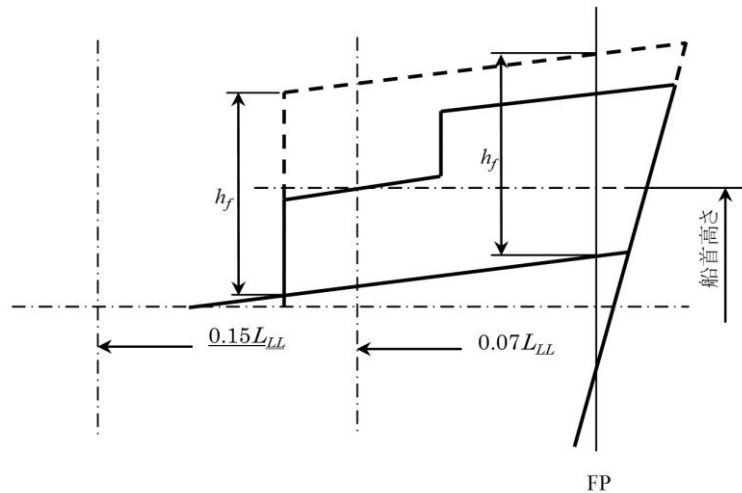


図 2 乾舷甲板に船首垂線の後方 $0.15L_{LL}$ の位置に達しないシアがある場合に認められる船首高さ



6. 軸路

6.1 一般

6.1.1

軸路は水密としなければならない。

7. 水密通風筒及びトランク

7.1 一般

7.1.1 (SOLAS Ch.II-1, Part B, Reg.19.1)

水密通風筒及びトランクは少なくとも乾舷甲板まで達するものとしなければならない。

8. 燃料油タンク

8.1 一般

8.1.1 (SOLAS Ch.II-2, Part B, Reg.4.2)

燃料油の貯蔵、配分及び使用のためにとられる措置は、船舶及び乗船者の安全を確保するものとしなければならない。

8.1.2 (SOLAS Ch.II-2, Part B, Reg.4.2)

燃料油タンクは、実行可能な限り、船体の一部を形成するものでなければならず、A 類機関区域の外部に設けなければならない。

二重底タンク以外の燃料油タンクを A 類機関区域内又は A 類機関区域に隣接して設ける必要がある場合には、当該燃料油タンクの垂直面のうち少なくとも 1 つが A 類機関区域の境界に接するものとしなければならない。また、できる限り二重底タンクと境界を共有することが望ましく、A 類機関区域と共有するタンク境界の面積を最小限にとどめなければならない。

二重底タンク以外の燃料油タンクが A 類機関区域内に設けられる場合には、当該燃料油タンクには引火点が 60℃以下の燃料油を積載してはならない。

8.1.3 (SOLAS Ch.II-2, Part B, Reg.4.2)

燃料油タンクは、流失又は漏出した油が熱せられた物の表面と接触することにより危険を生じる恐れのある位置に設けてはならない。

圧力によりポンプ、フィルター又はヒータから流出することのある油が熱せられた物の表面と接触することを防ぐための予防措置を講じなければならない。

本会が認める特別な措置が講じられない限り、ボイラー室の燃料油タンクは、ボイラーの直上又は高温になる区域の中に設置してはならない。

8.1.4

貨物や石炭用の区画が、熱せられた液体を積載するコンテナに近接する場合、適切な防熱措置を施さなければならない。

3 節 交通設備

1. 一般

1.0 適用

1.0.1

本節は、総トン数 20,000 トン以上の船舶に適用する。

1.1 貨物区域及び他区域への交通設備

1.1.1 (SOLAS Ch.II-1/3-6.2.1 (決議 MSC.151(78)))

各区画には、船舶の生涯にわたり、船体構造部材の全体及び精密検査並びに板厚測定が実施できるように交通設備を備えなければならない。これらの交通設備は 1.3 及び 2. によらなければならない。

1.1.2 (SOLAS Ch.II-1/3-6.2.2 (決議 MSC.151(78)))

固定交通設備が貨物の荷役又は揚貨時の通常の作業において、損傷を受けやすい場合又は固定交通設備を備えることが实际的でない場合、本会は固定設備の代替として 2. に規定する移動式又は可搬式の交通設備を認めることがある。この場合、当該交通設備の取り付け、吊り下げ又は支持のための手段は、船舶構造部分の恒久的な部分としなければならない。全ての可搬式交通設備は、船舶乗務員により容易に使用状態にできるものでなければならない。

1.1.3 (SOLAS Ch.II-1/3-6.2.3 (決議 MSC.151(78)))

全ての交通設備及びその船体構造への取り付け部分の構造及び材質は、本会が認めるものでなければならない。

1.2 貨物倉、貨物タンク、バラストタンク及び他の区画への安全交通

1.2.1 (SOLAS Ch.II-1/3-6.3.1 (決議 MSC.151(78)) 及び IACS UI SC191)

貨物区域内の貨物倉、コファダム、バラストタンク及び他の区画への安全な交通は、開放甲板から直接行ふものとし、これらの区画を完全に検査できるようにしなければならない。二重底又は船首バラストタンクへの安全交通については、ポンプ室、ディープ・コファダム、パイプトンネル、貨物倉、二重船殻区画又はこれらと同様の区画であって油若しくは危険な貨物を積載する計画のない場所から行ふものとして差し支えない。

二重船側区域への交通については、トップサイドタンク若しくは二重底タンク又はその両方からするものとして差し支えない。

1.2.2 (SOLAS Ch.II-1/3-6.3.2 (決議 MSC.151(78)))

タンク及びタンク内の区画であって長さが 35m 以上のものは、少なくとも 2 組のアクセスハッチ及びはしごを、できる限り遠く離して備えなければならない。

長さが 35m 未満のタンクについては、少なくとも 1 組のアクセスハッチ及びはしごを備えなければならない。

1 つ以上の制水隔壁又は同様の構造物によって区画され、かつ、当該タンクの区画された一方の側から他の部分に容易に交通できないタンクにあっては、少なくとも 2 組のハッチ及びはしごを備えなければならない。

1.2.3 (SOLAS Ch.II-1/3-6.3.3 (決議 MSC.151(78)))

各貨物倉には、少なくとも 2 組以上の交通設備を、できる限り遠く離して備えなければならない。一般的に、これらの交通設備は対角に配置されることが望ましい。例えば、1 組の交通設備を船首隔壁近傍の左舷に、もう 1 組を船尾隔壁近傍の右舷に配置する。

1.3 一般技術仕様

1.3.1 (SOLAS Ch.II-1/3-6.5.1 (決議 MSC.151(78)) 及び IACS UI SC191)

水平面の開口、ハッチ又はマンホールを通じての交通については、開口の寸法は、自蔵式呼吸具及び防護装具を着用したものが支障なくいずれのはしごも昇降することができ、また、負傷者を当該場所の底部から引き上げることが容易となるような障害物の無い開口となるよう、十分なものとしなければならない。障害の無い開口の最小の大きさは、600mm×600mm 以上としなければならない。また、角の丸みの半径は最大 100mm を超えてはならない。

構造解析の結果、開口周辺の応力を減少させなければならない場合、障害の無い開口の寸法を、角の丸み半径が最大 100mm の 600mm×600mm の障害のない開口と見合う大きなもの（例えば、角の丸み半径が 300mm の 600mm×800mm の開口）とするような措置を講じなければならない。

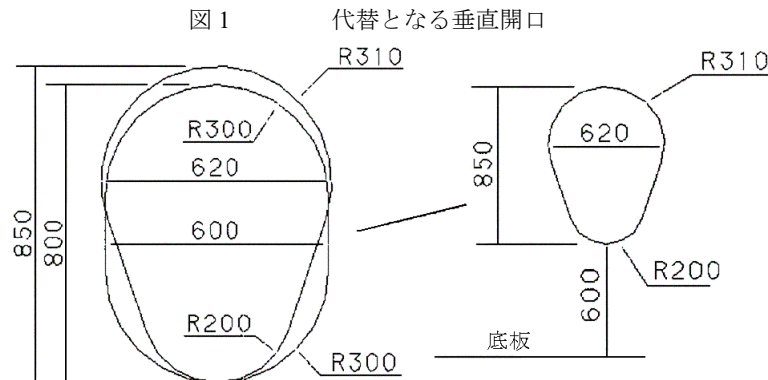
貨物倉口を通じて貨物倉へ交通する場合、交通用のはしごの頂部は、可能な限り倉口縁材に近接するものとしなければならない。

ならない。アクセスハッチの縁材の高さが 900mm を超える場合、交通用のはしごに連絡するように、縁材の外側にステップを設けなければならない。

1.3.2 (SOLAS Ch.II-1/3-6.5.2 (決議 MSC.151(78)) 及び IACS UI SC191)

タンク内の船首尾方向及び船幅方向の移動のために制水隔壁、肋板、桁板及び特設肋板に設けられる垂直面の開口又はマンホールを通じての交通については、障害物の無い開口の最小の大きさは、角の丸み半径が 300mm の $600\text{mm} \times 800\text{mm}$ 以上としなければならない。また、船底外板から当該開口までの高さは、格子又は他の足場が備えられない限り、 600mm を超えてはならない。

担架に乗せた負傷者を容易に避難させることができることを検証することを条件に、 $850\text{mm} \times 620\text{mm}$ の垂直開口（上半分の幅が 600mm を超える一方で下半分の幅は 600mm 未満となる部分がある、全体の高さは 850mm 以上のもの）を、角の丸み半径が 300mm の $600\text{mm} \times 800\text{mm}$ の開口の代替として設けることができる（図 1 参照）。



2. 交通設備の技術要件

2.1 定義 (IMO Technical Provision, 2 (決議 MSC.158(78)))

2.1.1 横木

横木とは、垂直はしごのステップ又は垂直面のステップをいう。

2.1.2 踏み板

踏み板とは、傾斜はしごのステップ又は垂直面の交通口のためのステップのことをいう。

2.1.3 はしごによる移動

傾斜はしごによる移動とは、傾斜はしご側板の実長のことをいう。

垂直はしごにおいて、傾斜はしごによる移動とは、踊り場間の距離である。

2.1.4 水平桁

水平桁とは、外板、横置隔壁又は縦通隔壁に取り付けられる防撓された水平板部材をいう。二重船側区画を形成するバラスタンクであって幅が 5m 未満のものにおいては、船側外板又は縦通隔壁に取り付けられる縦通材又は防撓材に幅 600mm 以上の全長にわたる通路が設けられる場合、これらの水平板部材をストリンガーとみなし、縦通の固定交通設備として認める。固定交通設備として使用する水平板部材の開口には、水平部材上又はそれぞれのトランスウェブへの安全交通を阻害しないように手摺又は格子の蓋を設けなければならない。

2.1.5 垂直はしご

垂直はしごとは、傾斜角度が 70 度から 90 度までであるはしごのことをいう。はしごの横倒れは、 2 度以下としなければならない。

2.1.6 上部甲板支持構造

上部甲板支持構造とは、防撓材を含む甲板又は桁部材であって交通設備の上方に配置されているものをいう。

2.1.7 甲板下面下方の距離

甲板下面下方の距離とは、板の下面から下方の距離のことをいう。

2.1.8 クロスデッキ

クロスデッキとは、主甲板であって、倉口縁材より船体中心線側の範囲のことをいう。

2.2 固定交通設備

2.2.1 (IMO Technical Provision, 3.1 & 3.2 (決議 MSC.158(78)))

二重底区画内のものを除く構造部材は、2.7 及び 2.13 に従って固定交通設備を備えなければならない。

固定交通設備は、十分な強度を有するものとし、同時に船体構造の全体強度に寄与するものであるよう、可能な限り船体構造の一部としなければならない。

2.2.2 (IMO Technical Provision, 3.3 (決議 MSC.158(78)) 及び IACS UI SC191)

固定交通設備の一部として高所歩路が設けられる場合、高所歩路は少なくとも 600mm のクリア幅を有し、かつ、開放された側に全長にわたる手摺を備えたものとする。ただし、垂直部材のウェブを迂回する部分については、クリア幅を 450mm として差し支えない。

船舶がトリム及び横傾斜を生じていない状態にあるときに水平面から 5 度以上傾斜する交通設備の傾斜部分については、滑り防止措置が施されたものとしなければならない。

手摺は高さ 1,000mm とし、高さ 500mm の位置に中間レールを備える堅固な構造のものとしなければならない。手摺の支柱の間隔は 3m を超えないものとしなければならない。

2.2.3 (IMO Technical Provision, 3.4 (決議 MSC.158(78)))

固定交通設備及び垂直開口は、歩路、はしご又は踏み板等により船底から容易に交通可能なものとしなければならない。踏み板は、足を横方向に支持するものとしなければならない。はしごの横木を垂直面に取り付ける場合、横木の中心と垂直面との距離は、少なくとも 150mm としなければならない。マンホールの歩行面から高さが 600mm を超える場合、マンホールの両側に踊り場を設けるとともに踏み板及び取手を取り付け、交通が容易となるようにしなければならない。

2.3 はしごの構造

2.3.1 一般 (IMO Technical Provision, 3.5 (決議 MSC.158(78)))

固定傾斜はしごは、その傾斜角を 70 度未満としなければならない。当該傾斜はしごの表面から 750mm の範囲は、障害物が無いようにしなければならない。ただし、開口部分については、障害物の無い範囲を 600mm として差し支えない。通常 6m を超えない間隔で、適当な大きさの踊り場を設けなければならない。はしご及び手摺は、適切な強度と剛性を有する鋼又はこれと同等の材料で造られたものとし、支柱によりタンクの構造部材にしっかりと取り付けられなければならない。この時、支持の方法及び支柱の長さについては、有害な振動を発生しないように配慮しなければならない。貨物倉内のはしごは、貨物荷役装置の接触による損傷に配慮して設計・配置されなければならない。

2.3.2 傾斜はしご (IMO Technical Provision, 3.6 (決議 MSC.158(78)))

傾斜はしごの側板の間隔は、400mm 未満としてはならない。踏み板は等間隔に配置するものとし、その間隔は垂直距離で 200mm から 300mm の間としなければならない。鋼構造のはしごとする場合、踏み板は、断面が 22mm×22mm 以上の角棒 2 本から成るものとし、歩行面が水平となり、かつ、角棒の角が垂直上方となるように配置されたものとしなければならない。これらの踏み板は、側板間に間隙を設けることなく両側連続溶接により取り付けられるものとしなければならない。すべての傾斜はしごには、踏み板上方の適切な高さに、堅固な構造の手摺が両側に備えられなければならない。

2.3.3 垂直はしご及び螺旋階段

(IMO Technical Provision, 3.7 (決議 MSC.158(78)))

垂直はしご及び螺旋階段の幅及び構造については、国際又は国家規格によることが望ましい。

2.4 開口を通る交通

2.4.1 水平面の開口、ハッチ又はマンホールを通る交通

(IMO Technical Provision, 3.10 (決議 MSC.158(78)))

水平面の開口、ハッチ又はマンホールを通じての交通については、障害物の無い開口の最小の大きさは、600mm×600mm 以上としなければならない。貨物倉口を通じて貨物倉へ交通する場合、交通用のはしごの頂部は、可能な限り倉口縁材に近接するものとしなければならない。アクセスハッチの縁材の高さが 900mm を超える場合、交通用のはしごに連絡するように、縁材の外側にステップを設けなければならない。

2.4.2 垂直面の開口又はマンホールを通る交通

(IMO Technical Provision, 3.11 (決議 MSC.158(78)))

タンク内の船首尾方向及び船幅方向の移動のために制水隔壁、肋板、桁板及び特設肋板に設けられる垂直面の開口又はマンホールを通じての交通については、障害物の無い開口の最小の大きさは、600mm×800mm 以上としなければならない。また、船底外板から当該開口までの高さは、格子又は他の足場が備えられない限り、600mm を超えてはならない。

2.5 貨物倉及び他の区画への交通に使用されるはしご**2.5.1 一般 (IMO Technical Provision, 3.13.1 & 3.13.2 (決議 MSC.158(78)))**

貨物倉及びその他の区画への交通に使用されるはしごは、次によらなければならない。

- 1) 隣接する甲板の上面間又は甲板と貨物倉底部の垂直距離が $6m$ を超えない場合、垂直はしご又は傾斜はしごのいずれかとする。
- 2) 隣接する甲板の上面間又は甲板と貨物倉底部の垂直距離が $6m$ を超える場合、貨物倉の前部又は後部の一端は1組の傾斜はしご又は傾斜はしご群としなければならない。ただし、貨物倉上部甲板支持構造の下面から下方 $2.5m$ の範囲及び貨物倉下部 $6m$ の範囲については垂直はしごとして差し支えないが、いかなる場合も傾斜はしごの範囲の垂直距離を $2.5m$ 未満としてはならない。

2.5.2 (IMO Technical Provision, 3.13.2 (決議 MSC.158(78)))

貨物倉の他端の交通設備については、垂直距離が $6m$ を超えない間隔で踊り場を備え、かつ、踊り場で次のはしごに接続するよう千鳥に配置された垂直はしご群として差し支えない。隣接する上下のはしごは、少なくとも当該はしごの幅の分だけ、水平方向にオフセットすること。最上端となる入口部分であって、貨物倉に直接曝される部分については、貨物倉上部甲板支持構造の下面から下方 $2.5m$ の範囲を、踊り場に接続する垂直はしごとしなければならない。

2.5.3 (IMO Technical Provision, 3.13.3 (決議 MSC.158(78)))

トップサイドタンクについては、甲板から当該タンクの縦通交通設備若しくはタンク入口直下の水平桁又は当該タンク底板までの垂直距離が $6m$ 未満の場合、垂直はしごを使用して差し支えない。最上端となる甲板からの入口部分については、上部甲板支持構造の下面から下方 $2.5m$ の範囲を垂直はしごとし、垂直距離で $2.5m$ 以内に当該タンクの縦通交通設備もしくはタンク入口直下の水平桁又は当該タンク底板がない場合には踊り場を設け、踊り場で次のはしごに接続するようしなければならない。

2.5.4 (IMO Technical Provision, 3.13.4 (決議 MSC.158(78)))

2.5.3 で認められる場合を除き、甲板から入口直下の水平桁、水平桁間若しくは甲板又は水平桁から入口直下の区画底板までの垂直距離が $6m$ を超える場合、タンク及び区画への交通は、傾斜はしご又は傾斜はしごの組み合わせとしなければならない。

2.5.5 (IMO Technical Provision, 3.13.5 (決議 MSC.158(78)))

2.5.4 の場合、最上端となる甲板からの入口部分については、上部甲板支持構造の下面から下方 $2.5m$ の範囲を、踊り場に接続する垂直はしごとし、傾斜はしごに連絡するものとしなければならない。傾斜はしごによる移動は、実長で $9m$ 以下し、通常、垂直距離においても $6m$ 以下としなければならない。最下部 $2.5m$ の範囲については垂直はしごとして差し支えない。

2.5.6 (IMO Technical Provision, 3.13.6 (決議 MSC.158(78)))

幅が $2.5m$ 未満の二重船側区画については、垂直距離が $6m$ を超えない間隔で踊り場を備え、かつ、踊り場で次のはしごに接続するよう千鳥に配置された垂直はしご群として差し支えない。隣接する上下のはしごは、少なくとも当該はしごの幅の分だけ、水平方向にオフセットすること。

2.5.7 (IMO Technical Provision, 3.13.7 (決議 MSC.158(78)))

傾斜はしごに代えて螺旋はしごを備えるものとして差し支えない。この場合、最上部 $2.5m$ についても螺旋はしごとすることができ、垂直はしごに切り換える必要はない。

2.6 タンクへの交通に使用されるはしご**2.6.1 (IMO Technical Provision, 3.14 (決議 MSC.158(78)))**

タンクへの交通に供される垂直はしごの最上端となる甲板からの入口部分については、上部甲板支持構造の下面から下方 $2.5m$ の範囲は、踊り場に接続する垂直はしごとし、踊り場で次の垂直はしごに接続するようすることが望ましい。甲板支持構造の下方 $1.6m$ から $3m$ の間に設けられた縦通又は船幅方向の固定交通設備に連絡する場合、垂直はしごの範囲を甲板支持構造の下方 $1.6m$ から $3m$ の間とすることができる。

2.7 貨物倉の甲板支持構造への交通**2.7.1 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.1 (決議 MSC.158(78)))**

クロスデッキ支持構造については、当該甲板の両舷及び中心線付近に交通可能な、固定交通設備を備えなければならない。

それぞれの交通設備は、貨物倉への交通設備から又は直接上甲板から交通可能なものとし、甲板の下方 $1.6m$ から $3m$ の高さに設けなければならない。

2.7.2 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.2 (決議 MSC.158(78)))

クロスデッキの下方 1.6m から 3m の高さに、船幅方向に連続した固定交通設備を横置隔壁に設ける場合、2.7.1 に規定する交通設備と同等と認められる。

2.7.3 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.3 (決議 MSC.158(78)))

クロスデッキの支持構造部材のための固定交通設備への交通は、上部スツールを経由するものとして差し支えない。

2.7.4 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.4 (決議 MSC.158(78)) 及び IACS UI SC191)

横置隔壁にクロスデッキの全長及び全幅に亘る上部スツールを備え、その内部からクロスデッキ支持構造部材の全ての防撓材及び板部材を監視でき、かつ、上甲板から交通可能となっている場合については、クロスデッキのための固定交通設備は要求されない。

2.7.5 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.5 (決議 MSC.158(78)))

二重底頂板からクロスデッキまでの垂直距離が 17m 以下の場合、上記の固定交通設備に代えて、クロスデッキの支持構造への交通に移動式の交通設備を使用することとして差し支えない。

2.8 二重船側構造における二重船側タンクへの交通**2.8.1 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.8 & Tab 1,2.1 (決議 MSC.158(78)))**

ビルジホッパ部上部ナックルの上方の二重船側部については、次に従い固定交通設備を設けなければならない。

- a) 最上部水平桁と甲板の垂直距離が 6m 以上の場合、甲板面の下方 1.6m から 3m の高さに、当該タンク全長にわたって船舶の長さ方向に連続した固定交通設備（トランスウェブを通過して交通できる設備も含めること。）を 1 組設けなければならない。また、当該タンクの前後端に、この交通設備へ交通するためのはしごを設けなければならない。
- b) 船舶の長さ方向に連続した固定交通設備。船体構造部材の一部とし、垂直距離が 6m を超えない間隔で設けること。
- c) 板部材とする場合、実行可能な限り、横置隔壁の水平桁の位置に整合させて、設けなければならない。

2.9 単船側構造における貨物倉の垂直構造部材への交通**2.9.1 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.6 (決議 MSC.158(78)))**

すべての貨物倉に、当該貨物倉の倉内肋骨総数の少なくとも 25%にあたるもの（貨物倉全体にわたり左右舷に均等に配置されたものとし、前後端の横置隔壁部分を含むものとする。）が点検可能となるように、垂直方向に交通する固定交通設備を備えなければならない。いかなる事情があっても、片舷に 3 組（前後端及び中央）以上の垂直方向に交通する固定交通設備を備えなければならない。また、隣接する倉内肋骨の間に設けられる垂直の固定交通設備は、両方の倉内肋骨の点検のための交通設備とみなす。下部ホッパタンク斜板を利用して近接する部分については、可搬式の交通設備を使用することとして差し支えない。

2.9.2 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.7 (決議 MSC.158(78)))

2.9.1 の固定交通設備が備えられない倉内肋骨（上部肘板に至るまでの範囲）及び横置隔壁への交通については、上記に加えて可搬式又は移動式の交通設備が使用されなければならない。

2.9.3 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.8 (決議 MSC.158(78)))

上部肘板に至る倉内肋骨への交通については、2.9.1 で要求される固定交通設備に代えて、可搬式又は移動式交通設備を使用するものとして差し支えない。この場合、これらの交通設備は、船上に装備され、ただちに使用可能なものとしなければならない。

2.9.4 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.9 (決議 MSC.158(78)))

倉内肋骨への交通のための垂直はしごの幅は、横木間で少なくとも 300mm としなければならない。

2.9.5 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.10 (決議 MSC.158(78)))

単船側構造の倉内肋骨の検査については、長さ 6m を超える垂直はしごとすることが認められる。

2.10 二重船側構造における貨物倉の垂直構造物への交通**2.10.1 (IMO Technical Provision, Tab 2,1.11 (決議 MSC.158(78)))**

二重船側構造の場合、貨物倉表面の検査のために垂直はしごの設置は要求されない。この表面の検査は二重船側区画内から行なわれる。

2.11 トップサイドバラストタンクへの交通**2.11.1 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.1 (決議 MSC.158(78)))**

高さが 6m 以上のトップサイドタンクについては、甲板下方 1.6m から 3m の高さに、船側外板特設肋骨に沿って、船舶の長さ方向に連続した固定交通設備を 1 組備えなければならない。

2.11.2 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.2 (決議 MSC.158(78)))

トランスリングのウェブに、当該タンク底部から **600mm** 以内の高さに交通口が設けられておらず、かつ、当該タンクの船側部及びタンク底部斜板部においてトランスリングのウェブの深さが **1m** を超える場合にあっては、安全にトランスリングのウェブを越えて交通できるように、踏み棒、取手を取り付けなければならない。

2.11.3 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.3 (決議 MSC.158(78)))

トップサイドタンクの前後端部分及び中央部分に、タンク底部からタンク底部斜板と甲板口側桁の交差部にわたる固定交通設備を備えなければならない。タンク内の底部斜板に縦通部材が取り付けられている場合、これをこの交通設備の一部として使用しても差し支えない。

2.11.4 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.4 (決議 MSC.158(78)))

高さが **6m** 未満のトップサイドタンクについては、固定交通設備に代えて、Technical Provisions の 3.9 に規定される代替設備又は可搬式の交通設備を使用することとして差し支えない。

2.12 ビルジホッパバラストタンクへの交通**2.12.1 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.5 (決議 MSC.158(78)))**

高さが **6m** 以上のビルジホッパタンクについては、トランスリング開口の下方 **1.2m** 以上の位置に、船側外板特設肋骨に沿って、船舶の長さ方向に連続した固定交通設備を 1 組備えなければならない。また、当該タンクへの交通設備に近接して、この交通設備へ垂直方向に交通するためのはしごを設けなければならない。

代替措置として、構造上重要と識別された部分の検査が容易にできる場合、船舶の長さ方向に連続した固定交通設備をトランスリングの開口の上方でウェブ板を貫通させ、頂板の下方 **1.6m** 以上の位置に設けることができる。サイズを大きくした縦通肋骨（少なくともクリア幅が **600mm**）は、通路目的として使用することができる。

二重船側構造の場合にあっては、代替方法との組み合わせによりナックル部への交通ができる場合、船舶の長さ方向に連続した固定交通設備は、ビルジナックル部から **6m** 以内の位置に設けることとして差し支えない。

2.12.2 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.6 (決議 MSC.158(78)))

トランスリングのウェブに、当該タンク底部から **600mm** 以内の高さに交通口が設けられておらず、かつ、当該タンクの船側部及びタンク底部斜板部においてトランスリングのウェブの深さが **1m** を超える場合にあっては、安全にトランスリングのウェブを越えて交通できるように、踏み棒、取手を取り付けなければならない。

2.12.3 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.7 (決議 MSC.158(78)))

高さが **6m** 未満のビルジホッパタンクについては、固定交通設備に代えて、Technical Provisions の 3.9 に規定される代替設備又は可搬式の交通設備を使用することとして差し支えない。このような交通設備については、要求される場所において展開可能、かつ、容易に使用できるものであることが実証されなければならない。

2.13 船首倉への交通**2.13.1 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.9 (決議 MSC.158(78)))**

船首隔壁の船体中心線上の位置における高さが **6m** 以上の船首倉については、甲板支持部材、水平桁、船首隔壁及び船側外板構造といった重要部分に交通するための、適切な交通設備を設けなければならない。

2.13.2 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.9.1 (決議 MSC.158(78)))

甲板又は上方に取り付けられている中間水平桁からの垂直距離が **6m** を超えない水平桁が設けられている場合、可搬式交通設備との組み合わせにおいて、適切な交通設備が設けられているものと認められる。

2.13.3 (IMO Technical Provision, Tab 2,2.9.2 (決議 MSC.158(78)))

甲板と水平桁の間、水平桁間又は最下部水平桁とタンク底部の間の垂直距離が **6m** 以上の場合、代替設備を設けなければならない。

3. 軸路**3.1 一般****3.1.1**

トンネルは、容易に軸に交通できるように十分な広さを有するものとしなければならない。

3.1.2

トンネルへの交通は、**2章1節6** に規定する機関室船尾隔壁に備えられる水密戸によるものとしなければならない。また、長さが **7m** を超えるトンネルについては、水密通風筒の機能を果たす脱出用トンネルを、区画甲板まで備えなければ

ならない。

4. 操舵機室への交通

4.1 一般

4.1.1

操舵機室は、容易に近づくことができ、かつ、実現可能な限り、機関区域から分離されたものとしなければならない。

4.1.2

操舵機及び制御装置の作業性を確保するよう、適切な措置が講じられなければならない。これらの措置は、油圧油が漏出した際に適切な作業環境を確保するために、手摺及び格子の設置又は他の滑り止め表面の施工を含むものとしなければならない。

3 章 構造設計の原則

1 節 材料

1. 一般

1.1 材料規格

1.1.1

本節の規定は、**K 編**の規定に適合する材料特性を有する材料を用いる溶接構造の船舶に対するものである。

1.1.2

異なる規格の材料については、製造者、化学成分、機械的特性、溶接等の仕様書を承認のために提出される場合、本会はその使用を認めることがある。

1.2 材料の試験

1.2.1

材料は、**K 編**の適用される規定に合致する試験を受けたものでなければならない。

1.3 製造方法

1.3.1

本節の規定は、溶接施工方法及びその他の冷間加工又は熱間加工方法が、*IACS* 統一規則 **W** シリーズに規定される適切な溶接作業手順並びに **M 編**及び **C 編**の適用される規定に適合して実施されることを前提とする。特に以下の事項を前提としている。

- ・ 母材及び溶接施工方法が、使用材料に対する制限内であること
- ・ 溶接前に余熱が要求される場合があること
- ・ 溶接又はその他の冷間加工又は熱間加工方法が、適切な熱処理後に実施される必要があること

2. 船体構造用圧延鋼材

2.1 一般

2.1.1

船舶の構造材料として使用される鋼材の機械的特性を**表 1**に示す。

表 1 船体用圧延鋼材の機械的特性

鋼材の種類 (板厚 t が 100mm 以下の鋼材)	最小降伏応力 R_{eH} (N/mm ²)	引張強度 R_m (N/mm ²)
A, B, D, E	235	400 – 520
$AH32, DH32, EH32, FH32$	315	440 – 570
$AH36, DH36, EH36, FH36$	355	490 – 630
$AH40, DH40, EH40, FH40$	390	510 – 660

2.1.2

船体構造に高張力鋼を使用する場合、その種類及び寸法とともに、使用箇所及び使用範囲を示す図面を承認のために本会に提出しなければならない。

2.1.3

表 1に掲げる以外の高張力鋼の使用については、本会の適当と認めるところによる。

2.1.4

最小降伏応力 R_{eH} が 235N/mm^2 と異なる鋼材を使用する場合、**2.2** に定義する材料係数 k を考慮して構造寸法を決定しなければならない。

2.1.5

船体構造に使用された鋼材の種類及びグレードを示す図面を船上に備えなければならない。**表 1** に掲げるもの以外の鋼材が使用される場合、それらの機械的特性及び化学成分のほか、施工上の要求事項又は推奨事項を、当該図面とともに船上で利用できるようにしておかなければならない。

2.2 材料係数 k

2.2.1

特に規定する場合を除き、軟鋼及び高張力鋼の材料係数 k は、最小降伏応力 R_{eH} に応じて **表 2** に規定される値としなければならない。

最小降伏応力が **表 2** に掲げる値の間にある材料を使用する場合、材料係数 k は、線形補間により求める。

最小降伏強度が 390N/mm^2 より高い鋼材については、本会の適当と認めるところによる。

表 2 材料係数

最小降伏応力 R_{eH} (N/mm^2)	材料係数 k
235	1.00
315	0.78
355	0.72
390	0.68

2.3 鋼材のグレード

2.3.1

種々の強度部材に使用される鋼材は、**表 4-1** に規定する使用区分 I、II 及び III 並びにグレードに応じて、**表 3** に規定するグレード以上のものとしなければならない。船の長さ L_{CSR-B} が 150m 以上の船舶、 250m 以上の船舶及び BC-A 船又は BC-B 船に対する追加要件は、**表 4-2** から **表 4-4** による。

表 4-1 から **表 4-4** に規定されない強度部材については、一般に A 級鋼又は AH 級鋼とすることができる。

表 3 使用区分 I、II 及び III に対する鋼材のグレード

使用区分 図面板厚 (mm)	I		II		III	
	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼
$t \leq 15$	A	AH	A	AH	A	AH
$15 < t \leq 20$	A	AH	A	AH	B	AH
$20 < t \leq 25$	A	AH	B	AH	D	DH
$25 < t \leq 30$	A	AH	D	DH	D	DH
$30 < t \leq 35$	B	AH	D	DH	E	EH
$35 < t \leq 40$	B	AH	D	DH	E	EH
$40 < t \leq 50$	D	DH	E	EH	E	EH

表 4-1 一般的な鋼材の使用区分及びグレード

構造部材分類	使用区分及びグレード
二次構造部材： A1 縦通隔壁板であって、一次構造部材に属さないもの A2 暴露甲板であって、一次構造部材又は特殊構造部材に属さないもの A3 船側外板	-中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は使用区分 I -上記以外は A/AH
一次構造部材： B1 船底外板（キールを含む） B2 強力甲板であって、特殊構造部材に属さないもの B3 強力甲板上にある連続した縦強度部材で、ハッチコーミングを除く B4 縦通隔壁の最も上部の 1 条 B5 縦桁（ハッチサイドガーダー）及びトップサイドタンク斜板の最も上部の 1 条	-中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は使用区分 II -上記以外は A/AH
特殊構造部材： C1 強力甲板の舷側厚板 ⁽¹⁾ C2 強力甲板の梁上側板 ⁽¹⁾ C3 二重船側の内殻板を除く、縦通隔壁と取り合う甲板の 1 条 ⁽¹⁾	-中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は使用区分 III -上記を除く中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間は使用区分 II -上記以外は使用区分 I
C5 強力甲板の倉口隅部	-中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間は使用区分 III -上記を除く貨物倉区域は使用区分 II
C6 全幅にわたり二重底構造となっている L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶におけるビルジ外板 ⁽¹⁾	-中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間は使用区分 II -上記以外は使用区分 I
C7 全幅にわたり二重底構造となっている L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶を除く、その他の船舶におけるビルジ外板 ⁽¹⁾	-中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は使用区分 III -上記を除く中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間は使用区分 II -上記以外は使用区分 I
C8 長さが $0.15L_{CSR-B}$ より長いハッチサイドコーミング C9 ハッチサイドコーミングの端部肘板及び甲板室との取り合い部 ⁽²⁾	-中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は使用区分 III -上記を除く中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間は使用区分 II -上記以外は使用区分 I -ただし、 D/DH 以上としなければならない。
(1) 使用区分 III が要求される中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間の一条は、船舶の設計の形状による制限がない場合、その幅を $800+5L_{CSR-B}$ (mm) 以上としなければならない。ただし、1,800mm を超える必要はない。	
(2) 長さが $0.15L_{CSR-B}$ より長いハッチサイドコーミングを有するばら積貨物船に適用する。	

表 4-2 一層の強力甲板を有する、 L_{CSR-B} が 150m 以上の船舶における最低鋼材グレード

構造部材分類	使用区分及びグレード
ハルガード強度に寄与する強力甲板	中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は B/AH
強力甲板上にある連続した縦強度部材	中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は B/AH
船底と強力甲板の間に連続的な内殻縦通隔壁を有しない船舶における、単船側外板	貨物倉区域は B/AH

表 4-3 L_{CSR-B} が 250m 以上の船舶における最低鋼材グレード

構造部材分類	使用区分及びグレード
強力甲板の舷側厚板 ⁽¹⁾	中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は E/EH
強力甲板の梁上側板 ⁽¹⁾	中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は E/EH
ビルジ外板 ⁽¹⁾	中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は D/DH
(1) 使用区分 III が要求される中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間の一条は、船舶の設計の形状による制限がない場合、その幅を $800+5L_{CSR-B}$ (mm) 以上としなければならない。ただし、1,800mm を超える必要はない。	

表 4-4 BC-A 船又は BC-B 船における最低鋼材グレード

構造部材分類	使用区分及びグレード
倉内肋骨の下部ブラケット ^{(1),(2)}	D/DH
船側外板とホップタンク斜板又は内底板との交点から、上下にそれぞれ 0.125ℓ の範囲に、その一部又は全部が含まれる船側外板 ⁽²⁾	D/DH
(1) 「下部ブラケット」とは、船側外板とホップタンク斜板又は内底板との交点から、 0.125ℓ 上方の範囲にある、下部ブラケットのウェブ及び倉内肋骨のウェブをいう。	
(2) 倉内肋骨のスパン ℓ は、支持構造間の距離とする。(3章6節図 19 参照)	

2.3.2

船尾材、舵、ラダーホーン及びシャフトブラケットに使用される板部材は、原則として区分 II に対応する鋼材以上のものとしなければならない。応力の高い箇所（例えば、セミスピード型の舵の下部ピントル部やスピード型の舵の上部）となる舵又は舵板については、区分 III としなければならない。

2.3.3

中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間に内底板の一部として取り付けられる推進機関及び補機の台板は区分 I とする。その他の場合、少なくとも A 又は AH 級鋼以上としなければならない。

2.3.4 (削除)

2.3.5

鋼材のグレードは、図面板厚に対応したものとしなければならない。

2.3.6

板部材又は形鋼であって表 3 に規定される板厚より大きな図面板厚とするものの鋼材のグレードについては、本会の適当と認めるところによる。

2.3.7

2.3.8 に示すような特別な場合については、ハルガーダに沿った応力分布に関し、中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間に要求される使用区分の適用範囲を拡張することがある。

2.3.8

強力鋼板、舷側厚板及び縦通隔壁の最上層の 1 条であって中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間のものに要求される使用区分は、船尾楼の前端及び船橋の端部にかかる場合、当該個所において十分な長さの範囲まで延長して適用しなければならない。

2.3.9

ガッターのように船体板部材の外側に溶接で取り付けられる $0.15L_{CSR-B}$ より長い圧延鋼材は、当該個所の船体板部材と同一のグレードとしなければならない。

2.3.10

板厚方向に高応力が生じる個所において完全溶け込み溶接継ぎ手とする場合、個々の設計に応じて、ラメラティアのリスクを防止するように板厚方向に十分な延性を有する材料（Z 鋼）の使用を要求することがある。

2.4 低温大気に曝される構造

2.4.1

大気温度が低温となる海域を航行するよう設計された船舶の鋼材の使用区分は、2.4.2 から 2.4.6 の規定に適合するものとしなければならない。

2.4.2

大気温度が -20°C 以下となるような低温海域、例えば、冬季の北極海及び南極海を定期的に航行する船舶にあつては、

大気に暴露する構造の材料は、2.4.3 に定義する設計温度 t_D に基づき選定されなければならない。

2.4.3

設計温度 t_D は、運航海域における 1 日の平均気温の有義最低温度としなければならない。

- ・ 有義値とは、20 年間以上の観測期間による統計により得られる値とする。
- ・ 1 日の平均気温とは、日中と夜間を通じた 1 日の平均気温とする。
- ・ 最低温度とは、1 年間で最も低い温度とする。

図 1 に北極海に対する気温の定義を示す。

運航時期に制限がある場合、運航期間内の最低値を適用する。

2.4.4

最も低いバラスト喫水線 (BWL) より上方にあり、大気に暴露する種々の構造部材の材料については、構造部材の分類 (二次構造部材、一次構造部材及び特殊構造部材) に応じ、表 5 に示される使用区分 I, II 及び III に応じた最低グレード以上のものとしなければならない。大気に暴露しない構造部材及び最も低いバラスト喫水線より下方の構造部材の材料については、2.3 による。

図 1 気温の定義

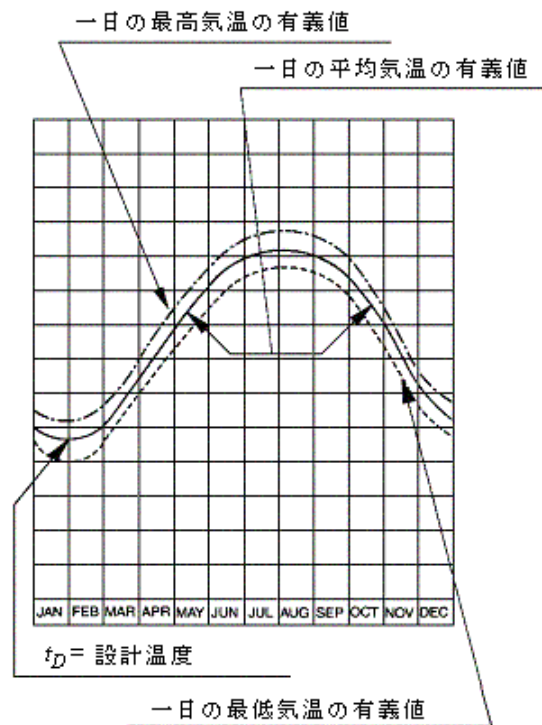


表 5 低温に曝される構造の鋼材の使用区分

構造部材の分類	使用区分	
	中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間	中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間以外
二次構造部材		
暴露甲板	I	I
バラスト喫水線より上方の船側外板		
バラスト喫水線より上方の横置隔壁		
一次構造部材		
強力甲板 ⁽¹⁾	II	I
強力甲板上の連続縦通部材。ハッチコーミングを除く		
バラスト喫水線より上方の縦通隔壁		
バラスト喫水線より上方のトップサイドタンク斜板		
特殊構造部材		
舷側厚板 ⁽²⁾	III	II
梁上側板 ⁽²⁾		
強力甲板であって縦通隔壁と取り合う部分 ⁽³⁾		
連続するハッチサイドコーミング ⁽⁴⁾		

備考：

- (1) 大きな倉口の隅部における板部材は、特別に考慮されなければならない。高応力が生じる個所には、区分 III 又は E/EH を適用しなければならない。
- (2) 長さが $250m$ を超える船舶の中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間は、 E/EH 以上としなければならない。
- (3) 幅が $70m$ を超える船舶にあつては、少なくとも 3 条の強力甲板を区分 III としなければならない。
- (4) D/DH 以上としなければならない。

2.4.5

板厚及び設計温度に対応するそれぞれの使用区分の船体構造部材に対するグレードは、表 6、表 7 及び表 8 による。設計温度が -55°C 未満の場合、材料は、本会の適当と認めるところによる。

表 6 低温における使用区分 I の鋼材のグレード

図面板厚 (mm)	$-20 / -25^{\circ}\text{C}$		$-26 / -35^{\circ}\text{C}$		$-36 / -45^{\circ}\text{C}$		$-45 / -55^{\circ}\text{C}$	
	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼
$t \leq 10$	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH
$10 < t \leq 15$	B	AH	D	DH	D	DH	D	DH
$15 < t \leq 20$	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH
$20 < t \leq 25$	D	DH	D	DH	D	DH	E	EH
$25 < t \leq 30$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$30 < t \leq 35$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$35 < t \leq 45$	D	DH	E	EH	E	EH	-	FH
$45 < t \leq 50$	E	EH	E	EH	-	FH	-	FH

表 7 低温における使用区分 II の鋼材のグレード

図面板厚 (mm)	-20 / -25 °C		-26 / -35 °C		-36 / -45 °C		-45 / -55 °C	
	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼
$t \leq 10$	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH
$10 < t \leq 20$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$20 < t \leq 30$	D	DH	E	EH	E	EH	-	FH
$30 < t \leq 40$	E	EH	E	EH	-	FH	-	FH
$40 < t \leq 45$	E	EH	-	FH	-	FH	-	-
$45 < t \leq 50$	E	EH	-	FH	-	FH	-	-

表 8 低温における使用区分 III の鋼材のグレード

図面板厚 (mm)	-20 / -25 °C		-26 / -35 °C		-36 / -45 °C		-45 / -55 °C	
	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼	軟鋼	高張力鋼
$t \leq 10$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$10 < t \leq 20$	D	DH	E	EH	E	EH	-	FH
$20 < t \leq 25$	E	EH	E	EH	-	FH	-	FH
$25 < t \leq 30$	E	EH	E	EH	-	FH	-	FH
$30 < t \leq 40$	E	EH	-	FH	-	FH	-	-
$40 < t \leq 45$	E	EH	-	FH	-	FH	-	-
$45 < t \leq 50$	-	FH	-	FH	-	-	-	-

2.4.6

区分 III 又は E/EH 若しくは F/FH とすることが要求される 1 条の板は、以下の算式以上の幅 (m) としなければならない。ただし、 $1.8m$ を超える必要はない。

$$b = 0.005L_{CSR-B} + 0.8$$

3. 鍛鋼品及び鋳鋼品

3.1 一般

3.1.1

船体構造に使用する鍛鋼品及び鋳鋼品の機械的特性及び化学成分は、**K 編**の規定に適合したものでなければならない。

3.1.2

溶接される構造部材の鋼材は、本会が適当と認める機械的特性及び化学成分を有するものとしなければならない。

3.1.3

鋼材は、**K 編**の規定に従って試験されなければならない。

3.2 鍛鋼品

3.2.1

本会が適当と認める場合、鍛鋼品に代えて圧延鋼材を使用することができる。

この場合、当該圧延鋼材は、関連する品質及び試験について **K 編**の規定を満足することが要求される。

3.3 鋳鋼品

3.3.1

船首材、船尾骨材、舵、操舵装置及び甲板機器の一部として使用する鋳鋼品は、原則として、**K 編**の規定に従い、最小引張強度が $400N/mm^2$ 又は $440N/mm^2$ の溶接可能な炭素鋳鋼品及び炭素マンガナ鋳鋼品とすること。

3.3.2

船体強度部材に寄与する主要な板部材への鋳鋼品の溶接については、本会の適当と認めるところによる。

これらの鋳鋼品に対して追加で機械的特性の付与及び試験の実施（特に、鋳鋼品が溶接される板部材の衝撃特性に対し適切な衝撃特性を有すること及び非破壊試験の実施について）を要求することがある。

3.3.3

操舵機の鋳鋼品の高応力となる個所、特に、溶接により組み立てるもの及びキー溝無しで取り付けられるチラー又はロータについては、内部構造の確認のために表面及び内部の非破壊試験を実施しなければならない。

4. アルミニウム合金構造

4.1 一般

4.1.1

アルミニウム合金材の特性は、**K 編**の規定に適合しなければならない。5000 系又は 6000 系のアルミニウム合金を使用しなければならない。

4.1.2

使用温度が低い又は他の特別な仕様の構造の場合、使用されるアルミニウム合金材は、本会の適当と認めるところによる。

4.1.3

特に規定されない場合、アルミニウム合金材のヤング率は $70,000\text{N/mm}^2$ 、ポアソン比は 0.33 とする。

4.2 押出型材

4.2.1

一体の板材及び防撓材として成形されたものが押出型材として使用される。

4.2.2

一般的に、押出型材の使用は、甲板、隔壁、船楼及び甲板室に限定される。本会が認める場合、その他の個所に使用することができる。

4.2.3

押出型材は、防撓材が主応力の方向と平行になるよう使用されることが望ましい。

4.2.4

押出型材と主要構造との接合については、特別に配慮しなければならない。

4.3 溶接継手の機械的特性

4.3.1

溶接入熱は、硬化手順により硬化されたアルミニウム合金材（質別が”O”又は”H111”以外の 5000 系アルミニウム合金材）又は熱処理により硬化されたアルミニウム合金材（6000 系アルミニウム合金材）の機械的特性を局所的に低下させる。

4.3.2

5000 系アルミニウム合金材の溶接特性は、一般に、”O”又は”H111”のものとする。より高い機械的特性を有することが証明されている場合、それを考慮することができる。

4.3.3

6000 系アルミニウム合金材の溶接特性は、本会が承認したものとしなければならない。

4.4 材料係数 k

4.4.1

アルミニウム合金材の材料係数 k は、次式によらなければならない。

$$k = 235/R'_{lim}$$

R'_{lim} : 溶接された状態における母材の最小降伏応力 $R'_{p0.2}$ (N/mm^2) とする。ただし、溶接された状態における母材の最小引張強さ R'_{lim} (N/mm^2) の 70%以下としなければならない。

$$R'_{p0.2} = \eta_1 R_{p0.2}$$

$$R'_m = \eta_2 R_m$$

$R_{p0.2}$: 溶接されていない状態における母材の最小降伏応力 (N/mm^2)

R_m : 溶接されていない状態における母材の最小引張強さ (N/mm^2)

η_1 及び η_2 は、**表 9** による。

4.4.2

二種類の異なるアルミニウム合金を溶接する場合、寸法決定において考慮されるべき材料係数 k は、当該個所のアルミニウム合金材の材料係数の大きい値のものとする。

表 9 溶接構造に使用されるアルミニウム合金材

アルミニウム合金材	η_1	η_2
硬化処理されないアルミニウム合金材（焼なまし”O”又は加工硬化”H111”の 5000 系アルミニウム合金）	1	1
硬化処理されたアルミニウム合金材（”O”又は”H111”以外の 5000 系アルミニウム合金材）	$R'_{p0.2}/R_{p0.2}$	R'_m/R_m
熱処理されたアルミニウム合金材（6000 系アルミニウム合金材） ⁽¹⁾	$R'_{p0.2}/R_{p0.2}$	0.6

備考：

(1) これらの数値が得られない場合、係数 η_1 は、表 10 に定義する冶金効果係数 β の値としなければならない。 $R'_{p0.2}$ ：溶接状態における母材の最小降伏応力（N/mm²） R'_m ：溶接状態における母材の最小引張強さ（N/mm²）表 10 アルミニウム合金材の冶金効果係数 β

アルミニウム合金材	質別	グロス板厚（mm）	β
6005A（中実形材）	T5 又は T6	$t \leq 6$	0.45
		$t > 6$	0.40
6005A（中空形材）	T5 又は T6	全て	0.50
6061（形材）	T6	全て	0.53
6082（形材）	T6	全て	0.45

5. その他の材料及び製品

5.1 一般

5.1.1

鋳鉄（使用が認められる場合に限る）製の部品、銅及び銅合金製の製品、リベット、チェーン、クレーン、マスト、デリックポスト、デリック、関連部品及びワイヤロープのようなその他の材料及び製品については、**K 編**及び**L 編**の関連する規定によらなければならない。

5.1.2

プラスチック又はその他の材料であって **K 編**に規定されないものの使用については、本会の適当と認めるところによる。このような場合、当該材料の使用の許諾に関する要件は、本会が承認したものとしなければならない。

5.1.3

溶接に使用される材料については、**K 編**及び**M 編**の規定に適合するものでなければならない。

5.2 鋳鉄品

5.2.1

ねずみ鋳鉄、可鍛鋳鉄又は球状黒鉛鋳鉄は、原則として、重要度が低く低応力の個所の製品にのみ許容される。

5.2.2

一般的な鋳鉄品は、窓又は舷窓に使用してはならない。適切な型式の高いグレードの鋳鉄品の使用については、本会の適当と認めるところによる。

2 節 ネット寸法手法

記号

t_{as_built}	: 図面板厚 (mm)。建造段階で使用される実際の板厚で、 $t_{voluntary\_addition}$ がある場合、これを含む。
t_c	: 腐食予備厚 (mm)。3 章 3 節に定義する。
$t_{gross\_offered}$	: 申請グロス板厚 (mm)。建造段階で使用される実際のグロス板厚で、腐食衰耗に対する船主による追加余裕分 $t_{voluntary\_addition}$ がある場合、それを含まない。
$t_{gross\_required}$	: 要求グロス板厚 (mm)。要求ネット板厚に腐食予備厚 t_c を加えたグロス板厚。
$t_{net\_offered}$	: 申請ネット板厚 (mm)。申請グロス板厚から腐食予備厚 t_c を差し引いたネット板厚。
$t_{net\_required}$	: 要求ネット板厚 (mm)。本編の規定によるすべての構造強度要件を満足するネット板厚で、最も近い $0.5mm$ 単位の値としたもの。
$t_{voluntary\_addition}$	: 任意追加板厚 (mm)。腐食衰耗に対する追加余裕分として船主により任意で t_c に追加される板厚。

1. 一般原則

1.1 一般

1.1.1

ネット寸法手法は、新造時から船舶の想定寿命まで構造強度規定を満足するために正しく維持されなければならないネット寸法を明確に規定するものである。この手法は、船舶の就航中に生じるであろう腐食に対し付加される板厚とネット板厚を明確に区別するものである。

2. 適用基準

2.1 一般

2.1.1

本編に規定する基準の適用により得られる寸法は、3.1 から 3.3 に記載するネット寸法である。即ち、荷重に耐えるために要求される強度特性を有する板厚で、腐食予備厚及び船主による追加余裕分のような任意追加板厚を含まない。ただし、既に腐食予備寸法は含むが、船主による追加余裕分のような任意追加寸法は含まない、次の申請グロス寸法を除く。

- ・ 9 章 4 節に規定する船楼及び甲板室の寸法
- ・ 10 章 1 節に規定する舵構造の寸法
- ・ 鍛鋼品、鋳鋼品の大きな部品の寸法

2.1.2

要求される強度特性は、以下のとおり。

- ・ 主要支持部材を構成する部材を含む板部材の板厚
- ・ 防撓材の断面係数、せん断面積、断面二次モーメント及び局部板厚。主要支持部材の断面係数、せん断面積、断面二次モーメント及び局部板厚も含む。
- ・ ハルガーダの断面係数、断面二次モーメント及び断面一次モーメント

2.1.3

船舶は、少なくとも 3 章 3 節に規定する腐食予備厚をネット寸法に加えたグロス寸法で建造されなければならない。任意追加板厚は、追加分として加えることができる。

3. ネット寸法手法

3.1 ネット寸法の定義

3.1.1 要求板厚

要求グロス板厚 $t_{gross\_required}$ は、次式のとおり、要求ネット板厚に 3章3節に規定する腐食予備厚を加えることによって得られる板厚以上としなければならない。

$$t_{gross\_required} = t_{net\_required} + t_c$$

3.1.2 申請板厚

申請グロス板厚 $t_{gross\_offered}$ は、建造段階で使用されるグロス板厚で、次式のとおり、図面板厚から任意追加板厚を差し引いた板厚とする。

$$t_{gross\_offered} = t_{as\_built} - t_{voluntary\_addition}$$

3.1.3 板のネット板厚

申請ネット板厚 $t_{net\_offered}$ は、次式のとおり、申請グロス板厚から腐食予備厚 t_c を差し引いた板厚とする。

$$t_{net\_offered} = t_{gross\_offered} - t_c = t_{as\_built} - t_{voluntary\_addition}$$

3.1.4 防撓材のネット断面係数

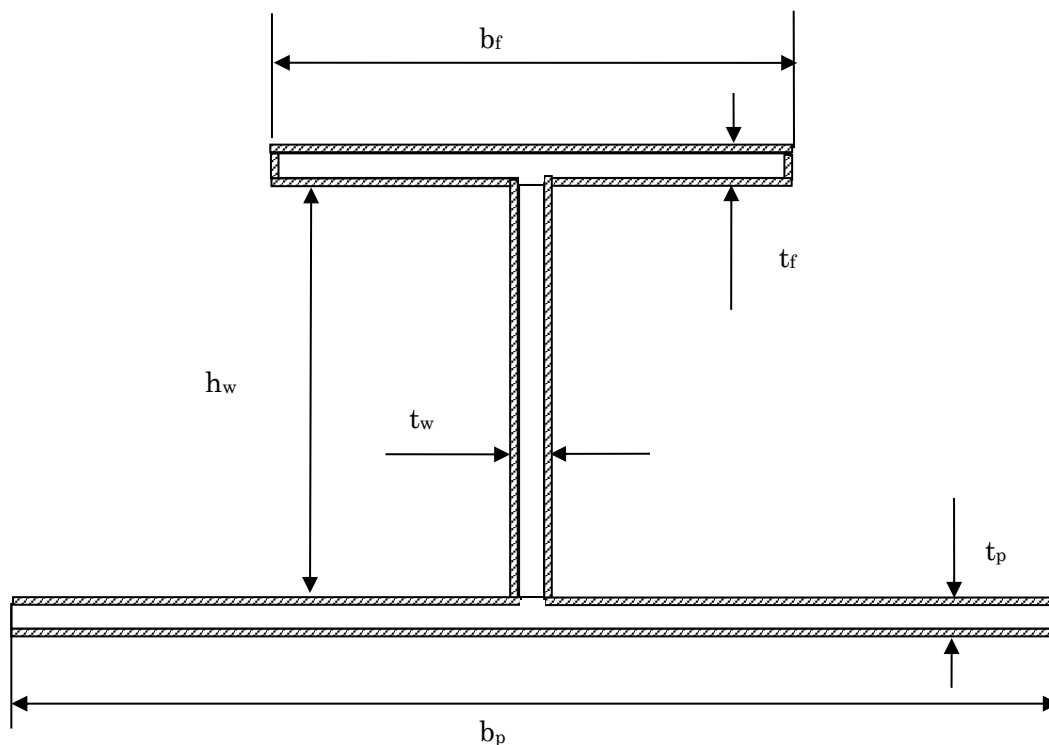
ネット横断面寸法は、図 1 に示すように防撓材形状を構成する各要素の提案グロス板厚から腐食予備厚 t_c を差し引いたものにより算出されなければならない。

バルブプレートの場合、3章6節 4.1.1 に規定するように等価な形鋼として考慮する。

ネット寸法特性は、ネット横断面寸法に対し算出されなければならない。

ハルガーダ応力及び二重底構造のような局部構造の局部曲げによる応力を反映して防撓材のネット強度特性を評価する場合、ハルガーダの断面性能及び構造の剛性は、考慮する構造の提案グロス板厚から $0.5t_c$ を差し引いて得られる。

図 1 防撓材のネット寸法



斜線部分は腐食予備厚である。取り付け板においては、3.2 に示される腐食予備厚の半分ずつが、取り付け板の両面から差し引かれる。

3.2 ネット寸法の考慮

3.2.1 ハルガーダの降伏強度評価

5章1節に従いハルガーダの降伏強度評価を行う場合、考慮する構造部材のネット板厚は、提案グロス板厚から $0.5t_c$ を差し引いて得られたものとしなければならない。

3.2.2 ハルガーダの曲げモーメント及びせん断力による応力のような全体強度に関連する応力

5章1節に従いハルガーダの曲げモーメント及びせん断力による応力を算出する場合、考慮する構造部材のネット板厚は、提案グロス板厚から $0.5t_c$ を差し引いて得られたものとしなければならない。

3.2.3 ハルガーダの座屈強度評価

6章3節に従い座屈強度評価を行う場合、考慮する構造部材のネット板厚は、提案グロス板厚から t_c を差し引いて得られたものとしなければならない。

3.2.4 ハルガーダの縦曲げ最終強度評価

5章2節に従いハルガーダの縦曲げ最終強度評価を行う場合、考慮する構造部材のネット板厚は、提案グロス板厚から $0.5t_c$ を差し引いて得られたものとしなければならない。

3.2.5 直接強度計算

7章に従い応力評価を行う場合、評価される主要支持部材を構成する板部材のネット板厚は、提案グロス板厚から $0.5t_c$ を差し引いて得られたものとしなければならない。

6章3節に従い座屈強度評価を行う場合、直接強度計算による応力算出に使用される主要支持部材を構成する板部材のネット板厚は、提案グロス板厚から t_c を差し引いて得られたものとしなければならない。

3.2.6 疲労強度評価

8章に従い疲労強度を行う場合、評価される構造部材のネット板厚は、提案グロス板厚から $0.5t_c$ を差し引いて得られたものとしなければならない。

3.2.7 L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶の主要支持部材の強度評価

6章4節2に従い、 L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶の主要支持部材の強度評価を行う場合、考慮する構造部材のネット板厚は、提案グロス板厚から t_c を差し引いて得られたものとしなければならない。

3.3 構造図面に記載する情報

3.3.1

構造図面には、各構造部材について、グロス寸法及び **13章2節**に規定する切替え板厚を記載しなければならない。任意追加板厚が図面板厚に含まれている場合、それらを図面上に明確に記載しなければならない。

3 節 腐食予備厚

記号

- t_c : 1.2 に定義する腐食予備厚 (mm)
 t_{c1} , t_{c2} : 表 1 に定義する構造部材の片側に適用される腐食予備厚 (mm)
 $t_{reserve}$: 13 章 2 節で定義する腐食余裕厚で, $t_{reserve} = 0.5$ とする。

1. 腐食予備厚

1.1 一般

1.1.1

本節に示す腐食予備厚の値は, 5 節に要求される保護塗装要件と関連して適用しなければならない。
炭素鋼と異なる材料の腐食予備厚については, 特別に配慮しなければならない。

1.2 腐食予備厚

1.2.1 鋼材の腐食予備厚

構造部材のそれぞれの側の腐食予備厚 t_{c1} 又は t_{c2} については表 1 による。
構造部材の両側の合計腐食予備厚は, 次式のとおりに, 0.5mm 単位の切り上げにより与えられる。

$$t_c = \text{Roundup}_{0.5} (t_{c1} + t_{c2}) + t_{reserve}$$

区画内の内部材にあつては, 合計腐食予備厚は, 次式のとおりに, 0.5mm 単位の切り上げにより与えられる。

$$t_c = \text{Roundup}_{0.5} (2t_{c1}) + t_{reserve}$$

ここで, t_{c1} は, 当該区画に曝される片側の腐食予備厚で, 表 1 による。

構造部材に該当する腐食予備厚の値が 1 個より多い場合 (例えば, 貨物倉内の板部材であつて下方のゾーンより上方に達するもの), 一般に当該部材に適用される最も厳しい腐食予備厚を適用しなければならない。

防撓材の腐食予備厚は, 当該防撓材が板に取り付けられる位置において当該部材に与えられるものを適用しなければならない。

いかなる場合も, 防撓材のウェブ及び面材を除き, 合計腐食予備厚は 2mm 以上としなければならない。

1.2.2 アルミニウム合金の腐食予備厚

アルミニウム合金材の構造部材にあつては, 腐食予備厚 t_c は 0 とする。

表 1 構造部材の片側の腐食予備厚

区画の種類	構造部材		腐食予備厚 t_{C1} 又は t_{C2} (mm)	
			BC-A 又は BC-B を付記する船舶であって長さ 150m 以上のもの	それ以外の船舶
バラストタンク	主要支持	タンク頂板から下方 3m まで ⁽³⁾	2.0	
	部材の面材	その他の箇所	1.5	
	上記以外 ⁽²⁾	タンク頂板から下方 3m まで ⁽³⁾	1.7	
		その他の箇所	1.2	
貨物倉 ⁽¹⁾	横隔壁	上部 ⁽⁴⁾	2.4	1.0
		下部スツールの斜板、垂直板及び頂板	5.2	2.6
		その他	3.0	1.5
	その他	上部 ⁽⁴⁾	1.8	1.0
		単船側構造ばら積貨物船の倉内肋骨上部ブラケットのウェブ及び面材		
		単船側構造ばら積貨物船の倉内肋骨下部ブラケットのウェブ及び面材	2.2	1.2
		その他	2.0	1.2
	ホッパ斜板、内底板	木製内張有り	2.0	1.2
		木製内張無し	3.7	2.4
大気暴露	水平部材及び暴露甲板 ⁽⁵⁾		1.7	
	水平部材以外		1.0	
海水暴露 ⁽⁷⁾			1.0	
燃料油タンク 及び 潤滑油 ⁽²⁾			0.7	
清水タンク			0.7	
空所 ⁽⁶⁾	ボルト締めマンホールからのみ出入り可能な区画等の通常は出入りしない区画、パイプトンネル等		0.7	
ドライスペース	甲板室内部、機関区域、倉庫区画、ポンプ室、操舵機室等		0.5	
上記以外の区画			0.5	

備考：

- (1) 貨物倉は、貨物を積載するための区画で、バラスト水を積載することがある貨物倉を含む。
- (2) バラストタンクと加熱する燃料油タンクの境界にある板部材の腐食予備厚については、0.7mm 加えなければならない。
- (3) 暴露甲板をタンク頂板とするバラストタンクに適用する。
- (4) 貨物倉の上部とは、トップサイドタンクと内殻又は船側との結合部より上部をいう。トップサイドタンクが無い場合、貨物倉の高さの上部 1/3 の範囲とする。
- (5) 水平部材とは、水平面に対する角度が 20 度までの部材をいう。
- (6) パイプトンネルにある外板の腐食予備厚は、バラストタンクとして考慮する。
- (7) ノーマルバラスト状態の喫水線と構造用喫水線の間の船側外板については、0.5mm 加えなければならない。

4 節 限界状態

1. 一般

1.1 一般原則

1.1.1

表 1 に示す構造強度評価が、本編の要件に含まれる。

		表 1 構造強度評価			
		降伏強度評価	座屈強度評価	最終強度評価	疲労強度評価
局部構造	防撓材	✓	✓	✓ ⁽¹⁾	✓ ⁽²⁾
	面外圧を受ける板部材	✓	✓	✓ ⁽³⁾	—
主要支持部材		✓	✓	✓	✓ ⁽²⁾
ハルガーダ		✓	✓ ⁽⁴⁾	✓	—

備考：✓は、構造強度評価を実施することを示す。

- (1) 防撓材の最終強度評価は、防撓材の座屈強度評価に含まれる。
- (2) 防撓材及び主要支持部材の疲労強度評価については、これらの部材の結合部の疲労強度を評価する。
- (3) 板部材の最終強度評価は、板部材の降伏強度評価に含まれる。
- (4) ハルガーダ強度を受け持つ防撓材及び板部材の座屈強度評価は、ハルガーダの曲げ及びせん断による応力に対し実施される。

1.1.2

浸水状態における船体構造の強度も評価しなければならない。

1.2 限界状態

1.2.1 使用限界状態

使用限界状態は、通常の使用にかかわるもので、次を含む。

- ・ 構造の耐用寿命を減少させる又は構造部材の有効性若しくは外観に影響を及ぼす局部損傷を生じる状態
- ・ 構造部材の有効性若しくは外観又は艤装品の機能に影響を及ぼす許容できない変形を生じる状態

1.2.2 最終限界状態

最終限界状態は、最大荷重伝達容量、場合によっては、最大歪又は変形に対応するもので、次を含む。

- ・ 崩壊又は過度な変形により断面、部材又は接合部の最終荷重に到達する状態
- ・ 全体構造又は当該構造の一部が不安定になる状態

1.2.3 疲労限界状態

疲労限界状態は、繰り返し荷重による損傷の可能性に関連する。

1.2.4 事故限界状態

事故限界状態については、任意の 1 つの貨物倉が浸水するが他の区画への浸水の拡大は生じない状態を考慮しており、次を含む。

- ・ ハルガーダの最大荷重伝達容量
- ・ 二重底構造の最大荷重伝達容量
- ・ 隔壁構造の最大荷重伝達容量

すべての貨物倉の構造部材については、防撓パネルの最終強度評価において、事故による一構造部材の単一の損傷が考慮される。

2. 強度基準

2.1 使用限界状態

2.1.1 ハルガーダ

ハルガーダの降伏強度評価にあつては、応力は、超過確率 10^{-8} レベルの荷重に対応する。

2.1.2 板部材

主要支持部材を構成する板部材の降伏強度及び座屈強度評価にあつては、応力は、超過確率 10^{-8} レベルの荷重に対応する。

2.1.3 防撓材

防撓材の降伏強度評価にあつては、応力は、超過確率 10^{-8} レベルの荷重に対応する。

2.2 終局限界状態

2.2.1 ハルガーダ

ハルガーダの最終強度は、超過確率 10^{-8} レベルの最大縦曲げモーメントに耐え得るものとしなければならない。

2.2.2 板部材

板部材の防撓材又は主要支持部材により防撓されていない部分の最終強度は、超過確率 10^{-8} レベルの荷重に耐え得るものとしなければならない。

2.2.3 防撓材

防撓材の最終強度は、超過確率 10^{-8} レベルの荷重に耐え得るものとしなければならない。

2.3 疲労限界状態

2.3.1 構造詳細

防撓材と主要支持部材の結合個所のような代表的な詳細構造の疲労寿命は、超過確率 10^{-4} レベルの荷重により算定される。

2.4 事故限界状態

2.4.1 ハルガーダ

貨物倉が浸水した時のハルガーダの縦強度は、[5章2節](#)に従って評価されなければならない。

2.4.2 二重底構造

貨物倉が浸水した時の二重底構造は、[6章4節](#)に従って評価されなければならない。

2.4.3 隔壁構造

貨物倉が浸水した時の横隔壁構造は、[6章1節](#)、[2節](#)及び[3節](#)に従って評価されなければならない。

3. 衝撃荷重に対する強度評価

3.1 一般

3.1.1

船首船底スラミング、バウフレアスラミング、グラブ落下のような衝撃荷重に対する構造応答は、荷重の作用範囲、大きさ及び構造形式に依存する。

3.1.2

格子構造を形成する構造部材、即ち、板部材の防撓材又は主要支持部材の間の防撓されていない部分及び防撓材が取り付けられる板部材を含む防撓材の最終強度は、それらに作用する最大衝撃荷重に耐え得るものとしなければならない。

5 節 防食措置

1. 一般

1.1 保護されるべき構造

1.1.1

すべての海水バラストタンク、貨物倉及びバラストホールドについては、それぞれ **1.2**、**1.3** 及び **1.4** に従って防食措置を施さなければならない。

1.1.2

乾舷用長さ L_{LL} が 150m 以上の船舶における貨物区域範囲内の二重船側部にある空所については、**1.2** に従って塗装しなければならない。

1.1.3

燃料油を積載する区画の内面については、防食塗装を施すことを要しない。

1.1.4

狭隘区画、特に、船首尾部の交通できないがために検査及び保守が容易に実施できない場所については、一般的に、有効な防食性を有するものを充填しなければならない。

1.2 海水バラストタンク及び二重船側部の空所の保護

1.2.1

規則長さ L_{CSR-B} が 90m 以上の船舶における専用バラストタンク（バラストホールドを除く）及び乾舷用長さ L_{LL} が 150m 以上の船舶における貨物区域範囲内の二重船側部の空所については、有効な防食措置（ハードペイント又はそれと同等なもの）を、製造者の推奨事項に従って施さなければならない。

塗装は、明るい色、即ち、さびを容易に識別でき、検査を容易とする色としなければならない。

適当であれば、**2.**に従って犠牲陽極を使用することもできる。

1.2.2

IMO “Performance standard for protective coatings for ballast tanks and void spaces”（以下、「海水バラストタンク等に対する *IMO* 塗装性能基準」という。）を強制化する *SOLAS* 条約 II-1 章 3-2 規則の改正が *IMO* により採択された 2006 年 12 月 8 日以降に建造契約が行われる船舶については、改正された *SOLAS* 条約により要求される内部区画の塗装は、海水バラストタンク等に対する *IMO* 塗装性能基準の要件を満足しなければならない。2012 年 7 月 1 日以降に建造契約が行われる船舶については、*IACS* 統一解釈 SC223 及び統一解釈 SC227 の規定に従い、海水バラストタンク等に対する *IMO* 塗装性能基準を適用しなければならない。*IACS* 統一解釈 SC223 の適用において、主管庁を船級協会に読み替える。

IMO 決議 A.798(19)及び *IACS* 統一解釈 SC122 の規定により、塗料の選択、仕様及び検査計画を含む塗装システムの選択は、建造開始に先立ち、本会と協議の上、建造者、塗装システム供給者及び船主の間で合意されたものとしなければならない。適用対象となる区画に対する塗装システムの仕様は文書化しなければならない。当該文書は、本会の検証を受けなければならない。海水バラストタンク等に対する *IMO* 塗装性能基準を完全に満足するものとしなければならない。

建造者は、関連する表面処理及び施工方法を含む選択された塗装システムが製造工程及び製造方法と矛盾しないことを実証しなければならない。

建造者は、塗装検査員が海水バラストタンク等に対する *IMO* 塗装性能基準で要求される適切な資格を備えることを実証しなければならない。

本会検査員は、塗装施工の検証は行わず、規定された造船所の塗装手順に従っていることを証明する塗装検査員による記録を書査する。

1.3 貨物倉区域の保護

1.3.1 塗装

積載する貨物に適した塗料の選定、特に貨物との適合性に関する選定は、造船所及び船主の責任である。

1.3.2 適用

ハッチコーミング及びハッチカバーの貨物倉内に面する表面及び暴露する表面のすべて並びに内底板、ビルジホップタンク斜板及び下部スツール斜板を除く貨物倉内のすべての表面（船側構造及び横置隔壁）については、有効な防食措置

(エポキシ系又はこれと同等な塗料) を、製造者の推奨に従って施さなければならない。

船側構造及び横置隔壁については、1.3.3 及び 1.3.4 に従って塗装を施さなければならない。

1.3.3 塗装すべき船側構造

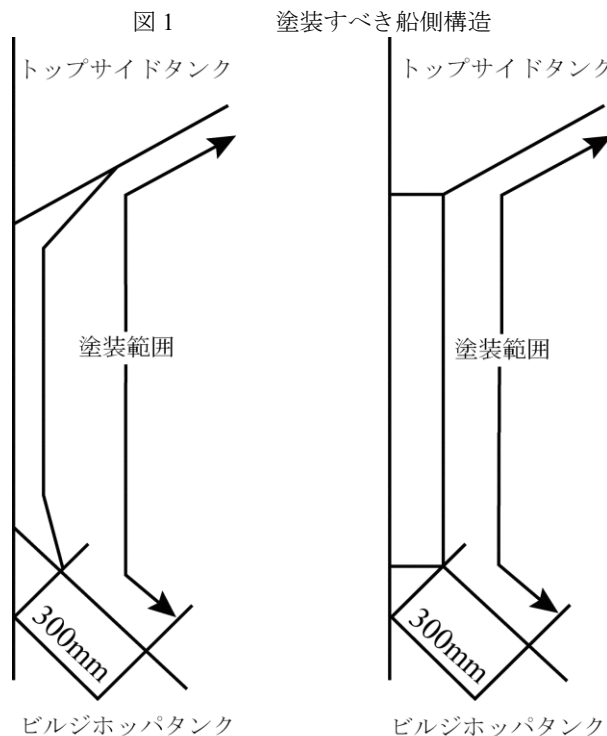
塗装すべき範囲は、次の部分の貨物倉内に面する表面とする。

- ・ 船側構造
- ・ トップサイドタンク斜板
- ・ ビルジホッパタンク斜板において、単船側構造の貨物倉の場合は倉内肋骨下部ブラケットの下端、二重船側構造の貨物倉の場合はビルジホッパタンク斜板上端から下方 300mm の範囲

これらの範囲を図 1 に示す。

1.3.4 塗装すべき横置隔壁

横置隔壁の塗装すべき範囲は、単船側構造の貨物倉の場合は倉内肋骨下部ブラケットの下方 300mm の高さ、二重船側構造の貨物倉の場合はビルジホッパタンク斜板上端の下方 300mm の高さから上方となる全ての場所とする。



1.4 バラストホールドの保護

1.4.1 塗装

ハッチコーミング及びハッチカバーの貨物倉内に面する表面のすべて並びにバラストホールド内のすべての表面については、有効な防食措置（エポキシ系又はこれと同等な塗料）を、製造者の推奨に従って施さなければならない。

2. 犠牲陽極

2.1 一般

2.1.1

陽極は、鋼製の芯材を有するものとし、衰耗した場合においても残存するよう設計された陽極支持材により十分堅固に取り付けなければならない。

鋼製の芯材は、連続溶接で船体構造に取り付けなければならない。これに代えて、別構造の支持材に少なくとも 2 つのボルト及びナットにより取り付けることとして差し支えない。他の機械的締付手段を認めることがある。

2.1.2

陽極の端部における支持は、独立して挙動するような別々の場所に取り付けてはならない。

2.1.3

陽極の心材又は支持材が船体構造に溶接される場合、溶接は滑らかなものとしなければならない。

3. 内張り板による内底板の保護**3.1 一般**

3.1.1

内底板に内張り板を設ける場合、内張り板は、**3.2** 及び **3.3** の規定に適合しなければならない。

3.2 配置

3.2.1

ビルジ上及び内底板に設置される内張り板を構成する厚板は、保守を容易にするために容易に取り外しできるものとしなければならない。

3.2.2

二重底に燃料油を積載する場合、内底板の内張り板は、ビルジに漏洩油を容易に排出できるようにするため、高さ **30mm** の当て木により内底板から離して設置しなければならない。

3.2.3

二重底に水を積載する場合、内底板の内張り板は、予め内底板上に施工される適切な保護材の上に設置しなければならない。

3.2.4

造船所は、内張り板の付加物が内底板の水密性に影響を与えないように配慮しなければならない。

3.3 寸法

3.3.1

内張り板の板厚は、松材の場合、**60mm** 以上としなければならない。倉口直下にあつては、内張り板の板厚は、**15mm** 増しとしなければならない。肋板の間隔が大きい場合の内張り板の板厚については、本会の適当と認めるところによる。

6 節 構造配置原則

記号

本節に規定されない記号については、[1 章 4 節](#)による。

b_h : 貨物倉口の幅 (m)

ℓ_b : 端部ブラケットの遊縁の長さ (m)

1. 適用

別に規定される場合を除き、本節の規定は船楼及び甲板室を除く船体構造に適用する。貨物倉区域外の区域については、追加の規定として [9 章 1 節](#)から [3 節](#)の規定を適用する。

2. 一般原則

2.1 定義

2.1.1 主要支持部材の心距

主要支持部材の心距 (m) は、主要支持部材間の距離とする。

2.1.2 二次構造部材の心距

二次構造部材の心距 (m) は、防撓材間の距離とする。

2.2 構造の連続性

2.2.1 一般

船体中央部から船首尾への寸法減少は、実行可能な限りなだらかなものとしなければならない。

構造形式の変化する箇所、主要支持部材又は防撓材の結合箇所、船首尾端部及び機関室の端部近傍並びに船楼端近傍については、構造の連続性に注意しなければならない。

2.2.2 縦通部材

縦通部材については、強度上の連続性を確保するよう配置しなければならない。

ハルガーダ縦強度に寄与する縦通部材は、船首尾に十分な距離の範囲まで連続性を確保しなければならない。

特に、貨物倉エリアにわたり配置される垂直及び水平の主要支持部材を含む縦通隔壁については、その連続性を貨物倉エリアの外側まで確保しなければならない。スカーフィングブラケットにより確保してもよい。

2.2.3 主要支持部材

主要支持部材は、十分な強度の連続性を確保できるよう配置されなければならない。

高さ又は横断面の急激な変化は避けなければならない。

2.2.4 防撓材

ハルガーダ縦強度に寄与する防撓材については、一般に、主要支持部材との交差部において連続構造のものとしなければならない。

2.2.5 板

荷重伝達方向における図面板厚の変化は、厚い方の板厚の 50%を超えてはならない。突合せ溶接の開先は、[11 章 2 節 2.2](#)の規定によらなければならない。

2.2.6 応力集中

構造不連続部において応力集中が生じ得る場合、応力集中の軽減に十分に配慮し、適切な補正又は補強を講じなければならない。

開口は、可能な限り高応力箇所を避けなければならない。

開口が配置される場合、開口の形状は、応力集中が許容限界内に収まるようにしなければならない。

開口は、滑らかな縁の丸みのある形のものとしなければならない。

溶接継手は、応力集中が生じ得る箇所から適切に離さなければならない。

2.3 高張力鋼との結合

2.3.1 高張力鋼との結合

異なる強度の鋼材を船殻構造に混合して使用する場合、高張力鋼に隣接する低強度の鋼に生じる応力に注意しなければならない。

低強度の防撓材が高張力鋼の主要支持部材によって支持される場合、主要支持部材の剛性及び主要支持部材の変形により防撓材に過度な応力が生じることを避けるための寸法について考慮しなければならない。

甲板構造及び船底構造に高張力鋼を使用する場合、強力甲板、船底外板又はビルジ外板に溶接される縦通構造部材であってハルガーダ縦強度に寄与しないもの（ハッチサイドコーミング、ガッターバー、甲板開口部補強部材、ビルジキール等）については、甲板構造又は船底構造と同じ強度の高張力鋼としなければならない。ハッチコーミング、桁材等のハルガーダ縦強度に寄与する主要支持部材のウェブに溶接される非連続の縦通部材についても、同様の規定が原則適用される。

3. 板

3.1 板部材の連続性

3.1.1 インサートプレート

板部材の局部的増厚は、一般的にインサートプレートを使用しなければならない。いかなる場合も、インサートプレートは、少なくともそれらが溶接される板と同じ品質（降伏強度及びグレード）の材料としなければならない。

4. 防撓材

4.1 防撓材の形状

4.1.1 バルブプレートの防撓材形状

バルブプレートの断面形状の性能は、正確な計算により求めなければならない。計算により求めることができない場合には、平鋼の組立てによる断面と等価として扱うことができる。等価な組立鋼形状の寸法（mm）は、次式によらなければならない。

$$h_w = h'_w - \frac{h'_w}{9.2} + 2 \quad (mm)$$

$$b_f = \alpha \left(t'_w + \frac{h'_w}{6.7} - 2 \right) \quad (mm)$$

$$t_f = \frac{h'_w}{9.2} - 2 \quad (mm)$$

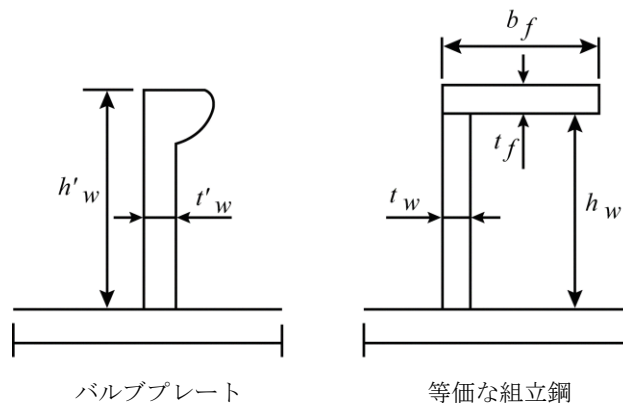
h'_w, t'_w : 図1に示すバルブプレートの高さとネット板厚

α : 次式により算定される係数

$$h'_w \leq 120 \text{ の場合} \quad \alpha = 1.1 + \frac{(120 - h'_w)^2}{3000}$$

$$h'_w > 120 \text{ の場合} \quad \alpha = 1.0$$

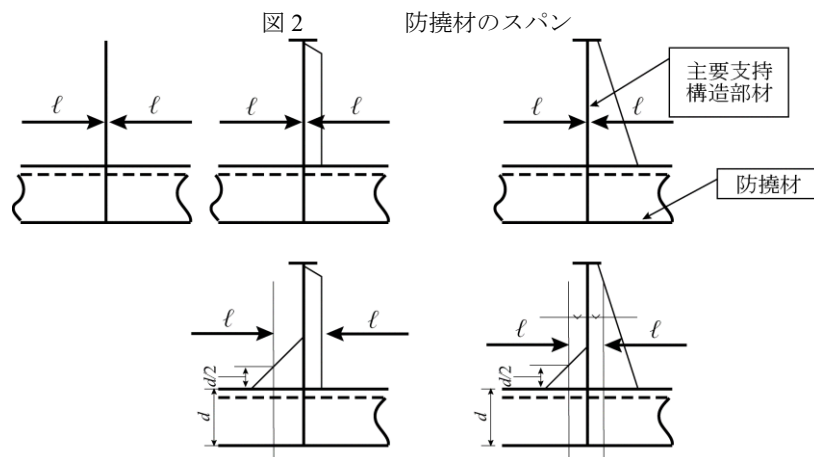
図1 防撓材の寸法



4.2 防撓材のスパン

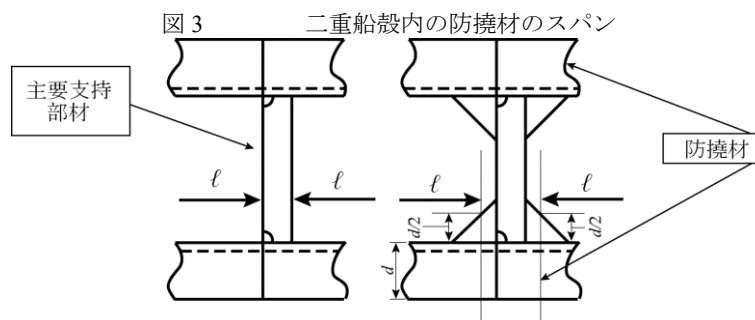
4.2.1 防撓材

防撓材のスパン ℓ (m) については、[図 2](#) に示す長さとしなければならない。曲がった防撓材にあつては、スパンは、曲面の弦に沿って測る。



4.2.2 二重船殻内にある防撓材

二重船殻の内側にある防撓材のスパン ℓ は、[図 3](#) に示すように測る長さ (m) とする。ここでいう二重船殻とは、主要支持部材のウェブが内殻及び外板の両方の板部材に結合しており、それらの板部材が主要支持部材のフランジの役目を果たすようなものとする。



4.2.3 支柱により支持される防撓材

120m 以上の船舶については、支柱により支持される防撓材の配置は認められない。

主要支持部材の中央部にある 1 つの支柱により支持される防撓材のスパン ℓ は、 $0.7\ell_2$ としなければならない。

主要支持部材間に 2 本の支柱がある場合、防撓材スパン ℓ は $1.4\ell_1$ と $0.7\ell_2$ の大きい方の値としなければならない。

ℓ_1 及び ℓ_2 はそれぞれ[図 4](#) 及び[図 5](#) に定義するスパンとする。

図 4 1つの支柱がある一般防撓材のスパン

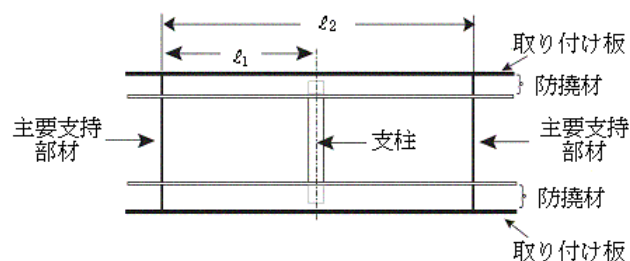
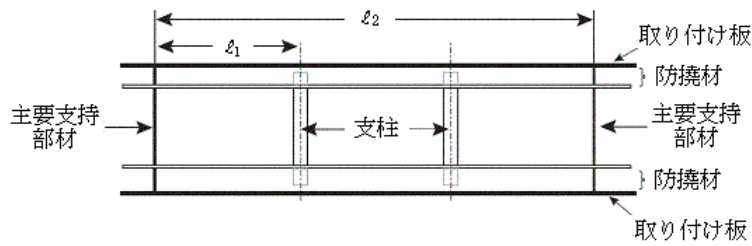


図 5 2つの支柱がある防撓材のスパン



4.3 取り付け板の有効幅

4.3.1 降伏強度評価における有効幅

防撓材の降伏強度評価におけるネット断面係数で考慮する当該防撓材が取り付けられる板部材（以下、「取り付け板」という。）の有効幅 b_p (m) は、次によらなければならない。

- ・ 取り付け板が防撓材の両側にある場合
 $b_p = 0.2\ell$ 又は $b_p = s$ のいずれか小さい方
- ・ 取り付け板が防撓材の片側のみにある場合（例えば、開口周囲の防撓材）
 $b_p = 0.5s$ 又は $b_p = 0.1\ell$ のいずれか小さい方

4.3.2 座屈強度評価における有効幅

防撓材の座屈強度評価における防撓材の取り付け板の有効幅は **6章3節5.**に規定する。

4.4 防撓材の形状特性

4.4.1 一般

断面二次モーメント，断面係数，せん断面積，ウェブの細長比等の防撓材の形状特性については，**3章2節**に定義する
ネット板厚に基づき算定しなければならない。

4.4.2 取り付け板と垂直でない防撓材

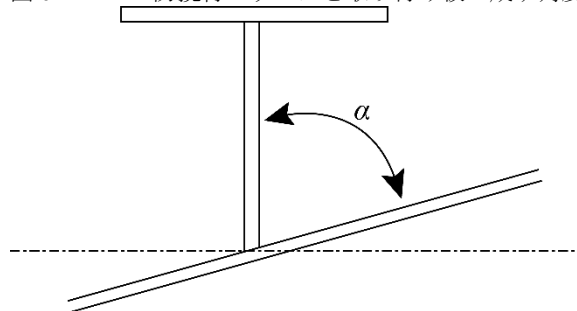
防撓材のネット断面係数については、取り付け板と平行な軸回りについて算定しなければならない。防撓材が取り付け板と垂直でない場合、ネット断面係数は次式により算定することができる。

$$w = w_0 \sin \alpha \quad (cm^3)$$

w_0 : 防撓材が取り付け板に垂直に取り付けられた場合の防撓材のネット断面係数

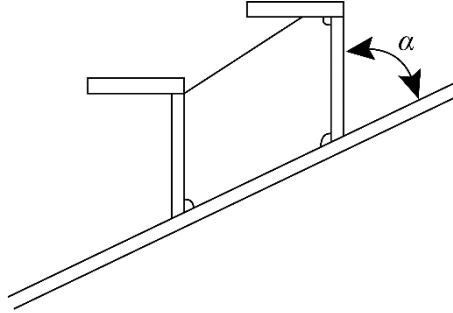
α : 図6に示す防撓材のウェブと取り付け板の成す角度(deg)で、50度以上としなければならない。 α が50度と75度の間にある場合に、本修正を適用しなければならない。

図 6 防撓材のウェブと取り付け板の成す角度



防撓材のウェブと取り付け板の成す角度が 50 度未満の場合、適切な間隔でトリッピングブラケットを設けなければならない。非対称の防撓材のウェブと取り付け板の角度が 50 度未満の場合については、図 7 に示すように、防撓材の面材は防撓材のウェブと取り付け板の成す角度が大きい方の側に取り付けなければならない。

図 7 角度が 50 度未満の場合の防撓材



4.5 防撓材端部の固着

4.5.1 一般

防撓材を主要支持部材を貫通する連続構造としなければならない場合、適正な荷重伝達を確保するために、防撓材は主要支持部材のウェブに適切に固着されなければならない。端部固着の例を図 8 から図 11 に示す。

図 8 (a) カラープレート無しとする貫通部
(b) 縦通部材の船側における貫通部（防撓材を設ける場合）

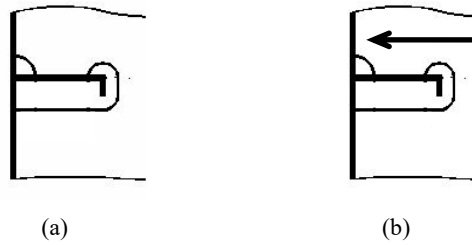


図 9 カラープレートを設ける貫通部

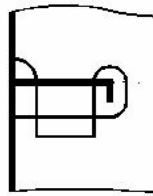


図 10 1 つの大きなカラープレートを設ける貫通部

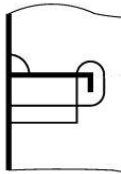
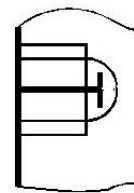


図 11 2 つの大きなカラープレートを設ける貫通部



4.5.2 防撓材の構造連続性

防撓材が主要支持部材の位置で連続しない場合、構造の連続性を確保するためにブラケットを設けなければならない。この場合、ブラケットのネット断面係数とネット断面積は、防撓材のネット断面係数及びネット断面積以上としなければならない。

ブラケットの最小ネット板厚は、防撓材のウェブに要求される板厚以上としなければならない。

以下に該当する場合、ブラケットは、曲縁を備えるもの又は溶接された面材で防撓されたものとしなければならない。

- ・ ブラケットのネット厚 (mm) が $15\ell_b$ 未満の場合。この時、 ℓ_b は端部ブラケット遊縁の長さ (m) とする。
- ・ ブラケットの長腕が $800mm$ より大きい場合

曲縁部又は面材のネット断面積 (cm^2) は、少なくとも $10\ell_b$ 以上としなければならない。

4.5.3 端部の固着

防撓材端部の固着は、主要支持部材により十分に支持されるものとしなければならない。一般的に、防撓材を支持する防撓材又はブラケットを取り付けなければならない。

防撓材貫通箇所のスロットがカラープレートで補強される場合、カラープレートは主要支持部材と同じ材料としなければならない。

防撓材を支持するブラケット又は防撓材は、構造の連続性に関し十分な断面積及び断面二次モーメントを備え、疲労強度の観点から適切な形状のものとしなければならない。

防撓材を支持するためにブラケット又は防撓材が取り付けられない場合又は疲労強度を考慮した特別なスロット形状とする場合については、スロット部について疲労強度評価を要求することがある。

5. 主要支持部材

5.1 一般

5.1.1

主要支持部材は、強度上の連続性を十分確保するような方法で配置しなければならない。高さ又は横断面の急激な変化は避けなければならない。

5.1.2

主要支持部材の配置が、直接強度計算、疲労強度評価及び最終強度評価の結果に基づき適切になされていることが確認される場合、主要支持部材は、それらの評価結果に基づき配置するものとして差し支えない。

5.2 防撓材の配置

5.2.1

主要支持部材のウェブのネット板厚を t (mm) とするとき、主要支持部材の高さ (mm) が $100t$ を超える場合には、一般的に、主要支持部材のウェブを補強しなければならない。

原則として、主要支持部材のウェブの防撓材は $110t$ 以下の間隔で取り付けなければならない。

ウェブの防撓材及びブラケットのネット板厚 (mm) は、次の算式により定まる値以上としなければならない。

$$t = 3 + 0.015L_2$$

L_2 : 船の長さ L_{CSR-B} (m)。ただし $300m$ を超える場合は $300m$ とする。

せん断応力又は圧縮応力が高くなると予想される場合、クロスタイ等の横式の主要支持部材の結合部の端部ブラケットには、追加の防撓材を設けなければならない。これらの箇所に開口を設けてはならない。これらの箇所に設ける防撓材貫通箇所のスロットについては、カラープレートで補強しなければならない。

防撓材が平鋼の場合、防撓材の深さは、原則防撓材長さの $1/12$ より大きい値としなければならない。[6章2節2.3.1](#) 及び [4.並びに6章3節4.](#)の規定を満足する場合には、防撓材の深さを防撓材長さの $1/12$ よりも小さな値として差し支えない。

5.2.2

一般的に、以下の場所については、[図12](#)に示すように面材と溶接されるトリッピングブラケットを取り付けなければならない。

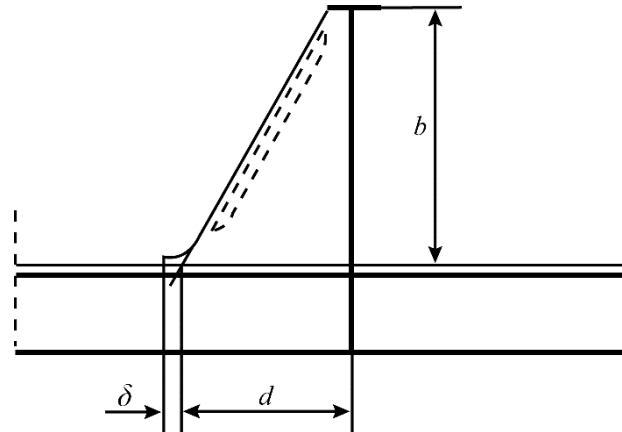
- ・ 防撓材4本毎（ただし、 $4m$ を超えないこと。）
- ・ 端部ブラケットのトウ部
- ・ 面材の曲がり部

- ・ 集中荷重が作用する箇所
- ・ 断面の変化する近傍

対称な面材であって幅が 400mm を超える場合、上記トリッピングブラケットの位置の裏側にブラケットを設けなければならない。

主要支持部材の面材の幅がいずれかの側で 180mm を超える場合、トリッピングブラケットは当該面材も支持する構造としなければならない。

図 12 主要支持部材：防撓材の桁板貫通個所における桁板ウェブの防撓材



5.2.3

トリッピングブラケットが 5.2.2 に示す間隔で配置される場合、ビルジホップタンク及びトップサイドタンクのトランスリングのようなリング構造のものを除き、主要支持部材の面材幅は、ウェブの深さの $1/10$ 以上としなければならない。

5.2.4

トリッピングブラケットの腕の長さは、次式による値の大きい方の値以上としなければならない。

$$d = 0.38b \quad (m)$$

$$d = 0.85 \sqrt{\frac{s_t}{t}} \quad (m)$$

b : 図 12 に示すトリッピングブラケットの高さ (m)

s_t : トリッピングブラケットの設置間隔 (m)

t : トリッピングブラケットのネット板厚 (mm)

5.2.5

ネット板厚が $10\ell_b$ (mm) 未満のトリッピングブラケットは、曲縁を備えるもの又は溶接された面材により防撓されたものとしなければならない。

曲縁部又は面材のネット断面積 (cm^2) は $7\ell_b$ 以上としなければならない。この時、 ℓ_b (m) はブラケットの遊縁の長さとする。

端止め肘板の高さが 3m を超える場合、ブラケットの遊縁と平行に追加の防撓材を取り付けなければならない。

5.3 主要支持部材のスパン

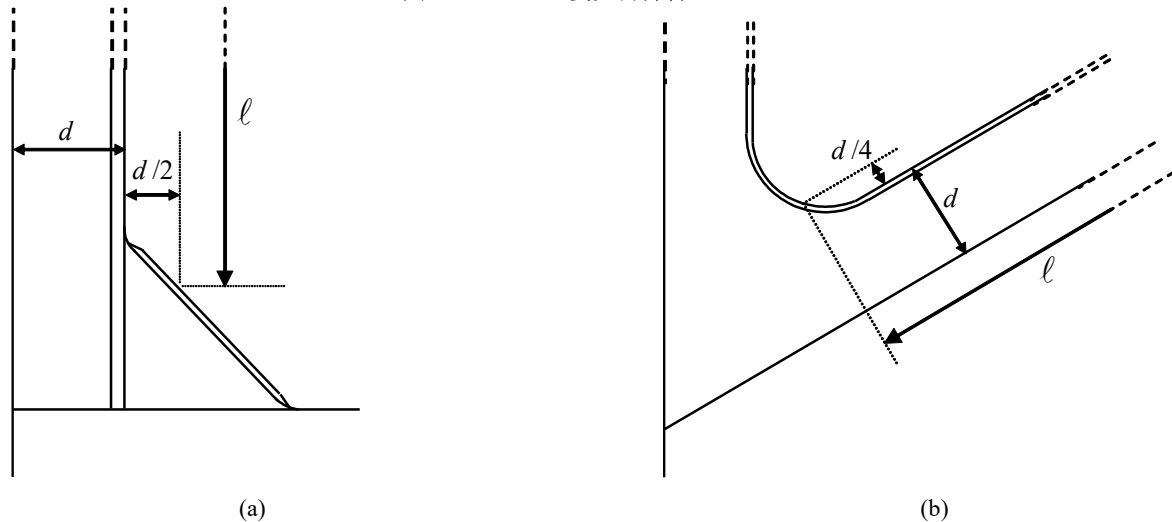
5.3.1 定義

端部ブラケットを備えない主要支持部材のスパン ℓ (m) については、当該部材の支持部間の長さとしなければならない。

端部ブラケットを備える主要支持部材のスパン ℓ (m) については、図 13(a) に示すとおり、端部ブラケットの深さが当該主要支持部材の深さの半分となる点の間の長さとする。

ただし、図 13(b) に示すように、遊縁が丸みを持ったブラケットが備えられ、主要支持部材の面材が当該ブラケットの遊縁の面材と連続している場合、スパンは、端部ブラケットの深さが当該主要支持部材の深さの $1/4$ となる点の間の長さとする。

図 13 主要支持部材のスパン



5.4 主要支持部材の有効幅

5.4.1 一般

降伏強度評価においてネット断面係数に考慮される主要支持部材の取り付け板の有効幅 b_p は、4.3.1 の規定によらなければならない。

5.5 形状特性

5.5.1 一般

断面二次モーメント，断面係数，せん断面積，ウェブ板の細長比等の主要支持部材の形状特性については、3章2節に定義するネット板厚に基づき算定しなければならない。

5.6 ブラケットによる端部固着

5.6.1 一般

主要支持部材の端部が、隔壁、内底板等に固着される場合、全ての主要支持部材の端部固着は、隔壁、内底板等の反対側に有効な支持部材を設け、バランスの取れたものとしなければならない。

トリッピングブラケットは、端部ブラケットの内端及び他の主要支持部材の固着箇所に、また、主要支持部材を有効に支持する間隔で、支持構造部材のウェブに取り付けなければならない。

5.6.2 ブラケットの寸法

別に定める場合を除き、ブラケットの腕の長さは、一般に、主要支持部材のスパン長さの 1/8 以上としなければならない。両端のブラケットの腕の長さは、実行可能な限り等しいものとしなければならない。

端部ブラケットの高さは、主要支持部材の高さ以上としなければならない。端部ブラケットのウェブのネット板厚は、主要支持部材のウェブの板厚以上としなければならない。

端部ブラケットの寸法は、一般に端部ブラケットを設けた主要支持部材の断面係数が、主要支持部材中央部における断面係数以上となるようしなければならない。

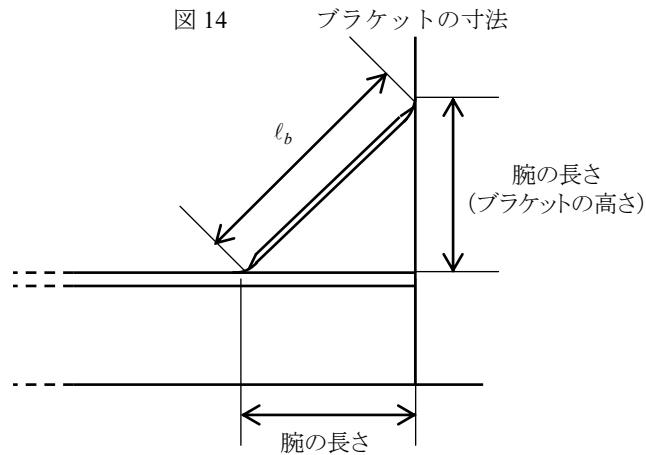
端部ブラケットの面材の幅 (mm) は、 $50(\ell_b + 1)$ 以上としなければならない。

さらに、面材のネット板厚は、ブラケットのウェブの板厚以上としなければならない。

端部ブラケットの防撓については、ウェブが十分な座屈強度を備えるよう設計しなければならない。

指針として、次の規定を適用することができる。

- ・ 長さ ℓ_b が 1.5m を超える場合、ブラケットのウェブは防撓されなければならない。
- ・ ウェブ防撓材のネット断面積 (cm^2) は、 16.5ℓ 以上としなければならない。この時、 ℓ は防撓材のスパン (m) とする。
- ・ ウェブ防撓材の横倒れ座屈を防止するために、倒れ止めの平鋼を取り付けなければならない。対称な面材の幅が 400mm を超える場合、平鋼の裏側に追加のブラケットを取り付けなければならない。



5.7 開口

5.7.1

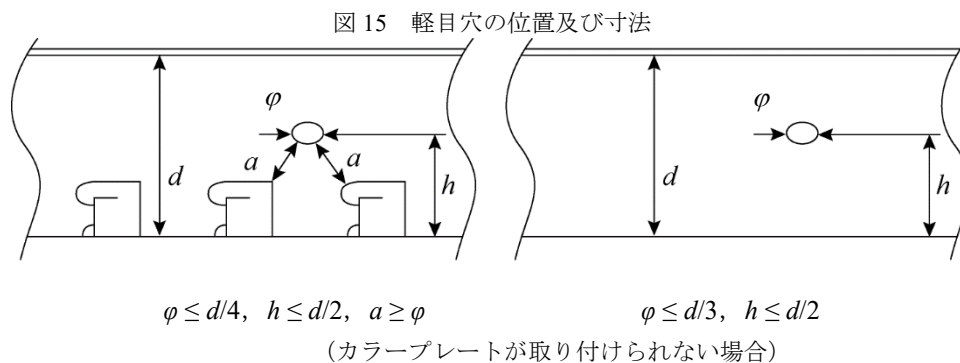
防撓材の水切用開口については、可能な限り小さいものとし、丸みのある形状で縁は滑らかなものとしなければならない。

一般的に、開口の深さは、主要支持部材の深さの 50%以下としなければならない。

5.7.2

主要支持部材に軽目穴等の開口を設ける場合、開口は面材及び防撓材のスロット等の切欠きからの距離は等距離となる位置に設け、開口の高さは一般にウェブ高さの 20%以下としなければならない。

遊縁が補強されない軽目穴を設ける場合、一般に、軽目穴の寸法及び位置は図 15 によらなければならない。



ブラケットに軽目穴を設ける場合、開口の周縁から肘板の遊縁までの距離が軽目穴の直径以上となるようにしなければならない。

5.7.3

開口は、端部ブラケットの内端近くに設けてはならない。

5.7.4

主要支持部材のスパン中央、スパンの 0.5 倍の範囲においては、開口の長さは、隣接する開口までの距離以下としなければならない。

スパン端部においては、開口長さは隣接する開口までの距離の 25%以下としなければならない。

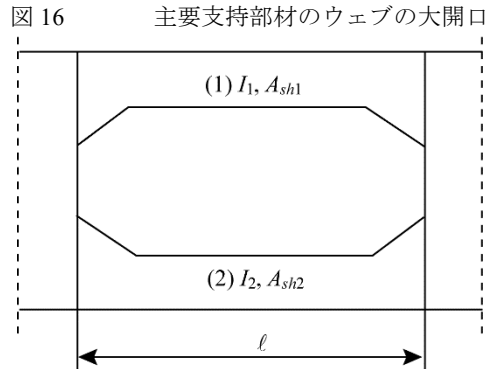
5.7.5

二重底に設けられるパイプトンネルのように主要支持部材のウェブに大きな開口がある場合、主要支持部材と等価のせん断面積を評価することにより、その影響を考慮しなければならない。

等価ネットせん断面積 (cm^2) は、次の算式によらなければならない。

$$A_{sh} = \frac{A_{sh1}}{1 + \frac{0.0032\ell^2 A_{sh1}}{I_1}} + \frac{A_{sh2}}{1 + \frac{0.0032\ell^2 A_{sh2}}{I_2}}$$

- I_1, I_2 : 図 16 に示す深いウェブ(1)及び(2)の板部材と平行な中立軸周りのネット断面二次モーメント (cm^4) (取り付け板を含む。)
- A_{sh1}, A_{sh2} : 深いウェブ(1)及び(2)のネットせん断面積 (cm^2) (防撓材の貫通のための開口がある場合、開口の深さを減じたウェブ高さによる。)
- ℓ : 深いウェブ(1)及び(2)のスパン (cm)



6. 二重底構造

6.1 一般

6.1.1 二重底の範囲 (SOLAS, Ch.II-1, Part B, Reg.12-1)

船首隔壁から船尾隔壁までの範囲には、二重底を設けなければならない。

6.1.2 構造形式

長さが 120m を超える船舶にあつては、船底外板、内底板及びホッパタンクの斜板は、少なくとも貨物倉エリア内について、縦式構造としなければならない。肋板及び桁板の心距は、肋骨心距に左右されるが、6.3.3 及び 6.4.1 の絶対値による規定 (m) にもよらなければならない。

6.1.3 二重底高さ

二重底を設けることが要求される場合には、内底板は、船底を船体の湾曲部まで保護するように船側まで達するものとし、いずれの位置においても A 編 2.1.48 に規定するキール線から垂直上方 h (m) に位置するキール線に平行な平面より上方となるように配置しなければならない。ただし、いかなる場合も h は、0.76m 以上とする。また、2.0m を超えることを要しない。

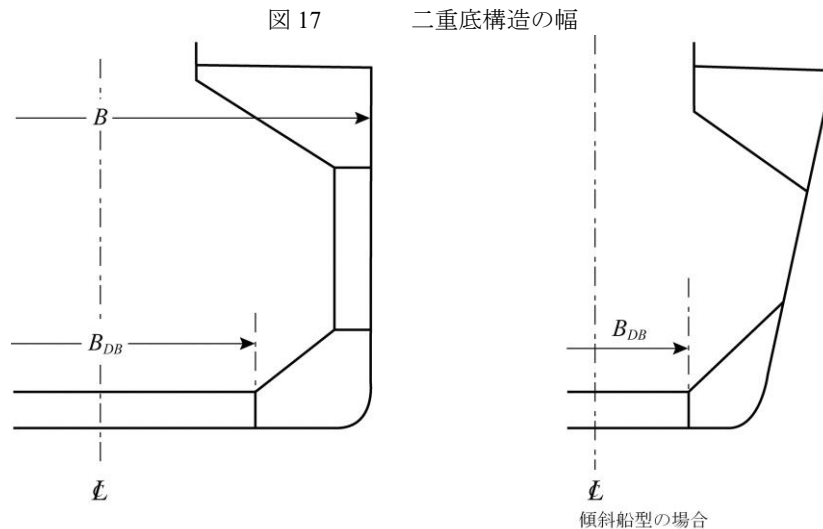
$$h = \frac{B}{20}$$

二重底高さが変化する場合、一般に、二重底高さは、十分な長さをかけてなだらかに変化させなければならない。また、内底板のナックルは、肋板位置としなければならない。

これが不可能な場合、ナックル部の前後にまたがって設ける半桁板、縦通ブラケット等の適切な縦通部材を配置しなければならない。

6.1.4 二重底構造の寸法

二重底構造の幅は、通常、図 17 による。ビルジホッパタンクがある場合、二重底構造の幅はホッパ内端間距離とする。



6.1.5 入渠

船底構造は、船舶の入渠時に生じる荷重に耐え得る十分な強度を有するものとしなければならない。

実体肋板間に、中心線桁板と船底外板を連結するようドッキングブラケットを設ける場合、当該ブラケットは中心線桁板に隣接する船底縦通肋骨に結合しなければならない。

6.1.6 強度の連続性

縦式構造から横式構造に構造形式が変わる場合、追加の桁板又は肋板を設け強度の連続性に配慮しなければならない。このような構造形式の変化を中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間で行う場合、内底板については、一般に、傾斜板を用いて連続性を維持しなければならない。

船底縦通肋骨及び内底縦通肋骨は、一般に、肋板を貫通する連続なものとしなければならない。

ホッパタンク斜板の下部 1 条のネット板厚及び降伏強度は、固着する内底板のネット板厚及び降伏強度以上のものとしなければならない。

6.1.7 補強

船底構造については、主機及びスラスト台下のように集中荷重が作用する場合、局部的に補強しなければならない。

梁柱がある列、隔壁防撓材の端部ブラケットの内端及び隔壁下部スツール斜板の下部については、桁板及び肋板を配置しなければならない。桁板又は肋板を配置しない場合、追加の主要支持部材又はブラケットを設け、適切に補強しなければならない。

固定バラストを設ける場合、嚴重に固定しなければならない。必要な場合、この目的のための中間肋板を設けること。

6.1.8 マンホール及び軽目穴

交通性及び換気を確保するために、通常、肋板及び桁板にはマンホール及び軽目穴を備えなければならない。

タンク頂板に設けるマンホールの数は、換気及び二重底構造のすべての箇所への容易な交通を確保するのに矛盾しない範囲で最小限としなければならない。

梁柱足元直下の桁板及び肋板については、マンホールを設けてはならない。

6.1.9 空気口及び排水口

全ての肋板と桁板には、空気口及び排水口を設けなければならない。

空気口は内底板近くに、排水口は実行可能な範囲で船底外板近くに、それぞれ設けなければならない。

空気口及び排水口は、有効なバラスト水交換を実施のために、バラスト水の漲水及び堆積物の除去を容易にするよう設計しなければならない。

6.1.10 タンク頂板の排水

タンク頂板から水を排水するために有効な措置を講じなければならない。排水のためのウェルを設ける場合、ウェルの深さは、二重底高さの半分を超えるものとしてはならない。

6.1.11 当て板

測深棒による船底外板の損傷を防止するために、測深管直下には適切な厚板又は他の同等なものを備えなければならない。

6.1.12 ダクトキール

ダクトキールを設ける場合、中心線桁板は、一般的に $3m$ 以下の間隔にある 2 条の桁板として差し支えない。肋骨の位置にあたる構造については、2 つの桁板の十分な連続性を確保するものとしなければならない。

6.2 キール

6.2.1

キールの幅 (m) は、次式による値以上としなければならない。

$$b = 0.8 + L_{CSR-B}/200$$

6.3 桁板

6.3.1 中心線桁板

中心線桁板は、貨物倉エリア内全長に亘り、かつ、実効可能な限り船首尾まで延長するものとし、船舶の全長に亘り構造上の連続性を確保するものとしなければならない。

二重底区画に燃料油、清水又はバラスト水を積載する場合、中心線桁板は、他の水密桁板が船体中心線から $0.25B$ の範囲にある場合又は船首尾のように狭隘タンクとなる場合を除き、水密構造としなければならない。

6.3.2 側桁板

側桁板は、貨物倉エリアの船体平行部全長に亘り、かつ、実行可能な限り貨物倉エリアから船首尾側に延長するものとしなければならない。

6.3.3 心距

隣接する桁板の心距 (m) は、一般的に、船底縦通肋骨又は内底縦通肋骨の心距の 5 倍又は $4.6m$ のいずれか小さい方の値以下としなければならない。7 章に従う解析結果に応じ、より大きな心距とすることを認めることがある。

6.4 肋骨

6.4.1 心距

肋骨の心距 (m) は、一般に、 $3.5m$ 又は設計者が設定する肋骨心距の 4 倍のいずれか小さい方の値以下としなければならない。7 章に従う解析結果に応じ、より大きな心距とすることを認めることがある。

6.4.2 横隔壁箇所の肋骨

横隔壁に下部スツールを設ける場合、下部スツールの前後斜板直下には、実体肋骨を設けなければならない。下部スツールを設けない場合、立て式波形隔壁については前後の面材部分の直下に、平板隔壁については隔壁板直下に、実体肋骨を設けなければならない。

6.4.3 防撓材

肋骨には、縦通防撓材の箇所のウェブに防撓材を設けなければならない。ウェブに防撓材を設けない場合、縦通防撓材の貫通及び固着について疲労強度評価を実施しなければならない。

6.5 ビルジ外板及びビルジキール

6.5.1 ビルジ外板

ビルジ部分の縦通防撓材を省略する場合、実行可能な限りビルジ曲がり部近傍に縦通防撓材を設けなければならない。

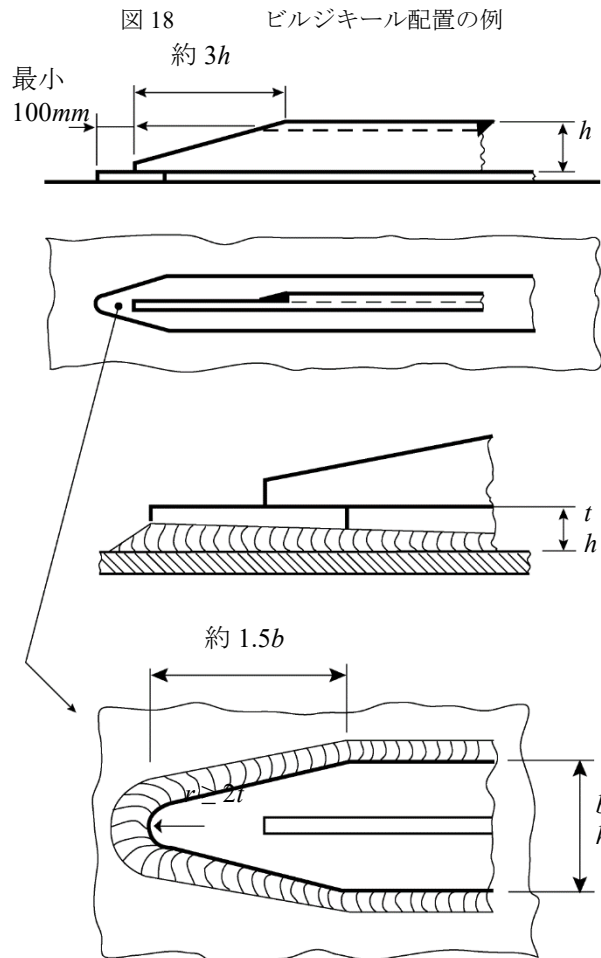
6.5.2 ビルジキール

ビルジキールは外板に直接溶接してはならない。中間板を外板に取り付けなければならない。ビルジキールの端部は図 18 に示すとおりスニップとするか又は大きな曲率を有するものでなければならない。また、ビルジキールの端部は船内側に設けられたビルジ部の横置防撓材の位置に配置し、中間板の端部についてはブロック継手の位置に配置してはならない。

ビルジキール及び中間板は、ビルジ外板と同じ降伏強度を有する鋼としなければならない。 $0.15L_{CSR-B}$ より長いビルジキールは、ビルジ外板と同じグレードの鋼としなければならない。

中間板のネット板厚は、ビルジ外板と等しい板厚にしなければならない。ただし、一般に、 $15mm$ を超える板厚とする必要は無い。

ビルジキールにスカラップを設けてはならない。



7. 貨物区域内の二重船側構造

7.1 適用

7.1.1

本規定は、縦式又は横式構造の二重船側構造に適用する。

横式構造の二重船側構造とは、水平桁で横式肋骨が支持される構造である。

縦式構造の二重船側構造とは、横桁で縦通肋骨が支持される構造である。

ホッパタンク及びトップサイドタンク内の船側は、一般に、縦式構造としなければならない。二重底構造及び甲板構造をそれぞれ 6.1.2 及び 9.1.1 の規定に従い横式構造とすることが認められる場合、ホッパタンク及びトップサイドタンク内の船側についても横式構造とすることができる。

7.2 設計原則

7.2.1

二重船側区画を空所とする場合、当該区画の境界を形成する構造部材については、構造上、6章に従ってバラストタンクとして設計しなければならない。この場合、設計上の空気管は、船側における乾舷甲板から 0.76m 上方まで導かれているものとする。

腐食予備厚については、空所として決定する。

7.3 構造配置

7.3.1 一般

二重船側構造は、二重船側内の横桁及び水平桁により完全に防撓されるものとしなければならない。

水平桁を含む内殻構造の連続性については、貨物倉エリア内及びその外側まで確保しなければならない。スカーフィングブラケットにより確保することができる。

7.3.2 主要支持部材の心距

横式構造の場合、横桁の心距は、一般に、肋骨心距の3倍以下としなければならない。

7章に規定する貨物倉の主要支持部材に関する強度解析の結果に応じ、より大きな心距とすることを認めることがある。安全交通に関する要件を満足する適切な他の構造部材を配置する場合を除き、二重船側部の水平桁の垂直距離は、**6m**を超えてはならない。

7.3.3 主要支持部材の配置

横桁は、トップサイドタンク及びホッパタンク内のトランスリングと同一線上に配置しなければならない。ただし、トップサイドタンクのトランスリングについてこれが实际的でない場合、トップサイドタンク内には、二重船側部の横桁と同一線上に大きなブラケットを設けなければならない。

二重船側部内の横置隔壁は、貨物倉の横置隔壁と同一線上に配置しなければならない。

倉口端横桁の位置には、垂直主要支持部材を配置しなければならない。

特に規定する場合を除き、船首隔壁の後方、船首端から $0.2L_{CSR-B}$ の位置までの二重船側部については、船首倉の桁板と同一線上に水平桁を設けなければならない。

7.3.4 横式防撓材

船側外板及び内殻の横式防撓材は、二重船側部について高さ方向に連続なもの又は端部ブラケットを備えるものとしなければならない。横式防撓材は、水平桁に有効に結合しなければならない。向かい合う船側横式防撓材と内殻横式防撓材及びこれらを支持する水平桁は、防撓材の上端及び下端において、ブラケットにより固着しなければならない。

7.3.5 縦式防撓材

船側縦通肋骨及び内殻縦通肋骨は、貨物倉エリアの平行部の範囲内において連続なものとし、貨物倉内の横隔壁と同一線上の横隔壁の箇所にはブラケットを備えるものとしなければならない。これらは、二重船側内の横桁と有効に固着しなければならない。貨物倉エリア内の平行部の外側の範囲においては、構造上の連続性について特に注意しなければならない。

7.3.6 舷側厚板

舷側厚板の幅 (m) は、次の算式による値以上としなければならない。

$$b = 0.715 + 0.425L_{CSR-B} / 100$$

舷側厚板は、梁上側板に溶接されるもの又は丸型ガンネルのいずれとしても差し支えない。

丸型ガンネルとする場合、その半径は $17t_s$ (mm) 以上としなければならない。ここで t_s は舷側厚板のネット厚さ (mm) とする。

舷側厚板は梁上側板の隅肉溶接は、完全溶け込み溶接又は十分な開先を取った溶接としなければならない。

梁上側板に溶接される舷側厚板の上端縁は、角を滑らかに丸め、ノッチのないものとしなければならない。ブルワーク、アイプレートのような取付け物は、船首尾部分を除き、舷側厚板の上端縁に直接溶接で取り付けてはならない。

丸型ガンネルのシーム溶接は、舷側厚板の最大ネット厚さの5倍以上の距離、曲がり部から離さなければならない。

船首尾部における船楼配置に関連する丸型ガンネルから梁上側板に溶接される舷側厚板への移行については、不連続とならないよう注意深く設計しなければならない。

7.3.7 板の継手

内殻板部材及び内底板が結合される箇所については、応力集中の原因とならないよう構造配置に注意しなければならない。

内殻材のナックル部については、ナックル部に沿って取り付ける防撓材又は同等なものにより適切に補強しなければならない。

内殻とホッパタンクの結合及び内底板とホッパタンクの結合については、主要支持部材により支持しなければならない。

7.4 縦式二重船側構造

7.4.1 一般

二重船側構造の途切れる箇所又は二重船側の幅が変化する箇所においては、強度上の適切な連続性を確保しなければならない。

7.5 横式二重船側構造

7.5.1 一般

船側横肋骨及び内殻横肋骨については、支柱により連結しても差し支えない。一般に、支柱は、垂直なブラケットにより横肋骨と結合する。

8. 貨物区域内の単船側構造**8.1 適用****8.1.1**

本規定は、横式構造の単船側構造に適用する。

単船側構造が横桁（特設肋骨）又は水平桁で支持される場合については、これらの主要支持部材を二重船側構造内の主要支持部材と看做し、7章の規定を適用する。

8.2 一般配置**8.2.1**

船側肋骨は、肋骨心距毎に配置しなければならない。

空気が貨物倉内を通過する場合、機械的な損傷が生じないよう適切な手段により空気を保護しなければならない。

8.3 船側肋骨**8.3.1 一般**

肋骨は、上部及び下部ブラケットが一体の対称断面形状を有するものとし、ブラケット部のトウは滑らかな形状としなければならない。

船側肋骨の面材は、端部ブラケットとの結合箇所、緩やかな曲線をなすものとし、ナックルとしてはならない。曲率半径（ mm ）は、次式による値以上としなければならない。

$$r = \frac{0.4b_f^2}{t_f + t_c}$$

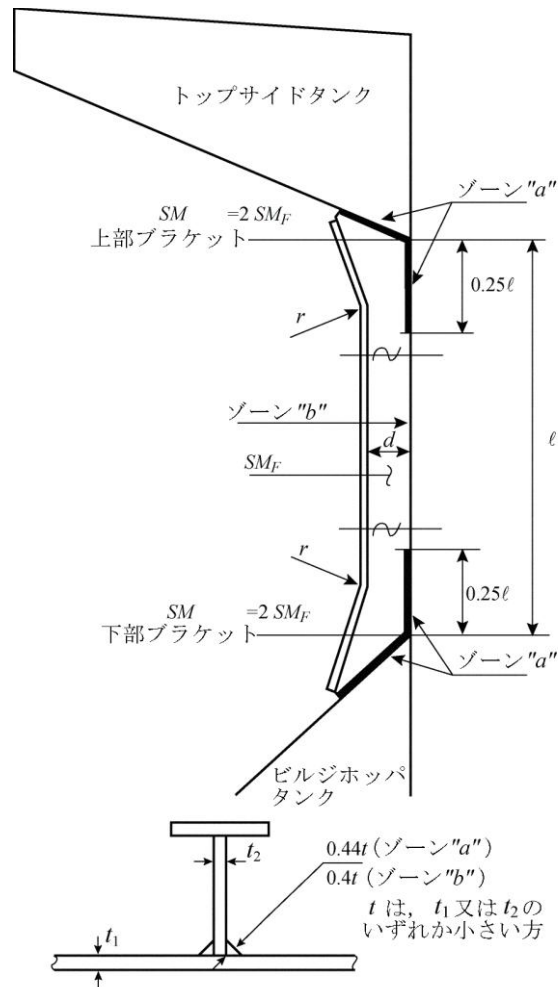
t_c : 3章3節に規定する腐食予備厚

b_f, t_f : 曲面を有する面材の幅（ mm ）及びネット板厚（ mm ）。面材の端部はスニップ形状としなければならない。

長さが190m未満の船舶については、軟鋼の肋骨とする場合、当該肋骨は、別構造のブラケットを備える非対称断面のものとするができる。ブラケットの面材又は曲縁部の両端部はスニップ形状としなければならない。また、ブラケットのトウは滑らかな形状としなければならない。

肋骨の寸法を、図19に定義する。

図 19 肋骨寸法



8.4 上部及び下部ブラケット

8.4.1

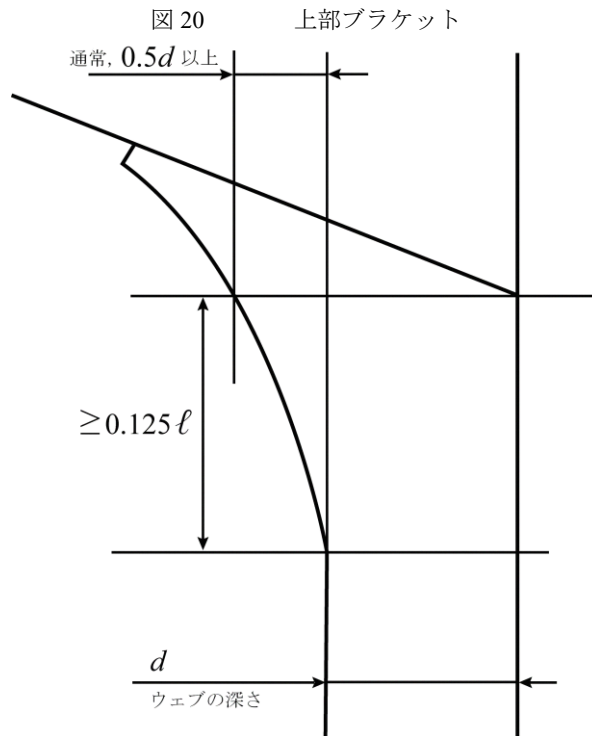
ブラケットの面材又は曲縁部は、両端でスニップ形状としなければならない。

ブラケットのトウは滑らかな形状としなければならない。

倒れ止めブラケットの図面板厚は、それらが取り付けられる肋骨のウェブの図面板厚以上としなければならない。

8.4.2

下部及び上部ブラケットの寸法、特に高さ及び長さについては、[図 20](#) に示す値以上としなければならない。



8.5 倒れ止めブラケット

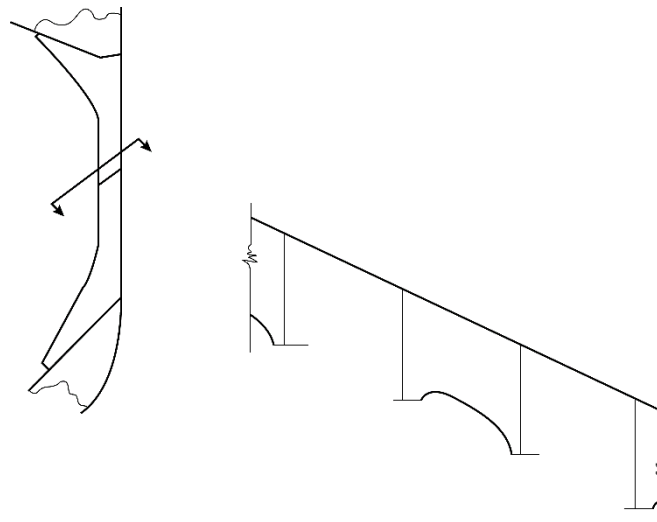
8.5.1

最前部貨物倉及び BC-A を付記する船舶の全貨物倉において、非対称断面となる肋骨については、[図 21](#) に示すとおり、肋骨 2 本毎に 1 つの倒れ止めブラケットを設けなければならない。

倒れ止めブラケットの図面板厚は、それらが結合される肋骨のウェブの図面板厚以上としなければならない。

倒れ止めブラケットと肋骨及び倒れ止めブラケットと船側外板の固着については、両側連続溶接としなければならない。

図 21 最前部貨物倉の肋骨に取り付ける倒れ止めブラケット



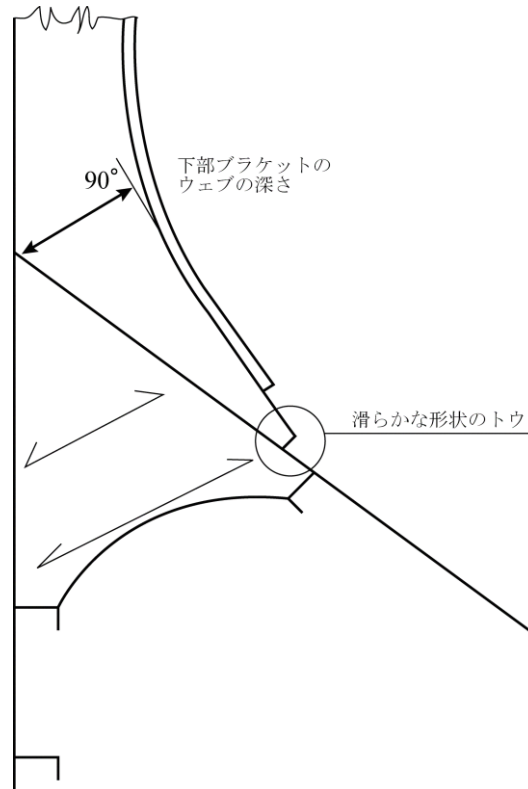
8.6 支持構造

8.6.1

肋骨下端部及び上端部の結合部における構造連続性については、[図 22](#) に示すように、ホップタンク内及びトップサイドタンク内に取り付けられるブラケットにより確保しなければならない。

当該ブラケットは、[5.6.2](#) に従い座屈に対して補強しなければならない。

図 22 下端部における支持構造の例



9. 甲板構造

9.1 適用

9.1.1

倉口側線外の甲板及びトップサイドタンク斜板は、縦式構造としなければならない。倉口側線内については、適切な構造上の連続性が確保される場合、縦式構造以外の配置とすることができる。

9.2 一般配置

9.2.1

トップサイドタンク内の桁部材の心距は、一般的に、肋骨心距の6倍以下としなければならない。

7章に規定する貨物倉区域の主要支持部材の強度解析の結果に応じ、より大きな心距とすることを認めることがある。

9.2.2

甲板支持構造は、主要支持部材に支持される縦式又は横式の防撓材からなるものとしなければならない。

9.2.3 倉口間の甲板

甲板口側線内において、クロスデッキ構造は、一般に、横式構造としなければならない。倉口端梁及び甲板口側線内甲板梁は適切に桁で支持され、倉口側桁から船側に向って2番目の縦通部材まで延長されるものとしなければならない。これが実行可能でない場合、縦通肋骨間防撓材を倉口側桁と2番目の縦通部材の間に設けなければならない。倉口端梁及び甲板口側線内甲板梁を2番目の縦通部材まで延長することができない場合には、当該構造について、7章の規定による直接強度計算又は本会が適当と認める方法により強度評価を行わなければならない。

倉口間甲板の側部における強力甲板との接合は、中間の板厚の板の挿入により円滑なものとしなければならない。

9.2.4 トップサイドタンク構造

トップサイドタンク構造は、可能な限り機関区域まで延長し、徐々に無くなるようなものとしなければならない。

二重船側部横桁がトップサイドタンク内の横桁と同一平面に設けられない場合、二重船側部横桁と同一線上に大きなブラケットを設けなければならない。

9.2.5 梁上側板

梁上側板の幅は、次の算式による値以上としなければならない。

$$b = 0.35 + 0.5L_{CSR-B} / 100 \quad (m)$$

丸型ガンネルが採用される場合、丸型ガンネルは、7.3.6の規定を満足する曲率を有するものとしなければならない。

9.2.6

次の箇所については、部材を重ねて配置すること又は十分なスカーフ構造を備えることにより適切な強度の連続性を確保しなければならない。

- ・ 段差のある強力甲板
- ・ 防撓方式が変化する箇所

9.2.7

甲板支持構造であって、甲板機械、クレーン、キングポスト及び曳航装置、係留装置等の装置の下部となる部分については、適切に補強しなければならない。

9.2.8

大きな集中荷重が作用する場所の下部には、一般に、梁柱又はその他の支持構造を設けなければならない。

9.2.9

甲板室と部分船楼の端部及び隅部については、適切な防撓材配置を検討すること。

9.2.10 倉口端横桁の甲板構造との結合

倉口端横桁の甲板構造との結合については、トップサイドタンク内部の追加の横桁又はブラケットを設けることにより適切なものとしなければならない。

9.2.11 甲板の構造

甲板上の倉口又は他の開口については、隅部を丸くし、必要な場合、適切な応力緩和措置を講じなければならない。

9.3 縦式甲板構造

9.3.1 一般

貨物倉エリア内の船体平行部において、倉口側線内を除く強力甲板の縦通梁については、甲板横桁及び水密隔壁部において連続なものとしなければならない。貨物エリア内の船体平行部の外側となる縦通梁については、縦強度について適切な連続性が確保される場合、その他の配置とすることができる。

縦通防撓材端部の結合については、十分な曲げ及びせん断強度を有するものとしなければならない。

9.4 横式甲板構造

9.4.1 一般

甲板構造を横式構造とする場合、横式甲板梁及び横式甲板防撓材は、肋骨心距毎に配置しなければならない。

横式甲板梁及び横式甲板防撓材は、船側構造又は船側肋骨にブラケットで結合しなければならない。

9.5 倉口支持構造

9.5.1

倉口には、補強された寸法の倉口側部縦桁及び倉口端横桁を設けなければならない。

9.5.2

倉口端横桁と特設肋骨は、確実に固着しなければならない。倉口端横桁は、トップサイドタンク内の横桁と同一線上に配置しなければならない。

9.5.3

開口部においては、甲板縦桁により、ハッチサイドコーミングの強度上の連続性を確保しなければならない。

倉口隅部において、甲板下にハッチコーミングと同一線上に配置される甲板桁又はその延長部分と倉口端横桁は強度の連続性を確保するために、有効に結合しなければならない。

9.5.4

グラブによる荷役又は揚貨を行うよう設計された貨物倉を有する船舶であって、船級符号への追加の付記 **GRAB-[X]**を有する船舶にあっては、倉口側部縦桁（例えば、トップサイドタンクの上部）及び倉口端横桁並びにハッチコーミング上部に半丸鋼を取り付ける等の適切な保護を講じることにより、倉口部のワイヤロープによる損傷を防止しなければならない。

9.6 強力甲板の開口

9.6.1 一般

強力甲板における開口は最小限とし、かつ、その他の開口及び有効な船楼の端部からは実行可能な限り距離をおくものとしなければならない。開口は、実行可能な限り、倉口隅部、ハッチコーミング及び船側外板から離して設けなければならない。

9.6.2 小開口の配置

小開口は、一般に、[図 23](#) に斜線部として示される範囲の外側に設けなければならない。斜線部は、以下のように定義する。

- ・ 丸形ガンネルの曲げ部分及び船側外板
- ・ e は倉口側部から $0.25(B-b)$ の距離
- ・ c は $0.07\ell + 0.1b$ 又は $0.25b$ のうち、どちらか大きい方の値
 b : 当該倉口の幅 (m) で船幅方向に計測する。[\(図 23 参照\)](#)
 ℓ : 倉口隅部におけるクロスデッキの幅 (m) で、船長方向に計測する。[\(図 23 参照\)](#)

さらに、上記の範囲と開口間又は開口間同士の船幅方向の距離については、次の値以上としなければならない。

- ・ [図 23](#) に示す前記範囲と開口の間又は倉口と開口の間の船幅方向の距離
- ・ 円形開口の場合 $g_2 = 2a_2$
- ・ 楕円形開口の場合 $g_1 = a_1$
- ・ [図 24](#) に示す開口間の船幅方向の距離
- ・ 円形開口の場合 $2(a_1 + a_2)$
- ・ 楕円形開口の場合 $1.5(a_1 + a_2)$
 a_1 : 楕円又は円形の開口の船幅方向の大きさ
 a_2 : 隣接する楕円又は円形の開口の船幅方向の大きさ
 a_3 : 隣接する楕円又は円形の開口の船長方向の大きさ
- ・ 開口間の船長方向の距離は次の値以上としなければならない。
- ・ 円形開口同士の場合 $(a_1 + a_2)$
- ・ 楕円形開口同士の場合又は円形開口と同一線上の楕円形開口の場合 $0.75(a_1 + a_2)$

開口配置がこれらの要件を満足しない場合、[5 章](#)の規定による縦強度評価は、それらの開口を控除して行わなければならない。

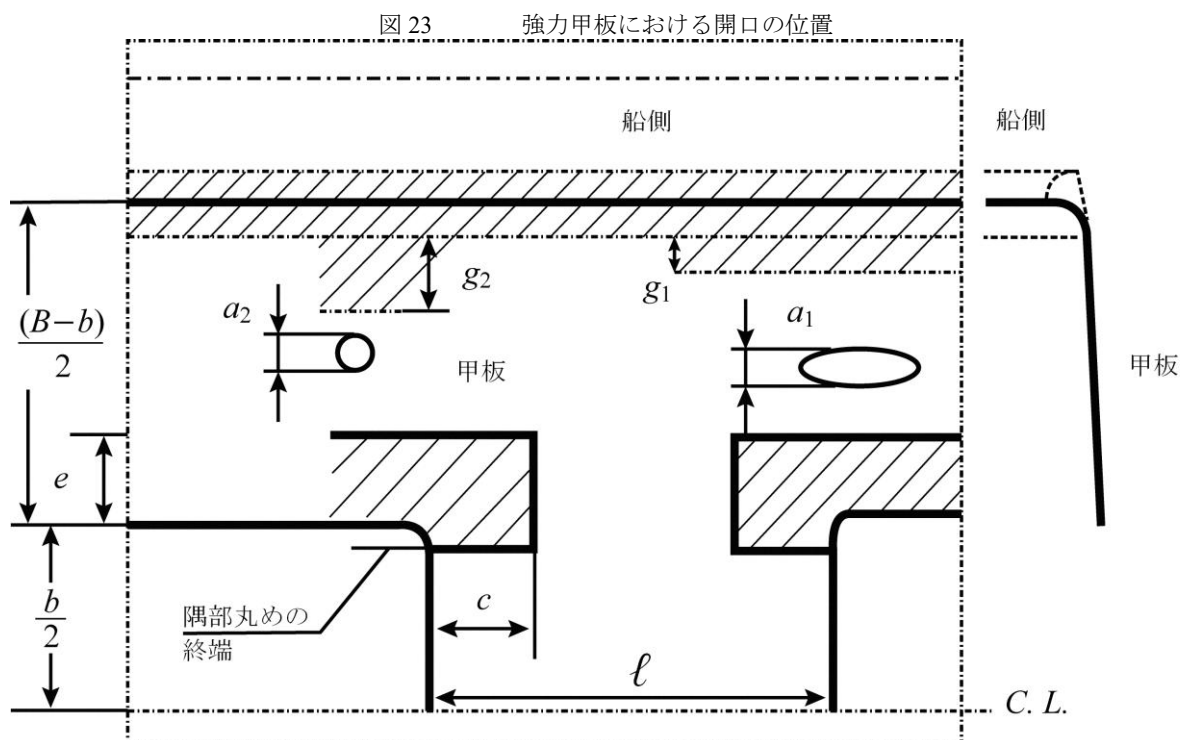
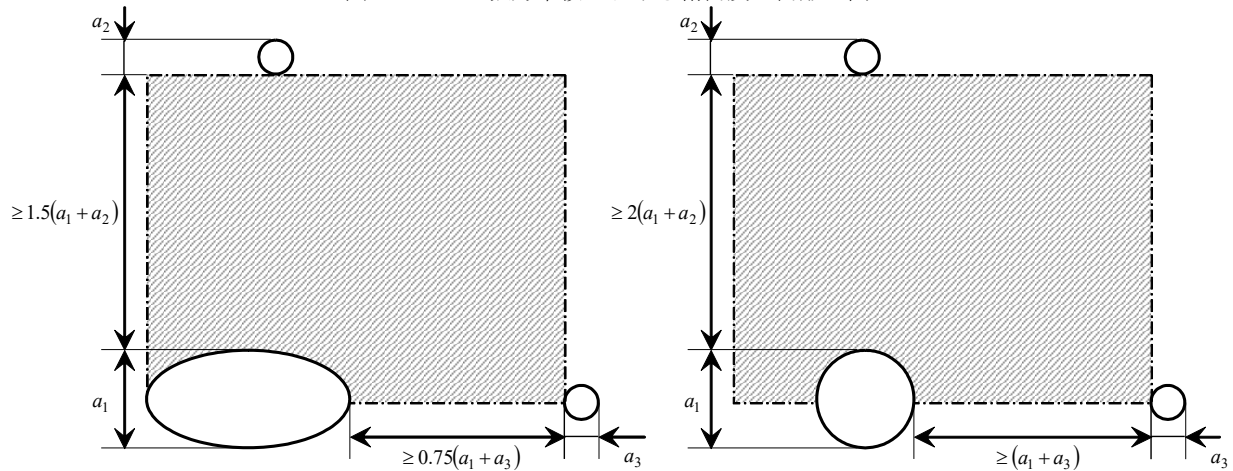


図 24 強力甲板における楕円及び円形の開口



9.6.3 倉口隅部

貨物倉エリア内に位置する倉口において、開口隅部を円形とする場合、一般に、倉口隅部には、後述する算式による板厚以上のインサートプレートを備えなければならない。ハッチコーミングの下部に連続する甲板縦桁を設ける場合、倉口隅部の曲率半径は、倉口幅の 5%以上としなければならない。

船幅方向に 2 つ以上の倉口を配置する場合の倉口隅部の曲率については、本会の適当と認めるところによる。

貨物倉エリア内に位置する倉口において、開口隅部が楕円形又は放物線形状で、かつ、その大きさを次の算式以上とする場合、一般的に、倉口隅部にインサートプレートを備える必要はない。

- ・ 船幅方向： 倉口幅の 1/20 又は 600mm のいずれか小さい方の値
- ・ 船首尾方向： 船幅方向の寸法の 2 倍

インサートプレートが要求される場合、そのネット板厚 (mm) は、次の算式によらなければならない。ただし、 t 未満としてはならない。また、 $1.6t$ より大きい値とする必要はない。

$$t_{INS} = (0.8 + 0.4b/\ell)t \text{ (mm)}$$

ℓ : 倉口隅部におけるクロスデッキの幅 (m) で、船長方向に計測する。(図 23 参照)

b : 当該倉口の幅 (m) で船幅方向に計測する。(図 23 参照)

t : 倉口側部における甲板のネット板厚 (mm)

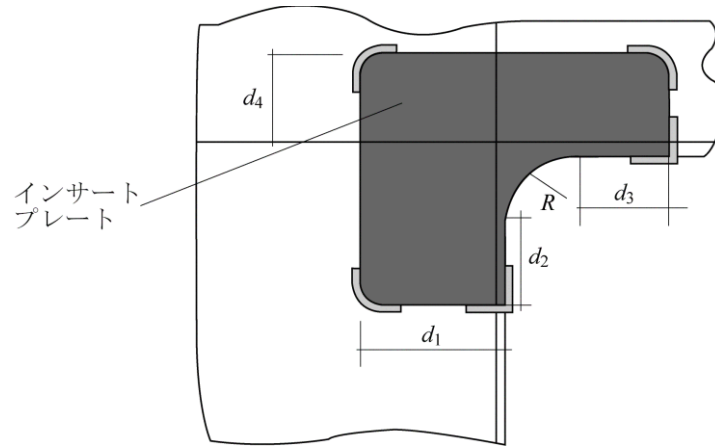
最船首の倉口の前端及び最船尾の倉口の後端の隅部におけるインサートプレートの板厚は、隣接する甲板の板厚の 1.6 倍より大きなものとしなければならない。倉口隅部における応力が許容値より低いことが示される場合、その結果に基づき、より薄い板厚とすることを認めることがある。

インサートプレートが要求される場合、図 25 に示す配置において d_1 , d_2 , d_3 及び d_4 は縦通防撓材心距より大きなものとしなければならない。

貨物倉エリア外に位置する倉口において、倉口隅部に設けるインサートプレートの板厚については、本会の適当と認めるところによる。

長さ L_{CSR-B} が 150m 以上のばら積貨物船においては、倉口隅部の半径、板厚及びインサートプレートの適用範囲は、7 章 2 節及び 3 節に規定される座屈評価を含む直接強度評価及び 8 章 5 節に規定される倉口隅部の疲労評価により決定することができる。

図 25 倉口隅部におけるインサートプレート



10. 隔壁構造

10.1 適用

10.1.1

本規定は、平板及び波形の縦通隔壁及び横置隔壁構造に適用する。

10.1.2

平板隔壁は水平又は垂直方向に防撓される。

水平防撓式の隔壁とは、立て桁及びそれに支持される水平防撓材により構成される。

垂直防撓式の隔壁とは、水平桁及びそれに支持される垂直防撓材により構成される。

10.2 一般

10.2.1

隔壁付き立て桁のウェブ高さは、隔壁底部から甲板まで漸次減じることができる。

10.2.2

船尾隔壁における船尾管取り付け部のネット板厚については、少なくとも他の部分の 1.6 倍としなければならない。

10.3 平板隔壁

10.3.1

隔壁が最上層の連続甲板まで達していない場合、当該隔壁の延長部は適切に補強しなければならない。

隔壁の甲板桁貫通箇所は補強しなければならない。

ホッパタンク及びトップサイドタンクの水密隔壁の垂直防撓材のウェブは、一般的に、内殻斜板の縦通防撓材のウェブと同一線上になるようにしなければならない。

縦通隔壁のナックル部近傍には主要支持部材を設けなければならない。ナックルと主要支持部材との距離については、70mm 以下としなければならない。ナックルが垂直方向でない場合、ナックル部に取り付ける防撓材又は他の部材により適切に補強しなければならない。

二重底には、平板横隔壁と同一線上に実体肋板を設けなければならない。

10.3.2 防撓材の端部固着

水密隔壁の縦通部材の貫通部は、水密としなければならない。

一般的に、防撓材の端部は、ブラケットにより固着しなければならない。船体形状等によりブラケットによる端部固着とできない場合については、隣接する縦通部材間に設けるヘッダに固着しなければならない。さらにこれが不可能な場合については、スニップ端として差し支えない。この場合、防撓材及び関連板部材の寸法は、端部固着状態等に応じて増減しなければならない。

10.3.3 防撓材のスニップ端

水圧試験が要求される隔壁については、防撓材端部をスニップ端としてはならない。防撓材をスニップ端とする場合、スニップ角度は 30 度以下とし、端部を可能な限り隔壁境界まで延長しなければならない。

10.3.4 防撓材のブラケット固着

防撓材をブラケット固着とする場合、[図 26](#) 及び [図 27](#) に示す防撓材端部ブラケットの腕の長さは、次の値 (mm) 以上としなければならない。

- 腕の長さ a
 - 水平防撓材のブラケット及び垂直防撓材の底部ブラケット : $a = 100\ell$
 - 垂直防撓材の上部ブラケット : $a = 80\ell$
- 腕の長さ b は、次式による値のいずれか大きい方の値以上としなければならない。

$$b = 80((w + 20)/t)^{0.5}$$

$$b = \alpha p s \ell / t$$

ℓ : 防撓材のスパン (m) で、支持部材間で計測する。

w : 防撓材のネット断面係数 (cm³)

t : ブラケットのネット板厚 (mm)

p : スパン中央で算出される設計圧力 (kN/m²)

α : 次に与える係数

タンク隔壁 : $\alpha = 4.9$

水密隔壁 : $\alpha = 3.6$

防撓材とブラケットの接合は、結合部のネット断面係数が防撓材のネット断面係数以上となるようなものとしなければならない。

図 26 平板隔壁の防撓材上端におけるブラケット

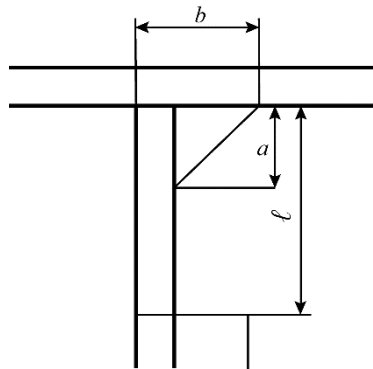
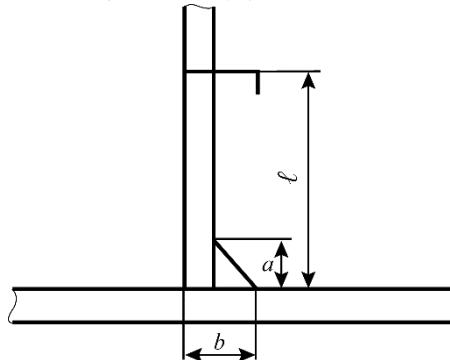


図 27 平板隔壁の防撓材下端におけるブラケット



10.4 波形隔壁

10.4.1 一般

長さが 190m 以上の船舶については、立て式波形構造とする水密横置隔壁には、下部スツール及び一般に甲板下に設ける上部スツールを備えなければならない。長さが 190m 未満の船舶については、内底板から上甲板まで波形隔壁として差し支えない。ただし、長さが 150m 以上 190m 未満の船舶については、[7 章](#)に規定される直接強度評価を適用し、評価基準を満足しなければならない。

10.4.2 構造

波形隔壁の主要な寸法 a , R , c , d , t , φ 及び s_c は図 28 に定義される。

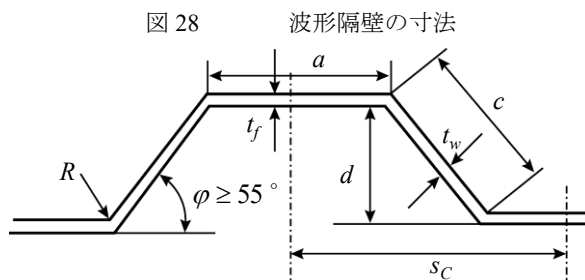
曲げ半径は次の値以上としなければならない。

$$R = 3.0t$$

ここで, t は波形隔壁の図面板厚 (mm) とする。

図 28 に示す波形隔壁の波形角度 φ は 55 度以上としなければならない。

曲げが卓越する範囲において曲げが作用する軸と平行な方向の溶接を施工する場合については, 溶接手順を提出し, 本会の承認を受けなければならない。



10.4.3 波形部の断面係数

波形部の断面係数 (cm^3) は, 次式により求められる。

$$w = \left[\frac{d(3at_f + ct_w)}{6} \right] 10^{-3}$$

t_f , t_w : 図 28 に示す波形部のネット板厚 (mm)

d , a , c : 図 28 に示す波形隔壁の寸法 (mm)

隔壁端部においてウェブの連続性が確保できない場合, 波形隔壁の断面係数 (cm^3) については, 次式によらなければならない。

$$w = 0.5at_d \cdot 10^{-3}$$

10.4.4 波形部のスパン

波形部のスパン ℓ_c は図 29 に示す距離としなければならない。

ℓ_c の定義において, 船体中心線における上甲板から上部スツール底板までの距離は次の値以下としなければならない。

- ・ 一般に, 波形部の深さの 3 倍
- ・ 方形スツールの場合, 波形部の深さの 2 倍

10.4.5 構造配置

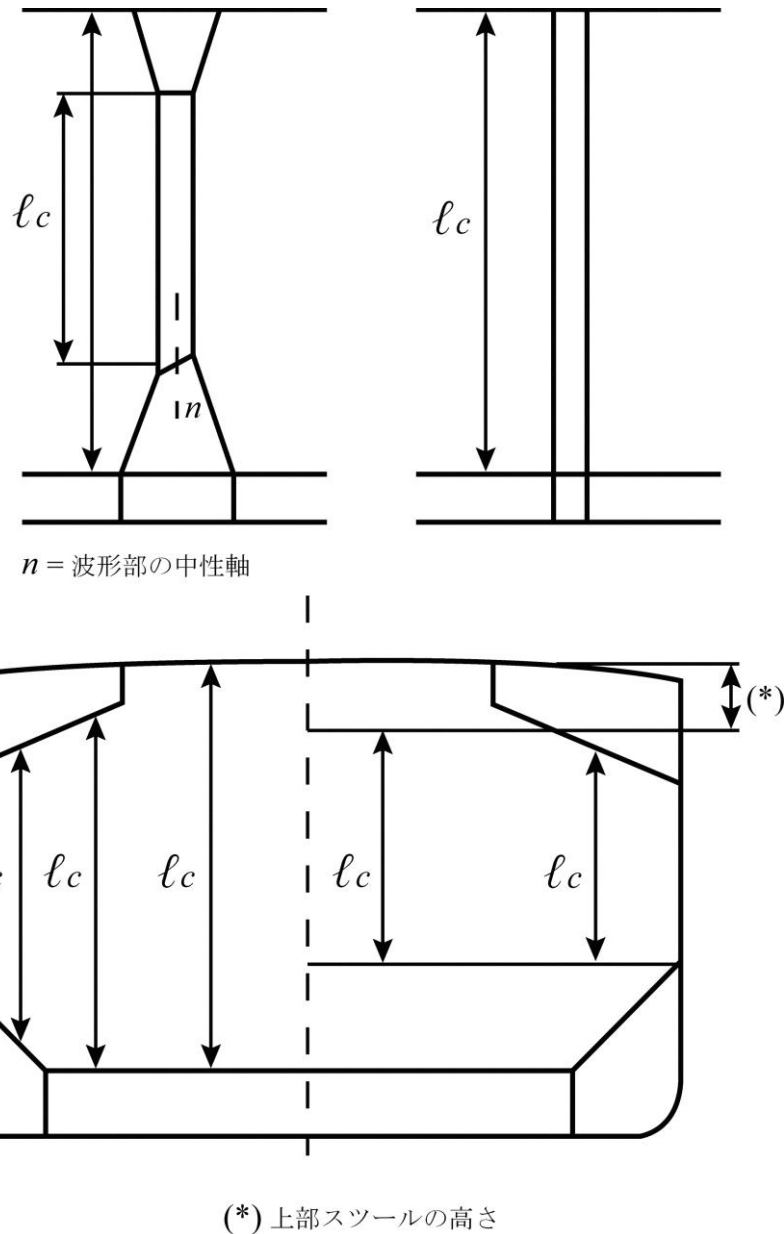
波形隔壁の強度上の連続性は, 波形部の端部で確保されなければならない。

主要支持部材において波形隔壁が連続とならない場合, 主要支持部材の両側において波形部の適正な連続性を確保するよう注意を払わなければならない。

立て式波形横隔壁又は縦通隔壁を内底板に溶接する場合, 肋板又は桁板を, 波形隔壁フランジ部の各々の下部に配置しなければならない。

一般に, 立て式波形隔壁の境界構造に溶接されるフランジ部分の幅については, 当該波形隔壁のフランジ部の標準的な幅以上としなければならない。

図 29 波形スパン



10.4.6 隔壁スツール

下部スツールには、スツール内部の二重底の縦通桁板又は肋板の箇所に、板部材又は桁部材を設けなければならない。上部スツールを甲板横桁又は倉口端横桁と連結するように、肘板又は深いウェブを取り付けなければならない。

10.4.7 下部スツール

下部スツールを備える場合、下部スツールは、一般に、波形部の深さの3倍以上の高さを有するものとしなければならない。

スツール側板に垂直防撓材を取り付ける場合、当該防撓材の端部は、スツールの上下端でブラケットにより固着しなければならない。

スツール頂板の縁から波形部フランジの表面までの距離 d については、[図 30](#) によらなければならない。

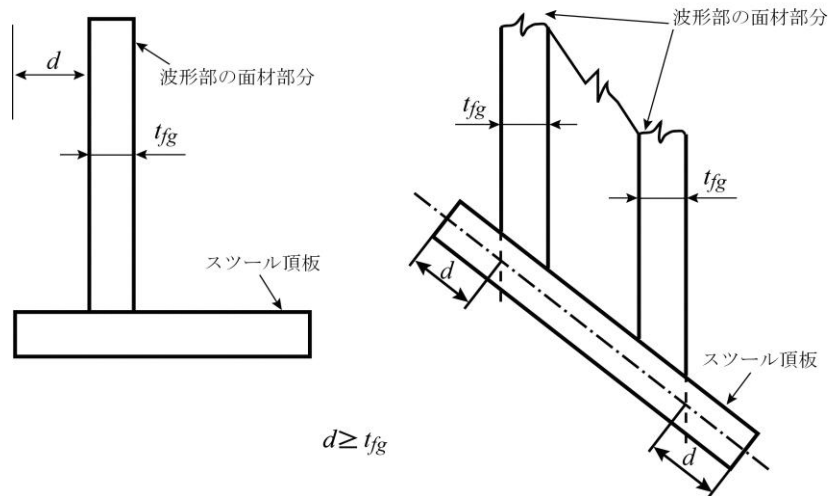
スツール底部は、二重底桁板又は肋板と同一線上に設置するものとし、波形部の平均深さの2.5倍以上の幅を有するものとしなければならない。

波形隔壁を有効に支持するために、スツール内部には、二重底の縦通桁板又は肋板の箇所に、板部材を設けなければならない。スツール頂板の結合箇所においては、ブラケット及び板部材にスカラップを設けてはならない。

波形隔壁に下部スツールを設ける場合、波形隔壁の面材及びウェブとスツール頂板との溶接は、完全溶込み溶接としなければならない。スツール側板とスツール頂板及び内底板との溶接、並びにスツール側板を支持する肋板と内底板との溶

接は、完全溶込み溶接又は十分な開先を取った溶接としなければならない。

図 30 スツール頂板の縁から波形フランジの表面までの許容距離 d



10.4.8 上部スツール

上部スツールを備える場合、上部スツールは、一般的に、波形部の深さの2倍から3倍の高さとしなければならない。方形スツールについては、一般的に、倉口側部の甲板縦桁の位置において甲板レベルから測る高さを、波形部の深さの2倍としなければならない。

横隔壁の上部スツールは、隣接する倉口端横桁との間に設けられる甲板縦桁又は深いブラケットにより適切に支持しなければならない。

上部スツール底板の幅は、一般的に、下部スツール頂板の幅と等しいものとしなければならない。方形でないスツールの頂板は、波形部の深さの2倍以上の幅を有するものとしなければならない。

スツール側板に垂直防撓材を取り付ける場合、当該防撓材の端部は、スツールの上下端でブラケットにより固着しなければならない。

波形隔壁を有効に支持するために、スツールには、倉口端横桁又は甲板横桁に達する甲板縦桁の箇所に、板部材を設けなければならない。

スツール底板の結合箇所においては、ブラケット及び板部材にスカラップを設けてはならない。

10.4.9 直線性

上部スツールを備えない場合、甲板部には、波形部のフランジと同一線上に補強された2本の横桁又は縦桁を設けなければならない。

下部スツールを備えない場合、内底板において、波形部のフランジは、これを支持する桁板又は肋板と同一線上に取り付けられなければならない。

波形部と内底板の溶接及び肋板又は桁板と内底板の溶接については、完全溶け込み溶接としなければならない。二重底肋板における内底板縦通肋骨の端部結合箇所のスロットについては、カラープレートで塞がなければならない。これらの肋板又は桁板については、せん断に対して適切に設計された板部材により、互いを結合しなければならない。

スツール側板は、波形部のフランジと同一線上に配置しなければならない。下部スツール内の側板付き垂直防撓材及びブラケットは、これらの防撓部材間で適切な荷重伝達が行われるよう、内底板縦通肋骨等の二重底構造部材と同一線上に配置しなければならない。

下部スツール側板は、内底板と下部スツール頂板の間でナックルを設けてはならない。

10.4.10 圧縮フランジの有効幅

波形隔壁の強度評価において圧縮場にあると考えられる波形部フランジの有効幅については、次の算式によらなければならない。

$$b_{ef} = C_E a \quad (m)$$

C_E : 次に示す係数

$$\beta > 1.25 \text{ の場合 : } C_E = \frac{2.25}{\beta} - \frac{1.25}{\beta^2}$$

$\beta \leq 1.25$ の場合： $C_E = 1.0$

β : 次を示す係数

$$\beta = 10^3 \frac{a}{t_f} \sqrt{\frac{R_{eH}}{E}}$$

a : 波形部フランジ幅 (図 28 参照)

t_f : フランジのネット板厚 (mm)

10.4.11 有効なシェダープレート

有効なシェダープレートとは、次の全てに合致するものをいう。

- ・ ナックル部がないこと
- ・ 11章に従って波形部及び下部スツール頂板に溶接されること
- ・ 下縁を下部スツール側板と同一線上とし、最小傾斜角 45 度で取り付けられること
- ・ 波形部フランジに要求される板厚の 75%以上の板厚を備えること
- ・ 波形部フランジに要求されるもの以上の材料特性を備えること

10.4.12 有効なガセットプレート

有効なガセットプレートとは、次の全てに合致するものをいう。

- ・ 10.4.11 で要求される板厚、材料特性及び溶接固着に合致するシェダープレートと組み合わせられること
- ・ フランジ幅の半分以上の高さを備えること
- ・ 下部スツール側板と同一線上に取り付けられること
- ・ 11章2節に従って下部スツール頂板、波形部及びシェダープレートと溶接されること
- ・ 波形部フランジに要求されるもの以上の板厚及び材料特性を備えること

10.4.13 (削除)

図 31 (削除)

図 32 (削除)

図 33 (削除)

図 34 (削除)

図 35 (削除)

10.4.14 (削除)

10.4.15 (削除)

10.5 非水密隔壁

10.5.1 梁柱として機能しない非水密隔壁

梁柱として機能しない非水密隔壁は、次を示す値以下の心距で垂直防撓材を設けなければならない。

- ・ 横置隔壁の場合： 0.9m
- ・ 縦通隔壁の場合： 肋骨心距の 2 倍。ただし、最大 1.5m とする。

隔壁付き防撓材のネット板厚 (mm) は、次の算式により定まる値以上としなければならない。

$$t = 3 + 0.015L_2$$

L_2 : 船の長さ L_{CSR-B} (m)。ただし 300m を超える場合は 300m とする。

隔壁付き防撓材が平鋼の場合、防撓材の深さは、原則防撓材の長さの 1/12 以上としなければならない。6章2節 2.3.1 及び 4.並びに 6章3節 4.の規定を満足する場合には、防撓材の深さを防撓材長さの 1/12 よりも小さな値として差し支えない。

10.5.2 梁柱として機能する非水密隔壁

梁柱として機能する非水密隔壁は、次に示す値以下の心距で垂直防撓材を設けなければならない。

- ・ 肋骨心距が $0.75m$ を超えない場合：肋骨心距の 2 倍
- ・ 肋骨心距が $0.75m$ を超える場合：肋骨心距

それぞれの垂直防撓材は、隔壁板のネット板厚の 35 倍又は当該防撓材の長さの $1/12$ のいずれか小さい方の値の幅の隔壁板を考慮して、支持する荷重に対し **6章2節** で適用される要件に適合しなければならない。

縦式構造の甲板を支持する非水密隔壁の場合、甲板横桁の箇所に垂直桁を設けなければならない。

10.6 トランク及びトンネルの水密隔壁

10.6.1 (SOLAS Ch.II-1, Part B, Reg.19.1)

トランク、トンネル、ダクトキール及び通風筒であって水密構造のものについては、対応する垂直方向の位置における水密隔壁に要求されるものと等しい強度を備えるものとしなければならない。それらの水密を維持する手段及びそれらの開口を閉鎖するため措置については、本会の適当と認めるところによる。

11. 梁柱

11.1 一般

11.1.1

梁柱は、実行可能な限り、同一の垂直線に取り付けなければならない。これが実行不可能な場合、梁柱に作用する荷重を下方の支持部材への伝達する有効な手段を備えなければならない。

11.1.2

梁柱は、二重底桁板と同一線上に又は実行可能な限りその近くに配置し、梁柱の上部及び下部の構造は、荷重を効果的に分配させるよう十分な強度のものとしなければならない。

内底板に取り付けられる梁柱を肋板と桁板の交差部に配置しない場合、梁柱下部には、部分肋板若しくは部分桁板又は梁柱を支持するに適当な等価な構造を配置しなければならない。

11.1.3

タンク内に設ける梁柱は、中実又は開断面のものとしなければならない。爆発性ガスを生じる製品を積載する区画に設ける梁柱は、開断面のものとしなければならない。

11.1.4 接合

梁柱の上端及び脚部は、必要に応じてダブリングプレート及びブラケットにより固定しなければならない。タンク内に設ける梁柱のように、引張り荷重を受ける梁柱の場合、梁柱の上端及び脚部は、引張り荷重に耐え得るよう効果的に固着するものとし、ダブリングプレートに代えてインサートプレートを設けなければならない。

一般的に、ダブリングプレートのネット板厚は、梁柱のネット板厚の 1.5 倍以上としなければならない。

梁柱の上端及び脚部は、連続溶接で固着しなければならない。

4 章 設計荷重

1 節 一般

1. 一般

1.1

1.1.1

等価設計波手法は、静水中及び波浪中における板部材に垂直な面外荷重とハルガーダ荷重を含む設計荷重の設定に用いられる。

1.1.2

静水圧並びに貨物及びバラストによる静圧は、静水中における面外荷重として考慮する。波浪変動圧並びに貨物及びバラストの慣性による変動圧は、波浪中における面外荷重として考慮する。

1.1.3

静水中せん断力及び静水中曲げモーメント並びに波浪中せん断力、波浪中縦曲げモーメント及び波浪中水平曲げモーメントは、ハルガーダ荷重として考慮する。

1.1.4

波浪中面外荷重及び波浪中ハルガーダ荷重による応力は、各等価設計波に対して定められた荷重組合せ係数を用いて組合せなければならない。

2 節 船体運動及び加速度

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

a_0 : 加速度パラメータで、次の算式による値。

$$a_0 = f_p(1.58 - 0.47C_B) \left(\frac{2.4}{\sqrt{L_{CSR-B}}} + \frac{34}{L_{CSR-B}} - \frac{600}{L_{CSR-B}^2} \right)$$

T_R : 2.1.1 に定義するロール周期 (s)

θ : 2.1.1 に定義するロール角 (deg)

T_P : 2.2.1 に定義するピッチ周期 (s)

Φ : 2.2.1 に定義するピッチ角 (deg)

f_p : 超過確率レベルに対応する係数で、次による。

超過確率 10^{-8} に対応する強度評価に対して : 1.0

超過確率 10^{-4} に対応する強度評価に対して : 0.5

1. 一般

1.1

1.1.1

船体運動及び加速度は、周期的なものとする。この節の算式で規定する船体運動及び加速度の振幅は、振幅の山から谷までの半分とする。

1.1.2

船舶の特性及び計画されている運航に基づき正当だと認められる場合においては、直接計算又は模型試験から得られた船体運動及び加速度の値を、この節の算式に代わるものとして本会は認めることがある。一般的に、使用される船体運動及び加速度の値は、超過確率レベル 10^{-8} 又は 10^{-4} に対応したものとする。またこの場合、想定した長期波浪頻度分布及び波スペクトルを含む模型試験結果又は数値計算結果を、承認のために本会に提出しなければならない。

2. 船体絶対運動及び加速度

2.1 ロール周期及びロール角

2.1.1

ロール周期 T_R (s) 及びロール角 θ (deg) は、次の算式による。

$$T_R = \frac{2.3k_r}{\sqrt{GM}}$$

$$\theta = \frac{9000(1.25 - 0.025T_R)f_p k_b}{(B + 75)\pi}$$

k_b = 1.2 ビルジキールを有さない船舶

= 1.0 ビルジキールを有する船舶

k_r : 考慮する積付状態におけるロールの慣動半径 (m)。 k_r の値があらかじめ得られていない場合には、表 1 に示す算式によるものとして差し支えない。

GM : 考慮する積付状態におけるメタセンタ高さ (m)。 GM の値があらかじめ得られていない場合には、表 1 に示している値によるものとして差し支えない。

表 1 k_r 及び GM の値

積付状態		k_r	GM
満載状態	均等積状態及び隔倉積状態	$0.35B$	$0.12B$
	スチールコイル積載状態	$0.42B$	$0.24B$
ノーマルバラスト状態		$0.45B$	$0.33B$
ヘビーバラスト状態		$0.40B$	$0.25B$

2.2 ピッチ周期及びピッチ角

2.2.1

ピッチ周期 T_P (s) 及びピッチ角 Φ (deg) は、次式による。

$$T_P = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}}$$

$$\Phi = f_p \frac{960}{L_{CSR-B}} \sqrt[4]{\frac{V}{C_B}}$$

$$\lambda = 0.6 \left(1 + \frac{T_{LC}}{T_S} \right) L_{CSR-B}$$

2.3 上下揺

2.3.1

上下揺による上下方向加速度 a_{heave} (m/s^2) は、次式による。

$$a_{heave} = a_0g$$

2.4 左右揺

2.4.1

左右揺による左右方向加速度 a_{sway} (m/s^2) は、次式による。

$$a_{sway} = 0.3a_0g$$

2.5 前後揺

2.5.1

前後揺による前後方向加速度 a_{surge} (m/s^2) は、次式による。

$$a_{surge} = 0.2a_0g$$

3. 船体相対加速度

3.1 一般

3.1.1

任意点における X , Y 及び Z 方向の加速度は、船体絶対運動により生じる加速度成分及び 2.1 から 2.5 までに規定する加速度により構成される。

3.2 加速度

3.2.1

任意点における前後方向加速度、左右方向加速度及び上下方向加速度の基準値は、次の算式による。

- 前後方向：

$$a_X = C_{XG}g\sin\Phi + C_{XS}a_{surge} + C_{XP}a_{pitch\ x}$$

- 左右方向：

$$a_Y = C_{YG}g\sin\theta + C_{YS}a_{sway} + C_{YR}a_{roll\ y}$$

- 上下方向：

$$a_Z = C_{ZH}a_{heave} + C_{ZR}a_{roll\ z} + C_{ZP}a_{pitch\ z}$$

ここで、 C_{XG} , C_{XS} , C_{XP} , C_{YG} , C_{YS} , C_{YR} , C_{ZH} , C_{ZR} 及び C_{ZP} は、4章4節2.2に規定する荷重組合せ係数とする。

$a_{pitch\ x}$: ピッチによる前後方向加速度 (m/s^2)

$$a_{pitch\ x} = \Phi \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_p} \right)^2 R$$

$a_{roll\ y}$: ロールによる左右方向加速度 (m/s^2)

$$a_{roll\ y} = \theta \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_R} \right)^2 R$$

$a_{roll\ z}$: ロールによる上下方向加速度 (m/s^2)

$$a_{roll\ z} = \theta \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_R} \right)^2 y$$

$a_{pitch\ z}$: ピッチによる上下方向加速度 (m/s^2)

$$a_{pitch\ z} = \Phi \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_p} \right)^2 |(x - 0.45L_{CSR-B})|$$

ただし、 $|(x - 0.45L_{CSR-B})|$ が $0.2L_{CSR-B}$ 未満のときは、 $0.2L_{CSR-B}$ とする。

$$R = z - \min\left(\frac{D}{4} + \frac{T_{LC}}{2}, \frac{D}{2}\right)$$

x, y, z : [1章4節](#)に定義する参照座標系における考慮している位置の X, Y, Z 座標 (m)

3 節 ハルガーダ荷重

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

x : 参照座標系における計算点の X 座標 (m)

f_p : 4章2節に規定する超過確率レベルに対応する係数

1. 一般

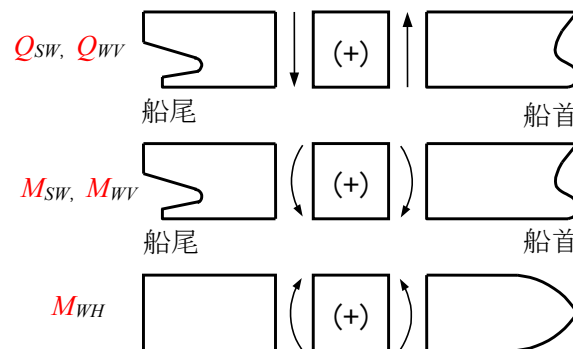
1.1 曲げモーメント及びせん断力の符号の定義

1.1.1

本節において、曲げモーメント及びせん断力は絶対値を考慮しなければならない。曲げモーメント及びせん断力の符号は4節の表3に従って考慮しなければならない。任意の船体横断面における縦曲げモーメント、水平曲げモーメント及びせん断力の符号の定義については、図1、即ち、以下による。

- ・ 縦曲げモーメント M_{SW} 及び M_{WV} は、強力甲板に引張応力が生じる場合（ホギング曲げモーメント）を正とし、逆の場合（サギング曲げモーメント）を負とする。
- ・ 水平曲げモーメント M_{WH} は右舷に引張応力が生じる場合を正とし、逆の場合を負とする。
- ・ せん断力 Q_{SW} 及び Q_{WV} は、考慮する船体横断面の前に上向き合力が作用し、考慮する船体横断面の後に下向き合力が作用する場合を正とし、逆の場合を負とする。

図1 せん断力 Q_{SW} , Q_{WV} 及び曲げモーメント M_{SW} , M_{WV} , M_{WH} の符号の定義



2. 静水荷重

2.1 一般

2.1.1

一般に、個々の積付状態毎に静水中縦曲げモーメント及びせん断力を適用しなければならない。造船所は、4章7節に規定するそれぞれの積付状態について縦強度計算を本会に提出しなければならない。

静水中縦曲げモーメント及びせん断力の値は、ハルガーダ強度に関する上限値として取り扱わなければならない。

通常、静水中縦曲げモーメント M_{SW} 及びせん断力 Q_{SW} の計算においては、出港時及び入港時における燃料油、清水及び消費物の積載量に基づき、設計貨物積付状態及びバラスト状態を考慮しなければならない。航海中の任意の中間状態において消費物の積載量及び特性がより過酷な条件を与えると考えられる場合には、上記の出入港時の積付状態に加え、このような中間状態についての縦強度計算を本会に提出しなければならない。また、航海中にバラストの漲水又は排水を計画する場合には、当該タンクの漲水又は排水の直前及び直後の状態についての縦強度計算を本会に提出しなければならない。

ない。承認された場合、このようなバラスト漲水又は排水をローディングマニュアルに記載する。

2.1.2 バラスト状態時に部分漲水とするバラストタンク

出入港時及び中間状態において、船首尾バラストタンク又はバラストタンクを部分漲水とするバラスト積付状態については、次の条件を満足しない限り、設計積付条件としてはならない。

- ・ 空の状態から満載状態までのすべての液面レベルにおいて許容設計応力を満足すること
- ・ *BC-A* 船又は *BC-B* 船の場合、空の状態から満載状態までのすべての液面レベルにおいて、5章1節2.1.3に規定する浸水時のハルガード強度を満足すること。

出入港状態及び2.1.1に規定する中間状態において、空の状態から満載状態までのすべての液面レベルにおいて上記条件を満足していることを実証するために、部分漲水とするバラストタンクは、次の状態を検討しなければならない。

- ・ 空
- ・ 満載
- ・ 計画する液面レベルでの部分漲水

複数のタンクを同時に部分漲水状態とする場合にあっては、これらのタンクをそれぞれに空、満載及び計画する液面レベルでの部分漲水とする全ての組合せを検討しなければならない。

2.1.3 貨物積載状態時に部分積付となるバラストタンク

貨物積載状態にあっては、2.1.2における要件を船首尾バラストタンクのみ適用する。

2.1.4 シーケンシャル法によるバラスト水の交換

シーケンシャル法によりバラスト水を交換する場合にあっては、2.1.2及び2.1.3の規定を考慮する必要はない。

2.2 静水中縦曲げモーメント

2.2.1

任意の船体横断面における設計静水中縦曲げモーメント $M_{SW,H}$ 及び $M_{SW,S}$ は、2.1.1に規定する積付状態において当該船体横断面で算出される静水中縦曲げモーメントの、ホギング状態及びサギング状態それぞれの最大値とする。設計者が別途与える場合には、より大きな値を考慮することができる。

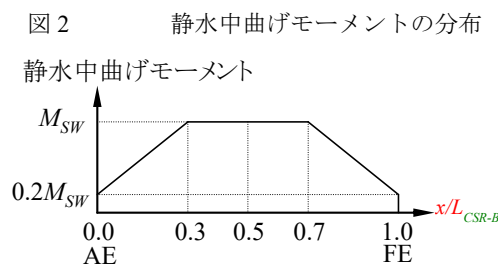
2.2.2

設計初期段階において、任意の船体横断面における設計静水中曲げモーメントが設定されない場合には、図2に示す船長方向分布を考慮して差し支えない。

図2中の M_{SW} は、船体中央断面におけるホギング状態又はサギング状態での設計静水中縦曲げモーメントで、次の算式による値以上としなければならない。

- ・ ホギング状態： $M_{SW,H} = 175CL_{CSR-B}^2 B(C_B + 0.7)10^{-3} - M_{WV,H}$
- ・ サギング状態： $M_{SW,S} = 175CL_{CSR-B}^2 B(C_B + 0.7)10^{-3} - M_{WV,S}$

ここで、 $M_{WV,H}$ 及び $M_{WV,S}$ は、3.1に規定する波浪中縦曲げモーメント (kN-m) とする。



2.3 静水中せん断力

2.3.1

任意の船体横断面における設計静水中せん断力 Q_{SW} は、2.1.1に規定する積付状態において当該船体横断面で算出されるせん断力の、正負それぞれの最大値とする。設計者が別途与える場合には、より大きな値を考慮することができる。

2.4 浸水状態における静水中縦曲げモーメント及び静水中せん断力

2.4.1

浸水状態における静水中縦曲げモーメント $M_{SW,F}$ (ホギング状態及びサギング状態) 及び静水中せん断力 $Q_{SW,F}$ は、各貨物倉が単独に最終平衡状態における喫水線まで浸水するシナリオを考慮して決定しなければならない。

このとき、二重船側内は浸水しないものと考えて差し支えない。また、貨物倉については、貨物倉のみが浸水するという仮定による最終平衡状態における喫水線までの浸水を考えればよく、倉内が完全に浸水する状態を考慮する必要はない。

2.4.2

浸水した水の重量を計算するため、以下の仮定を設ける。

- 空倉及び貨物積載倉の貨物上の空間の浸水率は 0.95 とする。
- それぞれの積載貨物について適切な浸水率及び貨物密度を適用しなければならない。鉄鉱石に対して、最小浸水率を 0.3 とし、ばら積貨物密度を $3.0t/m^3$ とする。セメントに対して、最小浸水率を 0.3 とし、ばら積貨物密度を $1.3t/m^3$ とする。ここで、ばら積み固形貨物の浸水率とは、貨物の総体積に対する、貨物の粒子、顆粒又はより大きな断片間の海水が入り込むことのできる空隙の割合をいう。

梱包された貨物（例えば、鉄鋼製品など）に対しては、浸水率は 0 とし、ばら積貨物密度は貨物自身の実際の密度を用いること。

2.4.3

ハルガーダの静水中縦曲げモーメント及び静水中せん断力において、浸水による影響を定量化するため、詳細な計算を行わなければならない。船舶の設計条件とした積付状態を考慮するものとし、それぞれの積付状態について、各貨物倉が単独に最終平衡状態における喫水線まで浸水した場合を考慮しなければならない。静水中縦曲げモーメント及び静水中せん断力は、考慮する積付状態及び浸水貨物倉の全ての組合せに対して計算しなければならない。

3. 波浪荷重

3.1 波浪中縦曲げモーメント

3.1.1 非損傷状態

考慮する船体横断面における非損傷時の波浪中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) は、次式による。

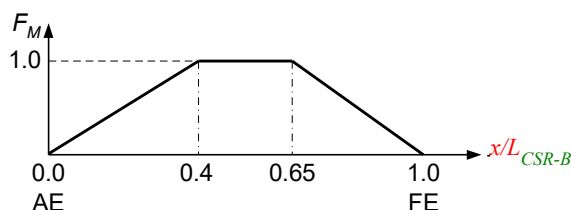
- ホギング状態： $M_{WV,H} = 190F_M f_p C L_{CSR-B}^2 B C_B \cdot 10^{-3}$
- サギング状態： $M_{WV,S} = 110F_M f_p C L_{CSR-B}^2 B (C_B + 0.7) \cdot 10^{-3}$

F_M : 分布係数で、表 1 による値 (図 3 参照)

表 1 分布係数 F_M

船体横断面位置	分布係数 F_M
$0 \leq x < 0.4L_{CSR-B}$	$2.5 \frac{x}{L_{CSR-B}}$
$0.4L_{CSR-B} \leq x \leq 0.65L_{CSR-B}$	1.0
$0.65L_{CSR-B} < x \leq L_{CSR-B}$	$2.86 \left(1 - \frac{x}{L_{CSR-B}}\right)$

図 3 分布係数 F_M



3.1.2 浸水状態

考慮する船体横断面における浸水時の波浪中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) は、次式による。

$$M_{WV,F} = 0.8M_{WV}$$

M_{WV} : 3.1.1 の規定による。

3.1.3 港内状態

考慮する船体横断面における港内状態の波浪中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) は、次式による。

$$M_{WV,P} = 0.4M_{WV}$$

M_{WV} : 3.1.1 の規定による。

3.2 波浪せん断力

3.2.1 非損傷状態

考慮する船体横断面における非損傷時の波浪せん断力 (kN) は、次式による。

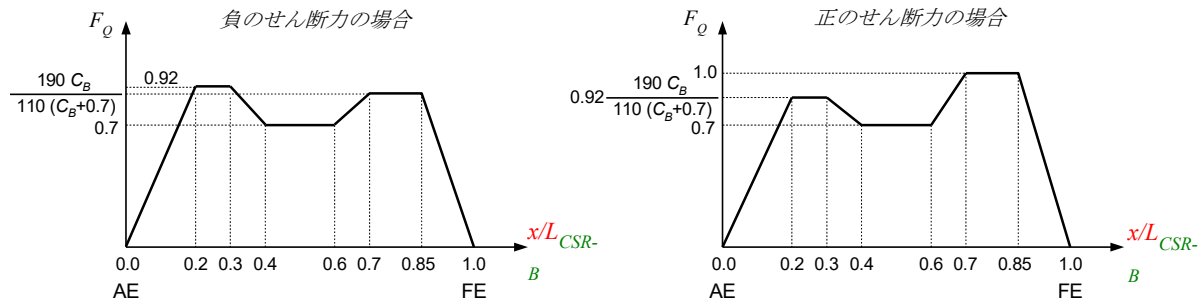
$$Q_{WV} = 30F_Q f_p C_{LCSR-B} B (C_B + 0.7) \cdot 10^{-2}$$

F_Q : 正及び負のせん断力に対する分布係数で、表2による値 (図4参照)

表2 分布係数 F_Q

船体横断面位置	分布係数 F_Q	
	正の波浪せん断力	負の波浪せん断力
$0 \leq x < 0.2L_{CSR-B}$	$4.6A \frac{x}{L_{CSR-B}}$	$4.6 \frac{x}{L_{CSR-B}}$
$0.2L_{CSR-B} \leq x \leq 0.3L_{CSR-B}$	0.92A	0.92
$0.3L_{CSR-B} < x < 0.4L_{CSR-B}$	$(9.2A - 7) \left(0.4 - \frac{x}{L_{CSR-B}}\right) + 0.7$	$2.2 \left(0.4 - \frac{x}{L_{CSR-B}}\right) + 0.7$
$0.4L_{CSR-B} \leq x \leq 0.6L_{CSR-B}$	0.7	0.7
$0.6L_{CSR-B} < x < 0.7L_{CSR-B}$	$3 \left(\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.6\right) + 0.7$	$(10A - 7) \left(\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.6\right) + 0.7$
$0.7L_{CSR-B} \leq x \leq 0.85L_{CSR-B}$	1	A
$0.85L_{CSR-B} < x \leq L_{CSR-B}$	$6.67 \left(1 - \frac{x}{L_{CSR-B}}\right)$	$6.67A \left(1 - \frac{x}{L_{CSR-B}}\right)$

備考: $A = \frac{190C_B}{110(C_B + 0.7)}$

図4 分布係数 F_Q 

3.2.2 浸水状態

考慮する船体横断面における浸水時の波浪せん断力 (kN) は、次式による。

$$Q_{WV,F} = 0.8Q_{WV}$$

Q_{WV} : 3.2.1 の規定による。

3.2.3 港内状態

考慮する船体横断面における港内状態の波浪せん断力 (kN) は、次式による。

$$Q_{WV,P} = 0.4Q_{WV}$$

Q_{WV} : 3.2.1 の規定による。

3.3 波浪中水平曲げモーメント

3.3.1

考慮する船体横断面における波浪中水平曲げモーメント ($kN\cdot m$) は、次式による。

$$M_{WH} = \left(0.3 + \frac{L_{CSR-B}}{2000} \right) F_M f_p C L_{CSR-B}^2 T_{LC} C_B$$

F_M : 分布係数で、**3.1.1** の規定による。

3.4 波浪中振りモーメント

3.4.1

考慮する船体横断面における波浪中振りモーメント ($kN\cdot m$) は、次式による。

$$M_{WT} = f_p (|M_{WT1}| + |M_{WT2}|)$$

$$M_{WT1} = 0.4C \sqrt{\frac{L_{CSR-B}}{T}} B^2 D C_B F_{T1}$$

$$M_{WT2} = 0.22 C L_{CSR-B} B^2 C_B F_{T2}$$

F_{T1} , F_{T2} : 分布係数で、次式による値。

$$F_{T1} = \sin \left(\frac{2\pi x}{L_{CSR-B}} \right)$$

$$F_{T2} = \sin^2 \left(\frac{\pi x}{L_{CSR-B}} \right)$$

4 節 荷重ケース

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

a_{surge} , $a_{\text{pitch } x}$, a_{sway} , $a_{\text{roll } y}$, a_{heave} , $a_{\text{roll } z}$, $a_{\text{pitch } z}$: 4章2節の規定による加速度成分

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

この節に規定される荷重ケースは、以下に示す強度解析又は強度評価に用いなければならない。

- ・ 6章1節、6章2節及び6章4節に規定する板部材、防撓材及び主要支持部材の局部強度解析
- ・ 7章に規定する構造部材の直接強度解析
- ・ 8章に規定する構造詳細の疲労評価

1.1.2

局部強度解析及び直接強度解析に対して、2.に規定する荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 を考慮する。

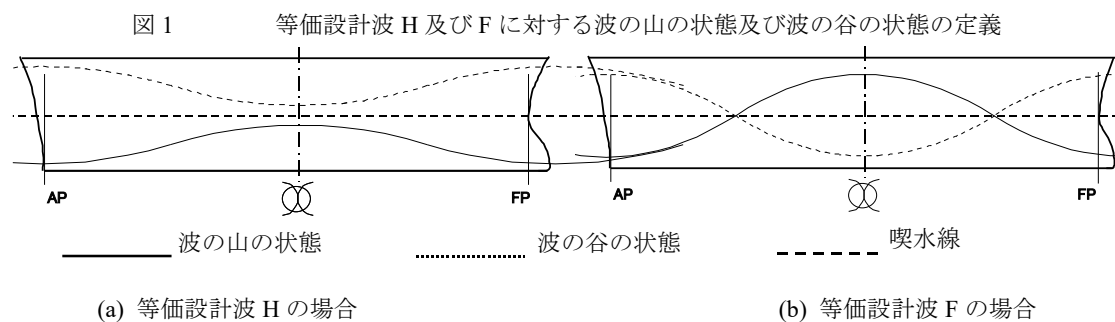
1.2 等価設計波

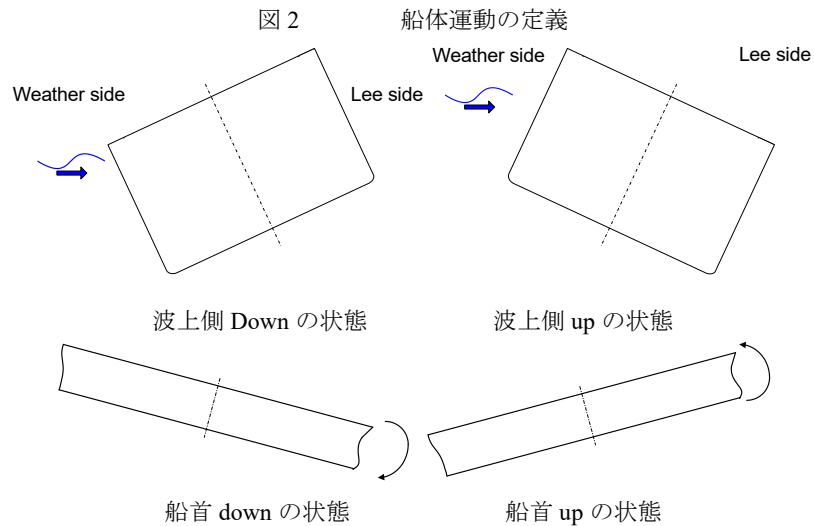
1.2.1

構造部材に対し支配的と考えられる荷重成分の長期応答値に同等の応答値を発生させる規則波を等価設計波として設定する。等価設計波は、以下の4つの規則波から構成される。

- ・ 向波状態で波浪中縦曲げモーメントが最大となる規則波（等価設計波 H）
- ・ 追波状態で波浪中縦曲げモーメントが最大となる規則波（等価設計波 F）
- ・ ロールが最大となる規則波（等価設計波 R）
- ・ 喫水線位置における波浪変動圧が最大となる規則波（等価設計波 P）

等価設計波 H 及び F における波の山の状態及び波の谷の状態の定義は、図1による。等価設計波 R 及び P における波上側 Down の状態及び波上側 up の状態の定義は、図2による。





2. 荷重ケース

2.1 一般

2.1.1

等価設計波に対応する荷重ケースは、表1による。対応するハルガーダ荷重及び船体運動は表2による。船体構造又は貨物の積付が船体中心線に対して非対称となる場合には、横波状態に対応する荷重ケース R1, R2, P1 及び P2 においては右舷を波上側とした場合についても強度評価を行なわなければならない。

表1 荷重ケースの定義

荷重ケース	H1	H2	F1	F2	R1	R2	P1	P2
等価設計波	H		F		R		P	
波向	向波		追波		横波		横波	
特性	最大縦曲げモーメント		最大縦曲げモーメント		最大ロール		最大波浪変動圧	
	サギング	ホギング	サギング	ホギング	(+)	(-)	(+)	(-)

表2 ハルガーダ荷重及び船体運動

荷重ケース	H1	H2	F1	F2	R1	R2	P1	P2
縦曲げモーメント 及びせん断力	考慮		考慮		-		考慮	
水平曲げモーメント	-		-		考慮		-	
上下揺	Down	Up	-	-	Down	Up	Down	Up
ピッチ	船首 down	船首 up	-	-	-	-	-	-
ロール	-	-	-	-	右舷 up	右舷 down	右舷 up	右舷 down
前後揺	船尾	船首	-	-	-	-	-	-
左右揺	-	-	-	-	-	-	左舷	右舷

2.2 荷重組合せ係数

2.2.1

荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 に対して考慮すべきハルガーダ荷重及び加速度成分は、各成分の参照値と表 3 に規定する荷重組合せ係数を乗じることより定めなければならない。

2.2.2

静水中曲げモーメントは、荷重組合せケースを用いて計算される波浪中のハルガーダ荷重に加えなければならない。

2.2.3

内部荷重は、甲板積載を含む積荷に誘起される静圧又は静力及び加速度に誘起され積荷に作用する慣性圧力又は慣性力を考慮する。ここで、慣性圧力又は慣性力は荷重組合せ係数を用いて算出しなければならない。

表 3 荷重組合せ係数

	荷重組合せ係数	H1	H2	F1	F2	R1	R2	P1	P2
M_{WV}	C_{WV}	-1	1	-1	1	0	0	$0.4 - \frac{T_{LC}}{T_S}$	$\frac{T_{LC}}{T_S} - 0.4$
Q_{WV}	$C_{QW}^{(1)}$	-1	1	-1	1	0	0	$0.4 - \frac{T_{LC}}{T_S}$	$\frac{T_{LC}}{T_S} - 0.4$
M_{WH}	C_{WH}	0	0	0	0	$1.2 - \frac{T_{LC}}{T_S}$	$\frac{T_{LC}}{T_S} - 1.2$	0	0
a_{surge}	C_{XS}	-0.8	0.8	0	0	0	0	0	0
$a_{pitch\ x}$	C_{XP}	1	-1	0	0	0	0	0	0
$g\sin\Phi$	C_{XG}	1	-1	0	0	0	0	0	0
a_{sway}	C_{YS}	0	0	0	0	0	0	1	-1
$a_{roll\ y}$	C_{YR}	0	0	0	0	1	-1	0.3	-0.3
$g\sin\theta$	C_{YG}	0	0	0	0	1	-1	0.3	-0.3
a_{heave}	C_{ZH}	$0.6 \frac{T_{LC}}{T_S}$	$-0.6 \frac{T_{LC}}{T_S}$	0	0	$\frac{\sqrt{L_{CSR-B}}}{40}$	$-\frac{\sqrt{L_{CSR-B}}}{40}$	1	-1
$a_{roll\ z}$	C_{ZR}	0	0	0	0	1	-1	0.3	-0.3
$a_{pitch\ z}$	C_{ZP}	1	-1	0	0	0	0	0	0

備考：

- (1) 表中の C_{QW} として規定する荷重組合せ係数は、船体中央断面より後方に対する値を示す。船体中央断面より前方については、正負を逆にした値を用いること。

5 節 外圧

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

L_2 : 規則長さ (m)。ただし、 L_{CSR-B} が 300m を超えるときは、300m とする。

C : 波に関する係数で、1章4節2.3.1の規定による。

λ : 波長 (m) で、4章5節の1.2.1 から1.5.1の規定による。

f_p : 超過確率レベルに対応する係数で、4章2節の規定による。

T_{LCi} : 考慮する積付状態において考慮する船体横断面における喫水 (m)

B_i : 考慮する船体横断面の喫水位置における船の幅 (m)

x, y, z : 1章4節に規定する参照座標系における考慮する位置の X, Y 及び Z の座標

1. 船側及び船底に作用する外圧

1.1 一般

1.1.1

考慮する位置での圧力 p (kN/m^2) は、次式によらなければならない。ただし、負の値としてはならない。

$$p = p_s + p_w$$

p_s : 1.2に規定する静水圧

p_w : 1.3, 1.4 及び 1.5 に規定する波浪変動圧で、1.6に従って修正する。

1.2 静水圧

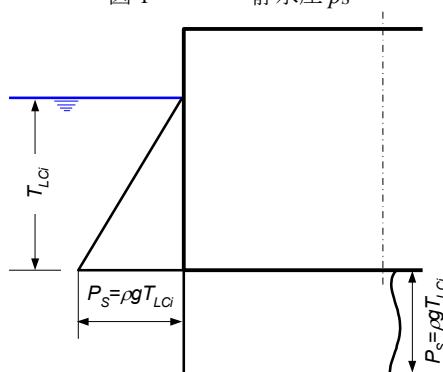
1.2.1

静水中の喫水に対応する船体の任意の位置における静水圧 p_s (kN/m^2) は、各積付状態に対して、表1により定まる値とする。

表 1 静水圧 p_s

考慮する位置	静水圧 p_s (kN/m^2)
喫水線及び喫水線より下方の位置 ($z \leq T_{LCi}$)	$\rho g(T_{LCi} - z)$
喫水線より上方の位置 ($z > T_{LCi}$)	0

図 1 静水圧 p_s



1.3 波浪変動圧 — 荷重ケース H1, H2, F1 及び F2

1.3.1

荷重ケース H1, H2, F1 及び F2 に対する喫水線より下方の船体の任意の位置における波浪変動圧 (kN/m^2) は、表 2 よる値としなければならない。 p_{F2} の圧力分布を図 2 に示す。

表 2 荷重ケース H1, H2, F1 及び F2 に対する波浪変動圧

荷重ケース	波浪変動圧 (kN/m^2)
H1	$p_{H1} = -k_{\ell}k_p p_{HF}$
H2	$p_{H2} = k_{\ell}k_p p_{HF}$
F1	$p_{F1} = -p_{HF}$
F2	$p_{F2} = p_{HF}$

$$p_{HF} = 3f_p f_{nl} C \sqrt{\frac{L_{CSR-B} + \lambda - 125}{L_{CSR-B}}} \left(\frac{z}{T_{LCi}} + \frac{|2y|}{B_i} + 1 \right)$$

ただし、 $\frac{|2y|}{B_i} \leq 1.0$ 及び $z \leq T_{LCi}$ とする。

f_{nl} ：非線形影響を考慮するための係数で、以下の値とする。

超過確率 10^{-8} レベルに対し、 $f_{nl} = 0.9$

超過確率 10^{-4} レベルに対し、 $f_{nl} = 1.0$

k_{ℓ} ：船の長さ方向の分布係数で、次式による。

$$k_{\ell} = 1 + \frac{12}{C_B} \left(1 - \sqrt{\frac{|2y|}{B}} \right) \left| \frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.5 \right|^3 \quad (0.0 \leq x/L_{CSR-B} \leq 0.5 \text{ の場合})$$

$$k_{\ell} = 1 + \frac{6}{C_B} \left(3 - \frac{|4y|}{B} \right) \left| \frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.5 \right|^3 \quad (0.5 \leq x/L_{CSR-B} \leq 1.0 \text{ の場合})$$

k_p ：船の長さ方向の位相差係数で、次式による

満載積付状態でない積付状態における局部強度解析並びに直接強度解析及び疲労強度評価に対して：

$$k_p = \left(1.25 - \frac{T_{LC}}{T_S} \right) \cos \left(\frac{2\pi|x - 0.5L_{CSR-B}|}{L_{CSR-B}} \right) - \frac{T_{LC}}{T_S} + 0.25$$

満載積付状態時の局部強度解析に対して：

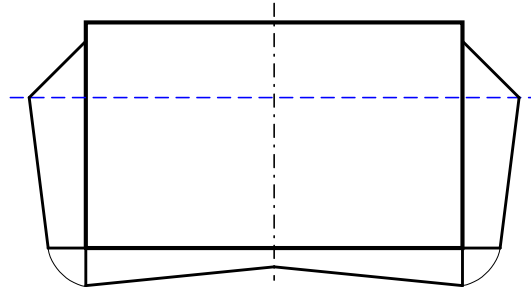
$$k_p = -1.0$$

λ ：波長 (m) で、次式による。

$$\text{荷重ケース H1 及び H2 の場合：} \quad \lambda = 0.6 \left(1 + \frac{T_{LC}}{T_S} \right) L_{CSR-B}$$

$$\text{荷重ケース F1 及び F2 の場合：} \quad \lambda = 0.6 \left(1 + \frac{2T_{LC}}{3T_S} \right) L_{CSR-B}$$

図 2 船体中央断面における波浪変動圧 p_{F2} の分布



1.4 波浪変動圧 — 荷重ケース R1 及び R2**1.4.1**

荷重ケース R1 及び R2 に対する喫水線より下方の船体の任意の位置における波浪変動圧 p_R (kN/m^2) は、次式による値としなければならない。 p_{R1} の圧力分布を図 3 に示す。

$$p_{R1} = f_{nl} \left(10y \sin \theta + 0.88 f_p C \sqrt{\frac{L_{CSR-B} + \lambda - 125}{L_{CSR-B}}} \left(\frac{|2y|}{B} + 1 \right) \right)$$

$$p_{R2} = -p_{R1}$$

f_{nl} : 非線形を考慮するための係数で、以下の値とする。

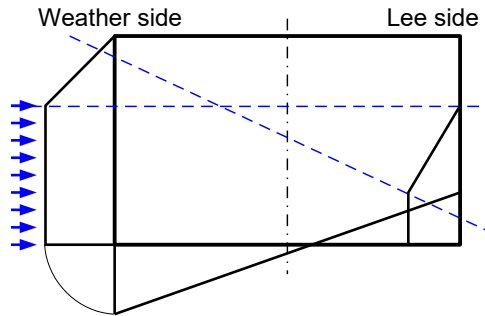
超過確率 10^{-8} レベルに対し、 $f_{nl} = 0.8$

超過確率 10^{-4} レベルに対し、 $f_{nl} = 1.0$

$$\lambda = \frac{g}{2\pi} T_R^2$$

y : 考慮する位置での Y 座標 (m) で、波上側を正とする。

図 3 船体中央断面における波浪変動圧 p_{R1} の分布

**1.5 波浪変動圧 — 荷重ケース P1 及び P2****1.5.1**

荷重ケース P1 及び P2 に対する喫水線及び喫水線より下方の船体の任意の位置における波浪変動圧 p_P (kN/m^2) は、表 3 による値としなければならない。 p_{P1} の圧力分布を図 4 に示す。

表 3 荷重係数 P1 及び P2 に対する波浪変動圧

荷重ケース	波浪変動圧 (kN/m^2)	
	波上側 (左舷)	波下側 (右舷)
P1	$p_{P1} = p_P$	$p_{P1} = p_P / 3$
P2	$p_{P2} = -p_P$	$p_{P2} = -p_P / 3$

$$p_P = 4.5 f_p f_{nl} C \sqrt{\frac{L_{CSR-B} + \lambda - 125}{L_{CSR-B}}} \left(2 \frac{|z|}{T_{LCi}} + 3 \frac{|2y|}{B} \right)$$

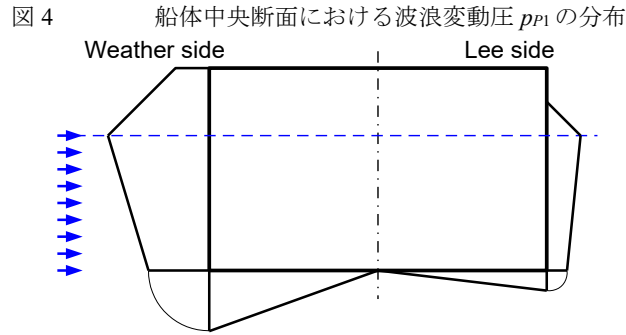
f_{nl} : 非線形影響を考慮するための係数で、以下の値とする。

超過確率 10^{-8} レベルに対し、 $f_{nl} = 0.65$

超過確率 10^{-4} レベルに対し、 $f_{nl} = 1.0$

$$\lambda = \left(0.2 + 0.4 \frac{T_{LC}}{T_S} \right) L_{CSR-B}$$

y : 1.4.1 の規定による。



1.6 波浪変動圧の修正

1.6.1

荷重ケース H1, H2, F2, R1, R2 及び P1 において、喫水線における波浪変動圧が正の値となる場合には、喫水線より上方の波浪変動圧 $p_{w,c}$ (kN/m^2) は、次式による値とする。(図5参照)

- $p_{w,c} = p_{w,WL} + \rho g(T_{LCi} - z)$ $T_{LCi} \leq z \leq h_w + T_{LCi}$
- $p_{w,c} = 0$ $z \geq h_w + T_{LCi}$

$p_{w,WL}$: 考慮する荷重ケースに対する喫水線における正の波浪変動圧

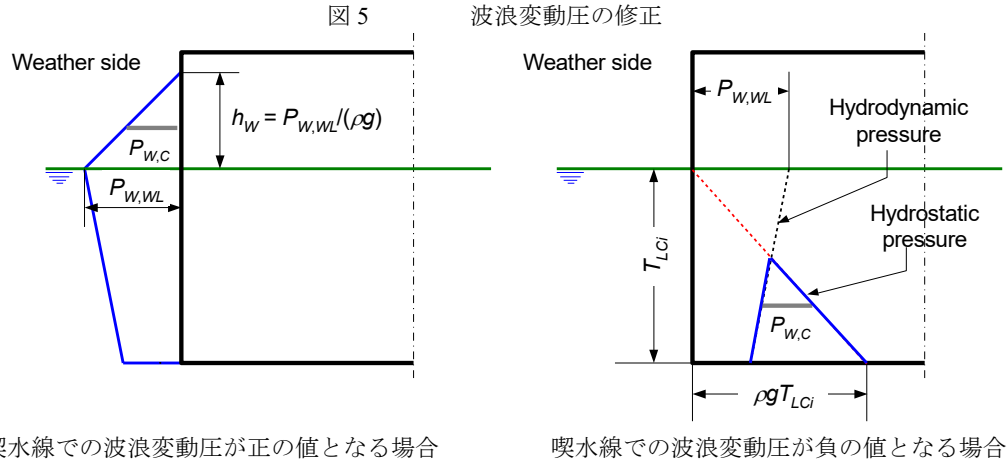
$$h_w = \frac{p_{w,WL}}{\rho g}$$

1.6.2

荷重ケース H1, H2, F1, R1, R2 及び P2 において、喫水線における波浪変動圧が負の値となる場合には、喫水線より下方の波浪変動圧 $p_{w,c}$ (kN/m^2) は、次式による値とする。(図5参照)

$p_{w,c} = p_w$ ただし、 $\rho g(z - T_{LCi})$ 以上とする。

p_w : 考慮する荷重ケースに対する喫水線より下方における負の波浪変動圧



2. 暴露甲板上の外圧

2.1 一般

2.1.1

暴露甲板上の構造の局部寸法評価においては、暴露甲板の外圧を適用しなければならない。ただし、疲労強度評価においては適用してはならない。暴露甲板にブレイクウォータを設置する場合であっても、ブレイクウォータの後方の暴露甲板に対して、2.2 及び 2.3 に規定する外力の軽減は認められない。

2.2 荷重ケース H1, H2, F1 及び F2

2.2.1

荷重ケース H1, H2, F1 及び F2 に対して、暴露甲板の任意の位置における外圧 p_D (kN/m^2) は、次式による値としなければならない。

$$p_D = \varphi p_W$$

p_W : 表 4 に示す算式により定まる値

φ : 表 5 に規定される係数

表 4 荷重ケース H1, H2, F1 及び F2 に対する暴露甲板上の圧力

位置	圧力 p_W (kN/m^2)	
	$L_{LL} \geq 100 \text{ m}$	$L_{LL} < 100 \text{ m}$
$0 \leq x_{LL}/L_{LL} \leq 0.75$	34.3	$14.9 + 0.195L_{LL}$
$0.75 < x_{LL}/L_{LL} < 1$	$34.3 + (14.8 + a(L_{LL} - 100)) \left(4 \frac{x_{LL}}{L_{LL}} - 3 \right)$	$12.2 + \frac{L_{LL}}{9} \left(5 \frac{x_{LL}}{L_{LL}} - 2 \right) + 3.6 \frac{x_{LL}}{L_{LL}}$

備考:

a : 係数で以下の値とする。

B 型乾舷船舶に対して : $a = 0.0726$

$B-60$ 型及び $B-100$ 型乾舷船舶に対して : $a = 0.356$

x_{LL} : 考慮する位置の X 座標で、乾舷長さ L_{LL} の後端を基点とする。

表 5 暴露甲板における圧力係数

暴露甲板位置	φ
乾舷甲板	1.00
船首楼甲板を含む船楼甲板	0.75
第 1 層目甲板室	0.56
第 2 層目甲板室	0.42
第 3 層目甲板室	0.32
第 4 層目甲板室	0.25
第 5 層目甲板室	0.20
第 6 層目甲板室	0.15
第 7 層目及びそれより上方の甲板室	0.10

2.3 荷重ケース R1, R2, P1 及び P2

2.3.1

荷重ケース R1, R2, P1 及び P2 に対して、暴露甲板の任意の位置における外圧 p_D (kN/m^2) は、次式による値としなければならない。

$$p_D = 0.4\varphi p_W$$

p_W : 荷重ケース R1, R2, P1 及び P2 における暴露甲板の船側位置での波浪変動圧で、考慮する位置の z 座標により 1.6 の規定に従って算出する。ただし、左舷及び右舷の船側における波浪変動圧 $p_{W,C}$ のうち大きい方の値より大きなものとし、かつ、正の値としなければならない。

φ : 表 5 に規定する係数

2.4 暴露甲板上の積載物による荷重

2.4.1 分布荷重による圧力

暴露甲板上の積載物による分布荷重が作用する場合、この分布荷重による静的圧力 p_s は、設計者により規定されなければならない。ただし、一般的に、いかなる場合も $10kN/m^2$ 以上としなければならない。

分布荷重による合計圧力 p は、2.2 及び 2.3 に規定される圧力と同時に考慮することは要さず、次式による値のうち大きい方の値としなければならない。

$$p = p_s + p_W$$

$$p = p_D$$

p_s : 積載物の分布荷重による静的圧力

p_W ：積載物の分布荷重についての動的圧力 (kN/m^2) で、次式による。

$$p_W = \frac{a_z}{g} p_S$$

a_z ：考慮する荷重ケースにおける積載物の重心位置の上下加速度 (m/s^2) で、4章2節3.2に規定により算出される値。

p_D ：考慮する荷重ケースにおける暴露甲板の圧力で、2.2.1及び2.3.1に規定による。

2.4.2 積載物による集中荷重

暴露甲板上の積載物による集中荷重が作用する場合、この荷重による静的な力及び動的な力を考慮しなければならない。

この荷重による合力 F は、2.2及び2.3に規定する圧力と同時に考慮することは要さず、次式による値としなければならない。

$$F = F_S + F_W$$

F_S ：集中荷重による静的な力 (kN) で、次式による。

$$F_S = m_U g$$

F_W ：集中荷重による動的な力 (kN) で、次式による。

$$F_W = m_U a_z$$

m_U ：積載物の質量 (t)

a_z ：考慮する荷重ケースにおける積載物の重心位置の上下加速度 (m/s^2) で、4章2節3.2に規定により算出される値。

3. 船楼及び甲板室の外圧

3.1 暴露甲板

3.1.1

船楼及び甲板室の暴露甲板における外圧は、2.の規定によらなければならない。

3.2 暴露した操舵室の頂板

3.2.1

暴露した操舵室の頂板における面外圧力 p (kN/m^2) は、12.5未満としてはならない。

3.3 船楼の側面

3.3.1

船楼の側面における面外圧力 (kN/m^2) は、次式による。

$$p_{SI} = 2.1 C_f c_F (C_B + 0.7) \frac{20}{10 + z - T}$$

f_p ：確率係数で、以下の値とする。

板部材に対し、 $f_p = 1.0$

防撓材及び主要支持部材に対し、 $f_p = 0.75$

c_F ：分布係数で、表6による

表6 分布係数 c_F

位置	c_F
$0 \leq \frac{x}{L_{CSR-B}} < 0.2$	$1.0 + \frac{5}{C_B} \left(0.2 - \frac{x}{L_{CSR-B}} \right)$ ただし、 x/L_{CSR-B} を0.1未満としてはならない。
$\frac{x}{L_{CSR-B}} \geq 0.2$	1.0

3.4 船楼及び甲板室の端部隔壁

3.4.1

船楼端隔壁及び甲板室壁の寸法を定めるために考慮すべき面外圧力は、次の2つの算式による値のうち、大きい方の値としなければならない。

$$p_A = nc[bC - (z - T)]$$

$$p_A = p_{A \min}$$

n : 表7に規定する係数で、層に応じて決定する。

通常、深さ D に対応する最上層の連続甲板を最下層とする。ただし、実際の乾舷高さと国際満載喫水線条約による表定乾舷高さ（修正されていない値）の差が 1章4節 3.18.1 に規定する標準船楼高さを超える場合には、その層は第2層とし、その上の層を第3層として差し支えない。

c : 係数で、次式による。ただし、機関室囲壁の暴露部分に対しては、 c は 1.0 未満としてはならない。

$$c = 0.3 + 0.7 \frac{b_1}{B_1}$$

b_1 : 考慮する位置における甲板室の幅

B_1 : 考慮する位置の暴露甲板における最大船幅。ただし、 b_1/B_1 は 0.25 未満としてはならない。

b : 係数で、表8による。

x : 考慮する隔壁の計算点の X 座標 (m)。甲板室の側面については、甲板室を幾つかのほぼ等しい長さの部分に分割して考慮するものとし、 x は考慮するそれぞれの部分の中心の X 座標としなければならない。ただし、それぞれの部分の長さは $0.15L_{CSR-B}$ を超えてはならない。

z : 防撓材のスパンの中央又は板の中心の Z 座標 (m)

ℓ : スパン (m) で、船楼高さ又は甲板室高さとする。ただし、 $2.0m$ 未満としてはならない。

$p_{A \min}$: 最小面外圧力で、表9による。

表7 係数 n

隔壁種類	位置	n
保護されない前端壁	最下層（第1層目）	$20 + \frac{L_2}{12}$
	第2層目	$10 + \frac{L_2}{12}$
	第3層目及びそれより上方の層	$5 + \frac{L_2}{15}$
保護された前端壁	すべての層	$5 + \frac{L_2}{15}$
側面	すべての層	$5 + \frac{L_2}{15}$
後端壁	船体中央より後方	$7 + \frac{L_2}{100} - 8 \frac{x}{L_2}$
	船体中央の前方	$5 + \frac{L_2}{100} - 4 \frac{x}{L_2}$

表 8 係数 b

隔壁位置	b
$\frac{x}{L_{CSR-B}} < 0.45$	$1.0 + \left(\frac{\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.45}{C_B + 0.2} \right)^2$
$\frac{x}{L_{CSR-B}} \geq 0.45$	$1.0 + 1.5 \left(\frac{\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.45}{C_B + 0.2} \right)^2$

備考：

 C_B ：方形係数で、 $0.6 \leq C_B \leq 0.8$ とする。船体中央より前方にある後端壁の b を算定する場合、 C_B は 0.8 未満とする必要は無い。表 9 最小面外圧力 $p_{A \min}$

	$p_{A \min} \text{ (kN/m}^2\text{)}$	
L_{CSR-B}	第 1 層目の保護されない前端壁	その他 ⁽¹⁾
$90 < L_{CSR-B} \leq 250$	$25 + \frac{L_{CSR-B}}{10}$	$12.5 + \frac{L_{CSR-B}}{20}$
$L_{CSR-B} > 250$	50	25

備考：

(1) 第 4 層目及びそれより上の層に対しては、 $p_{A \min}$ を 12.5 kN/m^2 としなければならない。

4. 船首部の圧力

4.1 船首フレア部の圧力

4.1.1

船首フレア部の補強に関して考慮すべき圧力 (kN/m^2) は、次式によらなければならない。

$$p_{FB} = K(p_S + p_W)$$

p_S , p_W ：ノーマルバラスト状態において、考慮する位置における静水圧及び荷重ケース H, F, R 及び P における波浪変動圧のうち、最大の波浪変動圧。ただし、静水圧及び波浪変動圧の算出にあつては、 T_{LCi} として 1 章 4 節 2.1.1 に規定するノーマルバラスト状態での船体中央部における最小バラスト喫水 T_B を考慮すること。

K ：係数で、次の算式で求まる値。ただし、1.0 未満としてはならない。

$$K = \frac{c_{FL}(0.2V + 0.6\sqrt{L_{CSR-B}})^2}{42C(C_B + 0.7)\left(1 + \frac{20}{C_B}\left(\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.7\right)^2\right)}(10 + z - T_B)$$

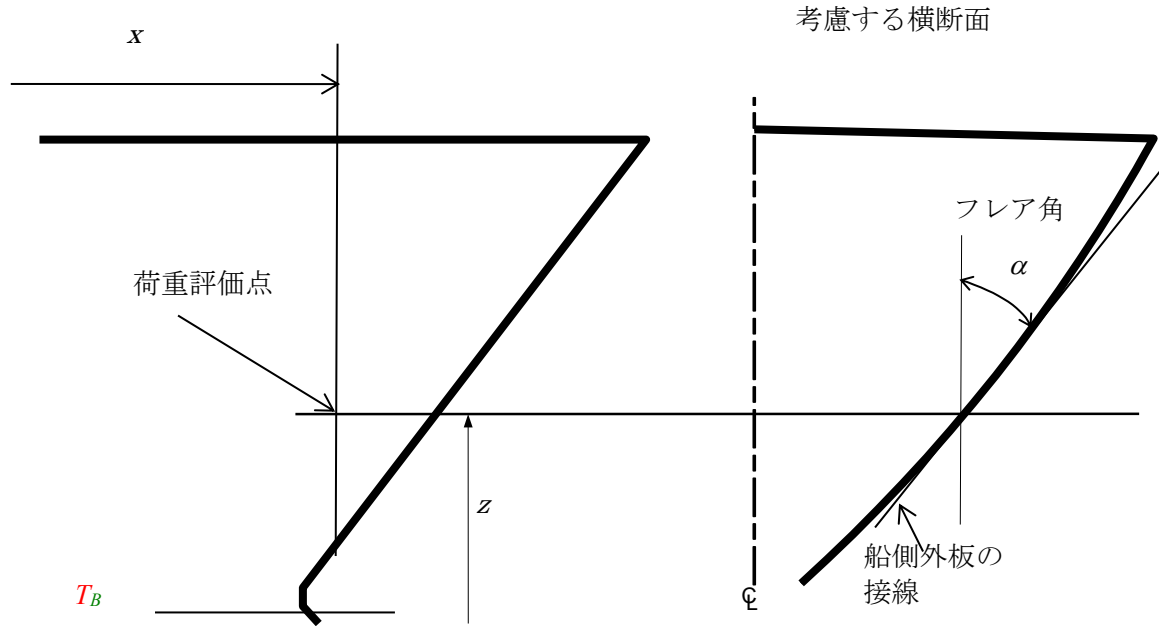
c_{FL} ：係数で、次式による。

$$c_{FL} = 0.8 \text{ (一般)}$$

$$c_{FL} = \frac{0.4}{1.2 - 1.09 \sin \alpha} \text{ (フレア角が } 40 \text{ 度を超える場合)}$$

ただし、荷重計算点におけるフレア角 α は、考慮する横断面内において荷重計算点での垂線と船側外板の接線のなす角度とする。(図 7 参照)

図7 フレア角の定義



4.2 設計船底スラミング圧

4.2.1

船首船底部の補強に関して考慮すべき船底スラミング圧 (kN/m^2) は、次式によらなければならない。

- $p_{SL} = 162c_1c_{SL}\sqrt{L_{CSR-B}}$ ($L_{CSR-B} \leq 150m$ の場合)
 - $p_{SL} = 1984c_1c_{SL}(1.3 - 0.002L_{CSR-B})$ ($L_{CSR-B} > 150m$ の場合)
- c_1 : 係数で、次式による値。ただし、その値が 1.0 より大きい場合は 1.0 とする。

$$c_1 = 3.6 - 6.5 \left(\frac{T_{BFP}}{L_{CSR-B}} \right)^{0.2}$$

T_{BFP} : 最小設計バラスト喫水 (m) で、ノーマルバラスト状態における船首垂線位置での喫水とする。シーケンシャル法によるバラスト水の交換を計画する場合、 T_{BFP} はバラスト水交換中の中間状態を考慮しなければならない。

c_{SL} : 分布係数で、次式による。(図6 参照)

$$\frac{x}{L_{CSR-B}} \leq 0.5 \text{ の場合 : } c_{SL} = 0$$

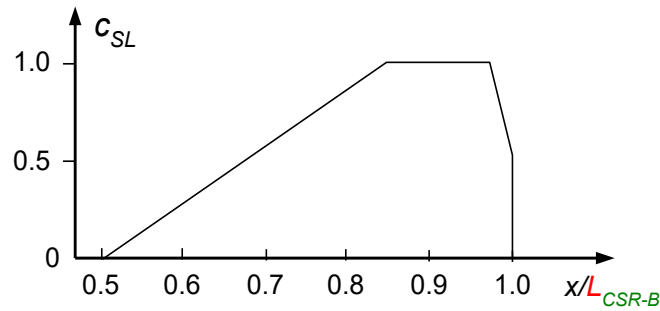
$$0.5 < \frac{x}{L_{CSR-B}} \leq 0.5 + c_2 \text{ の場合 : } c_{SL} = \frac{\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.5}{c_2}$$

$$0.5 + c_2 < \frac{x}{L_{CSR-B}} \leq 0.65 + c_2 \text{ の場合 : } c_{SL} = 1.0$$

$$\frac{x}{L_{CSR-B}} > 0.65 + c_2 \text{ の場合 : } c_{SL} = 0.5 \left(1 + \frac{1 - \frac{x}{L_{CSR-B}}}{0.35 - c_2} \right)$$

c_2 : 係数で、次式による値。ただしその値が 0.35 以上の場合 0.35 とする。

$$c_2 = 0.33C_B + \frac{L_{CSR-B}}{2500}$$

図 6 分布係数 c_{SL} 

4.2.2

船長の責任として、バラスト水交換中の気象条件及び船首垂線位置での喫水、特に T_{BFP} よりも小さくなる状態に、注意を払わなければならない。

上記要件及び喫水 T_{BFP} を、操船マニュアルに明確に記載しなければならない。

5. ハッチカバーの外圧

5.1 一般

5.1.1

ハッチカバー上に貨物を積載する場合、考慮すべき圧力は 2.4 によらなければならない。

5.2 波浪外圧

5.2.1

ハッチカバーの任意の位置における圧力は、2.2.1 によらなければならない。このとき、 φ を 1.0 とする。ただし、倉口が 1 章 4 節 3.18 に規定する標準船楼高さの一層分以上、乾舷甲板より高い位置にある場合、圧力 p_w は 34.3 kN/m^2 として差し支えない。

6 節 内圧及び力

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

ρ_C : ばら積貨物密度 (t/m^3) で、次による。

- L_{CSR-B} が 150 m 以上の船舶については、表 1 による値。
- L_{CSR-B} が 150 m 未満の船舶については、ローディングマニュアルに記載される貨物密度のうち、最大の値。

表 1 ばら積貨物密度

積付種類	密度	
	BC-A, BC-B	BC-C
上甲板の位置まで貨物を積載する場合	$\max(M_H/V_H, 1.0)$	1.0
上記以外	3.0 ⁽¹⁾	-
(1) 特に指定する場合を除く。		

ρ_L : 積載する液体の密度 (t/m^3)。海水の場合は 1.025 とする。

M_H : 計画最大満載喫水における均等積状態での貨物質量 (t)

V_H : 倉口部を除く貨物倉容積 (m^3)

K_C : 係数で、次式による。

内底板、ホップタンク、横置隔壁、縦通隔壁、下部スツール、垂直な上部スツール、内殻板及び船側外板：

$$K_C = \cos^2 \alpha + (1 - \sin \psi) \sin^2 \alpha$$

トップサイドタンク、上甲板及び垂直でない上部スツール： $K_C = 0$

α : 考慮するパネルの水平面に対する貨物倉に面しない側の傾斜角 (deg)

ψ : ばら積貨物中の液体が排出された状態における貨物の見かけ安息角 (deg)。正確な評価値がない場合、以下の値を用いて差し支えない。

一般 : $\psi = 30^\circ$

鉄鉱石 : $\psi = 35^\circ$

セメント : $\psi = 25^\circ$

h_C : 内底板から貨物上面までの垂直距離 (m) で、1.1.1 及び 1.1.2 の規定による。

h_{DB} : センターライン上での二重底高さ (m)

h_{LS} : 下部スツールの平均高さ (m) で、内底板から測る。

z_{TOP} : 船体が傾いていない状態における当該タンクの最高点の Z 座標 (m)

z_{B0} : オーバフロー管の上端の Z 座標 (m)

a_X : 考慮する貨物倉又はタンクの重心における前後方向加速度 (m/s^2) で、4章2節3.2の規定による。

a_Y : 考慮する貨物倉又はタンクの重心における左右方向加速度 (m/s^2) で、4章2節3.2の規定による。

a_Z : 考慮する貨物倉又はタンクの重心における上下方向加速度 (m/s^2) で、4章2節3.2の規定による。

B_H : 貨物倉の平均幅 (m)

b_{IB} : 内底の幅 (m) (図 2 参照)

D_1 : 船体中央の船側における基線から乾舷甲板までの距離 (m)

s_C : 波形隔壁の心距 (m) で、3章6節の図 28 による。

x, y, z : 1章4節に定義される参照座標系に関する、考慮する位置の X, Y 及び Z 座標 (m)。y は波上側に位置する場合を正とする。

x_G, y_G, z_G : 1章4節に定義される参照座標系に関する、考慮する貨物倉又はタンクの重心位置の X, Y 及び Z 座標 (m)

d_{AP} : 区画上端から空気管上端までの距離 (m) で、次式による。

$$d_{AP} = z_{B0} - z_{TOP}$$

1. ばら積貨物による面外圧力

1.1 ばら積貨物上面

1.1.1

ばら積貨物をハッチコーミング上端まで積載するようなばら積貨物密度の場合、ばら積貨物の上面は、等しい体積の貨物を考慮する貨物倉の船側外板又は縦通隔壁で囲まれる部分の幅で積載した状態を仮定して決定する等価水平面とする。

左右及び前後において対称で、かつ、船側又は縦通隔壁が垂直な貨物倉において、ばら積貨物の等価水平面は、内底板から次式による距離 h_C (m) 上方の位置として差し支えない。(図 1 参照)

$$h_C = h_{HPU} + h_0$$

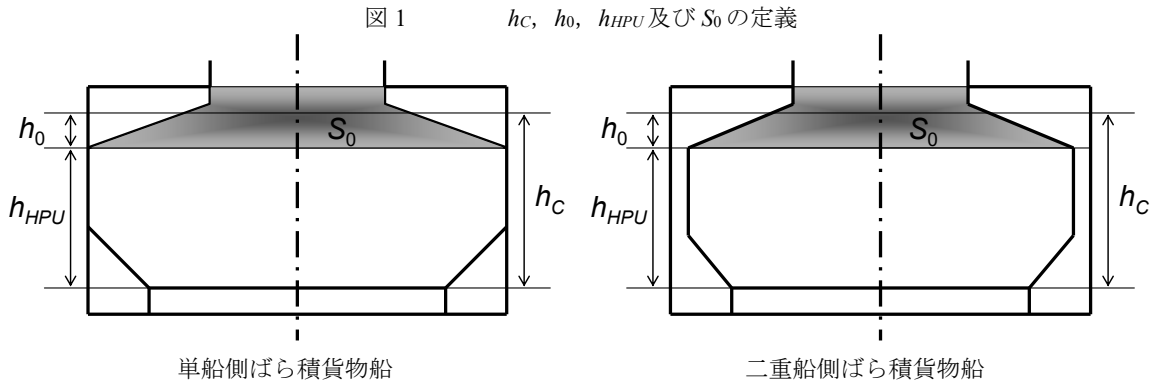
$$h_0 = \frac{S_A}{B_H}$$

$$S_A = S_0 + \frac{V_{HC}}{\ell_H}$$

h_{HPU} : 図 1 に示す内底板からトップサイドタンクと船側外板又は縦通隔壁との交差部までの垂直距離 (m)

S_0 : 考慮する貨物倉の横断面におけるトップサイドタンクと船側外板又は縦通隔壁との交差部を通る水平線より上の面積 (m^2) で、図 1 に着色部として示す。

V_{HC} : ハッチコーミング部の体積 (m^3)



1.1.2

ばら積貨物を貨物倉に上甲板の位置まで積載しないようなばら積貨物密度の場合、ばら積貨物の上面は、考慮する貨物倉に M/ρ_c に等しい体積の貨物を、船体中心線上に $B_H/2$ の幅の水平面を有し、かつ、船側では安息角の半分と等しい傾斜角を有する形状で積載したと仮定して決定する表面とする。

左右及び前後において対称で、かつ、船側又は縦通隔壁が垂直な貨物倉において、ばら積貨物の上面は、内底板から次式による距離 h_C (m) 上方の位置として差し支えない。(図 2 参照)

$$h_C = h_{HPL} + h_1 + h_2$$

h_{HPL} : 図 2 に示す内底板からホップタンクと船側外板又は縦通隔壁との交差部までの垂直距離 (m)。

ホップタンクがない場合は、 h_{HPL} を 0 とする。

h_1 : 次式による垂直距離 (図 2 参照)

$$h_1 = \frac{M}{\rho_c B_H \ell_H} - \frac{B_H + b_{IB}}{2 B_H} h_{HPL} - \frac{3}{16} B_H \tan \frac{\psi}{2} + \frac{V_{TS}}{B_H \ell_H}$$

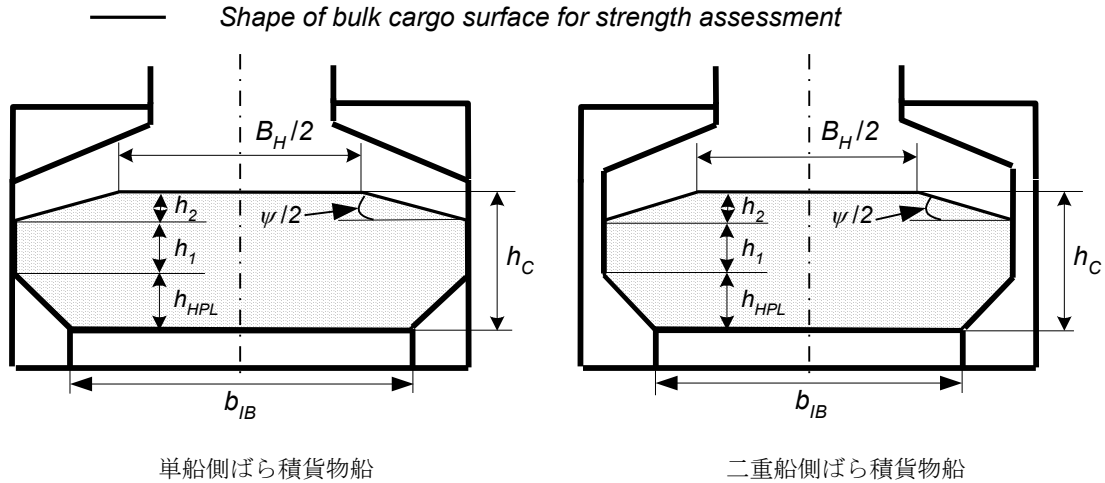
M : 考慮する貨物倉に積載する貨物質量 (t) で、4 章 7 節の規定による。

V_{TS} : 考慮する貨物倉の長さ ℓ_H 範囲内にある横置隔壁底部スツールの体積 (m^3)。ただし、横置隔壁を通るホップタンク部分の体積は含めないものとする。

h_2 : y の値に応じて定まるばら貨物の上面位置で、次式による。

$$0 \leq |y| \leq \frac{B_H}{4} \text{ の場合 : } h_2 = \frac{B_H}{4} \tan \frac{\psi}{2} \text{ (m)}$$

$$\frac{B_H}{4} \leq |y| \leq \frac{B_H}{2} \text{ の場合 : } h_2 = \left(\frac{B_H}{2} - |y| \right) \tan \frac{\psi}{2} \text{ (m)}$$

図2 h_C , h_1 , h_2 及び h_{HPL} の定義

非対称又は船側若しくは縦通隔壁が垂直でない貨物倉について局部強度評価を行なう場合には、ばら積貨物密度が M/V_H のばら積貨物を上甲板の位置まで積載するものとして差し支えない。

1.2 静水中における粒状貨物による圧力

1.2.1

静水中における粒状貨物による圧力 p_{CS} (kN/m^2) は、次式による。

$$p_{CS} = \rho_C g K_C (h_C + h_{DB} - z)$$

1.3 粒状貨物による慣性圧力

1.3.1

粒状貨物の慣性圧力 p_{CW} (kN/m^2) は、各荷重ケースに対して次式による。

- ・ 荷重ケース H: $p_{CW} = \rho_C [0.25a_x(x - x_G) + K_C a_z(h_C + h_{DB} - z)]$
- ・ 荷重ケース F: $p_{CW} = 0$
- ・ 荷重ケース R 及び P: $p_{CW} = \rho_C [0.25a_y(y - y_G) + K_C a_z(h_C + h_{DB} - z)]$

$(x - x_G)$ は、6章に規定する局部強度評価及び8章に規定する縦通防撓材の疲労強度評価において、荷重ケース H1 の場合には $0.25\ell_H$ 、荷重ケース H2 の場合には $-0.25\ell_H$ としなければならない。

合計圧力 ($p_{CS} + p_{CW}$) は負の値としてはならない。

1.4 粒状貨物によるせん断荷重

1.4.1

垂直方向に働く全荷重を推定するため、ビルジホップタンク斜板及び下部スツール斜板に平行に働く粒状貨物によるせん断荷重を考慮しなければならない。

静水中において斜板に平行に働く粒状貨物によるせん断荷重 p_{CS-S} (kN/m^2) は、内底板に向かって正として、次式による。

$$p_{CS-S} = \rho_C g \frac{(1 - K_C)(h_C + h_{DB} - z)}{\tan \alpha}$$

波浪中において斜板に平行に働く粒状貨物によるせん断荷重 p_{CW-S} (kN/m^2) は、内底板に向かって正として、次式による。

- ・ 荷重ケース H, R 及び P: $p_{CW-S} = \rho_C a_z \frac{(1 - K_C)(h_C + h_{DB} - z)}{\tan \alpha}$
- ・ 荷重ケース F: $p_{CW-S} = 0$

1.4.2

船長方向及び船幅方向の全体的な荷重を評価するために、内底板に働く粒状貨物によるせん断荷重を考えなければならない。

波浪中において船長方向に働く粒状貨物によるせん断荷重 p_{CW-S} (kN/m^2) は、船首方向を正として、次式による。

- ・ 荷重ケース H: $p_{CW-S} = 0.75\rho_C a_x h_{Co}$
- ・ 荷重ケース F, R 及び P: $p_{CW-S} = 0$

波浪中において船幅方向に働く粒状貨物によるせん断荷重 p_{CW-S} (kN/m^2) は、波上側方向を正として、次式による。

- ・ 荷重ケース R 及び P : $p_{CW-S} = 0.75\rho_C a_Y h_C$
- ・ 荷重ケース H 及び F : $p_{CW-S} = 0$

2. 液体による面外圧

2.1 静水中における液体による圧力

2.1.1

静水中における液体による圧力 p_{BS} (kN/m^2) は、次の2つの算式による値のうち、大きな方のものとする。

$$p_{BS} = \rho_L g(z_{TOP} - z + 0.5d_{AP})$$

$$p_{BS} = \rho_L g(z_{TOP} - z) + 100P_{PV}$$

P_{PV} : 考慮する安全弁の設定圧力 (bar)

局部強度評価において、 p_{BS} を $25 kN/m^2$ 未満としてはならない。

2.1.2

フロースルー法によるバラスト水の交換についての検討にあたっては、局部強度評価及び 7 章に規定する直接強度解析における静圧力 p_{BS} は、次式による値以上としなければならない。

$$p_{BS} = \rho_L g(z_{TOP} - z + d_{AP}) + 25$$

配管及びポンプの設計により、より高い圧力が生じ得る場合には、追加の検討を要求することがある。

2.1.3

疲労強度評価において、静水中における液体による圧力 p_{BS} (kN/m^2) は、次式による。

$$p_{BS} = \rho_L g(z_{TOP} - z)$$

p_{BS} が負の場合、 p_{BS} は 0 とする。考慮する荷重評価点が燃料油、その他の油又は清水タンクに位置する場合、液体はタンク半分の高さまで積載しているものと想定し、 z_{TOP} は船体のトリム及び横傾斜が無い状態の液体表面の z 座標とする。

2.2 液体による慣性圧力

2.2.1

液体による慣性圧力 p_{BW} (kN/m^2) は、各荷重ケースに応じて、次式による。フロースルー法によるバラスト水の交換についての検討にあたっては、局部強度評価及び直接強度解析において、バラスト水の慣性圧力を考慮してはならない。

- ・ 荷重ケース H : $p_{BW} = \rho_L [a_Z(z_{TOP} - z) + a_X(x - x_B)]$
($x - x_B$)は、6 章に規定する局部強度評価及び 8 章に規定する縦通防撓材の疲労強度評価において、荷重ケース H1 の場合には $0.75\ell_H$ 、荷重ケース H2 の場合には $-0.75\ell_H$ としなければならない。
- ・ 荷重ケース F : $p_{BW} = 0$
- ・ 荷重ケース R 及び P : $p_{BW} = \rho_L [a_Z(z_B - z) + a_Y(y - y_B)]$

x_B : 船首が下向きとなる場合はタンク後端、船首が上向きとなる場合はタンク前端的の X 座標 (m) (図 3 参照)

y_B : 波上側 down の場合は最も波下側のタンク上端、波上側 up の場合は最も波上側のタンク上端の Y 座標 (m) (図 3 参照)

z_B : 次の位置の Z 座標 (m)

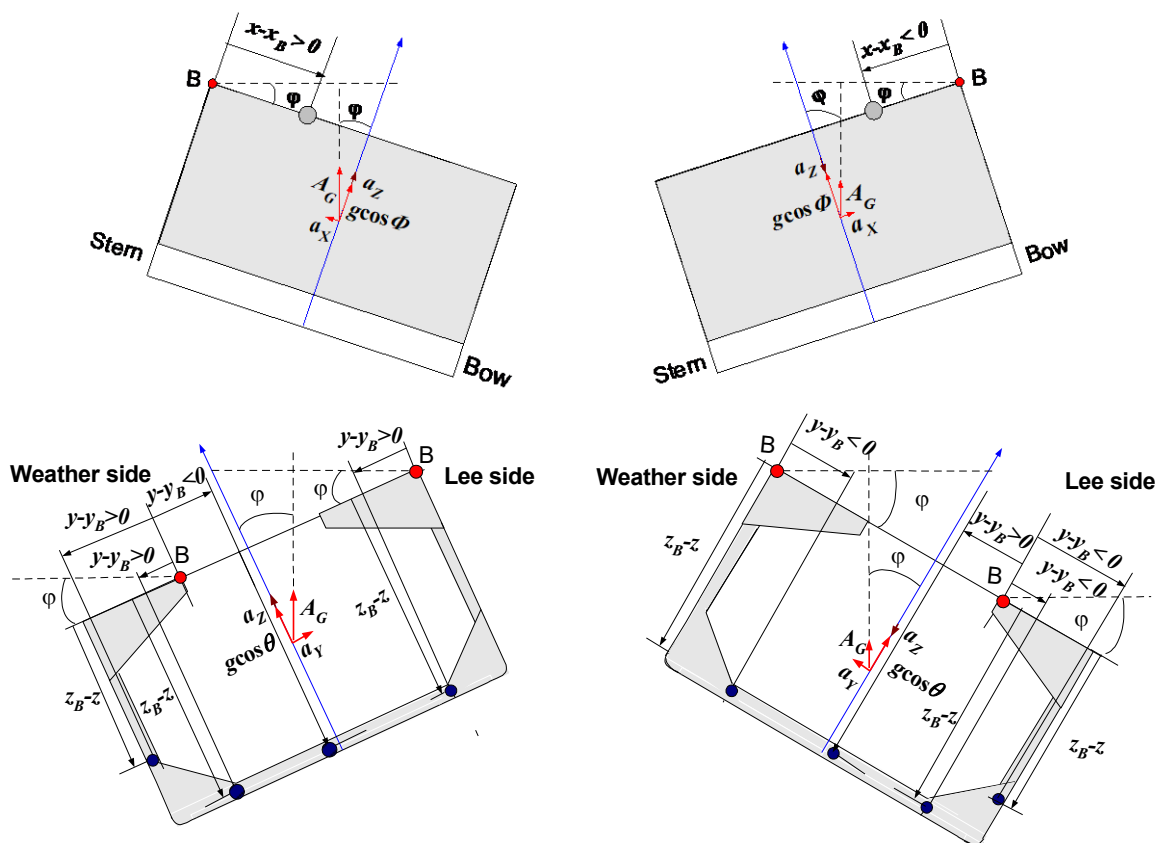
満載区画 : タンク上端

バラストホールド : ハッチコーミング頂部

参照点 B は、垂直軸と加速度ベクトル $\vec{A}$ のなす角が φ となるよう回転させた状態における最も高い位置の点とする。(図 3 参照) φ は次式による。

- ・ 荷重ケース H1 及び H2 : $\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{|a_X|}{g \cos \Phi + a_Z} \right)$
- ・ 荷重ケース R1 (P1) 及び R2 (P2) : $\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{|a_Y|}{g \cos \theta + a_Z} \right)$
 θ : ロール角 (deg) で、4 章 2 節 2.1.1 の規定による。
 Φ : ピッチ角 (deg) で、4 章 2 節 2.2.1 の規定による。

合計圧力($p_{BS} + p_{BW}$)は負の値としてはならない。

図3 x_B 及び y_B の定義

3. 浸水時における面外圧力及び力

3.1 適用

3.1.1

浸水状態において、考慮すべき面外圧力は以下による。

- ・ 一般： 3.2 の規定
- ・ 波型横置隔壁： 3.3 の規定
- ・ 二重底： 3.4 の規定

3.2 一般

3.2.1

内底板及び船側外板を除く液体を積載しない区画の境界を構成する板に働く圧力 p_F (kN/m^2) は、次式によらなければならない。ただし、いかなる場合も gd_0 未満としてはならない。

$$p_F = \rho g \left(1 + 0.6 \frac{a_Z}{g} \right) (z_F - z)$$

z_F : 考慮する横断面での船側における乾舷甲板の Z 座標 (m)。損傷時復原性の検討結果が利用できる場合には、乾舷甲板に代えて最も深い最終平衡喫水線を用いて差し支えない。本会が必要と認める場合、中間状態における詳細な検討を要求することがある。

d_0 : 距離 (m) で、次式による。

$$d_0 = 0.02 L_{CSR-B} \quad (90m \leq L_{CSR-B} < 120m)$$

$$d_0 = 2.4 \quad (L_{CSR-B} \geq 120m)$$

3.3 立て式波型横置隔壁

3.3.1 適用

それぞれの貨物倉について、単独で浸水した状態を考慮しなければならない。

3.3.2 一般

それぞれの隔壁に働くものとして考慮すべき荷重は、貨物による荷重と隣接倉が浸水した場合の浸水による荷重の組合せとしなければならない。また、いかなる場合も、浸水による圧力のみの場合についても考慮しなければならない。

波形隔壁の寸法確認にあたっては、ローディングマニュアルに含まれる次の積付状態において、積載倉及び空倉がそれぞれ単独浸水した場合を考慮し、貨物による荷重と隣接倉が浸水した場合の浸水による荷重のもっとも厳しい組合せを用いなければならない。

- ・ 均等積状態
- ・ 不均等積状態

本項において「均等積状態」とは、貨物倉の積付率が、ばら積貨物密度の違いを考慮した上で、最も大きい貨物倉における値と小さい貨物倉における値の比で 1.2 を超えないように積み付けた状態とする。

最終的に均等積状態とする多港積付け又は均等積状態からの多港荷揚げの過程で生じる不均等の部分積付状態については、本要件において不均等積状態とみなす必要は無い。

貨物倉に対して特に設計制限荷重を設定する場合には、ローディングマニュアル中に記載される設計者が設定した積付状態に、設計制限荷重を明記しなければならない。

本項において、ばら積貨物ではなく梱包された貨物を積載する貨物倉については、空倉とみなさなければならない。

不均等積状態で鉄鉱石又はばら積密度が 1.78 t/m^3 以上の貨物を積載する船舶以外にあっては、貨物倉内に積載できる最大貨物質量を船体中心線上の上甲板レベルまで貨物を積載するものとして、波形隔壁に作用する圧力及び力を求めなければならない。

3.3.3 浸水水位

浸水水位 z_F は、船体のトリム及び横傾斜が無い状態における、基線からの垂直距離で、次に示す値とする。

- ・ 一般
 - ・ 最前端貨物倉の後部横置隔壁： D_1
 - ・ その他の隔壁： $0.9D_1$
- ばら積密度が 1.78 t/m^3 未満の貨物を不均等積載する船舶に対しては、次の値とすることができる。
 - ・ 最前端貨物倉の後部横置隔壁： $0.95D_1$
 - ・ その他の隔壁： $0.85D_1$
- ・ 載貨重量 50,000t 未満の B 型乾舷を有する船舶
 - ・ 最前端貨物倉の後部横置隔壁： $0.95D_1$
 - ・ その他の隔壁： $0.85D_1$

ばら積密度が 1.78 t/m^3 未満の貨物を不均等積載する船舶に対しては、次の値とすることができる。

- ・ 最前端貨物倉の後部横置隔壁： $0.9D_1$
- ・ その他の隔壁： $0.8D_1$

3.3.4 非浸水状態におけるばら積貨物積載倉の波形隔壁に作用する圧力及び力

波形隔壁の各点にかかる圧力 (kN/m^2) は、次式によらなければならない。

$$p_B = \rho_C g (h_C + h_{DB} - z) \tan^2 \left(45 - \frac{\psi}{2} \right)$$

波形隔壁に作用する力 (kN) は、次式によらなければならない。

$$F_B = \rho_C g s_C \frac{(h_C - h_{LS})^2}{2} \tan^2 \left(45 - \frac{\psi}{2} \right)$$

3.3.5 浸水状態におけるばら積貨物積載倉の波形隔壁に作用する圧力及び力

z_F 及び h_C (それぞれ 3.3.3 及び 1.1 を参照) の関係により、次の 2 ケースを考慮しなければならない。

- ・ $z_F \geq h_C + h_{DB}$ の場合
基線からの高さが z_F の位置と $h_C + h_{DB}$ の位置の間の点において隔壁が受ける圧力 (kN/m^2) は、次式によらなければならない。

$$p_{B,F} = \rho g (z_F - z)$$

基線からの高さが $h_C + h_{DB}$ の位置より低い点において隔壁が受ける圧力 (kN/m^2) は、次式によらなければならない。

$$p_{B,F} = \rho g(z_F - z) + [\rho_C - \rho(1 - perm)]g(h_C + h_{DB} - z)\tan^2\left(45 - \frac{\psi}{2}\right)$$

ここで、 $perm$ は貨物の浸水率で、鉄鉱石、石炭及びセメントに対して 0.3 とする。

波形隔壁に作用する力 (kN) は、次式によらなければならない。

$$F_{B,F} = s_C \left[\rho g \frac{(z_F - h_C - h_{DB})^2}{2} + \frac{\rho g(z_F - h_C - h_{DB}) + (p_{B,F})_{LE}}{2} (h_C - h_{LS}) \right]$$

ここで、 $(p_{B,F})_{LE}$ は、波形隔壁下端部における圧力 $p_{B,F}$ とする。

・ $z_F < h_C + h_{DB}$ の場合

基線からの高さが z_F の位置と $h_C + h_{DB}$ の位置の間の点において隔壁が受ける圧力 (kN/m^2) は、次式によらなければならない。

$$p_{B,F} = \rho_C g(h_C + h_{DB} - z)\tan^2\left(45 - \frac{\psi}{2}\right)$$

基線からの高さが z_F より低い位置の点において隔壁が受ける圧力 (kN/m^2) は、次式によらなければならない。

$$p_{B,F} = \rho g(z_F - z) + [\rho_C(h_C + h_{DB} - z) - \rho(1 - perm)(z_F - z)]g\tan^2\left(45 - \frac{\psi}{2}\right)$$

ここで、 $perm$ は貨物の浸水率で、鉄鉱石、石炭及びセメントに対して 0.3 とする。

波形隔壁に作用する力 (kN) は、次式による。

$$F_{B,F} = s_C \left[\rho_C g \frac{(h_C + h_{DB} - z_F)^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\psi}{2}\right) + s_C \left[\frac{\rho_C g(h_C + h_{DB} - z_F)\tan^2\left(45 - \frac{\psi}{2}\right) + (p_{B,F})_{LE}}{2} (z_F - h_{DB} - h_{LS}) \right] \right]$$

ここで、 $(p_{B,F})_{LE}$ は、波形隔壁下端部における圧力 $p_{B,F}$ とする。

3.3.6 浸水状態における空倉の波形隔壁に作用する圧力及び力

隔壁の各点における浸水による静水圧 (kN/m^2) は、次式によらなければならない。

$$p_F = \rho g(z_F - z)$$

波形隔壁に作用する力 (kN) は、次式によらなければならない。

$$F_F = s_C \rho g \frac{(z_F - h_{DB} - h_{LS})^2}{2}$$

3.3.7 考慮すべき圧力及び合力

均等積状態及び不均等積状態に対して算定される考慮すべき圧力及び合力は次式によらなければならない。

・ 均等積状態

$$p = p_{B,F} - 0.8p_B$$

$$F = F_{B,F} - 0.8p_B$$

p_B : 3.3.4 による

$p_{B,F}$: 3.3.5 による

F_B : 3.3.4 による

$F_{B,F}$: 3.3.5 による

・ 不均等積状態

$$p = p_{B,F}$$

$$F = F_{B,F}$$

$p_{B,F}$: 3.3.5 による

$F_{B,F}$: 3.3.5 による

3.4 二重底

3.4.1 適用

本項においては、各貨物倉がそれぞれ単独に浸水した場合を検討しなければならない。

3.4.2 一般

二重底に作用する荷重は、外部海水圧及び貨物による荷重と当該二重底が属する貨物倉の浸水による荷重の組合せを考慮しなければならない。

ローディングマニュアルに記載されている次の積付状態について、貨物による荷重と浸水荷重の最も厳しい組合せを考慮しなければならない。

- ・ 均等積状態
- ・ 不均等積状態
- ・ 梱包された貨物を積載する状態（スチールコイル等）

許容貨物積載量の算出にあたっては、各積付状態に対して、最大のばら積貨物密度を考慮しなければならない。

3.4.3 浸水水位

浸水水位 z_F は、船体のトリム及び横傾斜が無い状態における、基線からの垂直距離で、次に示す値とする。

- ・ 載貨重量 50,000t 未満の *B* 型乾舷を有する船舶
 - ・ 最前端貨物倉の後部横置隔壁： $0.95D_1$
 - ・ その他の隔壁： $0.85D_1$
- ・ その他の船舶
 - ・ 最前端貨物倉の後部横置隔壁： D_1
 - ・ その他の隔壁： $0.9D_1$

4. 水圧試験時の圧力

4.1 静水圧力

4.1.1

水圧試験が要求される板部材及び防撓材に作用する圧力 (kN/m^2) は、次式による。

$$p_{ST} = 10(z_{ST} - z)$$

z_{ST} : 試験水頭高さ (m) で、表 2 による値。

表 2 試験水頭高さ

試験する区画又は構造	試験水頭高さ (m)
二重底タンク	次の値のうち、大きい方の値： $z_{ST} = z_{TOP} + d_{AP}$ $z_{ST} = z_{ml}$
ホッパサイドタンク、トップサイドタンク、二重船側タンク、液体を積載する船首尾倉、コフアダム	次の値のうち、大きい方の値： $z_{ST} = z_{TOP} + d_{AP}$ $z_{ST} = z_{TOP} + 2.4$
タンク隔壁、深水タンク、燃料油タンク	次の値のうち、大きい方の値： $z_{ST} = z_{TOP} + d_{AP}$ $z_{ST} = z_{TOP} + 2.4$ $z_{ST} = z_{TOP} + 10p_{PV}$
バラストを漲水する貨物倉	次の値のうち、大きい方の値： $z_{ST} = z_{TOP} + d_{AP}$ $z_{ST} = z_h + 0.9$
液体を積載しない船首尾倉	次の値のうち、大きい方の値： $z_{ST} = z_F$ $z_{ST} = z_{ml}$
乾舷甲板より下方の水密戸	$z_{ST} = z_{fd}$
船首隔壁より後方にあるチェーンロッカ	$z_{ST} = z_{TOP}$
独立タンク	次の値のうち、大きい方の値： $z_{ST} = z_{TOP} + d_{AP}$ $z_{ST} = z_{TOP} + 0.9$
バラストダクト	バラストポンプの最大圧力に対応する試験水頭高さ

備考：

 z_{ml} : 船側位置における隔壁甲板の Z 座標 (m) z_h : ハッチコーミング上端の Z 座標 (m) z_F : 3.2.1 の規定による z_{fd} : 乾舷甲板の Z 座標 (m) p_{PV} : 安全弁の設定圧力 (bar)

7 節 積付状態

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

M_H : 計画最大満載喫水まで貨物を積載する均等積付状態において、個々の貨物倉に積載される貨物質量 (t)

M_{Full} : 見掛け貨物密度 (均等積付状態の貨物質量を貨物倉容積で除した値で、 $1.0 t/m^3$ 以上とする) の貨物をハッチコーミング上端まで積載したときの貨物質量 (t)。ただし、いずれの場合も M_H 以上とする。

$$M_{Full} = V_{Full} \times \max (M_H/V_H, 1.0)$$

M_{HD} : 計画最大満載喫水まで貨物を積載し、かつ、特定の貨物倉が空倉となる積付状態において、個々の貨物倉に積載し得る最大貨物質量 (t)

V_{Full} : ハッチコーミングで囲まれた部分の容積を含む貨物倉容積 (m^3)

V_H : 貨物倉容積 (m^3) で、4章6節の規定による

T_{HB} : 最も深いバラスト状態の喫水 (m)

1. 適用

1.1 L_{CSR-B} が 150 m 未満の船舶

1.1.1

5章1節に規定するハルガーダ強度評価並びに6章に規定する板、防撓材及び主要支持部材の局部強度評価においては、ローディングマニュアル、中央横断面図又は設計者が別に規定するその他のものに規定される最も厳しい積付状態を考慮しなければならない。

1.2 L_{CSR-B} が 150 m 以上の船舶

1.2.1

L_{CSR-B} が 150m 以上の船舶にあつては、2.から4.までの規定を適用しなければならない。

1.2.2

2.から4.の要件は、ここで規定するもの以外のその他の積付状態をローディングマニュアルに記載することを妨げるものではない。そのような積付状態については、別途計算書を提出しなければならない。また、要求されるローディングマニュアル及び積付計算機を代替するものではない。

1.2.3

最大満載喫水は、夏期満載喫水としなければならない。

1.2.4

2.に掲げる積付状態は、5章1節に規定する縦強度評価、6章に規定する局部強度評価、7章に規定される直接強度評価において考慮しなければならない。また、バラストタンクの容量及び配置の決定並びに復原性の検討においても考慮されなければならない。3.に掲げる積付状態は、局部強度評価において考慮されなければならない。また、4.に掲げる積付状態は、直接強度評価において考慮されなければならない。

1.2.5

実際の運航における積付状態は、ローディングマニュアルに記載される設計積付状態と異なるものとすることができる。ただし、当該積付状態は、ローディングマニュアル及び積付計算機で規定する縦強度及び局部強度並びに適用される復原性要件を超えるものであってはならない。

2. 一般

2.1 設計積付状態 — 一般

2.1.1

貨物倉の最大貨物質量の決定にあたっては、50%の消耗品を積載し、かつ、最大喫水まで貨物を積載した状態を考慮しなければならない。

2.1.2 BC-C 船

最大喫水となる状態であって、全ての貨物倉にハッチ部まで貨物を均等に積載し、かつ、全てのバラストタンクを空とする積付状態を考慮しなければならない。

2.1.3 BC-B 船

BC-C 船に対する要件に加え、最大喫水となる状態であって、全ての貨物倉に貨物密度が 3.0 t/m^3 の貨物を同じ積付率（貨物質量を貨物倉容積で除した値）で積載し、かつ、全てのバラストタンクは空とする積付状態を考慮しなければならない。

この設計積付状態において、適用するばら積貨物密度を 3.0 t/m^3 未満とする場合には、船舶への積載が許容される最大貨物密度を、 $\{maximum \text{ cargo density } x.y \text{ t/m}^3\}$ として登録原簿に注記しなければならない。

2.1.4 BC-A 船

BC-B 船に対する要件に加え、最大喫水となる状態であって、特定の貨物倉を空倉とし、全ての積付倉にばら積貨物密度が 3.0 t/m^3 の貨物を同じ積付率（貨物質量を貨物倉容積で除した値）で積載し、かつ、全てのバラストタンクは空とする積付状態を、少なくとも一組は考慮しなければならない。

空倉となる貨物倉の組合せについては、 $\{holds \ a, \ b, \ \dots \ \text{may be empty}\}$ として登録原簿に注記しなければならない。

この設計積付状態において、適用するばら積貨物密度を 3.0 t/m^3 未満とする場合には、船舶への積載が許容される最大貨物密度を、 $\{holds \ a, \ b, \ \dots \ \text{may be empty with maximum cargo density } x.y \text{ t/m}^3\}$ として登録原簿に注記しなければならない。

2.2 バラスト状態

2.2.1 バラストタンクの容量及び配置

ばら積貨物船には、以下に規定するバラスト状態を達成できるよう、十分な容量のバラストタンクを配置しなければならない。

- ・ ノーマルバラスト状態

ノーマルバラスト状態は、貨物を積載しないバラスト状態であって、以下の条件を満足するものとする。

- ・ バラストタンクは、満載、部分積載又は空とする。バラストタンクが部分積載とする場合には、4章3節の条件を満たさなければならない。
- ・ 海上においてバラスト水を漲水することができる貨物倉（以下、「バラスト兼用倉」という。）を備える場合であっても、当該貨物倉は空としなければならない。
- ・ プロペラは完全に没水しなければならない。
- ・ 船尾トリムとしなければならない。ただし、トリムは垂線間長さ L_{BP} の 1.5%を超えてはならない。プロペラの没水率及びトリムの算定においては、船首尾垂線位置における喫水を用いて差し支えない。

- ・ ヘビーバラスト状態

ヘビーバラスト状態は、貨物を積載しないバラスト状態であって、以下の条件を満足するものとする。

- ・ バラストタンクは、満載、部分積載又は空とする。バラストタンクが部分積載とする場合には、4章3節の条件を満たさなければならない。
- ・ バラスト兼用倉を備える場合、少なくともその一つにバラスト水を満載しなければならない。
- ・ プロペラ没水率 I/D を 60%以上としなければならない。この時、 I 及び D は次による。
 I = プロペラの中心線から水線までの距離
 D = プロペラの直径
- ・ 船尾トリムとしなければならない。ただし、トリムは垂線間長さ L_{BP} の 1.5%を超えてはならない。
- ・ 船首における喫水は、垂線間長さ L_{BP} の 3%以上としなければならない。ただし、8mを超える必要はない。

2.2.2 強度要件

ばら積貨物船は、次に規定する強度要件を満たさなければならない。

- ・ ノーマルバラスト状態

- ・ 船首船底部の構造は、**2.2.1** に規定するノーマルバラスト状態時の最小船首喫水におけるスラミング衝撃圧に対して、十分な強度を有すること。
- ・ **2.2.1** に示すノーマルバラスト状態時において、**4章3節**に規定する縦強度要件を満足しなければならない。
- ・ さらに、全てのバラストタンクを満載とした状態において、**4章3節**に規定する縦強度要件を満足しなければならない。
- ・ ヘビーバラスト状態
 - ・ **2.2.1** に規定するヘビーバラスト状態時において、**4章3節**に規定する縦強度要件を満足しなければならない。
 - ・ さらに、全てのバラストタンク及び、バラスト兼用倉を備える場合にはその1つを満載とした状態において、**4章3節**に規定する縦強度要件を満足しなければならない。
 - ・ 2つ以上のバラスト兼用倉を備える場合であって、ヘビーバラスト状態を達成するために同時にバラスト水を漲水することを計画していない場合には、縦強度評価においてこのような状態を考慮する必要はない。任意のバラスト兼用倉が使用可能であるような検討がなされない限り、バラスト兼用倉の指定及び他のバラスト兼用倉使用に対するすべての制約を、ローディングマニュアルに記載しなければならない。

2.3 出港状態及び入港状態

2.3.1

別段の規定がない限り、**2.1** 及び **2.2** に規定する各設計積付状態に対し、以下の出港状態及び入港状態を考慮しなければならない。

出港状態 : 燃料タンク 95%以上。他の消耗品 100%

入港状態 : 消耗品 10%

3. 局部強度に対する設計積付状態

3.1 定義

3.1.1

ある1つの貨物倉又は隣接する2つの積付倉における、最大許容積載質量及び最小必要積載質量は、二重底に働く荷重差に関連する。二重底に働く荷重差は、喫水、貨物倉内の貨物質量並びに二重底タンク内の燃料及びバラスト水の質量による値とする。

3.2 一般要件

3.2.1

全ての貨物倉は、最大喫水において、 M_{Full} の貨物質量を積載することができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の二重底タンクは、燃料タンクの場合は満載、バラストタンクの場合は空とする。

3.2.2

全ての貨物倉は、最大喫水において、任意の貨物倉に M_H の 50%の貨物質量を積載することができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の全ての二重底タンクは空とする。

3.2.3

全ての貨物倉は、最も深いバラスト状態の喫水において、空倉とすることができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の全ての二重底タンクは空とする。

3.3 {no MP}を付記する場合を除き適用する要件

3.3.1

全ての貨物倉は、最大喫水の 67%にあたる喫水において、 M_{Full} の貨物質量を積載することができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の二重底タンクは、燃料タンクの場合は満載、バラストタンクの場合は空とする。

3.3.2

全ての貨物倉は、最大喫水の 83%にあたる喫水において、空倉とすることができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の全ての二重底タンクは空とする。

3.3.3

最大喫水の 67%にあたる喫水において、任意の隣接する2つの貨物倉に M_{Full} の貨物質量を積載することができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の二重底タンクは、燃料タンクの場合は満載、バラストタンクの場合は空とする。バラスト水を積載する兼用倉の隣接倉に貨物を積載する状態を標準状態として計画する場合には、これらの貨物

倉下の二重底タンクの質量は、上記と同様に、燃料タンクの場合は満載、バラストタンクの場合は空とする。

3.3.4

最大喫水の 75%にあたる喫水において、任意の隣接する 2 つの貨物倉を空倉とすることができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の全ての二重底タンクは、空とする

3.4 BC-A 船に適用する追加の状態

3.4.1

満載状態において空倉とする貨物倉は、最大喫水において、空倉とすることができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の全ての二重底タンクは空とする。

3.4.2

高密度貨物を積載する貨物倉は、最大喫水において、 $M_{HD} + 0.1M_H$ の貨物質量を積載することができるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の二重底タンクは、燃料タンクの場合は満載、バラストタンクの場合は空とする。

実際の運航における最大許容貨物質量は、 M_{HD} を超えてはならない。

3.4.3

隣接する 2 つの貨物倉に貨物を積載し、その両側の貨物倉を空倉とするような標準状態を計画する場合には、最大喫水において、積付倉に $M_{Block} + 0.1M_H$ の貨物質量を積載できるものとしなければならない。この時、 M_{Block} は当該積付状態における最大貨物質量 (t) とする。また、当該貨物倉下の二重底タンクは、燃料タンクの場合は満載、バラストタンクの場合は空とする。

実際の運航における最大許容貨物質量は、 M_{Block} を超えてはならない。

3.5 バラスト兼用倉に適用する追加の積付状態

3.5.1

バラスト水を漲水するよう設計される貨物倉（バラスト兼用倉）は、ヘビーバラスト状態における最小喫水において、バラスト水をハッチ部まで 100% 漲水できるものとしなければならない。この時、当該兼用倉下の全ての二重底タンクは満載とする。トップサイドタンク、ホップタンク及び二重底タンクと隣接する兼用倉に対しては、当該兼用倉に 100% 漲水し、トップサイドタンク、ホップタンク及び二重底内タンクを空とした状態においても、強度要件を満足するものとしなければならない。

3.6 港湾における荷役及び揚貨状態に適用する追加の積付状態

3.6.1

全ての貨物倉は、最大喫水の 67%にあたる喫水において、最大貨物質量を積載できるものとしなければならない。

3.6.2

最大喫水の 67%にあたる喫水において、任意の隣接する二つの貨物倉に M_{Full} の貨物質量を積載できるものとしなければならない。この時、当該貨物倉下の二重底タンクは、燃料タンクの場合は満載、バラストタンクの場合は空とする。

3.6.3

港内荷役状態における最大許容積載質量は、航海中の最大喫水における最大許容積載質量の 15%にあたる質量の分だけ増加させて差し支えない。ただし、航海中の最大喫水における最大許容積載質量を超えてはならない。最小必要積載質量については、同量だけ減ずることができる。

3.7 マスチャート

3.7.1

ローディングマニュアル及び積付計算機は、航海状態及び港内荷役状態における喫水に応じた最大許容積載質量及び最小必要積載質量を示す貨物倉質量線図（マスチャート）を含むものとしなければならない。

マスチャートは、3.2 から 3.6 (3.5.1 を除く) に規定する局部強度評価用の設計積付状態及び 4 章付録 1 に規定する手法に基づいて作成しなければならない。

3.7.2

設計積付状態において規定する喫水以外においては、最大許容積載質量及び最小必要質量を船底に作用する浮力の変化に応じて調整しなければならない。浮力の変化は、各喫水における水線面積を用いて計算しなければならない。

ローディングマニュアル及び積付計算機は、個々の貨物倉及び任意の隣接する 2 つの貨物倉に対するマスチャートを含むものとしなければならない。

4. 直接強度解析のための設計荷重条件

4.1 積付状態

4.1.1

2.及び3.に規定に従い、有限要素法を用いた貨物倉モデルの直接強度評価において考慮しなければならない積付状態は、追加の付記によるばら積貨物船の種類に応じ、それぞれ表1による。

4.1.2

表1に含まれていない積付状態をローディングマニュアルに記載する場合、これらの積付状態を別途考慮しなければならない。

表1 各追加の付記に対して適用する積付状態

No.	積付状態	参照	BC-			BC-, (no MP)		
			A	B	C	A	B	C
1	均等積状態	3.2.1	x	x	x	x	x	x
2	スラック積状態	3.2.2	x	x	x	x	x	x
3	ノーマルバラスト状態	3.2.3	x	x	x	x	x	x
4	多港積荷・揚荷状態 -1	3.3.1	x	x	x			
5	多港積荷・揚荷状態 -2	3.3.2	x	x	x			
6	多港積荷・揚荷状態 -3	3.3.3	x	x	x			
7	多港積荷・揚荷状態 -4	3.3.4	x	x	x			
8	隔倉積状態	3.4.1 & .2	x			x		
9	ブロック積状態	3.4.3	x			x		
10	ヘビーバラスト状態	3.5.1	x	x	x	x	x	x
11	港内荷役状態 -1	3.6.1				x	x	x
12	港内荷役状態 -2	3.6.2				x	x	x

4.2 静水中縦曲げモーメント及びせん断力

4.2.1

表1に規定するそれぞれの積付状態において、4節に規定する荷重ケースを考慮しなければならない。積付状態及び荷重ケースの組合せに対して、表2に規定する静水中縦曲げモーメント及び表3に規定する静水中せん断力を考慮しなければならない。

4.2.2

ローディングマニュアルに記載される積付状態における静水中縦曲げモーメント及びせん断力が、表2に規定する値より大きくなる場合には、ローディングマニュアルから得られる値を用いなければならない。

4.3 適用

4.3.1

せん断力解析を含む直接強度解析においては、少なくとも4章付録2に規定する荷重条件を考慮しなければならない。

4.3.2

疲労強度評価で考慮すべき標準積付状態は4章付録3による。

表 2 静水中縦曲げモーメント

		積付状態				
		均等積状態	スラック積状態	多港積荷・揚荷状態	ヘビーバラスト状態 (兼用倉)	港内荷役状態
			隔倉積状態	ブロック積状態		
			ノーマルバラスト状態	最も深いバラスト状態		
荷重ケース	H1	$0.5M_{SW,S}$	0	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	---
	H2	$0.5M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	0	
	F1	$0.5M_{SW,S}$	0	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	
	F2	$0.5M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	0	
	R1	$0.5M_{SW,S}$	0	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	
		$0.5M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	0	
	R2	$0.5M_{SW,S}$	0	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	
		$0.5M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	0	
	P1	$0.5M_{SW,S}$	0	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	
	P2	$0.5M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	0	
	Static	---				$M_{SW,P,S}$
						$M_{SW,P,H}$

備考：

 $M_{SW,H}$ ：許容静水中縦曲げモーメント（ホギング状態） $M_{SW,S}$ ：許容静水中縦曲げモーメント（サギング状態） $M_{SW,P,H}$ ：港内状態における許容静水中縦曲げモーメント（ホギング状態） $M_{SW,P,S}$ ：港内状態における許容静水中縦曲げモーメント（サギング状態）

表 3 静水中せん断力

		積付状態				
		均等積状態	隔倉積状態 (BC-A)	多港積荷・ 揚荷状態 (BC-B 及び BC-C)	ヘビーバラスト状態 (バラスト兼用倉)	ヘビーバラスト状態 (バラスト兼用倉以外の 貨物倉)
荷重ケース	H1	---	Q_{SW}	Q_{SW}	Q_{SW}	---
	H2	---	Q_{SW}	Q_{SW}	Q_{SW}	---
	F1	---	Q_{SW}	Q_{SW}	Q_{SW}	---
	F2	---	Q_{SW}	Q_{SW}	Q_{SW}	---

備考：

 Q_{SW} ：考慮する横置隔壁位置での許容静水中せん断力

8 節 ローディングマニュアル及び積付計算機

1. 一般

1.1 全ての船舶

全ての船舶には、本会が承認したローディングマニュアル及び積付計算機を備えなければならない。

積付計算機は、それぞれの船舶に専用で搭載する設備であり、積付計算機の計算結果は、当該積付計算機の承認の前提となった船舶にのみ適用することができる。

積付計算機は、ローディングマニュアルを代替するものではない。

1.2 *L_{CSR-B}* が 150 m 以上の船舶

BC-A 船、*BC-B* 船及び *BC-C* 船は、本節の該当する要件に従って本会が承認したローディングマニュアル及び積付計算機を備えなければならない。

荷役／荷揚げ手順は、5. の規定による。

2. ローディングマニュアル

2.1 定義

2.1.1 全ての船舶

ローディングマニュアルには、次の事項を記載しなければならない。

- ・ 船舶の設計の前提となる積付状態並びに静水中曲げモーメント及びせん断力の許容値。また、バラスト交換手順及び入渠時手順により規定される積付状態をローディングマニュアルに含めなければならない。
- ・ それぞれの積付状態における静水中曲げモーメント及び静水中せん断力
- ・ ハッチカバー、甲板、二重底構造等に対する局所的な許容荷重

2.1.2 *L_{CSR-B}* が 150 m 以上の船舶

BC-A 船、*BC-B* 船及び *BC-C* 船のローディングマニュアルには、2.1.1 に規定する事項に加え、次の事項を記載しなければならない。

- ・ 5章1節に規定する貨物倉浸水時の静水中曲げモーメント及びせん断力並びにそれらの許容値
- ・ 満載喫水において空倉とすることが可能な貨物倉及びその組み合わせ。満載喫水において、いかなる貨物倉も空倉状態とすることが許容されない場合には、その旨を明確に記載しなければならない。
- ・ 各貨物倉の中央における喫水の変化に応じた当該貨物倉及び二重底積載物の最大許容積載質量及び最小必要積載質量
- ・ 隣接する 2 つの貨物倉の平均喫水に応じた隣接する貨物倉及び二重底積載物の最大許容積載質量及び最小必要積載質量。この時、平均喫水とは、それぞれの貨物倉の中央における喫水の平均値とする。
- ・ ばら積貨物以外の貨物について、貨物の種類及びその最大許容積載質量。
- ・ 甲板及びハッチカバー上の最大許容積載質量。甲板及びハッチカバー上に貨物を積載することが認められていない場合には、その旨を明確に記載しなければならない。
- ・ バラスト注排水の最大容量。荷役計画が、このバラスト注排水の許容能力に基づき作成され、荷役する港と合意されなければならない旨の注意事項も記載する。

2.2 承認条件

2.2.1 全ての船舶

ローディングマニュアルは、船舶の完工時のデータに基づくものとしなければならない。ローディングマニュアルには、適切に出港状態及び入港状態を設定した設計積付状態(貨物積付状態及びバラスト状態)を記載しなければならない。船体寸法の承認は、これらの設計積付状態に基づくものとしなければならない。

船舶の主要データの変更を伴う改造が行われる場合、新たに本会が承認したローディングマニュアルを備えなければならない。

2.2.2 *LCSR-B* が 150 m 以上の船舶

BC-A 船、*BC-B* 船及び *BC-C* 船のローディングマニュアルには、**2.2.1** に規定する事項に加え、適切に出港状態及び入港状態を設定した次に掲げる積付状態を記載しなければならない。

- ・ ばら積貨物密度が小さい貨物の場合及び大きい貨物の場合のそれぞれについて、最大喫水となる均等積状態
- ・ 不均等積状態を計画する場合、ばら積貨物密度が小さい貨物の場合及び大きい貨物の場合のそれぞれについて、最大喫水となる不均等積状態
- ・ バラスト状態。ただし、トップサイドタンク、ビルジホップタンク及び二重底タンクに隣接するバラスト兼用倉を備える船舶にあっては、当該兼用倉に 100% 漲水し、トップサイドタンク、ホップタンク及び二重底内タンクを空とした状態においても、強度要件を満足するものとしなければならない。
- ・ 積載燃料を制限して最大喫水まで貨物を積載した短期航海積付状態
- ・ 多港荷役及び多港荷揚積付状態
- ・ 甲板上に貨物を積載する場合、当該積付状態
- ・ 均等積付状態、部分積付状態及び不均等積付状態に対して、貨物の荷役開始から最大積載質量となるまでの荷役及び最大積載質量の貨物を積載した状態から空倉となるまでの荷揚げに関する標準手順。当該手順は、貨物の荷役速度、バラスト注排水の容量及び船体強度上の許容値にも配慮して作成しなければならない。指針として、荷役手順一覧の書式例を表 1 に示す。
- ・ 洋上でのバラスト交換を行う場合、その標準的な手順

2.3 言語

ローディングマニュアルは、船長の理解できる言語で作成しなければならない。その言語が英語でない場合には、英語の翻訳を付さなければならない。

3. 積付計算機

3.1 定義

3.1.1 全ての船舶

積付計算機は、アナログ又はデジタルの機器で、貨物積付状態及びバラスト積付状態のすべてについて、当該船舶の規定された算出点における静水中縦曲げモーメント及び静水中せん断力を容易に算出でき、かつ、規定された許容値を超えないことを迅速に確認できるものでなければならない。

3.1.2 *LCSR-B* が 150 m 以上の船舶

BC-A 船、*BC-B* 船及び *BC-C* 船に備える積付計算機は、**3.1.1** に規定するデジタルシステムで、本会が承認したものとしなければならない。**3.1.1** の規定に加えて、積付計算機は、次のことが許容値以内であることが確認できなければならない。

- ・ 各貨物倉の中央における喫水の変化に応じた当該貨物倉及び二重底積載物の最大許容積載質量及び最小必要積載質量
- ・ 隣接する 2 つの貨物倉の平均喫水に応じた隣接する貨物倉及び二重底積載物の最大許容積載質量及び最小必要積載質量
- ・ 貨物倉浸水時の静水中曲げモーメント及び静水中せん断力

3.2 承認条件

3.2.1 全ての船舶

積付計算機の承認にあたっては、次の事項を行わなければならない。

- ・ 本会が必要と認める場合には、型式の検証
- ・ 計算に使用される本船の完工時のデータの検証
- ・ 算出点の数及び位置の許諾
- ・ 算出点における許容値の許諾
- ・ 同意された試験条件下で、積付計算機の船上への適切な設置及び操作の確認、また操作マニュアルのコピーが船上にあるかの確認

3.2.2 *LCSR-B* が 150 m 以上の船舶

BC-A 船、*BC-B* 船及び *BC-C* 船に備える積付計算機については、**3.2.1** に規定する事項に加えて、次の事項のうち適当な

ものも行わなければならない。

- ・ 全ての算出点における許容ハルガード縦曲げモーメントの許諾
- ・ 全ての算出点における許容ハルガードせん断力の許諾
- ・ 各貨物倉の中央における喫水の変化に応じた当該貨物倉及び二重底積載物の最大許容積載質量及び最小必要積載質量の許諾
- ・ 隣接する 2 つの貨物倉の喫水に応じた隣接する貨物倉及び二重底積載物の最大許容積載質量及び最小必要積載質量の許諾

3.2.3

船舶の主要データの変更を伴う改造が行われる場合、これに基づき修正の上、本会の承認を受けなければならない。

3.2.4

積付計算機には、常に操作マニュアルを備えなければならない。

操作マニュアル及び積付計算機の出力は、使用者が理解できる言語によるものとしなければならない。その言語が英語でない場合、英語の翻訳を付さなければならない。

3.2.5

積付計算機の動作は、船舶に搭載後、認められた試験用積付状態について検証されなければならない。この時、認められた試験用積付状態及び機器の操作マニュアルが船上にあることを確認しなければならない。

4. 年次検査及び定期検査

4.1 一般

4.1.1

各年次検査及び定期検査においては、承認されたローディングマニュアルが船上にあるかどうかを確認しなければならない。

4.1.2

船長は、定期的に、試験用積付状態を使って積付計算機の精度を確認しなければならない。

4.1.3

各定期検査においては、検査員が立会いの下に上記試験を行わなければならない。

5. 荷役／荷揚げの手順

5.1 一般

5.1.1

標準荷役／荷揚げ手順は、荷役／荷揚げ速度、バラスト注排水の容量及び船体強度上の許容値に配慮して作成しなければならない。

5.1.2

建造者は、標準荷役／荷揚げ手順を本会に提出し、承認を受けなければならない。

5.1.3

標準荷役手順は、次の事項を含むものとしなければならない。

- ・ ばら積貨物密度が小さい貨物の場合及び大きい貨物の場合のそれぞれについて、最大喫水となる不均等積状態
- ・ ばら積貨物密度が小さい貨物の場合及び大きい貨物の場合のそれぞれについて、最大喫水となる均等積状態
- ・ 積載燃料を制限して最大喫水まで貨物を積載した短期航海積付状態
- ・ 多港荷役及び多港荷揚げ積付状態
- ・ 甲板上に貨物を積載する積付状態
- ・ ブロック積状態

5.1.4

荷役／荷揚げ手順は、特定の港のもの又は標準的なものとして差し支えない。

5.1.5

手順は、貨物の荷役開始から最大積載質量を積載した状態まで、ステップ毎に構築しなければならない。ここで、1 ス

テップとは、荷役設備が異なる貨物倉の荷役のために移動する時とする。各ステップに関する資料を作成し、本会に提出しなければならない。縦強度に加えて、各貨物倉の局部強度を考慮しなければならない。

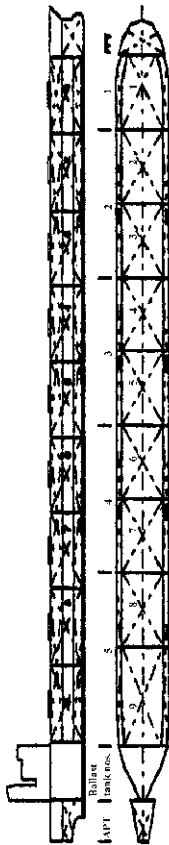
5.1.6

各積付状態について、全てのステップの一覧を含むものとしなければならない。一覧は、例えば、以下に示す各ステップの主要な情報を含むものとしなければならない。

- ・ 各ステップ間にそれぞれの貨物倉に積載する貨物質量
- ・ 各ステップ間にそれぞれのバラストタンクから排出するバラスト質量
- ・ 各ステップの終了時の最大静水中曲げモーメント及び静水中せん断力
- ・ 各ステップの終了時のトリム及び喫水

LOADING/UNLOADING SEQUENCE SUMMARY FORM

Vessel name	Voyage No.	Condition	Yard	Id. Number



Hold No.	1	2	3	4	5	6	7
Volume of Hold, V(hm)							
Height of hold, H(m)							

Port	Condition at commencement of loading/discharging
(specific or typical):	
Total mass of cargo to be loaded/discharged:	Condition at end of loading/discharging
Deck water	Maximum
density (kg/m ³):	Average Loading/discharging rate:
Number of loaders/dischargers:	Maximum
	Average Ballasting/Deballasting rate:

Note: During each pour it has to be controlled that allowable limits for bulk glider shear force, bending moments and mass in holds are not exceeded. Loading/discharging operations may have to be paused to allow for ballasting/deballasting in order to keep actual values within limits.

Hold content at commencement of loading/discharging

[illegible]

CARGO OPERATIONS

Pour No. / Grade	CARGO OPERATIONS							BALLAST TUNG OPERATIONS							
	Hold	Hold	Hold	Hold	Hold	Hold	Hold	API	No. B.T.	No. B.T.	No. B.T.	No. B.T.	No. B.T.	No. B.T.	FPI
1								Upper Lower/Peak							
2								Upper Lower/Peak							
3								Upper Lower/Peak							
4								Upper Lower/Peak							
5								Upper Lower/Peak							
6								Upper Lower/Peak							
7								Upper Lower/Peak							
8								Upper Lower/Peak							

BALLASTING OPERATIONS

Commencement of loading/discharging (sec)			
Tail (m)	Trough (m)	Tiwd (m)	Maximum S.F. (%) B.M. (%)

[illegible]

	DATE	DESCRIPTION	AMOUNT	CURRENCY
Total cargo onboard (t) :		Remaining cargo to be loaded (t) :		Total amount of bunkers onboard (l) :

Draft Survey n 1	Total cargo onboard (t) :	Remaining cargo to be loaded (t) :	Total amount of bunkers onboard (t) :			
			Upper	Lower/Peak	Upper	Lower/Peak
Draft Survey n 2						
Draft Survey n 3						
Draft Survey n 4						
Draft Survey n 5						
Draft Survey n 6						
Draft Survey n 7						
Draft Survey n 8						
Draft Survey n 9						
Draft Survey n 10						
Draft Survey n 11						
Draft Survey n 12						
Draft Survey n 13						
Draft Survey n 14						
Draft Survey n 15						
Draft Survey n 16						
Draft Survey n 17						
Draft Survey n 18						
Draft Survey n 19						
Draft Survey n 20						
Draft Survey n 21						
Draft Survey n 22						
Draft Survey n 23						
Draft Survey n 24						
Draft Survey n 25						
Draft Survey n 26						
Draft Survey n 27						
Draft Survey n 28						
Draft Survey n 29						
Draft Survey n 30						
Draft Survey n 31						
Draft Survey n 32						
Draft Survey n 33						
Draft Survey n 34						
Draft Survey n 35						
Draft Survey n 36						
Draft Survey n 37						
Draft Survey n 38						
Draft Survey n 39						
Draft Survey n 40						
Draft Survey n 41						
Draft Survey n 42						
Draft Survey n 43						
Draft Survey n 44						
Draft Survey n 45						
Draft Survey n 46						
Draft Survey n 47						
Draft Survey n 48						
Draft Survey n 49						
Draft Survey n 50						
Draft Survey n 51						
Draft Survey n 52						
Draft Survey n 53						
Draft Survey n 54						
Draft Survey n 55						
Draft Survey n 56						
Draft Survey n 57						
Draft Survey n 58						
Draft Survey n 59						
Draft Survey n 60						
Draft Survey n 61						
Draft Survey n 62						
Draft Survey n 63						
Draft Survey n 64						
Draft Survey n 65						
Draft Survey n 66						
Draft Survey n 67						
Draft Survey n 68						
Draft Survey n 69						
Draft Survey n 70						
Draft Survey n 71						
Draft Survey n 72						
Draft Survey n 73						
Draft Survey n 74						
Draft Survey n 75						
Draft Survey n 76						
Draft Survey n 77						
Draft Survey n 78						
Draft Survey n 79						

Fold content at end of loading/discharging

Cargo mass				Hold content at end of loading/discharging				Ballasting contents at end of loading/discharging										Values at end of loading/discharging (sea)			
								Wtgs or peaks		APT	Ball.no.5	Ball.no.4	Hold no.6	Ball.no.3	Hold no.4	Ball.no.2	Ball.no.1	FPT			
								Upper													
								Lower/Peaks													
				</																	

Maximum occurring values among all conditions above

Maximum occurring values among all conditions above				
Net load on Double Bottom				kg/m ²
Net load in two adjacent holds				tons

Net load on double bottom = $(Mh/V) \cdot h \cdot T \text{ (ton)}^3$
 where: Mh = Mass in hold + mass in DB (t)
 V = Total volume of hold (m^3)
 h = height of hold from lower bottom to top of coaming (m)
 T = draught (m)

Approved by : _____
Date : _____

付録1 マスチャート

記号

本付録に規定されない記号については、1章4節による。

h	: 船体中心線上における内底板から上甲板の最下点までの垂直距離 (m)
h_a	: ブロック積状態における後方の貨物倉での船体中心線上における内底板から上甲板の最下点までの垂直距離 (m)
h_f	: ブロック積状態における前方の貨物倉での船体中心線上における内底板から上甲板の最下点までの垂直距離 (m)
M_H	: 4章7節の規定による
M_{Full}	: 4章7節の規定による
M_{HD}	: 4章7節の規定による
M_D	: それぞれの貨物倉における最大貨物質量 (t)
M_{BLK}	: ローディングマニュアルに記載されるブロック積状態による貨物倉の最大貨物質量 (t)
T_{HB}	: 4章7節の規定による
T_i	: 貨物倉の長さ ℓ_H の中央における積付状態 i での喫水 (m)
V_H	: 4章6節の規定による
V_f, V_a	: それぞれ前方及び後方の貨物倉の体積 (m^3) で、倉口部を除く。
T_{min}	: $0.75T_s$ 又は隣接する2つの貨物倉を空倉とするバラスト状態における喫水のうち、大きい方の値 (m)
Σ	: 隣接する2つの貨物倉における質量の合計

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本付録の規定は、 L_{CSR-B} が150m以上の船舶に適用する。

1.1.2

本付録は、次の事項を決定するために用いる手順を示す。

- 各貨物倉の中央における喫水の変化に応じた当該貨物倉及び二重底積載物の最大許容積載質量及び最小必要積載質量
- 隣接する2つの貨物倉の平均喫水に応じた隣接する貨物倉及び二重底積載物の最大許容積載質量及び最小必要積載質量

1.1.3

計算結果を、ローディングマニュアルに記載しなければならない。また、ローディングマニュアルには、設計審査により得られる単独の貨物倉及び隣接する2つの貨物倉の構造用喫水における最大許容積載質量も記載しなければならない。

1.1.4

ローディングマニュアルには、各貨物倉の最大許容積載質量及び最小必要積載質量を用いる場合の注意事項として、次を記載しなければならない。

スチールコイル又は重量物等の二重底の局部強度に影響を及ぼすような貨物であって、ローディングマニュアルに記載されていないものを積載する場合には、最大許容積載質量及び最小必要積載質量については別途考慮する必要がある。

2. 単独貨物倉の最大及び最小積載質量

2.1 単独貨物倉の最大許容及び最小必要積載質量

2.1.1 一般

航海時における単独貨物倉の許容積載質量曲線については、2.1.2 から 2.1.5 の規定による。ただし、船体構造の検討において 4 章 7 節 3.7.1 に規定する積付状態よりも厳しい状態を考慮する場合には、最小必要積載質量及び最大許容積載質量は当該積付状態を考慮したものとする事ができる。

2.1.2 {No MP}を付記しない BC-A 船

・ 積付倉の場合

喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$W_{\max}(T_i) = M_{HD} + 0.1M_H - 1.025V_H \frac{(T_S - T_i)}{h}$$

ただし、 $W_{\max}(T_i)$ はいかなる場合も M_{HD} 以下とする。

喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq 0.83T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 0$$

$$0.83T_S < T_i \leq T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 1.025V_H \frac{(T_i - 0.83T_S)}{h}$$

・ 最大喫水で空倉とする貨物倉の場合

喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$0.67T_S \leq T_i < T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = M_{Full}$$

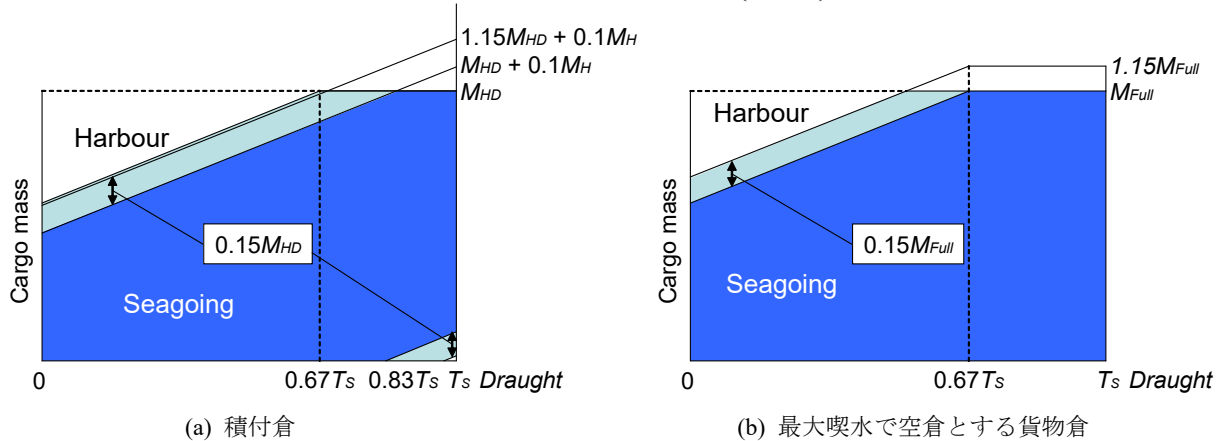
$$T_i < 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{(0.67T_S - T_i)}{h}$$

喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 0$$

{No MP} を付記しない BC-A 船における積付倉及び最大喫水で空倉とする貨物倉の許容積載質量曲線の例を図 1 に示す。

図 1 単独貨物倉の最大許容及び最小必要積載質量（{No MP}を付記しない BC-A 船の例）



2.1.3 {No MP}を付記する BC-A 船

・ 積付倉

喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、2.1.2 の規定による。

喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq T_{HB} \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 0$$

$$T_{HB} < T_i \leq T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 1.025V_H \frac{(T_i - T_{HB})}{h}$$

又は

$$T_S \geq T_i \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 0.5M_H - 1.025V_H \frac{(T_S - T_i)}{h} \geq 0$$

・ 最大喫水で空倉とする貨物倉の場合

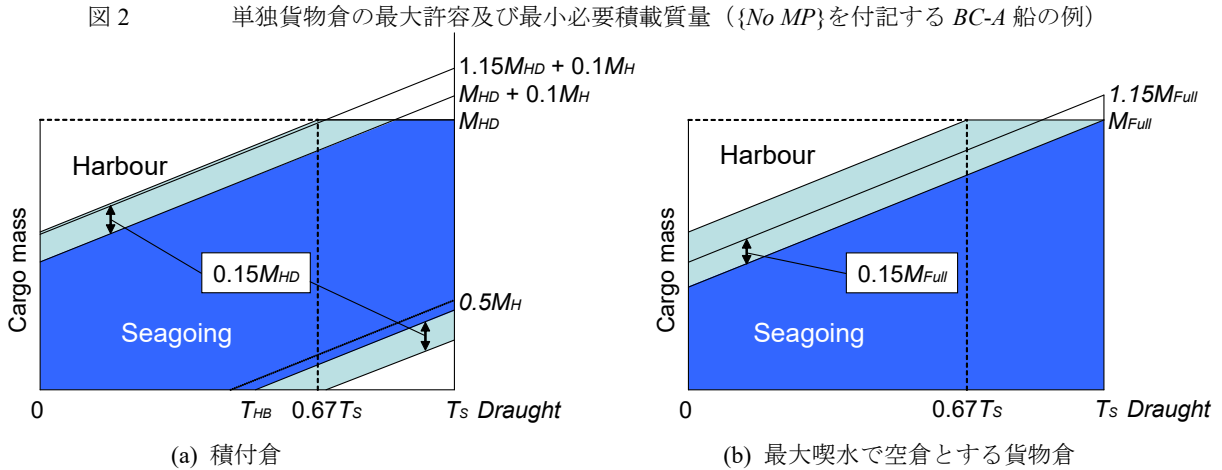
喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{(T_S - T_i)}{h}$$

喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_S \geq T_i \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 0$$

{No MP}を付記する BC-A 船における貨物倉の許容積載質量曲線の例を図 2 に示す。



2.1.4 {No MP}を付記しない BC-B 船及び BC-C 船

喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$0.67 \leq T_i \leq T_s \text{ の場合 : } W_{\max}(T_i) = M_{Full}$$

$$T_i < 0.67T_s \text{ の場合 : } W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{(0.67T_s - T_i)}{h}$$

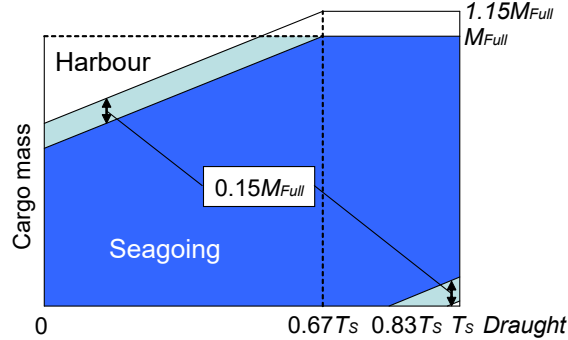
喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq 0.83T_s \text{ の場合 : } W_{\min}(T_i) = 0$$

$$0.83T_s < T_i \leq T_s \text{ の場合 : } W_{\min}(T_i) = 1.025V_H \frac{(T_i - 0.83T_s)}{h}$$

{No MP}を付記しない BC-B 船及び BC-C 船における貨物倉の許容積載質量曲線の例を図 3 に示す。

図 3 単独貨物倉の最大許容及び最小必要積載質量
({No MP}を付記しない BC-B 船及び BC-C 船の例)



2.1.5 {No MP}を付記する BC-B 船及び BC-C 船

喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{(T_s - T_i)}{h}$$

喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq T_{HB} \text{ の場合 : } W_{\min}(T_i) = 0$$

$$T_{HB} < T_i \leq T_s \text{ の場合 : } W_{\min}(T_i) = 1.025V_H \frac{(T_i - T_{HB})}{h}$$

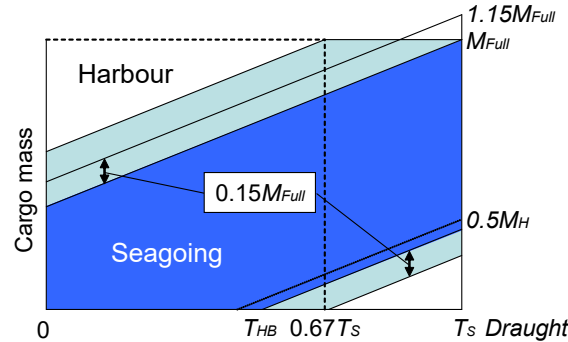
又は

$$T_s \geq T_i \text{ の場合 : } W_{\min}(T_i) = 0.5M_H - 1.025V_H \frac{(T_s - T_i)}{h}$$

$$\text{ただし } W_{\min}(T_i) \geq 0$$

{No MP}を付記する BC-B 船又は BC-C 船における貨物倉の許容積載質量曲線の例を図 4 に示す。

図 4 単独貨物倉の最大許容及び最小必要積載質量（{No MP}を付記する BC-B 船及び BC-C 船の例）



2.2 港内状態における単独貨物倉の最大許容及び最小必要積載質量

2.2.1 一般

港内状態における単独貨物倉の許容積載質量は 2.2.2 の規定による。ただし、船体構造の検討において 4 章 7 節 3.7.1 に規定する積付状態よりも厳しい状態を考慮する場合には、最小必要積載質量及び最大許容積載質量は当該積付状態を考慮したものとする事ができる。

2.2.2 全ての船舶

港内荷役状態における各喫水における最大許容積載質量及び最小必要積載質量は、航海状態における最大許容積載質量又は最小必要積載質量に対し、当該貨物倉の計画満載喫水における最大許容積載質量の 15%にあたる質量の分をそれぞれ増加又は減少させることができる。ただし、各貨物倉において、計画満載喫水における当該貨物倉単独の最大許容積載質量を超えてはならない。

2.2.3 {No MP}を付記しない BC-A 船

積付倉において、港内状態における、喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、2.1.2 の規定に加え、次式による。

$$T_i \geq 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = M_{HD}$$

$$T_i < 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = M_{HD} + 0.1M_H - 1.025V_H \frac{(0.67T_S - T_i)}{h}$$

2.2.4 {No MP}を付記する BC-A 船

最大喫水において空倉とする貨物倉において、港内状態における、喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、2.1.3 の規定に加え、次式による。

$$T_S \geq T_i \geq 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = M_{Full}$$

$$T_i < 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{(0.67T_S - T_i)}{h}$$

2.2.5 {No MP}を付記する BC-B 船及び BC-C 船

港内状態における、喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、2.1.5 の規定に加え、次式による。

$$T_S \geq T_i \geq 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = M_{Full}$$

$$T_i < 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{(0.67T_S - T_i)}{h}$$

3. 隣接する 2 つの貨物倉での最大及び最小積載質量

3.1 隣接する 2 つの貨物倉での最大許容及び最小必要積載質量

3.1.1 一般

航海状態における隣接する 2 つの貨物倉での許容積載質量は 3.1.2 及び 3.1.3 の規定による。ただし、船体構造の検討において 4 章 7 節 3.7.1 に規定する積付状態よりも厳しい状態を考慮する場合には、最小必要積載質量及び最大許容積載質量は当該積付状態を考慮したものとする事ができる。

3.1.2 {No MP}を付記しない、ブロック積状態を計画する BC-A 船

喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次の算式により求まる値のうち、大きい方の値。

$$W_{\max}(T_i) = \sum (M_{BLK} + 0.1M_H) - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_S - T_i)$$

又は

$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (0.67T_S - T_i)$$

ただし、 $W_{\max}(T_i)$ はいかなる場合も $\sum M_{BLK}$ 以下とする。

喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq 0.75T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 0$$

$$T_S \geq T_i > 0.75T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_i - 0.75T_S)$$

3.1.2bis {No MP}を付記する、ブロック積状態を計画する BC-A 船

喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$W_{\max}(T_i) = \sum (M_{BLK} + 0.1M_H) - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_S - T_i)$$

ただし、 $W_{\max}(T_i)$ はいかなる場合も $\sum M_{BLK}$ 以下とする。

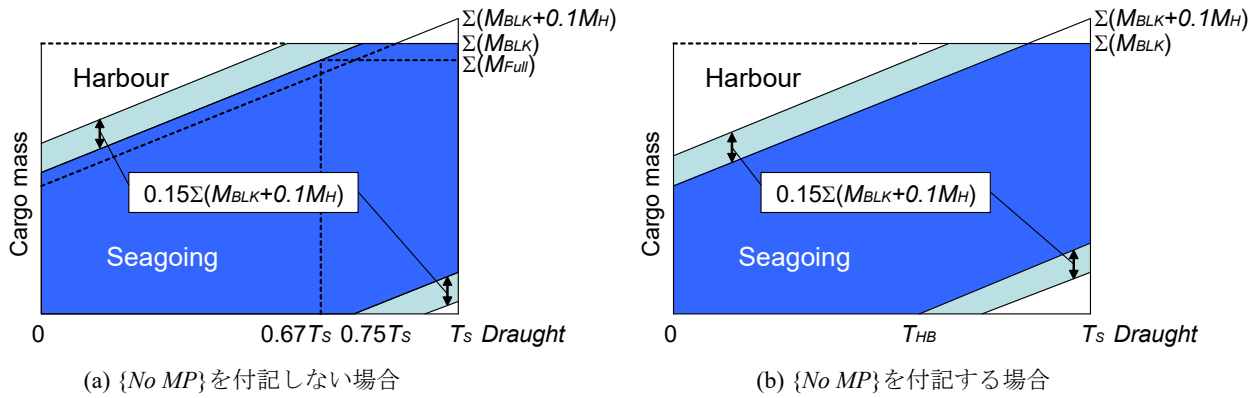
喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq 0.75T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 0$$

$$T_S \geq T_i > 0.75T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_i - T_{HB})$$

ブロック積状態を計画する BC-A 船における貨物倉の許容積載質量曲線の例を図 5 に示す。

図 5 2つの貨物倉での最大許容及び最小必要積載質量
(ブロック積状態を計画する BC-A 船の例)



3.1.3 (削除)

3.1.4 {No MP}を付記しない、ブロック積状態を計画しない BC-A 船並びに BC-B 船及び BC-C 船

喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_S \geq T_i \geq 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full}$$

$$T_i < 0.67T_S \text{ の場合: } W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (0.67T_S - T_i)$$

喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq 0.75T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 0$$

$$T_S \geq T_i > 0.75T_S \text{ の場合: } W_{\min}(T_i) = 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_i - 0.75T_S)$$

3.1.5 {No MP}を付記する、ブロック積状態を計画しない BC-A 船並びに BC-B 船及び BC-C 船
喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i < T_S \text{ の場合 : } W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_S - T_i)$$

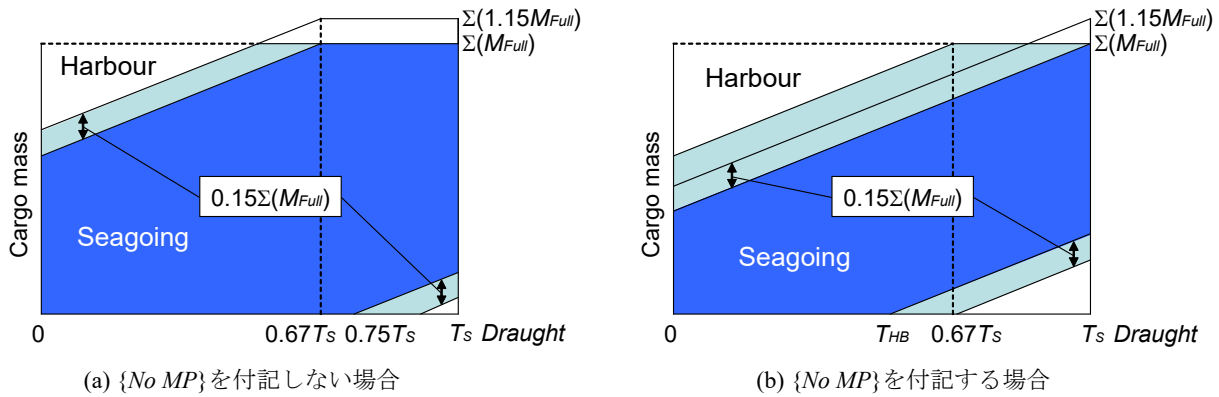
喫水 T_i の変化に応じた最小必要積載質量 $W_{\min}(T_i)$ (t) は、次式による。

$$T_i \leq T_{HB} \text{ の場合 : } W_{\min}(T_i) = 0$$

$$T_S \geq T_i > T_{HB} \text{ の場合 : } W_{\min}(T_i) = 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_i - T_{HB})$$

ブロック積状態を計画しない BC-A 船並びに BC-B 船及び BC-C 船における貨物倉の許容積載質量曲線の例を図 6 に示す。

図 6 2つの貨物倉での最大許容及び最小必要積載質量
(ブロック積状態を計画しない BC-A 船並びに BC-B 船及び BC-C 船の例)



3.2 港内状態における隣接する2つの貨物倉での最大許容及び最小必要積載質量

3.2.1 一般

港内状態における隣接する2つの貨物倉での許容積載質量は 3.2.2 の規定による。ただし、船体構造の検討において 4 章 7 節 3.7.1 に規定する積付状態よりも厳しい状態を考慮する場合には、最小必要積載質量及び最大許容積載質量は当該積付状態を考慮したものとすることができる。

3.2.2 全ての船舶

港内荷役状態における各喫水における最大許容積載質量及び最小必要積載質量は、航海状態における最大許容積載質量又は最小必要積載質量に対し、当該貨物倉の計画満載喫水における最大許容積載質量の 15%にあたる質量の分をそれぞれ増加又は減少させることができる。ただし、各貨物倉において、計画満載喫水における当該貨物倉単独の最大許容積載質量を超えてはならない。

3.2.3 {No MP}を付記する、ブロック積状態を計画する BC-A 船

港内状態における、喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、3.1.2bis の規定に加え、次式による。

$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (0.67T_S - T_i)$$

$$W_{\max}(T_i) \leq \sum M_{BLK}$$

3.2.4 {No MP}を付記する、ブロック積状態を計画しない BC-A 船並びに BC-B 船及び BC-C 船

港内状態における、喫水 T_i の変化に応じた最大許容積載質量 $W_{\max}(T_i)$ (t) は、3.1.5 の規定に加え、次式による。

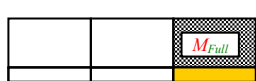
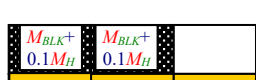
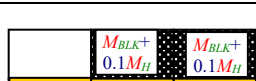
$$T_S \geq T_i \geq 0.67T_S \text{ の場合 : } W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full}$$

$$T_i < 0.67T_S \text{ の場合 : } W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (0.67T_S - T_i)$$

付録 2 直接強度評価で考慮する標準積付状態

表1 BC-A 船で隔倉積状態において空倉となる貨物倉を考慮する場合の標準積付状態（中央貨物倉を空倉とする）

	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図 後 中央 前	荷重ケース（設計波）				注記
				静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
1	満載状態 (2.1.3)	T_S			P1			1), 2)
					$0.5M_{SW,S}$			
2	満載状態 (3.2.1)	T_S			P1			1), 3)
					$0.5M_{SW,S}$			
3	スラック積状態 (3.2.2)	T_S			P1			3)
					0			
4	スラック積状態 (3.2.2)	T_S			P1			3)
					0			
5	最大バラスト 喫水状態 (3.2.3)	T_{HB}			R1	R1	P1	4), 5)
					$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	
6	多港積荷・ 揚荷状態 -3 (3.3.3)	$0.67T_S$			H1			3), 6)
					$M_{SW,S}$			
7	多港積荷・ 揚荷状態 -3 (3.3.3)	$0.67T_S$			H1			3), 6)
					$M_{SW,S}$			
8	多港積荷・ 揚荷状態 -4 (3.3.4)	$0.75T_S$			F2	P1		3), 6)
					$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$		

	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				注記
							静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
9	多港積荷・揚荷状態 -4 (3.3.4)	$0.75T_S$					F2	P1			3), 6)
							$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$			
10	隔倉積状態 (3.4.1)	T_S					F2	P1			2)
							$M_{SW,H}$	0			
11	ブロック積状態 (3.4.3)	T_S					H1	F2	P1		2), 8), 9), 10)
							$M_{SW,S}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$		
12	ブロック積状態 (3.4.3)	T_S					H1	F2	P1		2), 8), 9), 10)
							$M_{SW,S}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$		
13	ヘビーバラスト状態 (3.5.1)	$T_{HB(min)}$					H1	R1	R1		11), 12)
							$M_{SW,S}$	0	$M_{SW,S}$		
14	ヘビーバラスト状態	$T_{HB(min)}$					R1	R1			11), 12), 13)
							0	$M_{SW,S}$			
15	港内状態 -2 (3.6.2)	$0.67T_S$					---	---			3), 14), 15)
							$M_{SW,P,H}$	$M_{SW,P,S}$			
16	港内状態 -2 (3.6.2)	$0.67T_S$					---	---			3), 14), 15)
							$M_{SW,P,H}$	$M_{SW,P,S}$			

a) 番号は 4 章 7 節に規定される積付状態と対応する。

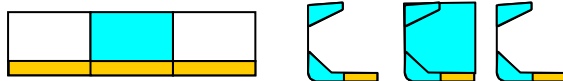
b) $M_{SW,H}$, $M_{SW,S}$: 航海状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

$M_{SW,P,H}$, $M_{SW,P,S}$: 港内状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

注記

- 1) この2つの積付状態は、貨物密度が 3.0 t/m^3 の貨物を M_{Full} 積載した積付状態を考慮することで代替できる。
- 2) 指定のない場合は、貨物密度は 3.0 t/m^3 とする。
- 3) M_H/V_H 又は 1.0 t/m^3 のうち、大きい方の値を用いること。
- 4) バラスト兼用倉がない場合には、ノーマルバラスト状態では $M_{SW,S}=0$ とする。
- 5) バラスト兼用倉を適切に配置する。
- 6) {no MP}が付記される船舶にあつては、考慮しなくてよい。
- 7) せん断力評価では、曲げモーメントを $(0.8 M_{SW} + 0.65 C_{WT} M_{WT})$ に減じ、最大せん断力 $(Q_{SW} + Q_{WT})$ を考慮する。
- 8) ローディングマニュアルに記載される場合のみ考慮する。
- 9) M_{BLK} : ローディングマニュアルに記載される設計積付状態中での最大貨物質量
- 10) 静水中縦曲げモーメントは、計画値ではなくローディングマニュアルに記載される実際の値を用いる。
- 11) バラスト兼用倉が隔倉積状態で空倉となる場合のみ考慮する。
- 12) ヘビーバラスト状態における最小喫水を用いる。
- 13) ローディングマニュアルで明確に禁止されている場合には考慮しなくてよい。
- 14) {no MP}が付記される船舶のみ考慮する。
- 15) 海水圧及び内圧は静荷重を考慮する。

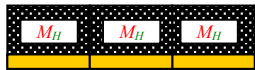
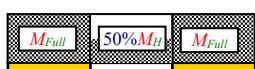
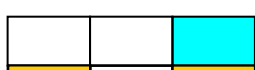
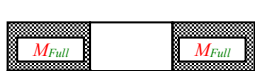
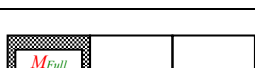
表 2 *BC-A* 船で隔倉積状態において空倉となる貨物倉のせん断力評価のための標準積付状態（中央貨物倉を空倉とする）

	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図 後 中央 前	荷重ケース（設計波）				注記 （表 1 の注 記による）
				静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
				静水中せん断力				
10SF	隔倉積状態 (3.4.1)	T_S		F2				2), 7)
				$0.8M_{SW,H}$				
				Q_{SW}				
13SF	ヘビーバラスト 状態 (3.5.1)	$T_{HB(min)}$		H1				7), 11), 12)
				$0.8M_{SW,S}$				
				Q_{SW}				

a) 番号は 4 章 7 節に規定される積付状態と対応する。

b) $M_{SW,H}$, $M_{SW,S}$: 航海状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

表3 BC-A 船で隔倉積状態において積付倉となる貨物倉を考慮する場合の標準積付状態（中央貨物倉を積付倉とする）

	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				注記
							静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
1	満載状態 (2.1.3)	T_S					P1				1), 2)
							$0.5M_{SW,S}$				
2	満載状態 (3.2.1)	T_S					P1				1), 3)
							$0.5M_{SW,S}$				
3	スラック積状態 (3.2.2)	T_S					P1				3)
							0				
4	最大バラスト 喫水状態 (3.2.3)	T_{HB}					R1	R1	P1		4), 5)
							$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$		
5	多港積荷・ 揚荷状態 -2 (3.3.2)	$0.83T_S$					F2	P1			3), 6)
							$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$			
6	多港積荷・ 揚荷状態 -3 (3.3.3)	$0.67T_S$					P1				3), 6)
							$M_{SW,S}$				
7	多港積荷・ 揚荷状態 -3 (3.3.3)	$0.67T_S$					P1				3), 6)
							$M_{SW,S}$				
8	多港積荷・ 揚荷状態 -4 (3.3.4)	$0.75T_S$					F2	R1	R1	P1	3), 6)
							$M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	

	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				注記
							静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
9	多港積荷・揚荷状態 -4 (3.3.4)	0.75T _S					F2	R1	R1	P1	3), 6)
							M _{SW,H}	M _{SW,H}	M _{SW,S}	M _{SW,S}	
10	隔倉積状態 (3.4.2)	T _S					F2	P1			2)
							M _{SW,H}	0			
11	ブロック積状態 (3.4.3)	T _S					H1	F2	P1		2), 8), 9), 10)
							M _{SW,S}	M _{SW,H}	M _{SW,S}		
12	ブロック積状態 (3.4.3)	T _S					H1	F2	P1		2), 8), 9), 10)
							M _{SW,S}	M _{SW,H}	M _{SW,S}		
13	ヘビーバラスト状態 (3.5.1)	T _{HB(min)}					H1	R1	R1		11), 12)
							M _{SW,S}	0	M _{SW,S}		
14	ヘビーバラスト状態	T _{HB(min)}					R1	R1			11), 12), 13)
							0	M _{SW,S}			
15	港内状態 -1 (3.6.1)	0.67T _S					---	---			2), 15)
							M _{SW,P,H}	M _{SW,P,S}			
16	港内状態 -1 (3.6.1)	0.67T _S					---	---			3), 14), 15)
							M _{SW,P,H}	M _{SW,P,S}			
17	港内状態 -1 (3.6.1)	0.67T _S					---	---			3), 14), 15)
							M _{SW,P,H}	M _{SW,P,S}			

	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				注記
							静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
18	港内状態 -2 (3.6.2)	0.67 <i>T_S</i>					---	---			3), 14), 15)
							<i>M_{SW,P,H}</i>	<i>M_{SW,P,S}</i>			
19	港内状態 -2 (3.6.2)	0.67 <i>T_S</i>					---	---			3), 14), 15)
							<i>M_{SW,P,H}</i>	<i>M_{SW,P,S}</i>			

a) 番号は 4 章 7 節に規定される積付状態と対応する。

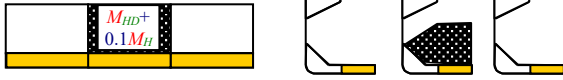
b) $M_{SW,H}$, $M_{SW,S}$: 航海状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

$M_{SW,P,H}$, $M_{SW,P,S}$: 港内状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

注記

- この 2 つの積付状態は、貨物密度が 3.0 t/m^3 の貨物を M_{Full} 積載した積付状態を考慮することで代替できる。
- 指定のない場合は、貨物密度は 3.0 t/m^3 とする。
- M_H/V_H 又は 1.0 t/m^3 のうち、大きい方の値を用いること。
- バラスト兼用倉がない場合には、ノーマルバラスト状態では $M_{SW,S} = 0$ とする。
- バラスト兼用倉を適切に配置する。
- {no MP} が付記される船舶にあつては、考慮しなくてよい。
- せん断力評価では、曲げモーメントを $(0.8M_{SW} + 0.65C_{WT}M_{WT})$ に減じ、最大せん断力 $(Q_{SW} + Q_{WT})$ を考慮する。
- ローディングマニュアルに記載される場合のみ考慮する。
- M_{BLK} : ローディングマニュアルに記載される設計積付状態中での最大貨物質量
- 静水中縦曲げモーメントは、計画値ではなくローディングマニュアルに記載される実際の値を用いる。
- バラスト兼用倉が隔倉積状態で積付倉となる場合のみ考慮する。
- ヘビーバラスト状態における最小喫水を用いる。
- ローディングマニュアルで明確に禁止されている場合には考慮しなくてよい。
- {no MP} が付記される船舶のみ考慮する。
- 海水圧及び内圧は静荷重を考慮する。

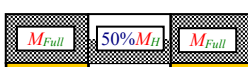
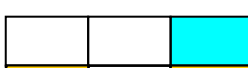
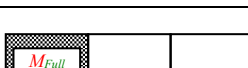
表 4 BC-A 船で隔倉積状態において積付倉となる貨物倉のせん断力評価のための標準積付状態（中央貨物倉が積付倉とする）

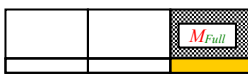
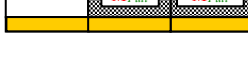
	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				注記 （表 3 の注記 による）
							静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
							静水中せん断力				
10SF	隔倉積状態 (3.4.2)	T_S					F2				2), 7)
							$0.8M_{SW,H}$				
							Q_{SW}				
13SF	ヘビーバラスト 状態 (3.5.1)	$T_{HB(min)}$					H1				7), 11), 12)
							$0.8M_{SW,S}$				
							Q_{SW}				

a) 番号は 4 章 7 節に規定される積付状態と対応する。

b) $M_{SW,H}$, $M_{SW,S}$: 航海状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

表 5 BC-B 船及び BC-C 船の標準積付状態

	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				注記
							静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
1	満載状態 (2.1.3)	T_S					P1				1), 2), 3)
							$0.5M_{SW,S}$				
2	満載状態 (3.2.1)	T_S					P1				2), 4)
							$0.5M_{SW,S}$				
3	スラック積状態 (3.2.2)	T_S					P1				4)
							0				
4	最大バラスト 喫水状態 (3.2.3)	T_{HB}					R1	R1	P1	F2	5), 6), 14)
							$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	$M_{SW,H}$	
5	多港積荷・ 揚荷状態 -2 (3.3.2)	$0.83T_S$					F2	P1			4), 7)
							$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$			
6	多港積荷・ 揚荷状態 -3 (3.3.3)	$0.67T_S$					P1				4), 7)
							$M_{SW,S}$				
7	多港積荷・ 揚荷状態 -3 (3.3.3)	$0.67T_S$					P1				4), 7)
							$M_{SW,S}$				
8	多港積荷・ 揚荷状態 -4 (3.3.4)	$0.75T_S$					F2	R1	R1	P1	4), 7)
							$M_{SW,H}$	$M_{SW,H}$	$M_{SW,S}$	$M_{SW,S}$	

	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				注記
							静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
9	多港積荷・揚荷状態 -4 (3.3.4)	0.75T _S					F2	R1	R1	P1	4), 7)
							M _{SW,H}	M _{SW,H}	M _{SW,S}	M _{SW,S}	
10	ヘビーバラスト状態 (3.5.1)	T _{HB(min)}					H1	R1	R1		9), 10)
							M _{SW,S}	0	M _{SW,S}		
11	ヘビーバラスト状態	T _{HB(min)}					R1	R1			9), 10), 11)
							0	M _{SW,S}			
12	港内状態 -1 (3.6.1)	0.67T _S					---	---			4), 12),13)
							M _{S,P(+)}	M _{S,P(-)}			
13	港内状態 -1 (3.6.1)	0.67T _S					---	---			4), 12), 13)
							M _{S,P(+)}	M _{S,P(-)}			
14	港内状態 -2 (3.6.2)	0.67T _S					---	---			4), 12), 13)
							M _{S,P(+)}	M _{S,P(-)}			
15	港内状態 -2 (3.6.2)	0.67T _S					---	---			4), 12), 13)
							M _{S,P(+)}	M _{S,P(-)}			

a) 番号は 4 章 7 節に規定される積付状態と対応する。

b) $M_{SW,H}$, $M_{SW,S}$: 航海状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

$M_{SW,P,H}$, $M_{SW,P,S}$: 港内状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

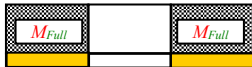
注記

1) BC-B 船でのみ考慮する。

2) BC-B 船にあっては、この 2 つの積付状態は、貨物密度が 3.0 t/m^3 の貨物を M_{Full} 積載した積付状態を考慮することで代替できる。

- 3) 指定のない場合は、貨物密度は 3.0 t/m^3 とする。
- 4) M_H/V_H 又は 1.0 t/m^3 のうち、大きい方の値を用いること。
- 5) バラスト兼用倉がない場合には、ノーマルバラスト状態では $M_{SW,S} = 0$ とする。
- 6) バラスト兼用倉を適切に配置する。
- 7) {no MP} が付記される船舶にあっては、考慮しなくてよい。
- 8) せん断力評価では、曲げモーメントを $(0.8M_{SW} + 0.65C_{WT}M_{WT})$ に減じ、最大せん断力 $(Q_{SW} + Q_{WT})$ を考慮する。
- 9) バラスト兼用倉がある場合のみ考慮する。
- 10) ヘビーバラスト状態における最小喫水を用いる。
- 11) ローディングマニュアルで明確に禁止されている場合には考慮しなくてよい。
- 12) {no MP} が付記される船舶のみ考慮する。
- 13) 海水圧及び内圧は静荷重を考慮する。
- 14) {no MP} が付記される船舶にあっては、荷重ケース F2 を考慮する。

表 6 BC-B 船及び BC-C 船のせん断力評価のための標準積付状態

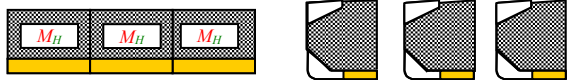
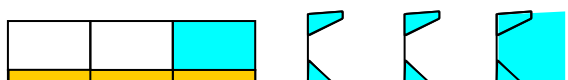
	積付状態 ^{a)}	喫水	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				注記 （表 5 の注記 による）
							静水中縦曲げモーメント ^{b)}				
							静水中せん断力				
5SF	多港積荷・ 揚荷状態 -2 (3.3.2)	0.83 T_S					F2				4), 7), 8)
							0.8 $M_{SW,H}$				
							Q_{SW}				
10SF	ヘビーバラスト 状態 (3.5.1)	$T_{HB(min)}$					H1				8), 9), 10)
							0.8 $M_{SW,S}$				
							Q_{SW}				

a) 番号は 4 章 7 節に規定される積付状態と対応する。

b) $M_{SW,H}$, $M_{SW,S}$: 航海状態におけるホギング状態及びサギング状態に対応する許容静水中縦曲げモーメント

付録3 疲労強度評価で考慮する標準積付状態

表1 BC-A 船で隔倉積状態において空倉となる貨物倉を考慮する場合の標準積付状態（中央貨物倉を空倉とする）

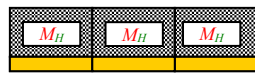
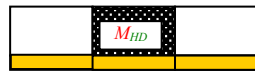
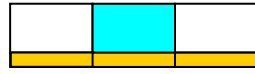
	積付状態	喫水 ^{a)}	参考図 後 中央 前	荷重ケース（設計波）				静水中縦曲げモーメント ^{b)}	注記
1	満載状態	T		H1	F1	R1	P1	$M_{S(1)}$	1)
				H2	F2	R2	P2		
2	隔倉積状態	T		H1	F1	R1	P1	$M_{S(2)}$	2)
				H2	F2	R2	P2		
3	ノーマルバラスト状態	T_{NB}		H1	F1	R1	P1	$M_{S(3)}$	
				H2	F2	R2	P2		
4	ヘビーバラスト状態	T_{HB}		H1	F1	R1	P1	$M_{S(4)}$	3)
				H2	F2	R2	P2		
				H1	F1	R1	P1	$M_{S(4)}$	4)
				H2	F2	R2	P2		

a) T : 満載喫水, T_{NB} : ノーマルバラスト喫水, T_{HB} : ヘビーバラスト喫水b) $M_{S(1)}$, $M_{S(2)}$, $M_{S(3)}$, $M_{S(4)}$: 静水中縦曲げモーメントで、8章3節3.2.2の規定による。

注記

- 1) 貨物密度として M_H/V_H を用いる。
- 2) 指定のない場合は、貨物密度は 3.0 t/m^3 とする。
- 3) 隔倉積状態において空倉で、かつ、バラスト兼用倉ではない場合のみ考慮する。バラスト兼用倉を適切に配置すること。
- 4) 隔倉積状態において空倉で、かつ、バラスト兼用倉である場合のみ考慮する。

表2 BC-A 船で隔倉積状態において積付倉となる貨物倉を考慮する場合の標準積付状態（中央貨物倉を積付倉とする）

	積付状態	喫水 ^{a)}	参考図	後	中央	前	荷重ケース（設計波）				静水中縦曲げモーメント ^{b)}	注記
1	満載状態	T					H1	F1	R1	P1	$M_{S,(1)}$	1)
							H2	F2	R2	P2		
2	隔倉積状態	T					H1	F1	R1	P1	$M_{S,(2)}$	2)
							H2	F2	R2	P2		
3	ノーマルバラスト状態	T_{NB}					H1	F1	R1	P1	$M_{S,(3)}$	
							H2	F2	R2	P2		
4	ヘビーバラスト状態	T_{HB}					H1	F1	R1	P1	$M_{S,(4)}$	3)
							H2	F2	R2	P2		
							H1	F1	R1	P1	$M_{S,(4)}$	4)
							H2	F2	R2	P2		

a) T : 満載喫水, T_{NB} : ノーマルバラスト喫水, T_{HB} : ヘビーバラスト喫水b) $M_{S,(1)}$, $M_{S,(2)}$, $M_{S,(3)}$, $M_{S,(4)}$: 静水中縦曲げモーメントで、8章3節3.2.2の規定による。

注記

- 1) 貨物密度として M_H/V_H を用いる。
- 2) 指定のない場合は、貨物密度は 3.0 t/m^3 とする。
- 3) 隔倉積状態において積付倉で、かつ、バラスト兼用倉ではない場合のみ考慮する。バラスト兼用倉を適切に配置すること。
- 4) 隔倉積状態において積付倉で、かつ、バラスト兼用倉である場合のみ考慮する。

表 3 BC-B 船及び BC-C 船で考慮する標準積付状態

No.	積付状態	喫水 ^{a)}	参考図 後 中央 前	荷重ケース（設計波）				静水中縦曲げ モーメント ^{b)}	注記			
1	満載状態	T					H1	F1	R1	P1	$M_{S,(1)}$	1)
							H2	F2	R2	P2		
2	ノーマルバラスト 状態	T_{NB}					H1	F1	R1	P1	$M_{S,(3)}$	
							H2	F2	R2	P2		
3	ヘビーバラスト 状態	T_{HB}					H1	F1	R1	P1	$M_{S,(4)}$	2)
							H2	F2	R2	P2		
							H1	F1	R1	P1	$M_{S,(4)}$	3)
							H2	F2	R2	P2		

a) T : 満載喫水, T_{NB} : ノーマルバラスト喫水, T_{HB} : ヘビーバラスト喫水

b) $M_{S(1)}$, $M_{S(2)}$, $M_{S(3)}$, $M_{S(4)}$: 静水中縦曲げモーメントで, 8章3節3.2.2の規定による。

注記

1) 貨物密度として M_H/V_H を用いる。

2) 中央部貨物倉で, かつ, バラスト兼用倉でない場合のみ適用する。バラスト兼用倉を適切に配置すること。

3) 中央部貨物倉で, かつ, バラスト兼用倉である場合のみ適用する。

5 章 ハルガーダ強度

1 節 降伏強度評価

記号

本節で規定されない記号については、1章4節による。

- M_{SW} : 考慮する船体横断面の位置における非損傷状態の静水中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節2.2の規定による。
 ホギング状態 : $M_{SW} = M_{SW,H}$
 サギング状態 : $M_{SW} = M_{SW,S}$
- M_{WV} : 考慮する船体横断面の位置における非損傷状態の波浪縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節3.1の規定による。
- $M_{SW,F}$: 考慮する船体横断面の位置における浸水状態の静水中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節による。
 $M_{WV,F}$: 考慮する船体横断面の位置における浸水状態の波浪縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節による。
 $M_{WV,P}$: 考慮する船体横断面の位置における港内状態の波浪縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節による。
 M_{WH} : 考慮する船体横断面の位置における波浪水平曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節3.3の規定による。
- Q_{SW} : 考慮する船体横断面の位置における非損傷状態の静水中せん断力 (kN) で、4章3節2.3の規定による。
 Q_{WV} : 考慮する船体横断面の位置における非損傷状態の波浪せん断力 (kN) で、4章3節3.2の規定による。
 $Q_{SW,F}$: 考慮する船体横断面の位置における浸水状態の静水中せん断力 (kN) で、4章3節による。
 $Q_{WV,F}$: 考慮する船体横断面の位置における浸水状態の波浪せん断力 (kN) で、4章3節による。
 $Q_{WV,P}$: 考慮する船体横断面の位置における港内状態の波浪せん断力 (kN) で、4章3節による。
- k : 材料係数で、1章4節2.2.1の規定による。
- x : 1章4節4に定義する座標系における、計算点の x 座標 (m)。
- z : 1章4節4に定義する座標系における、計算点の z 座標 (m)。
- N : 1章4節4に定義する座標系における、1.2に定義する船体横断面の水平中性軸の z 座標 (m)。
- V_D : 垂直距離 (m) で、1.4.2の規定による。
- I_Y : 考慮する船体横断面の水平中性軸に対する断面二次モーメント (m^4) で、1.5により算出する。
- I_Z : 考慮している船体横断面の垂直中性軸に対する断面二次モーメント (m^4) で、1.5により算出する。
- S : 考慮する船体横断面の断面一次モーメント (m^3) で、1.6により算出する。
- Z_A : 考慮する船体横断面のネット断面係数 (m^3) で、1.4.1により算出する。
- Z_{AB}, Z_{AD} : 船底及び甲板におけるネット断面係数 (m^3) で、1.4.2により算出する。
- C : 係数で、1章4節2.3.1の規定による。
- $\sigma_{1,ALL}$: 許容直応力 (N/mm^2) で、3.1.1の規定による。
- $\tau_{1,ALL}$: 許容せん断応力 (N/mm^2) で、3.2.1の規定による。
- ρ : 海水密度で、 $1.025 t/m^3$ とする。

1. 船体横断面の強度特性

1.1 一般

1.1.1

本規定は、4章3節に規定する荷重に関連して、2.から5.に規定する強度評価に使用される船体横断面の強度特性の算出に関する規準を規定する。

1.2 船体横断面

1.2.1 一般

船体横断面は、ハルガーダ強度に寄与する構造部材、即ち、1.2.2 から 1.2.9 までの規定を考慮し、1.3 に定義する強力甲板下の全ての縦通部材によって構成されるものとして考慮しなければならない。

次に示す強度評価に使用するハルガーダ強度特性については、これらの部材の寸法は、申請グロス寸法から $0.5t_c$ を差し引いた申請ネット寸法で考慮しなければならない。(3章2節参照)

- ・ 2. から 5. に示す降伏強度評価
- ・ 5章2節に規定する縦曲げ最終強度評価
- ・ 6章に規定する板部材、防撓材及び主要支持部材の強度評価を行なうためのハルガーダ応力の算出

1.2.2 連続したトランク及び連続した縦通ハッチコーミング

連続したトランク及び連続した縦通ハッチコーミングが、縦通隔壁又は主要支持部材により有効に支持される構造の場合には、縦通部材に含めることができる。

1.2.3 甲板上に溶接された縦通防撓材及び縦桁

甲板上(1.2.2 の規定により縦通部材に含めるトランクの頂部甲板を含む。)に溶接される縦通防撓材及び縦桁は、船体横断面に含めなければならない。

1.2.4 縦通隔壁に支持される倉口間縦桁部材

縦通隔壁で有効に支持される縦桁が倉口間にある場合、これらの縦桁の横断面は、船体横断面に含めなければならない。

1.2.5 立て波形縦通隔壁

立て波形縦通隔壁は、船体横断面に含めてはならない。

1.2.6 鋼以外の材料の構造部材

ハルガーダ強度に寄与する部材をヤング率 $2.06 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ の鋼以外の材料とする場合、船体横断面に含めることができる鋼と等価な断面積 (m^2) は、次式による。

$$A_{SE} = \frac{E}{2.06 \times 10^5} A_M$$

A_M : 考慮する部材の断面積 (m^2)

1.2.7 大開口

大開口とは次による。

- ・ 長さ $2.5m$ 又は幅 $1.2m$ を超える楕円形
- ・ 直径 $0.9m$ を超える円形

大開口及びスカラップ溶接を適用する場合のスカラップは、常に船体横断面の断面積から控除しなければならない。

1.2.8 小開口

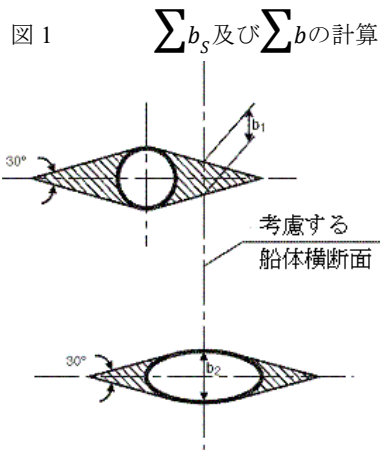
強力甲板又は船底部の同一断面にある 1.2.7 に示す大開口以外の小開口は、次式を満足する場合、船体横断面に含む断面積から控除する必要はない。

$$\sum b_s \leq 0.06 \left(B - \sum b \right)$$

$\sum b_s$: 考慮する横断面における強力甲板又は船底部にある小開口の幅の総和 (m) で、図 1 に示すように決定する。

$\sum b$: 考慮する横断面における大開口の幅の総和 (m) で、図 1 に示すように決定する。

小開口の幅の総和 $\sum b_s$ が上記の条件を満足しない場合、上記を超過する幅の分については、船体横断面から控除しなければならない。



1.2.9 軽目孔、排水口及び単独のスカルップ

縦通材にある軽目孔、排水口及び単独のスカルップは、それらの高さが $0.25h_w$ 未満で、かつ、 75mm 以下の場合には、その高さ分を差し引く必要はない。ここで、 h_w はウェブ高さ (mm) とする。

その他の場合、上記を超過する分を断面積から控除するか、又は、これに見合った補強をしなければならない。

1.3 強力甲板

1.3.1

強力甲板とは、一般に、最上層全通甲板とする。

船楼又は甲板室がハルガーダ強度に寄与する場合、強力甲板は、船楼甲板又は甲板室の最上層の甲板とする。

1.3.2

船体中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 内の長さが $0.15L_{CSR-B}$ 以上の船楼については、一般にハルガーダ強度に寄与するものとみなす。

その他の船楼又は甲板室のハルガーダ強度への寄与については、ハルガーダ強度への関与の割合を評価するために、その都度評定しなければならない。

1.4 断面係数

1.4.1

船体横断面の断面係数 (m^3) は、次式による。

$$Z_A = \frac{I_Y}{|z - N|}$$

1.4.2

船底及び甲板における断面係数 (m^3) は、次式による。

- 船底 : $Z_{AB} = I_Y / N$

- 甲板 : $Z_{AD} = I_Y / V_D$

V_D : 垂直距離 (m) で、以下による。

- 一般 :

$$V_D = z_D - N$$

z_D : 1章4節4に定義する座標系における、船側における強力甲板の z 座標 (m) で、1.3の規定による。

- 1.2.2に規定する I_Y の計算に、連続したトランク又はハッチコーミングを考慮する場合 :

$$V_D = (z_T - N) \left(0.9 + 0.2 \frac{y_T}{B} \right) \geq z_D - N$$

y_T 及び z_T : 1章4節4に定義する座標系における、連続するトランク又はハッチコーミング頂部の y 座標 (m) 及び z 座標 (m) で、 V_D の値を最大にする点について測らなければならない。

- 1.2.3に規定する I_Y に、強力甲板上に溶接される縦通防撓材又は縦桁を算入する場合、 V_D は、連続するトランク又はハッチコーミングに対する上記算式により算定しなければならない。この場合、 y_T 及び z_T は、1章4節4で定義する座標系における、縦通防撓材又は縦桁の頂部の y 座標 (m) 及び z 座標 (m) とする。

1.5 断面二次モーメント

1.5.1

断面二次モーメント I_y 及び I_z (m^4) は, 1.2 に規定する船体横断面の各水平中性軸及び垂直中性軸に対して算定する。

1.6 断面一次モーメント

1.6.1

船の中央における基線上の高さ z における断面一次モーメント S (m^3) は, 1.2 に規定する船体横断面において, 高さ z より上方に位置する部分の水平中性軸に対する断面一次モーメントとする。

2. ハルガーダ応力

2.1 直応力

2.1.1 一般

1.2.6 の規定により船体横断面に含める構造部材のうち、ヤング率 E が 2.06×10^5 (N/mm²) である鋼以外の材料の部分における直応力は、次式による。

$$\sigma_1 = \frac{E}{2.06 \times 10^5} \sigma_{1S}$$

σ_{1S} : 考慮する構造部材の直応力 (N/mm²) で、1.2.6 に規定する等価な断面積 A_{SE} を有する構造部材を考慮し、2.1.2 及び 2.1.3 により算定する。

2.1.2 縦曲げモーメントにより生じる直応力

縦曲げモーメントにより生じる直応力 (N/mm²) は次式による。

- ・ z_{VD} より下方の船体横断面の任意点。この時、 $z_{VD} = V_D + N$ とする。

$$\sigma_1 = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{Z_A} 10^{-3}$$

- ・ 船底 : $\sigma_1 = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{Z_{AB}} 10^{-3}$

- ・ 甲板 : $\sigma_1 = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{Z_{AD}} 10^{-3}$

2.1.3 BC-A 船及び BC-B 船の浸水状態における直応力

BC-A 船及び BC-B 船については、2.1.2 の規定に加え、本規定を適用する。

4章3節に規定する浸水状態における直応力 (N/mm²) は、次式によらなければならない。

$$\sigma_1 = \frac{M_{SW,F} + M_{WV,F}}{Z_A} 10^{-3}$$

2.2 セン断応力

2.2.1 一般

非損傷状態におけるせん断力 Q_{SW} 及び Q_{WV} により生じるせん断応力、また、BC-A 船及び BC-B 船については浸水状態におけるせん断力 $Q_{SW,F}$ 及び $Q_{WV,F}$ により生じるせん断応力は、通常、直接解析により求めなければならない。

せん断力を組み合わせる際、非損傷状態におけるせん断力 Q_{SW} 及び Q_{WV} の符号を同じにしなければならない。浸水状態におけるせん断力 $Q_{SW,F}$ 及び $Q_{WV,F}$ についても同様としなければならない。

2.2.2 に従い、せん断力修正 ΔQ_C を考慮しなければならない。せん断力修正は、構造モデルの最前部貨物倉の前端部及び最後部貨物倉の後端部については考慮する必要はない。

代替手法として、非損傷状態におけるせん断力 Q_{SW} 及び Q_{WV} により生じるせん断応力、また、BC-A 船及び BC-B 船については浸水状態におけるせん断力 $Q_{SW,F}$ 及び $Q_{WV,F}$ により生じるせん断応力については、2.2.2 及び 2.2.3 にそれぞれ規定する簡易手法によることができる。

2.2.2 セン断力により生じるせん断応力の簡易計算手法

考慮する位置における、せん断力により生じるせん断応力 (N/mm²) は、次式による。

$$\tau_1 = (Q_{SW} + Q_{WV} - \varepsilon \Delta Q_C) \frac{S}{I_y t} \delta$$

t : 船側外板及び内殻板の最小ネット板厚 (mm) で、表 1 による。

δ : セン断分布係数で、表 1 による。

$$\varepsilon = \text{sgn}(Q_{SW}) = \frac{Q_{SW}}{|Q_{SW}|}$$

ΔQ_C : 考慮する横断面のせん断力修正で、考慮する貨物倉の横隔壁前後においてそれぞれ考慮する。適用可能な場合、二重底縦桁により横隔壁に伝達される荷重の割合を考慮する。(図 2 参照)

- ・ 隔倉積状態及びヘビーバラスト状態のような不均等積状態を計画する船舶で不均等積状態の場合 :

$$\Delta Q_C = \alpha \left| \frac{M}{B_H l_H} - \rho T_{LC, mh} \right|$$

- ・ その他の船舶又は上記の船舶で均等積状態の場合 :

$$\Delta Q_C = 0$$

$$\alpha = g \frac{l_0 b_0}{2 + \phi \frac{l_0}{b_0}}$$

$$\phi = 1.38 + 1.55 \frac{l_0}{b_0} \quad \text{ただし, } 3.7 \text{ を超える場合, } 3.7 \text{ とすること。}$$

l_0, b_0 : 考慮する貨物倉内の二重底の平坦部分の長さ及び幅 (m) で, b_0 は貨物倉中央部での値とする。

l_H : 考慮する貨物倉の長さ (m) で, 横隔壁深さの中間点での値とする。

B_H : 考慮する貨物倉の中央部における船幅 (m) で, 二重底高さでの値とする。

M : 考慮する断面における質量 (t)。

- 考慮する不均等積状態で, 隣接する貨物倉に積載する場合:

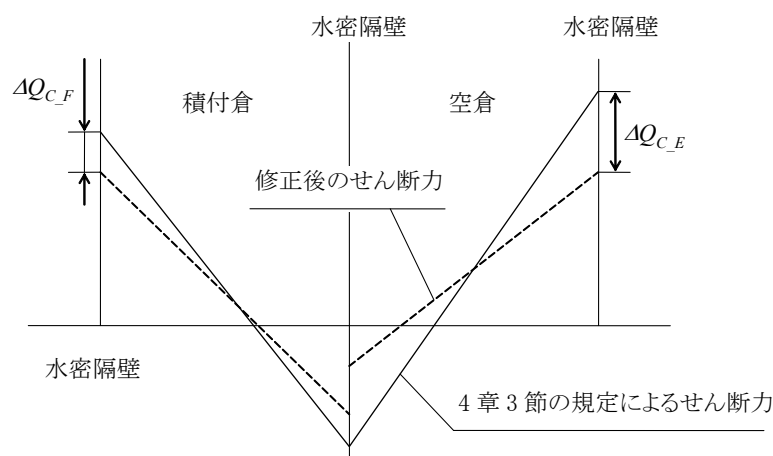
貨物倉の総質量及びホッパ斜板及び縦通隔壁箇所の側桁間にある二重底タンク内の, バラストの質量を含まなければならない。

- その他の場合:

貨物倉の総質量

$T_{LC,mh}$: 喫水 (m) で, 考慮する貨物倉の中央部の船体横断面において, 基線から考慮している積付状態における喫水線まで, 垂直に測る。

図2 セン断力修正 ΔQ_c



備考:

ΔQ_{C_F} : 積付倉のせん断力修正

ΔQ_{C_E} : 空倉のせん断力修正

表1 セン断力により生じるせん断応力

船型	位置	t (mm)	δ
単船側構造	船側外板	t_s	0.5
二重船側構造	船側外板	t_s	$0.5(1 - \phi)$
	内殻	t_{IS}	0.5ϕ

備考:

t_s, t_{IS} : 船側外板及び内殻板の最小ネット板厚 (mm)。

t_{SM}, t_{ISM} : 船側外板及び内殻板の平均ネット板厚 (mm)。平均板厚は, 船側外板及び内殻の i 番目の条板の長さを ℓ_i , ネット板厚を t_i とする場合, $\sum(\ell_i t_i) / \sum \ell_i$ により計算される。

ϕ : 修正係数で, 次の算式による。

$$\phi = 0.275 + 0.25 \frac{t_{ISM}}{t_{SM}}$$

2.2.3 BC-A 船及び BC-B 船の浸水状態におけるせん断応力

BC-A 船及び BC-B 船については、2.2.1 及び 2.2.2 の規定に加え、本規定を適用する。

計算箇所における、4 章 3 節に規定する浸水状態におけるせん断応力 (N/mm^2) は、次式によらなければならない。

$$\tau_1 = (Q_{SW,F} + Q_{WV,F} - \varepsilon \Delta Q_C) \frac{S}{I_y t} \delta$$

$$\varepsilon = \text{sgn}(Q_{SW,F}) = \frac{Q_{SW,F}}{|Q_{SW,F}|}$$

ΔQ_C : 2.2.2 の規定により算出するせん断力修正で、貨物質量 M には考慮する貨物倉に浸水した水の質量を含むものとしなければならない。また考慮する喫水 $T_{LC,mh}$ は、最終平衡状態における喫水線までとしなければならない。

t : 船側外板のネット板厚 (mm)。

3. 評価基準

3.1 直応力

3.1.1

2.1.2 の規定、また、適用される場合は 2.1.3 の規定により算定される直応力 σ_1 が、次式に適合することを確認しなければならない。

$$\sigma_1 \leq \sigma_{1,ALL}$$

$\sigma_{1,ALL}$: 次式による許容直応力 (N/mm^2)。

$$\frac{x}{L_{CSR-B}} \leq 0.1 \text{ の場合 : } \sigma_{1,ALL} = \frac{130}{k}$$

$$0.1 < \frac{x}{L_{CSR-B}} < 0.3 \text{ の場合 : } \sigma_{1,ALL} = \frac{190}{k} - \frac{1500}{k} \left(\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.3 \right)^2$$

$$0.3 \leq \frac{x}{L_{CSR-B}} \leq 0.7 \text{ の場合 : } \sigma_{1,ALL} = \frac{190}{k}$$

$$0.7 < \frac{x}{L_{CSR-B}} < 0.9 \text{ の場合 : } \sigma_{1,ALL} = \frac{190}{k} - \frac{1500}{k} \left(\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.7 \right)^2$$

$$\frac{x}{L_{CSR-B}} \geq 0.9 \text{ の場合 : } \sigma_{1,ALL} = \frac{130}{k}$$

3.2 せん断応力

3.2.1

2.2.1 又は 2.2.2 の規定、また、適用される場合は 2.2.3 の規定により算定されるせん断応力 τ_1 が、次式に適合することを確認しなければならない。

$$\tau_1 \leq \tau_{1,ALL}$$

$\tau_{1,ALL}$: 許容せん断応力 (N/mm^2) で、次式による。

$$\tau_{1,ALL} = \frac{120}{k}$$

4. 断面係数及び断面二次モーメント

4.1 一般

4.1.1

次の 4.2 から 4.5 の要件は、3. に示す評価基準を満たす最小ネット断面係数及びハルガーダの十分な剛性を確保するために必要な船体中央部のネット断面二次モーメントを規定する。

4.1.2

材料係数 k は、1. に規定するハルガーダ強度に寄与する船底構造部材及び甲板構造部材に使用される材料について決定しなければならない。

高張力鋼に対する材料係数を使用する場合、4.5 の規定を適用する。

4.2 船体中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間の断面係数

4.2.1

船体中央部のネット断面係数 Z_{AB} 及び Z_{AD} は、次式による値 (m^3) 以上としなければならない。

$$\bullet \quad Z_{R,MIN} = 0.9CL_{CSR-B}^2 B(C_B + 0.7)k10^{-6}$$

4.2.2

上記に加え、中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間のネット断面係数 Z_{AB} 及び Z_{AD} は、次式による値 (m^3) 以上としなければならない。

$$\bullet \quad Z_R = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{\sigma_{1,ALL}} 10^{-3}$$

BC-A 船及び BC-B 船については、上記に加え、次式による値以上としなければならない。

$$\bullet \quad Z_R = \frac{M_{SW,F} + M_{WV,F}}{\sigma_{1,ALL}} 10^{-3}$$

4.2.3

1.2.8 に規定する小開口の合計幅 $\sum b_s$ を船体横断面の断面積から控除する場合、4.2.1 及び 4.2.2 に規定する Z_R 及び $Z_{R,MIN}$ 値を 3% 減じることができる。

4.2.4

中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間については、4.2.1 に規定する断面係数に基づくハルガーダ強度に寄与する構造部材 (1.参照) の寸法を維持しなければならない。

4.3 船体中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間以外の断面係数

4.3.1

船体中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間以外のネット断面係数 Z_{AB} 及び Z_{AD} は、次式による値 (m^3) 以上としなければならない。

$$\bullet \quad Z_R = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{\sigma_{1,ALL}} 10^{-3}$$

BC-A 船及び BC-B 船については、上記に加え、次式による値以上としなければならない。

$$\bullet \quad Z_R = \frac{M_{SW,F} + M_{WV,F}}{\sigma_{1,ALL}} 10^{-3}$$

4.3.2

中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間以外の場所におけるハルガーダ強度に寄与する構造部材 (1.参照) の寸法については、9 章 1 節及び 9 章 2 節に規定する船首尾部分の局部強度評価で要求される最小値まで徐々に減じることができる。

4.4 船体中央部の断面二次モーメント

4.4.1

水平中性軸回りのネット断面二次モーメント (m^4) は、次式による値以上としなければならない。

$$\bullet \quad I_{YR} = 3Z'_{R,MIN} L_{CSR-B} 10^{-2}$$

$Z'_{R,MIN}$: 4.2.1 の規定において、 $k=1$ として算定される中央断面の要求ネット断面係数 $Z_{R,MIN}$ (m^3) とする。

4.5 高張力鋼の使用範囲

4.5.1

高張力鋼の材料係数を、4.2 又は 4.3 の規定による船底及び甲板における要求断面係数の算定に使用する場合、少なくとも次式による垂直距離の範囲内にあるハルガーダ強度に寄与するすべての部材 (1.参照) については、使用する材料係数に応じた高張力鋼としなければならない。

- 船底における断面係数に対しては、基線から上方に次式による値の範囲

$$V_{HB} = \frac{\sigma_{1B} - k\sigma_{1,ALL}}{\sigma_{1B} + \sigma_{1D}} z_D$$

- 甲板における断面係数に対しては、船体横断面の中性軸より距離 V_D (1.4.2 参照) 上方に位置する水平線から下方に次式による値の範囲

$$V_{HD} = \frac{\sigma_{1D} - k\sigma_{1,ALL}}{\sigma_{1B} + \sigma_{1D}} (N + V_D)$$

σ_{1B} , σ_{1D} : 2.1 により算定される船底及び甲板における直応力 (N/mm^2)

z_D : 1 章 4 節 4 に定義する座標系における、1.3 に規定する強力甲板の z 座標 (m)

4.5.2

本編の規定において強度上の目的により要求される場合、高張力鋼は、船体中央部 $0.4L_{CSR-B}$ 間の長さの範囲にわたり使用しなければならない。

5. 許容静水中縦曲げモーメント及びせん断力

5.1 非損傷状態における許容静水中縦曲げモーメント及びせん断力

5.1.1 許容静水中縦曲げモーメント

非損傷状態における、任意の船体横断面位置でのホギング又はサギング状態の許容静水中縦曲げモーメントは、4.2 及び 4.3 の規定による船体横断面の断面係数計算において考慮した M_{SW} の値とする。

船体横断面に構造上の不連続箇所がある場合、許容静水中縦曲げモーメントの分布については、その都度検討する。

5.1.2 許容静水中せん断力—直接計算

せん断応力を 2.2.1 の規定に基づき直接計算により算定する場合、非損傷状態における任意の船体横断面位置での正及び負の許容静水中せん断力 (kN) は、次式による。

$$Q_P = \varepsilon |Q_T| - Q_{WV}$$

$$\varepsilon = \text{sgn}(Q_{SW})$$

Q_T : ネット船体横断面におけるせん断応力が最も高くなる点に、せん断応力 $\tau = 120/k$ (N/mm^2) を生じさせるせん断力 (kN) で、2.2.2 の規定により従ってせん断修正 ΔQ_C を考慮する。

造船所が希望する場合、より小さい許容静水中せん断力とすることができる。

5.1.3 許容静水中せん断力—簡易計算

せん断応力を 2.2.2 に規定する簡易計算により算定する場合、非損傷状態における任意の船体横断面位置での正及び負の許容静水中せん断力 (kN) は、次式による。

$$Q_P = \varepsilon \left(\frac{120 I_y t}{k \delta S} + \Delta Q_C \right) - Q_{WV}$$

$$\varepsilon = \text{sgn}(Q_{SW})$$

δ : せん断分布係数で、表 1 による。

t : 船側外板及び内殻板の最小ネット板厚 (mm) で、表 1 による。

ΔQ_C : 2.2.2 の規定によるせん断力修正で、横隔壁前後においてそれぞれ考慮する。

造船所が希望する場合、より小さい許容静水中せん断力とすることができる。

5.2 港内状態における許容静水中縦曲げモーメント及びせん断力

5.2.1 許容静水中縦曲げモーメント

港内状態における任意の船体横断面位置でのホギング又はサギング状態の許容静水中縦曲げモーメント ($kN-m$) は、次式による。

$$M_{P,P} = M_{SW} + M_{WV} - M_{WV,P}$$

造船所が希望する場合、より小さい許容静水中せん断力とすることができる。

5.2.2 許容静水中せん断力

港内状態における任意の船体横断面位置での正及び負の許容静水中せん断力 (kN) は、次式による。

$$Q_{P,P} = \varepsilon Q_P + Q_{WV} - Q_{WV,P}$$

$$\varepsilon = \text{sgn}(Q_{SW})$$

Q_P : 許容静水中せん断力 ($kN-m$) で、5.1.3 による。

造船所が希望する場合、より小さい許容静水中せん断力とすることができる。

5.3 浸水状態における許容静水中縦曲げモーメント及びせん断力

5.3.1 許容静水中縦曲げモーメント

浸水状態における任意の船体横断面位置でのホギング又はサギング状態の許容静水中縦曲げモーメント ($kN-m$) は、4.2 及び 4.3 の規定による船体横断面の断面係数計算において考慮した $M_{SW,F}$ の値とする。

船体横断面に構造上の不連続箇所がある場合、許容静水中縦曲げモーメントの分布については、その都度検討する。

5.3.2 許容静水中せん断力—直接計算

せん断応力を 2.2.1 の規定に基づき直接計算により算定する場合、浸水状態における任意の船体横断面位置での正及び負の許容静水中せん断力 (kN) は、次式による。

$$Q_{P,F} = \varepsilon |Q_T| - Q_{WV,F}$$

$$\varepsilon = \text{sgn}(Q_{SW,F})$$

Q_T : ネット船体横断面におけるせん断応力が最も高くなる点に、せん断応力 $\tau = 120/k$ (N/mm^2) を生じさせる

せん断力 (kN) で, 2.2.2 の規定により従ってせん断修正 ΔQ_c を考慮する。

5.3.3 許容静水中せん断力—簡易計算

せん断応力を 2.2.2 に規定する簡易計算により算定する場合, 浸水状態における任意の船体横断面位置での正及び負の許容静水中せん断力 (kN) は, 次式による。

$$Q_{P,F} = \varepsilon \left(\frac{120 I_y t}{k \delta S} + \Delta Q_c \right) - Q_{WV,F}$$

$$\varepsilon = \text{sgn}(Q_{SW})$$

δ : せん断分布係数で, 表 1 による。

t : 船側外板及び内殻板の最小ネット板厚 (mm) で, 表 1 による。

ΔQ_c : 2.2.2 の規定により算出するせん断力修正で, 貨物質量 M には考慮する貨物倉に浸水した水の質量を含むものとしなければならない。また考慮する喫水 T_{LC} は, 最終平衡状態における喫水線までとしなければならない。

2 節 ハルガーダの最終強度評価

1. 適用

1.1 一般

1.1.1

本節の規定は L_{CSR-B} が $150m$ 以上の船舶に適用する。

2. ハルガーダの最終強度評価

2.1 ハルガーダ荷重

2.1.1 曲げモーメント

ハルガーダの最終強度評価に用いるサギング及びホギング状態での縦曲げモーメント M は、非損傷状態、浸水状態及び港内状態についてそれぞれ次式によらなければならない。

$$M = M_{SW} + \gamma_W M_{WV}$$

M_{SW} , $M_{SW,F}$, $M_{SW,P}$: 考慮する船体横断面におけるサギング及びホギング状態での静水中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$)。それぞれ非損傷状態 (M_{SW})、浸水状態 ($M_{SW,F}$) 及び港内状態 ($M_{SW,P}$) における値とする。

M_{WV} , $M_{WV,F}$, $M_{WV,P}$: 考慮する船体横断面におけるサギング及びホギング状態での波浪縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、[4章3節](#)による。それぞれ非損傷状態 (M_{WV})、浸水状態 ($M_{WV,F}$) 及び港内状態 ($M_{WV,P}$) における値とする。

γ_W : 波浪縦曲げモーメントに対する安全係数で、1.2 とする。

2.2 縦曲げモーメント

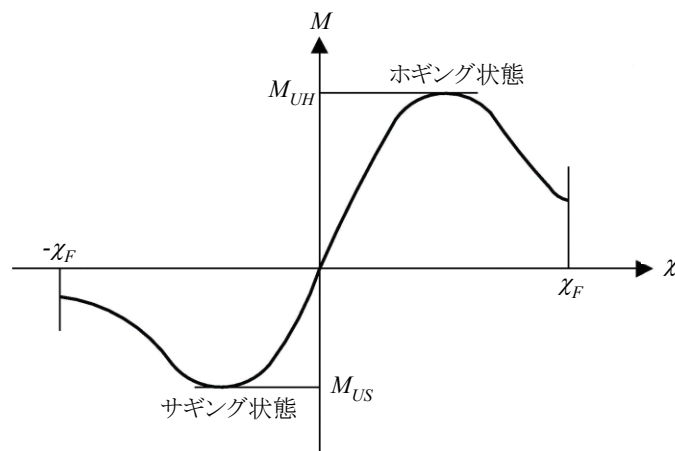
2.2.1 $M-\chi$ 曲線

ホギング及びサギング状態での船体横断面のハルガーダの最終強度容量については、考慮する船体横断面の曲率 χ に対する縦曲げモーメント容量 M を示す曲線の最大値とする。(図1参照)

曲率 χ はホギング状態で正、サギング状態で負とする。

$M-\chi$ 曲線は、[付録1](#)に示す基準に従い、増分反復解法により求めなければならない。

図1 $M-\chi$ 曲線



2.2.2 船体横断面

船体横断面に含める部材は、船体縦強度に寄与するとみなされる全ての要素とする。各部材寸法については、[3章2節 3.2.4](#)に規定する申請ネット寸法を考慮する。

2.3 ハルガーダの最終強度の評価

2.3.1

任意の船体横断面位置におけるハルガーダ最終強度は、次式を満足しなければならない。

$$M \leq \frac{M_U}{\gamma_R}$$

M_U : 考慮する船体横断面におけるハルガーダの最終強度容量 ($kN\cdot m$) で、申請グロス寸法から $0.5t_C$ を控除した申請ネット寸法により算定する。

ホギング状態 : $M_U = M_{UH}$

サギング状態 : $M_U = M_{US}$

M_{UH} : ホギング状態でのハルガーダの最終強度容量 ($kN\cdot m$) で、[2.2.1](#) の規定による。

M_{US} : サギング状態でのハルガーダの最終強度容量 ($kN\cdot m$) で、[2.2.1](#) の規定による。

M : 非損傷状態、浸水状態及び港内状態における縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、[2.1.1](#) の規定による。

γ_R : 安全係数で、1.10 とする。

付録1 ハルガーダ最終強度

記号

本付録に規定されない記号については、1章4節による。

I_y : 考慮する船体横断面の水平中性軸に対する断面二次モーメント (m^4) で、5章1節1.5.1の規定による。

Z_{AB} , Z_{AD} : 船底及び甲板における断面係数 (m^3) で、5章1節1.4.2の規定による。

R_{eHs} : 考慮する防撓材における材料の最小降伏応力 (N/mm^2)。

R_{eHp} : 考慮する板における材料の最小降伏応力 (N/mm^2)。

A_s : 取り付け板を除く、防撓材のネット断面積 (cm^2)。

A_p : 取り付け板のネット断面積 (cm^2)。

1. ハルガーダの最終強度評価

1.1 概説

1.1.1

本付録は、2.1に規定する簡易的な増分反復解法により、 $M-\chi$ 曲線及びハルガーダの最終強度容量 M_U を算定するための基準を示す。

2. $M-\chi$ 曲線の計算基準

2.1 増分反復法に基づく簡易計算

2.1.1 手順概略

$M-\chi$ 曲線は、増分反復法による簡易計算で求めなければならない。評価手順の概要は図1による。

この手法において、ハルガーダの最終強度容量 M_U は、船体横断面の曲率 χ に対する縦曲げモーメント容量 M を示す曲線の最大値と規定される。(5章2節図1参照) この曲線は、増分反復法により求めなければならない。

増分法の各ステップにおいては、負荷された曲率 χ_i の影響として船体横断面に作用する縦曲げモーメント M_i を求める。

各ステップにおける χ_i の値は、前ステップ χ_{i-1} の値に曲率の増加分 $\Delta\chi$ を加えることにより求めなければならない。この曲率の増加は、水平中性軸に対する船体横断面の回転角の増加に対応する。

この回転角の増加は、各構造部材の位置に応じたひずみ ε を生じさせる。ホギング状態において中性軸より上方の部材については引張り、下方の部材については圧縮となる。サギング状態はその反対となる。

ひずみ ε により各部材に生じる応力 σ は、各部材の非線形弾塑性領域を考慮した応力-ひずみ曲線により求めなければならない。

応力-ひずみ関係は非線形であるため、船体横断面を構成する全ての部材に生じる応力分布が各ステップに対し中性軸位置を決定する。船体横断面の全ての部材に作用する応力が平衡状態となるように繰り返し計算することで、考慮しているステップにおける中性軸の位置が求められる。

中性軸の位置が決定され船体横断面の各部材に作用する応力分布が求まれば、各要素に応力の増加分を加えることにより、考慮しているステップで、曲率 χ_i に関して求められた新たな中性軸に対する船体横断面の縦曲げモーメント M_i を求めなければならない。

増分反復法の手順概略を以下に示す。(図1も参照すること。)

Step 1 船体横断面を構成する全ての縦強度部材を防撓パネル要素に分割する。

Step 2 全ての要素に対して、応力-ひずみ関係を表1により決定する。

Step 3 第1ステップにおける曲率 χ 及び中性軸の初期値を次式で定める(曲率は強力甲板において降伏応力の1%に相当する応力を生じさせるものとする)。

$$\chi_1 = \Delta\chi = \frac{0.01 \frac{R_{eH}}{E}}{z_D - N}$$

z_D : 1章4節4に定義する座標系における, 強力甲板の船側位置での z 座標 (m)

Step 4 各要素について, 相当ひずみ $\varepsilon_i = \chi (z_i - z_{NA})$ 及び相当応力 σ_i を求める。

Step 5 船体横断面で作用している応力が平衡状態となるようにすることで, 各増分ステップでの中性軸位置 z_{NA_cur} を決定する。

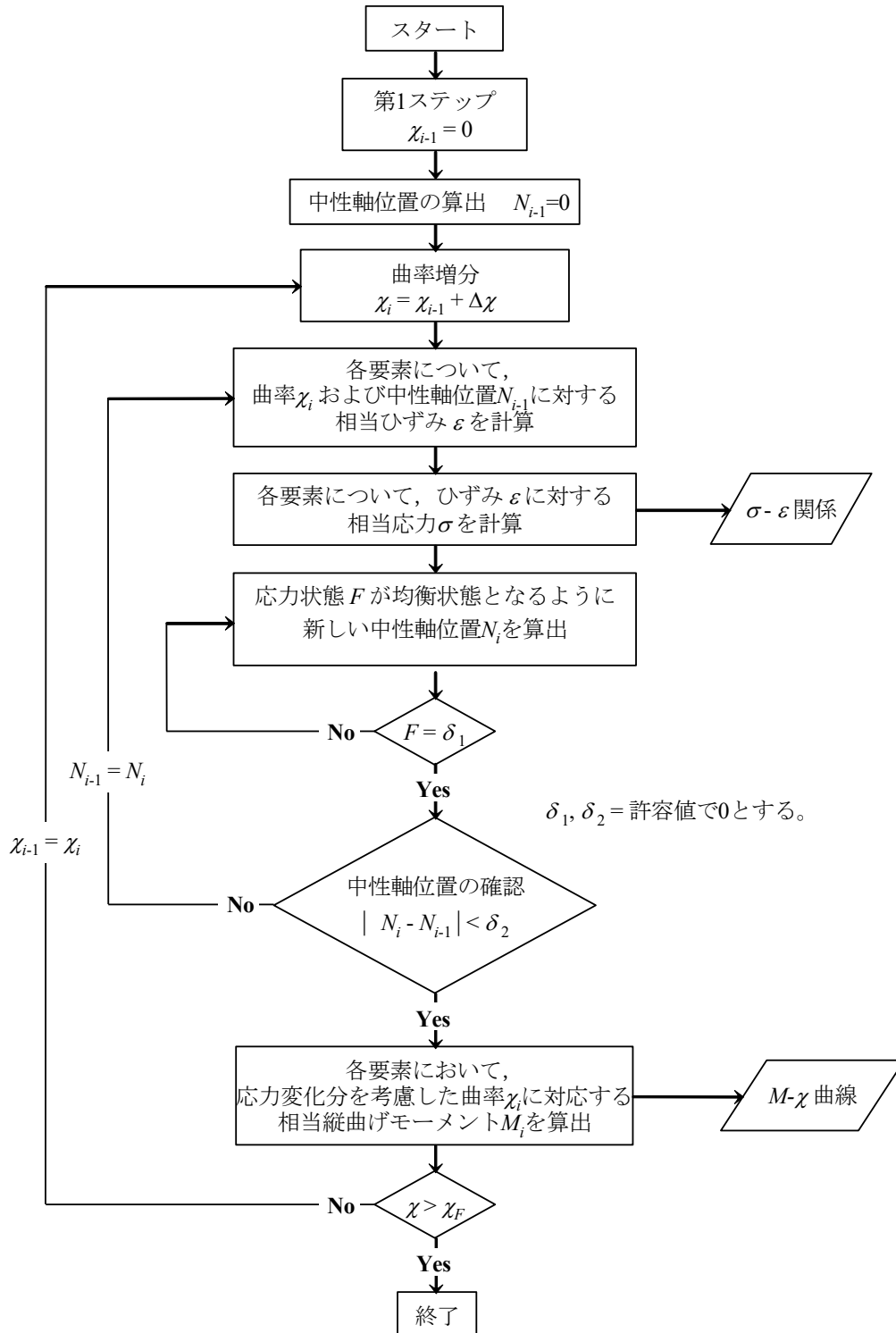
$$\sum A_i \sigma_i = \sum A_j \sigma_j$$

(i 番目の要素は圧縮状態, j 番目の要素は引張り状態とする。)

Step 6 次式により, 全ての要素の寄与分を加えた相当縦曲げモーメントを求める。

$$M_U = \sum \sigma_{Ui} A_i | (z_i - z_{NA\_cur}) |$$

Step 7 新たに求めた縦曲げモーメントと, 前ステップでの縦曲げモーメントを比較する。 $M - \chi$ 関係における傾きが負の固定値より小さい値であれば繰返し計算を終了し, 最大値 M_U を決定する。傾きが正である場合には曲率を $\Delta\chi$ だけ増加して Step 4 の手順に戻り計算を繰返す。

図1 $M-\chi$ 曲線の評価手順の概要

2.1.2 仮定

2.1.1 に規定する手法を適用する場合、一般に、以下の仮定を考慮しなければならない。

- ・ ハルガード最終強度は、隣り合う 2 つの横桁間における船体横断面について計算する。
- ・ 各増分ステップにおいて曲率が増加しても、船体横断面は平面で保持される。
- ・ 船体横断面を構成する構造部材は、弾塑性挙動を示すものとして取り扱う。
- ・ 船体横断面は一組の要素に分割され、互いに独立した挙動を示す。

これらの要素は以下による。

- ・ 横式の防撓パネル又はパネルに付く防撓材で、その挙動は 2.2.1 による。

- ・ 板部材が交差することによりできるハードコーナーで、その挙動は 2.2.2 による。
- ・ 反復法では、各曲率 χ_i における船体横断面位置での縦曲げモーメント M_i は、各要素に作用する応力 σ による寄与を足し合わせるにより算出される。応力 σ は、要素のひずみ ε に対応しており、各要素について応力-ひずみ曲線から得られる曲率の増分毎に求めなければならない。

応力-ひずみ曲線は、要素の崩壊挙動を考慮し、2.2 に規定される算式により求めなければならない。応力 σ は、考慮している各応力-ひずみ曲線から求められる値のうち、最小値が与えられる。

- ・ ホギング及びサギング状態において、要求される曲率が次式で得られる χ_F (m^{-1}) となるまで繰り返し計算を行なう。

$$\chi_F = \pm 0.003 \frac{M_Y}{E I_Y}$$

M_Y : 次の M_{Y1} 及び M_{Y2} のうちの小さい方の値 (kN-m)。

$$M_{Y1} = 10^3 R_{eH} Z_{AB}$$

$$M_{Y2} = 10^3 R_{eH} Z_{AD}$$

χ_F の値が、 $M-\chi$ 曲線のピークを評価するために十分でない場合には、要求曲率が縦曲げモーメントの最大値を評価できるようにするまで、各ステップを繰返して計算を行なう。

2.1.3 船体横断面のモデル化

船体横断面は、ハルガーダ最終強度に寄与する構造部材によって構成され则认为なければならない。端部をスニップ端とした防撓材については、ハルガーダ強度に寄与しないことに注意した上で、仮想的にモデル化する。構造部材は防撓材要素、防撓パネル要素又はハードコーナー要素に分類される。船底縦桁又は船側縦桁のウェブを含むパネルは、防撓パネル要素、防撓材要素の取り付け板又はハードコーナー要素に分類される。

パネルは以下の 2 種類に分類される。

- ・ 長辺が縦方向にある、縦式の防撓パネル
- ・ 長辺が縦方向と垂直な方向にある、横式の防撓パネル

ハードコーナー要素

ハードコーナー要素は、船体横断面を構成するより強固な要素であり、通常、弾塑性の損傷モード（材料の降伏）により崩壊する。ハードコーナー要素は一般に、同一平面に無い 2 つの板により構成される。板の交差点からハードコーナー要素の範囲は、横式防撓パネルの場合 $20t_p$ 、縦式防撓パネルの場合 $0.5s$ とする。

t_p : パネルの申請グロス板厚

s : 隣接する縦式防撓材の心距

ビルジ要素、舷側厚板及び梁上側板からなる要素、縦桁と甲板の結合部及び大型縦桁における面材及び桁の結合部などが典型的なハードコーナーである。

防撓材要素

防撓材要素は防撓材と取り付け板から構成される。

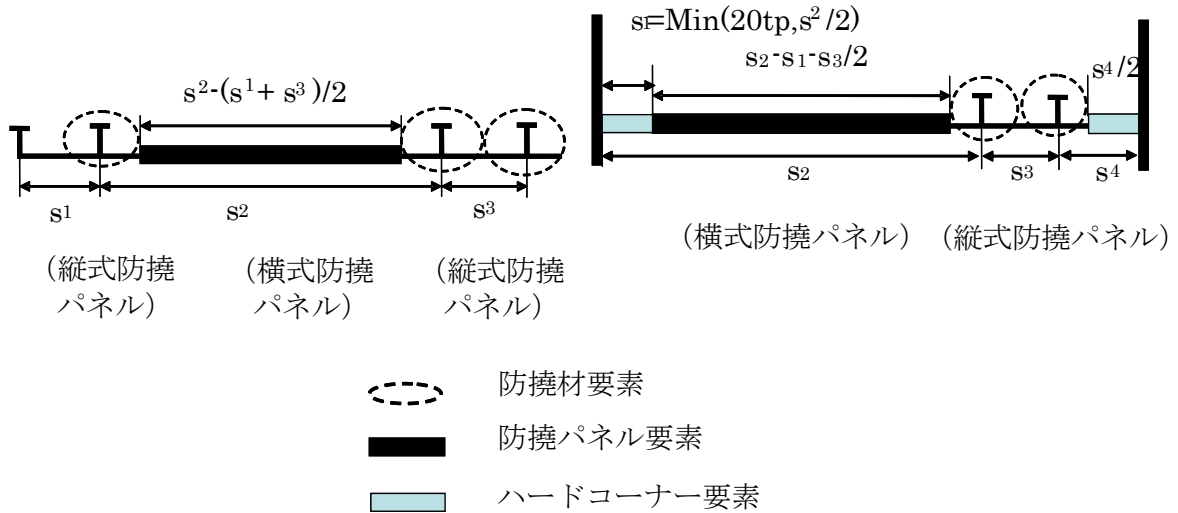
取り付け板の幅は一般に以下の通り

- ・ 防撓材の両側が縦式防撓パネルである場合、防撓材の平均心距とする
- ・ 防撓材の片側が縦式防撓パネルで、他方が横式防撓パネルである場合、縦式防撓パネルの幅とする（図 6 参照）

防撓パネル要素

防撓材要素間、ハードコーナー要素間、又は防撓材要素及びハードコーナー要素の間のパネルを横式防撓パネルとして取り扱う（図 6 参照）

図6 取り付け板及びハードコーナー要素の幅



船体横断面のモデル化の典型的な例を図7及び図8に図示する。

前述の原則に関わらず、上甲板、舷側厚板及び甲板口側桁のモデル化には、本図を適用する。

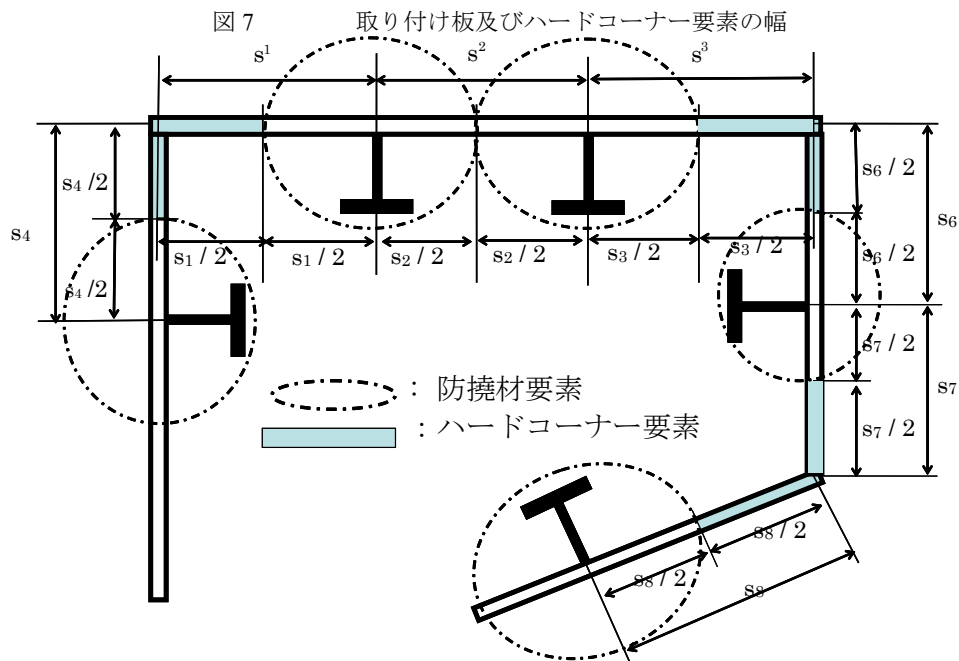
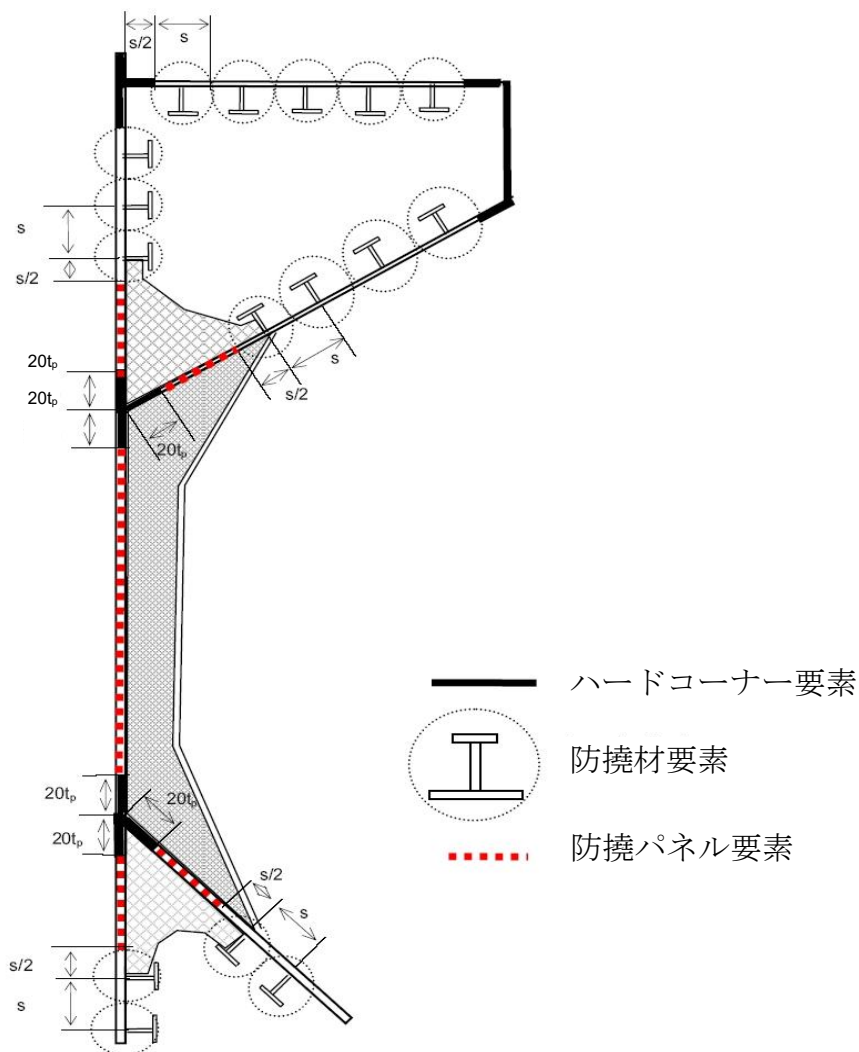


図8 船体横断面の防撓パネル要素、防撓材要素及びハードコーナー要素の配置例



(備考)

- (1) 図9に示すようなナックル部の場合、30度以上の角度を持つナックル部に隣接するパネルはハードコーナーとして定義される。ハードコーナー片側の範囲は、ナックル部より、横式パネルの場合 $20t_p$ 、縦式パネルの場合 $0.5s$ とする。
- (2) 板部材が不連続な縦式防撓材により防撓される場合、不連続な防撓材は板部材を異なるパネル要素に分割するものとしてのみ考慮する。
- (3) 防撓パネル要素に開口が設けられた場合、開口は5章1節1.2.7、1.2.8及び1.2.9の規定に基づき取り扱う。
- (4) 取り付け板が異なる板厚又は最小降伏応力の鋼材から成る場合、次式により平均化された板厚又は最小降伏応力を用いて計算すること。

$$t = \frac{t_1 s_1 + t_2 s_2}{s}$$

$$R_{eHp} = \frac{R_{eHp1} t_1 s_1 + R_{eHp2} t_2 s_2}{ts}$$

R_{eH1} , R_{eH2} , t_1 , t_2 , s_1 , s_2 及び s は図10による。

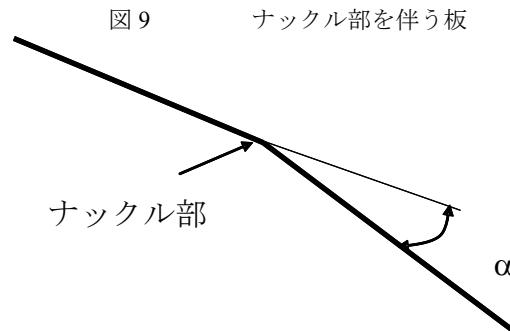
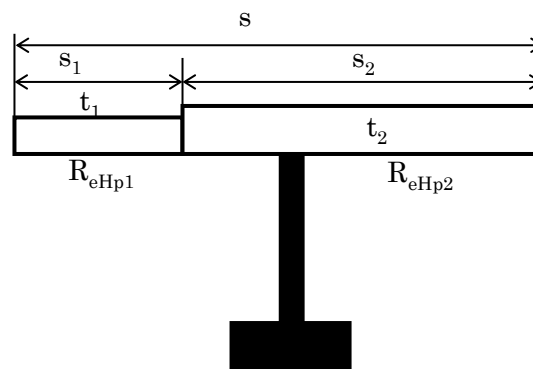


図10 異なる板厚及び最小降伏応力を持つ要素



2.2 応力-ひずみ曲線

2.2.1 防撓パネル要素及び防撓材要素

船体横断面を構成する防撓パネル要素及び防撓材要素は、表1に規定する崩壊モードのいずれか1つに従い崩壊する。

- 板部材が不連続な縦式防撓材により防撓される場合、不連続な縦式防撓材を考慮して、要素の応力は2.2.3から2.2.7の規定に基づき取り扱う。ハルガーダ最終強度を評価するための全荷重の計算においては不連続な縦式防撓材の面積を0とする。
- 防撓パネル要素に開口が設けられた場合、ハルガーダ最終強度を評価するための全荷重の計算においては、防撓パネル要素の考慮する面積は、パネルから開口面積を控除して得られる。開口の考慮は、5章1節1.2.7から1.2.9の規定による。
- 防撓パネル要素において、応力-ひずみ曲線の圧縮荷重を受ける場合のパネル有効幅は、パネル全幅として取り扱う。すなわち、パネルの有効幅は他の板との交差部又は縦式防撓材までであり、ハードコーナー要素端部又は防撓材要素の取り付け板からではない。ハルガーダ最終強度を評価するための全荷重の計算においては、防撓パネル要素の面積は防撓材要素又はハードコーナー要素及びハードコーナー要素の間とする。

表1 防撓パネル要素及び防撓材要素の崩壊モード

要素	崩壊モード	応力-ひずみ曲線
引張り荷重を受ける防撓パネル要素又は防撓材要素	弾塑性崩壊	2.2.3
圧縮荷重を受ける防撓材要素	梁柱座屈	2.2.4
	捩れ座屈	2.2.5
	フランジタイプの防撓材ウェブの局部座屈	2.2.6
	平鋼タイプの防撓材ウェブの局部座屈	2.2.7
圧縮荷重を受ける防撓パネル要素	板の座屈	2.2.8

2.2.2 ハードコーナー要素

引張荷重を受けるハードコーナー及び圧縮荷重を受けるハードコーナーに対して、応力－ひずみ曲線は、2.2.3 の規定によらなければならない。

2.2.3 弾塑性崩壊

船体横断面を構成する部材の弾塑性崩壊に対する応力－ひずみ曲線 $\sigma - \varepsilon$ は、次式によらなければならない。このとき、正のひずみ（圧縮）及び負のひずみ（引張り）のどちらも考慮する。（図 2 参照）

$$\sigma = \Phi R_{eHA}$$

R_{eHA} ：考慮する要素の等価最小降伏応力（ N/mm^2 ）で、次式による。

$$R_{eHA} = \frac{R_{eHp}A_p + R_{eHs}A_s}{A_p + A_s}$$

Φ ：端部関数で、次式による。

$$\Phi = -1 \quad (\varepsilon < -1 \text{ の場合})$$

$$\Phi = \varepsilon \quad (-1 \leq \varepsilon \leq 1 \text{ の場合})$$

$$\Phi = 1 \quad (\varepsilon > 1 \text{ の場合})$$

ε ：相対ひずみで、次式による。

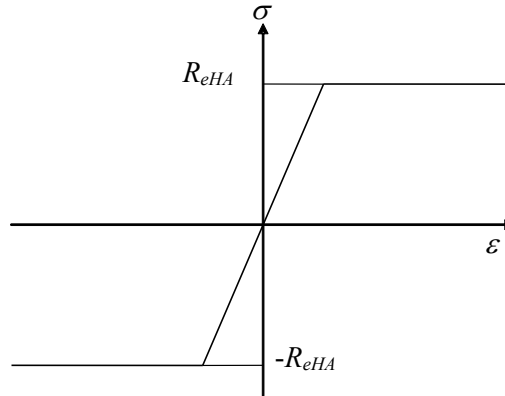
$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_E}{\varepsilon_Y}$$

ε_E ：考慮する要素のひずみ

ε_Y ：降伏応力における要素のひずみで、次式による。

$$\varepsilon_Y = \frac{R_{eHA}}{E}$$

図 2 弾塑性崩壊に対する応力－ひずみ曲線 $\sigma - \varepsilon$



2.2.4 梁柱座屈

船体横断面を構成する部材のうち、縦通防撓材の梁柱座屈に対する応力－ひずみ曲線 $\sigma_{CR1} - \varepsilon$ は、次式により求めなければならない。（図 3 参照）

$$\sigma_{CR1} = \Phi \sigma_{C1} \frac{A_s + A_{pE}}{A_s + A_p}$$

Φ ：端部関数で、2.2.3 の規定による。

σ_{C1} ：限界応力（ N/mm^2 ）で、次式による。

$$\sigma_{E1} \leq \frac{R_{eHB}}{2} \varepsilon \text{ の場合：} \quad \sigma_{C1} = \frac{\sigma_{E1}}{\varepsilon}$$

$$\sigma_{E1} > \frac{R_{eHB}}{2} \varepsilon \text{ の場合：} \quad \sigma_{C1} = R_{eHB} \left(1 - \frac{R_{eHB} \varepsilon}{4 \sigma_{E1}} \right)$$

R_{eHB} ：考慮する要素の等価最小降伏応力（ N/mm^2 ）で、次式による。

$$R_{eHB} = \frac{R_{eHp}A_{pE1}l_{pE} + R_{eHs}A_{sE}l_{sE}}{A_{pE1}l_{pE} + A_{sE}l_{sE}}$$

A_{pE1} ：有効面積（ cm^2 ）で、次式による。

$$A_{pE1} = 10b_{E1}t_p$$

l_{pE} : 取り付け板の幅 b_{E1} を含む, 防撓材の中性軸から, 取り付け板底部までの距離 (mm)。

l_{sE} : 取り付け板の幅 b_{E1} を含む, 防撓材の中性軸から, 防撓材頂部までの距離 (mm)。

ε : 相対ひずみで, 2.2.3 の規定による。

σ_{E1} : オイラーの座屈応力 (N/mm^2) で, 次式による。

$$\sigma_{E1} = \pi^2 E \frac{I_E}{A_E l^2} 10^{-4}$$

I_E : 防撓材のネット断面二次モーメント (cm^4) で, 防撓材の取り付け板の幅は b_{E1} とする。

b_{E1} : 防撓材の取り付け板の有効幅 (m) で, 次式による。

$$\beta_E > 1.0 \text{ の場合 : } b_{E1} = \frac{s}{\beta_E}$$

$$\beta_E \leq 1.0 \text{ の場合 : } b_{E1} = s$$

$$\beta_E = 10^3 \frac{s}{t_p} \sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHp}}{E}}$$

A_{pE} : 有効幅 b_E の取り付け板のネット断面積 (cm^2) で, 次式による。

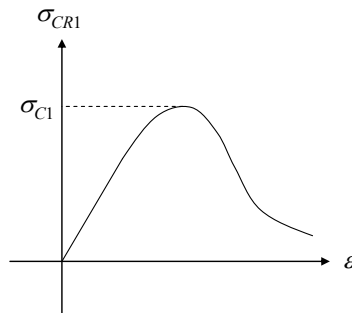
$$A_{pE} = 10 b_E t_p$$

b_E : 防撓材の取り付け板の有効幅 (m) で, 次式による。

$$\beta_E > 1.25 \text{ の場合 : } b_E = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2} \right) s$$

$$\beta_E \leq 1.25 \text{ の場合 : } b_E = s$$

図 3 梁柱座屈に対する応力-ひずみ曲線 $\sigma_{CR1} - \varepsilon$



2.2.5 捩れ座屈

船体横断面を構成する部材のうち, 防撓材の捩れ座屈に対する応力-ひずみ曲線 $\sigma_{CR2} - \varepsilon$ は, 次の算式により求められる (図 4 参照)。

$$\sigma_{CR2} = \Phi \frac{A_s \sigma_{C2} + A_p \sigma_{CP}}{A_s + A_p}$$

Φ : 端部関数で, 2.2.3 の規定による。

σ_{C2} : 限界応力 (N/mm^2) で, 次の算式による。

$$\sigma_{E2} \leq \frac{R_{eHs}}{2} \varepsilon \text{ の場合 : } \sigma_{C2} = \frac{\sigma_{E2}}{\varepsilon}$$

$$\sigma_{E2} > \frac{R_{eHs}}{2} \varepsilon \text{ の場合 : }$$

$$\sigma_{C2} = R_{eHs} \left(1 - \frac{R_{eHs} \varepsilon}{4 \sigma_{E2}} \right)$$

σ_{E2} : オイラーの捩り座屈応力 (N/mm^2) で, 6章3節4.3 の規定による。

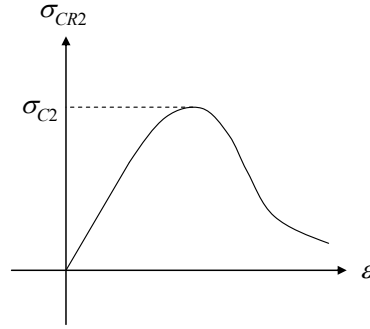
ε : 相対ひずみで, 2.2.3 の規定による。

σ_{CP} : 防撓材の取り付け板における取り付け板単独の座屈応力 (N/mm^2) で, 次の算式による。

$$\beta_E > 1.25 \text{ の場合 : } \sigma_{CP} = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2} \right) R_{eHp}$$

$$\beta_E \leq 1.25 \text{ の場合 : } \sigma_{CP} = R_{eHp}$$

β_E : 係数で, 2.2.4 の規定による。

図 4 捩れ座屈に対する応力－ひずみ曲線 $\sigma_{CR2} - \varepsilon$ 

2.2.6 面材のある防撓材ウェブの局部座屈

船体横断面を構成する部材のうち、面材のある防撓材ウェブの局部座屈に対する応力－ひずみ曲線 $\sigma_{CR3} - \varepsilon$ は、次式によらなければならない。

$$\sigma_{CR3} = \Phi \frac{10^3 b_E t_p R_{eHp} + (h_{we} t_w + b_f t_f) R_{eHs}}{10^3 s t_p + h_w t_w + b_f t_f}$$

Φ : 端部関数で 2.2.3 の規定による。

b_E : 防撓材の取り付け板の有効幅 (m) で、2.2.4 の規定による。

h_{we} : ウェブの有効高さ (mm) で、次式による。

$$\beta_w > 1.25 \text{ の場合 : } h_{we} = \left(\frac{2.25}{\beta_w} - \frac{1.25}{\beta_w^2} \right) h_w$$

$$\beta_w \leq 1.25 \text{ の場合 : } h_{we} = h_w$$

β_w : 係数で、次式による。

$$\beta_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHs}}{E}}$$

ε : 相対ひずみで、2.2.3 の規定による。

2.2.7 平鋼タイプの防撓材ウェブの局部座屈

船体横断面を構成する部材のうち、平鋼タイプの防撓材ウェブの局部座屈に対する応力－ひずみ曲線 $\sigma_{CR4} - \varepsilon$ は、次式によらなければならない。(図 5 参照)

$$\sigma_{CR4} = \Phi \frac{A_p \sigma_{CP} + A_s \sigma_{C4}}{A_p + A_s}$$

Φ : 端部関数で 2.2.3 の規定による。

σ_{CP} : 防撓材の取り付け板における取り付け板単独の座屈応力 (N/mm²) で、2.2.5 の規定による。

σ_{C4} : 限界応力 (N/mm²) で、次式による。

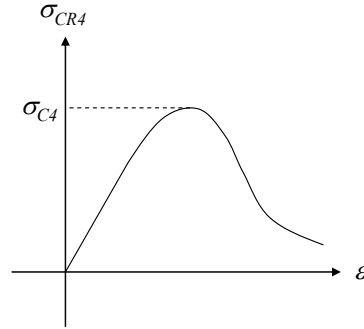
$$\sigma_{E4} \leq \frac{R_{eHs}}{2} \varepsilon \text{ の場合 : } \sigma_{C4} = \frac{\sigma_{E4}}{\varepsilon}$$

$$\sigma_{E4} > \frac{R_{eHs}}{2} \varepsilon \text{ の場合 : } \sigma_{C4} = R_{eHs} \left(1 - \frac{R_{eHs} \varepsilon}{4 \sigma_{E4}} \right)$$

σ_{E4} : オイラーの局部座屈応力 (N/mm²) で、次式による。

$$\sigma_{E4} = 160000 \left(\frac{t_w}{h_w} \right)^2$$

ε : 相対ひずみで、2.2.3 の規定による。

図 5 ウェブの局部座屈に対する応力－ひずみ曲線 $\sigma_{CR4} - \varepsilon$ 

2.2.8 板の座屈

船体横断面を構成する部材のうち、横方向に防撓された板の座屈に対する応力－ひずみ曲線 $\sigma_{CR5} - \varepsilon$ は、次式によらなければならない。

$$\sigma_{CR5} = \min \left\{ \begin{array}{l} R_{eHp} \Phi \\ \Phi R_{eHp} \left[\frac{s}{\ell} \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2} \right) + 0.1 \left(1 - \frac{s}{\ell} \right) \left(1 + \frac{1}{\beta_E^2} \right)^2 \right] \end{array} \right.$$

Φ : 端部関数で 2.2.3 の規定による。

$$\beta_E = 10^3 \frac{s}{t_p} \sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHp}}{E}}$$

s : 板の幅 (m) で、防撓材の心距とする。

ℓ : 板の長辺方向の長さ (m)。

6 章 船体構造寸法

1 節 板部材

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

- I_y : 船体横断面の水平中性軸に関するネット断面二次モーメント (m^4) で、5章1節1.5の規定による。すべての構造部材について、申請グロス板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で計算する。
- I_z : 船体横断面の垂直中性軸に関するネット断面二次モーメント (m^4) で、5章1節1.5の規定による。すべての構造部材について、申請グロス板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で計算する。
- N : 1章4節4に定義する参照座標系におけるネット船体横断面の重心位置の z 座標 (m)。ネット船体横断面は、5章1節1.2の規定に従い、すべての構造部材について申請グロス板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で考慮する。
- t : 板部材のネット板厚 (mm)
- p_s, p_w : 静水圧及び波浪変動圧 (kN/m^2) で、3.1.2の規定による。
- p_F : 浸水状態での荷重 (kN/m^2) で3.1.3の規定による。
- p_T : 水圧試験状態での荷重 (kN/m^2) で、3.1.4の規定による。
- σ_x : 直応力 (N/mm^2) で3.1.5の規定による。
- ℓ : パネルの長辺の長さ (m) で、曲面の弦に沿って測った長さとする。
- s : パネルの短辺の長さ (m) で、 ℓ の中央位置で曲面の弦に沿って測った長さとする。
- c_a : パネルのアスペクト比に対する係数で次式による。ただし、1.0を超える場合、1.0としなければならない。
- $$c_a = 1.21 \sqrt{1 + 0.33 \left(\frac{s}{\ell}\right)^2} - 0.69 \frac{s}{\ell}$$
- c_r : パネルの曲率に対する係数で次式による。ただし、0.4未満となる場合、0.4としなければならない。
- $$c_r = 1 - 0.5 \frac{s}{r}$$
- r : 曲率半径 (m)

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節の規定は、面外圧及び、ハルガーダ縦強度に寄与するものについてはハルガーダ直応力に対する板部材強度評価に適用する。

上記に加え、6章3節の規定に従い、板部材及び防撓パネルの座屈強度評価を行わなければならない。

1.2 ネット板厚

1.2.1

本節で考慮するすべての板厚は、3章2節の規定によるネット板厚とし、いかなる腐食予備厚も含まないものとする。グロス板厚については3章2節3.の規定による。

1.2.2

各板部材のネット板厚 (mm) は、考慮する板部材において、1.5.1に規定する荷重評価点 (表1 参照) で算出する板厚のうち、最大のネット板厚とする。考慮すべき形状は、荷重評価点における基本板パネルの形状としなければならない。

1.3 荷重の組合せ

1.3.1 外板

外板に対する静水压及び変動圧は、次に掲げる荷重をそれぞれ単独で考慮しなければならない。

- ・ 静水压及び波浪変動圧
- ・ 外板に隣接する区画の積載物による静的及び動的圧力。外板に隣接する区画に液体を積載する場合には、外板に作用する静水压及び波浪変動圧は、当該区画の静的及び動的圧力を減じたものとしなければならない。

1.3.2 外板以外の板部材

隣接する区画の境界となる板部材に考慮すべき静的及び動的圧力は、2つの区画にそれぞれ作用する圧力を別々に考慮しなければならない。

1.4 パネル

1.4.1

基本板パネル（EPP：以下、単に「パネル」という。）は、防撓材間で防撓されていない板の最小要素とする。

1.5 荷重評価点

1.5.1

別に規定する場合を除き、面外圧とハルガード応力は、次に掲げる荷重評価点で算出しなければならない。

- ・ 縦式構造にあっては、垂直パネルについては表1に示すパネルの最下点、水平パネルについては板要素内で y 座標が最小となる点とする。
- ・ 横式構造にあっては、垂直パネルについては表1に示すパネルの最下点又は条板の最下点、水平パネルについては板要素内で y 座標が最小となる点とする。

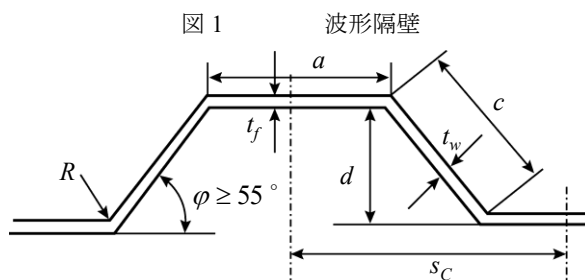
表1 荷重評価点	
縦式構造板部材	横式構造板部材

2. 一般規定

2.1 波形隔壁

2.1.1

別に規定する場合を除き、波形隔壁のネット板厚（mm）は、 a 及び c を図1のように定める場合、 a 又は c の大きい方の値と等しい防撓心距 s の板部材に対する値以上としなければならない。



2.2 最小ネット板厚

2.2.1

板部材のネット板厚は、表 2 による値以上としなければならない。

また、貨物倉において、ノーマルバラスト状態の喫水線から構造用喫水 T_s より上方 $0.25T_s$ (ただし、 $2.2m$ 以上とする) の位置までの船側外板のネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 28(s + 0.7) \frac{(BT_s)^{0.25}}{\sqrt{ReH}}$$

表 2 最小ネット板厚

部材	最小ネット板厚 (mm)
平板竜骨	$7.5 + 0.03L_{CSR-B}$
船底外板, 内底板	$5.5 + 0.03L_{CSR-B}$
強力甲板, トランク	$4.5 + 0.02L_{CSR-B}$
船側外板, ビルジ外板	$0.85L_{CSR-B}^{1/2}$
内殻板, ビルジホッパタンク斜板及びトップサイドタンク斜板	$0.7L_{CSR-B}^{1/2}$
水密横置隔壁, 水密縦通隔壁	$0.6L_{CSR-B}^{1/2}$
制水隔壁	6.5
居住区の甲板	5.0

2.3 ビルジ外板

2.3.1

縦式構造のビルジ外板のネット板厚 (mm) は、3.2 の規定による値以上としなければならない。

2.3.2

横式構造のビルジ外板のネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 0.76[(p_s + p_w)s_b]^{0.4} R^{0.6} k^{0.5}$$

R : ビルジ半径 (m)

s_b : 実体肋板, 船底横桁又はビルジ部横置ブラケットの心距 (m)

2.3.3

ビルジ外板のネット板厚は、隣接する $2m$ の範囲の船底外板又は船側外板のいずれか大きい方のネット板厚以上としなければならない。

2.4 平板竜骨

2.4.1

平板竜骨のネット板厚は、隣接する $2m$ の範囲の船底外板のネット板厚以上としなければならない。

2.5 舷側厚板

2.5.1 角型ガネル

溶接加工による舷側厚板のネット板厚は、隣接する $2m$ の範囲の船側外板のネット板厚以上としなければならない。高張力鋼を使用する場合には、材料係数による修正を行なって差し支えない。

2.5.2 丸型ガンネル

曲げ加工による舷側厚板のネット板厚は、隣接する甲板のネット板厚以上としなければならない。

2.5.3 有効な船楼の端部の舷側板のネット板厚

有効な船楼の端部が船体中央部 $0.5L_{CSR-B}$ 間にある場合、当該船楼端部の舷側厚板については、船楼端部から前方及び後方にそれぞれ凡そ船幅の $1/6$ の範囲について、ネット板厚を増さなければならない。

このネット板厚の増分は、通常の舷側厚板に対するネット板厚要求値の 40% （ただし、 $4.5mm$ を上回る必要は無い。）以上としなければならない。

船楼の端部が中央部 $0.5L_{CSR-B}$ 間より前方又は後方にある場合には、上記ネット板厚の増分については、通常の船側外板に対するネット板厚要求値の 30% （ただし、 $2.5mm$ を上回る必要は無い。）に減じて差し支えない。

2.5.4 有効でない船楼の端部の舷側厚板のネット板厚

有効でない船楼の端部が船体中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間にある場合、当該船楼端部の舷側厚板については、船楼端部から前方及び後方にそれぞれ凡そ船幅の $1/6$ の範囲について、ネット板厚を増さなければならない。

このネット板厚の増分は、通常の舷側厚板に対するネット板厚要求値の 15% （ただし、 $4.5mm$ を上回る必要は無い。）以上としなければならない。

2.6 梁上側板**2.6.1 一般**

梁上側板のネット板厚は、隣接する甲板のネット板厚以上としなければならない。

2.6.2 長い船楼の端部の梁上側板のネット板厚

長い船楼の端部が船体中央部 $0.5L_{CSR-B}$ 間にある場合、当該船楼端部の梁上側板については、船楼端部から前方及び後方にそれぞれ凡そ船幅の $1/6$ の範囲について、ネット板厚を増さなければならない。

このネット板厚の増分は、通常の甲板に対するネット板厚要求値の 40% （ただし、 $4.5mm$ を上回る必要は無い。）以上としなければならない。

船楼の端部が中央部 $0.5L_{CSR-B}$ 間より前方又は後方にある場合には、上記ネット板厚の増分については、通常の甲板に対するネット板厚要求値の 30% （ただし、 $2.5mm$ を上回る必要は無い。）に減じて差し支えない。

2.6.3 短い船楼の端部の梁上側板のネット板厚

短い船楼の端部が船体中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間にある場合、当該船楼端部の梁上側板については、船楼端部から前方及び後方にそれぞれ凡そ船幅の $1/6$ の範囲について、ネット板厚を増さなければならない。

このネット板厚の増分は、通常の甲板に対するネット板厚要求値の 15% （ただし、 $4.5mm$ を上回る必要は無い。）以上としなければならない。

2.7 スチールコイルを積載する船舶の内底板**2.7.1 一般**

スチールコイルを積載する船舶の内底板、ビルジホップ斜板及び内殻板のネット板厚は、**2.7.2** から **2.7.4** の規定を満足しなければならない。

本 **2.7** の規定は、スチールコイルの標準的な固縛手段として **図 2** のような積載状態を想定している。

2.7.1 bis1 加速度

加速度の計算においては、次式による重心の座標を用いなければならない。

x_{G-sc} : 後方水密隔壁から $0.75\ell_H$ 前方の位置（貨物倉の中央位置が、規則長さ L_{CSR-B} の後端（AE）より $0.45L_{CSR-B}$ の位置よりも前方にある場合）

x_{G-sc} : 前方水密隔壁から $0.75\ell_H$ 後方の位置（貨物倉の中央位置が、規則長さ L_{CSR-B} の後端（AE）より $0.45L_{CSR-B}$ の位置よりも後方にある場合）

$$y_{G-sc} = \varepsilon \frac{B_h}{4}$$

$$z_{G-sc} = h_{DB} + \left\{ 1 + (n_1 - 1) \frac{\sqrt{3}}{2} \right\} \frac{d_{sc}}{2}$$

ε : 左舷を考慮する場合 : 1.0

右舷を考慮する場合 : -1.0

B_h : 貨物倉の中央位置におけるビルジホップ斜板と船側外板又は内殻板の接合部の高さでの貨物倉の幅 (m)

d_{sc} : スチールコイルの直径 (m)

h_{DB} : 二重底の高さ (m)

ℓ_H : 貨物倉の長さ (m)

垂直方向の加速度 a_Z (m/s^2) は、**4章2節3.2** で規定される算式により計算しなければならない。ロールによる接線方向の加速度 a_R (m/s^2) は、次式により計算しなければならない。

$$a_R = \theta \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_R} \right)^2 \sqrt{y_{G\_SC}^2 + R^2}$$

θ , T_R 及び R : **4章2節3.2** の規定による。

2.7.2 内底板

縦式構造の内底板のネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = K_1 \sqrt{\frac{\{g(\cos(C_{ZP}\Phi)\cos(C_{ZR}\theta)) + a_z\}F}{\lambda_P R_Y}}$$

K_1 : 係数で、次式による値とする。

$$K_1 = \sqrt{\frac{1.7s\ell K_2 - 0.73s^2 K_2^2 - (\ell - \ell')^2}{2\ell'(2s + 2\ell K_2)}}$$

a_Z : 上下方向加速度 (m/s^2) で、**2.7.1 bis1** の規定による。

Φ : **4章2節2.2** に定義するピッチ角 (deg)

θ : **4章2節2.1** に定義するロール角 (deg)

C_{ZP} , C_{ZR} : **4章4節2.2** に定義する荷重組合せ係数

F : 力 (kg) で、次式による。

$$n_2 \leq 10 \text{ 及び } n_3 \leq 5 \text{ の場合 : } F = K_S \frac{W n_1 n_2}{n_3}$$

$$n_2 > 10 \text{ 又は } n_3 > 5 \text{ の場合 : } F = K_S n_1 W \frac{\ell}{\ell_S}$$

λ_P : 係数で、**表6** による。

K_S : 係数で、次の値とする。

$K_S = 1.4$: スチールコイルを一段積みにし、キーコイルを用いて固縛する場合

$K_S = 1.0$: その他の場合

W : スチールコイル 1 個あたりの質量 (kg)

n_1 : スチールコイルの積付段数

n_2 : パネル 1 枚あたりの荷重点の数 (**図3** 及び **図4** 参照) で、 $n_3 \leq 5$ の場合、 n_2 は n_3 及び ℓ/ℓ_S の値に応じ、**表3** により定まる値とする。

n_3 : 1 個あたりのスチールコイルを支えるダンネージの条数

ℓ_S : スチールコイルの幅 (m)

K_2 : 係数で、次式による値とする。

$$K_2 = -\frac{s}{\ell} + \sqrt{\left(\frac{s}{\ell}\right)^2 + 1.37 \left(\frac{\ell}{s}\right)^2 \left(1 - \frac{\ell'}{\ell}\right)^2 + 2.33}$$

ℓ' : パネル 1 枚あたりの両端荷重点間の船長方向の距離 (m) で、 $n_2 \leq 10$ 及び $n_3 \leq 5$ の場合、 ℓ' は ℓ , ℓ_S , n_2 及び n_3 の値に応じ、**表4** により定まる値とする。

2.7.3 ビルジホップ斜板及び内殻板

縦式構造のビルジホップ斜板及び内殻板のネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = K_1 \sqrt{\frac{a_{hopper} F'}{\lambda_P R_Y}}$$

K_1 : **2.7.2** の規定による。

θ_h : 内底板とビルジホップ斜板又は内殻板がなす角度 (deg)

$$a_{hopper} = -C_{YR} a_R \sin\left(\tan^{-1} \left| \frac{y_{G\_SC}}{R} \right| - \theta_h\right) + g \cos(\theta_h - C_{YG}\theta) \cos(C_{XG}\Phi) + C_{YS} a_{sway} \sin\theta_h$$

a_R : 接線方向の加速度 (m/s^2) で、**2.7.1 bis1** の規定による。

a_{sway} : 左右揺による横方向加速度 (m/s^2) で、**4章2節2.4** の規定による。

C_{XG} , C_{YS} , C_{YR} , C_{YG} : **4章4節2.2** に定義する荷重組合せ係数

y_{G_sc} : 横方向の重心 (m) で, 2.7.1 bis1 の規定による。

R : 係数 (m) で, 4章2節3.2.1 の規定による。

F' : 力 (kg) で, 次式による。

$$n_2 \leq 10 \text{ 及び } n_3 \leq 5 \text{ の場合 : } F' = \frac{W n_2 C_k}{n_3}$$

$$n_2 > 10 \text{ 又は } n_3 > 5 \text{ の場合 : } F' = C_k W \frac{\ell}{\ell_S}$$

λ_P : 係数で, 表6 の規定による

$W, n_2, n_3, \Phi, \theta$: 2.7.2 の規定による。

C_k : 係数で, 次の値とする。

$C_k = 3.2$: スチールコイルを二段以上積むか, 又は一段積みでキーコイルをビルジホップ斜板若しくは内殻板から二個目又は三個目に配置する場合

$C_k = 2.0$: その他の場合

2.7.4 (削除)

図2 スチールコイルの固縛

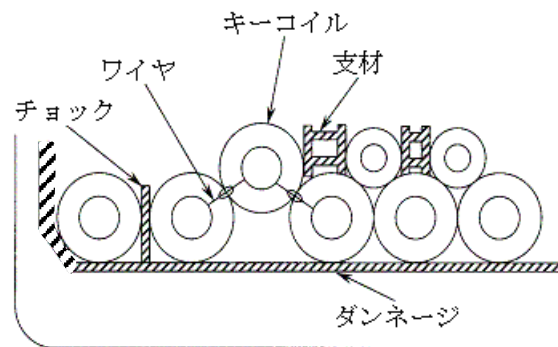


図3 スチールコイルの積付状態 ($n_2=4, n_3=3$ の例)

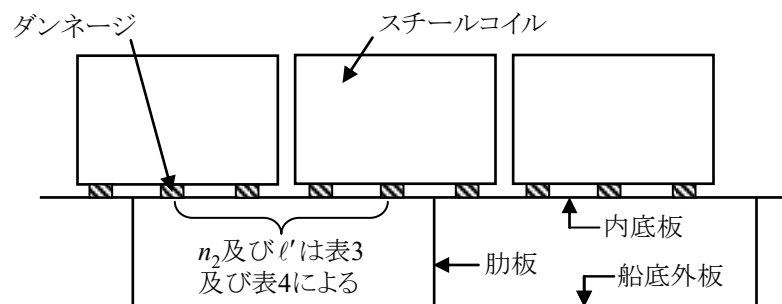


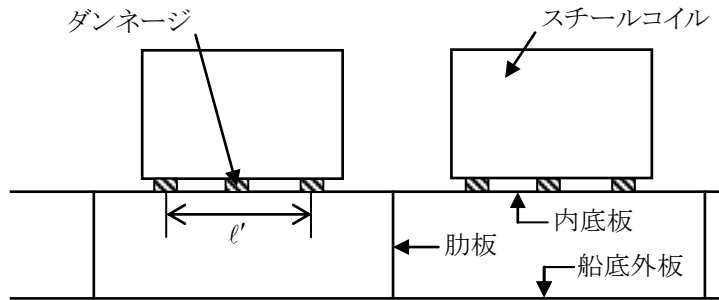
図 4 スチールコイルの積付状態 ($n_2=3, n_3=3$ の例)

表 3 パネル 1 枚に作用する荷重点の数

n_2	$n_3 = 2$	$n_3 = 3$	$n_3 = 4$	$n_3 = 5$
1	$0 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.5$	$0 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.33$	$0 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.25$	$0 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.2$
2	$0.5 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.2$	$0.33 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.67$	$0.25 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.5$	$0.2 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.4$
3	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.7$	$0.67 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.2$	$0.5 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.75$	$0.4 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.6$
4	$1.7 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.4$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.53$	$0.75 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.2$	$0.6 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 0.8$
5	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.9$	$1.53 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.87$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.45$	$0.8 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.2$
6	$2.9 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 3.6$	$1.87 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.4$	$1.45 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.7$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.4$
7	$3.6 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 4.1$	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.73$	$1.7 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.95$	$1.4 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.6$
8	$4.1 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 4.8$	$2.73 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 3.07$	$1.95 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.4$	$1.6 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 1.8$
9	$4.8 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 5.3$	$3.07 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 3.6$	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.65$	$1.8 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.0$
10	$5.3 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 6.0$	$3.6 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 3.93$	$2.65 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.9$	$2.0 < \frac{\ell}{\ell_s} \leq 2.4$

表 4 荷重点間の距離

n_2	n_3			
	2	3	4	5
1	ダンネージの実際の幅			
2	$0.5\ell_S$	$0.33\ell_S$	$0.25\ell_S$	$0.2\ell_S$
3	$1.2\ell_S$	$0.67\ell_S$	$0.50\ell_S$	$0.4\ell_S$
4	$1.7\ell_S$	$1.20\ell_S$	$0.75\ell_S$	$0.6\ell_S$
5	$2.4\ell_S$	$1.53\ell_S$	$1.20\ell_S$	$0.8\ell_S$
6	$2.9\ell_S$	$1.87\ell_S$	$1.45\ell_S$	$1.2\ell_S$
7	$3.6\ell_S$	$2.40\ell_S$	$1.70\ell_S$	$1.4\ell_S$
8	$4.1\ell_S$	$2.73\ell_S$	$1.95\ell_S$	$1.6\ell_S$
9	$4.8\ell_S$	$3.07\ell_S$	$2.40\ell_S$	$1.8\ell_S$
10	$5.3\ell_S$	$3.60\ell_S$	$2.65\ell_S$	$2.0\ell_S$

3. 面外荷重を受ける板部材の強度評価

3.1 荷重モデル

3.1.1 一般

非損傷状態において海水、貨物及びバラストによって生じる静的及び動的圧力は、考慮する板部材の場所及び接する区画の種類に応じて検討しなければならない。

船底外板及び船側外板を除く部材で、液体を積載しない区画の境界を構成する板部材については、浸水状態における面外圧に対する検討も行なわなければならない。

波浪による面外圧力及びハルガーダ荷重については、4章4節に規定する 10^{-8} レベルの超過確率に対応する、互いに独立した荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 を考慮しなければならない。

3.1.2 非損傷状態における面外圧力

非損傷状態における面外圧力は、静的及び動的圧力からなる。

静的圧力 p_s は、次の圧力を含む。

- ・ 4章5節1.に規定する静水圧
- ・ 4章6節に規定する貨物及びバラストによる静的圧力

動的圧力 p_w は、荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 に対してそれぞれ次の圧力を含む。

- ・ 4章5節1.に規定する変動圧
- ・ 4章6節に規定する貨物及びバラストによる動的圧力

3.1.3 浸水状態における面外圧力

浸水状態における面外圧力 p_F は、4章6節3.2.1の規定による。

3.1.4 水圧試験状態における面外圧力

水圧試験状態における面外圧力 p_T は、次式による。

- ・ $p_T = p_{ST} - p_s$ (船底外板及び船側外板の場合)
- ・ $p_T = p_{ST}$ (その他の場合)

p_{ST} : 水圧試験時の圧力で4章6節4.の規定による。

p_s : 次に規定する圧力。

- ・ 船舶が浮いている状態で水圧試験を行なう場合、設計者が定める試験時の喫水 T_1 について、4章5節1.に規定する静水圧を考慮しなければならない。
- ・ 船舶が浮いていない状態で試験を行なう場合、 $p_s = 0$ とする。

3.1.5 直応力

縦強度に寄与するとみなされる板部材の強度評価の際に考慮すべき直応力 σ_x (N/mm^2) は、サギング及びホギングのそれぞれの状態において、次式による値の最大値とする。

$$\sigma_X = \left[C_{SW} \left| \frac{M_{SW}}{I_Y} \right| (z - N) + C_{WV} \left| \frac{M_{WV}}{I_Y} \right| (z - N) - C_{WH} \left| \frac{M_{WH}}{I_Z} \right| y \right] 10^{-3}$$

M_{SW} : 許容静水中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、考慮する状態に応じてホギング状態又はサギング状態を考慮する。

M_{WV} : 波浪縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、**4章3節**の規定による。考慮する状態に応じてホギング状態又はサギング状態を考慮する。

M_{WH} : 水平曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、**4章3節**の規定による。

C_{SW} : 荷重の組合せ係数で、**表5**による値

C_{WV} , C_{WH} : **4章4節2.2**に規定する組合せ係数で、**表5**による値

表5 組合せ係数 C_{SW} , C_{WV} 及び C_{WH}

LC	ホギング状態			サギング状態		
	C_{SW}	C_{WV}	C_{WH}	C_{SW}	C_{WV}	C_{WH}
H1	非適用			-1	-1	0
H2	1	1	0	非適用		
F1	非適用			-1	-1	0
F2	1	1	0	非適用		
R1	1	0	$1.2 - T_{LC} / T_S$	-1	0	$1.2 - T_{LC} / T_S$
R2	1	0	$-1.2 + T_{LC} / T_S$	-1	0	$-1.2 + T_{LC} / T_S$
P1	1	$0.4 - T_{LC} / T_S$	0	-1	$0.4 - T_{LC} / T_S$	0
P2	1	$-0.4 + T_{LC} / T_S$	0	-1	$-0.4 + T_{LC} / T_S$	0

3.2 板厚

3.2.1 非損傷状態

面外荷重を受ける板部材のネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 15.8 c_a c_r s \sqrt{\frac{p_S + p_W}{\lambda_p R_Y}}$$

λ_p : 係数で、**表6**による値とする。

表6 係数 λ_p

板部材		係数 λ_p	
縦強度に寄与するとみなされる板部材	縦式構造	$0.95 - 0.45 \left \frac{\sigma_X}{R_Y} \right $	ただし、いかなる場合も 0.9 以下とする。
	横式構造	$0.95 - 0.90 \left \frac{\sigma_X}{R_Y} \right $	ただし、いかなる場合も 0.9 以下とする。
それ以外の板部材		0.9	

3.2.2 浸水状態に対するネット板厚（立て式波形横隔壁を除く）

船底外板、船側外板及び立て式波形横隔壁を除く部材で、液体を積載しない区画の境界を構成する板部材については、浸水状態に対する検討を行なわなければならない。

浸水状態に対するネット板厚（ mm ）は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 15.8c_a c_r s \sqrt{\frac{p_F}{\alpha \lambda_p R_Y}}$$

λ_p : 係数で、表 6 による値で、浸水状態における σ_x を考慮して決定しなければならない。

α : 係数で、以下の規定による。

$\alpha = 0.95$ （船首隔壁の場合）

$\alpha = 1.15$ （その他の水密隔壁の場合）

3.2.3 浸水状態に対する立て式波形横隔壁のネット板厚

浸水状態に対する立て式波形横隔壁のネット板厚（ mm ）は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 14.9s \sqrt{\frac{1.05p}{R_{eH}}}$$

p : 圧力 p_F 又は p (kN/m^2) で、それぞれ 4章6節 3.3.6 又は 3.3.7 の規定による。

s : 板幅 (m) で、波形フランジ又はウェブの幅のうち、大きな方の値。

溶接構造の波形横隔壁で面材及びウェブの板厚が異なる場合、以下の規定によらなければならない。

- 板幅の狭い方の板部材のネット板厚 t_N は、次式による値以上としなければならない。

$$t_N = 14.9s \sqrt{\frac{1.05p}{R_{eH}}}$$

s : 狭い方の板部材の板幅 (m)。

- 板幅の広い方の板部材のネット板厚 t_W は、次式による値のうち、大きい方の値以上としなければならない。

$$t_W = 14.9s \sqrt{\frac{1.05p}{R_{eH}}}$$

$$t_W = \sqrt{\frac{462s^2p}{R_{eH}}} - t_{NP}^2$$

t_{NP} : 板幅の狭い方の板部材の実際のネット板厚 (mm) で、上記算式においては、次式による値以下としなければならない。

$$t_{NP} = 14.9s \sqrt{\frac{1.05p}{R_{eH}}}$$

s : 板幅 (m) で、波形フランジ又はウェブの幅のうち、大きな方の値。

波形隔壁下部のネット板厚は、内底板（下部スツールがない場合）又は下部スツール頂部から $0.15\ell_c$ 以上の距離の範囲まで維持しなければならない。ここで、 ℓ_c は 3章6節 10.4.4 に規定する波形隔壁のスパン (m) とする。波形隔壁下部のネット板厚は 3.2.1, 2節 3.6.1, 3.6.2 及び 3節 6 の規定を満足しなければならない。

波形隔壁中央部のネット板厚は、甲板（上部スツールがない場合）又は上部スツール底板から $0.3\ell_c$ 以下の距離の範囲まで維持しなければならない。波形隔壁中央部のネット板厚は 3.2.1, 2節 3.6.1 及び 3.6.2 の規定を満足しなければならない。

3.2.3 bis1 スツールのネット板厚

下部スツール頂板のネット板厚及び材料は、**3.2.3** の規定により直上の隔壁板に要求されるもの以上としなければならない。

垂直又は傾斜したスツール側板において、スツール頂板から波形部のフランジ幅に等しい深さ以内にある部分のネット板厚及び材料については、**3.2.3** の規定により波形部下端におけるフランジに要求されるもの以上としなければならない。

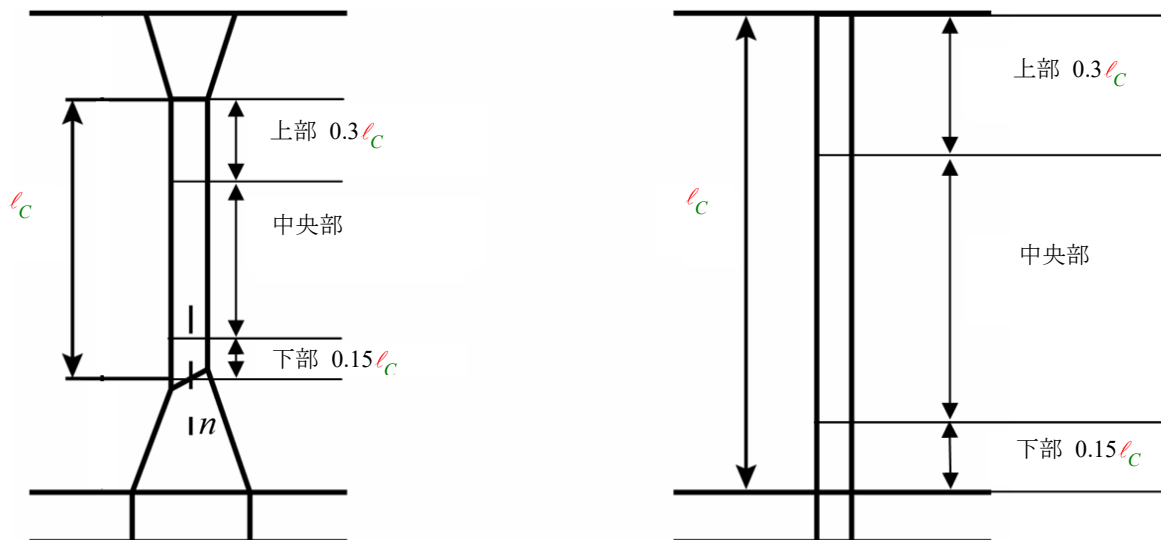
上部スツール底板のネット板厚及び材料は、**3.2.3** の規定により要求される直下の隔壁板の板厚及び材料と等しいものとしなければならない。スツール側板の下部板厚は、同じ材料を使用する場合、**3.2.3** の規定により隔壁板の上部に要求される板厚の 80%以上としなければならない。

上部スツール及び下部スツールのネット板厚は、**3.2.1**、**3.2.2** 及び **3.2.4** の規定により要求されるネット板厚以上としなければならない。

3.2.3 bis2 波形隔壁を支持する肋板のネット板厚

波形隔壁が内底板に直接設置される場合、波形隔壁を支持する肋板及びパイプトンネルの板厚及び材料は、**3.2.3** の規定により波形部のフランジに要求されるもの以上としなければならない。下部スツールを備える場合、スツールを支持する肋板の板厚は、**3.2.2** の規定によりスツール側板に要求されるもの以上としなければならない。

図 5 波形隔壁の各部

**3.2.4 水圧試験状態**

4章6節4.に規定する区画又は構造の板部材については、水圧試験状態を考慮しなくてはならない。

水圧試験状態に対するネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 15.8c_a c_r s \sqrt{\frac{p_T}{1.05R_Y}}$$

2 節 防撓材

記号

本節に規定されない記号については、[1章4節](#)による。

- L_2 : 船の長さ L_{CSR-B} (m)。ただし、300m を超える場合は 300m とする。
- I_y : 船体横断面の水平中性軸に関するネット断面二次モーメント (m^4) で、[5章1節1.5](#) の規定による。すべての構造部材について、申請gross板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で計算する。
- I_z : 船体横断面の垂直中性軸に関するネット断面二次モーメント (m^4) で、[5章1節1.5](#) の規定による。すべての構造部材について、申請gross板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で計算する。
- N : [1章4節4](#) に定義する参照座標系におけるネット船体横断面の重心位置の z 座標 (m)。ネット船体横断面は、[5章1節1.2](#) の規定に従い、すべての構造部材について申請gross板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で考慮する。
- p_s, p_w : 静水圧及び波浪変動圧 (kN/m^2) で、[3.1.2](#) の規定による。
- p_F : 浸水状態での圧力 (kN/m^2) で [3.1.3](#) の規定による。
- p_T : 水圧試験状態での圧力 (kN/m^2) で、[3.1.4](#) の規定による。
- σ_x : 直応力 (N/mm^2) で [3.1.5](#) の規定による。
- s : 防撓材の心距 (m) で、スパン中央において曲面の弦に沿って測った長さとする。
- ℓ : 防撓材のスパン (m) で、支持部材間を曲面の弦に沿って測った長さとする。[\(3章6節4.2 参照\)](#)
- h_w : 防撓材のウェブの高さ (mm)
- t_w : 防撓材のウェブのネット板厚 (mm)
- b_f : 防撓材の面材の幅 (mm)
- t_f : 防撓材の面材のネット板厚 (mm)
- b_p : 降伏強度評価で考慮する防撓材を取り付ける板 (以下、「取り付け板」という。) の幅 (m) で、[3章6節4.3](#) の規定による。
- w : 幅 b_p の取り付け板を含む防撓材のネット断面係数 (cm^3) で、[3章6節4.4](#) の規定による。
- A_{sh} : せん断面積 (cm^2) で、[3章6節4.4](#) の規定による。
- m : 係数で、次の規定による値
- $m = 10$ (垂直防撓材の場合)
- $m = 12$ (その他の防撓材の場合)
- τ_a : 許容せん断応力 (N/mm^2) で、次式による値
- $$\tau_a = \frac{R_y}{\sqrt{3}}$$

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節の規定は、面外圧及び、縦強度に寄与するものについてはハルガーダ直応力に対する防撓材の降伏強度評価に適用する。

集中荷重のような特別な荷重を受ける防撓材についても降伏強度評価を行なわなければならない。

上記に加え、[6章3節](#)の規定に従い、防撓材の座屈強度評価を行なわなければならない。

1.2 ネット寸法

1.2.1

本節で考慮するすべての部材寸法は、[3章2節](#)に規定にするネット寸法とし、いかなる腐食予備厚も含まないものとする。

gross寸法については、[3章2節3](#)の規定による。

1.3 荷重組合せ

1.3.1 外板部材の要素

静水圧及び変動圧は、次に掲げる荷重をそれぞれ単独で考慮しなければならない。

- ・ 静水圧と波浪変動圧
- ・ 外板に隣接する区画の積載物による静的及び動的圧力。外板に隣接する区画に液体を積載する場合には、外板に作用する静水圧及び波浪変動圧は、当該区画の静的及び動的圧力を減じたものとしなければならない。

1.3.2 外板部材以外の要素

隣接する区画の境界となる要素に考慮すべき静的及び動的圧力は、2つの区画にそれぞれ作用する圧力を別々に考慮しなければならない。

1.4 荷重評価点

1.4.1 水平防撓材

別に規定する場合を除き、面外圧力及びハルガーダ応力は、考慮する防撓材のスパン中央での値を考慮しなければならない。

1.4.2 垂直防撓材

面外圧力 p は、スパン中央での値と次式による値のうち、大きい方の値を考慮しなければならない。

- ・ 垂直防撓材の上端部が、圧力が0となる最下方の高さよりも低い位置にある場合

$$p = \frac{p_U + p_L}{2}$$

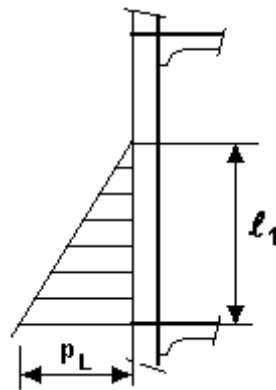
- ・ 垂直防撓材の上端部が、圧力が0となる最下方の高さよりも高い位置にある場合 (図1 参照)

$$p = \frac{\ell_1 p_L}{\ell}$$

ℓ_1 : 垂直防撓材の下端部から圧力が0となる最下方の位置までの距離 (m)

p_U, p_L : スパン ℓ の防撓材の上端部及び下端部での面外圧力 (kN/m^2)

図1 垂直防撓材に作用する面外圧力



2. 一般規定

2.1 (削除)

2.1.1 (削除)

図2 (削除)

2.2 防撓材のウェブのネット板厚

2.2.1 単船側構造のばら積貨物船の倉内肋骨以外の防撓材のウェブの最小ネット板厚

防撓材のウェブの最小ネット板厚 (mm) は、次式による値のうち大きい方の値以上としなければならない。

- ・ $t = 3.0 + 0.015L_2$
- ・ 考慮している防撓材の取り付け板の、[6章1節](#)の規定によるネット要求板厚の40%

2.2.2 単船側構造のばら積貨物船の倉内肋骨の最小ネット板厚

貨物倉内の倉内肋骨のウェブのネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t_{MIN} = 0.75\alpha(7 + 0.03L_{CSR-B})$$

α : 係数で、次の規定による。

- $\alpha = 1.15$: 最前端貨物倉内の倉内肋骨の場合
- $\alpha = 1.00$: その他の貨物倉内の倉内肋骨の場合

2.2.3 防撓材のウェブの最大ネット板厚

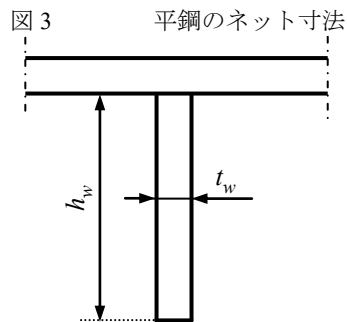
防撓材のウェブのネット板厚 (mm) は、考慮している防撓材の取り付け板の、申請ネット板厚の2倍以下としなければならない。

2.3 防撓材のネット寸法

2.3.1 平鋼

平鋼の防撓材のネット寸法は、次の規定を満足しなければならない。(図3 参照)

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 20\sqrt{k}$$



2.3.2 T型鋼

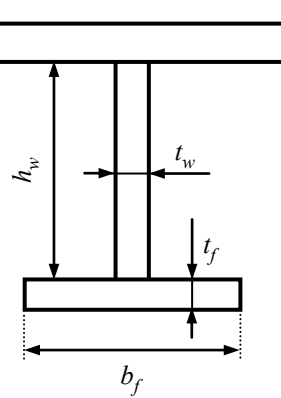
T型鋼の防撓材のネット寸法は、次の規定を満足しなければならない。(図4 参照)

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 65\sqrt{k}$$

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 33\sqrt{k}$$

$$b_f t_f \geq \frac{h_w t_w}{6}$$

図 4 T型鋼のネット寸法



2.3.3 山型鋼

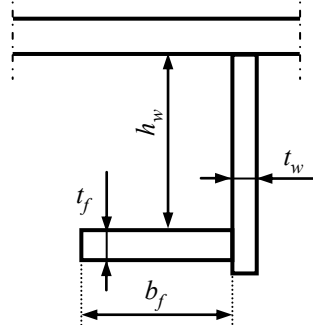
山型鋼の防撓材のネット寸法は、次の規定を満足しなければならない。(図 5 参照)

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 55\sqrt{k}$$

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 16.5\sqrt{k}$$

$$b_f t_f \geq \frac{h_w t_w}{6}$$

図 5 山型鋼のネット寸法



2.4 支材

2.4.1

防撓材同士を連結する支材のネット断面積 A_{SR} (cm²) 及び支材に直交する軸に関する最小ネット断面二次モーメント I_{SR} (cm⁴) は、次式による値以上としなければならない。

$$A_{SR} = \frac{p_{SR} s \ell}{20}$$

$$I_{SR} = \frac{0.75 s \ell (p_{SR1} + p_{SR2}) A_{ASR} \ell_{SR}^2}{47.2 A_{ASR} - s \ell (p_{SR1} + p_{SR2})}$$

p_{SR} : 圧力 (kN/m²) で、次の 2 つの算式による値のうち、大きい方の値。

$$p_{SR} = 0.5(p_{SR1} + p_{SR2})$$

$$p_{SR} = p_{SR3}$$

p_{SR1} : 支材のある区画の一方の外側から支材に作用する外圧 (kN/m²)

p_{SR2} : 支材のある区画のもう一方の外側から支材に作用する外圧 (kN/m²)

p_{SR3} : 支材のある区画で支材のスパン中央部に作用する内圧 (kN/m²)

ℓ : 支材を取り付ける防撓材のスパンで、3章6節4.2.3の規定による。

ℓ_{SR} : 支材の長さ (m)

A_{ASR} : 支材の実際のネット断面積 (cm²)

2.5 スチールコイルを積載する船舶の縦通防撓材

2.5.1 一般

本 2.5 の規定は、6 章 1 節 図 2 に示すように、ダンネージ上にスチールコイルを積載する船舶の内底板、ビルジホッパ斜板及び内殻板に取り付ける防撓材に適用する。

2.5.2 内底板付き防撓材

内底板付き防撓材のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = K_3 \frac{\{g(\cos(C_{ZP}\Phi)\cos(C_{ZR}\theta)) + a_Z\}F}{8\lambda_S R_Y}$$

$$A_{sh} = \frac{5\{g(\cos(C_{ZP}\Phi)\cos(C_{ZR}\theta)) + a_Z\}F}{\tau_a \sin\phi} 10^{-3}$$

K_3 : 表 1 による係数で、 n_2 が 10 より大きい場合、 K_3 は 2/3 とする。

a_Z : 上下方向加速度 (m/s^2) で、6 章 1 節 2.7.1 bis1 の規定による。

Φ : 4 章 2 節 2.2 の規定によるピッチ角 (deg)

θ : 4 章 2 節 2.1 の規定によるロール角 (deg)

C_{ZP}, C_{ZR} : 4 章 4 節 2.2 の規定による荷重組合せ係数

F : 力 (kg) で、6 章 1 節 2.7.2 の規定による。

λ_S : 係数で、表 3 による。

ϕ : 角度 (deg) で、3.2.3 の規定による。

2.5.3 ビルジホッパ斜板付き防撓材及び内殻板付き防撓材

ビルジホッパ斜板付き防撓材及び内殻板付き防撓材のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = K_3 \frac{a_{hopper} F'}{8\lambda_S R_Y}$$

$$A_{sh} = \frac{5a_{hopper} F'}{\tau_a \sin\phi} 10^{-3}$$

K_3 : 表 1 による係数で、 K_3 が 10 より大きい場合、 K_3 は 2/3 とする。

θ_h : 内底板とビルジホッパ斜板又は内殻板がなす角度 (deg)

a_{hopper} : 加速度 (m/s^2) で、6 章 1 節 2.7.3 の規定による。

F' : 力 (kg) で、6 章 1 節 2.7.3 の規定による。

λ_S : 係数で、表 3 による。

ϕ : 3.2.3 の規定による。

ℓ' : パネル 1 枚における両端荷重点間の船長方向の距離 (m)。

2.5.4 (削除)

表 1 係数 K

n_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_3	ℓ	$\ell - \frac{\ell'^2}{\ell}$	$\ell - \frac{2\ell'^2}{3\ell}$	$\ell - \frac{5\ell'^2}{9\ell}$	$\ell - \frac{\ell'^2}{2\ell}$	$\ell - \frac{7\ell'^2}{15\ell}$	$\ell - \frac{4\ell'^2}{9\ell}$	$\ell - \frac{3\ell'^2}{7\ell}$	$\ell - \frac{5\ell'^2}{12\ell}$	$\ell - \frac{11\ell'^2}{27\ell}$

2.6 救命いかだ又は救命艇の進水装置が取り付けられる箇所の甲板防撓材

2.6.1

甲板防撓材の寸法は、直接計算により求めなければならない。

2.6.2

進水装置による荷重は、進水装置の安全使用荷重に相当するものでなければならない。

2.6.3

組合せ応力 (N/mm^2) は、次の 2 つの算式による値のうち、小さい方の値以下としなければならない。

$$\frac{100}{235} R_{eH} \quad \text{又は} \quad \frac{54}{235} R_m$$

R_m : 防撓材材料の引張強度 (N/mm^2)

3. 降伏強度評価

3.1 荷重モデル

3.1.1 一般

非損傷状態において海水、貨物及びバラストによって生じる静的及び動的圧力は、考慮する防撓材の位置及び隣接する区画の種類に応じて検討しなければならない。

船底外板及び船側外板を除く、液体を積載しない区画の境界を構成する板部材に取り付ける防撓材については、浸水状態における面外圧に対する検討も行なわなければならない。

波浪による面外圧力及びハルガーダ荷重については、4章4節に規定する 10^{-8} レベルの超過確率に対応する、互いに独立した荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 を考慮しなければならない。

3.1.2 非損傷状態における面外圧力

非損傷状態における面外圧力は、静的及び動的圧力からなる。

静的圧力 p_s は、次の圧力を含む。

- ・ 4章5節1.に規定する静水圧
- ・ 4章6節に規定する貨物及びバラストによる静的圧力

動的圧力 p_w は、荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 に対してそれぞれ次の圧力を含む。

- ・ 4章5節1.に規定する変動圧
- ・ 4章6節に規定する貨物及びバラストによる動的圧力

3.1.3 浸水状態における面外圧力

浸水状態における面外圧力 p_F は、4章6節3.2.1の規定による。

3.1.4 水圧試験状態における面外圧力

水圧試験状態における面外圧力 p_T は、次式による。

- ・ $p_T = p_{ST} - p_s$ (船底外板及び船側外板の場合)
- ・ $p_T = p_{ST}$ (その他の板部材の場合)

p_{ST} : 水圧試験時の圧力で、4章6節4.の規定による。

p_s : 次に規定する圧力。

- ・ 船舶が浮いている状態で水圧試験を行なう場合、設計者が定める試験時の喫水 T_1 について、4章5節1.に規定する静水圧を考慮しなければならない。
- ・ 船舶が浮いていない状態で試験を行なう場合、 $p_s = 0$ とする。

3.1.5 直応力

縦強度に寄与するとみなされる防撓材の強度評価の際に考慮すべき直応力 σ_x (N/mm^2) は、サギング及びホギングのそれぞれの状態において、次式による値の最大値とする。

$$\sigma_x = \left[C_{SW} \left| \frac{M_{SW}}{I_Y} \right| (z - N) + C_{WV} \left| \frac{M_{WV}}{I_Y} \right| (z - N) - C_{WH} \left| \frac{M_{WH}}{I_Z} \right| y \right] 10^{-3}$$

M_{SW} : 許容静水中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、考慮する状態に応じてホギング状態又はサギング状態を考慮する。

M_{WV} : 波浪縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節の規定による。考慮する状態に応じてホギング状態又はサギング状態を考慮する。

M_{WH} : 水平曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節の規定による。

C_{SW} : 荷重の組合せ係数で、表2による値

C_{WV} , C_{WH} : 4章4節2.2に規定する組合せ係数で、表2による値

表 2 組合せ係数 C_{SW} , C_{WV} 及び C_{WH}

LC	ホギング状態			サギング状態		
	C_{SW}	C_{WV}	C_{WH}	C_{SW}	C_{WV}	C_{WH}
H1	非適用			-1	-1	0
H2	1	1	0	非適用		
F1	非適用			-1	-1	0
F2	1	1	0	非適用		
R1	1	0	$1.2 - T_{LC} / T_S$	-1	0	$1.2 - T_{LC} / T_S$
R2	1	0	$-1.2 + T_{LC} / T_S$	-1	0	$-1.2 + T_{LC} / T_S$
P1	1	$0.4 - T_{LC} / T_S$	0	-1	$0.4 - T_{LC} / T_S$	0
P2	1	$-0.4 + T_{LC} / T_S$	0	-1	$-0.4 + T_{LC} / T_S$	0

3.2 防撓材の強度基準（単船側構造のばら積貨物船の倉内肋骨を除く）

3.2.1 境界条件

本 3.2 の規定は、両端が固定端とみなされる防撓材に適用する。

これと異なる境界条件の防撓材の降伏強度評価については、その都度検討しなければならない。

3.2.2 同一寸法の防撓材群

同一寸法の防撓材を複数本取り付けける場合には、これらの防撓材に対する 3.2.3 から 3.2.7 に規定する最小ネット断面係数については、それぞれの防撓材に要求される断面係数の平均値とすることができる。ただし、上記最小ネット断面係数は、個々の防撓材に対する要求断面係数の最大値の 90%以上としなければならない。

最小ネットせん断面積についても同様に扱う。

3.2.3 非損傷状態での防撓材の断面係数及びせん断面積

面外圧力を受ける防撓材のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{m\lambda_s R_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$$

λ_s : 係数で、表 3 による値

ϕ : 防撓材のウェブと防撓材を取り付ける板部材との成す角度 (deg) で、防撓材のスパン中央での値とする。

ϕ が 75 度未満の場合は修正する。

表 3 係数 λ_s

防撓材	係数 λ_s
縦強度に寄与するとみなされる縦通防撓材	$1.2 \left(1.0 - 0.85 \frac{ \sigma_x }{R_Y} \right)$ ただし、いかなる場合も 0.9 以下とする
その他の防撓材	0.9

3.2.4 L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶のバラスト兼用倉の波形横隔壁のネット断面係数

L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶のバラスト兼用倉にある波形横隔壁の、面外圧力に対するネット断面係数 w (cm^3) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = K \frac{(p_s + p_w)s_c \ell^2}{m\lambda_s R_Y} 10^3$$

K : 係数で、端部支持条件に応じて表 4 及び表 5 により定まる値とする。 $d_H < 2.5d_0$ となる場合には、波形隔壁の 1/2 ピッチあたりの断面係数及び内底板位置での下部スツールの断面係数を算定しなければならない。

s_c : 波形隔壁の 1/2 ピッチの幅 (m) で, 3 章 6 節図 28 の規定による。

ℓ : 支持部材間の距離 (m) で, 図 6 による。

λ_s : 係数で, 表 3 による値

波形隔壁のネット断面係数を計算する場合, 圧縮場となる波形部のフランジにおける有効幅は, 3 章 6 節 10.4.10 の規定によらなければならない。

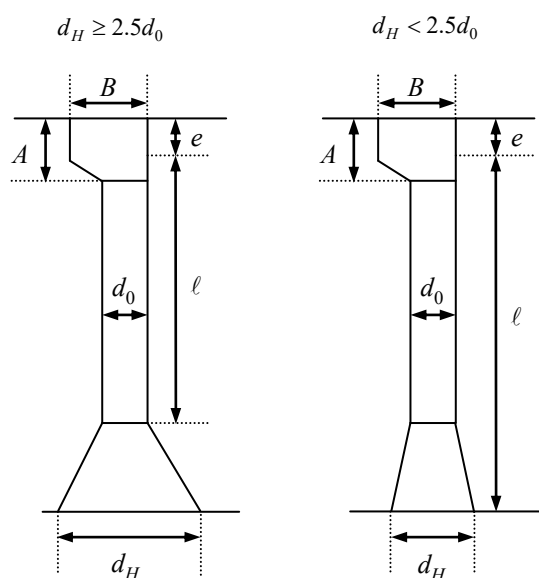
表 4 $d_H \geq 2.5d_0$ での K の値

上端部の支持条件		
桁で支持	甲板に固着	スツールに固着
1.25	1.00	0.83

表 5 $d_H < 2.5d_0$ での K の値

断面係数	上端部の支持条件		
	桁で支持	甲板に固着	スツールに固着
波形横隔壁	0.83	0.71	0.65
スツール下部	0.83	1.25	1.13

図 6 ℓ の測り方



$$e = A(1 - d_0/2B)$$

3.2.5 浸水状態に対する防撓材のネット断面係数及びネットせん断面積（貨物倉を区画する立て式波形横置隔壁を除く）

立て式波形横置隔壁を除く防撓材の, 浸水状態に対するネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は, 次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{p_F s \ell^2}{16 \alpha \lambda_s R_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5 p_F s \ell}{\alpha \tau_a \sin \phi}$$

λ_s, ϕ : 3.2.3 の規定による値。 λ_s の算定にあたっては, σ_x を浸水状態での値としなければならない。

α : 係数で, 次の規定による。ただし, いずれの場合も $\alpha \lambda_s$ は 1 以下とする。

0.95 (船首隔壁付の防撓材の場合)

1.15 (その他の水密隔壁付の防撓材の場合)

3.2.6 (削除)

3.2.7 水圧試験状態に対する防撓材のネット断面係数及びネットせん断面積

水圧試験状態に対する防撓材のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{p_T s \ell^2}{1.05 m R_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5 p_T s \ell}{1.05 \tau_a \sin \phi}$$

ϕ : 3.2.3 の規定による。

3.3 単船側構造のばら積貨物船の倉内肋骨に対する強度基準

3.3.1 倉内肋骨のネット断面係数及びネットせん断面積

面外荷重を受ける倉内肋骨のスパン中央部におけるネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = 1.125 \alpha_m \frac{(p_s + p_w) s \ell^2}{m \lambda_s R_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = 1.1 \alpha_s \frac{5(p_s + p_w) s \ell}{\tau_a \sin \phi} \left(\frac{\ell - 2\ell_B}{\ell} \right)$$

α_m : 係数で、次の規定による。

0.42 (BC-A 船の場合)

0.36 (その他の船舶の場合)

λ_s : 係数で、0.9 とする。

ℓ : 倉内肋骨のスパンで、3章6節の図19による。ただし、いかなる場合も $0.25D$ 以上とする。

α_s : 係数で次の規定による。

1.1 (BC-A 船で隔倉積状態で空倉とする貨物倉内の倉内肋骨の場合)

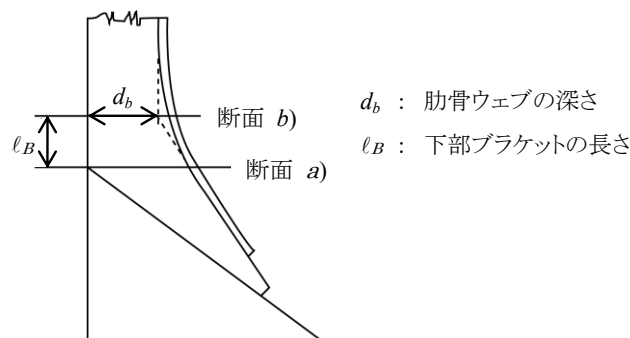
1.0 (その他の倉内肋骨の場合)

ℓ_B : 倉内肋骨の下部ブラケットの長さ (m) で、図7の規定による。

p_s, p_w : 静水圧及び波浪変動圧 (kN/m^2) で、1.3 及び 1.4.2 の規定に基づき計算される。

また、ヘビーバラスト状態でバラストを積載する貨物倉内の倉内肋骨のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、倉内肋骨の全長に亘って、3.2.3 の規定を満足しなければならない。ただし、 ℓ は両端のブラケットを考慮に入れた、3章6節4.2 の規定による倉内肋骨のスパンとする。

図7 倉内肋骨の下部ブラケットの長さ



d_b : 肋骨ウェブの深さ

ℓ_B : 下部ブラケットの長さ

3.3.2 追加要件

最前部貨物倉内の船首隔壁から数えて3本目までの倉内肋骨については、3.3.1 の規定によるほか、ネット断面二次モーメント (cm^4) は次式による値以上としなければならない。

$$I = 0.18 \frac{(p_s + p_w) \ell^4}{n}$$

ℓ : 倉内肋骨のスパン (m)

n : 船首隔壁から数えた考慮する倉内肋骨までの肋骨本数で、1, 2, 3 のいずれかの値。

本規定により難い場合、船首隔壁から倉内肋骨であってその上端及び下端がトップサイドタンク内及びビルジホップタンク内に設けられる横桁により支持されるものにわたり、水平桁のような支持部材を取り付け、最前部貨物倉と船首タンク内桁との構造上の連続性を確保しなければならない。

3.3.3 倉内肋骨の下部ブラケット

3章6節の図19に規定する下部ブラケットの位置において、下部ブラケット又は一体型下部ブラケットの船側外板を考慮したネット断面係数は、前**3.3.1**の規定による倉内肋骨のスパン中央部で要求されるネット断面係数の2倍以上としなければならない。

また、ヘビーバラスト状態でバラストを積載する貨物倉内の下部ブラケットの位置において、ネット断面係数 w (cm^3) は**3.2.3**及び**3.3.1**の規定によるネット断面係数の大きい方の値の2倍以上としなければならない。

下部ブラケットのネット板厚 t_{LB} (mm) は、倉内肋骨のウェブのネット板厚に 1.5mm 加えたもの以上としなければならない。

また、下部ブラケットのネット板厚 t_{LB} (mm) は、次式を満足しなければならない。

- ・ 左右対称な断面を有する倉内肋骨 : $\frac{h_{LB}}{t_{LB}} \leq 87\sqrt{k}$
- ・ 左右非対称な断面を有する倉内肋骨 : $\frac{h_{LB}}{t_{LB}} \leq 73\sqrt{k}$

ここで、倉内肋骨下部ブラケットのウェブ深さ h_{LB} は、ビルジホップタンクの斜板と船側外板との交点から下部ブラケットの面材に対して垂直に計測することができる。(3章6節の図22 参照)

前**3.3.2**の規定により寸法を増加している船首隔壁から数えて3本目までの倉内肋骨については、倉内肋骨下部ブラケットのネット板厚 t_{LB} が倉内肋骨のウェブのネット板厚 t_w の1.73倍より大きい場合、 t_{LB} は次式による t'_{LB} とすることができる。

$$t'_{LB} = (t_w t_{LB}^2)^{1/3}$$

t_w : **3.3.1**の規定によるせん断面積 A_{sh} に対応するネット板厚 (mm)

面材の張り出し幅は、面材のネット板厚の $12k^{0.5}$ 倍を超えてはならない。

3.3.4 倉内肋骨の上部ブラケット

3章6節の図19に規定する上部ブラケットの位置において、上部ブラケット又は一体型上部ブラケットの船側外板を考慮したネット断面係数は、前**3.3.1**の規定による倉内肋骨のスパン中央部で要求されるネット断面係数の2倍以上としなければならない。

また、ヘビーバラスト状態でバラストを積載する貨物倉内の上部ブラケットの位置において、ネット断面係数 w (cm^3) は**3.2.3**及び**3.3.1**の規定によるネット断面係数の大きい方の値の2倍以上としなければならない。

上部ブラケットのネット板厚 t_{UB} (mm) は、倉内肋骨のウェブのネット板厚以上としなければならない。

3.4 倉内肋骨の上下端の固着

3.4.1

次に掲げる防撓材の断面係数は、倉内肋骨上端及び下端の固着部において、それぞれ次式を満足しなければならない。

(3章6節の図22 参照)

- ・ 倉内肋骨下端のカウンターブラケットを支持する船側外板及びビルジホップ斜板の縦通防撓材
- ・ 倉内肋骨上端のカウンターブラケットを支持する船側外板及びトップサイドタンク斜板の縦通防撓材

$$\sum_n w_i d_i \geq \alpha_r \frac{(p_s + p_w) \ell^2 \ell_1^2}{16 R_Y}$$

n : 船側外板及びビルジホップ斜板において倉内肋骨下部カウンターブラケットを支持する縦通防撓材の本数又は船側外板及びトップサイドタンク斜板において倉内肋骨の上部カウンターブラケットを支持する縦通防撓材の本数。

w_i : 船側外板付き縦通防撓材及びビルジホップタンク又はトップサイドタンク斜板付き縦通防撓材のうち、倉内肋骨の上部又は下部カウンターブラケットを支持する i 番目の縦通防撓材のネット断面係数 (cm^3)

d_i : i 番目の縦通防撓材の、船側外板とビルジホップタンク又はトップサイドタンク斜板の交点からの距離 (m)

ℓ_1 : ビルジホップタンク又はトップサイドタンク内の横桁の心距 (m)

R_Y : 船側外板付き縦通防撓材及びビルジホップタンク又はトップサイドタンク斜板付き縦通防撓材のうち、倉内肋骨の上部又は下部カウンターブラケットを支持するものの最小等価降伏応力 (N/mm^2)

α_T : 係数で、次の値。

150 (倉内肋骨下部カウンターブラケットを支持する縦通防撓材の場合)

75 (倉内肋骨上部カウンターブラケットを支持する縦通防撓材の場合)

ℓ : 倉内肋骨のスパン (m) で、3.3.1の規定による。

p_s, p_w : 倉内肋骨にかかる静水圧及び波浪変動圧 (kN/m^2)

3.4.2

倉内肋骨上部又は下部カウンターブラケットとそれを支持する i 番目の縦通防撓材との固着部のネット面積 A_i (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$A_i = 0.4 \frac{w_i s k_{bkt}}{\ell_1^2 k_{lg,i}}$$

w_i : 船側外板付き縦通防撓材及びビルジホップタンク又はトップサイドタンク斜板付き縦通防撓材のうち、倉内肋骨の上部又は下部カウンターブラケットを支持する i 番目の縦通防撓材のネット断面係数 (cm^3)

ℓ_1 : 3.4.1の規定による。

k_{bkt} : ブラケットの材質に応じた材料係数

$k_{lg,i}$: i 番目の縦通防撓材の材質に応じた材料係数

s : 倉内肋骨心距 (m)

3.5 連続梁の強度基準

3.5.1 強度基準

3.5.2の規定による連続梁の最大直応力 σ 及びせん断応力 τ は、各状態において表6の規定を満足しなければならない。

表6 連続梁の強度評価

状態	非損傷状態	浸水状態	水圧試験状態
直応力	$\sigma \leq \lambda_S R_Y$	$\sigma \leq \alpha \lambda_S R_Y$	$\sigma \leq 1.05 R_Y$
せん断応力	$\tau \leq \tau_a$	$\tau \leq \alpha \tau_a$	$\tau \leq 1.05 \tau_a$

備考：

λ_S : 係数で、3.2.3の規定による。

α : 係数で、3.2.5の規定による。

3.5.2 連続梁

連続梁の最大直応力 σ 及びせん断応力 τ は、直接計算により求めなければならない。この場合、次の事項を考慮しなければならない。

- ・ 静的及び動的圧力並びに力の分布
- ・ 中間支持部材（板、桁等）の数及び位置
- ・ 防撓材端部及び中間支持部材端部の固着条件
- ・ 連続梁の形状特性

3.6 浸水状態に対する貨物倉間の水密波形横隔壁の寸法

3.6.1 水密波形横隔壁の曲げ強度及びせん断強度

水密波形横隔壁の曲げ強度及びせん断強度は、次式を満足しなければならない。

$$0.5W_{LE} + W_M \geq \frac{M}{0.95R_{eH}} 10^3$$

$$\tau \leq \frac{R_{eH}}{2}$$

M : 波形横隔壁の設計上の曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、次式による値

$$M = F \ell_C / 8$$

F : 作用する力 F_F 又は F (kN) で、それぞれ4章6節3.3.6又は3.3.7の規定による。

ℓ_C : 波形横隔壁のスパン (m) で、3.6.2の規定による。

W_{LE} : 波形横隔壁の下端部におけるネット断面係数 (cm^3) で、3.6.2 の規定による。ただし、いかなる場合も次式による値を超えてはならない。

$$W_{LE,M} = W_G + \left(\frac{Qh_G - 0.5h_G^2 s_C p_G}{R_{eH}} \right) 10^3$$

W_G : 波形横隔壁の 1/2 ピッチ分のネット断面係数 (cm^3) で、3.6.2 の規定による。ただし、シェダープレート又はガセットプレートが設けられている場合、それらの最上部での値とする。

Q : 波形横隔壁の下端部におけるせん断力 (kN) で、次の算式による値。

$$Q = 0.8F$$

h_G : シェダープレート又はガセットプレートの高さ (m) (図 11 から図 15 参照)

p_G : シェダープレート又はガセットプレート高さの中間点における圧力 p_F 又は p (kN/m^2) で、それぞれ 4 章 6 節 3.3.6 又は 3.3.7 の規定による。

s_C : 波形横隔壁の心距 (m) で、3 章 6 節 図 28 による。

W_M : 波形横隔壁のスパン中央におけるネット断面係数 (cm^3) で、3.6.2 の規定による。ただし、 W_{LE} の 1.15 倍以下とする。

τ : 波形横隔壁に働くせん断応力 (N/mm^2) で、次の算式による値。

$$\tau = 10 \frac{Q}{A_{sh}}$$

A_{sh} : 波形横隔壁のせん断面積 (cm^2) で、次による。

波形隔壁のウェブとフランジの傾きを考慮して、せん断面積を減少しなければならない。一般に減少せん断面積は、ウェブとフランジのなす角度を ϕ として、ウェブ断面積に $\sin(\phi)$ を乗じて得られる。

波形部の断面係数は、3.6.2 の規定により計算しなければならない。

1 節図 5 に定義する隔壁上部の断面係数については、本項及び 1 節 3.2.1 の規定に基づく中央部における要求値の 75% 以上としなければならない。異なる降伏強度の材料を使用する場合、要求値を補正すること。

3.6.2 波形部下端におけるネット断面係数

a) 波形部下端 (図 11 から図 15 参照) におけるネット断面係数は、圧縮場となるフランジの有効フランジ幅 b_{ef} を 3 章 6 節 10.4.10 に示す値以下として算出しなければならない。

b) ブラケットにより支持されないウェブ

e) の場合を除き、波形部のウェブの下部がスツール頂板 (又は内底板) 下のブラケットにより支持されない場合、波形部の断面係数は波形ウェブの 30% を有効として算出しなければならない。

c) 有効なシェダープレート

図 11 及び図 12 に示すように 3 章 6 節 10.4.11 に定義する有効なシェダープレートを備える場合、波形部下端 (図 11 及び図 12 の断面①) の断面係数を算出する際は、フランジ部の面積を、次の算式による値だけ増加させて差し支えない。

$$I_{SH} = 2.5a\sqrt{t_f t_{SH}} \quad \text{ただし、} 2.5at_F \text{ より大きい値としてはならない。}$$

a : 波形部フランジの幅 (m) (3 章 6 節 図 28 参照)

t_{SH} : シェダープレートのネット板厚 (mm)

t_f : フランジのネット板厚 (mm)

d) 有効なガセットプレート

図 13 から図 15 に示すように 3 章 6 節 10.4.12 に定義する有効なガセットプレートを備える場合、波形部下端 (図 13 から図 15 の断面①) の断面係数を算出する際は、フランジ部の面積を、次の算式による値だけ増加させて差し支えない。

$$I_G = 7h_G t_f$$

h_G : ガセットプレートの高さ (m)。 (図 13 から図 15 参照) ただし、計算上は $(10/7)S_{GU}$ 以下とすること。

S_{GU} : ガセットプレートの幅 (m)

t_f : フランジのネット板厚 (mm)

e) 傾斜するスツール頂板

水平面との角度が 45 度以上傾斜しているスツール頂板に波形部のウェブを溶接する場合、波形部の断面係数は、

波形部のウェブがすべて有効として算出して差し支えない。角度が 45 度未満の場合、ウェブの有効性は、角度が 0 度の場合を 30%，角度が 45 度の場合を 100%として線形補間によるものとして差し支えない。

有効なガセットプレートを用意する場合、波形部の断面係数を算出する際は、フランジ部の面積を、**d)**で規定するように増加して差し支えない。シェダープレートだけを備える場合は、面積を増加させてはならない。

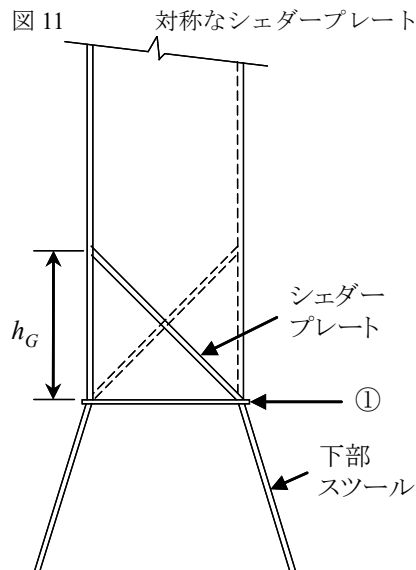
3.6.3 上部及び下部スツールの防撓材

上部及び下部スツールの防撓材のネット断面係数は、次式及び 3.2.5 の規定による値以上としなければならない。

$$w = \frac{ps\ell^2}{16\alpha\lambda_s R_Y} 10^3$$

p : 圧力 (kN/m^2) で、4 章 6 節 3.3.7 の規定による。

α 及び λ_s : 3.2.5 の規定による。



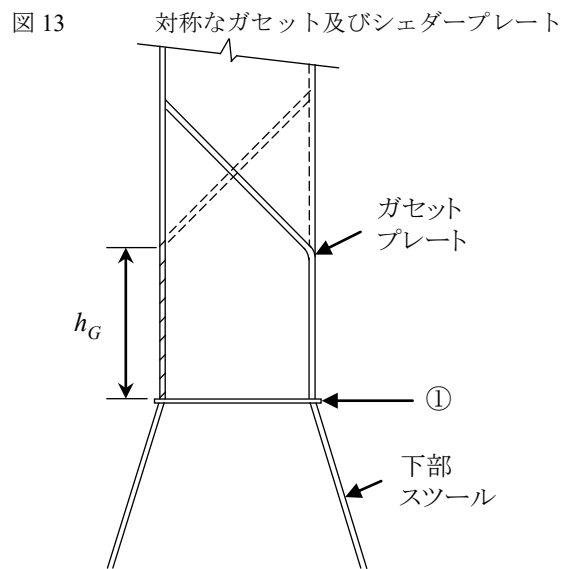
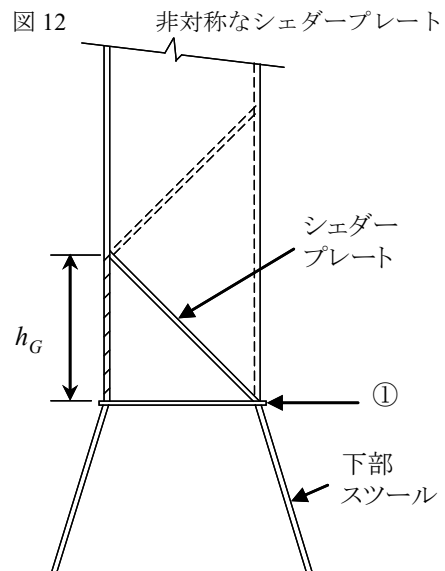


図 14 非対称なガセット及びシェダープレート

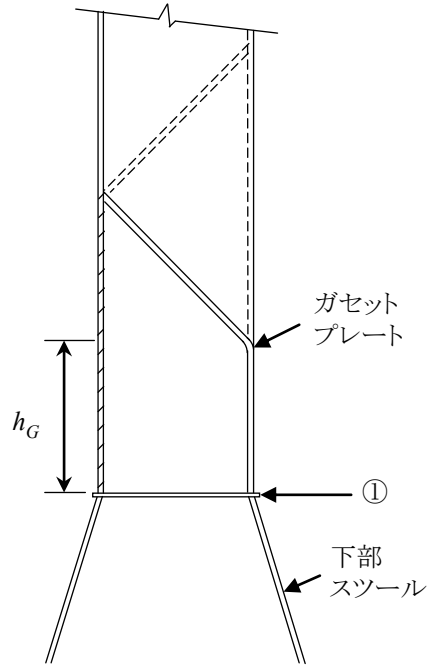
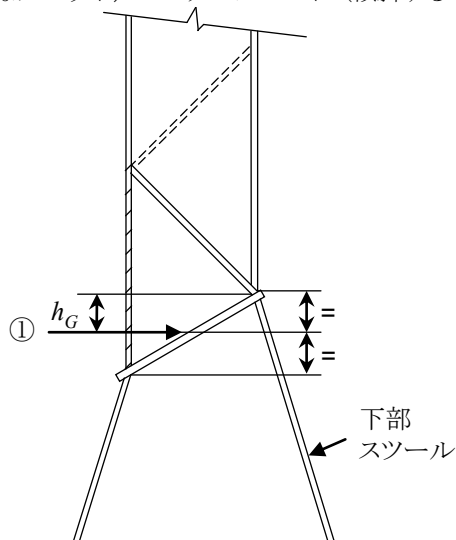


図 15 非対称なガセット／シェダープレート（傾斜するスツール頂板の場合）



4. 主要支持部材付き防撓材

4.1 ネット寸法

4.1.1

主要支持部材のウェブ防撓材を、ウェブを貫通する防撓材の面材に溶接する場合、ウェブ防撓材のネット断面積 (cm^2) はウェブの高さの中間の位置で次式による値以上としなければならない。

$$A = 0.1k_1ps\ell$$

k_1 : ウェブとウェブを貫通する防撓材の固着部係数で、次による。

0.30 : カラープレートを取り付けない場合 (3章6節の図8 参照)

0.225 : カラープレートを取り付ける場合 (3章6節の図9 参照)

0.20 : 1枚又は2枚の大きなカラープレートを取り付ける場合 (3章6節の図10 及び図11 参照)

p : ウェブを貫通する防撓材に作用する圧力 (kN/m^2)

4.1.2

水密でない主要支持部材に取り付けるウェブ防撓材のネット断面係数 (cm^3) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = 2.5s^2tS_s^2$$

s : ウェブ防撓材の長さ (m)

t : 主要支持部材のウェブのネット板厚 (mm)

S_s : ウェブ防撓材の心距 (m)

4.1.3 ウェブ防撓材の端部固着

主要支持部材のウェブ防撓材を防撓材の面材に溶接する場合、バラストタンクの主要支持部材に取り付けるウェブ防撓材の端部における応力 (N/mm^2) は、ブラケットが取り付けられない場合、次式を満足しなければならない。

$$\sigma \leq 175$$

$$\sigma = K_{con}K_{longi}K_{stiff} \frac{\Delta\sigma}{\cos\theta}$$

K_{con} : 応力集中係数を考慮した係数で、次の値とする。(図 8 参照)

$K_{con} = 3.5$ (二重底内又は二重船側内のウェブ防撓材の場合)

$K_{con} = 4.0$ (その他のウェブ防撓材の場合)

K_{longi} : 縦通部材の断面形状の違いによる係数で、次の値とする。

$K_{longi} = 1.0$ (左右対称な断面を有する防撓材の場合)

$K_{longi} = 1.3$ (左右非対称な断面を有する防撓材の場合)

K_{stiff} : ウェブ防撓材端部の詳細構造の違いによる係数で、次の値とする。(図 9 参照)

$K_{stiff} = 1.0$ (標準タイプ)

$K_{stiff} = 0.8$ (標準タイプより疲労強度を向上させた形状の場合)

θ : ウェブ防撓材の取り付け角度 (deg) で、図 10 による。

$\Delta\sigma$: 縦通部材より伝わるウェブ防撓材端部に発生する応力振幅で、次式による。

$$\Delta\sigma = \frac{2W}{0.322h'[(A_{w1}/\ell_1) + (A_{w2}/\ell_2)] + A_{s0}}$$

W : 変動荷重 (N) で次式による。

$$W = 1000(\ell - 0.5s)sp$$

p : ウェブ防撓材のある区画の液体による最大慣性圧力 (kN/m^2) で、4章6節2.2.1の規定において超過確率レベル 10^{-4} に対応して防撓材のスパン中央で計算される値

ℓ : 縦通部材のスパン (m)

s : 縦通部材の心距 (m)

A_{s0} , A_{w1} , A_{w2} : 図 10 に規定する寸法 (mm^2)

ℓ_1 , ℓ_2 : 図 10 に規定する寸法 (mm)

h' : 次式による値 (mm)

$$h' = h_s + h_0'$$

h_s : ウェブ防撓材端部で主要支持部材と接合されていない部分の長さ (mm) (図 10 参照)

h_0' : 次式による値 (mm)

$$h_0' = 0.636b' \quad (b' \leq 150 \text{ の場合})$$

$$h_0' = 0.216b' + 63 \quad (150 < b' \text{ の場合})$$

b' : ウェブ防撓材端部の最小幅 (mm) (図 10 参照)

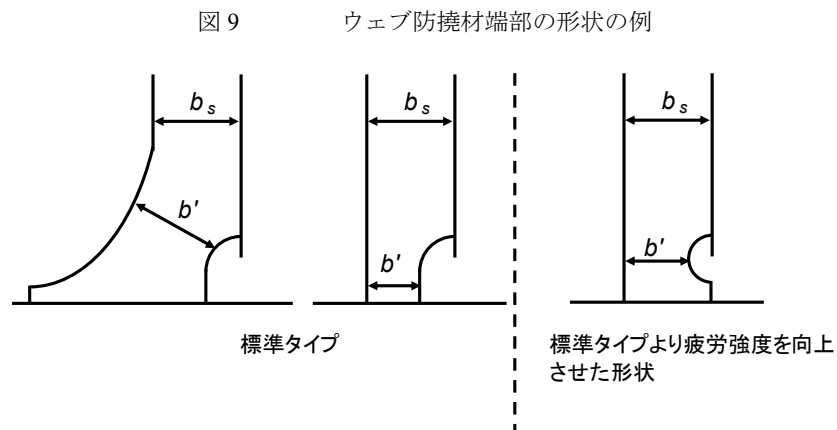
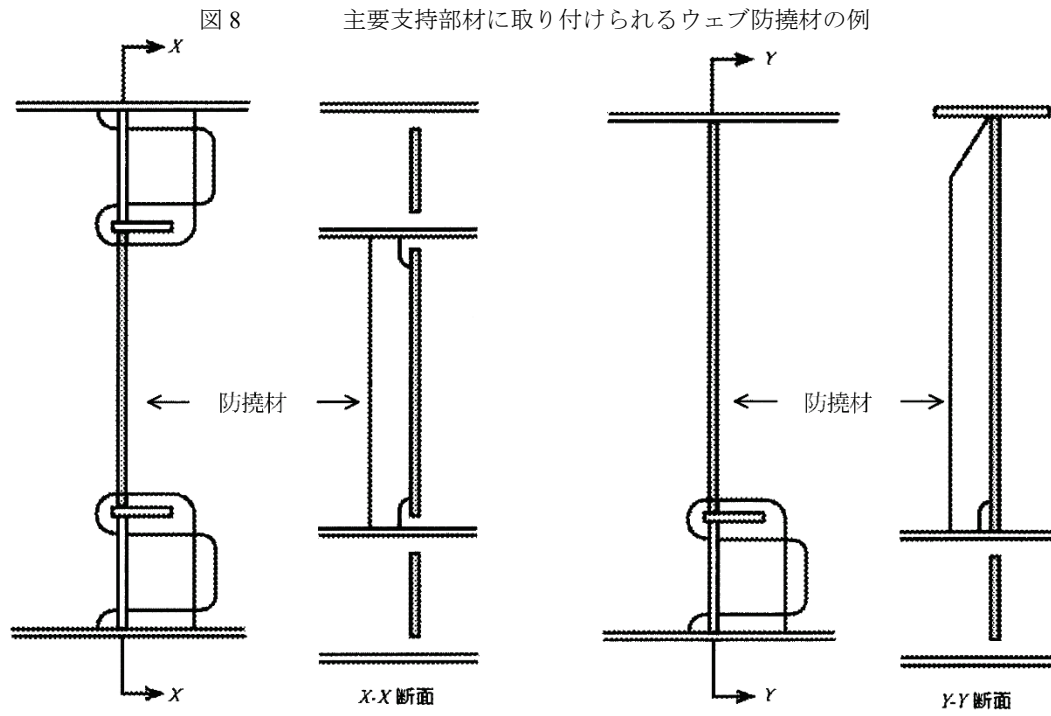
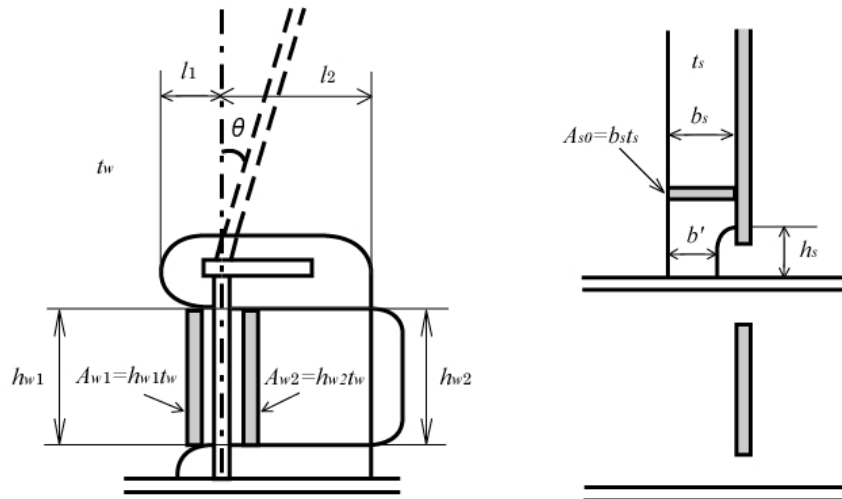


図 10 主要支持部材貫通部のパラメータ



備考：

 t_s : ウェブ防撓材のネット板厚 (mm) t_w : カラープレートのネット板厚 (mm)

3 節 防撓材及び防撓パネルの座屈及び最終強度

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

本節では、圧縮応力及びせん断応力を正、引張応力を負とする。

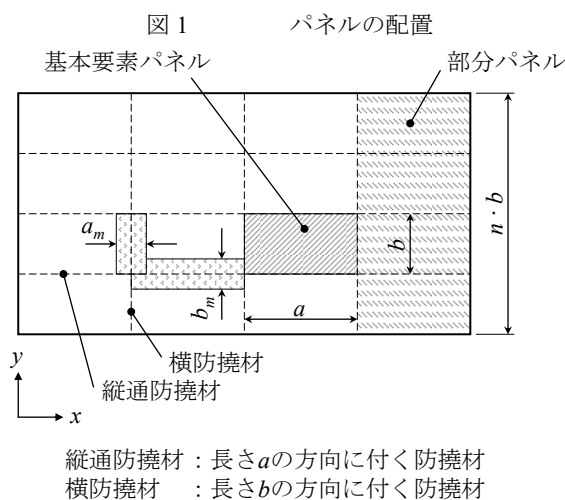
a : 一般に部分パネルの長辺方向の長さ (mm), 又は表2における応力状態3から10における部分パネル側部の長さ

b : 一般に部分パネルの短辺方向の長さ (mm), 又は表2における応力状態3から10における部分パネル側部の長さ

α : パネルのアスペクト比で、次による。

$$\alpha = \frac{a}{b}$$

n : 部分パネル又は集合パネルの幅方向に含まれるパネルの数 (図1参照)



t : ネット板厚 (mm)

σ_n : ハルガーダ曲げにより生じる直応力 (N/mm²)

τ_{SF} : 2.1.3に規定するせん断力により生じるせん断応力 (N/mm²)

σ_x : x 方向の膜応力 (N/mm²)

σ_y : y 方向の膜応力 (N/mm²)

τ : xy 平面のせん断応力 (N/mm²)

λ : 細長比の参照次数で、次式による。

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_{eH}}{K\sigma_e}}$$

K : 座屈係数で、表2及び表3による。

σ_e : 参照応力で、次式による。

応力状態1及び2において、

$$\sigma_e = 0.9E \left(\frac{t}{b'} \right)^2$$

応力状態3から10において、

$$\sigma_e = 0.9E \left(\frac{t}{b} \right)^2$$

b' : パネルの短辺 (mm)

ψ : 端部応力比で、次式による。

$$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$$

σ_1 : 最大圧縮応力

σ_2 : 最小圧縮応力又は引張応力

S : 安全係数で、次による

$S = 1.0$: 以下に該当しない構造部材

$S = 1.1$: ハッチカバー、据付台のように専ら局部荷重を受ける構造部材

$S = 1.15$: ハッチコーミング、トップサイドタンク斜板、ビルジホップ斜板、内底板、内殻板、単船側構造船舶の船側外板並びに横隔壁の上部及び下部スツールの縦通防撓材及び横式防撓材の曲げ座屈に対する最終強度を 4.2 の規定により評価する場合

アルミニウム合金の場合、安全係数はそれぞれの値に 0.1 を加えた値とする。

F_1 : 表 1 によるパネル端部の長辺上にある防撓材の境界条件に関する修正係数。パネル端部の 2 つの長辺方向にある防撓材の固着条件が異なる場合、適切な修正係数 F_1 の最小値とする。

表 1 修正係数 F_1

固着条件	$F_1^{(2)}$	防撓材の種類
両端スニップの防撓材	1.00	
両端が隣接する部材に有効に固着されている防撓材 ⁽¹⁾	1.05	平鋼
	1.10	バルブプレート
	1.21	山型鋼及び T 型鋼
	1.30	剛性の高い主要支持部材 (例: 二重底横桁)
(1) 直接計算により正確な値を求めることができる。 (2) 両端における防撓材が異なる場合の F_1 は、それぞれの値の平均値を用いなければならない。		

1. 一般

1.1

1.1.1

本節の規定は、圧縮応力、せん断応力及び面外荷重を受ける構造部材の座屈強度評価に適用する。

1.1.2

以下の規定に従い座屈強度評価を行わなければならない。

a) 4章4節に規定する非損傷状態での全ての荷重ケースに対し、次に示す構造部材又は構造要素は、2, 3 及び 4 の規定による。

- ・ 船体横断面解析におけるパネル及び防撓材
- ・ 7章で要求される直接強度計算においてモデル化されたパネル

b) 浸水状態において、次の構造部材は、6 の規定による。

- ・ 立て式波形水密横隔壁

1.1.3

パネルの境界条件は単純支持としなければならない。境界条件が単純支持と異なる場合、表 2 の 3, 4 及び 7 から 10 の応力状態のうち、適切な境界条件を適用することができる。

2. 適用

2.1 船体横断面解析における応力

2.1.1 一般

考慮する船体横断面を構成する構造部材については、以下に示す応力及び荷重の組合せにおいて、座屈強度評価を行わなければならない。

- ・ 2.1.2 に規定する、ハルガーダ曲げにより生じる直応力 σ_n
- ・ 2.1.3 に規定する、せん断応力 τ_{SF}
- ・ 部材に作用する非損傷状態での面外圧力

面外圧力及びハルガーダ荷重については、4章4節に規定する 10^{-8} レベルの超過確率に対応する、互いに独立した荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 を考慮しなければならない。

2.1.2 直応力 σ_n

それぞれのパネル及び防撓材に対し、2.1.1 に規定する各荷重ケースにおいて考慮すべき直応力 σ_n は、6章1節3.1.5 及び6章2節3.1.5の規定により考慮する構造部材について算定する最大圧縮応力とする。

横式の防撓材にあっては、2.1.1 に規定する各荷重ケースにおける直応力 σ_n は、防撓材の各端部での最大圧縮応力とする。

2.1.3 せん断応力

2.1.1 に規定する各荷重ケースにおいて考慮すべきせん断応力 τ_{SF} (kN) は、以下のせん断力により生じるせん断応力とする。

$$Q = Q_{SW} + C_{QW} Q_{WV}$$

Q_{SW} : 非損傷状態に対する船体横断面位置の設計静水中せん断力で、4章3節2.3の規定による。

Q_{WV} : 非損傷状態に対する船体横断面位置の波浪せん断力で、4章3節3.2の規定による。

C_{QW} : 4章4節の表3に示す荷重組合せ係数

設計の初期段階において設計静水中せん断力 (kN) が定まっていない場合、設計静水中せん断力は、次式によることができる。

$$Q_{SW0} = 30 C L_{CSR-B} B (C_B + 0.7) 10^{-2}$$

2.1.4 面外圧力

湾曲パネル及び防撓材について、座屈強度検討において考慮すべき面外圧力は、それぞれ6章1節3.1 及び6章2節3.1による。

湾曲パネルの荷重評価点は、板に沿って測った長さの中間点とする。

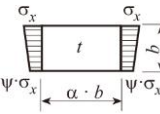
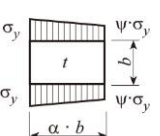
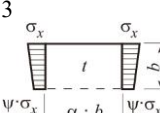
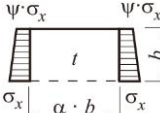
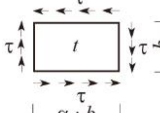
防撓材の荷重評価点は、6章2節1.4による。

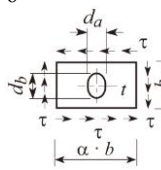
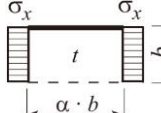
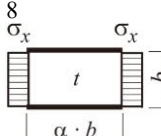
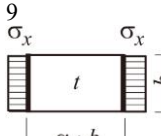
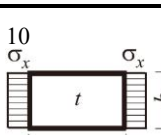
2.2 適用

2.2.1

座屈強度基準及び最終強度基準の適用は付録1による。

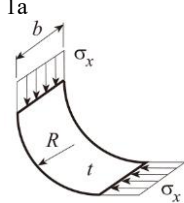
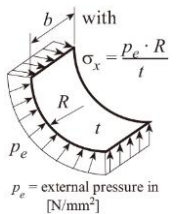
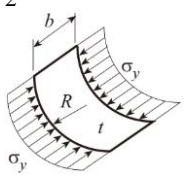
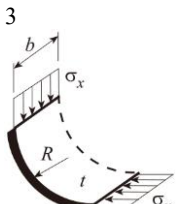
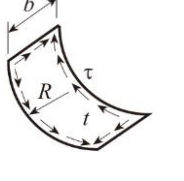
表 2 平面パネルの座屈係数及び軽減係数

応力状態	端部応力比 ψ	アスペクト比 $\alpha = a/b$	座屈係数 K	軽減係数 κ
1 	$1 \geq \psi \geq 0$	$\alpha \geq 1$	$K = \frac{8.4}{\psi + 1.1}$	$\lambda \leq \lambda_c$ の場合 : $\kappa_x = 1$ $\lambda > \lambda_c$ の場合 : $\kappa_x = c \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2} \right)$ $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $\lambda_c = \frac{c}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{0.88}{c}} \right)$
	$0 > \psi > -1$		$K = 7.63 - \psi(6.26 - 10\psi)$	
	$\psi \leq -1$		$K = (1 - \psi)^2 \cdot 5.975$	
2 	$1 \geq \psi \geq 0$	$\alpha \geq 1$	$K = F_1 \left(1 + \frac{1}{\alpha^2} \right)^2 \frac{2.1}{(\psi + 1.1)}$	$\kappa_y = c \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{R + F^2(H - R)}{\lambda^2} \right)$ $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $\lambda < \lambda_c$ の場合 : $R = \lambda \left(1 - \frac{\lambda}{c} \right)$ $\lambda \geq \lambda_c$ の場合 : $R = 0.22$ $\lambda_c = \frac{c}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{0.88}{c}} \right)$ $F = \left(1 - \frac{K}{\lambda_p^2} - 1 \right) c_1 \geq 0$ $\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0.5$, ただし $1 \leq \lambda_p^2 \leq 3$ とする。 σ_y が一様圧縮応力の場合 : $c_1 = 1$ σ_y が曲げによる応力の場合 (一般) : $c_1 = \left(1 - \frac{F_1}{\alpha} \right) \geq 0$ σ_y が浸水時における曲げによる応力の場合 (水密隔壁) : $c_1 = 0$ $H = \lambda - \frac{2\lambda}{c(T + \sqrt{T^2 - 4})} \geq R$ $T = \lambda + \frac{14}{15\lambda} + \frac{1}{3}$
	$0 > \psi > -1$	$1 \leq \alpha \leq 1.5$	$K = F_1 \left[\left(1 + \frac{1}{\alpha^2} \right)^2 \frac{2.1(1 + \psi)}{1.1} \right.$ $\left. - \frac{\psi}{\alpha^2} (13.9 - 10\psi) \right]$	
		$\alpha > 1.5$	$K = F_1 \left[\left(1 + \frac{1}{\alpha^2} \right)^2 \frac{2.1(1 + \psi)}{1.1} \right.$ $\left. - \frac{\psi}{\alpha^2} \left(5.87 + 1.87\alpha^2 + \frac{8.6}{\alpha^2} - 10\psi \right) \right]$	
	$\psi \leq -1$	$1 \leq \alpha \leq \frac{3(1 - \psi)}{4}$	$K = 5.975 F_1 \left(\frac{1 - \psi}{\alpha} \right)^2$	
		$\alpha > \frac{3(1 - \psi)}{4}$	$K = F_1 \left[\left(\frac{1 - \psi}{\alpha} \right)^2 \cdot 3.9675 \right.$ $\left. + 0.5375 \left(\frac{1 - \psi}{\alpha} \right)^4 + 1.87 \right]$	
3 	$1 \geq \psi \geq 0$	$\alpha > 0$	$K = \frac{4 \left(0.425 + \frac{1}{\alpha^2} \right)}{3\psi + 1}$	$\lambda \leq 0.7$ の場合 : $\kappa_x = 1$ $\lambda > 0.7$ の場合 : $\kappa_x = \frac{1}{\lambda^2 + 0.51}$
	$0 > \psi > -1$		$K = 4 \left(0.425 + \frac{1}{\alpha^2} \right) (1 + \psi) - 5\psi(1 - 3.42\psi)$	
4 	$1 \geq \psi \geq -1$	$\alpha > 0$	$K = \left(0.425 + \frac{1}{\alpha^2} \right) \frac{3 - \psi}{2}$	
5 	-		$K = K_\tau \sqrt{3}$	$\lambda \leq 0.84$ の場合 : $\kappa_\tau = 1$ $\lambda > 0.84$ の場合 : $\kappa_\tau = \frac{0.84}{\lambda}$
		$\alpha \geq 1$	$K_\tau = \left[5.34 + \frac{4}{\alpha^2} \right]$	
		$0 < \alpha < 1$	$K_\tau = \left[4 + \frac{5.34}{\alpha^2} \right]$	

応力状態	端部応力比 ψ	アスペクト比 $\alpha = a/b$	座屈係数 K	軽減係数 κ
6 	-		$K = K' r$ $K' = K_t \sqrt{3}$ r : 修正係数で次式による。 $r = \left(1 - \frac{d_a}{a}\right) \left(1 - \frac{d_b}{b}\right)$ ただし $\frac{d_a}{a} \leq 0.7$ 及び $\frac{d_b}{b} \leq 0.7$ とする。	
7 	-	$\alpha \geq 1.64$	$K = 1.28$	$\lambda \leq 0.7$ の場合: $\kappa_x = 1$ $\lambda > 0.7$ の場合: $\kappa_x = \frac{1}{\lambda^2 + 0.51}$
		$\alpha < 1.64$	$K = \frac{1}{\alpha^2} + 0.56 + 0.13\alpha^2$	
8 	-	$\alpha \geq \frac{2}{3}$	$K = 6.97$	$\lambda \leq 0.83$ の場合: $\kappa_x = 1$ $\lambda > 0.83$ の場合: $\kappa_x = 1.13 \left[\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2} \right]$
		$\alpha < \frac{2}{3}$	$K = \frac{1}{\alpha^2} + 2.5 + 5\alpha^2$	
9 	-	$\alpha \geq 4$	$K = 4$	
		$4 > \alpha > 1$	$K = 4 + 2.74 \left[\frac{4 - \alpha}{3} \right]^4$	
		$\alpha \leq 1$	$K = \frac{4}{\alpha^2} + 2.07 + 0.67\alpha^2$	
10 	-	$\alpha \geq 4$	$K = 6.97$	
		$4 > \alpha > 1$	$K = 6.97 + 3.1 \left[\frac{4 - \alpha}{3} \right]^4$	
		$\alpha \leq 1$	$K = \frac{4}{\alpha^2} + 2.07 + 4\alpha^2$	
境界条件 ----- 自由 ——— 単純支持 ———— 固定				

備考：表2に示す応力状態は、一般的なものである。応力 (σ_x , σ_y) は局部座標系で考慮しなければならない。

表 3 $R/t \leq 2500^{*1}$ の湾曲パネルの座屈係数及び軽減係数

応力状態	アスペクト比 b/R	座屈係数 K	軽減係数 κ
1a 	$\frac{b}{R} \leq 1.63 \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K = \frac{b}{\sqrt{Rt}} + 3 \frac{(Rt)^{0.175}}{b^{0.35}}$	$\lambda \leq 0.4$ の場合： $\kappa_x = 1^{*2}$ $0.4 < \lambda \leq 1.2$ の場合： $\kappa_x = 1.274 - 0.686\lambda$ $\lambda > 1.2$ の場合： $\kappa_x = \frac{0.65}{\lambda^2}$
	1b  p_e = external pressure in [N/mm²]	$\frac{b}{R} > 1.63 \sqrt{\frac{R}{t}}$	
2 	$\frac{b}{R} \leq 0.5 \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K = 1 + \frac{2b^2}{3Rt}$	$\lambda \leq 0.25$ の場合： $\kappa_y = 1^{*2}$ $0.25 < \lambda \leq 1$ の場合： $\kappa_y = 1.233 - 0.933\lambda$ $1 < \lambda \leq 1.5$ の場合： $\kappa_y = 0.3/\lambda^3$ $\lambda > 1.5$ の場合： $\kappa_y = 0.2/\lambda^2$
	$\frac{b}{R} > 0.5 \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K = 0.267 \frac{b^2}{Rt} \left[3 - \frac{b}{R} \sqrt{\frac{t}{R}} \right] \geq 0.4 \frac{b^2}{Rt}$	
3 	$\frac{b}{R} \leq \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K = \frac{0.6 \cdot b}{\sqrt{Rt}} + \frac{\sqrt{Rt}}{b} - 0.3 \frac{Rt}{b^2}$	応力状態 1a による
	$\frac{b}{R} > \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K = 0.3 \frac{b^2}{R^2} + 0.291 \left(\frac{R^2}{bt} \right)^2$	
4 	$\frac{b}{R} \leq 8.7 \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K = K_\tau \sqrt{3}$ $K_\tau = \left[28.3 + \frac{0.67b^3}{R^{1.5}t^{1.5}} \right]^{0.5}$	$\lambda \leq 0.4$ の場合： $\kappa_\tau = 1$ $0.4 < \lambda \leq 1.2$ の場合： $\kappa_\tau = 1.274 - 0.686\lambda$ $\lambda > 1.2$ の場合： $\kappa_\tau = \frac{0.65}{\lambda^2}$
	$\frac{b}{R} > 8.7 \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K_\tau = 0.28 \frac{b^2}{R\sqrt{Rt}}$	
境界条件 ----- 自由 ———— 単純支持 ———— 固定			
*1 曲率の大きなパネルの軽減係数 κ は、平面に展開した状態に対して求まる値未満としてはならない。 *2 ビルジ外板のようにパネルが部分パネル又は集合パネルに含まれる場合、軽減係数 κ は次による値として差し支えない。 応力状態 1b の場合： $\kappa_x = \frac{0.8}{\lambda^2} \leq 1.0$ 応力状態 2 の場合： $\kappa_y = \frac{0.65}{\lambda^2} \leq 1.0$			

3. パネルに対する評価基準

3.1 板部材

3.1.1 一般

パネルのネット板厚は、パネル幅の 0.01 倍以上としなければならない。

船体横断面解析におけるパネルは、3.1.2 の規定により評価しなければならない。この場合、応力の組み合わせは、次に示す 2 つの状態を考慮しなければならない。

- ・ 状態 1：2.1.2 による直応力の 100%及び 2.1.3 によるせん断応力の 70%
- ・ 状態 2：2.1.2 による直応力の 70%及び 2.1.3 によるせん断応力の 100%

直接強度計算におけるパネルは、3.2 の規定により評価しなければならない。

3.1.2 船体横断面解析におけるパネルの評価

各パネルは、2.1 に規定する荷重状態において、次の基準を満足しなければならない。

- ・ 縦式構造の場合

$$\text{状態 1 } (\sigma_x = \sigma_n \text{ 及び } \tau = 0.7\tau_{SF}) : \left(\frac{|\sigma_x|S}{\kappa_x R_{eH}} \right)^{e1} + \left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau R_{eH}} \right)^{e3} \leq 1.0$$

$$\text{状態 2 } (\sigma_x = 0.7\sigma_n \text{ 及び } \tau = \tau_{SF}) : \left(\frac{|\sigma_x|S}{\kappa_x R_{eH}} \right)^{e1} + \left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau R_{eH}} \right)^{e3} \leq 1.0$$

- ・ 横式構造の場合

$$\text{状態 1 } (\sigma_y = \sigma_n \text{ 及び } \tau = 0.7\tau_{SF}) : \left(\frac{|\sigma_y|S}{\kappa_y R_{eH}} \right)^{e2} + \left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau R_{eH}} \right)^{e3} \leq 1.0$$

$$\text{状態 2 } (\sigma_y = 0.7\sigma_n \text{ 及び } \tau = \tau_{SF}) : \left(\frac{|\sigma_y|S}{\kappa_y R_{eH}} \right)^{e2} + \left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau R_{eH}} \right)^{e3} \leq 1.0$$

また、上記算式の各項は、1.0 未満としなければならない。

軽減係数 κ_x 及び κ_y は表 2 及び表 3 による。

係数 $e1$ 、 $e2$ 及び $e3$ は表 4 による。 $e3$ の算出にあつては、縦式構造の場合には $\kappa_y = 1$ とし、横式構造の場合には $\kappa_x = 1$ としなければならない。

3.2 直接強度計算におけるパネル

3.2.1 一般

各パネルの座屈強度については、3.2.2 の規定による応力状態に応じて、3. の規定により評価しなければならない。

この場合、考慮するパネルの座屈係数及び軽減係数は、3.2.2 の規定により、表 2 に示す適切な応力状態について算定しなければならない。

3.2.2 応力

座屈応力は、4 章 7 節に規定する積付状態に対し、端部応力比 ψ を含み、表 2 及び表 3 並びに 7 章の規定により決定しなければならない。

3.2.3 ポアソン効果

間接法又は直接法により導かれた応力は、座屈強度評価において、ポアソン効果による影響を考慮して軽減しなければならない。間接法における修正は、局部荷重による応力にハルガーダ応力を加えた後に行わなければならない。

応力 σ_x^* 及び σ_y^* が共に圧縮応力である場合、次式により修正しなければならない。

$$\sigma_x = (\sigma_x^* - 0.3\sigma_y^*) / 0.91$$

$$\sigma_y = (\sigma_y^* - 0.3\sigma_x^*) / 0.91$$

σ_x^* 、 σ_y^* : ポアソン効果を含む応力

$\sigma_y^* < 0.3\sigma_x^*$ の場合 : $\sigma_y = 0$ 及び $\sigma_x = \sigma_x^*$

$\sigma_x^* < 0.3\sigma_y^*$ の場合 : $\sigma_x = 0$ 及び $\sigma_y = \sigma_y^*$

3.2.4 評価基準

各パネルにおいて、2.1に規定する荷重による応力は、次の基準を満足しなければならない。

$$\left(\frac{|\sigma_x|S}{\kappa_x R_{eH}}\right)^{e1} + \left(\frac{|\sigma_y|S}{\kappa_y R_{eH}}\right)^{e2} - B \left(\frac{\sigma_x \sigma_y S^2}{R_{eH}^2}\right) + \left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau R_{eH}}\right)^{e3} \leq 1.0$$

また、圧縮応力 σ_x 及び σ_y 並びにせん断応力 τ は、それぞれ次式を満足しなければならない。

$$\left(\frac{\sigma_x S}{\kappa_x R_{eH}}\right)^{e1} \leq 1.0$$

$$\left(\frac{\sigma_y S}{\kappa_y R_{eH}}\right)^{e2} \leq 1.0$$

$$\left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau R_{eH}}\right)^{e3} \leq 1.0$$

軽減係数 κ_x 、 κ_y 及び κ_τ は表2及び表3による。ただし、次によること。

$\sigma_x \leq 0$ (引張応力) の場合: $\kappa_x = 1.0$

$\sigma_y \leq 0$ (引張応力) の場合: $\kappa_y = 1.0$

係数 $e1$, $e2$, $e3$ 及び係数 B は、表4による。

表4 係数 $e1$, $e2$, $e3$ 及び係数 B

指数部の係数 $e1$, $e2$ 及び $e3$ 並びに係数 B	パネル	
	平面	曲面
$e1$	$1 + \kappa_x^4$	1.25
$e2$	$1 + \kappa_y^4$	1.25
$e3$	$1 + \kappa_x \kappa_y \kappa_\tau^2$	2.0
B (σ_x 及び σ_y が正 (圧縮応力) の場合)	$(\kappa_x \kappa_y)^5$	0
B (σ_x 又は σ_y が負 (引張応力) の場合)	1	-

3.3 ウェブ及びフランジ

3.3.1

桁部材のウェブ及びフランジであって防撓されないものについては、当該ウェブ及びフランジのパネルの座屈強度を、3.1の規定により評価しなければならない。

4. 部分パネル及び集合パネル

4.1 縦通防撓材及び横式防撓材

4.1.1

船体横断面解析で、部分パネル及び集合パネルに付く縦通防撓材及び横式防撓材は4.2及び4.3の規定を満足しなければならない。

4.2 面外座屈における最終強度

4.2.1 評価基準

縦通防撓材及び横式防撓材は、次式を満足しなければならない。

$$\frac{\sigma_a + \sigma_b}{R_{eH}} S \leq 1$$

σ_a : 防撓材の軸方向に一様分布する圧縮応力 (N/mm^2) で、次による。

縦通防撓材の場合: $\sigma_a = \sigma_n$

横式防撓材の場合: $\sigma_a = 0$

σ_b : 防撓材に作用する曲げ応力 (N/mm^2) で、4.2.2 の規定による。ただし、4.2.2 の適用においては、 $\sigma_x = \sigma_n$ 及び $\tau = \tau_{SF}$ とする。

4.2.2 曲げ応力 σ_b

防撓材に作用する曲げ応力 σ_b (N/mm^2) は、次式による。

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{W_{st} 10^3}$$

M_0 : 次式から得られる防撓材の変形 w により生じる曲げモーメント ($N\cdot mm$)

$$M_0 = F_{Ki} \frac{p_z w}{c_f - p_z} \text{ただし、}(c_f - p_z) > 0 \text{ とする。}$$

M_1 : 次式から得られる面外荷重 p により生じる曲げモーメント ($N\cdot mm$)

$$\text{縦通防撓材の場合: } M_1 = \frac{p b a^2}{24 \cdot 10^3}$$

$$\text{横式防撓材の場合: } M_1 = \frac{p b (n b)^2}{8 c_s 10^3} \text{ 通常, } n = 1 \text{ とする。}$$

W_{st} : 5. に規定する有効幅の板部材を含む防撓材のネット断面係数 (cm^3) で、次による。

- 面外荷重が防撓材に作用する場合

面外荷重が防撓材側から作用する場合には、 W_{st} は面材側のネット断面係数とする。

面外荷重が防撓材の反対側から作用する場合には、 W_{st} は取り付け板側のネット断面係数とする。

両端がスニップとなる防撓材にあつては、 W_{st} は取り付け板側のネット断面係数とする。ただし、 M_1 が M_0 よりも大きく、かつ、面外荷重が防撓材側から作用する場合には、 W_{st} は面材側のネット断面係数とする。

- 面外荷重が防撓材に作用しない場合

W_{st} は、面材側及び取り付け板側のネット断面係数のうち、小さい方の値とする。

両端がスニップとなる防撓材にあつては、 W_{st} は取り付け板側のネット断面係数とする。

c_s : 横式防撓材の境界条件に応じた値で、次による。

単純支持された防撓材の場合: $c_s = 1.0$

部分拘束された防撓材の場合: $c_s = 2.0$

p : 6章2節1.4 に規定する荷重評価位置に対し4章5節及び4章6節により算定される面外荷重 (kN/m^2)

F_{Ki} : 防撓材の理想化した座屈力 (N) で、次による。

$$\text{縦通防撓材の場合: } F_{Kix} = \frac{\pi^2}{a^2} E I_x 10^4$$

$$\text{横式防撓材の場合: } F_{Kiy} = \frac{\pi^2}{(n \cdot b)^2} E I_y 10^4$$

I_x, I_y : 5. に規定する有効幅の取り付け板を含む縦通防撓材及び横式防撓材のネット断面二次モーメント (cm^4) で、次の規定を満足しなければならない。

$$I_x \geq \frac{b t^3}{12 \cdot 10^4}$$

$$I_y \geq \frac{a t^3}{12 \cdot 10^4}$$

p_z : σ_x, σ_y 及び τ による公称面外荷重 (N/mm^2) で、次の算式による。

$$\text{縦通防撓材の場合: } p_{zx} = \frac{t_a}{b} \left(\sigma_{xl} \left(\frac{\pi b}{a} \right)^2 + 2 c_y \sigma_y + \tau_1 \sqrt{2} \right)$$

$$\text{横式防撓材の場合: } p_{zy} = \frac{t_a}{b} \left(2 c_x \sigma_{xl} + \sigma_y \left(\frac{\pi a}{n b} \right)^2 \left(1 + \frac{A_y}{a t_a} \right) + \tau_1 \sqrt{2} \right)$$

$$\sigma_{xl} = \sigma_x \left(1 + \frac{A_x}{b \cdot t_a} \right)$$

t_a : 防撓材の取り付け板のネット板厚 (mm)

c_x, c_y : 防撓材の軸方向に垂直で、長さ方向に分布する応力に対する係数で、次式による。

$$0 \leq \psi \leq 1 \text{ の場合: } 0.5(1 + \psi)$$

$$\psi < 0 \text{ の場合} \quad : \quad \frac{0.5}{1-\psi}$$

A_x, A_y : 防撓材の取り付け板を含まない縦通防撓材及び横式防撓材のネット断面積 (mm^2)

$$\tau_1 = \left[\tau - t \sqrt{R_{eH} E \left(\frac{m_1}{a^2} + \frac{m_2}{b^2} \right)} \right] \geq 0$$

m_1 及び m_2 は係数で、次による。

- 縦通防撓材の場合

$$\frac{a}{b} \geq 2.0 \text{ の場合} : \quad m_1 = 1.47 \quad m_2 = 0.49$$

$$\frac{a}{b} < 2.0 \text{ の場合} : \quad m_1 = 1.96 \quad m_2 = 0.37$$

- 横式防撓材の場合

$$\frac{a}{nb} \geq 0.5 \text{ の場合} : \quad m_1 = 0.37 \quad m_2 = \frac{1.96}{n^2}$$

$$\frac{a}{nb} < 0.5 \text{ の場合} : \quad m_1 = 0.49 \quad m_2 = \frac{1.47}{n^2}$$

w : 以下の算式による値

$$\text{一般} : w = w_0 + w_1$$

両端がスニップとなる防撓材で、面外荷重が防撓材側から作用する場合 :

$$w = |w_0 - w_1|$$

w_0 : 初期不整量 (mm) で、次による。

$$\text{縦通防撓材の場合} : \quad w_0 = \min \left(\frac{a}{250}, \frac{b}{250}, 10 \right)$$

$$\text{横式防撓材の場合} : \quad w_0 = \min \left(\frac{a}{250}, \frac{nb}{250}, 10 \right)$$

両端スニップの防撓材にあつては、 w_0 は、防撓材の取り付け板の中央から当該部材の有効幅分を含む防撓材の中性軸までの距離以上としなければならない。

w_1 : 面外荷重 p による防撓材スパン中央部の変形量 (mm)。一様分布荷重の場合、 w_1 は、次式で計算することができる。

$$\text{縦通防撓材の場合} : \quad w_1 = \frac{pba^4}{384 \cdot 10^7 EI_x}$$

$$\text{横式防撓材の場合} : \quad w_1 = \frac{5ap(nb)^4}{384 \cdot 10^7 EI_y c_s^2}$$

c_f : 防撓材による弾性支持 (N/mm^2) で、次の算式により定まる値。

- 縦通防撓材の場合

$$c_f = F_{Kix} \frac{\pi^2}{a^2} (1 + c_{px})$$

$$c_{px} = \frac{1}{1 + \frac{0.91 \left(\frac{12 \cdot 10^4 I_x}{t^3 b} - 1 \right)}{c_{xa}}}$$

c_{xa} : 係数で、次式による。

$$a \geq 2b \text{ の場合} : \quad c_{xa} = \left[\frac{a}{2b} + \frac{2b}{a} \right]^2$$

$$a < 2b \text{ の場合} : \quad c_{xa} = \left[1 + \left(\frac{a}{2b} \right)^2 \right]^2$$

- 横式防撓材の場合

$$c_f = c_s F_{Kiy} \frac{\pi^2}{(n \cdot b)^2} (1 + c_{py})$$

$$c_{py} = \frac{1}{1 + \frac{0.91 \left(\frac{12 \cdot 10^4 I_y}{t^3 b} - 1 \right)}{c_{ya}}}$$

c_{ya} : 係数で、次式による。

$$nb \geq 2a \text{ の場合 : } c_{ya} = \left[\frac{nb}{2a} + \frac{2a}{nb} \right]^2$$

$$nb < 2a \text{ の場合 : } c_{ya} = \left[1 + \left(\frac{nb}{2a} \right)^2 \right]^2$$

4.2.3 面外荷重が作用しない縦通防撓材及び横式防撓材の基準

4.2.1 の規定の適用上、面外荷重が作用しない縦通防撓材及び横式防撓材（いずれも両端がスニップとなる防撓材を除く）のネット断面二次モーメント I_x 及び I_y (cm^4) は、次式による値以上としなければならない。

- ・ 縦通防撓材の場合 :
$$I_x = \frac{p_{zx} a^2}{\pi^2 10^4} \left(\frac{w_0 h_w}{\frac{R_{eH}}{S} - \sigma_x} + \frac{a^2}{\pi^2 E} \right)$$
- ・ 横式防撓材の場合 :
$$I_y = \frac{p_{zy} (nb)^2}{\pi^2 10^4} \left(\frac{w_0 h_w}{\frac{R_{eH}}{S} - \sigma_y} + \frac{(nb)^2}{\pi^2 E} \right)$$

4.3 振り座屈

4.3.1 縦通防撓材

縦通防撓材は次の基準を満足しなければならない。

$$\frac{\sigma_x S}{\kappa_T R_{eH}} \leq 1.0$$

κ_T : 係数で、次による。

$$\lambda_T \leq 0.2 \text{ の場合 : } \kappa_T = 1.0$$

$$\lambda_T > 0.2 \text{ の場合 : } \kappa_T = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_T^2}}$$

$$\Phi = 0.5(1 + 0.21(\lambda_T - 0.2) + \lambda_T^2)$$

λ_T : 細長比の参照次数で、次式による。

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{KiT}}}$$

$$\sigma_{KiT} = \frac{E}{I_P} \left(\frac{\pi^2 I_\omega 10^2}{a^2} \varepsilon + 0.385 I_T \right) \quad (N/mm^2)$$

I_P : [図 2](#) に示す点 C における防撓材のネット断面極二次モーメント (cm^4) で、[表 5](#) による。

I_T : 防撓材のサンブナンのねじり抵抗モーメント (cm^4) で、[表 5](#) による。

I_ω : [図 2](#) に示す点 C における防撓材のネット慣性面積モーメント (cm^6) で、[表 5](#) による。

ε : 固着度に関する係数で、次による。

$$\varepsilon = 1 + 10^{-3} \sqrt{\frac{a^4}{\frac{3}{4} \pi^4 I_w \left(\frac{b}{t^3} + \frac{4h_w}{3t_w^3} \right)}}$$

A_w : ウェブのネット断面積 (mm^2) で、次式による。

$$A_w = h_w t_w$$

A_f : 面材のネット断面積 (mm^2) で、次式による。

$$A_f = b_f t_f$$

$$e_f = h_w + \frac{t_f}{2} \quad (mm)$$

図 2 防撓材の寸法

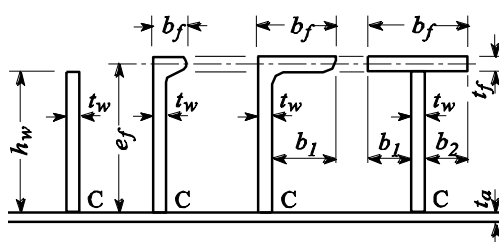


表 5 慣性モーメント

断面	I_P	I_T	I_w
平鋼	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \cdot 10^4}$	$\frac{h_w t_w^3}{3 \cdot 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_w}{h_w}\right)$	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36 \cdot 10^6}$
球平鋼, 山形鋼 又は T 形鋼	$\left(\frac{A_w h_w^2}{3} + A_f e_f^2\right) 10^{-4}$	$\frac{h_w t_w^3}{3 \cdot 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_w}{h_w}\right)$ + $\frac{b_f t_f^3}{3 \cdot 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_f}{b_f}\right)$	球平鋼, 山形鋼の場合: $\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12 \cdot 10^6} \left(\frac{A_f + 2.6 A_w}{A_f + A_w}\right)$ T 形鋼の場合: $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12 \cdot 10^6}$

4.3.2 横式防撓材

軸圧縮応力が作用し、かつ、縦通防撓材に支持されない横式防撓材にあつては、4.3.1 の規定に準拠しなければならない。

5. 有効幅

5.1 防撓材

5.1.1

防撓材を取り付ける板（取り付け板）の有効幅は、次式による値とする。（図 1 参照）

- 縦通防撓材の場合： $b_m = \min(\kappa_x b, \kappa_s s)$
- 横式防撓材の場合： $a_m = \min(\kappa_y a, \kappa_s s)$

$$\kappa_s = 0.0035 \left(\frac{\ell_{eff}}{s}\right)^3 - 0.0673 \left(\frac{\ell_{eff}}{s}\right)^2 + 0.4422 \left(\frac{\ell_{eff}}{s}\right) - 0.0056 \quad \text{ただし, 1.0 以下とする。}$$

s : 防撓材心距 (mm)

ℓ_{eff} : 次の規定による値。

- 縦通防撓材の場合

防撓材の両端が単純支持の場合： $\ell_{eff} = a$

防撓材の両端が固定の場合： $\ell_{eff} = 0.6 a$

- 横式防撓材の場合

防撓材の両端が単純支持の場合： $\ell_{eff} = b$

防撓材の両端が固定の場合： $\ell_{eff} = 0.6 b$

5.2 主要支持部材

防撓材を取り付ける主要支持部材の、防撓材のフランジとしての有効幅 e'_m は、次の **a)**又は **b)**の規定によることができる。

e : 主要支持部材が支持する板の幅 (mm) で、隣接する支持されない部分の中央間距離とする。

e_m : 主要支持部材の取り付け板の有効幅 (mm) で、荷重の種類に応じて表 6 による値。ただし、取り付け板の有効幅が片側のみの場合又は非対称の面材の場合は別途検討しなければならない。

e_{m1} : 主要支持部材に等分布荷重が作用する場合又は集中荷重が等間隔で 6 箇所以上作用する場合に適用される値。

e_{m2} : 主要支持部材に集中荷重が 3 箇所以下作用する場合に適用される値。

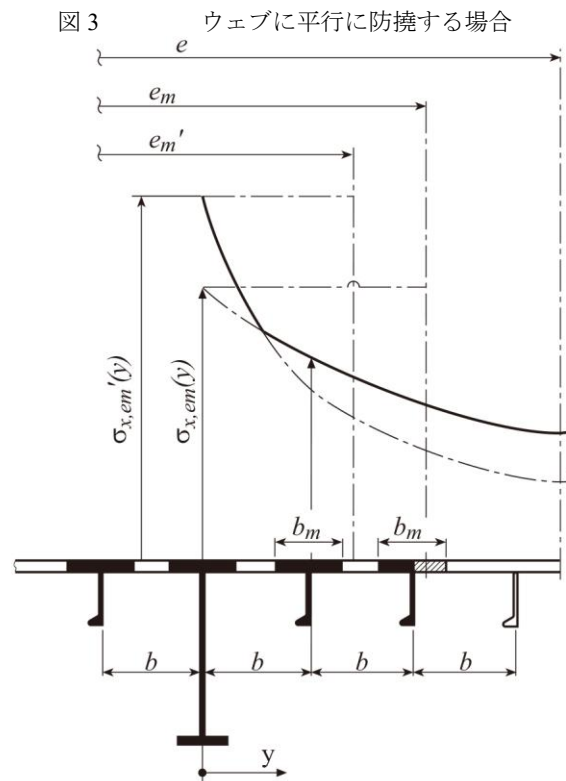
a) 主要支持部材のウェブに平行に防撓する場合 (図 3 参照)

$$b < e_m$$

$$e'_m = nb_m$$

n : 有効幅 e_m に含まれる防撓材心距 b の数で、次式で算定する整数。

$$n = \text{int}\left(\frac{e_m}{b}\right)$$



b) 主要支持部材のウェブに垂直に防撓する場合 (図 4 参照)

$$a \geq e_m$$

$$e'_m = na_m < e_m$$

$$n = 2.7 \frac{e_m}{a} \quad \text{ただし, 1.0 以下とすること。}$$

$b \geq e_m$ 又は $a < e_m$ の場合、 b と a をそれぞれ置き換えて求まる値とする。

図4 ウェブに垂直に防撓する場合

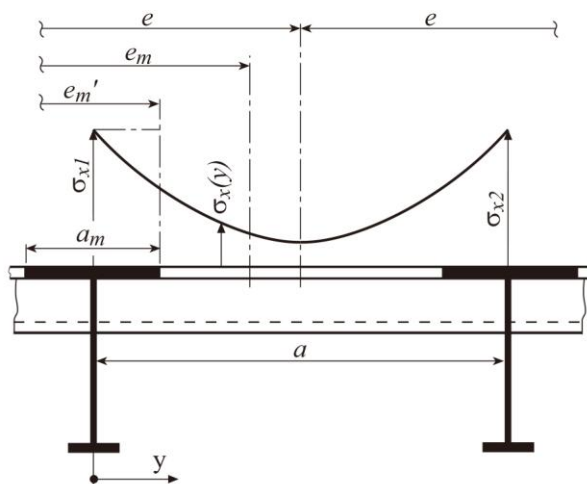


表 6 板部材の有効幅

ℓ/e	0	1	2	3	4	5	6	7	≥ 8
e_{m1}/e	0	0.36	0.64	0.82	0.91	0.96	0.98	1.00	1.0
e_{m2}/e	0	0.20	0.37	0.52	0.65	0.75	0.84	0.89	0.9

ℓ/e が表の中間にあるときは、補間法により決定する。

ℓ ： 曲げモーメント曲線図において、0 となる 2 点間の距離。単純支持の主要支持部材の場合、支持されないスパンの距離とし、両端固定の主要支持部材では支持されないスパンの 0.6 倍の距離とする。

6. 浸水状態における立て式波形横置隔壁

6.1 一般

6.1.1 波形隔壁のウェブのせん断座屈強度評価

6章2節3.6.1により算定されるせん断応力 τ は、次式を満足しなければならない。

$$\tau \leq \tau_c$$

τ_c : 限界座屈応力 (N/mm^2) で, 次式による値。

$$\tau_E \leq \frac{R_{eH}}{2\sqrt{3}} \text{ の場合 : } \tau_C = \tau_E$$

$$\tau_E > \frac{ReH}{2\sqrt{3}} \text{ の場合 : } \tau_C = \frac{ReH}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{ReH}{4\sqrt{3}\tau_E} \right)$$

τ_E : オイラーのせん断座屈応力 (N/mm^2) で、次式による値。

$$\tau_E = 0.9k_tE\left(\frac{t_w}{10^3c}\right)^2$$

k_t : 係数で, 6.34 とする。

t_w : 波形隔壁のウェブのネット板厚 (mm)

c : 波形隔壁のウェブの幅 (m) で, 3章6節図28による。

4 節 主要支持部材

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

- L_2 : 船の長さ L_{CSR-B} (m)。ただし、その値が 300m を超える場合は 300m とする。
- I_y : 船体横断面の水平中性軸に関するネット断面二次モーメント (m^4) で、5章1節1.5の規定による。すべての構造部材について、申請グロス板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で計算する。
- I_z : 船体横断面の垂直中性軸に関するネット断面二次モーメント (m^4) で、5章1節1.5の規定による。すべての構造部材について、申請グロス板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で計算する。
- N : 1章4節4に定義する参照座標系におけるネット船体横断面の重心位置の z 座標 (m)。ネット船体横断面は、5章1節1.2の規定に従い、すべての構造部材について申請グロス板厚から $0.5t_c$ 減じた板厚で考慮する。
- p_s, p_w : 静水圧及び波浪変動圧 (kN/m^2) で、2.1.2の規定による。
- σ_x : 直応力 (N/mm^2) で 2.1.5の規定による。
- s : 主要支持部材の心距 (m)
- ℓ : 主要支持部材のスパン (m) で、当該部材を支持する部材間の距離とする。(3章6節5.3 参照)
- h_w : ウェブ高さ (mm)
- t_w : ウェブのネット板厚 (mm)
- b_f : 面材の幅 (mm)
- t_f : 面材のネット板厚 (mm)
- b_p : 主要支持部材を取り付ける板 (取り付け板) の、降伏強度評価において考慮する幅 (m) で、3章6節4.3により算定する。
- w : 幅 b_p の取り付け板を含む主要支持部材のネット断面係数 (cm^3) で、3章6節4.4の規定により算定する。
- A_{sh} : ネットせん断面積 (cm^2) で、3章6節5.5の規定により算定する。
- m : 係数で、10 とする。
- τ_a : 許容せん断応力 (N/mm^2) で、次式による値
- $$\tau_a = 0.4 R_y$$
- k : 材料係数で、1章4節2.2.1に規定する値
- x, y, z : 評価している点の1章4節に規定する参照座標系での X, Y 及び Z 座標 (m)

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節の規定は、面外圧又は、縦強度に寄与する部材にあつてはハルガーダ直応力に対する梁柱及び主要支持部材の強度評価に適用する。

集中荷重を受ける部材に対しても、降伏強度評価を行わなければならない。

1.2 L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶の主要支持部材

1.2.1

船の長さ L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶の主要支持部材については、2 及び 4 に規定により強度評価を行わなければならない。

1.2.2

1.2.1 の規定に関わらず、主要支持部材の強度評価は、本会が適当と認める直接強度計算手法により実施することができる。

1.3 L_{CSR-B} が 150m 以上の船舶の主要支持部材**1.3.1**

船の長さ L_{CSR-B} が 150m 以上の船舶の主要支持部材については、7 章に規定する直接強度計算により強度評価を行い、かつ 4. の規定を満足しなければならない。BC-A 船及び BC-B 船の主要支持部材にあつては、3. の規定を満足しなければならない。

1.4 ネット寸法**1.4.1**

本節で規定するすべての寸法は、3 章 2 節によるネット板厚とし、いかなる腐食予備厚も含まないものとする。グロス板厚については 3 章 2 節 3 による。

1.5 主要支持部材のウェブの最小ネット板厚**1.5.1**

主要支持部材のウェブのネット板厚は、 $0.6\sqrt{L_2}$ (mm) 以上としなければならない。

1.6 主要支持部材の浸水状態における評価**1.6.1 一般**

主要支持部材の浸水状態における評価は、5. の規定によらなければならない。

2. L_{CSR-B} が 150m 未満の船舶の主要支持部材の寸法**2.1 荷重モデル****2.1.1 一般**

非損傷状態において海水、貨物及びバラストによって生じる静的及び動的圧力は、考慮する主要支持部材の場所及び隣接する区画の種類に応じて検討しなければならない。

波浪による面外圧力及びハルガーダ荷重については、4 章 4 節に規定する 10^{-8} レベルの超過確率に対応する、互いに独立した荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 を考慮しなければならない。

2.1.2 非損傷状態における面外圧力

非損傷状態における面外圧力は、静的及び動的圧力からなる。

静的圧力 p_s は、次の圧力を含む。

- ・ 4 章 5 節 1. に規定する静水圧
- ・ 4 章 6 節 に規定する貨物及びバラストによる静的圧力

動的圧力 p_w は、荷重ケース H1, H2, F1, F2, R1, R2, P1 及び P2 に対してそれぞれ次の圧力を含む。

- ・ 4 章 5 節 1. に規定する変動圧
- ・ 4 章 6 節 に規定する貨物及びバラストによる動的圧力

2.1.3 外板

外板に対する静水圧及び変動圧は、次に掲げる面外圧力をそれぞれ単独で考慮しなければならない。

- ・ 静水圧及び波浪変動圧
- ・ 外板に隣接する区画の積載物による静的及び動的圧力

ただし、外板に隣接する区画に液体を積載しない場合には、外水圧のみを考慮しなければならない。

2.1.4 外板以外の部材

隣接する区画の境界となる板部材に考慮すべき静的及び動的圧力は、2 つの区画にそれぞれ作用する圧力を別々に考慮しなければならない。

2.1.5 直応力

縦強度に寄与するとみなされる主要支持部材の強度評価の際に考慮すべき直応力 σ_x (N/mm^2) は、サギング及びホギングのそれぞれの状態において、次式による値の最大値とする。

$$\sigma_x = \left[C_{SW} \left| \frac{M_{SW}}{I_Y} \right| (z - N) + C_{WV} \left| \frac{M_{WV}}{I_Y} \right| (z - N) - C_{WH} \left| \frac{M_{WH}}{I_Z} \right| y \right] 10^{-3}$$

M_{SW} : 許容静水中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、考慮する状態に応じてホギング状態又はサギング状態を考慮する。

M_{WV} : 波浪縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4 章 3 節の規定による。考慮する状態に応じてホギング状態又はサ

ギング状態を考慮する。

M_{WH} : 水平曲げモーメント ($kN\cdot m$) で、4章3節の規定による。

C_{SW} : 荷重の組合せ係数で、表1による値。

C_{WV} , C_{WH} : 4章4節2.2に規定する組合せ係数で、表1による値。

表1 組合せ係数 C_{SW} , C_{WV} 及び C_{WH}

LC	ホギング状態			サギング状態		
	C_{SW}	C_{WV}	C_{WH}	C_{SW}	C_{WV}	C_{WH}
H1	非適用			-1	-1	0
H2	1	1	0	非適用		
F1	非適用			-1	-1	0
F2	1	1	0	非適用		
R1	1	0	$1.2 - T_{LC} / T_S$	-1	0	$1.2 - T_{LC} / T_S$
R2	1	0	$-1.2 + T_{LC} / T_S$	-1	0	$-1.2 + T_{LC} / T_S$
P1	1	$0.4 - T_{LC} / T_S$	0	-1	$0.4 - T_{LC} / T_S$	0
P2	1	$-0.4 + T_{LC} / T_S$	0	-1	$-0.4 + T_{LC} / T_S$	0

2.2 中心線桁板及び側桁板

2.2.1 ネットウェブ板厚

二重底内の中心線桁板及び側桁板のネット板厚 (mm) は、次の t_1 から t_3 による値のうち、最も大きいもの以上としなければならない。

$$t_1 = C_1 \frac{pS|x - x_c|}{(d_0 - d_1)\tau_a} \left\{ 1 - 4 \left(\frac{y}{B_{DB}} \right)^2 \right\}$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 \tau_a}{C_1'}} t_1$$

$$t_3 = \frac{C_1'' a}{\sqrt{k}}$$

$|x - x_c|$: 各貨物倉の中央から考慮する位置までの船の長さ方向の距離 (m)。ただし、 $0.25\ell_{DB}$ 未満のときは $0.25\ell_{DB}$ とする。

p : 二重底に作用する圧力差 (kN/m^2) で、次式による値

$$p = |(p_{S,IB} + p_{W,IB}) - (p_{S,BM} + p_{W,BM})|$$

$p_{S,IB}$: 内底板に作用する貨物及びバラストにより生じる静圧 (kN/m^2) で、4章6節の規定による。考慮する貨物倉の二重底中央部での値とする。

$p_{W,IB}$: 内底板に作用する貨物及びバラストにより生じる動的圧力 (kN/m^2) で、4章6節の規定による。考慮する貨物倉の二重底中央部での値とする。

$p_{S,BM}$: 船底外板に作用する海水及びバラストにより生じる静圧 (kN/m^2) で、4章6節の規定による。考慮する貨物倉の二重底中央部での値とする。

$p_{W,BM}$: 船底外板に作用する海水及びバラストにより生じる変動圧 (kN/m^2) で、4章6節の規定による。考慮する貨物倉の二重底中央部での値とする。

S : 考慮する中心線桁板又は側桁板と当該桁板に隣接する桁板との距離 (m) で、左右両側の桁板までの距離の平均値とする。

d_0 : 考慮する中心線桁板又は側桁板の深さ (m)

d_1 : 考慮する位置における開口の深さ (m)

ℓ_{DB} : 二重底長さ (m)。なお、横置隔壁が下部スツールを備える場合、 ℓ_{DB} は当該スツール下部内端間距離として差し支えない。

- x_c : 考慮する二重底中央部の、**1章4節**に定義する参照座標系における x 座標 (m)。
- B_{DB} : 中央部における二重底の幅 (m) で、ビルジホップ内端間の距離とする。(図3参照)
- C_1 : B_{DB}/ℓ_{DB} の値に応じ、**表2**により定まる係数。 B_{DB}/ℓ_{DB} が表の中間にあるときは補間法により定める。
- a : 考慮する位置における桁板の深さ (m)。ただし、桁板に水平防撓材を設ける場合、 a は、当該防撓材と船底外板若しくは内底板間の距離 (m) 又は当該防撓材間の距離 (m) とする。
- S_1 : 中心線桁板又は側桁板の垂直防撓材又は肋板の心距 (m)
- C'_1 : S_1/a の値に応じ、**表3**により定まる係数。 S_1/a が表の中間にあるときは補間法により定める。
- H : 次式による値
- (a) 桁板に補強されない開口を設ける場合: $H = 1 + 0.5 \frac{\phi}{\alpha}$
- (b) 前(a)以外の場合は、1.0 とする。
- ϕ : 開口の長径 (m)
- α : a と S_1 のうち大きい方の値 (m)
- C''_1 : S_1/a の値に応じ、**表4**により定まる係数。 S_1/a が表の中間にあるときは補間法により定める。

表2 係数 C_1

B_{DB}/ℓ_{DB}	0.4 以下	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6 以上
C_1	0.5	0.71	0.83	0.88	0.95	0.98	1.00

表3 係数 C'_1

$\frac{S_1}{a}$	0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 以上
C'_1	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

表4 係数 C''_1

$\frac{S_1}{a}$		0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6 以上
C_1''	中心線桁板	4.4	5.4	6.3	7.1	7.7	8.2	8.6	8.9	9.3	9.6	9.7
	側桁板	3.6	4.4	5.1	5.8	6.3	6.7	7.0	7.3	7.6	7.9	8.0

2.3 実体肋板

2.3.1 ネットウェブ板厚

二重底内部の実体肋板のネット板厚 (mm) は、次の t_1 から t_3 による値のうち、最も大きいもの以上としなければならない。

$$t_1 = C_2 \frac{pSB_{DB}}{(d_0 - d_1)\tau_a} \left(\frac{2|y|}{B'_{DB}} \right) \left\{ 1 - 2 \left(\frac{x - x_c}{\ell_{DB}} \right)^2 \right\}$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 \tau_a}{C'_2}} t_1$$

$$t_3 = \frac{8.5S_2}{\sqrt{k}}$$

$|x - x_c|$: 各貨物倉の中央から考慮する位置までの船の長さ方向の距離 (m)。ただし、 $0.25\ell_{DB}$ 未満のときは $0.25\ell_{DB}$ とする。

y : 考慮する肋板において、船体中心線から考慮する位置までの船幅方向の距離 (m)。ただし、 $|y|$ が $B'_{DB}/4$ 未満のとき、 $|y|$ は $B'_{DB}/4$ とする。

S : 実体肋板の心距 (m)

d_0 : 考慮する位置における実体肋板の深さ (m)

d_1 : 考慮する位置における開口の深さ (m)

B'_{DB} : 考慮する肋板の内底板上面での二重底の幅 (m) で、ビルジホッパ内端間の距離。

C_2 : B_{DB}/ℓ_{DB} の値に応じ、表 5 により定まる係数。 B_{DB}/ℓ_{DB} が表の中間にあるときは補間法により定める。

p , B_{DB} , x_c , ℓ_{DB} : 2.2.1 の規定による。

a : 考慮する位置における肋板の深さ (m)。ただし、肋板に水平防撓材を設ける場合、 a は、当該防撓材と船底外板若しくは内底板間の距離 (m) 又は当該防撓材間の距離 (m) とする。

S_1 : 実体肋板の垂直防撓材又は二重底縦桁の心距 (m)

C'_2 : S_1/d_0 の値に応じ、表 6 により定まる係数。 S_1/d_0 が表の中間にあるときは補間法により定める。

H : 次式による値

a) 肋板に補強された開口を設ける場合又は開口が無い場合

1) 補強されないスロットを設ける場合

$$H = \sqrt{4.0 \frac{d_2}{S_1} - 1.0}$$

ただし、1.0 未満としてはならない。

2) 補強されたスロットを設ける場合は、1.0 とする。

b) 肋板に補強されない開口を設ける場合

1) 補強されないスロットを設ける場合

$$H = \left(1 + 0.5 \frac{\phi}{d_0}\right) \sqrt{4.0 \frac{d_2}{S_1} - 1.0}$$

ただし、 $1 + 0.5 \frac{\phi}{d_0}$ 未満としてはならない。

2) 補強されたスロットを設ける場合

$$H = 1 + 0.5 \frac{\phi}{d_0}$$

d_2 : 補強されていないスロットの深さ (m) で、肋板の上下に設置されるもののうち、大きい方の値とする。

ϕ : 開口の長径 (m)

S_2 : S_1 と a の小さい方の値 (m)

表 5 係数 C_2

$\frac{B_{DB}}{\ell_{DB}}$	0.4 以下	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6 以上
C_2	0.48	0.47	0.45	0.43	0.40	0.37	0.34

表 6 係数 C'_2

S_1/d_0	0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 以上
C'_2	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

2.4 二重船側構造の船側縦桁

2.4.1 ネットウェブ板厚

二重船側構造の船側縦桁のネット板厚 (mm) は、次の t_1 から t_3 による値のうち、最も大きいもの以上としなければならない。

$$t_1 = C_3 \frac{pS|x - x_c|}{(d_0 - d_1)\tau_a}$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 \tau_a}{C'_3}} t_1$$

$$t_3 = \frac{8.5S_2}{\sqrt{k}}$$

$|x - x_c|$: 各貨物倉の中央から考慮する位置までの船の長さ方向の距離 (m)。ただし、 $0.25\ell_{DS}$ 未満のときは $0.25\ell_{DS}$ とする。

p : 二重船側部における圧力差 (kN/m^2) で、次式による値

$$p = |(p_{S,SS} + p_{W,SS}) - (p_{S,LB} + p_{W,LB})|$$

$p_{S,SS}$: 船側外板に作用する海水及びバラストにより生じる静圧 (kN/m^2) で、4章5節及び4章6節の規定による。荷重はビルジホッパ上端部で二重船側の長さ ℓ_{DS} の中央部での値とする。

$p_{W,SS}$: 船側外板に作用する海水及びバラストにより生じる変動圧 (kN/m^2) で、4章5節及び4章6節の規定による。荷重はビルジホッパ上端部で二重船側の長さ ℓ_{DS} の中央部での値とする。

$p_{S,LB}$: 縦通隔壁に作用するバラストにより生じる静圧 (kN/m^2) で、4章6節の規定による。荷重はビルジホッパ上端部で二重船側の長さ ℓ_{DS} の中央部での値とする。

$p_{W,LB}$: 縦通隔壁に作用するバラストにより生じる変動圧 (kN/m^2) で、4章6節の規定による。荷重はビルジホッパ上端部で二重船側の長さ ℓ_{DS} の中央部での値とする。

S : 船側縦桁が支持する部分の幅 (m)

d_0 : 船側縦桁の深さ (m)

d_1 : 考慮する位置における開口の深さ (m)

x_c : 考慮する二重船側の、1章4節に定義する参照座標系における x 座標 (m)。

ℓ_{DS} : 考慮する二重船側内の横置隔壁間の距離 (m)

h_{DS} : 考慮する二重船側の高さ (m) で、ビルジホッパ上端とトップサイドタンク下端の間の距離

C_3 : h_{DS}/ℓ_{DS} の値に応じ、表7により定まる係数。 h_{DS}/ℓ_{DS} が表の中間にあるときは補間法により定める。

a : 考慮する位置における船側縦桁の深さ (m)。ただし、縦桁板に縦通防撓材を設ける場合、 a は、当該防撓材と船側外板若しくは縦通隔壁間の距離 (m) 又は当該防撓材間の距離 (m) とする。

S_1 : 船側縦桁の船幅方向に設ける防撓材の心距 (m)

C'_3 : S_1/a の値に応じ、表8により定まる係数。 S_1/a が表の中間にあるときは補間法により定める。

H : 次式による値

$$(a) \text{ 桁板に補強されない開口を設ける場合: } H = 1 + 0.5 \frac{\phi}{\alpha}$$

(b) 前(a)以外の場合は、1.0 とする。

ϕ : 開口の長径 (m)

α : a と S_1 のうちの大きい方の値 (m)

S_2 : a と S_1 のうちの小さい方の値 (m)

表7 係数 C_3

$\frac{h_{DS}}{\ell_{DS}}$	0.5 以下	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 以上
C_3	0.16	0.23	0.30	0.36	0.41	0.44	0.47	0.50	0.54

表8 係数 C'_3

$\frac{S_1}{a}$	0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 以上
C'_3	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

2.5 二重船側構造の船側横桁

2.5.1 ネットウェブ板厚

二重船側構造の船側横桁のネット板厚 (mm) は、次の t_1 から t_3 による値のうち、最も大きいもの以上としなければならない。

$$t_1 = C_4 \frac{pSh_{DS}}{(d_0 - d_1)\tau_a} \left(1 - 1.75 \frac{z - z_{BH}}{h_{DS}} \right)$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 \tau_a}{C'_4}} t_1$$

$$t_3 = \frac{8.5S_2}{\sqrt{k}}$$

$z - z_{BH}$: 各貨物倉のビルジホッパ上端から考慮する位置までの船の深さ方向の距離 (m)。ただし、 $0.4h_{DS}$ を超えるときは $0.4h_{DS}$ とする。

S : 船側横桁が支持する部分の幅 (m)

d_0 : 船側横桁の深さ (m)

d_1 : 考慮する位置における開口の深さ (m)

C_4 : h_{DS}/ℓ_{DS} の値に応じ、表 9 により定まる係数。 h_{DS}/ℓ_{DS} が表の中間にあるときは補間法により定める。

z_{BH} : ビルジホッパ上端の、1 章 4 節に定義する参照座標系における z 座標 (m)

p, h_{DS}, ℓ_{DS} : 2.4.1 の規定による。

a : 考慮する位置における船側横桁の深さ (m)。ただし、横桁板に垂直防撓材を設ける場合、 a は、当該防撓材と船側外板若しくは縦通隔壁間の距離 (m) 又は当該防撓材間の距離 (m) とする。

S_1 : 船側横桁の水平防撓材の心距 (m)

C'_4 : S_1/a の値に応じ、表 10 により定まる係数。 S_1/a が表の中間にあるときは補間法により定める。

H : 次式による値

$$(a) \text{ 桁板に補強されない開口を設ける場合 : } H = 1 + 0.5 \frac{\phi}{\alpha}$$

(b) 前(a)以外の場合は、1.0 とする。

ϕ : 開口の長径 (m)

α : a と S_1 のうちの大きい方の値 (m)

S_2 : a と S_1 のうちの小さい方の値 (m)

表 9 係数 C_4

$\frac{h_{DS}}{\ell_{DS}}$	0.5 以下	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 以上
C_4	0.62	0.61	0.59	0.55	0.52	0.49	0.46	0.43	0.41

表 10 係数 C'_4

$\frac{S_1}{a}$	0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 以上
C'_4	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

2.6 ビルジホッパタンク及びトップサイドタンク内の主要支持部材

2.6.1 荷重評価位置

水平部材に対しては、特に規定する場合を除き、考慮する主要支持部材のスパン中央位置での荷重を考慮しなければならない。

垂直部材に対しては、考慮する主要支持部材のスパン中央での値と、次式による値のうち、大きい方の値を考慮しなければならない。

- 垂直部材上端の位置が、圧力が 0 となる点より下方にある場合 :

$$p = \frac{p_U + p_L}{2}$$

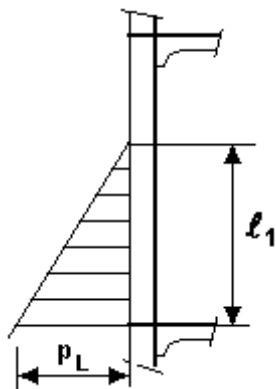
- 垂直部材上端の位置が、圧力が 0 となる点より上方にある場合 (図 1 参照) :

$$p = \frac{\ell_1 p_L}{\ell} \frac{1}{2}$$

ℓ_1 : 垂直部材下端と荷重が 0 となる位置までの距離 (m)

p_U, p_L : 垂直部材上下端部における面外荷重 (kN/m^2)

図 1 垂直部材の荷重



2.6.2 境界条件

本 2.6 の規定は、両端が固定端とみなされる主要支持部材に適用する。

これと異なる境界条件の主要支持部材の降伏強度評価については、その都度検討しなければならない。

2.6.3 ネット断面係数及びネットせん断面積

面外圧力が作用する主要支持部材のネット断面係数 w (cm^3)、ネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) 及びネットウェブ板厚 t_w (mm) は、それぞれ次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{m\lambda_s R_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$$

$$t_w = 1.75 \sqrt{\frac{h_w \tau_a}{10^4 C_5} A_{sh}}$$

λ_s : 係数で、表 11 による値

ϕ : 主要支持部材のウェブと当該支持部材を取り付ける板部材が成す角度 (deg) で、当該支持部材のスパン中央での値とする。 ϕ が 75 度未満の場合は修正しなければならない。

C_5 : s_1 / d_0 の値に応じ、表 12 により定まる値。 s_1 / d_0 が表の中間にあるときは補間法により定める。

s_1 : ウェブ防撓材又はウェブに設けるトリッピングブラケットの心距 (m)

d_0 : 板部材に平行なウェブ防撓材の心距 (m)

表 11 係数 λ_s

主要支持部材	係数 λ_s
船体縦強度に寄与するとみなされる縦通部材	$1.1 \left(1.0 - 0.85 \left \frac{\sigma_X}{R_Y} \right \right)$ いずれの場合も 0.8 以下とする
その他の部材	0.8

表 12 係数 C_5

s_1/d_0	0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0 以上
C_5	60.0	40.0	26.8	20.0	16.4	14.4	13.0	12.3	11.1	10.2

3. BC-A 船及び BC-B 船の主要支持部材に対する追加要件

3.1 浸水時の二重底強度評価

3.1.1 二重底のせん断容量

二重底のせん断容量は、次に示す肋板及び桁板の両端部におけるせん断容量の合計として算定しなければならない。

- 両舷のビルジホップに達するすべての肋板。ただし、横置隔壁下部スツール又はスツールを備えない場合は横置隔壁に隣接する 2 つの肋板（図 2 参照）については、半分の強度として評価する。肋板のせん断強度は 3.1.2 の規定による。
- 横置隔壁下部スツール又はスツールを備えない場合は横置隔壁の直下に達するすべての二重底桁板。桁板のせん断強度は 3.1.3 の規定による。

貨物倉端部において、桁板又は肋板が境界となるスツール直下の肋板又はビルジホップ内端の桁板に達していない場合には、それらの強度は、境界まで達している端部のみで評価しなければならない。

考慮すべき肋板及び桁板は、ビルジホップ及びスツール（スツールを備えない場合は横置隔壁）で囲まれる範囲内にあるものとしなければならない。ビルジホップ内端の側桁板及び内底板とスツール（スツールのない場合は横置隔壁）の接合部直下の肋板は含まない。

二重底の形状又は構造的配置が前述の前提に適さない場合には、二重底のせん断容量は、7 章に規定する直接強度計算により算定しなければならない。

3.1.2 肋板のせん断強度

肋板のせん断強度 (kN) は、次式によらなければならない。

- ビルジホップ内端の桁板に接する肋板パネル

$$S_{f1} = A_f \frac{\tau_A}{\eta_1} 10^{-3}$$

- 桁板と肋板で囲まれた区画の一部（以下、単に「ベイ」という。）であって最も船側側の場所に開口を設ける肋板のパネル

$$S_{f2} = A_{f,h} \frac{\tau_A}{\eta_2} 10^{-3}$$

A_f : ビルジホップに接する部分における肋板パネルのネット断面積 (mm^2)

$A_{f,h}$: 最も船側のベイに開口を設ける場合の、開口部における肋板パネルのネット断面積 (mm^2)

τ_A : 許容せん断応力 (N/mm^2) で、次式による値のうち、小さい方の値。

$$\tau_A = 0.645 \frac{R_{eH}^{0.6}}{(s/t_N)^{0.8}}$$

$$\tau_A = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$$

t_N : 肋板のネット板厚 (mm)

s : 考慮するパネルの防撓材の心距 (m)

η_1 : 係数で、1.1 とする。

η_2 : 係数で、1.2 とする。ただし、本会が適当と認める補強を行う場合、1.1 までその値を減じることができる。

3.1.3 桁板のせん断強度

桁板のせん断強度 (kN) は、次式によらなければならない。

- スツール（スツールを備えない場合は横置隔壁）直下の肋板に接する桁板パネル

$$S_{g1} = A_g \frac{\tau_A}{\eta_1} 10^{-3}$$

- 最も前方又は後方のベイに開口を設ける桁板のパネル

$$S_{g2} = A_{g,h} \frac{\tau_A}{\eta_2} 10^{-3}$$

A_g : スツール (スツールを備えない場合は横置隔壁) に接する桁板のネット断面積 (mm^2)

$A_{g,h}$: 最も前方又は後方のベイに開口を設ける場合の、開口部における桁板のネット断面積 (mm^2)

τ_A : 許容せん断応力 (N/mm^2) で、3.1.2 の規定による。ただし、 t_N は桁板のネット板厚と置き換える。

η_1 : 係数で、1.1 とする。

η_2 : 係数で、1.15 とする。ただし、本会が適当と認める補強を行う場合、1.1 までその値を減じることができる。

3.1.4 許容貨物積載重量

許容貨物積載重量 W は、次式によらなければならない。

$$W = \rho_c V \frac{1}{F}$$

F : 1.1 とする。ただし、鋼材等では、1.05 とする。

V : 高さ h_B まで平均して積付けた状態における貨物の占める体積 (m^3)

h_B : 貨物の積付け高さ (m) で、次式による値

$$h_B = \frac{X}{\rho_c g}$$

X : 次式による値 (kN/m^2)

- ばら積貨物の場合、次式による値のうち、小さい方の値

$$X = \frac{Z + \rho g(z_F - 0.1D_1 - h_F)}{1 + \frac{\rho}{\rho_c} (perm - 1)}$$

$$X = Z + \rho g(z_F - 0.1D_1 - h_F perm)$$

- 鋼材等の場合

$$X = \frac{Z + \rho g(z_F - 0.1D_1 - h_F)}{1 - \frac{\rho}{\rho_c}}$$

D_1 : 船の深さ (m) で、基線から船側における乾舷甲板までの距離とする。

h_F : 考慮する点における浸水水頭 (m) で、船体のトリム及び横傾斜がない状態において、計算点から貨物倉の浸水深さ z_F (m) までの垂直距離とする。

z_F : 貨物倉の浸水深さ (m) で、4章6節3.4.3 の規定による。

$perm$: 浸水率で、0.3 を超える必要はない。

Z : 次式により与えられる値のうち、小さい方の値 (kN/m^2)

$$Z = \frac{C_H}{A_{DB,H}}$$

$$Z = \frac{C_E}{A_{DB,E}}$$

C_H : 二重底のせん断容量 (kN) で、3.1.1 の規定による。肋板に対しては、3.1.2 に規定するせん断強度 $S_{\eta 1}$ と $S_{\eta 2}$ のうち、小さい方の値を考慮する。桁板に対しては 3.1.3 に規定するせん断強度 S_{g1} と S_{g2} のうち、小さい方の値を考慮する。

C_E : 二重底のせん断容量 (kN) で、3.1.1 の規定による。肋板に対しては、3.1.2 に規定するせん断強度 $S_{\eta 1}$ を考慮し、桁板に対しては 3.1.3 に規定するせん断強度 S_{g1} と S_{g2} のうち、小さい方の値を考慮する。

$$A_{DB,H} = \sum_{i=1}^n S_i B_{DB,i}$$

$$A_{DB,E} = \sum_{i=1}^n S_i (B_{DB} - s)$$

n : スツール (スツールがない場合は横置隔壁) 間の肋板の数

S_i : i 番目の肋板が支持する面積の幅 (m)

$B_{DB,i}$: 次式による値 (m)

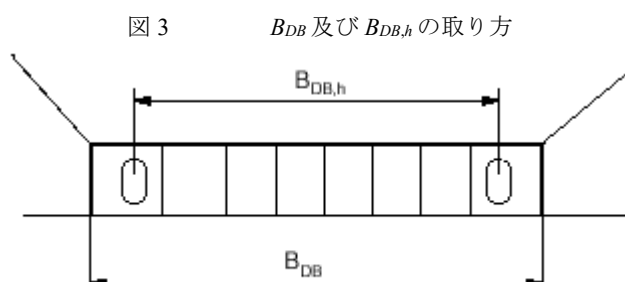
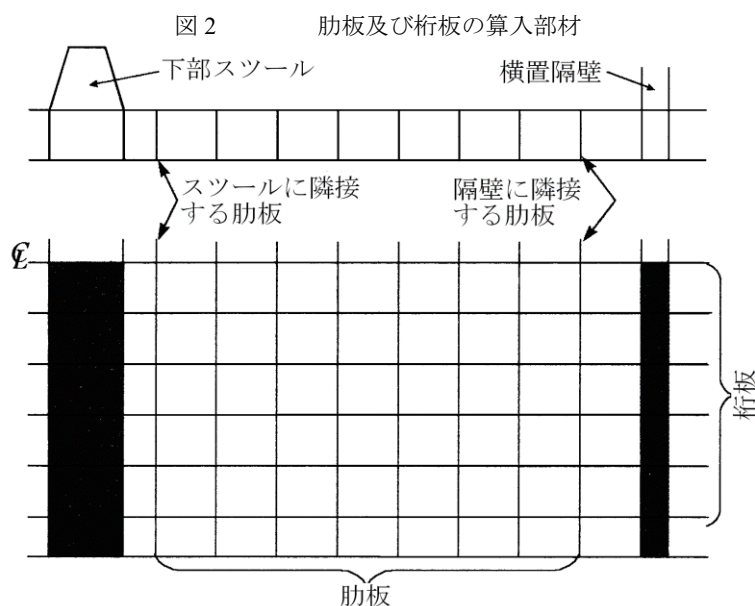
$$S_{\eta 1} < S_{\eta 2} \text{ の場合 : } B_{DB,i} = B_{DB} - s \quad (3.1.2 \text{ 参照})$$

$S_{f1} \geq S_{f2}$ の場合 : $B_{DB,i} = B_{DB,h}$ (3.1.2 参照)

B_{DB} : ビルジホッパ間の二重底の幅 (m) (図 3 参照)

$B_{DB,h}$: 2つの開口間の距離 (m) (図 3 参照)

s : ビルジホッパに隣接する内底板縦通材の心距 (m)



4. 梁柱

4.1 圧縮荷重が作用する梁柱の座屈強度

4.1.1 一般

梁柱に作用する圧縮応力は, 4.1.2 の規定による限界コラム座屈応力以下としなければならない。

4.1.2 限界コラム座屈応力

限界コラム座屈応力 (N/mm^2) は, 次式によらなければならない。

$$\sigma_{E1} \leq \frac{R_{eH}}{2} \text{ の場合 : } \sigma_{cB} = \sigma_{E1}$$

$$\sigma_{E1} > \frac{R_{eH}}{2} \text{ の場合 : } \sigma_{cB} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_{E1}} \right)$$

σ_{E1} : オイラーのコラム座屈応力 (N/mm^2) で, 次式による。

$$\sigma_{E1} = \pi^2 E \frac{I}{A(fl)^2} 10^{-4}$$

I : 梁柱の最小ネット断面二次モーメント (cm^4)

A : 梁柱のネット断面積 (cm^2)

f : 係数で, 表 13 による。

表 13 係数 f

梁柱の境界条件	f
両端固定 	0.5
一方が固定で、もう一方はヒンジ 	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
両端ヒンジ 	1.0

5. 主要支持部材の浸水状態における評価

5.1 主要支持部材の浸水状態におけるネット断面係数及びネットせん断面積

5.1.1

浸水状態における主要支持部材のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、それぞれ次の算式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{p_F s \ell^2}{16 \alpha \lambda_S R_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5 p_F s \ell}{\alpha \tau_a \sin \phi}$$

α : 係数で、次による値

0.95 (船首隔壁付の主要支持部材)

1.15 (その他の水密区画の境界付の主要支持部材)

λ_S : 係数で、[6章4節表11](#)による値。ただし、 σ_x は浸水状態での値とする。

p_F : 浸水状態における圧力 (kN/m^2) で、[4章6節3.2.1](#)の規定による。

付録 1 座屈及び最終強度

1. 6章3節の適用

1.1 一般

1.1.1 一様でないせん断応力

一様でないせん断応力がパネル幅 b に作用する場合、次の2つの値のうち、大きい方の値をせん断応力としなければならない。

- ・ せん断応力 τ の平均値
- ・ $0.5\tau_{\max}$

1.1.2 パネル内での板厚変化

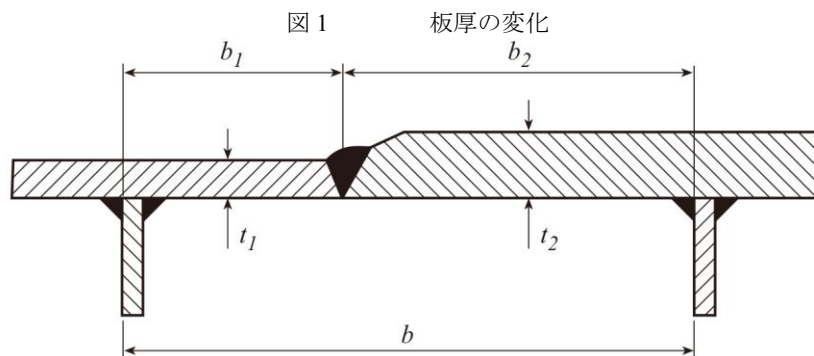
パネル幅 b の範囲内で板厚が変化する場合、パネルサイズが $a \times b'$ 、板厚を薄い方の板厚 t_1 とするの等価パネルを用いて座屈評価を行なうことができる。

等価パネルの幅 b' は次式により求まる値とする。

$$b' = b_1 + b_2 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{1.5}$$

b_1 : 薄い方の板厚 t_1 の個所の幅

b_2 : 厚い方の板厚 t_2 の個所の幅



1.1.3 開口を設ける肋板及び桁板の評価

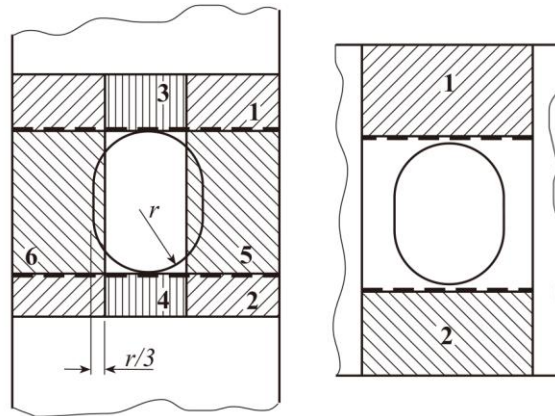
開口を設ける肋板及び桁板の評価は、次による。

(a) 図2のように板要素を複数のパネルに分割する。

(b) パネル及び(a)に従い細分化したパネルについて、次に掲げる境界条件で評価する。

- ・ 1 から 4 の細分化したパネルの場合: 4 辺支持とする (6章3節の表2における応力状態 1 及び 2 を適用する。)
- ・ 5 及び 6 のパネルの場合: 3 辺を支持とし、残りの 1 辺を自由とする (6章3節の表2における応力状態 3 を適用する。)

図2 開口を有する桁板のパネル



1.2 船体横断面解析への適用

1.2.1 理想化したパネル

パネルの座屈強度は、6章3節2.1に規定する応力状態において、6章3節3の規定に従って評価しなければならない。平面パネル及び湾曲パネルの座屈係数及び軽減係数は、それぞれ6章3節の表2及び表3に規定する。

座屈係数及び軽減係数を6章3節の表2により定める場合、応力状態及び板の防撓形式に応じて次の状態を考慮しなければならない。

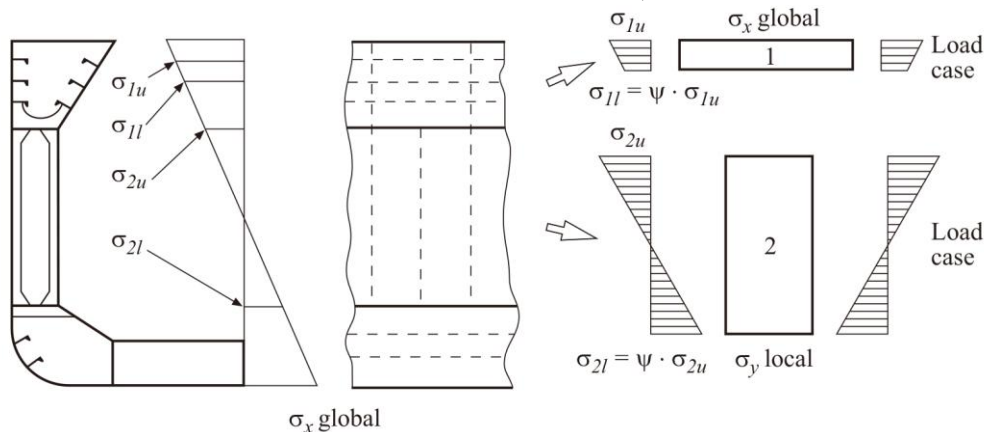
- ・ 圧縮応力の場合
 - ・ 縦式構造に対する応力状態1の場合：

X 方向に作用する膜応力 σ_x を6章3節2.1.2に規定する直応力 σ_n とする。
 - ・ 横式構造に対する応力状態2の場合：

Y 方向に作用する膜応力 σ_y を6章3節2.1.2に規定する直応力 σ_n とする。アスペクト比 α を算定する場合、 α が1以上となるように考慮するパネルの寸法 a 及び b の値を入れ替える。
- ・ せん断応力の場合
 - ・ 応力状態5の場合：

せん断応力 τ を6章3節2.1.3に規定する τ_{SF} とする。

図3 パネルの理想化



1.2.2 防撓材

部分パネル及び集合パネル（6章3節の図1参照）の縦通防撓材及び横式防撓材については、6章3節2.1の荷重状態について、6章3節4の規定及び次の条件により座屈強度評価を行わなければならない。

- ・ σ_x を、6章3節2.1.2に規定する σ_n とする。
- ・ $\sigma_y = 0$ とする。

防撓材を取り付ける板（取り付け板）の有効幅については、6章3節5の規定によらなければならない。考慮する防撓材のスパン中央での応力又は隣接するパネルにおける最大圧縮応力の半分のうち、いずれか大きい方の応力が一様に作

用すると仮定しなければならない。

1.2.3 主要支持部材に平行に防撓材を取り付ける場合

主要支持部材の取り付け板有効幅については、**6章3節5.2**の規定によらなければならない。

主要支持部材の取り付け板に防撓材を当該部材ウェブに平行に取り付ける場合、主要支持部材の座屈強度は、取り付け板に付く防撓材の断面二次モーメントを考慮した断面二次モーメント I_x に対して評価しなければならない。**(6章3節の図3参照)**

1.2.4 主要支持部材に垂直に防撓材を取り付ける場合

主要支持部材の取り付け板の有効幅については、**6章3節5.2**の規定によらなければならない。

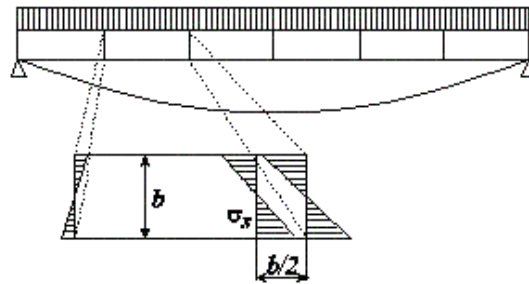
主要支持部材の取り付け板に防撓材を当該部材のウェブに垂直に取り付ける場合、主要支持部材の座屈強度は、取り付け板の有効幅を考慮した断面二次モーメント I_x に対して評価しなければならない。**(6章3節の図4参照)**

1.3 直接強度計算への適用

1.3.1 パネルの長さ方向に一樣でない圧縮応力が作用する場合

荷重を受けないパネルの辺における圧縮応力が一樣でない場合（例えば、曲げを受ける縦桁等の場合）、圧縮応力は、当該パネル辺において最も大きい圧縮応力が作用する方のパネル辺から $b/2$ の位置での応力としなければならない。**(図4参照)** ただし、長辺方向に沿って作用する圧縮応力の平均値以上としなければならない。

図4 長辺 a に沿って一樣でない圧縮応力が作用する場合

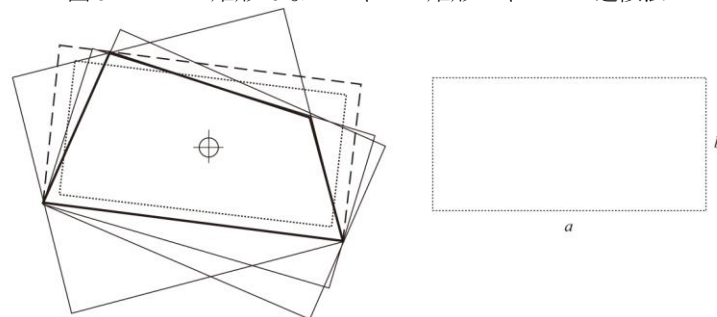


1.3.2 矩形でないパネルの座屈応力計算

(a) 四辺形パネル

図5に示すように、いびつな形状のパネル（原型パネル）を完全に囲む矩形パネルを検討し、その矩形の面積が最小となる矩形パネルを考慮する。更に、このパネルを、アスペクト比及び図心が変化しないように原型パネルと同じ面積となるまで縮小する。以上により、長辺 a 、短辺 b の最終的な矩形パネルを決定する。

図5 矩形でないパネルの矩形パネルへの近似法

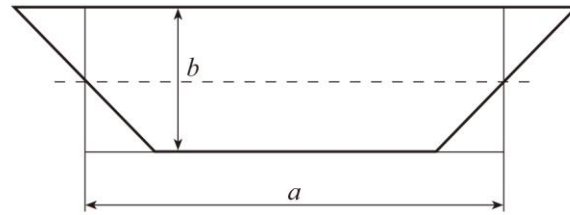


- 原型パネル
- 原型パネルを完全に囲む矩形パネル
- - - 最小面積となる矩形パネル
- 最終的な矩形パネル

(b) 台形パネル

上底及び下底の平均値を a とし、原型パネルの高さを b とする矩形パネルとする。

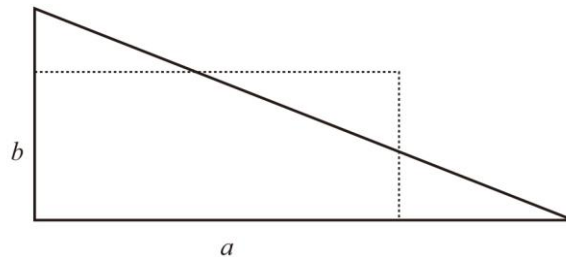
図 6 台形パネルの矩形パネルへの近似法



(c) 直角三角形パネル

三角パネルは、直角を成す 2 辺をそれぞれ $\sqrt{0.5}$ 倍し、面積及びアスペクト比が同じとなる矩形パネルとする。(図 7 参照)

図 7 直角三角形パネルの矩形パネルへの近似法



(d) 三角形パネル

直角三角形以外の三角形パネルは前(a)の規定による。

1.3.3 船側外板の座屈評価

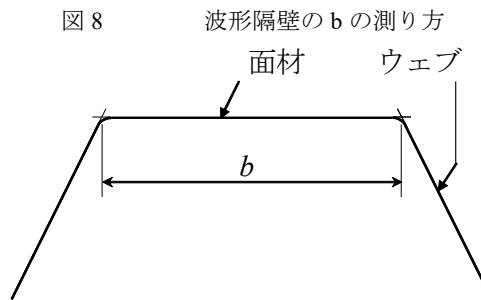
垂直方向に防撓される船側外板の座屈強度評価については、以下の状態を考慮しなければならない。

- ・ パネルの長辺方向の圧縮応力及びせん断応力がパネルの高さ方向において一様な場合
 - ・ 6章3節の表2に規定する応力状態 1, 2 及び 5 を適用しなければならない。
 - ・ 水平応力に対して、 $\psi = f(\sigma_1, \sigma_2)$ とする。
 - ・ 垂直応力に対して、 $\psi = 1.0$ とする。
 - ・ 板厚は、パネルの最小板厚とする。
- ・ パネルの長辺方向の圧縮応力、短辺方向の圧縮応力及びせん断応力がパネルの高さ方向に分布する場合、次の応力状態をそれぞれ評価しなければならない。
 - a) パネルの長辺方向の圧縮応力のみ作用する場合
 - ・ パネルの寸法は $b \times b$ (アスペクト比 1.0) とする。
 - ・ $\psi = 1.0$ とする。
 - ・ 座屈評価は、パネルに作用する最大圧縮応力に対して行わなければならない。
 - b) パネルの長辺方向の圧縮応力とせん断応力が作用する場合
 - ・ パネルの寸法は $2b \times b$ (アスペクト比 2.0) とする。
 - ・ $\psi = 1.0$ とする。
 - ・ 次の 2 つの応力組合せを考慮しなければならない。
 - ・ パネルに作用する最大圧縮応力並びに最大圧縮応力が作用する個所におけるせん断応力及び直応力
 - ・ パネルに作用する最大せん断応力並びに最大せん断力応力が作用する個所における圧縮応力及び直応力
 - ・ 考慮する板厚は、それぞれ最大圧縮応力又は最大せん断応力が生じる位置における値とする。
 - c) 分布する直応力並びにパネルの長辺方向の圧縮応力及びせん断応力が作用する場合
 - ・ 実際のパネルのサイズとしなければならない。 $(\alpha = f(a, b))$
 - ・ 縁応力比 ψ は直応力に対するものとしなければならない。
 - ・ 圧縮応力及びせん断応力については、それぞれの平均値を用いなければならない。
 - ・ 板厚は、パネルの最小板厚とする。

1.3.4 波形隔壁の座屈評価

波形隔壁の面材部のパネルは、波形に平行な直応力を考慮して座屈評価を行わなければならない。波型隔壁のウェブ部のパネルは、直応力及びせん断応力を組合せた応力を考慮して座屈評価を行わなければならない。

パネルの幅 b は図 8 に規定する値としなければならない。



a) 面材の評価

- ・ 6章3節の表2に規定する応力状態1を適用しなければならない。
- ・ 考慮するパネルのサイズは $b \times b$ ($\alpha = 1$) とする。
- ・ $\psi = 1.0$ とする。
- ・ パネルに作用する最大垂直応力を考慮しなければならない。
- ・ 考慮する板厚は、最大の垂直応力が生じる位置における値とする。

b) ウェブの評価

- ・ 6章3節の表2に規定する応力状態1及び5を適用しなければならない。
- ・ 考慮するパネルのサイズは $2b \times b$ ($\alpha = 2$) とする。
- ・ $\psi = 1.0$ とする。
- ・ 次の2つの応力組合せを考慮しなければならない。
 - ・ パネルに作用する最大圧縮応力並びに最大圧縮応力が作用する位置におけるせん断応力及び直応力
 - ・ パネルに作用する最大せん断応力並びに最大せん断応力が作用する位置における圧縮応力及び直応力
- ・ 考慮する板厚は、それぞれ最大圧縮応力又は最大せん断応力が生じる位置における値とする。

7 章 直接強度評価

1 節 主要支持部材の直接強度評価

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

長さが $150m$ 以上のばら積貨物船の主要支持部材については、三次元有限要素解析に基づく直接強度評価を適用しなければならない。

1.1.2

本章には、以下の 3 種類の有限要素解析手順を規定する。また、直接強度評価のための、有限要素解析手順のフローチャートを図 1 に示す。

- (a) 2 節に従って実施する貨物倉有限要素解析（第 1 段階）。貨物倉構造における主要支持部材の強度評価を行う。
- (b) 3 節に従って実施する詳細応力評価（第 2 段階）。詳細メッシュを用いて高応力域周辺部における強度評価を行う。
- (c) 4 節に従って実施するホットスポット応力解析（第 3 段階）。疲労強度評価のために極詳細メッシュ要素を用いて応力集中部におけるホットスポット応力を計算する。

1.2 計算プログラム

1.2.1

有限要素計算に使用するコンピュータプログラムは、意図する解析に適したものでなければならない。認知されていないプログラムにあっては、解析に先立ってその信頼性を証明する資料を提出し、本会の確認を得なければならない。

1.3 解析結果の提出

1.3.1

以下の情報を含む直接強度評価に関する詳細な報告書を提出しなければならない。

- a) 解析に使用された図面のリスト（版と日付を含むもの。）
- b) 構造モデル作成の原則及び実構造との差の詳細
- c) 構造モデル図
- d) 構造モデルに用いられた材料特性、板厚及び剛性
- e) 境界条件の詳細
- f) 計算した全ての積付条件
- g) 適用した荷重のデータ
- h) 変位量の要約と変形図
- i) 応力値の要約と応力図
- j) 座屈評価の結果
- k) 基準に適合することを示す評価結果一覧表
- l) 使用した有限要素計算プログラムの名称（バージョンと日付を含む。）

1.4 ネット寸法

1.4.1

直接強度評価は、3 章 2 節に示すネット寸法評価に基づき行わなければならない。

1.5 適用荷重

1.5.1 設計荷重

直接強度解析は、疲労強度評価に際して 10^{-4} レベルの設計荷重を適用する場合を除き、4 章で与える 10^{-8} レベルの設計荷重を適用して実行しなければならない。静荷重及び変動荷重の最も厳しくなる組合せを三次元有限要素モデルに適用しなければならない。

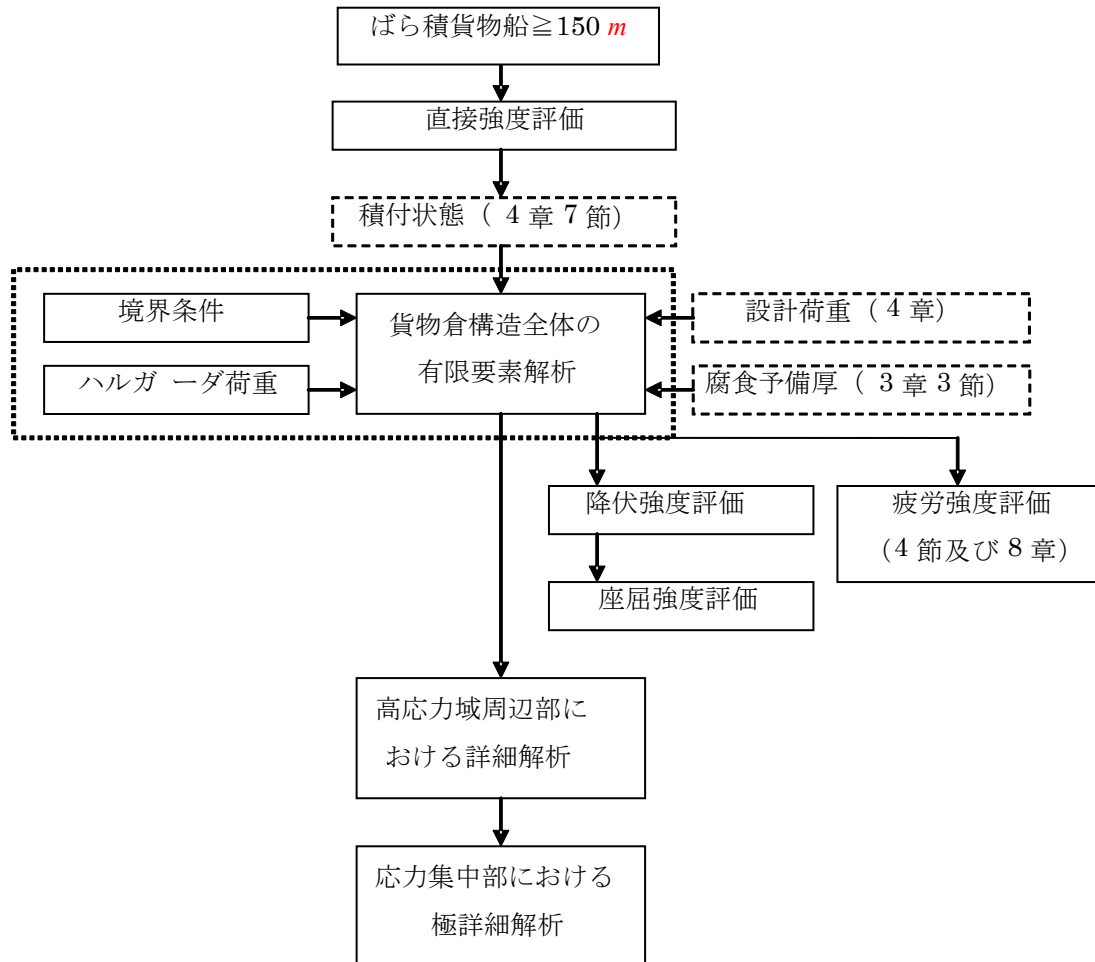
1.5.2 構造モデルの自重

構造モデルの自重の影響は静的荷重において考慮しなければならないが、動的荷重においては考慮しないものとする。
鋼材の密度は $7.85 \text{ (t/m}^3\text{)}$ を標準とする。

1.5.3 積付状態

三次元有限要素解析においては、[4章7節](#)に規定する積付状態を考慮する。

図1 有限要素解析のフローチャート



2 節 貨物倉構造全体の有限要素解析

記号

本節に規定されない記号については、[1章4節](#)による。

M_{SW} : 設計静水中縦曲げモーメントで、[4章7節の表2](#)による。

M_{WV} : ホギングまたはサギング状態における波浪縦曲げモーメントで、[4章3節3.1.1](#)による。

M_{WH} : 波浪水平曲げモーメントで、[4章3節3.3.1](#)による。

Q_{SW} : 考慮している横隔壁の位置における許容静水中せん断力で、[4章7節の表3](#)による。

Q_{WV} : 波浪せん断力で、[4章3節3.2.1](#)による。

C_{WV} , C_{WH} : 荷重組合せ係数で、[4章4節の表3](#)による。

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節は、船体中央部の貨物倉全体を対象とした構造解析の手法について規定する。

1.1.2

貨物倉構造全体の有限要素解析は、適用した静的及び動的荷重下において以下に示す評価基準を満たすことを確認するために実施する。

- a) ハルガードと主要支持部材における応力レベル
- b) 主要支持部材の座屈強度
- c) 主要支持部材のたわみ

2. 解析モデル

2.1 有限要素モデルの範囲

2.1.1

船長方向のモデル化範囲は、3つの貨物倉及び4つの横隔壁を含まなければならない。モデル両端の横隔壁にスツールがある場合には、これを含める。モデル両端は垂直断面とし、その断面に含まれるいかなる横部材も含まなければならない。モデル化範囲の詳細を[付録1](#)に示す。

2.1.2

左右非対称な波浪荷重を受けることを考慮し、左右両舷をモデル化しなければならない。

2.1.3

全ての主要支持部材をモデル化する。これらには、内殻、外殻、二重底内の縦桁及び肋板、横又は垂直桁、船側横桁、縦通隔壁及び横隔壁などが含まれる。これらの部材の全ての板と防撓材をモデル化する。

2.2 有限要素モデルの作成

2.2.1

[2.1.3](#)で示す全ての主要部材（板及び防撓材）を有限要素にモデル化しなければならない。

2.2.2

有限要素の境界は可能な限り実構造の防撓様式と一致させ、防撓材間のパネル形状が正しく再現できるものとしなければならない。

2.2.3

各構造部材の剛性は、その部材に対し適切な要素を用いて正しく表現されたものでなければならない。要素の選択は、原則として以下による。

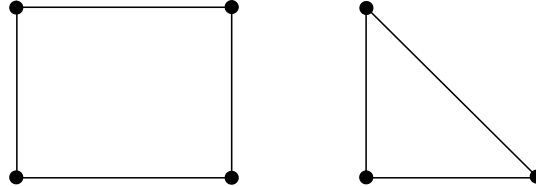
- (1) 防撓材は、軸剛性、ねじり剛性、二軸のせん断及び曲げ剛性を持つ梁要素又は棒要素でモデル化しなければならない

い。ただし、軸剛性のみを有し、断面積が長さ方向で一定であるロッド要素は、主要支持部材のウェブ付防撓材や面材に用いることができる。

- (2) 板部材は、二軸及び面内剛性に加え、面外曲げ剛性を持つシェル要素でモデル化しなければならない。ただし、二軸及び面内剛性のみ有するメンブレン要素は、面外圧を受けない板部材に用いることができる。

シェル及びメンブレン要素は、[図 1](#) に示すような四角形又は三角形要素とし、可能な限り四角形要素を用いてモデル化する。特に、スツールや肘板の結合部並びに開口周辺などの高応力域や大きな応力勾配が予想される部位においては、三角形要素の使用を避けること。

図 1 線形四角形及び三角形のシェル要素及びメンブレン要素



- (3) 防撓パネルは、パネルの剛性を適切に表現できる二次元異方性要素でモデル化して差し支えない。

2.2.4

二次元異方性要素を用いない場合：

- ・ メッシュサイズは、縦通防撓材又は横肋骨の代表的な心距以下としなければならない。
- ・ 防撓材は、ロッド要素、梁要素又は棒要素のいずれかを用いてモデル化しなければならない。
- ・ 主要支持部材は、少なくともウェブの深さ方向に 3 分割しなければならない。ホッパータンク及びトップサイドタンク内の主要横支持部材のウェブの深さが防撓材心距より小さい場合、主要支持部材の深さ方向に 2 分割として差し支えない。
- ・ 倉内肋骨とその端部ブラケットは、ウェブをシェル要素とし、面材をシェル要素、梁要素又はロッド要素でモデル化しなければならない。倉内肋骨のウェブは、深さ方向に分割する必要はない。
- ・ 要素のアスペクト比は、1 : 4 を超えてはならない。

典型的なメッシュ分割の例を[付録 1](#)に示す

2.2.5

防撓パネルに二次元異方性要素を用いる場合：

- ・ 二重底の縦桁や肋骨のような部材に対し、要素高さを二重底高さと同じとする。
- ・ 防撓材が 2 つの二次元異方性要素間の境界に沿って位置する場合には、防撓材を梁要素又はロッド要素を用いてモデル化するか、あるいは防撓材を挟む二次元異方性要素に防撓材の剛性を反映させモデル化しなければならない。
- ・ 防撓材が二次元異方性要素とメンブレン要素又はシェル要素間の境界に沿って位置する場合には、防撓材を梁要素又はロッド要素を用いてモデル化しなければならない。
- ・ 防撓材が 2 つのメンブレン要素又はシェル要素間の境界に沿って位置する場合には、防撓材をロッド要素もしくは梁要素を用いてモデル化しなければならない。
- ・ 二重底及び二重船側構造の主要支持部材は、ウェブの深さ方向に 1 分割する。
- ・ 二重船側構造でない場合、少なくとも 3 つに 1 つの倉内肋骨とその端部ブラケットは、ウェブに対してはシェル要素を、フランジに対してはシェル要素又は梁要素を用いてモデル化しなければならない。
- ・ 要素のアスペクト比は、1 : 2 を超えてはならない。

2.3 境界条件

2.3.1

有限要素モデルの両端には、[表 1](#) 及び [表 2](#) に従った支持条件を与える。モデル両端の断面に位置する縦通部材上の節点は、[表 1](#) に示すように、中心線上の中性軸における独立した節点と剛体結合されなければならない。両端の独立した節点は、[表 2](#) に示すように固定しなければならない。

表 1 モデル両端における剛体結合条件

モデルの両端における縦通 部材の節点	並進成分			回転成分		
	<i>x</i> 方向	<i>y</i> 方向	<i>z</i> 方向	<i>x</i> 軸	<i>y</i> 軸	<i>z</i> 軸
全ての縦通部材	RL	RL	RL	-	-	-
RL は独立した節点と関連する自由度と剛体結合されることを意味する。						

表 2 独立した節点の支持条件

独立した節点の位置	並進成分			回転成分		
	<i>x</i> 方向	<i>y</i> 方向	<i>z</i> 方向	<i>x</i> 軸	<i>y</i> 軸	<i>z</i> 軸
モデル後端の独立した節点	-	固定	固定	固定	-	-
モデル前端の独立した節点	固定	固定	固定	固定	-	-

2.4 荷重条件

2.4.1 一般

4章 付録 2 に示される積付状態と荷重ケースを組合せた荷重条件は、通常のデザインの船舶に必須の条件として考慮しなければならない。

2.5 ハルガーダ荷重の考慮

2.5.1 一般

各荷重条件は、それに対応するハルガーダ荷重を組み合わせなければならない。各荷重ケースに対し 4章 4節において規定される組合せ係数を用い、波浪縦曲げ及び水平曲げモーメント並びに波浪垂直せん断力を考慮しなければならない。

2.5.2 曲げモーメント解析

曲げモーメント解析のケースを 4章 7節の表 2 に示す。このうち、少なくとも 4章 付録 2 に示す荷重条件を解析しなければならない。

曲げモーメント解析においては、有限要素解析モデルの中央貨物倉の中央で生じる縦曲げモーメント及びせん断力を、4章 7節の表 2 及び 4章 付録 2 に規定する静水中縦曲げモーメントを考慮し、表 3 に基づき求められる目標値に一致させなければならない。

表 3 曲げモーメント解析のための目標値

ハルガーダ荷重の種類	静水成分	波浪成分	考慮する位置
縦曲げモーメント	M_{SW}	$C_{WV} M_{WV}$	中央貨物倉の中央
垂直せん断力	0	0	中央貨物倉の中央
水平曲げモーメント	-	$C_{WH} M_{WH}$	中央貨物倉の中央
水平せん断力	-	0	中央貨物倉の中央

2.5.3 せん断力解析

せん断力解析のケースを 4章 7節の表 3 に示す。このうち、少なくとも 4章 付録 2 に示す荷重条件を解析しなければならない。

垂直せん断力解析においては、有限要素解析モデルの中央貨物倉のいずれかの横置隔壁位置に生じる縦曲げモーメント及び垂直せん断力を、4章 7節の表 2、4章 7節の表 3 及び 4章 付録 2 に規定するに静水中縦曲げモーメント及びせん断力を考慮し表 4 に基づき求められる目標値に一致させなければならない。

表 4 垂直せん断力解析のための目標値

ハルガーダ荷重の種類	静水成分	波浪成分	考慮する位置
縦曲げモーメント	$0.8M_{SW}$	$0.65C_{WV}M_{WV}$	中央貨物倉の横置隔壁
垂直せん断力	Q_{SW}	Q_{WV}	中央貨物倉の横置隔壁
水平曲げモーメント	-	0	中央貨物倉の横置隔壁
水平せん断力	-	0	中央貨物倉の横置隔壁

2.5.4 局部荷重の影響

モデルに局部荷重を負荷したときに生じるハルガーダせん断力及び曲げモーメントは、梁理論を用いて計算される。モデル両端の反力並びに局部荷重によって生じるせん断力及び曲げモーメントは次の算式で与えられる。

$$R_{V\_fore} = -\frac{\sum_i (x_i - x_{aft}) \vec{f}_i \vec{z}}{x_{fore} - x_{aft}} \quad R_{V\_aft} = \sum_i \vec{f}_i \vec{z} + R_{V\_fore}$$

$$R_{H\_fore} = -\frac{\sum_i (x_i - x_{aft}) \vec{f}_i \vec{y}}{x_{fore} - x_{aft}} \quad R_{H\_aft} = \sum_i \vec{f}_i \vec{y} + R_{H\_fore}$$

$$Q_{V\_FEM}(x) = R_{V\_aft} - \sum_i \vec{f}_i \vec{z} \quad \text{ただし, } x_i < x$$

$$Q_{H\_FEM}(x) = R_{H\_aft} + \sum_i \vec{f}_i \vec{y} \quad \text{ただし, } x_i < x$$

$$M_{V\_FEM}(x) = (x - x_{aft}) R_{V\_aft} - \sum_i (x - x_i) \vec{f}_i \vec{z} \quad \text{ただし, } x_i < x$$

$$M_{H\_FEM}(x) = (x - x_{aft}) R_{H\_aft} + \sum_i (x - x_i) \vec{f}_i \vec{y} \quad \text{ただし, } x_i < x$$

x_{aft} : モデル後端支持の位置

x_{fore} : モデル前端支持の位置

x : 考慮している位置

R_{V_aft} , R_{V_fore} , R_{H_aft} , R_{H_fore} : モデル両端における垂直及び水平反力

Q_{V_FEM} , Q_{H_FEM} , M_{V_FEM} , M_{H_FEM} : 局部荷重をモデルに負荷した際に生じる垂直及び水平のせん断力及び曲げモーメント。 Q_{V_FEM} , M_{V_FEM} 及び M_{H_FEM} の符号の定義は、4章3節の規定による。反力の符号の定義については、正のせん断力を生じさせる場合を正とする。

$\vec{f}_i$: 節点 i に作用する荷重であって、全ての局部荷重を考慮したもの

x_i : 節点 i の船長方向座標

2.5.5 ハルガーダ荷重の考慮方法

曲げモーメント解析において、主要支持部材の評価でハルガーダ荷重を考慮するために、以下の2つの等価な方法を用いることができる。

- ハルガーダ荷重を直接有限要素モデルに加える（直接法）。
- 局部荷重を用いた解析結果にハルガーダ応力を重ね合わせる（間接法）。

せん断力解析においては直接法を用いなければならない。

2.5.6 直接法

直接法においては、ハルガーダ荷重の影響は三次元有限要素モデルで直接考慮される。2.5.2 及び 2.5.3 に規定するハルガーダ荷重並びに 2.5.4 に規定する局部荷重によるハルガーダ荷重を考慮するため、モデル両端に強制モーメントを付加する必要がある。

考慮位置におけるせん断力を目標値に一致させるため、以下の算式によって定まる 1 組の強制モーメントをモデルの両端に付加する。

$$M_{Y\_aft\_SF} = M_{Y\_fore\_SF} = \frac{(x_{fore} - x_{aft})}{2} [Q_{V\_T}(x_{eq}) - Q_{V\_FEM}(x_{eq})]$$

$$M_{Z\_aft\_SF} = M_{Z\_fore\_SF} = \frac{(x_{fore} - x_{aft})}{2} [Q_{H\_T}(x_{eq}) - Q_{H\_FEM}(x_{eq})]$$

考慮位置における曲げモーメントを目標値に一致させるため、別のもう 1 組の強制モーメントをモデルの両端に付加する。

$$M_{Y\_aft\_BM} = -M_{Y\_fore\_BM} = - \left[M_{V\_T}(x_{eq}) - M_{V\_FEM}(x_{eq}) - M_{Y\_aft\_SF} \left(2 \frac{x_{eq} - x_{aft}}{x_{fore} - x_{aft}} - 1 \right) \right]$$

$$M_{Z\_aft\_BM} = -M_{Z\_fore\_BM} = - \left[M_{H\_T}(x_{eq}) - M_{H\_FEM}(x_{eq}) - M_{Z\_aft\_SF} \left(2 \frac{x_{eq} - x_{aft}}{x_{fore} - x_{aft}} - 1 \right) \right]$$

x_{eq} : ハルガーダ目標値の考慮位置。

Q_{V_FEM} , Q_{H_FEM} , M_{V_FEM} , M_{H_FEM} : 2.5.4 による。

Q_{V_T} , Q_{H_T} , M_{V_T} , M_{H_T} : 表3 及び表4 に規定する, x_{eq} におけるハルガーダ目標値。 Q_{V_T} , M_{V_T} 及び M_{H_T} の符号の定義は, 4章3節の規定による。

$M_{Y\_aft\_SF}$, $M_{Y\_fore\_SF}$, $M_{Y\_aft\_BM}$, $M_{Y\_fore\_BM}$: せん断力及びモーメントを制御するためにモデル両端に付加する強制モーメントで, y 軸において時計回りを正とする。 $M_{Y\_aft\_SF}$, $M_{Y\_fore\_SF}$, $M_{Y\_aft\_BM}$ 及び $M_{Y\_fore\_BM}$ の符号の定義は FE モデルの座標系による。その他の曲げモーメント, せん断力及び反力の座標の定義は, 4章3節の規定による。

$M_{Z\_aft\_SF}$, $M_{Z\_fore\_SF}$, $M_{Z\_aft\_BM}$, $M_{Z\_fore\_BM}$: 水平せん断力及びモーメントを制御するためにモデル両端に付加する強制モーメントで, z 軸において時計回りを正とする。 $M_{Z\_aft\_SF}$, $M_{Z\_fore\_SF}$, $M_{Z\_aft\_BM}$ 及び $M_{Z\_fore\_BM}$ の符号の定義は FE モデルの座標系による。その他の曲げモーメント, せん断力及び反力の座標の定義は, 4章3節の規定による。

これらの強制モーメントは, 次のいずれかの方法によってモデル端部に付加する :

- 荷重の合計が 0 で, かつ, モーメントの合計が強制モーメントと等しくなるような分布荷重をモデルの端部断面に作用させる。当該分布荷重は, 表1 に従って境界条件が与えられている縦通部材の節点に付加し, その形状は薄肉梁理論を用いて決定する。
- 2.3.1 に規定する独立節点に集中モーメントを付加する。

2.5.7 間接法

間接法による曲げモーメント解析では, 解析から得られた各縦通部材の縦方向の応力に, 次の算式から得られる応力を重ね合わせなければならない。せん断力解析は 2.5.6 に従って行なわなければならない。

$$\sigma_{SIM} = \frac{M_{V\_T}}{\frac{I_Y}{z - N}} - \frac{M_{H\_T}}{\frac{I_Z}{y}}$$

M_{V_T} , M_{H_T} : 考慮している断面における, 縦曲げ及び水平曲げモーメントの目標値であって, 局部荷重により次のように修正される。

$$M_{V\_T} = M_{SW} + C_{WV} M_{WV} - M_{V\_FEM}$$

$$M_{H\_T} = C_{WH} M_{WH} - M_{H\_FEM}$$

I_Y : 水平中性軸に関する垂直断面二次モーメントで, 3章2節 3.2.1 に従い計算される。

I_Z : 水平断面二次モーメントで, 3章2節 3.2.1 に従い計算される。

N : 5章1節で定義する船体横断面の中性軸の Z 座標。

y : 要素の Y 座標。

z : 要素の Z 座標。

3. 強度基準

3.1 一般

3.1.1 評価対象貨物倉

3 ホールド (1 + 1 + 1) モデルのうち, 横隔壁を含む中央ホールドの全主要支持部材を強度評価の対象としなければならない。

3.1.2

構造解析の結果は, 降伏強度, 座屈強度及び支持部材の変形量の基準を満たさなければならない。

3.2 降伏強度評価

3.2.1 参照応力

参照応力は、2.5.4 又は 2.5.5 に従いハルガーダ荷重を考慮した有限要素解析において、面要素（シェル要素又はメンブレン要素）に対しては要素の中心位置におけるミーゼスの等価応力、線要素（棒要素、梁要素又はロッド要素）に対しては軸応力とする。

開口部の影響が有限要素モデルにおいて考慮されていない場合、開口部箇所の要素の参照応力は、ウェブ高さと開口部の高さの比に比例するせん断応力を調整して適切に修正しなければならない。

考慮する要素が 2.2.4 又は 2.2.5 に規定する標準メッシュサイズより小さい場合、参照応力は、標準メッシュサイズ範囲内における複数要素の平均応力より求めて差し支えない。

3.2.2 等価応力

ミーゼスの等価応力は次の算式による。

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

σ_x, σ_y : 要素直応力 (N/mm²)。
 τ_{xy} : 要素せん断応力 (N/mm²)。

間接法においては、2.5.7 に規定する応力 σ_{SIM} を縦曲げ応力成分に重ね合わせなければならない。

3.2.3 許容応力

2.2.4 に規定する、異方性要素を含まない有限要素モデルにおいては、参照応力は $235/k$ を超えてはならない。ここで、 k は 3 章 1 節に規定する材料定数とする。

2.2.5 に規定する、異方性要素を含む有限要素モデルにおいては、参照応力は $205/k$ を超えてはならない。ここで、 k は 3 章 1 節に規定する材料定数とする。

3.3 座屈及び最終強度評価

3.3.1 一般

座屈及び最終強度評価は、6 章 3 節に従い、主要支持部材におけるパネルに適用しなければならない。

3.3.2 パネルの応力

各パネルの応力は次の手順に従い求めなければならない。

- (1) 要素分割形状がパネル形状と異なる場合には、パネルに生じる応力 σ_x 、 σ_y 及び τ は、周囲のメッシュの応力を外挿又は内挿し、もしくは付録 2 に示す変位法により算出しなければならない。
- (2) 直接法及び間接法によって得られる応力はポアソン効果を含むため、座屈評価に際し修正しなければならない。修正は局部荷重及び全体荷重を足し合わせた後、行わなければならない。

σ_x^* 及び σ_y^* が共に圧縮応力の場合、応力修正は次の算式による。

$$\sigma_x = (\sigma_x^* - 0.3\sigma_y^*)/0.91$$

$$\sigma_y = (\sigma_y^* - 0.3\sigma_x^*)/0.91$$

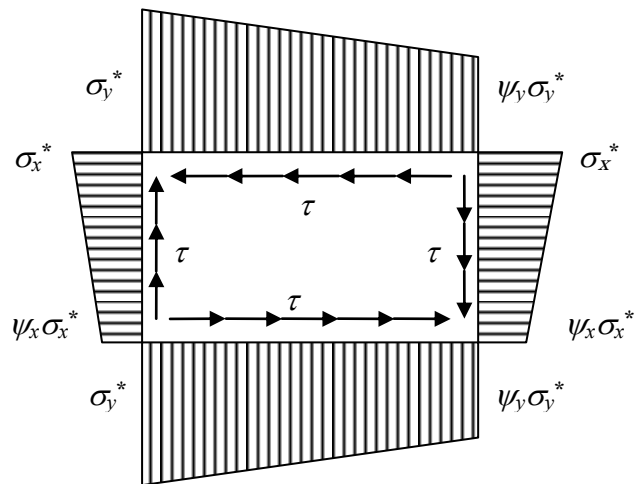
圧縮応力が $\sigma_y^* < 0.3\sigma_x^*$ を満たすとき： $\sigma_y = 0$ 及び $\sigma_x = \sigma_x^*$

圧縮応力が $\sigma_x^* < 0.3\sigma_y^*$ を満たすとき： $\sigma_x = 0$ 及び $\sigma_y = \sigma_y^*$

ここで、 σ_x^* 及び σ_y^* はポアソン効果を含む応力

- (3) 図 2 に示すような適切な線形近似により、考慮する座屈強度評価パネル端部沿った応力分布を決定する。
- (4) 端部応力比 ψ を 6 章 3 節に従い計算する。

図2 座屈評価に用いるパネルに生じる応力



3.3.3 境界条件

6章3節の表2に示す座屈荷重ケース1, 2, 5又は6を, 応力分布や開口形状にしたがって座屈強度が評価されるパネルに適用しなければならない。

実際の境界条件が単純支持とは大きく異なる場合には, 6章3節の表2に示す他の座屈荷重ケースを適用することができる。

3.3.4 安全率

板の座屈及び最終強度評価における安全率は1.0とする。

3.4 主要支持部材のたわみ

有限要素解析から得られる, 船底外板の相対変位 (mm) は以下の基準を超えてはならない。

$$\delta_{\max} \leq \frac{\ell_i}{150}$$

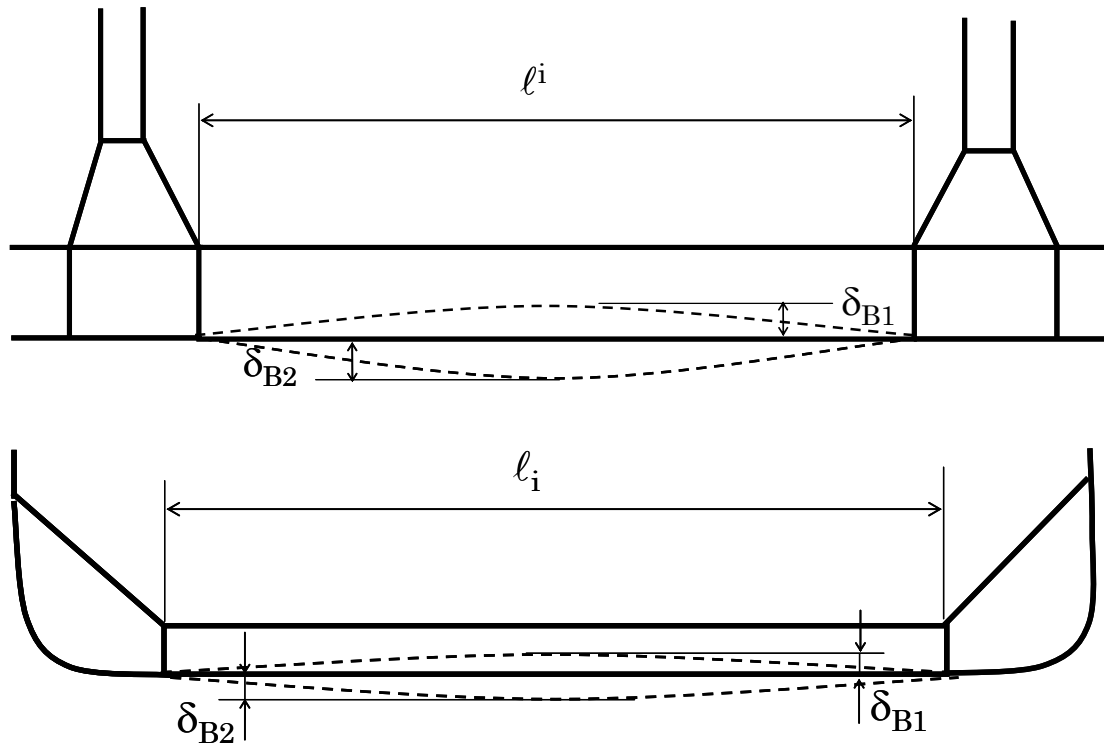
$\delta_{\max}$: 最大相対変位 (mm) で, 次の算式による。ただし, 二次変形を含まないものとする。

$$\delta_{\max} = \max(|\delta_{B1}|, |\delta_{B2}|)$$

ただし, δ_{B1} 及び δ_{B2} は図3による。

ℓ_i : 二重底の平坦部の幅又は長さのうち, 短い方 (mm)

図3 相対変位の定義



3 節 詳細応力評価

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節では、主要支持部材の高応力域における詳細メッシュを用いた詳細な応力評価の手順について規定する。

2 節の貨物倉全体の構造解析に使用される構造モデルが、**2 節 2.2.4**の規定に従う場合であって、**表 1**に示す箇所の参照応力が**2 節 3.2.3**に規定する許容応力の95%（二次元異方性要素を用いない場合）又は85%（二次元異方性要素を用いる場合）を超え、100%以下の場合には、当該箇所の応力を詳細メッシュ解析により再評価しなければならない。

2. 解析モデル

2.1 詳細メッシュ分割の範囲

2.1.1

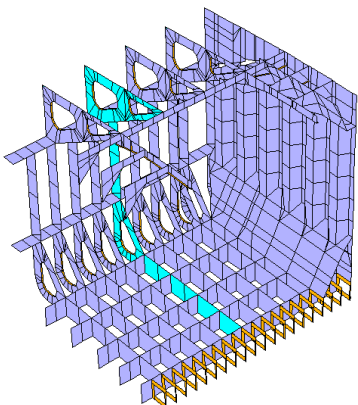
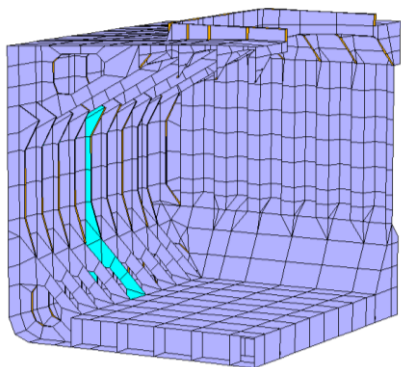
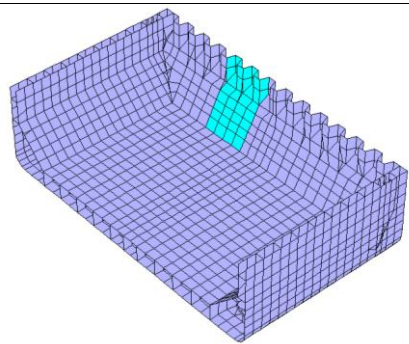
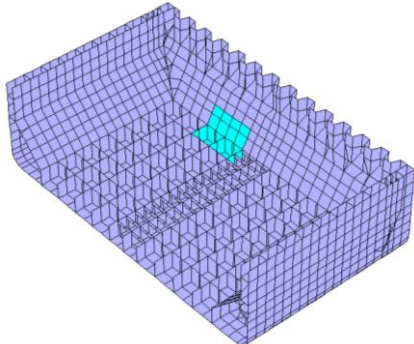
2 節の貨物倉全体の構造解析に使用される構造モデルが、**2 節 2.2.4**の規定に従う場合であって、**表 1**に示す箇所の参照応力が**2 節 3.2.3**に規定する許容応力の95%を超える場合には、当該箇所の応力を詳細メッシュ解析により再評価しなければならない。

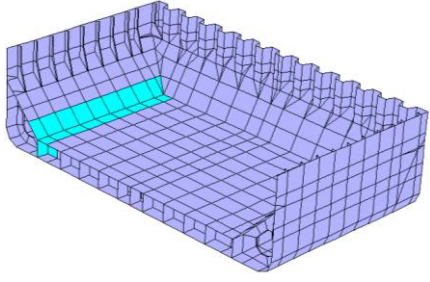
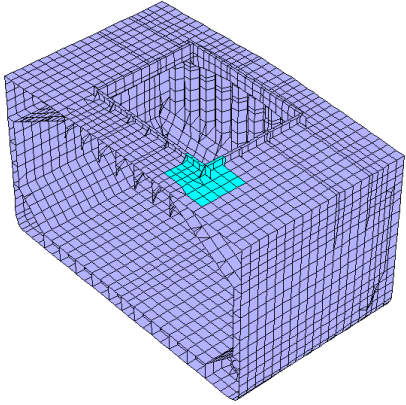
2.1.2

2 節の貨物倉全体の構造解析に使用される構造モデルが、**2 節 2.2.5**の規定に従う場合にあっては、以下に示す全ての高応力箇所を詳細メッシュ解析により再評価しなければならない。

- ・ 参照応力が**2 節 3.2.3**に規定する許容応力の85%を超えている箇所
- ・ **表 1**に示す、主要支持部材の細部
- ・ **表 1**に示す、評価対象貨物倉の横隔壁の細部

表 1 詳細解析実施対象部位

構造部材	対象箇所	詳細	対象位置の例示
主要支持部材	二重船側構造の主要横支持部材のうち最も応力の高い箇所	以下に示す構造に配置される横部材について、最も応力の高い箇所を詳細にメッシュ分割しなくてはならない 二重底 ホッパタンク 二重船側 トップサイドタンク	
	単船側構造の主要横支持部材のうち最も応力の高い箇所	以下に示す構造に配置される横部材について、最も応力の高い箇所を詳細にメッシュ分割しなくてはならない 二重底 ホッパタンク トップサイドタンク 倉内肋骨端部ブラケットとホッパタンク及びトップサイドタンクの結合部	
横置隔壁と下部スツール	波形隔壁板と下部スツールの結合部のうち最も応力の高い箇所	下部スツールの桁板を含む、応力の高い要素を詳細にメッシュ分割しなくてはならない	
	下部スツールと内底板の結合部のうち最も応力の高い箇所	応力の高い要素を詳細にメッシュ分割しなくてはならない	

構造部材	対象箇所	詳細	対象位置の例示
内底板及びビルジホップ斜板の結合部並びにその支持部材	内底板とビルジホップ斜板の結合部のうち最も応力の高い箇所	以下に示す各部材について、最も応力の高い箇所を詳細にメッシュ分割しなくてはならない 二重底 ビルジホップ斜板 肋板 縦桁	
甲板	最も応力の大きいハッチコーナー部の甲板	応力の高い要素を詳細にメッシュ分割しなくてはならない	

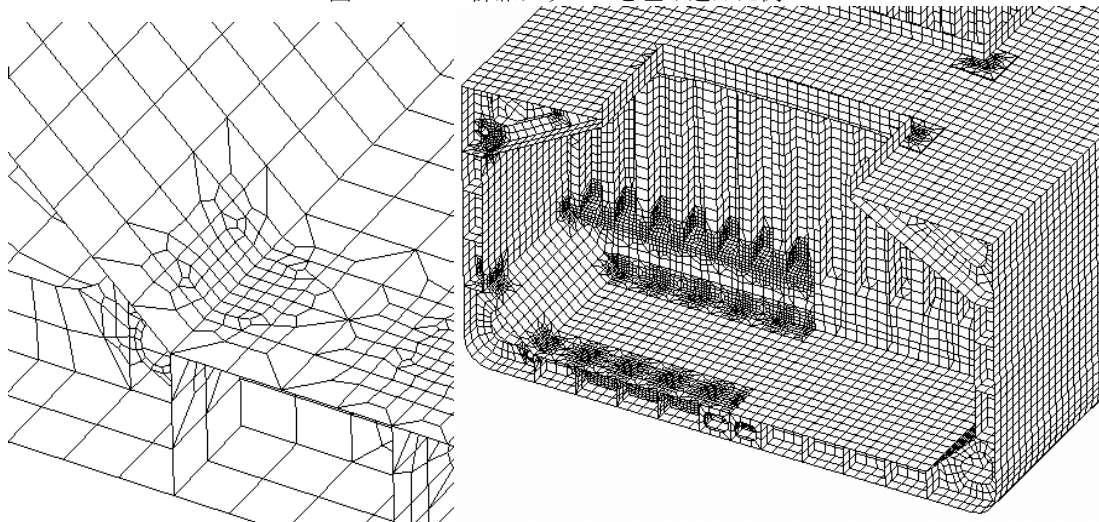
2.2 詳細メッシュ

2.2.1

以下に示すいずれかの方法を用いて、詳細メッシュ解析モデルを作成する。

- ・ 7章2節に基づき作成した貨物倉全体の構造解析モデルに、詳細メッシュ領域を直接埋め込む方法 (図1 参照)
- ・ 部分構造モデルにより、詳細メッシュ領域の応力を評価する方法

図1 詳細メッシュを埋め込んだ例



2.3 モデル化

2.3.1 要素タイプ

各構造部材は2節2.2.3に従い、適切な要素を用いてモデル化しなければならない。異方性要素を詳細メッシュ領域に用いてはならない。

2.3.2 メッシュサイズ

メッシュサイズは、防撓材心距の4等分を標準とする。例えば、防撓材スペースが800mmの場合、詳細メッシュ領域におけるメッシュサイズはおおよそ200×200mmとする。

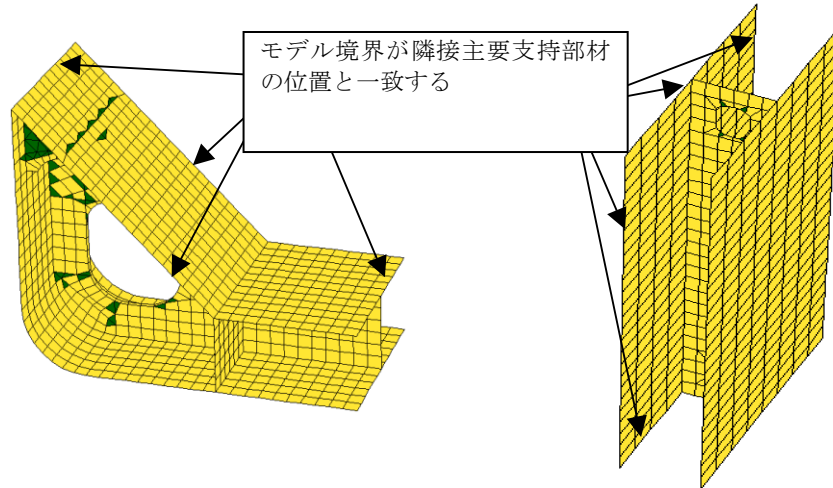
これに加え、主要支持部材のウェブ及び単船側ばら積貨物船における倉内肋骨のウェブは、深さ方向に少なくとも三分割しなければならない。

要素のアスペクト比は3を超えてはならない。四角形要素の内角は可能な限り直角とする。直角とならない場合であっても、45度から135度までの角度としなければならない。

2.3.3 部分構造モデルの範囲

部分構造モデルの最小範囲として、少なくとも隣接する主要支持部材の位置までモデル境界を延長すること。(図2 参照)

図2 部分構造モデルの境界



2.4 荷重条件

2.4.1

2節に示す貨物倉構造全体の三次元有限要素解析において付加された荷重条件のうち、2.1に規定される基準を超える応力を生じさせるものを、詳細応力評価において考慮しなければならない。

2.5 境界条件

2.5.1

2節 2.3.1に規定する境界条件を、詳細メッシュ領域が埋め込まれた貨物倉構造モデルに適用しなければならない。

2.5.2

部分構造モデルの場合、2節の貨物倉全体解析から得られた節点力又は節点変位を付加しなければならない。節点力が与えられる場合には、部分構造モデルの境界に位置する主要支持部材をモデル化しなければならない。節点変位が与えられ、かつ、部分モデルに新たな節点が追加される場合、その追加節点に与えられる節点変位は適切な内挿法を用いて決定しなければならない。

3. 評価基準

3.1 許容応力

3.1.1

詳細メッシュ領域において、平面要素のミーゼス等価応力あるいは線要素の軸応力が280/kを超えてはならない。ここで、kは3章1節で定義される材料定数とする。

要素サイズが2.3.2に定義するサイズより著しく小さい場合、この基準は2.3.2で定義する要素サイズと等しい面積に含まれる要素の平均応力に対して適用することができる。

4 節 疲労強度評価のためのホットスポット応力解析

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節は、**8章1節の表1**に示す箇所に対する疲労強度評価に用いるホットスポット応力を、有限要素法を用いて求める手順について規定する。

1.1.2

ホットスポット応力解析においては、**2.2**に規定する積付状態と荷重ケースを考慮しなければならない。

2. 解析モデル

2.1 モデル化

2.1.1

疲労強度評価に用いるホットスポット応力は、**図1**に示すような、疲労強度評価を行う箇所を極詳細メッシュに分割した貨物倉全体モデルを用いて求めることができる。あるいは、**3節2**に規定する手法と同様な部分構造モデルを用いた方法でも、ホットスポット応力を求めることが可能である。

2.1.2

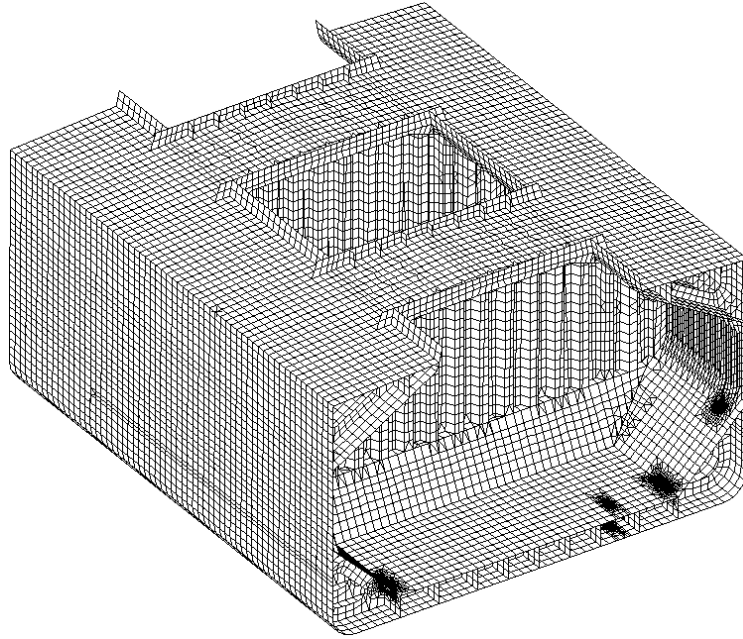
ホットスポット位置から全方位に少なくとも 1/4 フレームスペース以内の箇所においては、極詳細メッシュを用いてモデル化しなければならない。極詳細メッシュ領域のメッシュサイズは評価箇所におけるネット板厚と同程度とし、アスペクト比は可能な限り 1 とする。

2.1.3

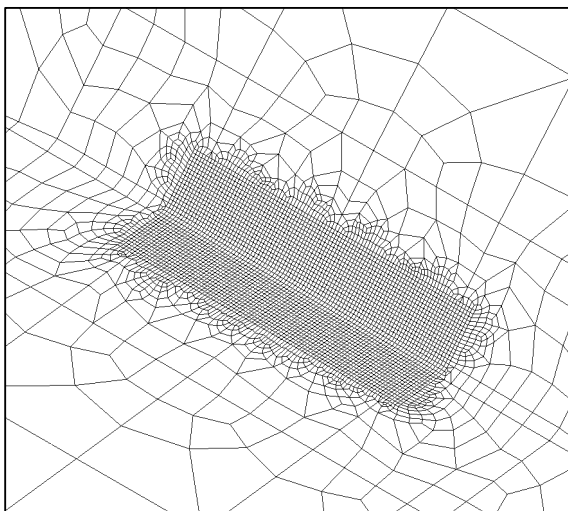
要素サイズは**図2**に示すように、遷移域を通じて極詳細メッシュから詳細メッシュへと徐々に変化させなくてはならない。

遷移域に存在する、ブラケット、防撓材、縦通部材及びトランスリングの面材などを含む全ての構造部材は、曲げ及び膜特性を持つシェル要素を用いてモデル化しなければならない。溶接ビード形状はモデル化する必要はない。

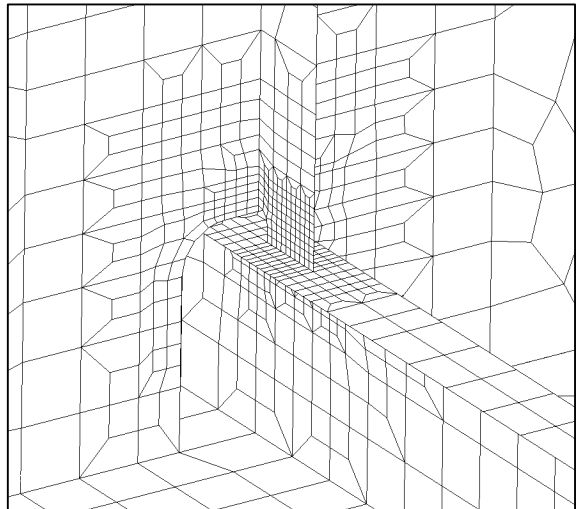
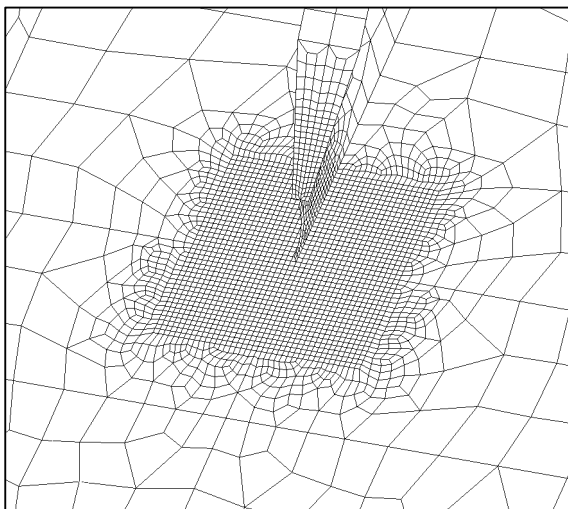
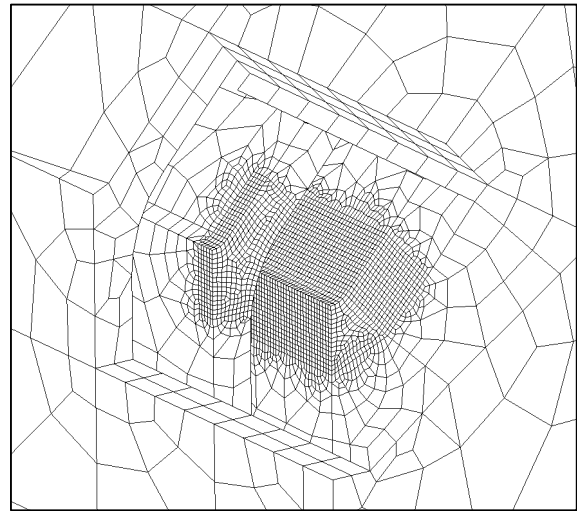
図1 極詳細メッシュの例



(a) 極詳細メッシュを埋め込んだ貨物倉全体構造モデル



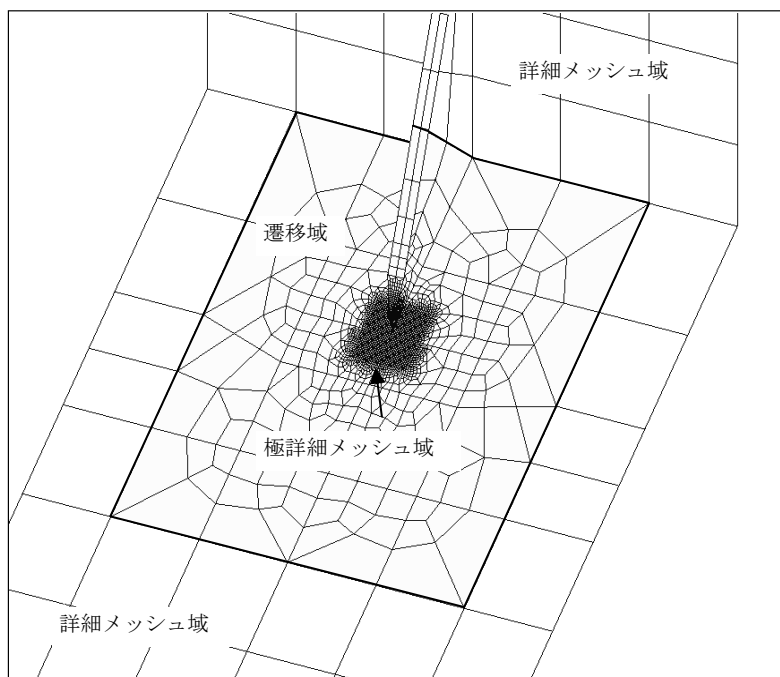
(b) ビルジホッパーナックル部



(c) 倉内肋骨の端部

(d) 縦通防撓材の肋板貫通部

図2 要素サイズの遷移域



2.2 荷重条件

2.2.1

8章1節の表2及び4章付録3に示す荷重条件を考慮しなければならない。

2.2.2

設計荷重は、超過確率を 10^{-4} とする荷重を用いなければならない。

2.3 境界条件

2.3.1

2節2.3.1で規定される境界条件を、極詳細メッシュを含む貨物倉全体モデル又は部分構造モデルの元となる全体モデルに適用しなければならない。部分構造モデルを用いる場合、全体モデルから得られた節点変位及び節点力を、部分構造モデルに適用しなければならない。

3. ホットスポット応力

3.1 定義

3.1.1

ホットスポット応力は、ホットスポット位置表面における構造幾何的応力として定義する。

3.1.2

間接法によって得られたホットスポット応力は、8章3節2.2及び3.2に従い修正されなければならない。

3.2 ホットスポット応力の評価

3.2.1

ホットスポット応力は、極詳細メッシュにおける応力を線形外挿して求める。図3及び図4に示すような場合には、ネット板厚の0.5倍及び1.5倍の位置における表面応力から線形外挿して、ホットスポット応力を求める。

想定される疲労き裂に対し45度より大きい角度を持つ主応力を、ホットスポット応力として考慮しなければならない。

図3 板の交差部におけるホットスポット応力の定義

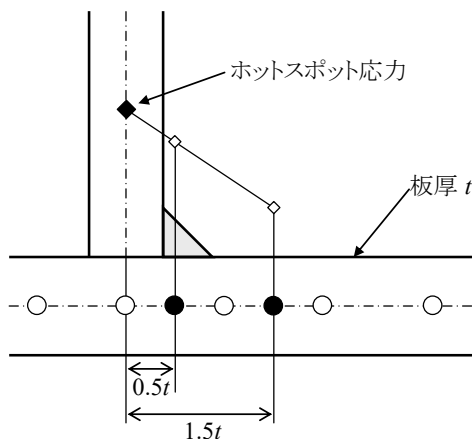
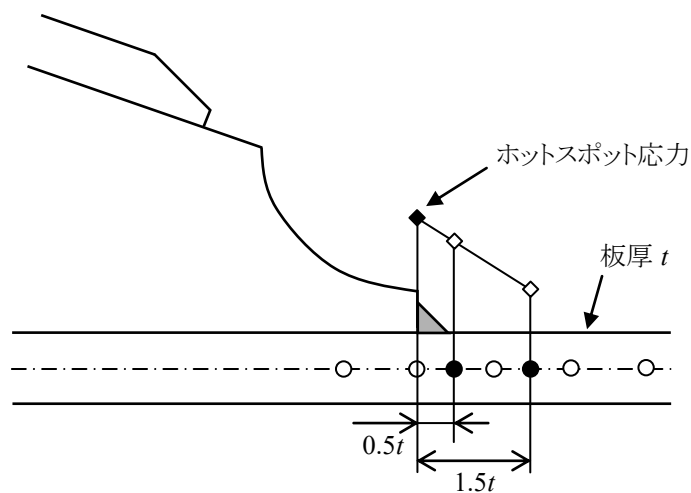


図4 板と肘板端部の交差部におけるホットスポット応力の定義



3.2.2

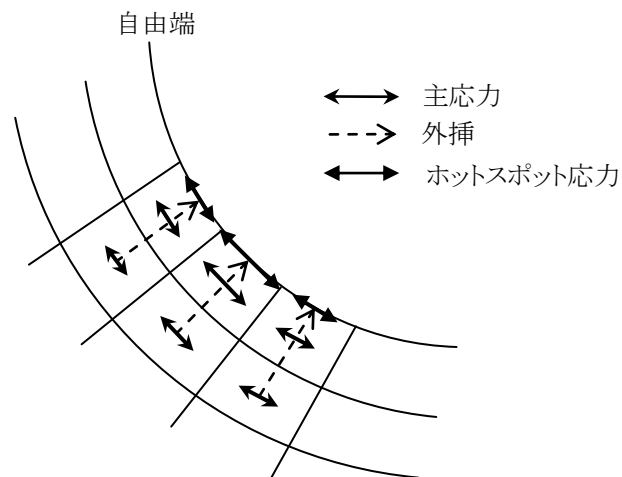
3.2.1 より求まる板の交差部におけるホットスポット応力は、実際のホットスポット位置と想定したホットスポット位置の違い、及び2枚の板の交差角度 θ (0度から90度にとる)に起因する応力勾配の相違を考慮した、修正係数 λ を乗じて修正しなければならない。

- 平板同士の溶接交差部: $\lambda = \begin{cases} 0.8 & : \theta \leq 75 \\ 0.8 - 0.2(\theta - 75)/15 & : 75 < \theta \end{cases}$
- 平板と曲板の溶接交差部 (例えば曲げ加工型のビルジナックル部): $\lambda = 0.7$

3.2.3

溶接部以外のホットスポット応力又は遊縁に沿って算定されるホットスポット応力は、図5に示すように、連続した2つの要素の主応力を外挿することによって求める。

図5 遊縁におけるホットスポット応力の定義



3.3 ビルジホッパーナックル部における簡易手法

3.3.1

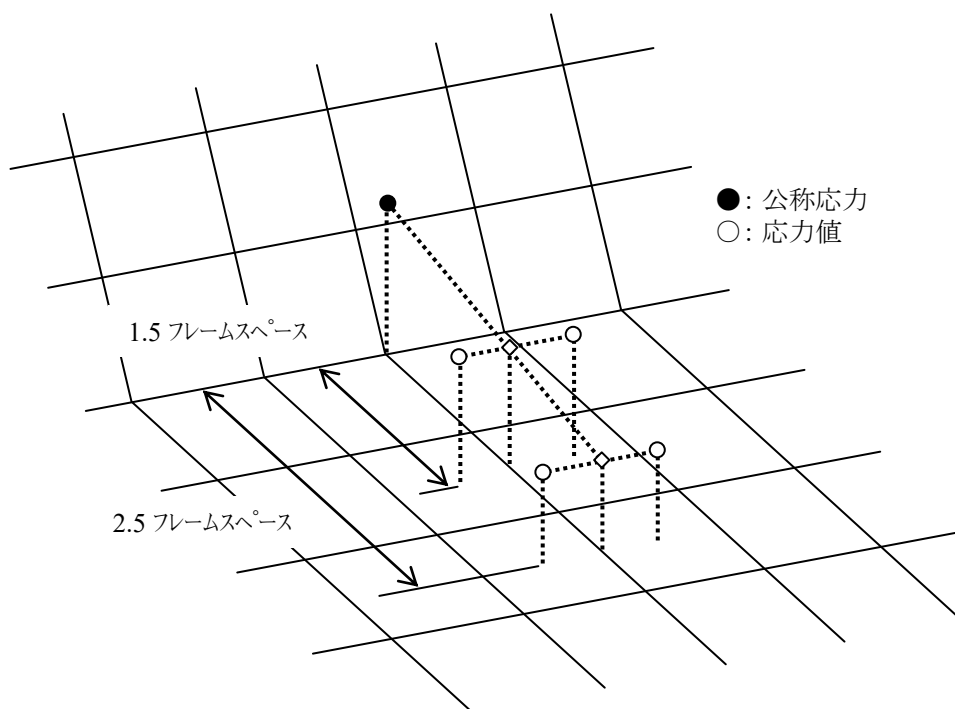
ビルジナックル部において、ホットスポット応力 $\sigma_{hotspot}$ は、公称応力 $\sigma_{nominal}$ に 3.3.3 で定義される応力集中係数 K_{gl} を乗じて求めてもよい。

$$\sigma_{hotspot} = K_{gl}\sigma_{nominal}$$

3.3.2

ホットスポット位置における公称応力は、図6に示すように、ホットスポット位置からフレームスペースの1.5倍と2.5倍の位置における膜応力を外挿することによって決定しなくてはならない。

図6 ビルジホッパーナックル部における公称応力の定義



3.3.3

ビルジホッパーナックル部における構造的応力集中係数 K_{gl} は次の算式による。

$$K_{gl} = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4$$

K_0 : 考慮している構造部材の寸法による応力集中係数で、表 1 による。

K_1 : ナックル部の結合タイプによる修正係数で、表 2 による。

K_2 : ウェブの板厚増加の有無に関する修正係数で、表 2 による。ただし、板厚増加がない場合、1.0 とする。

K_3 : 水平ガセットもしくは縦リブ (図 7 参照) の有無に関する修正係数で、表 2 による。ただし、水平ガセットや縦リブがない場合、1.0 とする。

K_4 : 横リブ (図 8 参照) の有無に関する修正係数で、表 2 による。ただし、横リブがない場合、1.0 とする。

表 1 応力集中係数 K_0

有限要素モデル のネット板厚 (mm)	ビルジホッパー斜板の水平面に対する傾斜角 θ (°)			
	40	45	50	90
16	3.0	3.2	3.4	4.2
18	2.9	3.1	3.3	4.0
20	2.8	3.0	3.2	3.8
22	2.7	2.9	3.1	3.6
24	2.6	2.8	3.0	3.5
26	2.6	2.7	2.9	3.4
28	2.5	2.7	2.8	3.3
30	2.4	2.6	2.7	3.2

備考：

表中の値の代わりに、次の算式で K_0 を求めることができる。

$$K_0 = \frac{0.14\theta(1.15 - 0.0033\theta)}{(0.5t)^{(0.2+0.0028\theta)}}$$

表 2 修正係数

ナックル部のタイプ	K_1	K_2	K_3	K_4
溶接型	1.7	0.90	0.9	0.90
曲げ加工型	1.75; $R/t < 4$ 2.80; $R/t > 8$		0.85; $R/t < 4$ 0.55; $R/t > 8$	

備考：

- (1) $4 \leq R/t \leq 8$ の間は線形内挿法を適用する。“ R ” は曲げ加工部の曲率半径を、“ t ” は板厚をそれぞれ指す。
- (2) 修正係数 K_2 を用いる場合、 R 部の曲げ変形を効果的に抑えるように部材を配置しなければならない。
- (3) ウェブの増厚は内底板の板厚に基づくこととする。

図 7 水平ガセットもしくは縦リブの挿入例

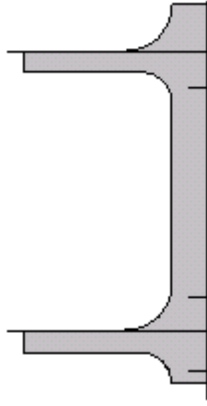
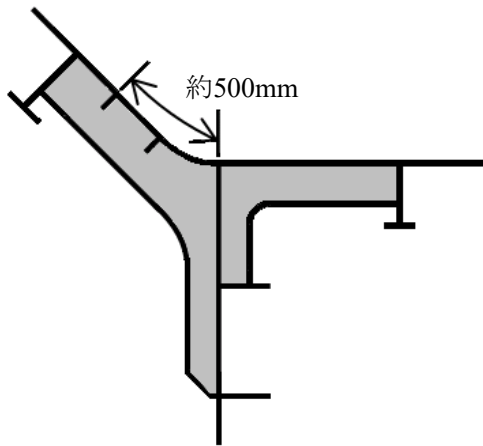


図 8 横リブの挿入例



付録 1 有限要素モデルの船長方向範囲

1. 船長方向範囲

解析には中央部の貨物倉を評価対象とする 3 ホールド長さの有限要素モデルを用いる。

3 ホールド長さの有限要素モデルは、評価位置である中央部の貨物倉において、境界条件の影響が最小となる。

図 1 有限要素モデルの船長方向範囲

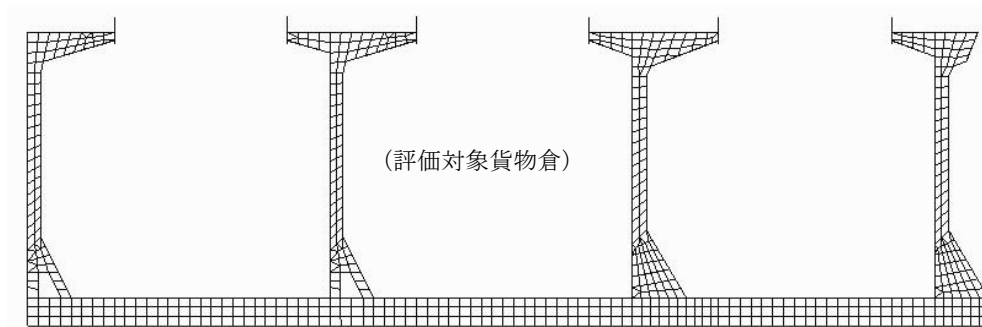
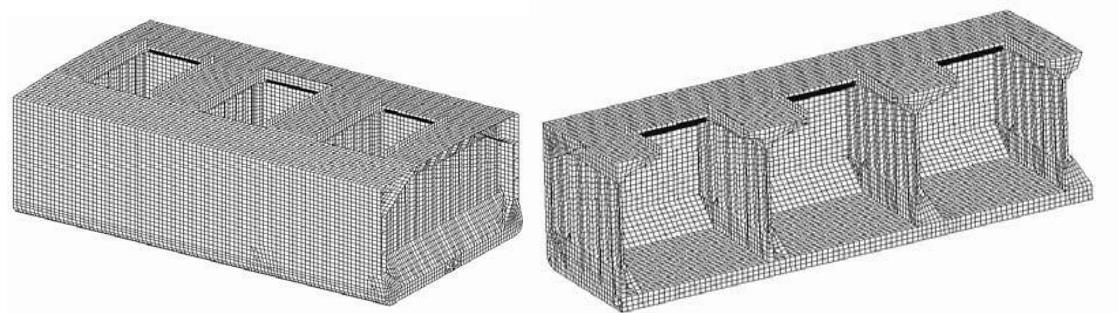
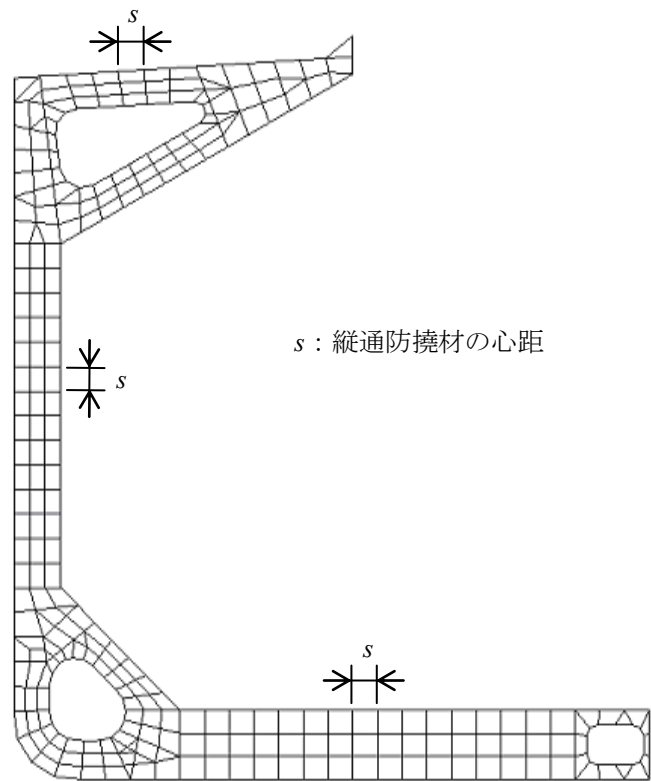


図 2 有限要素モデルの例



2. 要素分割例

図 3 船体横断面の要素分割例



付録2 有限要素解析における変位法による座屈強度評価

記号

本付録で規定されない記号については、1章4節による。

a : パネルの長辺。

b : パネルの短辺。

x : パネルの長辺 a に沿った方向で、縦方向とする。

y : パネルの短辺 b に沿った方向で、横方向とする。

C : 次の算式による係数。

$$C = \frac{E}{2(1-\nu^2)} \quad (4 \text{ 節点座屈パネルの場合})$$

$$C = \frac{E}{4(1-\nu^2)} \quad (8 \text{ 節点座屈パネルの場合})$$

ν : ポアソン比。

m : 修正係数で、次の算式による。

$$m = 1 - \nu$$

1. 概説

1.1

1.1.1

本付録は、有限要素解析から単位パネルの座屈応力と端部応力比を求める手法を示す。以下、この手法を「変位法」と呼ぶ。

2. 変位法

2.1 一般

2.1.1

一般的に、有限要素の要素と座屈パネルは一致しないが、座屈パネルの節点を有限要素上に配置して、これらの節点変位を有限要素解析から求めることは可能である。

変位に関する演算においては、常に変位の数値を全ての桁数まで用いなければならない。

2.1.2 4 節点及び 8 節点パネル

単位パネルのアスペクト比が 3 より小さい場合又は単位パネルの長辺における長辺方向の応力変化が小さい場合、4 節点パネルを用いてもよい。それ以外の場合、8 節点パネルを用いなければならない。

2.1.3 節点変位の計算

座屈パネルの節点変位は、以下のいずれかの方法により計算することができる。

- ・ 座屈パネルの節点が有限要素モデルの節点と一致する場合、有限要素モデルの変位をそのまま用いる。
- ・ 座屈パネルの節点が有限要素モデルの平面応力要素の境界線上に位置する場合、要素節点の変位を内挿して座屈パネルの節点変位を求める。
- ・ 座屈パネルの節点が有限要素の内部に位置する場合、要素の全ての節点を用い、変位を二次関数で内挿して座屈パネルの節点変位を求める。

2.1.4 局部座標系への変換

有限要素モデルの全体座標系から座屈パネルの局部座標系への節点変位の変換は、次の算式による。

$$(u) = [\lambda](u_g)$$

(u) : 局部座標系における変位ベクトル。

(u_g) : 全体座標系における変位ベクトル。

[λ] : 変換マトリックス (2×3) で、2つの座標系のなす角度の方向余弦。

2.2 座屈応力及び端部応力比の計算

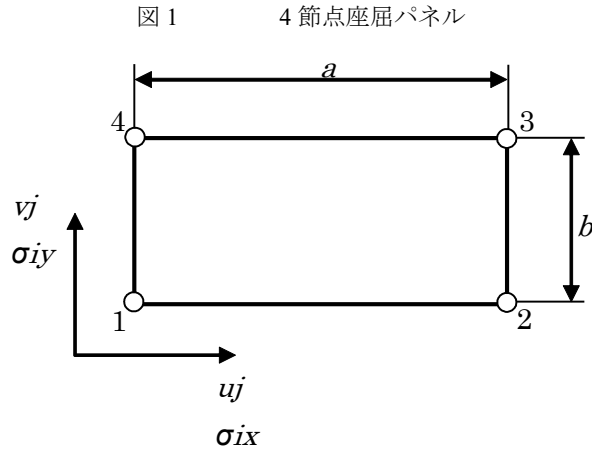
2.2.1

単位パネルの四隅における変位を用いて、パネル内の所定の位置における応力を計算する。4節点座屈パネルにおいてこれらの点は同一であるが、8節点座屈パネルの場合には変位点と応力出力点異なる。図1及び図2に示すように座標系と番号を定めるものとする。

単位パネルの四隅における応力は、6章3節による座屈強度評価においてそのまま用いることができる。7章に規定されるように、有限要素解析の座屈強度評価において考慮しなくてはならない座屈荷重ケースは、6章3節の表2における荷重ケース1, 2及び5, 並びに6章3節の表3における荷重ケース1a, 1b, 2及び4である。特別な場合には、他の座屈荷重ケースを手計算によって座屈強度評価に用いてもよい。

2.2.2

4節点座屈パネルに対する応力変位関係 (圧縮応力を正とする) (図1参照)



単位パネルの四隅の変位から、これらの節点の応力は次の算式より求まる。

$$\begin{pmatrix} \sigma_{1x}^* \\ \sigma_{1y}^* \\ \tau_1 \\ \sigma_{2x}^* \\ \sigma_{2y}^* \\ \tau_2 \\ \sigma_{3x}^* \\ \sigma_{3y}^* \\ \tau_3 \\ \sigma_{4x}^* \\ \sigma_{4y}^* \\ \tau_4 \end{pmatrix} = -C \begin{pmatrix} -2/a & -2v/b & 2/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 2v/b \\ -2v/a & -2/b & 2v/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 2/b \\ -m/b & -m/a & 0 & m/a & 0 & 0 & m/b & 0 \\ -2/a & 0 & 2/a & -2v/b & 0 & 2v/b & 0 & 0 \\ -2v/a & 0 & 2v/a & -2/b & 0 & 2/b & 0 & 0 \\ 0 & -m/a & -m/b & m/a & m/b & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2v/b & 2/a & 2v/b & -2/a & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2/b & 2v/a & 2/b & -2v/a & 0 \\ 0 & 0 & -m/b & 0 & m/b & m/a & 0 & -m/a \\ 0 & -2v/b & 0 & 0 & 2/a & 0 & -2/a & 2v/b \\ 0 & -2/b & 0 & 0 & 2v/a & 0 & -2v/a & 2/b \\ -m/b & 0 & 0 & 0 & 0 & m/a & m/b & -m/a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \end{pmatrix}$$

$(\sigma_{1x}^*, \sigma_{1y}^*, \tau_1, \dots, \sigma_{4x}^*, \sigma_{4y}^*, \tau_4)^T = (\sigma^*)$: 要素応力ベクトル

$(u_1, v_1, \dots, u_4, v_4)^T = (u)$: 局部節点変位ベクトル

σ_x^* 及び σ_y^* が共に圧縮応力の場合、応力 σ_x 及び σ_y は以下の修正によって求める。

$$\sigma_x = (\sigma_x^* - 0.3\sigma_y^*)/0.91$$

$$\sigma_y = (\sigma_y^* - 0.3\sigma_x^*)/0.91$$

圧縮応力が $\sigma_y^* < 0.3\sigma_x^*$ を満たす場合: $\sigma_y = 0$ 及び $\sigma_x = \sigma_x^*$

圧縮応力が $\sigma_x^* < 0.3\sigma_y^*$ を満たす場合: $\sigma_x = 0$ 及び $\sigma_y = \sigma_y^*$

この場合、応力ベクトルは、次式で表される。

$$(\sigma) = (\sigma_{1x}, \sigma_{1y}, \tau_1, \dots, \sigma_{4x}, \sigma_{4y}, \tau_4)^T$$

各座屈荷重ケースに対する座屈応力及び端部応力比は、以下によって与えられる。

- ・ LC1：縦方向圧縮

$$\sigma_l = \max\left(\frac{\sigma_{1x} + \sigma_{4x}}{2}, \frac{\sigma_{2x} + \sigma_{3x}}{2}\right)$$

$$\Delta\sigma_l = \frac{1}{2}(-\sigma_{1x} + \sigma_{4x} - \sigma_{2x} + \sigma_{3x})$$

$$\sigma_x = \sigma_l + 0.5|\Delta\sigma_l|$$

$$\psi_x = 1 - |\Delta\sigma_l|/\sigma_x$$

- ・ LC2：横方向圧縮

$$\sigma_t = 0.25 \sum_{i=1}^4 \sigma_{iy}$$

$$\Delta\sigma_t = \frac{1}{2}(-\sigma_{1y} - \sigma_{4y} + \sigma_{2y} + \sigma_{3y})$$

$$\sigma_y = \sigma_t + 0.5|\Delta\sigma_t|$$

$$\psi_y = 1 - |\Delta\sigma_t|/\sigma_y$$

- ・ LC5：せん断

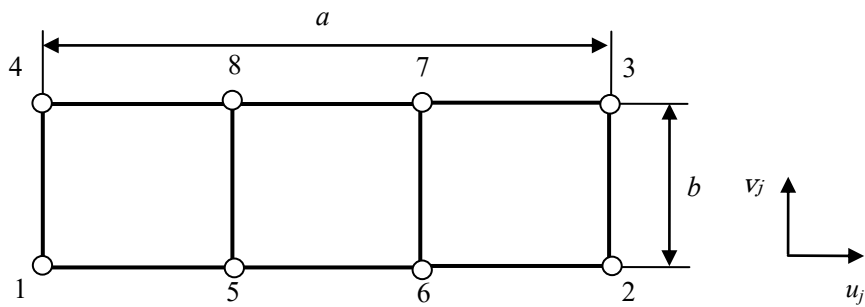
$$\tau = \left| \frac{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4}{4} \right|$$

2.2.3 8 節点座屈パネル

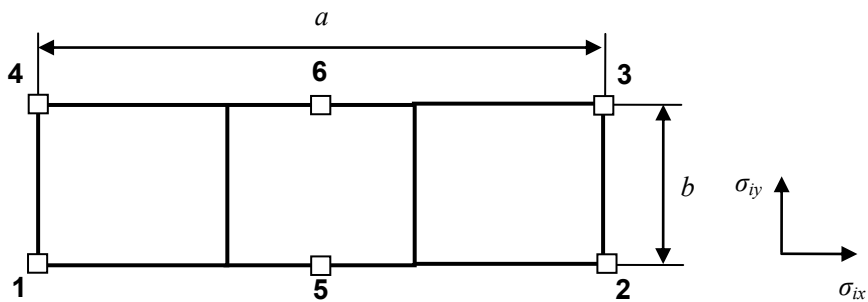
8 節点座屈パネルに対する応力変位関係（圧縮応力を正とする）（[図 2](#) 参照）

図 2 8 節点座屈パネル

(a) 変位節点



(b) 応力節点



単位パネルの四隅の変位から、これらの節点及び中間節点の応力は次の算式より求まる。

$$\begin{pmatrix} \sigma_{1x}^* \\ \sigma_{1y}^* \\ \tau_1 \\ \sigma_{2x}^* \\ \sigma_{2y}^* \\ \tau_2 \\ \sigma_{3x}^* \\ \sigma_{3y}^* \\ \tau_3 \\ \sigma_{4x}^* \\ \sigma_{4y}^* \\ \tau_4 \\ \sigma_{5x}^* \\ \sigma_{5y}^* \\ \tau_5 \\ \sigma_{6x}^* \\ \sigma_{6y}^* \\ \tau_6 \end{pmatrix} = -C \begin{pmatrix} -12/a & -4v/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4v/b & 12/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -12v/a & -4/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4/b & 12v/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -2m/b & -6m/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 2m/b & 0 & 0 & 6m/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 12/a & -4v/b & 0 & 4v/b & 0 & 0 & 0 & 0 & -12/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 12v/a & -4/b & 0 & 4/b & 0 & 0 & 0 & 0 & -12v/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2m/b & 6m/a & 2m/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6m/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -4v/b & 12/a & 4v/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -12/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -4/b & 12v/a & 4/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -12v/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2m/b & 0 & 2m/b & 6m/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6m/a & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4v/b & 0 & 0 & 0 & 0 & -12/a & 4v/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 12/a & 0 & 0 \\ 0 & -4/b & 0 & 0 & 0 & 0 & -12v/a & 4/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 12v/a & 0 & 0 \\ -2m/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2m/b & -6m/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6m/a \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -12/a & -2v/b & 12/a & -2v/b & 0 & 2v/b & 0 & 2v/b & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -12v/a & -2/b & 12v/a & -2/b & 0 & 2/b & 0 & 2/b & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -m/b & -6m/a & -m/b & 6m/a & m/b & 0 & m/b & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2v/b & 0 & -2v/b & 12/a & 2v/b & -12/a & 2v/b & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2/b & 0 & -2/b & 12v/a & 2/b & -12v/a & 2/b & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -m/b & 0 & -m/b & 0 & m/b & 6m/a & m/b & -6m/a & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \\ u_5 \\ v_5 \\ u_6 \\ v_6 \\ u_7 \\ v_7 \\ u_8 \\ v_8 \end{pmatrix}$$

$(\sigma^*) = (\sigma_{1x}^*, \sigma_{1y}^*, \tau_1, \dots, \sigma_{6x}^*, \sigma_{6y}^*, \tau_6)^T$: 要素応力ベクトル

$(u) = (u_{1x}, v_{1y}, \dots, u_{8x}, v_{8y})^T$: 局部節点変位ベクトル

σ_x^* 及び σ_y^* が共に圧縮応力の場合、応力 σ_x 及び σ_y は以下の修正によって求める。

$$\sigma_x = (\sigma_x^* - 0.3\sigma_y^*)/0.91$$

$$\sigma_y = (\sigma_y^* - 0.3\sigma_x^*)/0.91$$

圧縮応力が $\sigma_y^* < 0.3\sigma_x^*$ を満たす場合： $\sigma_y = 0$ 及び $\sigma_x = \sigma_x^*$

圧縮応力が $\sigma_x^* < 0.3\sigma_y^*$ を満たす場合： $\sigma_x = 0$ 及び $\sigma_y = \sigma_y^*$

この場合、応力ベクトルは次式で表される。

$$(\sigma) = (\sigma_{1x}, \sigma_{1y}, \tau_1, \dots, \sigma_{6x}, \sigma_{6y}, \tau_6)^T$$

各座屈荷重ケースに対する座屈応力及び端部応力比は以下によって与えられる。

- LC1： 縦方向圧縮

$$\sigma_l = \max\left(\frac{\sigma_{1x} + \sigma_{4x}}{2}, \frac{\sigma_{6x} + \sigma_{5x}}{2}, \frac{\sigma_{2x} + \sigma_{3x}}{2}\right)$$

$$\Delta\sigma_l = \frac{1}{3}(\sigma_{4x} - \sigma_{1x} + \sigma_{5x} - \sigma_{6x} + \sigma_{3x} - \sigma_{2x})$$

$$\sigma_x = \sigma_l + 0.5|\Delta\sigma_l|$$

$$\psi_x = 1 - |\Delta\sigma_l|/\sigma_x$$

- LC2： 横方向圧縮

$$\sigma_t = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \sigma_{iy}$$

$$\Delta\sigma_t = \frac{1}{2}(-\sigma_{1y} - \sigma_{4y} + \sigma_{2y} + \sigma_{3y})$$

$$\sigma_y = \sigma_t + 0.5|\Delta\sigma_t|$$

$$\psi_y = 1 - |\Delta\sigma_t|/\sigma_y$$

- LC5： せん断

$$\tau = \max\left\{\left|\frac{\tau_1 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6}{4}\right|, \left|\frac{\tau_2 + \tau_3 + \tau_5 + \tau_6}{4}\right|\right\}$$

8 章 構造詳細の疲労評価

1 節 通則

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本章の規定は、長さ L_{CSR-B} が 150m 以上の船舶に適用するもので、北大西洋を 25 年間航行することを想定している。

1.1.2

本章の規定は、波浪荷重の変動により生じる疲労評価に適用する。振動により生じる疲労、低サイクル荷重又はスラミングなどの衝撃荷重による疲労評価については、本章では取り扱わない。

1.1.3

本章の規定は、最小降伏応力が $400N/mm^2$ 未満の鋼材を用いる場合に適用する。

1.2 ネット寸法

1.2.1

本章で扱う全ての寸法及び応力は、3 章 2 節に規定するネット寸法とする。

1.3 対象部材

1.3.1

貨物倉エリア内の表 1 に示すすべての部材の継手及び部位について、疲労強度評価を行わなければならない。

表 1 疲労強度評価部材及び部位

部材	詳細
内底板	下部スツール斜板又は垂直板との継手
	ホッパタンク斜板との継手
二重船殻縦通隔壁板	ホッパタンク斜板との継手
横置隔壁板	下部スツール斜板との継手
	上部スツール斜板との継手
単船側ばら積貨物船の倉内肋骨	上部及び下部ウィングタンクとの継手
二重船側区画内の防撓材	ウェブフレーム及び横隔壁における縦通防撓材との継手
	水平桁又は類似の部材における垂直防撓材との継手
上部及び下部ウィングタンクにおける防撓材	横桁部材及び横隔壁における縦通防撓材との継手
二重底における防撓材	肋板及び下部スツール又は横隔壁部の肋板における縦通防撓材との継手
ハッチコーナー	ハッチコーナーの縁部

2. 定義

2.1 ホットスポット

2.1.1

ホットスポットとは、疲労き裂が発生する可能性がある箇所をいう。

2.2 公称応力

2.2.1

公称応力とは、構造体の幾何学的形状の影響を考慮した構造要素内の応力で、構造的不連続部と溶接部の存在による応力集中を無視した応力とする。

公称応力は **7章4節** に規定する貨物倉全体を対象とした有限要素解析又は **4節** に規定する簡易的な手法で得なければならない。

2.3 ホットスポット応力

2.3.1

ホットスポット応力は、ホットスポット位置での局部応力として定義する。ホットスポット応力は、溶接部の影響を除く、継ぎ手の幾何学的形状による構造的な不連続部の影響が考慮される。

ホットスポット応力は、**7章4節** に規定する詳細有限要素解析により得るか又は **4節** に規定する応力集中係数を公称応力に乗じて得なければならない。

2.4 ノッチ応力

2.4.1

ノッチ応力は、溶接部の存在と構造的幾何学形状による応力集中を考慮した溶接止端部でのピーク応力として定義する。

ノッチ応力はホットスポット応力に **2節2.3.1の表1** に規定する疲労ノッチ係数を乗じて得なければならない。

3. 積付

3.1 積付状態

3.1.1

考慮すべき積付状態は、船の種類に応じ **表2** による。**4章付録3** に示す標準積付状態を考慮しなければならない。

表2 積付状態

船の種類	満載状態		バラスト状態	
	均等積付	隔倉積付	ノーマルバラスト	ヘビーバラスト
BC-A	✓	✓	✓	✓
BC-B	✓	-	✓	✓
BC-C	✓	-	✓	✓

3.2 荷重ケース

3.2.1 荷重ケース

それぞれの積付状態に対し、考慮すべき荷重ケースは **4章4節2** に定義されるように、以下の荷重ケースとする。

- (a) 等価設計波“H”に相当する“H1”及び“H2”（向い波）
- (b) 等価設計波“F”に相当する“F1”及び“F2”（追い波）
- (c) 等価設計波“R”に相当する“R1”及び“R2”（横波）
- (d) 等価設計波“P”に相当する“P1”及び“P2”（横波）

3.2.2

ハッチコーナー部の疲労評価では、**4章3節3.4** に規定する波浪振りモーメントを考慮した斜め波のみを考慮しなければならない。

3.2.3 支配的な荷重ケース

上述した荷重ケースとそれぞれの積付状態における上述の荷重ケースのうち、応力範囲が最大となる支配的な荷重ケースとする。

2 節 疲労強度評価

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

i : 4章4節に規定する荷重ケースの“H”, “F”, “R”及び“P”を示す添字。“i1”は荷重ケース“H1”, “F1”, “R1”及び“P1”を示し、また、“i2”は荷重ケース“H2”, “F2”, “R2”及び“P2”を示す。

(k) : 1節の表2に定義する積付状態の「均等積付」, 「隔倉積付」, 「ノーマルバラスト」, 「ヘビーバラスト」を示す添字。

$\Delta\sigma_{W,i(k)}$: 積付状態“(k)”で荷重ケース“ i ”におけるホットスポット応力範囲 (N/mm^2)。

$\sigma_{mean,i(k)}$: 積付状態“(k)”で荷重ケース“ i ”における構造的ホットスポット平均応力 (N/mm^2)。

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節は、本章の疲労強度評価のための線形累積被害度の計算手順を示す。

1.1.2

疲労強度は、等価ホットスポット応力範囲に疲労ノッチ係数を乗じて得られる等価ノッチ応力範囲に基づき評価される。

1.1.3

主要部材、縦通防撓材の継手部及びハッチコーナーのホットスポット応力範囲及びホットスポット平均応力は、3節、4節及び5節によりそれぞれ評価されなければならない。

1.1.4 主要部材と縦通防撓材の継手部

支配的な荷重ケース及び“状態1”の積付状態は、それぞれ2.1及び2.2で求められる。2.3.2の規定による等価ホットスポット応力範囲は、3節又は4節で求められる各積付状態における支配的な荷重ケースでのホットスポット応力範囲を用いて計算しなければならない。

1.1.5 ハッチコーナー

2.3.2の規定による等価ホットスポット応力範囲は、5節で求められるホットスポット応力範囲を用いて計算しなければならない。

2. 等価ノッチ応力範囲

2.1 支配的な荷重ケース

2.1.1

疲労評価におけるそれぞれの積付状態での支配的な荷重ケース“ I ”は、1節3.2.1に規定する荷重ケース“H”, “F”, “R”及び“P”のうち検討部材に対する組合せ応力範囲が最大となる荷重ケースとする。

$$\Delta\sigma_{W,I(k)} = \max_i \{ \Delta\sigma_{W,i(k)} \}$$

$\Delta\sigma_{W,i(k)}$: 3節2.1.1, 2.2.1又は4節2.3.1において定義される組合せホットスポット応力範囲 (N/mm^2)。

I : 積付状態“(k)”における支配的な荷重ケースを示す添字。

2.2 「状態1」の積付状態

2.2.1

「状態1」は、1節の表2に規定する積付状態である「均等積付」, 「隔倉積付」, 「ノーマルバラスト」, 「ヘビーバラスト」において、以下の式で計算される検討部材の引張応力が最大となる積付状態である。

$$\sigma_{\max,1} = \max_k \left\{ \sigma_{mean,I(k)} + \frac{\Delta\sigma_{W,I(k)}}{2} \right\}$$

$\sigma_{mean,I(k)}$: 2.1.1に定義する積付状態“(k)”での支配的な荷重ケースにおける構造的ホットスポット平均応力

(N/mm^2)。

$\Delta\sigma_{W,l(k)}$: 2.1.1 に定義する積付状態“(k)”での支配的な荷重ケースにおけるホットスポット応力範囲 (N/mm^2)。

2.2.2

2.2.1 に従った「状態 1」の決定後は、その状態に対応する積付状態は、添字 “j” を 1 にしなくてはならない。

2.3 等価ノッチ応力範囲

2.3.1 等価ノッチ応力範囲

各積付状態に対する等価ノッチ応力範囲 (N/mm^2) は次の算式による。

$$\Delta\sigma_{eq,j} = K_f \Delta\sigma_{equiv,j}$$

$\Delta\sigma_{equiv,j}$: 2.3.2 より得られる積付状態“j”における等価ホットスポット応力範囲 (N/mm^2)

K_f : 表 1 に規定する疲労ノッチ係数

表 1 疲労ノッチ係数

対象	溶接部グラインディング 処理を施さない場合	溶接部グラインディング 処理を施す場合 (防撓材及び角回し溶接*1 に対し ては適用不可)
突合せ溶接継手	1.25	1.10
隅肉溶接継手	1.30	1.15 *2
非溶接部	1.00	-

備考：

*1 角回し溶接とは、隅肉溶接の延長として、部材端部を囲む溶接をいう。

*2 十分な開先を取った溶接又は完全溶け込み溶接にのみ適用される。

グラインディング処理を施す箇所においては、品質の判断基準と同様に、グラインディングの範囲、表面の滑らかさ、処理後の溶接形状並びにグラインディングの施工者の技量を含む全ての詳細を本会に提出し、承認を得なければならない。

グラインディング処理は回転式の研磨装置を使用し、溶接止端部のきずを除去するために板の表面より深くまで処理することが望ましい。また、グラインディング処理を施す箇所には、効果的な腐食防止対策を講じなければならない。

溶接部グラインディング処理を施す場合は、目視可能なアンダカットが溶接止端部にある場合、その底部から少なくとも $0.5mm$ の深さまで板の表面を処理することを含めて、溶接止端部が滑らかにくぼんだ形状にすること。いかなる溝の深さも最小限にとどめなければならない。また、原則として $1mm$ 以内とすること。

いかなる場合もグラインディング深さは $2mm$ 又はグロス板厚の 7%のいずれか小さい方の値未満とすること。ホットスポット位置の各側において、グラインディング処理の範囲はロンジスペースの 0.5 倍、もしくはフレームスペースの 0.5 倍までとしなければならない。

2.3.2 等価ホットスポット応力範囲

各積付状態に対する等価ホットスポット応力範囲 (N/mm^2) は次の算式による。

$$\Delta\sigma_{equiv,j} = f_{mean,j} \Delta\sigma_{W,j}$$

$f_{mean,j}$: 平均応力に対する修正係数で、次による。

- ハッチコーナーに対して : $f_{mean,j} = 0.77$
- 主要部材及び縦通防撓材の継手部に対し、各状態 “j” に対応する修正係数は次による：

$$f_{mean,j} = \max \left\{ 0.4, \left[\max \left(0, \frac{1}{2} + \frac{-\ln(10^{-4})}{4} \frac{\sigma_{m,j}}{\Delta\sigma_{W,j}} \right) \right]^{0.25} \right\}$$

$\sigma_{m,l}$: 状態“1”における局部ホットスポット平均応力で、次の算式による。

$$0.6\Delta\sigma_{W,1} \geq 2.5R_{eH} \text{ の場合 : } \sigma_{m,1} = -0.18\Delta\sigma_{W,1}$$

$0.6\Delta\sigma_{W,1} < 2.5R_{eH}$ の場合で、

$0.6\Delta\sigma_{W,1} > R_{eH} - \sigma_{res} - \sigma_{mean,1}$ の場合： $\sigma_{m,1} = R_{eH} - 0.6\Delta\sigma_{W,1}$

$0.6\Delta\sigma_{W,1} \leq R_{eH} - \sigma_{res} - \sigma_{mean,1}$ の場合： $\sigma_{m,1} = \sigma_{mean,1} + \sigma_{res}$

$\sigma_{m,j}$ ：状態“j”における局部ホットスポット平均応力で、次の算式による。

$0.24\Delta\sigma_{W,j} \geq R_{eH}$ の場合： $\sigma_{m,j(j \neq 1)} = -0.18\Delta\sigma_{W,j}$

$0.24\Delta\sigma_{W,j} < R_{eH}$ の場合で、

$0.24\Delta\sigma_{W,j} > R_{eH} + \sigma_{m,1} - \sigma_{mean,1} + \sigma_{mean,j}$ の場合： $\sigma_{m,j(j \neq 1)} = -R_{eH} + 0.24\Delta\sigma_{W,j}$

$0.24\Delta\sigma_{W,j} \leq R_{eH} + \sigma_{m,1} - \sigma_{mean,1} + \sigma_{mean,j}$ の場合： $\sigma_{m,j(j \neq 1)} = \sigma_{m,1} - \sigma_{mean,1} + \sigma_{mean,j}$

$\sigma_{mean,j}$ ：状態“j”における構造的ホットスポット平均応力 (N/mm^2)。

σ_{res} ：残留応力 (N/mm^2) で、次による。

- ・ 防撓材端部継手に対して： $\sigma_{res} = 0.25 R_{eH}$
- ・ 非溶接部及び主要支持部材（十字継手又は突合せ溶接継手）に対して： $\sigma_{res} = 0$

3. 疲労被害度計算

3.1 等価ノッチ応力範囲の修正

3.1.1

等価ノッチ応力範囲は次の算式により修正しなければならない。

$$\Delta\sigma_{E,j} = f_{coat} f_{material} f_{thick} \Delta\sigma_{eq,j}$$

f_{coat} ：腐食環境に対する修正係数で、次による。

$f_{coat} = 1.05$ ：バラスタタンク及び燃料油タンクに対して

$f_{coat} = 1.03$ ：粒状乾貨物倉及び空所に対して

$f_{material}$ ：材料に対する修正係数で、次の算式による。

$$f_{material} = \frac{1200}{965 + R_{eH}}$$

f_{thick} ：板厚に対する修正係数で、ハッチコーナー、平鋼及び球平型鋼では 1.0 とし、これら以外の箇所については次による。

$$t \geq 22 \text{ の場合} \quad f_{thick} = \left(\frac{t}{22} \right)^{0.25} \quad mm$$

$$t < 22 \text{ の場合} \quad f_{thick} = 1.0 \quad mm$$

t ：検討部材のネット板厚で、防撓材の場合には面材のネット板厚 (mm)。

$\Delta\sigma_{eq,j}$ ：2.3.1 で定義される等価ノッチ応力範囲 (N/mm^2)。

3.2 長期応力範囲分布

3.2.1

組合せノッチ応力範囲の長期分布の累積確率密度関数は、以下に示す 2 母数ワイブル分布とする。

$$F(x) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{x}{\Delta\sigma_{E,j}} \right)^\xi (\ln N_R) \right]$$

ξ ：ワイブル形状パラメータで、1.0 とする。

N_R ：繰返し数で、 10^4 とする。

3.3 基本的な疲労被害度

3.3.1

各積付条件に対する疲労被害度は、次式による。

$$D_j = \frac{\alpha_j N_L}{K} \frac{\Delta\sigma_{E,j}^4}{(\ln N_R)^{4/\xi}} \left[\Gamma \left(\frac{4}{\xi} + 1, v \right) + v^{-3/\xi} \gamma \left(\frac{7}{\xi} + 1, v \right) \right]$$

K ：S-N 線図に関するパラメータで、 1.014×10^{15} とする。

α_j ：係数で、ハッチコーナーに対しては 1.0 とし、主要部材及び縦通防撓材の継手部に対しては、積付状態に応じて表 2 に規定する値とする。

N_L ：船舶の設計寿命に対する繰返し総数で、次式による。

$$N_L = \frac{0.85 T_L}{4 \log L_{CSR-B}}$$

T_L : 船舶の寿命の 25 年に相当する設計寿命 (秒) で, 7.884×10^8 (秒) とする。

$$v = \left(\frac{100.3}{\Delta \sigma_{E,j}} \right)^{\xi} \ln N_R$$

$\Gamma()$ 及び $\gamma()$ は, それぞれ第 2 種不完全ガンマ関数及び第 1 種不完全ガンマ関数とする。

表 2 積付状態に応じた係数 α_j

	積付状態	BC-A	BC-B, BC-C
$L_{CSR-B} < 200 \text{ m}$	均等積付状態	0.6	0.7
	隔倉積付状態	0.1	---
	ノーマルバラスト状態	0.15	0.15
	ヘビーバラスト状態	0.15	0.15
$L_{CSR-B} \geq 200 \text{ m}$	均等積付状態	0.25	0.5
	隔倉積付状態	0.25	---
	ノーマルバラスト状態	0.2	0.2
	ヘビーバラスト状態	0.3	0.3

4. 疲労強度基準

4.1 累積疲労被害度

4.1.1

組合せ等価応力で計算された累積疲労被害度 D は, 以下の評価基準を満足しなければならない。

$$D = \sum_j D_j \leq 1.0$$

D_j : 各積付状態“ j ”における疲労被害度

3 節 主要部材の応力評価

記号

本節で定義されていない記号は、1章4節を参照すること。

i : 4章4節に規定する荷重ケースの“H”, “F”, “R”及び“P”を示す添字。“i1”は荷重ケース“H1”, “F1”, “R1”及び“P1”を示し、また、“i2”は荷重ケース“H2”, “F2”, “R2”及び“P2”を示す。

(k) : 1節の表2に定義する積付状態の“均等積付”, “隔倉積付”, “ノーマルバラスト”, “ヘビーバラスト”を示す添字。

$\Delta\sigma_{W,i(k)}$: 積付状態“(k)”で荷重ケース“ i ”におけるホットスポット応力範囲 (N/mm^2)。

$\sigma_{mean,i(k)}$: 積付状態“(k)”で荷重ケース“ i ”における構造的ホットスポット平均応力 (N/mm^2)。

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

主要部材のホットスポット応力範囲及び構造的ホットスポット平均応力は、7章4節の規定及び本節の規定により評価しなければならない。

2. ホットスポット応力範囲

2.1 直接法による応力範囲

2.1.1

積付状態“(k)”の荷重ケース“ i ”におけるホットスポット応力範囲 (N/mm^2) は、次の算式による。

$$\Delta\sigma_{W,i(k)} = |\sigma_{W,i1(k)} - \sigma_{W,i2(k)}|$$

$\sigma_{W,i1(k)}$, $\sigma_{W,i2(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、7章4節に規定する詳細有限要素モデルを用いた直接法により得られるホットスポット応力 (N/mm^2)。

2.2 間接法による応力範囲

2.2.1 ホットスポット応力範囲

積付状態“(k)”の荷重ケース“ i ”におけるホットスポット応力範囲 (N/mm^2) は、次の算式による。

$$\Delta\sigma_{W,i(k)} = |(\sigma_{GW,i1(k)} + \sigma_{LW,i1(k)}) - (\sigma_{GW,i2(k)} + \sigma_{LW,i2(k)})|$$

$\sigma_{LW,i1(k)}$, $\sigma_{LW,i2(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、7章4節に規定する詳細有限要素モデルを用いた間接法により得られる局部荷重に基づくホットスポット応力 (N/mm^2)。

$\sigma_{GW,i1(k)}$, $\sigma_{GW,i2(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、2.2.2に基づき得られる縦曲げモーメントによるホットスポット応力 (N/mm^2)。

2.2.2 縦曲げモーメントによる応力

積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”におけるハルガーダホットスポット応力 (N/mm^2) は、次の算式による。

$$\sigma_{GW,ij(k)} = C_{WV,ij}\sigma_{WV,ij} - C_{WH,ij}\sigma_{WH,(k)} \quad (j = 1, 2)$$

$C_{WV,i1}$, $C_{WV,i2}$, $C_{WH,i1}$, $C_{WH,i2}$: 4章4節2.2に規定する、各荷重ケースに対する組合せ荷重係数

$\sigma_{WV,i1}$: 波浪縦曲げモーメントにより生じる、サギング状態における公称ハルガーダ応力 (N/mm^2)。

$$\sigma_{WV,i1} = \frac{M_{WV,S}(z - N)}{I_Y} 10^{-3}$$

$\sigma_{WV,i2}$: 波浪縦曲げモーメントにより生じる、ホギング状態における公称ハルガーダ応力 (N/mm^2)。

$$\sigma_{WV,i2} = \frac{M_{WV,H}(z - N)}{I_Y} 10^{-3}$$

$M_{WV,H}$, $M_{WV,S}$: 4章3節3.1.1に規定する、ホギング及びサギング状態における波浪縦曲げモーメント ($kN-m$) で、 $f_p = 0.5$ とする。

N : 5章1節に規定する、基線から水平中性軸までの垂直距離 (m)。

z : 基線から検討位置までの垂直距離 (m)。

$\sigma_{WH,(k)}$: 波浪水平曲げモーメントにより生じる、公称ハルガーダ応力 (N/mm²)。

$$\sigma_{WH,(k)} = \frac{M_{WH,(k)}y}{I_z} 10^{-3}$$

$M_{WH,(k)}$: 4章3節3.3.1に規定する、積付条件“(k)”における波浪水平曲げモーメント (kN-m) で、 $f_p=0.5$ とする。

y : 船体横断面の垂直中性軸から検討位置までの距離 (m) で、左舷を正、右舷を負とする。

I_y, I_z : 5章1節に規定する、水平軸中性及び垂直中性軸における、船体横断面のネット慣性モーメント (m⁴)

3. ホットスポット平均応力

3.1 直接法による平均応力

3.1.1

積付状態“(k)”の荷重ケース“i”における構造的ホットスポット平均応力 (N/mm²) は、次の算式による。

$$\sigma_{mean,i(k)} = \frac{\sigma_{W,i1(k)} + \sigma_{W,i2(k)}}{2}$$

3.2 間接法による平均応力

3.2.1 ホットスポット平均応力

積付状態“(k)”で荷重ケース“i”における構造的ホットスポット平均応力 (N/mm²) は、次の算式による。

$$\sigma_{mean,i(k)} = \sigma_{GS,(k)} + \frac{\sigma_{LW,i1(k)} + \sigma_{LW,i2(k)}}{2}$$

$\sigma_{GS,(k)}$: 積付状態“(k)”において、3.2.2に基づき得られる静水中縦曲げモーメントによるホットスポット平均応力 (N/mm²)。

$\sigma_{LW,i1(k)}, \sigma_{LW,i2(k)}$: 2.2.1の規定による。

3.2.2 静水中縦曲げモーメントによる応力

積付状態“(k)”における静水中縦曲げモーメントによるホットスポット応力 (N/mm²) は、次の算式による。

$$\sigma_{GS,(k)} = \frac{M_{S,(k)}(z - N)}{I_y} 10^{-3}$$

$M_{S,(k)}$: 4章3節2.2に規定する積付状態による、静水中縦曲げモーメント (kN-m)。設計静水中縦曲げモーメントを初期設計の段階で定められない場合、各積付状態における次の算式によることができる。

均等積み : $M_{S,(1)} = -0.5F_{MS}M_{SW,S}$

隔倉積み : $M_{S,(2)} = F_{MS}M_{SW,H}$

ノーマルバラスト : $M_{S,(3)} = F_{MS}M_{SW,H}$

$$\text{ヘビーバラスト} : M_{S,(4)} = \begin{cases} 2.66 \frac{x}{L_{CSR-B}} M_{SW,H} & ; 0 < x \leq 0.15L_{CSR-B} \\ 2.66 \left(0.3 - \frac{x}{L_{CSR-B}}\right) M_{SW,H} & ; 0.15L_{CSR-B} < x \leq 0.3L_{CSR-B} \\ -3.5 \left(\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.3\right) M_{SW,S} & ; 0.3L_{CSR-B} < x \leq 0.5L_{CSR-B} \\ -3.5 \left(0.7 - \frac{x}{L_{CSR-B}}\right) M_{SW,S} & ; 0.5L_{CSR-B} < x \leq 0.7L_{CSR-B} \\ 2.66 \left(\frac{x}{L_{CSR-B}} - 0.7\right) M_{SW,H} & ; 0.7L_{CSR-B} < x \leq 0.85L_{CSR-B} \\ 2.66 \left(1 - \frac{x}{L_{CSR-B}}\right) M_{SW,H} & ; 0.85L_{CSR-B} < x \leq L_{CSR-B} \end{cases}$$

$M_{SW,H}, M_{SW,S}$: ホギング及びサギング状態における許容静水中縦曲げモーメント (kN-m)。

F_{MS} : 4章3節の図2による分布係数。

4 節 防撓材の応力評価

記号

本節で規定されない記号については、1章4節による。

i : 4章4節に規定する荷重ケースの“H”，“F”，“R”及び“P”を示す添字。“i1”は荷重ケース“H1”，“F1”，“R1”及び“P1”を示し，また，“i2”は荷重ケース“H2”，“F2”，“R2”及び“P2”を示す。

(k) : 1節の表2に定義する積付状態の“均等積付”，“隔倉積付”，“ノーマルバラスト”，“ヘビーバラスト”を示す添字。

$\Delta\sigma_{W,i(k)}$: 積付状態“(k)”で荷重ケース“ i ”におけるホットスポット応力範囲 (N/mm^2)。

$\sigma_{mean,i(k)}$: 積付状態“(k)”で荷重ケース“ i ”における構造的ホットスポット平均応力 (N/mm^2)。

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

縦通防撓材のホットスポット応力範囲及び構造的ホットスポット平均応力は，本節の規定により評価しなければならない。

1.1.2

縦通防撓材のホットスポット応力範囲及び構造的ホットスポット平均応力は，防撓材端部継手部の構造タイプ及び次の位置を考慮して，防撓材の面材で評価しなければならない。

- (1) 相対変位による追加のホットスポット応力を考慮しなくて差し支えない，貨物倉の横隔壁又はスツール部でない横桁又は肋板。縦通防撓材端部継手は表1で定義される。横桁又は肋板が水密の場合，表1で規定する K_{gl} 及び K_{gh} の代わりに，表2で規定する K_{gl} 及び K_{gh} を考慮しなければならない。
- (2) 相対変位による追加のホットスポット応力を考慮しなければならない，貨物倉の横隔壁又はスツール部における横桁又は肋板。縦通防撓材端部継手は表2で定義される。貨物倉の横隔壁又はスツール部における横桁又は肋板が水密でない場合，表2で規定する K_{gl} 及び K_{gh} の代わりに，表1で規定する K_{gl} 及び K_{gh} を考慮しなければならない。

2. ホットスポット応力範囲

2.1 直接法による応力範囲

2.1.1

各積付状態の各荷重ケース“H”，“F”，“R”及び“P”におけるホットスポット応力範囲 (N/mm^2) は，3節2.1により得られる。

2.2 間接法による応力範囲

2.2.1

各積付状態の各荷重ケース“H”，“F”，“R”及び“P”におけるホットスポット応力範囲 (N/mm^2) は，3節2.2により得られる。

2.3 簡易手法による応力範囲

2.3.1 ホットスポット応力範囲

積付状態“(k)”の荷重ケース“ i ”における変動荷重によるホットスポット応力範囲 (N/mm^2) は，次式により算定しなければならない。

$$\Delta\sigma_{W,i(k)} = |(\sigma_{GW,i1(k)} + \sigma_{W1,i1(k)} - \sigma_{W2,i1(k)} + \sigma_{d,i1(k)}) - (\sigma_{GW,i2(k)} + \sigma_{W1,i2(k)} - \sigma_{W2,i2(k)} + \sigma_{d,i2(k)})|$$

$\sigma_{GW,i1(k)}$ ， $\sigma_{GW,i2(k)}$: 2.3.2に規定する，縦曲げモーメントによる応力

$\sigma_{W1,i1(k)}$ ， $\sigma_{W1,i2(k)}$: 防撓材側に圧力が負荷される場合における波浪変動圧又は慣性圧力による応力

- $\sigma_{LW,ij(k)}$, $\sigma_{CW,ij(k)}$ 及び $\sigma_{LCW,ij(k)}$ で、考慮している状態に応じて定まる。
- $\sigma_{W2,i1(k)}$, $\sigma_{W2,i2(k)}$: 防撓材の反対側に圧力が負荷される場合における波浪変動圧又は慣性圧力による応力 $\sigma_{LW,ij(k)}$, $\sigma_{CW,ij(k)}$ 及び $\sigma_{LCW,ij(k)}$ で、考慮している状態に応じて定まる。
- $\sigma_{LW,i1(k)}$, $\sigma_{LW,i2(k)}$: 2.3.3 に規定する、波浪外圧による応力
- $\sigma_{CW,i1(k)}$, $\sigma_{CW,i2(k)}$: 2.3.4 に規定する、液体貨物荷重による応力
- $\sigma_{LCW,i1(k)}$, $\sigma_{LCW,i2(k)}$: 2.3.5 に規定する、粒状乾貨物荷重による応力
- $\sigma_{d,i1(k)}$, $\sigma_{d,i2(k)}$: 2.3.6 に規定する、スツール部における肋板又は横隔壁の相対変位による応力

2.3.2 縦曲げモーメントによる応力

積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”におけるハルガーダホットスポット応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{GW,ij(k)} = K_{gh}(C_{WV,ij}\sigma_{WV,ij} - C_{WH,ij}\sigma_{WH,(k)}) \quad (j = 1, 2)$$

K_{gh} : 公称ハルガーダ応力に対する幾何学的応力集中係数で、1.1.2(1) 及び 1.1.2(2) に規定する縦通防撓材端部継手に対して、それぞれ表 1 及び表 2 で定義する。応力集中係数は有限要素解析により直接評価して差し支えない。

$C_{WV,i1}$, $C_{WV,i2}$, $C_{WH,i1}$, $C_{WH,i2}$: 4章4節2.2 に規定する、各荷重ケースに対する組合せ荷重係数

$\sigma_{WV,i1}$, $\sigma_{WV,i2}$, $\sigma_{WH,(k)}$: 3節2.2.2 に規定する、公称ハルガーダ応力 (N/mm^2)

2.3.3 波浪外圧による応力

積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”における、波浪外力によるホットスポット応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{LW,ij(k)} = \frac{K_{gl}K_s p_{CW,ij(k)} S \ell^2 \left(1 - \frac{6x_f}{\ell} + \frac{6x_f^2}{\ell^2}\right)}{12w} 10^3 \quad (j = 1, 2)$$

$$p_{CW,i1(k)} = \begin{cases} 2C_{NE,i1(k)} p_{W,i1(k)} & ; C_{NE,i1(k)} < 0.5 \\ p_{W,i1(k)} & ; C_{NE,i1(k)} \geq 0.5 \end{cases}$$

$$p_{CW,i2(k)} = \begin{cases} 0 & ; C_{NE,i2(k)} < 0.5 \\ (2C_{NE,i2(k)} - 1) p_{W,i2(k)} & ; C_{NE,i2(k)} \geq 0.5 \end{cases}$$

$p_{W,ij(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”における、 $f_p=0.5$ の場合の波浪変動圧 (kN/m^2) で、4章5節1.3, 1.4 及び 1.5 の規定による。検討部材の位置が水線より上部にある場合、波浪変動圧は水線上の圧力とする。

K_{gl} : 面外荷重に対する幾何学的応力集中係数で、1.1.2(1) 及び 1.1.2(2) に規定する縦通防撓材端部継手に対して、それぞれ表 1 及び表 2 で定義する。応力集中係数は有限要素解析により直接評価して差し支えない。

K_s : 防撓材形状による幾何学的応力集中係数で、次式による。

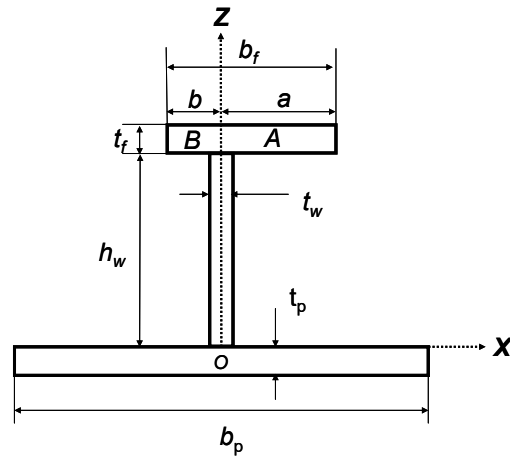
$$K_s = 1 + \left[\frac{t_f(a^2 - b^2)}{2w_b} \right] \left[1 - \frac{b}{b_f} \left(1 + \frac{w_b}{w_a} \right) \right] 10^{-3}$$

a , b : 図 1 に規定する、面材の偏心量 (mm)。山形鋼に対しては、“ b ”はウェブのネット板厚の半分とする。

t_f , b_f : 図 1 に規定する、面材の板厚及び幅 (mm)。

w_a , w_b : 防撓材の取り付け板を除いた、A 及び B における防撓材の Z 軸と平行な中性軸に関するネット断面係数 (cm^3) (図 1 参照)

図 1 防撓材断面のパラメータ



$C_{NE,ij(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”における、波浪外力範囲の非線形性に対する修正係数で、次式による。

縦通防撓材がある個所の z 座標が、 $z > T_{LC(k)} - \frac{|p_{W,ij(k),WL}|}{\rho g}$ の場合 :

$$C_{NE,ij(k)} = \exp \left[- \left(\frac{z - T_{LC(k)} + \frac{|p_{W,ij(k),WL}|}{\rho g}}{\frac{|p_{W,ij(k),WL}|}{\rho g} (-\ln 0.5)^{-1/2.5}} \right)^{2.5} \right]$$

縦通防撓材がある個所の z 座標が、 $z \leq T_{LC(k)} - \frac{|p_{W,ij(k),WL}|}{\rho g}$ の場合 :

$$C_{NE,ij(k)} = 1.0$$

$T_{LC(k)}$: 考慮している積付状態“(k)”における喫水 (m)

$p_{W,ij(k),WL}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”における水線での波浪変動圧 (kN/m^2)

z : 検討位置の z 座標 (m)

s : 防撓材間隔 (m)

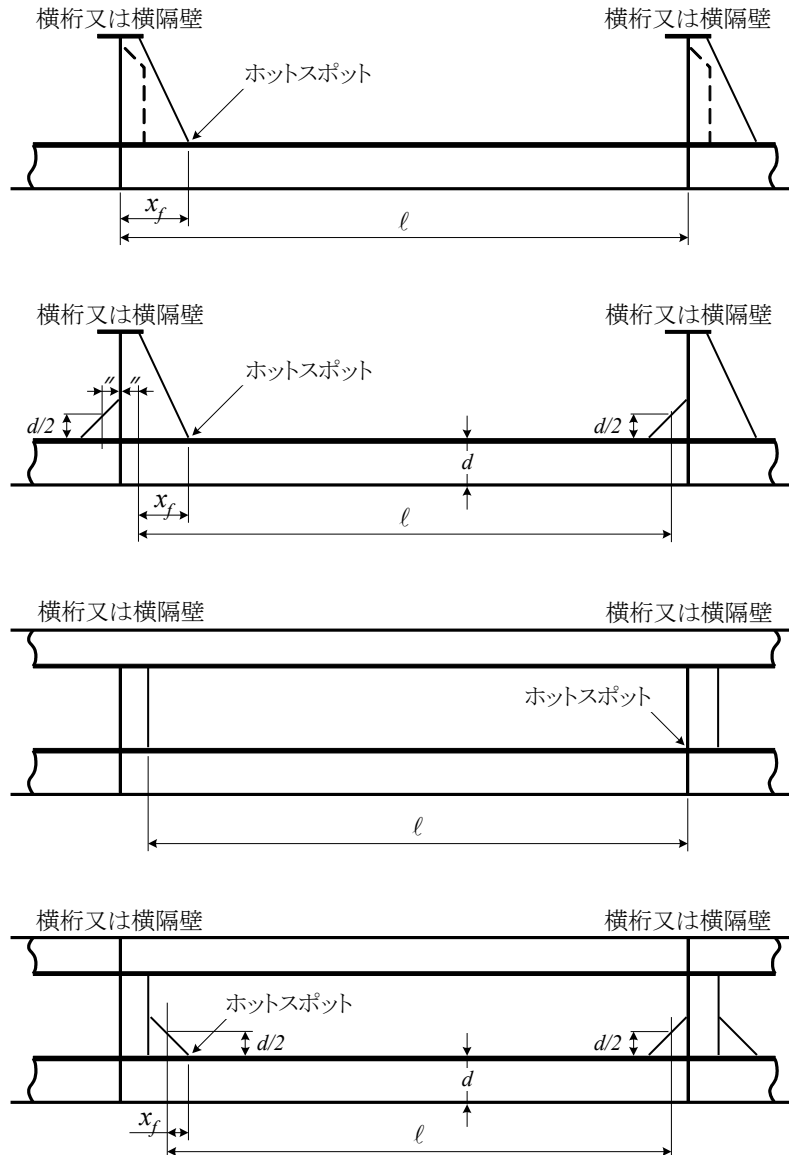
ℓ : 図 2 に示す防撓材の長さ (m)。長さは防撓材の深さの半分に等しい防撓材の面材の位置からブラケット終端までの距離とする。

x_f : 長さ ℓ の終点からホットスポットまでの最小距離 (m) (図 2 参照)。

w : 考慮している防撓材のネット断面係数 (cm^3)。断面係数 w は次の算式で得られる防撓材の取り付け板の有効幅 s_e (m) を考慮して求めなくてはならない。

$$s_e = \begin{cases} 0.67s \cdot \sin \left[\frac{\pi}{6} \left(\frac{\ell(1-1/\sqrt{3})}{2s} \right) \right] & \text{for } \frac{\ell}{s} \leq \frac{6}{1-1/\sqrt{3}} \\ 0.67s & \text{for } \frac{\ell}{s} > \frac{6}{1-1/\sqrt{3}} \end{cases}$$

図2 縦通防撓材のホットスポット位置及び長さ



2.3.4 液体貨物荷重による応力

積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”における液体貨物荷重によるホットスポット応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{CW,ij(k)} = \frac{K_{gl} K_s C_{NI,ij(k)} p_{BW,ij(k)} s \ell^2 \left(1 - \frac{6x_f}{\ell} + \frac{6x_f^2}{\ell^2} \right)}{12w} 10^3 \quad (j = 1, 2)$$

$p_{BW,ij(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、4章6節2.2に規定する、 $f_p = 0.5$ の場合の液体貨物による慣性圧力 (kN/m^2)。考慮する荷重評価点が燃料油、その他の油又は清水タンクに位置する場合、タンク頂板付縦通防撓材においては慣性圧力を考慮しない。考慮する部材が、トリム及び横傾斜が無い状態において液体表面より上にある場合、慣性圧力は液体表面での圧力としなければならない。

$C_{NI,ij(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、液体貨物による慣性圧力範囲の非線形性に対する修正係数で、次式による。

縦通防撓材がある個所の z 座標が、 $z > z_{SF} - \frac{|p_{BW,ij(k),SF}|}{\rho g}$ の場合：

$$C_{NI,ij(k)} = \exp \left[- \left(\frac{z - z_{SF} + \frac{|p_{BW,ij(k),SF}|}{\rho g}}{\frac{|p_{BW,ij(k),SF}|}{\rho g} (-\ln 0.5)^{-1/2.5}} \right)^{2.5} \right]$$

縦通防撓材がある個所の z 座標が、 $z \leq z_{SF} - \frac{|p_{BW,ij(k),SF}|}{\rho g}$ の場合：

$$C_{NI,ij(k)} = 1.0$$

z_{SF} : 液体表面の z 座標 (m)。一般的には 4章6節で規定する z_{TOP} とする。考慮する荷重評価点が燃料油、その他の油又は清水タンクに位置する場合、タンク半分の高さまでの距離とする。

z : 検討位置の z 座標 (m)

$p_{BW,ij(k),SF}$: 積付状態“(k)”で荷重ケース“i1”及び“i2”において、液体表面における液体貨物による慣性圧力 (kN/m²)。4章6節2.2.1による慣性圧力の計算上、参照点の x 及び y 座標はタンク頂板に代わり液体表面とする。

K_{gl}, K_s : 2.3.3に規定する応力集中係数

2.3.5 粒状乾貨物荷重による応力

積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、粒状乾貨物荷重によるホットスポット応力 (N/mm²) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{LCW,ij(k)} = \frac{K_{gl} K_s p_{CW,ij(k)} s \ell^2 \left(1 - \frac{6x_f}{\ell} + \frac{6x_f^2}{\ell^2} \right)}{12w} 10^3 \quad (j = 1, 2)$$

$p_{CW,ij(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、4章6節1.3に規定する、 $f_p = 0.5$ の場合の粒状乾貨物による慣性圧力 (kN/m²)。ただし、ばら積貨物密度 ρ_C は 4章付録3の規定による。

2.3.6 横隔壁又はスツール部における肋板又は横隔壁の相対変位による応力

1.1.2(2)に規定する縦通防撓材端部継手に対して、積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、スツール部における肋板又は横隔壁と隣接する横桁又は肋板との間の取り付け板に垂直な方向の相対変位による追加のホットスポット応力 (N/mm²) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{d,ij(k)} = \begin{cases} K_{dF-a} \sigma_{dF-a,ij(k)} + K_{dA-a} \sigma_{dA-a,ij(k)} & (a) \\ K_{dF-f} \sigma_{dF-f,ij(k)} + K_{dA-f} \sigma_{dA-f,ij(k)} & (f) \end{cases} \quad (j = 1, 2)$$

a, f : 表2に示す、検討位置を示す添字。

A, F : 表2に示す、相対変位が生じる横桁又は肋板の、前方 (“F”) 及び後方 (“A”) という方向を示す添字。
(図3参照)

$\sigma_{dF-a,ij(k)}, \sigma_{dA-a,ij(k)}, \sigma_{dF-f,ij(k)}, \sigma_{dA-f,ij(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、スツール部における肋板又は横隔壁と前方 (“F”) 及び後方 (“A”) にある横桁又は肋板の間の相対変位による “a” 及び “f” における追加の応力 (N/mm²)。

$$\begin{aligned} \sigma_{dF-a,ij(k)} &= \frac{3.9 \delta_{F,ij(k)} E I_A I_F}{w_A \ell_F (\ell_A I_F + \ell_F I_A)} \left(1 - 1.15 \frac{|x_{fA}|}{\ell_A} \right) 10^{-5} \\ \sigma_{dA-a,ij(k)} &= \left[\frac{3.9 \delta_{A,ij(k)} E I_A I_F}{w_A \ell_A (\ell_A I_F + \ell_F I_A)} \left(1 - 1.15 \frac{|x_{fA}|}{\ell_A} \right) - \frac{0.9 \delta_{A,ij(k)} E I_A |x_{fA}|}{w_A \ell_A^3} \right] 10^{-5} \\ \sigma_{dF-f,ij(k)} &= \left[\frac{3.9 \delta_{F,ij(k)} E I_A I_F}{w_F \ell_F (\ell_A I_F + \ell_F I_A)} \left(1 - 1.15 \frac{|x_{fF}|}{\ell_F} \right) - \frac{0.9 \delta_{F,ij(k)} E I_F |x_{fF}|}{w_F \ell_F^3} \right] 10^{-5} \\ \sigma_{dA-f,ij(k)} &= \frac{3.9 \delta_{A,ij(k)} E I_A I_F}{w_F \ell_A (\ell_A I_F + \ell_F I_A)} \left(1 - 1.15 \frac{|x_{fF}|}{\ell_F} \right) 10^{-5} \end{aligned}$$

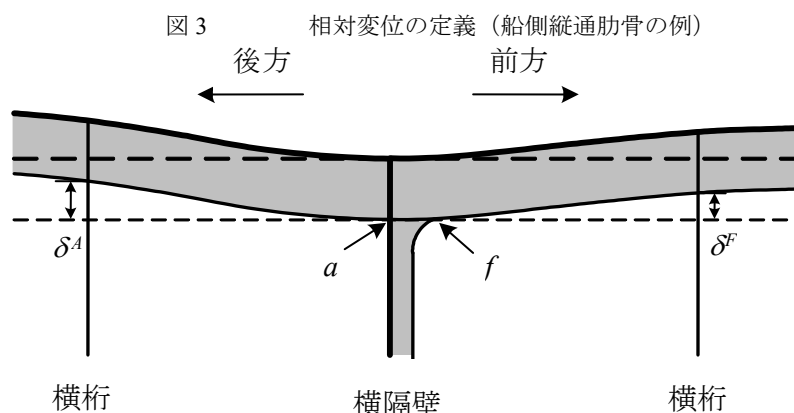
$\delta_{F,ij(k)}, \delta_{A,ij(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“i1”及び“i2”において、スツール部における肋板又は横隔壁と前方 (“F”) 及び後方 (“A”) にある横桁又は肋板の間の取り付け板に垂直な方向の相対変位 (mm)
(図3参照)

(a) スツール部における肋板を貫通する縦通防撓材

相対変位は、スツールの前方 (“F”) 及び後方 (“A”) にある肋板で計測する、スツール基部での防撓材端部継手を通る線に対する縦通防撓材の相対変位として規定される。

(b) (a)以外の縦通防撓材

相対変位は、横隔壁の前方(“F”)及び後方(“A”)にある肋板で計測する、元の位置に対する縦通防撓材の相対変位として規定される。評価点において、相対変位による縦通防撓材の面材における応力が引張りとなる場合、相対変位の符号を正とする。



I_F, I_A : 前方(“F”)及び後方(“A”)の縦通防撓材のネット慣性モーメント (cm^4)

$K_{dF-a}, K_{dA-a}, K_{dF-f}, K_{dA-f}$: 表2に定義する、横隔壁と前方(“F”)及び後方(“A”)の横桁又はスツール部における肋板との間の相対変位による“a”及び“f”での防撓材端部継手部の応力集中係数。検討する端部の詳細形状が表2に定義されていない場合、応力集中を有限要素解析により直接評価することができる。

ℓ_F, ℓ_A : 図2に示す、前方(“F”)及び後方(“A”)での縦通防撓材の長さ (m)

x_{fF}, x_{fA} : ℓ_F 及び ℓ_A の終点からホットスポットまでの最小距離 (m) (図2参照)

3. ホットスポット平均応力

3.1 直接法による平均応力

3.1.1

各積付状態における、直接法による構造的ホットスポット平均応力は3節3.1の規定により得られる (N/mm^2)。

3.2 間接法による平均応力

3.2.1

各積付状態における、間接法による構造的ホットスポット平均応力は3節3.2の規定により得られる (N/mm^2)。

3.3 簡易手法による平均応力

3.3.1 ホットスポット平均応力

荷重ケース“r”に関わらず、積付状態“(k)”における構造的ホットスポット平均応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{mean,(k)} = \sigma_{GS,(k)} + \sigma_{S1,(k)} - \sigma_{S2,(k)} + \sigma_{dS,(k)}$$

$\sigma_{GS,(k)}$: 3.3.2に規定する、静水中縦曲げモーメントによる応力

$\sigma_{S1,(k)}$: 防撓材と同じ側に静圧が作用した時の応力で、3.3.3から3.3.5に規定する応力を考慮している状態に応じて定まる。

$\sigma_{S2,(k)}$: 防撓材と反対側に静圧が作用した時の応力で、3.3.3から3.3.5に規定する応力を考慮している状態に応じて定まる。

$\sigma_{dS,(k)}$: 3.3.6に規定する、静水中における横隔壁の相対変位による応力

3.3.2 静水中縦曲げモーメントによる応力

積付状態“(k)”における静水中縦曲げモーメントによるホットスポット応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{GS,(k)} = K_{gh} \frac{M_{S,(k)}(z - N)}{I_Y} 10^{-3}$$

$M_{S,(k)}$: 3 節 3.2.2 に規定する、静水中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$)

3.3.3 静水外圧及び波浪変動圧による応力

積付状態“(k)”における、静水外圧及び波浪変動圧によるホットスポット応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{LS,(k)} = \frac{K_{gl} K_s \left\{ p_{S,(k)} + \frac{p_{CW,i1(k)} + p_{CW,i2(k)}}{2} \right\} s \ell^2 \left(1 - \frac{6x_f}{\ell} + \frac{6x_f^2}{\ell^2} \right)}{12w} \cdot 10^3$$

$p_{S,(k)}$: 4 章 5 節 1.2 に規定する、積付状態“(k)”における静水外圧 (kN/m^2)

$p_{CW,i j(k)}$: 積付状態“(k)”の荷重ケース“(i1)”及び“(i2)”において、2.3.3 に規定する、 $f_p=0.5$ の場合の修正波浪外圧 (kN/m^2)

i : 2 節 2.1.1 に規定する荷重ケースを示す添字。ただし、平均応力を計算する場合は、“ P ”を用いなければならない。

3.3.4 液体貨物の静圧による応力

積付状態“(k)”における、液体貨物の静圧による構造的ホットスポット平均応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{CS,(k)} = \frac{K_{gl} K_s p_{CS,(k)} s \ell^2 \left(1 - \frac{6x_f}{\ell} + \frac{6x_f^2}{\ell^2} \right)}{12w} 10^3$$

$p_{CS,(k)}$: 4 章 6 節 2.1 に規定する、積付状態“(k)”における液体貨物の静圧 (kN/m^2)

考慮する荷重評価点が燃料油、その他の油又は清水タンクに位置する場合、4 章 6 節 に規定する d_{AP} 及び P_{PV} は 0 とし、4 章 6 節 2.1 に規定する z_{TOP} は、2.3.4 に規定する z_{SF} としなければならない。

3.3.5 粒状乾貨物の静圧による応力

積付状態“(k)”における、粒状乾貨物の静圧による構造的ホットスポット平均応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{LCS,(k)} = \frac{K_{gl} K_s p_{CS,(k)} s \ell^2 \left(1 - \frac{6x_f}{\ell} + \frac{6x_f^2}{\ell^2} \right)}{12w} 10^3$$

$p_{CS,(k)}$: 4 章 6 節 1.2 に規定する、積付状態“(k)”における粒状乾貨物の静圧 (kN/m^2)

3.3.6 静水中における横置隔壁の相対変位による応力

積付状態“(k)”における、横置隔壁と隣接する横桁又は肋板の間の横方向の相対変位によるホットスポット平均応力 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\sigma_{dS,(k)} = \begin{cases} K_{dF-a} \sigma_{dSF-a,(k)} + K_{dA-a} \sigma_{dSA-a,(k)} & (a) \\ K_{dF-f} \sigma_{dSF-f,(k)} + K_{dA-f} \sigma_{dSA-f,(k)} & (f) \end{cases}$$

$\sigma_{dSF-a,(k)}$, $\sigma_{dSA-a,(k)}$, $\sigma_{dSF-f,(k)}$, $\sigma_{dSA-f,(k)}$: 積付状態“(k)”における、横置隔壁と前方 (“F”) 及び後方 (“A”) の横桁又は肋板との間の横方向の相対変位による “a” 及び “f” での応力 (N/mm^2)。

$$\sigma_{dSF-a,(k)} = \frac{3.9 \delta_{SF,(k)} E I_A I_F}{w_A \ell_F (\ell_A I_F + \ell_F I_A)} \left(1 - 1.15 \frac{|x_{fA}|}{\ell_A} \right) 10^{-5}$$

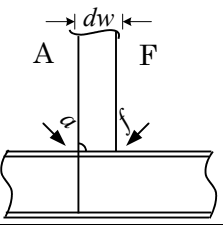
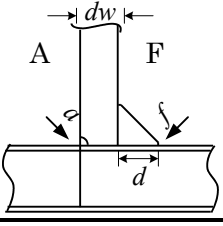
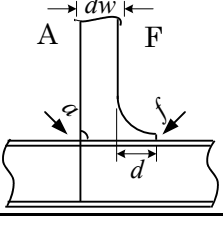
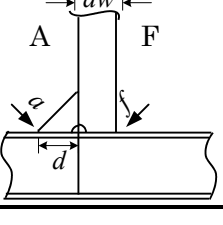
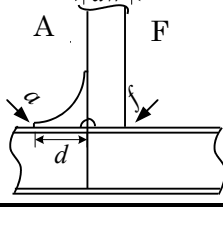
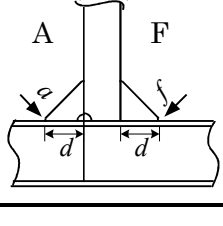
$$\sigma_{dSA-a,(k)} = \left[\frac{3.9 \delta_{SA,(k)} E I_A I_F}{w_A \ell_A (\ell_A I_F + \ell_F I_A)} \left(1 - 1.15 \frac{|x_{fA}|}{\ell_A} \right) - \frac{0.9 \delta_{SA,(k)} E I_A |x_{fA}|}{w_A \ell_A^3} \right] 10^{-5}$$

$$\sigma_{dSF-f,(k)} = \left[\frac{3.9 \delta_{SF,(k)} E I_A I_F}{w_F \ell_F (\ell_A I_F + \ell_F I_A)} \left(1 - 1.15 \frac{|x_{fF}|}{\ell_A} \right) - \frac{0.9 \delta_{SF,(k)} E I_F |x_{fF}|}{w_F \ell_F^3} \right] 10^{-5}$$

$$\sigma_{dSA-f,(k)} = \frac{3.9 \delta_{SA,(k)} E I_A I_F}{w_F \ell_A (\ell_A I_F + \ell_F I_A)} \left(1 - 1.15 \frac{|x_{fF}|}{\ell_F} \right) 10^{-5}$$

$\delta_{SF,(k)}$, $\delta_{SA,(k)}$: 積付状態“(k)”における, 横隔壁と前方(“F”)及び後方(“A”)の横桁又は肋板との間の静水中における横方向の静水中相対変位。

表 1 横隔壁及びスツール部の肋板以外の, 横桁及び肋板での非水密防撓材端部継手の
応力集中係数

構造タイプ	評価点	ブラケット サイズ	応力集中係数	
			K_{gl}	K_{gh}
1 	a	-----	1.65	1.1
2 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.55	1.1
		$1.5dw \leq d$	1.5	1.05
3 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.5	1.1
		$1.5dw \leq d$	1.45	1.05
4 	f	$dw \leq d < 1.5dw$	1.4	1.1
		$1.5dw \leq d$	1.4	1.05
5 	f	$dw \leq d < 1.5dw$	1.35	1.1
		$1.5dw \leq d$	1.35	1.05
6 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.15	1.05
		$1.5dw \leq d$	1.1	1.05
7	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.15	1.05

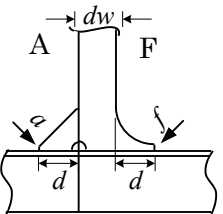
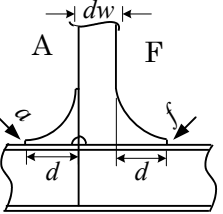
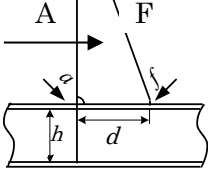
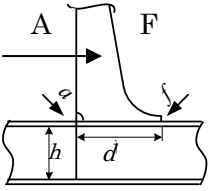
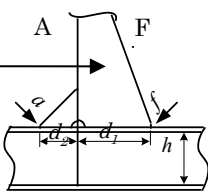
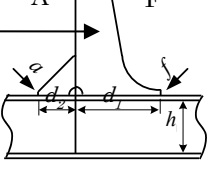
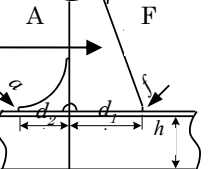
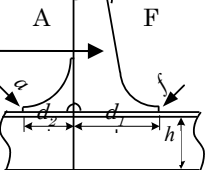
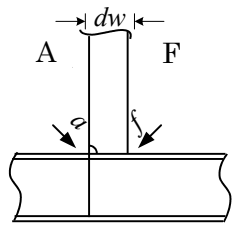
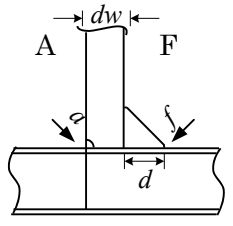
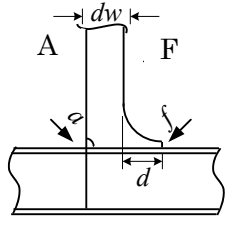
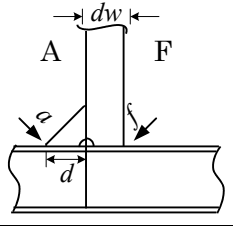
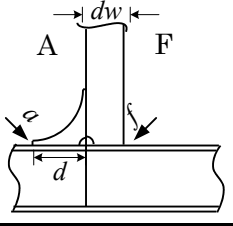
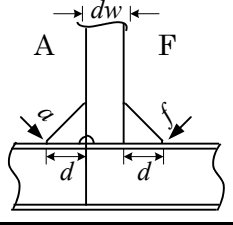
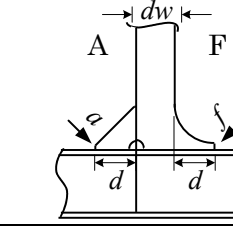
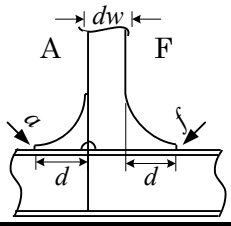
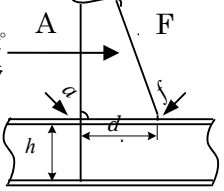
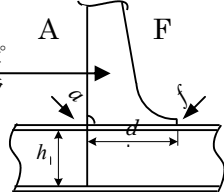
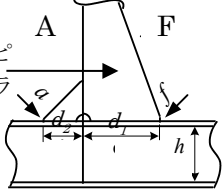
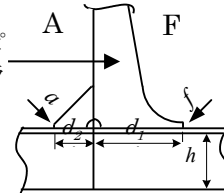
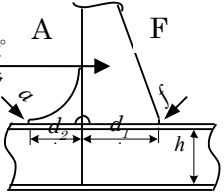
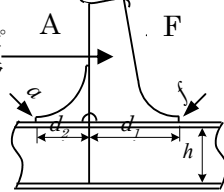
		$1.5dw \leq d$	1.1	1.05
8 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.1	1.1
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05
9 トリップ ングブラ ケット 	a	$d \leq 2h$	1.45	1.1
10 トリップ ングブラ ケット 	a	$d \leq 2.5h$	1.35	1.1
11 トリップ ングブラ ケット 	a	$d_1 \leq 2h$ 及び $h \leq d_2$	1.15	1.1
	f		1.85	1.1
12 トリップ ングブラ ケット 	a	$d_1 \leq 2.5h$ 及び $h \leq d_2$	1.15	1.1
	f		1.35	1.1
13 トリップ ングブラ ケット 	a	$d_1 \leq 2h$ 及び $h \leq d_2$	1.1	1.1
	f		2.05	1.1
14 トリップ ングブラ ケット 	a	$d_1 \leq 2.5h$ 及び $h \leq d_2$	1.1	1.1
	f		1.8	1.1

表2 横隔壁及びブスツール部における肋板での水密防撓材端部継手の応力集中係数

構造タイプ	評価点	ブラケット サイズ	応力集中係数			
			K_{gl}	K_{gh}	K_{dF}	K_{dA}
1 	a	-----	1.5	1.1	1.15	1.5
	f	-----	1.1	1.05	1.55	1.05
2 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.45	1.1	1.15	1.4
		$1.5dw \leq d$	1.4	1.05	1.15	1.35
	f	$dw \leq d < 1.5dw$	1.1	1.05	1.15	1.1
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.1	1.05
3 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.4	1.1	1.1	1.35
		$1.5dw \leq d$	1.35	1.05	1.05	1.3
	f	$dw \leq d < 1.5dw$	1.05	1.05	1.1	1.05
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.05
4 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.1	1.05	1.05	1.25
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.2
	f	$dw \leq d < 1.5dw$	1.3	1.1	1.35	1.05
		$1.5dw \leq d$	1.3	1.05	1.3	1.05
5 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.1	1.05	1.05	1.2
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.15
	f	$dw \leq d < 1.5dw$	1.3	1.1	1.55	1.1
		$1.5dw \leq d$	1.3	1.05	1.5	1.05
6 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.1	1.05	1.05	1.1
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.05
	f	$dw \leq d < 1.5dw$	1.05	1.05	1.1	1.05
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.05
7 	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.1	1.05	1.05	1.2
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.15
	f	$dw \leq d < 1.5dw$	1.05	1.05	1.05	1.05
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.05
8	a	$dw \leq d < 1.5dw$	1.1	1.1	1.05	1.15

	f	$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.1
		$dw \leq d < 1.5dw$	1.05	1.05	1.1	1.05
		$1.5dw \leq d$	1.05	1.05	1.05	1.05
9 トリップ ングブラ ケット 	a	$d \leq 2h$	1.4	1.05	1.05	1.75
	f		1.6	1.05	1.7	1.05
10 トリップ ングブラ ケット 	a	$d \leq 2.5h$	1.3	1.05	1.05	1.75
	f		1.55	1.05	1.3	1.05
11 トリップ ングブラ ケット 	a	$d_1 \leq 2h$ 及び $h \leq d_2$	1.1	1.05	1.05	1.2
	f		1.75	1.05	1.4	1.05
12 トリップ ングブラ ケット 	a	$d_1 \leq 2.5h$ 及び $h \leq d_2$	1.1	1.05	1.05	1.2
	f		1.3	1.05	1.05	1.05
13 トリップ ングブラ ケット 	a	$d_1 \leq 2h$ 及び $h \leq d_2$	1.05	1.05	1.05	1.15
	f		1.95	1.05	1.55	1.05
14 トリップ ングブラ ケット 	a	$d_1 \leq 2.5h$ 及び $h \leq d_2$	1.05	1.05	1.05	1.15
	f		1.7	1.05	1.15	1.05

5 節 ハッチコーナーの応力評価

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

ハッチコーナーのホットスポット応力範囲及び構造的ホットスポット平均応力は、簡易手法を基に、本節の規定により評価する。

2. 公称応力範囲

2.1 波浪振りモーメントによる公称応力範囲

2.1.1

波浪振りモーメントによる、クロスデッキの曲げによって生じる公称応力範囲 (N/mm^2) は、次式により算定しなければならない。

$$\Delta\sigma_{WT} = \frac{2}{1000} F_S F_L \frac{Q B_H}{W_Q}$$

$$Q = 1000 u \left/ \left(\frac{(B_H + b_s)^3}{12 E I_Q} + \frac{2.6 B_H}{E A_Q} \right) \right.$$

u : ハッチコーナーの船長方向変位 (m) で、次式による。

$$u = \frac{31.2}{1000} \frac{M_{WT} \omega}{I_T E DOC}$$

DOC : 甲板開口係数で、次式による。

$$DOC = \frac{L_C B}{\sum_{i=1}^n L_{H,i} B_{H,i}}$$

M_{WT} : 4章3節3.4.1に規定する、 $f_p = 0.5$ の場合の最大波浪振りモーメント ($kN\cdot m$)

F_S : 応力修正係数で、 $F_S = 5$

F_L : ハッチコーナーの船長方向位置に対する修正係数で、次式による。

$$0.57 \leq x/L_{CSR-B} \leq 0.85 \text{ の場合 : } F_L = 1.75 \frac{x}{L_{CSR-B}}$$

$$x/L_{CSR-B} < 0.57 \text{ 及び } x/L_{CSR-B} > 0.85 \text{ の場合 : } F_L = 1.0$$

B_H : ハッチの幅 (m)

W_Q : 上部スツールを含むハッチコーナー近傍のクロスデッキの Z 軸に関する断面係数 (m^3) (図2 参照)

I_Q : 上部スツールを含むハッチコーナー近傍のクロスデッキの Z 軸に関する断面二次モーメント (m^4) (図2 参照)

A_Q : 上部スツールを含むハッチコーナー近傍のクロスデッキ全断面の有効せん断面積 (m^2) (図2 参照)。有効せん断面積の計算においては、防撓材は無視でき、板要素のみの考慮で差し支えない。

b_s : ハッチによる開口を除く、片舷における甲板の幅 (m)。

I_T : 横隔壁上部及び下部スツールを除いた、クロスデッキ領域内における船舶の横断面の慣性振りモーメント (m^4) (図1 参照)

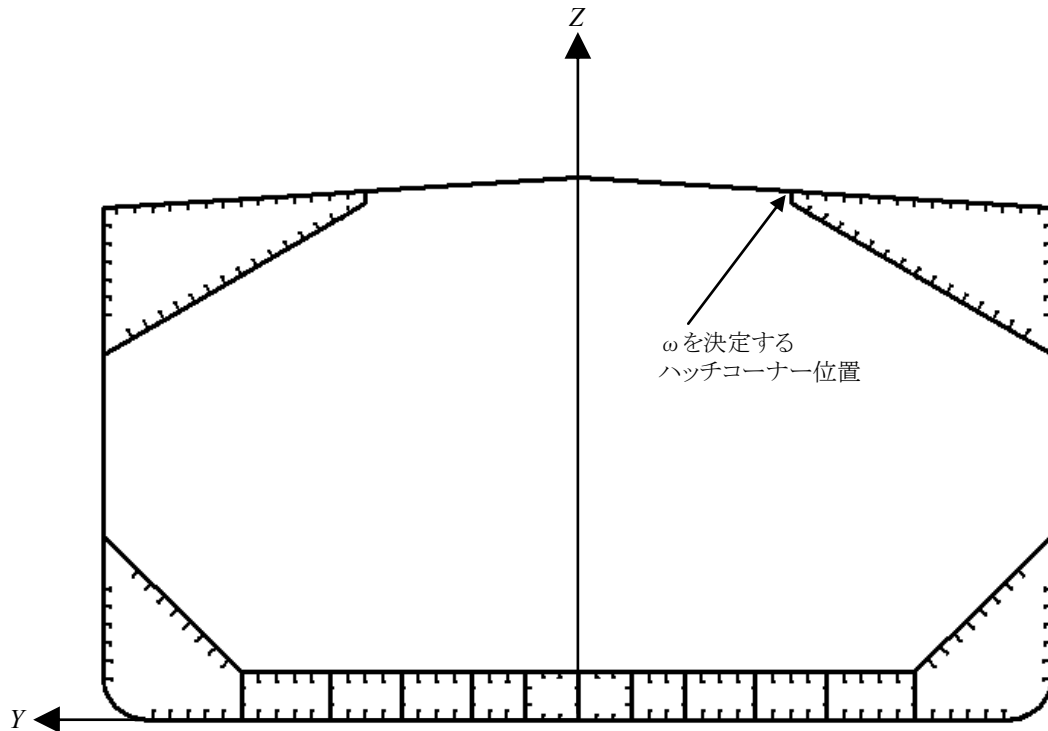
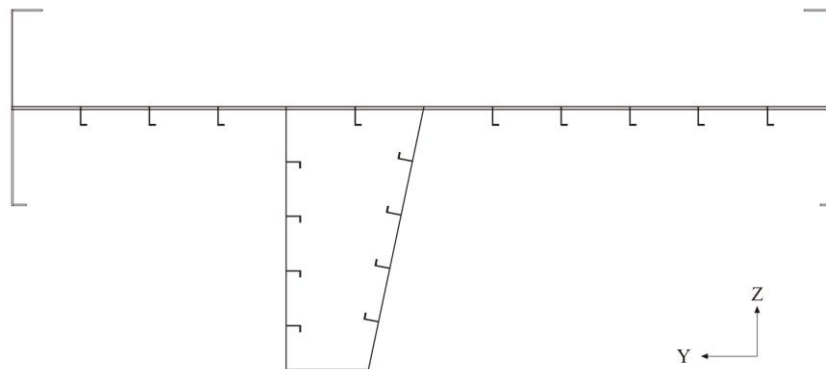
ω : 考慮する断面の形状により定まる値で、 I_T と同じ断面において、ハッチコーナーの Y 及び Z 位置で計算される。 (m^2) (図1 参照) 付録1に従って計算してもよい。

L_C : 貨物倉区域の長さ (m) で、船首隔壁から機関室前端隔壁までの距離

$B_{H,i}$: i 番目のハッチの幅 (m)

$L_{H,i}$: i 番目のハッチの長さ (m)

n : ハッチの数

図 1 I_T 及び ω の決定のための断面図 2 A_Q , W_Q 及び I_Q を決定する際に考慮する要素

2.2 公称平均応力

2.2.1

静水中縦曲げモーメントによるクロスデッキの平均応力は 0 とする。

3. ホットスポット応力

3.1 ホットスポット応力範囲

3.1.1

ホットスポット応力範囲 (N/mm^2) は次の算式による：

$$\Delta\sigma_W = K_{gh}\Delta\sigma_{WT}$$

K_{gh} : ハッチコーナーの応力集中係数で、次の算式による。ただし、1.0 以上とする。

$$K_{gh} = \frac{r_a + 2r_b}{3r_a} \left[1 + \left(\frac{2b}{1.23\ell_{CD} + 1.6b} \frac{0.22\ell_{CD}}{r_a} \right)^{0.65} \right]$$

r_a : ハッチコーナーの長径 (m)

r_b : ハッチコーナーの短径 (ハッチコーナーの形状が円弧であれば, r_b は r_a と等しくなる) (m)

ℓ_{CD} : クロスデッキの船長方向長さ (m)

b : ハッチサイドから船側までの距離 (m)

付録1 振りに対する横断面形状**1. 計算式****1.1 振り関数φ****1.1.1**

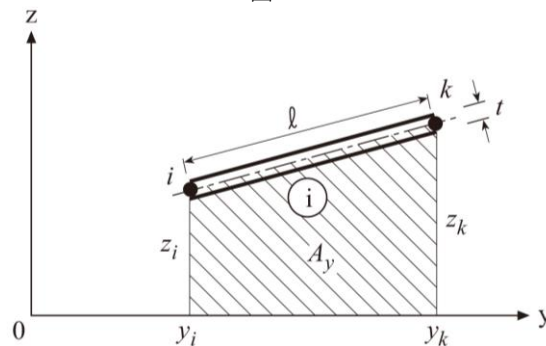
閉じたセルの全ての箇所に対し、以下の幾何学的特性及び比を算定しなければならない。

$$A_y = \frac{1}{2}(z_i + z_k)(y_k - y_i)$$

$$\ell = \sqrt{(y_k - y_i)^2 + (z_k - z_i)^2}$$

$$\frac{s}{t} = \frac{\ell}{t}$$

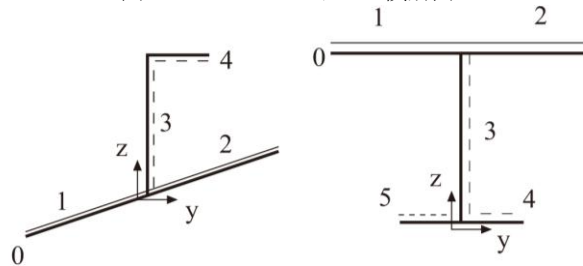
図1



次の3つの演算法を、横断面の種類に応じて適用することができる。

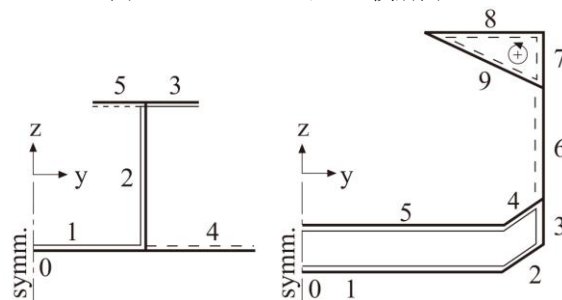
A : 図2に示す非対称開口横断面

図2 Aタイプの横断面



B : 図3に示す部分的に閉じたセル（共有壁を持たない閉じたセル）の対称横断面

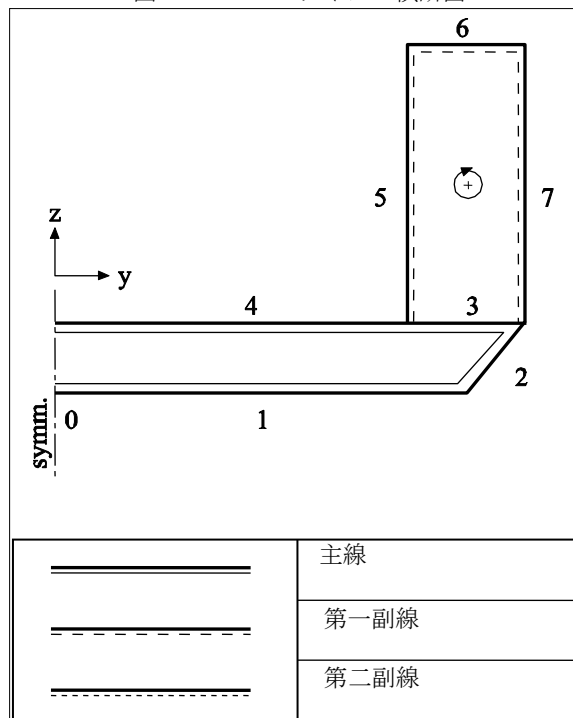
図3 Bタイプの横断面



$$\Phi_0 = \frac{2 \sum_{Cell 0} A_y}{\sum_{Cell 0} \frac{s}{t}} \quad ; \quad \Phi_2 = \frac{2 \sum_{Cell 2} A_y}{\sum_{Cell 2} \frac{s}{t}}$$

C : 図 4 に示す、複数の閉じたセル（共有壁を持つ閉じたセル）の対称横断面

図4 Cタイプの横断面



この場合、各セル i に対する振戻関数は、共有壁を考慮した次の線形方程式を解くことにより求めることができる。

$$\begin{aligned} \Phi_0 \sum_{Cell0} \frac{S}{t} + \Phi_1 \left(\frac{S}{t} \right)_{Common\ Wall} &= 2A_{Cell0} \\ \Phi_1 \sum_{Cell1} \frac{S}{t} + \Phi_0 \left(\frac{S}{t} \right)_{Common\ Wall} &= 2A_{Cell1} \end{aligned}$$

この方程式から振り関数 ϕ_0 及び ϕ_1 を求めることができる。

1.2 座標系及び移動座標系 S

1.2.1

二次元直交座標系を用いる。参照位置 O (座標系の原点) の選択は自由であるが、対称横断面の場合、横断面の対称線上に定めるのが計算上便利である。移動座標系 s は、閉じた断面形状を有する対称線の交差部、例えば、内殻横断面の場合、[図 2](#) から [図 4](#) において“0”と表示されている、船底外板又は内底板と中心線との交点から対称横断面内を移動する。移動座標系 s の移動方向は、閉じた構造の積分方向と同様、代数学上の符号及び振り関数に対する各方程式の座標系を考慮しなければならない。

1.3 横断面各部に対する断面特性の計算

1.3.1

ω_i : 当該計算の直前に計算した部分的なセル又は分岐点の ω_k で、次式による。(計算の最初では0とする)

$$\omega_k = \omega_i + y_i z_k - y_k z_i - \Phi \frac{\ell_i}{t_i} : \text{ただし, } \Phi \frac{\ell_i}{t_i} \text{ は閉じたセル内の値}$$

$$\ell = \sqrt{(y_k - y_i)^2 + (z_k - z_i)^2}$$

	合計
$A = \ell t$	ΣA
$S_y = A/2 (z_i + z_k)$	ΣS_y
$S_z = A/2 (y_i + y_k)$	ΣS_z
$S_\omega = A/2 (\omega_i + \omega_k)$	ΣS_ω
$I_y = A/3 (z_i^2 + z_i z_k + z_k^2)$	ΣI_y
$I_z = A/3 (y_i^2 + y_i y_k + y_k^2)$	ΣI_y
$I_{yz} = A/6 [(2y_k + y_i)z_k + (2y_i + y_k)z_i]$	ΣI_{yz}
$I_\omega = A/3 (\omega_i^2 + \omega_i \omega_k + \omega_k^2)$	ΣI_ω
$I_{\omega y} = A/6 [(2y_k + y_i)\omega_k + (2y_i + y_k)\omega_i]$	$\Sigma I_{\omega y}$
$I_{\omega z} = A/6 [(2z_k + z_i)\omega_k + (2z_i + z_k)\omega_i]$	$\Sigma I_{\omega z}$
$st^3 = \ell t^3$	$\Sigma s \cdot t^3$

1.4 横断面全体の断面特性の計算

非対称横断面			対称横断面（断面の半分のみモデル化）		
A	=	ΣA	A	=	$2\Sigma A$
y_s	=	$\frac{\Sigma S_z}{\Sigma A}$	y_s	=	$\frac{\Sigma S_z}{\Sigma A}$
z_s	=	$\frac{\Sigma S_y}{\Sigma A}$	z_s	=	$\frac{\Sigma S_y}{\Sigma A}$
I_y	=	$\Sigma I_y - \Sigma A z_s^2$	I_y	=	$2(\Sigma I_y - \Sigma A z_s^2)$
I_z	=	$\Sigma I_z - \Sigma A y_s^2$	I_z	=	$2(\Sigma I_z - \Sigma A y_s^2)$
I_{yz}	=	$\Sigma I_{yz} - \Sigma A y_s z_s$			
I_T	=	$\Sigma \frac{st^3}{3} + \Sigma_{Cell\ i} (2A_{yi} \Phi_i)$	I_T	=	$2 \left[\Sigma \frac{st^3}{3} + \Sigma_{Cell\ i} (2A_{yi} \Phi_i) \right]$
ω_0	=	$\frac{\Sigma S_\omega}{\Sigma A}$			
$I_{\omega y}$	=	$\Sigma I_{\omega y} - \Sigma A y_s \omega_0$	$I_{\omega y}$	=	$2\Sigma I_{\omega y}$
$I_{\omega z}$	=	$\Sigma I_{\omega z} - \Sigma A z_s \omega_0$			
y_M	=	$\frac{I_{\omega z} I_z - I_{\omega y} I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2}$			
z_M	=	$\frac{I_{\omega z} I_{yz} - I_{\omega y} I_y}{I_y I_z - I_{yz}^2}$	z_M	=	$-\frac{I_{\omega y}}{I_z}$
I_ω	=	$\Sigma I_\omega - \Sigma A \omega_0^2 + z_M I_{\omega y} - y_M I_{\omega z}$	I_ω	=	$2\Sigma I_\omega + z_M I_{\omega y}$

I_y , I_z , I_{yz} は重心に関して計算される。

S_x , S_y , S_ω , I_ω , $I_{\omega y}$ 及び $I_{\omega z}$ はせん断中心 M に関して計算される。

ω は、せん断中心 M に関して変換しなければならない。A タイプの横断面に対して、 ω_0 は 1.3 に定義する ω_i 及び ω_k を加えなくてはならない。

B タイプ及び C タイプの横断面に対して、 $\Delta\omega$ は次の算式による。

$$\Delta\omega_i = z_M y_i$$

ω_0 : 1.3 の ω_k の算式による計算において選ばれた座標系 (O) の中心に対して計算される値。

ω : 付録 1 の規定により求まる値で、せん断中心 M に対し変換された値とする。

y_M , z_M : せん断中心 M と座標系 B の中心の間の距離。

ω の変換値は、1.3 により求めた ω_0 に $\Delta\omega$ を加えることで得られる。

ω に対する変換値は、横断面の対称線上の交点で 0 としなければならない（船体横断面では中心線上）。

ラインタイプ（横断面のある部分の数）を決定することで、その部分の計算順序を与え、それにより移動座標系 s の方向も定まる

2. 単船側構造の横断面に対する計算例

2.1 横断面のデータ

2.1.1

横断面を図 5 に示す。図 5 において黒塗りされた節点の座標は表 1 に与えられる。板厚及び図 5 において丸印で示された線分は表 2 に与えられる。

表 1 横断面における節点座標

節点番号	Y 座標	Z 座標
0	0.00	0.00
1	14.42	0.00
2	16.13	1.72
3	16.13	6.11
4	11.70	1.68
5	0.00	1.68
6	16.13	14.15
7	16.13	19.6
8	7.50	20.25
9	7.50	19.63
10	0.00	20.25

2.2 振り関数 ϕ の決定

2.2.1

第一段階では、閉じたセルごとに振り関数 ϕ を決定するための線形方程式を作成しなければならない。横断面及びセルを図 5 に示す。

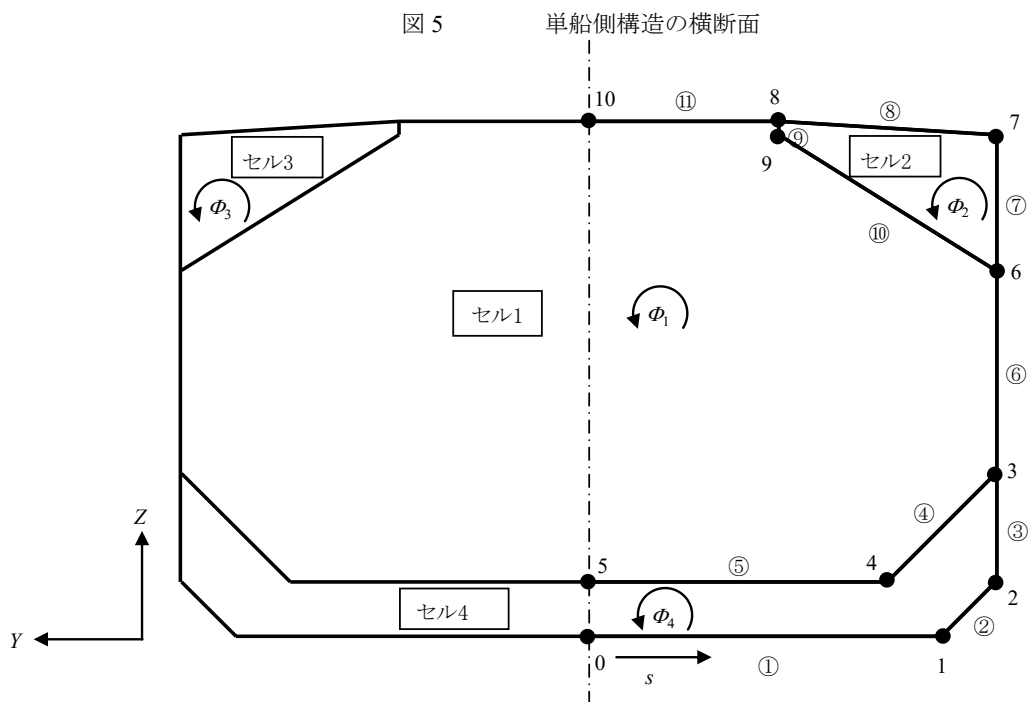


表2 横断面の線分の寸法と節点

線分番号	節点 i	節点 k	y_i	z_i	y_k	z_k	長さ	板厚
1	0	1	0.00	0.00	14.42	0.00	14.42	0.017
2	1	2	14.42	0.00	16.13	1.72	2.43	0.017
3	2	3	16.13	1.72	16.13	6.11	4.39	0.018
4	3	4	16.13	6.11	11.70	1.68	6.26	0.019
5	4	5	11.70	1.68	0.00	1.68	11.70	0.021
6	3	6	16.13	6.11	16.13	14.15	8.04	0.018
7	6	7	16.13	14.15	16.13	19.6	5.45	0.021
8	7	8	16.13	19.60	7.50	20.25	8.65	0.024
9	8	9	7.50	20.25	7.50	19.63	0.62	0.024
10	9	6	7.50	19.63	16.13	14.15	10.22	0.015
11	8	10	7.50	20.25	0.00	20.25	7.50	0.012

横断面の4つのセルを考慮する際（図5における四角印），捩り関数 ϕ を求める方程式は，回転方向を考慮し，次の通りとなる。捩り関数 ϕ_i の回転方向は，方程式を作成するために全ての ϕ_i と同じ方向としなければならない。

$$\begin{aligned}
 \sum_1 \frac{s}{t} \phi_1 - \sum_{1-2} \frac{s}{t} \phi_2 - \sum_{1-3} \frac{s}{t} \phi_3 - \sum_{1-4} \frac{s}{t} \phi_4 &= 2 \sum_1 A \\
 - \sum_{1-2} \frac{s}{t} \phi_1 + \sum_2 \frac{s}{t} \phi_2 &= 2 \sum_2 A \\
 - \sum_{1-3} \frac{s}{t} \phi_1 + \sum_3 \frac{s}{t} \phi_3 &= 2 \sum_3 A \\
 - \sum_{1-4} \frac{s}{t} \phi_1 + \sum_4 \frac{s}{t} \phi_4 &= 2 \sum_4 A
 \end{aligned}$$

行列の係数は次式より求めることができる。

$$\begin{aligned}
 \sum_1 \frac{s}{t} &= \frac{2 \cdot 11700}{21} + \frac{2 \cdot 6265}{19} + \frac{2 \cdot 8040}{18} + \frac{2 \cdot 10233}{15} + \frac{2 \cdot 620}{24} + \frac{2 \cdot 7500}{12} = 5331.81 \\
 \sum_2 \frac{s}{t} &= \frac{10223}{15} + \frac{5450}{21} + \frac{620}{24} + \frac{8654}{24} = 1327.48
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum_3 \frac{s}{t} &= 1327.48 \\ \sum_4 \frac{s}{t} &= \frac{2 \cdot 14420}{17} + \frac{2 \cdot 11700}{21} + \frac{2 \cdot 6265}{19} + \frac{2 \cdot 2425}{17} + \frac{2 \cdot 4390}{18} = 4243.34 \\ \sum_{1-2} \frac{s}{t} &= \frac{10223}{15} + \frac{620}{24} = 707.36 \\ \sum_{1-3} \frac{s}{t} &= 707.36 \\ \sum_{1-4} \frac{s}{t} &= \frac{2 \cdot 11700}{21} + \frac{2 \cdot 6265}{19} = 1773.76\end{aligned}$$

セルの面積は次式より求めることができる。

$$\begin{aligned}2 \sum_1 A &= 2 \cdot 2 \cdot 260.72 = 1042.90 \quad m^2 \\ 2 \sum_2 A &= 2 \cdot 26.19 = 52.38 \quad m^2 \\ 2 \sum_3 A &= 52.38 \quad m^2 \\ 2 \sum_4 A &= 2 \cdot 2 \cdot 35.44 = 141.76 \quad m^2\end{aligned}$$

これらの計算結果より、係数行列は次の通りとなる。

$$\begin{array}{rrrrr} 5331.81\phi_1 & -707.36\phi_2 & -707.36\phi_3 & -1773.76\phi_4 & = & 1042.90 \\ -707.36\phi_1 & +1327.48\phi_2 & & & = & 52.38 \\ -707.36\phi_1 & & +1327.48\phi_3 & & = & 52.38 \\ -1773.76\phi_1 & & & +4243.34\phi_4 & = & 141.76 \end{array}$$

この方程式の解は次のようになる。

$$\begin{aligned}\phi_1 &= 0.3018 \\ \phi_2 &= 0.2003 \\ \phi_3 &= 0.2003 \\ \phi_4 &= 0.1596\end{aligned}$$

2.3 線分特性の決定

2.3.1

第二段階では、1.3 に与えられる算式に従い ω_k を決定する。移動座標系's'は図 5 に示す点 0 から $\omega_i = 0$ として始まり、1, 2, 3, 4 及び点 5 と順番に通る。項 $\phi(\ell_i/t_i)$ は線分 1 から 3 (点 0 から点 3 まで) に対して $\phi_4(\ell_{1...3}/t_{1...3})$ として計算され、線分 4 及び 5 に対して、当該線分がセル 4 及び 1 の壁を共有しているため、この項は $(\phi_4 - \phi_1)(\ell_{4...5}/t_{4...5})$ となる。この項の符号は、振り関数の回転方向及び積分方向による。

線分 6 に対し、 ω_i は点 3 及び $\phi(\ell_i/t_i) = \phi_1(\ell_6/t_6)$ における値にしなければならない。移動座標系's'は点 6 から 7, 8 及び点 9 を通り、点 6 に戻る。セル 2 とセル 1 における共有壁は、振り関数 ϕ を含む項において考慮されなければならない。点 8 及び 10 における線分 11 において、 ω_i は点 8 での値にしなければならない。

線分の他の特性は 1.3 に与えられる算式によって求めることができる。

2.4 横断面特性の決定

2.4.1

線分特性を足し合わせた後、1.4 に従い横断面特性を求める。

Sector coordinate は、1.4 に従いせん断中心に関して変換しなくてはならない。

表 3 に示す計算結果により、Sector coordinate が求められる。

表 3 図 5 に示す横断面に対する Sector coordinate

点 i	$\omega_{O,i}$	$\Delta\omega_i$	ω_i
0	0.00	0.00	0.00
1	-135.97	84.99	-50.98
2	-134.04	95.07	-38.97
3	-102.32	95.07	-7.25
4	-99.49	68.96	-30.53
5	-0.06	0.00	-0.06
6	-108.20	95.07	-13.13
7	-72.30	95.07	22.77
8	35.07	44.21	79.27
9	33.08	44.21	77.28
10	-2.75	0.00	-2.75

2.5 注釈

2.5.1

単船側構造の貨物倉に対し、船体横断面は通常 4 つのセルに単純化できる（計算例で示したように、セル 1 が貨物倉、セル 2 及びセル 3 がウイングタンク、セル 4 がホッパタンク及び二重底タンク）。一方、二重船側構造の貨物倉に対しては、船体横断面は 2 つの閉じたセルに単純化できる（セル 1 が貨物倉、セル 2 が二重殻）。線要素の板厚が変化する場合、等価板厚は次の算式による：

$$t_{eq} = \frac{t_1 \ell_1 + t_2 \ell_2 + \cdots + t_i \ell_i + \cdots + t_k \ell_k}{\sum_{i=1}^k \ell_i}$$

単純化により、 ω の値が横断面と中心線上の交点で 0 とならない場合がある。単純化した横断面に対する ω の値及び断面二次振りモーメント I_T の相違は、通常の場合、元の横断面による値と比べ 3% 以下である。

9 章 その他の構造

1 節 船首部

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

L_2 : 船の長さ L_{CSR-B} (m)。ただし、その値が 300m を超える場合は 300m とする。

T_B : ノーマルバラスト状態における、最小バラスト喫水 (m)

k : 材料係数で 3章1節2.2 による。

m : 係数で、次による。

$m = 10$ (垂直防撓材及び垂直主要支持部材の場合)

$m = 12$ (その他の防撓材及び主要支持部材の場合)

τ_a : 許容せん断応力 (N/mm^2) で、次式による。

$$\tau_a = \frac{R_y}{\sqrt{3}}$$

s : 防撓材及び主要支持部材の心距 (m) で、スパンの中央において曲面の弦に沿って測った長さとする。

ℓ : 防撓材及び主要支持部材のスパン (m) で、支持部材間を曲面の弦に沿って測った長さとする。

(3章6節4.2 及び 5.3 参照)

c_a : 板部材のアスペクト比で次式による。ただし 1.0 より大きい場合は 1.0 とする。

$$c_a = 1.21 \sqrt{1 + 0.33 \left(\frac{s}{\ell}\right)^2} - 0.69 \frac{s}{\ell}$$

c_r : パネルの曲率に関する係数で次式による。ただし、0.4 より小さい場合は 0.4 とする。

$$c_r = 1 - 0.5 \frac{s}{r}$$

r : 曲率半径 (m)

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本章の規定は、以下の構造に適用する。

- ・ 以下に示すような船首隔壁より前方に位置する構造
 - ・ 船首構造
 - ・ 船首材
- ・ 船首船底補強部
- ・ 船首フレア部の補強部

1.1.2

液体貨物を積載しない区画の境界を形成する船首構造であって、外板以外のものについては、浸水時の面外圧力に対する検討を行わなければならない。これらの寸法は、6章の関連基準により決定しなければならない。

1.2 ネット寸法

1.2.1

本節で考慮するすべての板厚は 3章2節の規定によるネット板厚とし、いかなる腐食予備厚も含まないものとする。グロス板厚については 3章2節3 の規定によらなければならない。

2. 配置

2.1 構造配置

2.1.1 一般

船底外板、船側外板、甲板及び内底板の寸法は、特に規定する場合を除き、船首部方向に漸減させることができる。急激な断面の変形を避けるために、主要縦通部材の構造連続性に特別な注意を払わなければならない。

プラットホーム、甲板、水平リング又は船側縦桁のような船首倉内の構造は、船首倉直後の貨物倉の構造との接合において連続性を考慮したものとしなければならない。

内殻構造の終端が船首隔壁位置となる場合、ブラケットなどの適切な構造により船首隔壁前部の構造との構造連続性を確保しなければならない。

甲板、船底及び船側外板に付く縦通防撓材は、可能な限り前方部まで延長しなければならない。

全ての船側肋骨とタンク境界に付く防撓材は、連続させるか又は端部にブラケットを設けるかしなければならない。

船首垂線から後方 $0.15L_{CSR-B}$ 間において、構造連続性を確保するために設けるブラケットは、曲縁を有するブラケットとしなければならない。

2.1.2 タンク内構造

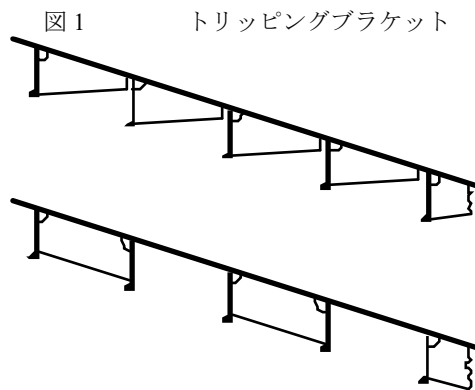
船首部をタンクとして使用する場合、タンク内の桁材は曲縁とするか若しくはその内縁に面材を取り付けなければならない。船首隔壁に取り付けられる桁材は、荷重が適切に伝達できる効果的なものとしなければならない。

2.2 トリップングブラケット

2.2.1

船首倉又は船首隔壁より前方に位置するタンクであって横式構造のものにおいては、桁部材、甲板又はプラットホーム間の船側肋骨に、垂直距離で $2.6 (m)$ を超えない間隔でトリッピングブラケットを取り付けなければならない（[図 1](#) 参照）

トリッピングブラケットの図面板厚は、これを取り付ける船側肋骨のウェブの図面寸法の板厚以上としなければならない。



2.3 肋板及び桁

2.3.1

中心線隔壁を設けない場合には、中心線縦桁を設けなければならない。

一般に、中心線における肋板及び中心線縦桁の最小深さは、最船首部貨物倉における二重底の要求高さ以上としなければならない。

2.3.2 実体肋板

横式構造の場合、実体肋板を各フレームスペースに設けなければならない。

縦式構造の場合、実体肋板の心距は、 $3.5 (m)$ と横肋骨の心距の 4 倍の値のうち小さい方の値以下としなければならない。

上記にかかわらず、本会が適当と認める有限要素法解析により検証を行う場合には、実体肋板の心距を上記の値より大きなものとすることができる。

2.3.3 船底縦桁

横式構造の場合、船底縦桁の心距は 2.5 (m) 以下としなければならない。

縦式構造の場合、船底縦桁の心距は 3.5 (m) 以下としなければならない。

上記にかかわらず、本会が適当と認める有限要素法解析により検証を行う場合には、船底縦桁の心距を上記の値より大きなものとすることができる。

3. 荷重モデル

3.1 荷重評価点

3.1.1

別に規定する場合を除き、面外圧力は、以下に規定する荷重評価点について算出しなければならない。

- ・ 板部材の場合： **6章1節1.5**
- ・ 防撓材の場合： **6章2節1.4**

3.2 船首部の荷重

3.2.1 非損傷状態における面外圧力

船首部に対する圧力は、次式によらなければならない。

$$p_s + p_w \quad (kN/m^2)$$

p_s, p_w : 静水圧及び **4章5節** の波浪変動圧、又は **4章6節2.** の各荷重ケース H, F, R 及び P における液体による静水圧力及び慣性圧力

3.2.2 水圧試験状態における面外圧力

水圧試験状態における面外圧力 p_T は、次式による。

- ・ $p_T = p_{ST} - p_s$ (船底外板及び船側外板の場合)
 - ・ $p_T = p_{ST}$ (その他の場合)
- p_{ST} : 水圧試験時の圧力で **4章6節4.** の規定による。
- p_s : 次に規定する圧力。

- ・ 船舶が浮いている状態で水圧試験を行なう場合、設計者が定める試験時の喫水 T_1 について、**4章5節1.** に規定する静水圧を考慮しなければならない。
- ・ 船舶が浮いていない状態で試験を行なう場合、 $p_s = 0$ とする。

3.2.3 外板

静水圧及び変動圧は、次に掲げる面外圧力をそれぞれ単独で考慮しなければならない。

- ・ 静水圧と波浪変動圧
- ・ 外板に隣接する区画に積載された乾貨物による静圧及び変動圧。外板に隣接する区画に液体を積載する場合には、外板に作用する静水圧及び波浪変動圧は、当該区画の静的及び動的圧力を減じたものとしなければならない。

3.2.4 外板部材以外の要素

隣接する区画の境界となる要素に考慮すべき静的及び動的圧力は、2つの区画にそれぞれ作用する圧力を別々に考慮しなければならない。

3.3 船首フレア部の圧力

3.3.1

船首フレア部の圧力 p_{FB} (kN/m^2) は、**4章5節4.1** の規定によらなければならない。

3.4 船首船底におけるスラミング荷重

3.4.1

船首船底部におけるスラミング荷重 p_{SL} (kN/m^2) は、**4章5節4.2** の規定によらなければならない。

4. 寸法

4.1 船首フレア部

4.1.1

船尾から $0.9L_{CSR-B}$ の箇所より前方に位置し、かつ、ノーマルバラスト喫水より上方に位置する箇所の船首フレア部は、

4.2 から 4.4 の規定に適合しなければならない。

4.2 板厚

4.2.1

ネット板厚は表 1 及び表 2 による値以上としなければならない。

表 1 最小ネット板厚

最小ネット板厚 (mm)	
船底外板	$5.5 + 0.03L_{CSR-B}$
船側外板	$0.85L_{CSR-B}^{1/2}$
内底板	$5.5 + 0.03L_{CSR-B}$
強力甲板	$4.5 + 0.02L_{CSR-B}$
ブラットホーム及び制水隔壁	6.5
水密横置隔壁、水密縦通隔壁	$0.6L_{CSR-B}^{1/2}$

表 2 ネット板厚

ネット板厚 (mm)	
非浸水状態	$t = 15.8c_a c_r s \sqrt{\frac{p_s + p_w}{0.9R_Y}}$
船首フレア部	$t = 15.8c_a c_r s \sqrt{\frac{p_{FB}}{0.9R_Y}}$
水圧試験状態	$t = 15.8c_a c_r s \sqrt{\frac{p_T}{1.05R_Y}}$

4.3 防撓材

4.3.1 一般

本 4.3 の規定は、両端が固定端とみなされる防撓材に適用する。これと異なる境界条件の防撓材の降伏強度評価については、その都度検討しなければならない。

4.3.2

防撓材のネット寸法は、6 章 2 節 2.3 の規定を満足しなければならない。

4.3.3

防撓材のウェブのネット板厚 (mm) は、次の規定による値のうち大きい方の値以上としなければならない。

- $t = 3.0 + 0.015L_2$
- 考慮している防撓材の取り付け板の、4.2 及び 5.2 の規定によるネット要求板厚の 40 (%) の値

防撓材のネット寸法は、6 章 2 節 2.2.2 及び 2.3 の規定によらなければならない。

4.3.4

単一スパンの防撓材のネット寸法は表 3 の算式による値以上としなければならない。

表 3 単一スパンの防撓材のネット寸法

防撓材の種類	ネット断面係数 w (cm^3)	ネットせん断面積 A_{sh} (cm^2)
面外圧力を受ける防撓材	$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$
船首フレア部の防撓材	$w = \frac{p_{FB}s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5p_{FB}s\ell}{\tau_a \sin\phi}$
水圧試験時に水圧を受ける防撓材	$w = \frac{p_T s\ell^2}{1.05mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5p_T s\ell}{1.05\tau_a \sin\phi}$

備考：

ϕ ：防撓材の支点間距離の中央におけるウェブと防撓材が取り付けられる板部材との角度（deg）で、75 度未満の場合には修正しなければならない。

4.3.5

マルチスパンの防撓材の最大直応力 σ とせん断応力 τ は、表 4 に示す基準を満足しなければならない。

マルチスパンの防撓材の最大直応力 σ とせん断応力 τ は、次のことを考慮して直接強度計算により決定しなければならない。

- ・ 静水圧及び波浪変動圧及び力の分布
- ・ 中間支持部材（甲板，ガーダーなど）の数と位置
- ・ 防撓材端部及び中間支持部材端部の固着条件
- ・ スパン中間における防撓材の形状特性

表 4 マルチスパンの防撓材の評価基準

条件	非浸水状態	水圧試験状態
直応力	$\sigma \leq 0.9R_Y$	$\sigma \leq 1.05R_Y$
せん断応力	$\tau \leq \tau_a$	$\tau \leq 1.05\tau_a$

4.4 主要支持部材

4.4.1 最小板厚

主要支持部材のウェブのネット板厚（mm）は次式による値以上としなければならない。

$$t = 0.7\sqrt{L_2}$$

4.4.2 船側横桁

船側横桁のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$$

船側横桁を船首フレア部に設ける場合、船側横桁のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値と上記算式による値の大きい方の値以上としなければならない。

$$w = \frac{p_{FB}s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5p_{FB}s\ell}{\tau_a \sin\phi}$$

4.4.3 船側縦桁

船側縦桁のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$$

船側縦桁を船首フレア部に設ける場合、船側縦桁のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値及び上記算式による値の大きい方の値以上としなければならない。

$$w = \frac{p_{FB}s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5p_{FB}s\ell}{\tau_a \sin\phi}$$

4.4.4 甲板桁部材

甲板桁部材のネット寸法は、表 5 により定まる値以上の値としなければならない。設計荷重は、3.2 に規定する非損傷状態及び水圧試験状態を考慮する。複雑な構造を有する甲板構造にあっては、本会が適当と認める手法により寸法を求めて差し支えない。

表 5 甲板桁部材のネット寸法

状態	ネット断面係数 w (cm^3)	ネットせん断面積 A_{sh} (cm^2)
非損傷状態	$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$
水圧試験状態	$w = \frac{p_T s\ell^2}{1.05mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5p_T s\ell}{1.05\tau_a \sin\phi}$

備考：

ϕ ： 防撓材の支点間距離の中央におけるウェブと防撓材が取り付けられる板部材との角度 (deg) で、75 度未満の場合には修正しなければならない。

5. 船首船底補強

5.1 適用

5.1.1

船首船底補強部は、船首垂線より後方 $0.2V\sqrt{L_{CSR-B}}$ の箇所より前方にある船底部分であって、基線から $0.05T_B$ 又は $0.3m$ のいずれか小さい方の高さまでの範囲とする。

5.2 船底外板

5.2.1

船首船底外板のネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 15.8C_a C_r s \sqrt{\frac{C_s p_{SL}}{R_{eH}}}$$

C_s ： 衝撃荷重が作用する面積に関する係数で次式による。

$C_s = 1.0$ (防撓材間に、中間縦通防撓材がない場合)

$C_s = 1.3$ (防撓材間に、中間縦通防撓材がある場合)

5.2.2

船底勾配がある船舶にあっては、船底補強部の範囲は少なくともビルジ外板までとしなければならない。

5.3 防撓材

5.3.1

船首船底部における横式防撓材及び縦通防撓材のネット断面係数 (cm^3) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{C_s p_{SL} s \ell^2}{16R_{eH}} 10^3$$

C_s ： 5.2.1 の規定による係数

5.3.2

船首船底部における横式防撓材と縦通防撓材のせん断面積 (cm^2) は次の算式による値以上としなければならない。

$$A = \frac{5\sqrt{3}p_{SL}s(\ell - 0.5s)}{R_{eH}\sin\phi}$$

ただし、溶接結合部は、少なくとも上記算式による値の 2 倍以上の値としなければならない。

5.4 主要支持部材

5.4.1 縦桁

船首船底部における縦桁のネット板厚 (mm) は、船倉内の位置に応じて規定される、次の t_1 , t_2 , t_3 の値のうち、最大となる値以上としなければならない。

$$t_1 = \frac{c_A p_{SL} S \ell}{2(d_0 - d_1) \tau_a}$$

$$t_2 = 1.75 \cdot \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 \tau_a}{C_1'}} t_1$$

$$t_3 = \frac{C_1'' a}{\sqrt{k}}$$

c_A : 係数で次式による値。ただし、 $0.3 \leq c_A \leq 1.0$ とする。

$$c_A = 3/A$$

A : 当該構造において縦桁により囲まれる荷重が作用する範囲 (m^2) で、次式による

$$A = S \ell$$

p_{SL} : 3.4 の規定による。 (kN/mm^2)

S : 考慮する中心線桁板又は側桁板の心距 (m)

ℓ : 考慮する肋板間の中心線桁板又は側桁板のスパン (m)

d_0 : 考慮する中心線桁板の高さ又は側桁板の高さ (m)

d_1 : 考慮する位置における開口の深さ (m)

H : 次式による値

(a) 桁板に補強されない開口を設ける場合 : $H = 1 + 0.5 \frac{\phi}{\alpha}$

(b) (a)以外の場合 : $H = 1.0$

ϕ : 開口の直径 (m)

α : a と S_1 のうち大きい方の値 (m)

a : 考慮する位置における桁板の深さ (m)。ただし、桁板に水平防撓材を設ける場合、 a は、当該防撓材と船底外板若しくは内底板間の距離 (m) 又は当該防撓材間の距離 (m) とする。

S_1 : 垂直防撓材又は肋板の心距 (m)

C_1' : S_1/a の値に応じ、表 6 により定まる係数。 S_1/a が中間にあるときは、補間法により定める。

C_1'' : S_1/a の値に応じ、表 7 により定まる係数。 S_1/a が中間にあるときは、補間法により定める。

表 6 係数 C_1'

$\frac{S_1}{a}$	0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 以上
C_1'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

表 7 係数 C_1''

$\frac{S_1}{a}$		0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6 以上
C_1''	中心線桁板	4.4	5.4	6.3	7.1	7.7	8.2	8.6	8.9	9.3	9.6	9.7
	側桁板	3.6	4.4	5.1	5.8	6.3	6.7	7.0	7.3	7.6	7.9	8.0

5.4.2 肋板

船首船底部における肋板のネット板厚 (mm) は、船倉内の位置に応じて規定される、次の t_1 , t_2 , t_3 の値のうち、最大となる値以上としなければならない。

$$t_1 = \frac{c_A p_{SL} S \ell}{2(d_0 - d_1) \tau_a}$$

$$t_2 = 1.75 \cdot \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 \tau_a}{C'_2}} t_1$$

$$t_3 = \frac{8.5 S_2}{\sqrt{k}}$$

c_A : 係数で次式による値, ただし $0.3 \leq c_A \leq 1.0$

$$c_A = 3/A$$

A : 当該構造において縦桁により囲まれる荷重が作用する範囲 (m^2) で, 次式による

$$A = S\ell$$

p_{SL} : 3.4 の規定による

S : 考慮する肋板の心距 (m)

ℓ : 考慮する中心線桁板又は側桁板間の肋板のスパン (m)

d_0 : 考慮する位置における肋板の深さ (m)

d_1 : 考慮する位置における開口の深さ (m)

H : 次式による値

a) 実体肋板に補強された開口を設ける場合又は開口が無い場合

1) 補強されないスロットを設ける場合 :

$$H = \sqrt{4.0 \frac{d_2}{S_1} - 1.0}$$

ただし, 1.0 未満としてはならない。

2) 補強されたスロットを設ける場合は, $H = 1.0$ とする。

b) 実体肋板に補強されない開口を設ける場合

1) 補強されないスロットを設ける場合 :

$$H = \left(1 + 0.5 \frac{\phi}{d_0}\right) \sqrt{4.0 \frac{d_2}{S_1} - 1.0}$$

ただし, $1 + 0.5 \frac{\phi}{d_0}$ 以上の値とする

2) 補強されたスロットを設ける場合 :

$$H = 1 + 0.5 \frac{\phi}{d_0}$$

d_2 : 補強されていないスロット深さ (m) で, 肋板の上下に設置されるもののうち, 大きい方の値とする。

S_1 : 垂直防撓材又は桁板の心距 (m)

ϕ : 開口の長径 (m)

a : 考慮する位置における実体肋板の深さ (m)。ただし, 肋板に水平防撓材を設ける場合, a は, 当該防撓材と船底外板若しくは内底板間の距離 (m) 又は当該防撓材間の距離 (m) とする。

S_2 : S_1 と a のうち小さい方の値 (m)

C'_2 : S_1/d_0 の値に応じ, 表 8 により定まる係数。 S_1/d_0 が中間にあるときは, 補間法により定める。

表 8 係数 C'_2

S_1/d_0	0.3 以下	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 以上
C'_2	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

6. 船首材

6.1 棒鋼船首材

6.1.1

満載喫水線下における棒鋼船首材のグロス断面積 (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$A_b = 1.25L_{CSR-B}$$

6.1.2

満載喫水線より上方の棒鋼船首材の断面積は、上端に向かって $0.75A_b$ まで減じて差し支えない。

6.2 鋼板船首材及び球状船首

6.2.1

グロス板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。ただし、 $22\sqrt{k}$ より大きな値とする必要はない。

$$t = (0.6 + 0.4s_B)(0.08L_{CSR-B} + 6)\sqrt{k}$$

s_B : 水平桁、水平ブラケット又はこれと同等の水平防撓部材の心距 (m)

グロス板厚は、4.2 の規定によるネット板厚に 3 章 3 節に規定する腐食予備厚 t_c を加えた値以上としなければならない。

防撓材の寸法は、4.3 の規定により定めなければならない。

6.2.2

満載喫水線より 0.6m 上方の位置から $T+C$ の位置までの範囲において、板厚を $0.8t$ まで漸次減らしても差し支えない。

ここで、 t は 6.2.1 の規定によるグロス板厚とする。

6.2.3

鋼板船首材及び球状船首は、水平ブラケット又は防撓材により補強しなければならない。

7. 船首楼

7.1 一般

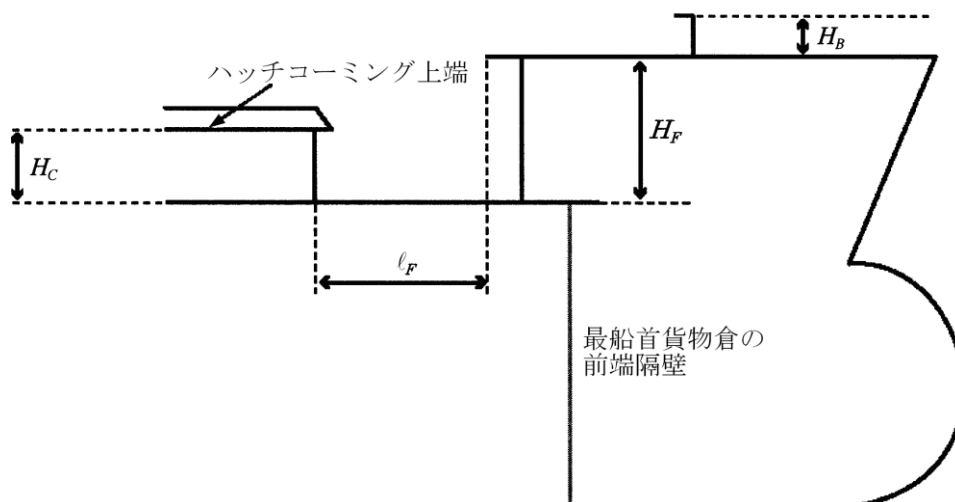
7.1.1

閉閉された船首楼を乾舷甲板の上に設けなければならない。

船首楼の後端壁は、最船首貨物倉の前端隔壁直上又はそれより後方に配置しなければならない。(図 2 参照)

ただし、倉口蓋の開閉のため、船首楼後端壁を最前端貨物倉の前端隔壁直上又はそれよりも後方に位置に配置できない場合であって船首材前面から船首楼後端壁までの水平長さが 1 章 4 節 3.2 に規定する船の乾舷用長さ (L_{LL}) の 7% 以上である場合に限り、船首楼後端壁を最前端貨物倉の前端隔壁より前方に配置することができる。

図 2 船首楼



7.1.2

船首楼高さは、次に定める値以上とすること。

- ・ **1章4節3.18**に規定する船楼の標準高さ
- ・ $H_C + 0.5\text{ m}$, H_C は最船首貨物倉（例えば No.1 貨物倉）の倉口縁材高さ

7.1.3

9章5節6.2.2に規定する最船首貨物倉の前端ハッチコーミングの荷重及び**9章5節7.3.8**に規定する最船首貨物倉ハッチカバー前端の荷重を減じる場合には、船首楼甲板は、その後端と前端ハッチコーミングまでの距離 ℓ_F が次式による以下になるように設けなければならない。

$$\ell_F = 5\sqrt{H_F - H_C}$$

7.1.4

船首楼甲板には、ハッチコーミング及びハッチカバーを保護する目的でブレイクウォータを設けてはならない。その他の目的により設ける場合にあっては、ブレイクウォータは、その後端から船首楼甲板後端までの距離が $H_B/\tan 20^\circ$ 以上となるように設けなければならない。ここで、 H_B はブレイクウォータの高さ（ m ）。（**図2**参照）

2 節 船尾部

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

L_1 : 船の長さ L_{CSR-B} (m) で、200m を超える場合は 200m とする。

L_2 : 船の長さ L_{CSR-B} (m) で、300m を超える場合は 300m とする。

k : 材料係数で 3章1節2.2 の規定による

z_{TOP} : タンク頂部の z 座標 (m)

m : 係数で次の値

$m = 10$ (垂直防撓材及び垂直主要支持部材の場合)

$m = 12$ (その他の防撓材及び主要支持部材の場合)

τ_a : 許容せん断応力 (N/mm^2) で次式による。

$$\tau_a = \frac{R_Y}{\sqrt{3}}$$

s : 防撓材及び主要支持部材の心距 (m) で、スパン中央において曲面の弦に沿って測った長さとする。

ℓ : 防撓材及び主要支持部材のスパン (m) で、支持部材間を曲面の弦に沿って測った長さとする。

(3章6節4.2 及び 5.3 参照)

c_a : 板部材のアスペクト比で次式による。ただし 1.0 より大きい場合は 1.0 とする。

$$c_a = 1.21 \sqrt{1 + 0.33 \left(\frac{s}{\ell}\right)^2} - 0.69 \frac{s}{\ell}$$

c_r : パネルの曲率に関する係数で次式による。ただし、0.4 より小さい場合は 0.4 とする。

$$c_r = 1 - 0.5 \frac{s}{r}$$

r : 曲率半径 (m)

1. 一般

1.1 序

1.1.1

本章の規定は、船尾隔壁より後方の構造及び船尾船底補強部に適用する。

1.1.2

液体貨物を積載しない区画の境界を形成する船尾構造であって、外板以外のものについては、浸水時の面外圧力に対する検討を行わなければならない。これらの寸法は、6章の関連基準により決定しなければならない。

1.2 船尾部と船尾隔壁前方の構造との結合

1.2.1 部材寸法の変化

船尾部の部材寸法と船尾隔壁より前方の部材寸法との差が滑らかになるように、部材寸法を適切に変化させなければならない。この場合、部材寸法が変化する箇所の寸法は、船尾部に対する寸法規定及び船尾隔壁より前方に対する寸法規定のいずれも満足するものとしなければならない。

1.3 ネット寸法

1.3.1

本節で規定するすべての板厚は、3章2節の規定によるネット板厚とし、いかなる腐食予備厚も含まないものとする。グロス板厚については3章2節3の規定によらなければならない。

2. 荷重モデル

2.1 荷重評価点

2.1.1

別に規定する場合を除き、面外圧力は、以下に規定する荷重評価点について算出しなければならない。

- ・ 板部材の場合： [6章1節1.5](#)
- ・ 防撓材の場合： [6章2節1.4](#)

2.2 荷重

2.2.1 非浸水状態における面外圧力

船尾部に対する面外圧力は、次式によらなければならない。

$$p_s + p_w \quad (\text{kN/m}^2)$$

p_s, p_w : 静水圧及び [4章5節](#)の波浪変動圧、又は [4章6節2.](#)の各荷重ケース H, F, R 及び P における液体による静水圧力及び慣性圧力

2.2.2 水圧試験状態における面外圧力

水圧試験状態における面外圧力 p_T は、次式による。

- ・ $p_T = p_{ST} - p_s$ (船底外板及び船側外板の場合)
- ・ $p_T = p_{ST}$ (その他の場合)

p_{ST} : 水圧試験時の圧力で [4章6節4.](#)の規定による。

p_s : 次に規定する圧力。

- ・ 船舶が浮いている状態で水圧試験を行なう場合、設計者が定める試験時の喫水 T_1 について、[4章5節1.](#)に規定する静水圧を考慮しなければならない。
- ・ 船舶が浮いていない状態で試験を行なう場合、 $p_s = 0$ とする。

2.2.3 外板

静水圧及び変動圧は、次に掲げる面外圧力をそれぞれ単独で考慮しなければならない。

- ・ 静水圧と波浪変動圧
- ・ 外板に隣接する区画に積載された乾貨物による静圧及び変動圧。外板に隣接する区画に液体を積載する場合には、外板に作用する静水圧及び波浪変動圧は、当該区画の静的及び動的圧力を減じたものとしなければならない。

2.2.4 外板部材以外の要素

隣接する区画の境界となる要素に考慮すべき静的及び動的圧力は、2つの区画にそれぞれ作用する圧力を別々に考慮しなければならない。

3. 船尾倉

3.1 配置

3.1.1 一般

一般に、船尾倉は、横式構造とする。

3.1.2 肋板

実体肋板を各フレームスペースに設けなければならない。

肋板の高さは、船体形状を考慮の上、適切なものとしなければならない。船尾管が取り付けられる場所については、肋板を少なくとも船尾管の上方まで延長しなければならない。船体形状により肋板を船尾管の上方まで延長できない場合、船尾管の上方の船側肋骨間に、適度な深さを備え、かつ、上縁及び下縁を防撓材で補強した補強板を取り付けなければならない。

舵柱、プロペラ柱及びラダーホーンのある箇所及びそれらの近傍においては、肋板を船尾倉頂部まで延長し、本会が適当と認める板厚に増厚しなければならない。

肋板には、**800mm**を超えない心距で防撓材を設けなければならない。

3.1.3 船側肋骨

船側肋骨は満載喫水線より上方に位置する甲板まで延長しなければならない。

船側肋骨は次の構造方式のいずれかの構造により支持しなければならない。

- ・ 開口を有する非水密ブラットホームであって、ブラットホーム面の面積の 10%以上の面積を備えるもの
- ・ 甲板横桁に固着される船側桁部材によって支持される船側縦桁

3.1.4 ブラットホーム及び船側縦桁

船尾倉内のブラットホーム及び船側縦桁は、当該構造の前方にある構造と同一直線上に配置しなければならない。

船体形状及び交通性の確保のために上記配置が達成できない場合、ブラケットにより船尾部の構造と当該構造の前方にある構造との連続性を確保しなければならない。

船尾倉が、船側を縦式構造とする機関区域と隣接する場合、船尾倉内の船側縦桁にブラケットを設けなければならない。

3.1.5 縦通隔壁

一般に、船尾部上部には、船体中心線上に、各フレームスペースで防撓された非水密の縦通隔壁を設けなければならない。

船尾張出しが大きい場合又は水密隔壁若しくは制水隔壁により分割される区間の最大幅が 20m を超える場合には、追加の縦通制水隔壁を要求することがある。

4. 寸法

4.1 板

4.1.1

板部材のネット板厚は、表 1 及び表 2 による値以上としなければならない。

表 1 最小ネット板厚

最小ネット板厚 (mm)	
船底外板	$5.5 + 0.03 L_{CSR-B}$
船側及びトランサム	$0.85 L_{CSR-B}^{1/2}$
内底板	$5.5 + 0.03 L_{CSR-B}$
強力甲板	$4.5 + 0.02 L_{CSR-B}$
ブラットホーム及び制水隔壁	6.5
水密横置隔壁、水密縦通隔壁	$0.6 L_{CSR-B}^{1/2}$

表 2 ネット板厚

ネット板厚 (mm)	
非浸水状態	$t = 15.8 c_a c_r s \sqrt{\frac{p_s + p_w}{0.9 R_Y}}$
水圧試験状態	$t = 15.8 c_a c_r s \sqrt{\frac{p_T}{1.05 R_Y}}$

4.2 防撓材

4.2.1 一般

本 4.2 の規定は、両端が固定端とみなされる防撓材に適用する。これと異なる境界条件の防撓材の降伏強度評価については、その都度検討しなければならない。

4.2.2

防撓材のネット寸法は、6 章 2 節 2.3 の規定を満足しなければならない。

4.2.3

防撓材のウェブのネット板厚 (mm) は、次の規定による値のうち大きい方の値以上としなければならない。

- ・ $t = 3.0 + 0.015 L_2$
 - ・ 考慮している防撓材の取り付け板の、4.1 の規定によるネット要求板厚の 40 (%) の値
- 防撓材のネット寸法は、6 章 2 節 2.2.2 及び 2.3 の規定によらなければならない。

4.2.4

単一スパンの防撓材のネット寸法は表3の算式による値以上としなければならない。

表3 単一スパンの防撓材のネット寸法

防撓材の種類	ネット断面係数 w (cm^3)	ネットせん断面積 A_{sh} (cm^2)
面外圧力を受ける防撓材	$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$
水圧試験時に水圧を受ける防撓材	$w = \frac{p_T s \ell^2}{1.05mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5p_T s \ell}{1.05\tau_a \sin\phi}$

備考：

ϕ ：防撓材の支点間距離の中央におけるウェブと防撓材が取り付けられる板部材との角度（deg）で、75度未満の場合には修正しなければならない。

4.2.5

マルチスパンの防撓材の最大直応力 σ とせん断応力 τ は、表4に示す基準を満足しなければならない。

マルチスパンの防撓材の最大直応力 σ とせん断応力 τ は、次のことを考慮して直接強度計算により決定しなければならない。

- ・ 静水圧及び波浪変動圧及び力の分布
- ・ 中間支持部材（甲板、ガーダーなど）の数と位置
- ・ 防撓材端部及び中間支持部材端部の固着条件
- ・ スパン中間における防撓材の形状特性

表4 マルチスパンの防撓材の評価基準

条件	非損傷状態	水圧試験状態
直応力	$\sigma \leq 0.9R_Y$	$\sigma \leq 1.05R_Y$
せん断応力	$\tau \leq \tau_a$	$\tau \leq 1.05\tau_a$

4.3 主要支持部材

4.3.1 肋板

肋板のネット板厚（mm）は次式による値以上としなければならない。

$$t = 0.7\sqrt{L_2}$$

4.3.2 船側横桁

船側横桁のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$$

4.3.3 船側縦桁

船側縦桁のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$$

4.3.4 甲板桁部材

甲板桁部材のネット寸法は、表5により定まる値以上の値としなければならない。設計荷重は、2.2に規定する非損傷状態及び水圧試験状態を考慮する。複雑な構造を有する甲板構造にあっては、直接強度計算により寸法を求めて差し支えない。

表 5 甲板桁部材のネット寸法

状態	ネット断面係数 w (cm^3)	ネットせん断面積 A_{sh} (cm^2)
非損傷状態	$w = \frac{(p_s + p_w)s\ell^2}{0.9mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5(p_s + p_w)s\ell}{\tau_a \sin\phi}$
水圧試験状態	$w = \frac{p_T s\ell^2}{1.05mR_Y} 10^3$	$A_{sh} = \frac{5p_T s\ell}{1.05\tau_a \sin\phi}$

備考：

ϕ ： 防撓材の支点間距離の中央におけるウェブと防撓材が取り付けられる板部材との角度 (deg) で、75 度未満の場合には修正しなければならない。

5. 船殻構造とラダーホーンの結合

5.1 船尾構造とラダーホーンとの結合

5.1.1 一般

本 5.1 の規定は、オープンタイプの船尾骨材をラダーホーンに取り付ける場合の船尾構造とラダーホーンの結合部に適用する。

5.1.2 ラダーホーン

ラダーホーンは、溶接及び検査のための交通を十分に確保できるように設計されなければならない。

10 章 1 節 9.2 の規定に適合するラダーホーンの寸法は、ラダーホーンの結合箇所より船内側において、漸次減じることができる。

スロット溶接による結合は認められない。

5.1.3 船殻構造

ラダーホーンと外板の交点と船尾倉頂部との間において、ラダーホーンを支持する船殻構造の垂直範囲は、10 章 1 節 9.2.6 及び 9.2.7 の規定によらなければならない。

外板、肋板、プラットホーム、船側縦桁のようなラダーホーンに接する構造部材、中心線隔壁及びその他構造の板厚は、ラダーホーンの寸法に合わせて適切に増厚しなければならない。

5.2 船尾倉上方の構造配置

5.2.1 船側横桁

ラダーホーンを取り付ける箇所においては、甲板梁と固着する船側横桁を、船尾倉の頂板を形成するプラットホームと暴露甲板との間に設けなければならない。

船側横桁の心距は、次の値以下としなければならない。

- ・ ラダーホーン箇所では、2 フレームスペース
- ・ ラダーホーンの前後部では、4 フレームスペース
- ・ 船尾隔壁近傍では、6 フレームスペース

船側横桁の端部にはブラケットを設けなければならない。また、船尾楼を備える場合、船尾楼内にも船側横桁を配置しなければならない。船尾楼を備えない場合、暴露甲板下方の船側横桁の寸法は、4.3.2 に規定する寸法を適切に増さなければならない。

5.2.2 船側縦桁

船尾倉頂部から暴露甲板までの高さが 2.6 (m) より高く、かつ船側構造が横式構造の場合、1 つ以上の船側縦桁を設けなければならない。船側縦桁は、当該構造より前方の構造に整合させることが望ましい。

6. 船尾骨材

6.1 一般

6.1.1

船尾骨材は、鋳鋼品若しくは鍛鋼品であって中空断面を有するもの又は圧延鋼材を組み立てたものとする。

6.1.2

鋳鋼及び組立船尾骨材は、適切な間隔で水平板により補強しなければならない。

鋳造品にあつては、急激な断面の変化を避けなければならない。また、すべての断面は、適切な丸みを設けなければならない。

6.2 結合

6.2.1 船殻構造との結合

船尾骨材は船尾構造に適切に取り付け、船尾骨材の下部は、竜骨と有効に結合するために、プロペラ柱の前方へ $1500+6 L_{CSR-B}$ (mm) 以上延長しなければならない。ただし、船尾隔壁を超えて延長する必要はない。

船尾骨材と結合する外板のネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 8.5 + 0.045 L_{CSR-B}$$

6.2.2 竜骨との結合

船尾骨材の下部の板厚は、棒鋼竜骨又は平板竜骨の板厚まで、漸次減じることができる。平板竜骨に取り付けられる場合、船尾骨材の下部は、平板竜骨と有効に結合できるよう設計しなければならない。

6.2.3 トランサム内の肋板との結合

舵柱及びプロペラ柱は、二重底高さ以上の高さを持ち、かつ、ネット板厚 (mm) が次式による値以上のトランサム内の肋板と結合しなければならない。

$$t = 9 + 0.023 L_1$$

6.2.4 中心線縦桁との結合

鋳鋼製の船尾骨材にあつては、船尾骨の下部は、中心線縦桁との結合のために、可能な限り縦通のウェブを設けなければならない。

6.3 プロペラ柱

6.3.1 グロス寸法

6.3.2 から **6.3.4** に規定するすべての部材寸法は、腐食予備分を含むグロス寸法とする。(3章2節参照)

6.3.2 プロペラ柱のグロス寸法

プロペラ柱のグロス寸法は、一軸船に対しては**表 6**、二軸船に対しては**表 7**にそれぞれ規定する値以上としなければならない。

プロペラ柱断面の長さ方向の軸周りの断面係数を、**表 6** 又は **表 7** によるプロペラ柱の寸法を用いて算定した値以上とする場合、上記とは異なるプロペラ柱の寸法及び寸法比とすることができる。

6.3.3 プロペラボス下部の断面係数

ソールピースの無いプロペラ柱とする場合、プロペラ柱の断面係数は、プロペラボス下方において、**表 6** 又は **表 7** により算出した寸法の 85% まで漸次減じることができる。

ただし、プロペラ柱の板厚は**表 6** 又は **表 7** の算式による値以上としなければならない。

6.3.4 組み立て式プロペラ柱とプロペラボスとの溶接

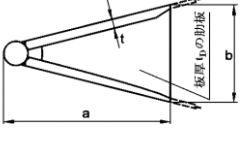
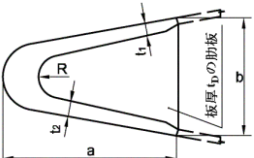
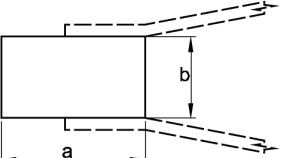
組み立て式プロペラ柱とプロペラボスとの溶接は **11 章 2 節** の規定によらなければならない。

6.4 プロペラボス

6.4.1

一軸船において、プロペラ柱を含むプロペラボスの板厚は、長方形断面を有する方形プロペラ柱に対して **6.3.2** に規定する寸法 “*b*” の 60% 以上としなければならない。

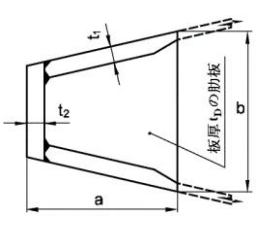
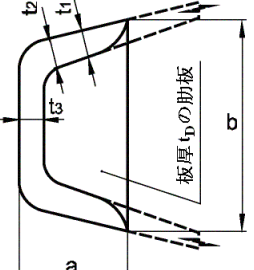
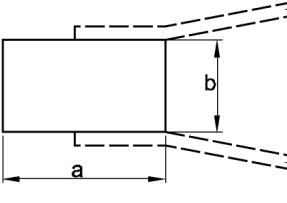
表 6 一軸船の場合のプロペラ柱のグロス寸法

プロペラ柱の グロス寸法 (mm)	組み立て式プロペラ柱	鋳造製のプロペラ柱	方形断面を有する、鋳造又は 鍛製のプロペラ柱
			
a	$50 L_{CSR-B}^{1/2}$	$33 L_{CSR-B}^{1/2}$	$10\sqrt{7.2L_{CSR-B} - 256}$
b	$35 L_{CSR-B}^{1/2}$	$23 L_{CSR-B}^{1/2}$	$10\sqrt{4.6L_{CSR-B} - 164}$
$t_1^{(1)}$	$2.5 L_{CSR-B}^{1/2}$	$\text{Max}(3.2 L_{CSR-B}^{1/2}, 19)$	-
$t_2^{(1)}$	-	$\text{max}(4.4 L_{CSR-B}^{1/2}, 19)$	-
t_D	$1.3 L_{CSR-B}^{1/2}$	$2.0 L_{CSR-B}^{1/2}$	-
R	-	$50 L_{CSR-B}^{1/2}$	-

備考：

(1) プロペラ柱の板厚 t_1 及び t_2 は、 $0.05 L_{CSR-B} + 9.5$ (mm) 以上としなければならない

表 7 二軸船の場合のプロペラ柱のグロス寸法

プロペラ柱の グロス寸法 (mm)	組み立て式プロペラ柱	鋳造製のプロペラ柱	方形断面を有する、鋳造又は 鍛製のプロペラ柱
			
a	$25 L_{CSR-B}^{1/2}$	$12.5 L_{CSR-B}^{1/2}$	$2.4 L_{CSR-B} + 6$
b	$25 L_{CSR-B}^{1/2}$	$25 L_{CSR-B}^{1/2}$	$0.8 L_{CSR-B} + 2$
$t_1^{(1)}$	$2.5 L_{CSR-B}^{1/2}$	$2.5 L_{CSR-B}^{1/2}$	-
$t_2^{(1)}$	$3.2 L_{CSR-B}^{1/2}$	$3.2 L_{CSR-B}^{1/2}$	-
t_3	-	$4.4 L_{CSR-B}^{1/2}$	-
t_D	$1.3 L_{CSR-B}^{1/2}$	$2.0 L_{CSR-B}^{1/2}$	-

備考：

(1) プロペラ柱の板厚 t_1 , t_2 , t_3 は、 $0.05 L_{CSR-B} + 9.5$ (mm) 以上としなければならない。

6.5 船尾管

6.5.1 船尾管

船尾管の板厚は本会の適当と認めるところによる。ただし、いかなる場合でも、船尾骨材に隣接する船側外板の厚さ未満としてはならない。

船尾管と船尾骨材に隣接する外板に使用する材料が異なる場合には、船尾管の厚さは少なくとも外板の厚さと同等にしなければならない。

3 節 機関区域

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

k : 材料係数で、3章1節2.2の規定による。

P : 機関の連続最大出力 (kW)

n_r : 毎分回転数で、連続最大出力 P における値

L_E : 機関をボルトにより台座に据え付けるために必要な台板の有効長さ (m) で、機関製造者により規定される。

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節の規定は、機関室構造の一般的な強度要件である構造配置及び寸法に適用する。これらの規定は、造船所が遵守しなければならない機関製造者による要件に代わるものではない。

1.2 寸法

1.2.1 ネット寸法

3章2節に規定するように、本節で規定するすべての板厚は、ネット板厚とし、いかなる腐食予備厚も含まないものとする。

グロス板厚については3章2節3.1の規定による。

1.2.2 一般

本節において別に規定する場合を除き、機関室内の板部材、防撓材及び主要支持部材の寸法は、6章の関連基準によらなければならない。

最小板厚の要件については、本節の規定を適用する。

1.2.3 主要支持部材

主要支持部材の配置及び寸法は、本節の規定に代えて、直接強度計算により決定することができる。この場合、設計者は、本会の承認を得るために必要な資料を提出しなければならない。

本会が必要と認める場合、直接強度計算を要求する場合がある。

1.3 機関室とその前後に位置する構造物との結合部

1.3.1 部材寸法の変化

機関室内の部材寸法とその前後部における部材寸法との差が滑らかになるように、部材寸法を適切に変化させなければならない。この場合、部材寸法が変化する箇所の寸法は、機関室内に対する寸法規定及びその前後部に対する寸法規定のいずれも満足するものとしなければならない。

1.3.2 機関室と貨物区域間の遷移域

機関室と最船尾貨物倉間における遷移域においては、フラット、甲板、水平リング又は貨物倉に接続する船側縦桁のような機関室内の主要縦通部材、並びに機関室内に接続する縦通隔壁（内殻板、ビルジホップタンク及びトップサイドタンク）に対し、構造の連続性を考慮しなければならない。

これらの構造部材が、貨物倉の横隔壁前後部で縦通部材と同一直線上に位置する場合、構造の連続性は、トップサイドタンク及びビルジホップタンク又は機関室内に設ける適切なブラケットにより達成されなければならない。

1.3.3 甲板の不連続性

機関室内で甲板が断続する場合、甲板の連続性は、船側に設けられる水平のブラケットによって確保されなければならない。

2. 二重底

2.1 配置

2.1.1 一般

機関室が船尾倉の直前にある場合、一般に、二重底は横式構造としなければならない。それ以外の場合、横式又は縦式構造のいずれとしても差し支えない。

2.1.2 二重底高さ

機関室の位置に関わらず、中心線における二重底高さは、**3章6節6.1**に規定する値以上としなければならない。主機台の形式及び高さに応じて、この高さを上記より高くしなければならないことがある。

機関室が特に大きい場合及び最も低いバラスト喫水と満載喫水との差が大きい場合、造船所は上記高さを増やさなければならない。

機関室の二重底高さが隣接区域の二重底高さと異なる場合、船長方向の十分な範囲にわたって内底板に傾斜をつけることにより、縦通部材の構造的連続性を確保しなければならない。傾斜した内底板のナックル部には、肋板を設けなければならない。

2.1.3 中心線桁板

一般に、中心線桁板に開口を設けてはならない。二重底への交通及びメンテナンスのためにどうしても必要な場合、中心線桁板にマンホール用の開口を設けることを認める。この場合、当該開口箇所は、局部的に補強しなければならない。

2.1.4 側桁板

二重底構造の剛性を十分なものとするために、側桁板の数を、隣接区域より増やさなければならない。側桁板は、機関室に隣接する区域内のいずれかの船底縦通防撓材と連続させ、一般に、その心距を縦通防撓材の心距の3倍以下とし、いかなる場合も $3m$ を超えてはならない。

2.1.5 主機台箇所の側桁板

主機台箇所には、側桁板を追加しなければならない。

主機台箇所に設ける側桁板は、機関室の全長にわたって延長しなければならない。

船底縦桁は、船底形状を考慮して可能な限り延長させ、その両端については、肋板及び横式の主要支持部材により支持しなければならない。

機関室の前部隔壁の前部において、一般に、桁板は少なくとも3フレームスペースの長さを使って滑らかにし、船殻構造に有効に結合されなければならない。

2.1.6 縦式構造二重底における肋板

二重底を縦式構造とする場合、肋板の心距は次の値以下としなければならない。

- ・ 主機及びスラスト受台箇所では1肋骨心距。
- ・ 機関室の他の区域において2肋骨心距。

他の重要な機関設備の設置箇所には、追加の肋板を設けなければならない。

2.1.7 横式構造の二重底の肋板

横式構造の二重底には、肋板をフレームスペースごとに設けなければならない。ボイラの支持台又は他の重要な機関設備の設置箇所には、追加の肋板を設けなければならない。

2.1.8 肋板の防撓材

3章6節の規定に加え、肋板には、約 $1m$ 以内の間隔で、両端部をスニップとする防撓材を設けなければならない。

防撓材の断面係数は**6章2節4.1.2**に規定する値の1.2倍以上としなければならない。

2.1.9 マンホール及びウェル

台近傍及び隣接区域に位置する肋板のマンホールの個数及び寸法は、二重底への交通及びメンテナンスに必要な最小限のものとしなければならない。

マンホールの深さは、一般にそれが設けられる肋板の深さの40%以下としなければならない。マンホールは、深さ $750mm$ 未満、幅約 $400mm$ としなければならない。

一般に、マンホールの縁は面材で補強しなければならない。面材で補強できない場合、マンホールの両側に平鋼を取りつけて補強しなければならない。

機関室の後部隔壁近傍に位置するウェル周辺の内底板に、取り外し式の多孔板を有するマンホールを取り付けなければならない。

排水路は、排水路の後端に位置するウェルに通じるよう配置されなければならない。

2.2 最小板厚

2.2.1

内底板、肋板及び桁部材のウェブのネット板厚は、表 1 に示す値以上としなければならない。

表 1 二重底の内底板、肋板及び桁部材のウェブの最小ネット板厚

部材	最小板厚 (mm)
内底板	$6.6 + 0.024L_{CSR-B}$ 本会が必要と認める場合、主機台及びスラスト受台付近の内底板の増厚を要求することがある。
縁板	$0.9 L_{CSR-B}^{1/2} + 1$
中心線桁	$1.55 L_{CSR-B}^{1/3} + 3.5$
肋板及び側桁	$1.7 L_{CSR-B}^{1/3} + 1$
ダクトキールを構成する縦桁	$0.8 L_{CSR-B}^{1/2} + 2.5$, 中心線桁板の要求値以上とする。

3. 船側

3.1 配置

3.1.1 一般

一般に、機関室の船側の構造形式は、隣接区域における船側の構造形式と同一にしなければならない。

3.1.2 機関室内の船体縦式構造の範囲

機関室を船尾に備える船舶であって、船側を縦式構造とする場合、縦通部材は、機関室の全長にわたって延長することが望ましい。

縦通部材が、機関室の前部隔壁から後方に、機関室長さの少なくとも 0.3 倍の長さの範囲まで縦通部材を延ばさなければならない。この場合、縦式構造と横式構造との間の急激な構造的不連続を避けなければならない。

3.1.3 船側横桁

船側横桁は、肋板と同一線上に配置しなければならない。船側横桁は、機関室囲壁の前端及び後端の箇所に配置することが望ましい。

縦式構造における船側横桁の心距は、4 フレームスペース以下としなければならない。

横式構造における船側横桁の心距は、5 フレームスペース以下としなければならない。この場合、船側横桁のウェブ高さ及び断面係数は、隣接する船側肋骨のそれぞれ 2 倍及び 4 倍以上としなければならない。

防撓材の寸法を本会が適当と認める値まで増加する場合、船側横桁の心距を上記より大きい値とすることができる。

4. プラットホーム

4.1 配置

4.1.1 一般

機関室におけるプラットホームの位置及び範囲は、隣接船殻構造区域内のプラットホーム及び船側縦桁と構造の連続性を保つとともに、船側縦通肋骨とも構造の連続性が保てるよう配置しなければならない。

4.1.2 プラットホームの横桁

一般に、プラットホームの横桁は、船側又は縦通隔壁の横桁に隣接して設けなければならない。縦式構造のプラットホームにあっては、プラットホームの横桁の心距は 4 フレームスペース以下としなければならない。

4.2 最小板厚

4.2.1

プラットホームのネット板厚は **6.5mm** 以上としなければならない。

5. 梁柱

5.1 配置

5.1.1 一般

機関室の梁柱は、機関及び上部船楼から伝達される集中荷重並びに主機及び補機の位置の両方を考慮して配置しなければならない。

5.1.2 梁柱

梁柱は、次に掲げる位置に設けなければならない。

- ・ 機関室囲壁隅部及びプラットホームの大開口隅部。当該箇所に設ける代わりに、2本の梁柱を開口端部の中心線上に1本ずつ取付けてもよい。
- ・ プラットホーム横桁と縦桁との交差部
- ・ 船楼の横及び縦通隔壁近傍

通常、梁柱には、その両端にブラケットを取付けなくてはならない。

5.1.3 梁柱隔壁

一般に、上甲板直下の甲板間に取り付けられる梁柱として機能する隔壁（以下、「梁柱隔壁」という。）は、船楼内の耐荷隔壁近傍に配置しなければならない。

縦通する梁柱隔壁は、機関室の前部及び後部の隣接区域内の主要縦通船殻構造と連続性を確保しなければならない。

梁柱隔壁の寸法は、**6.3**に規定する機関室囲壁隔壁に対する寸法以上としなければならない。

6. 機関室囲壁

6.1 配置

6.1.1 防撓材の心距

縦通隔壁及び横置隔壁には、次の規定する心距で防撓材を配置しなければならない。

- ・ 縦通隔壁： フレームスペース
- ・ 横置隔壁： 約 **750mm**

波浪荷重が作用する囲壁部分に設ける防撓材の配置間隔については、本会の適当と認めることによる。

6.2 開口

6.2.1 一般

6節6の規定に適合する全ての機関室開口は、最も高い開放甲板まで鋼製の囲壁で閉囲されなければならない。囲壁は、甲板梁及び縦桁の両端にある梁柱により補強されなければならない。

大きな開口を有する場合、甲板梁の連続性を保つためのクロスタイの設置を要求することがある。

採光及び換気用の天窗には、次の値以上の高さを有するコーミングを設けなければならない。

- ・ 第1位置の場合： **900 mm**
- ・ 第2位置の場合： **760 mm**

6.2.2 戸

囲壁へ交通するための戸は、**6節6.2**の規定に適合しなければならない。

6.3 寸法

6.3.1 板部材及び防撓材

板部材及び防撓材のネット寸法は、**9章4節**の規定により求めた寸法以上としなければならない。

6.3.2 最小板厚

隔壁のネット板厚は次の規定による値以上としなければならない。

- ・ 貨物倉に隣接する隔壁： **5.5 mm**
- ・ 居住区画に隣接する隔壁： **4 mm**

7. 主機台

7.1 配置

7.1.1 一般

据付台（主機台及びスラスト受台）の寸法は，機関の重量及び出力並びに推進装置によって伝達される静荷重及び変動荷重に対し十分なものとしなければならない。

7.1.2 台支持構造

据付台を支持する横及び縦部材は，それぞれ肋板及び二重底又は単底の桁板と同一直線上に設けなければならない。これらの部材は，不連続性を避けるよう配置されなければならない。また，継手の溶接並びに検査及びメンテナンスのために十分な交通性を確保するよう配置されなければならない。

7.1.3 二重底構造と一体化した据付台

高出力内燃機関又はタービンが据え付けられる場合，据付台は二重底構造と一体化したものとしなければならない。据付台の台板を支える桁は，二重底の桁板と同一直線上に配置し，スラスト受台用桁を構成するために船尾に延長しなければならない。

据付台箇所は，台板から船底外板まで連続させなければならない。

7.1.4 二重底より上方にある据付台

据付台が二重底板より上方に位置する場合，据付台箇所の桁板は，一般に，船体の中心及び船側の両方へ向けて延長する面材付ブラケットをフレームスペースごとに設けなければならない。

二重底板より上方にある据付台の延長は，台板ボルト取付けのための十分な空間を確保するものとするが，可能な限り制限しなければならない。ボルト穴は，それらが台構造に影響を与えないよう配置されなければならない。

7.1.5 単底構造における据付台

機関室内に単底構造を有する船舶では，据付台を肋板より上方に配置し，また，肋板及び据付台の下方に位置する桁に十分に固着しなければならない。

7.1.6 機関台に隣接する桁の数

少なくとも 2 条の桁板を主機関台箇所に設けなければならない。

次の 3 つの条件を満足する場合のみ，1 条の桁板とすることができる。

$$L_{CSR-B} < 150 \text{ m}$$

$$P < 7100 \text{ kW}$$

$$P < 2.3 \text{ } n_r \text{ } L_E$$

7.2 最小寸法

7.2.1

内燃機関台箇所の構造部材のネット寸法は表 2 の算式より算定しなければならない。ただし，機関特性及び機関室配置等を考慮した，台板の許容剛性に関する情報が提供される場合，機関製造者により台板のネット断面積を決定して差し支えない。

表 2 機関台箇所 の 構造部材 の 最小寸法

対象寸法	最小寸法
台板のネット断面積 (cm^2)	$40 + 70 \frac{P}{n_r L_E}$
台板のネット板厚 (mm)	2 条以上の桁板に支持される台板 $\sqrt{240 + 175 \frac{P}{n_r L_E}}$ 1 条の桁板に支持される台板 $5 + \sqrt{240 + 175 \frac{P}{n_r L_E}}$
機関台箇所の桁板のウェブのネット板厚の総計 (mm)	2 条以上の桁板に支持される台板 $\sqrt{320 + 215 \frac{P}{n_r L_E}}$ 1 条の桁板に支持される台板 $\sqrt{95 + 65 \frac{P}{n_r L_E}}$
機関台箇所の肋板のウェブのネット板厚 (mm)	$\sqrt{55 + 40 \frac{P}{n_r L_E}}$

4 節 船楼及び甲板室

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

- L_2 : 船の長さ L_{CSR-B} (m)。ただし、300m を超える場合は 300m とする。
- p_D : 甲板に作用する面外圧力 (kN/m^2) で、3.2.1 の規定による。
- p_{SI} : 船楼の側部に作用する面外圧力 (kN/m^2) で、3.2.3 の規定による。
- k : 材料係数で 3章1節2.2 の規定による。
- s : 防撓材の心距 (m) で、スパン中央において曲面の弦に沿って測った長さとする。
- ℓ : 防撓材のスパン (m) で、支持部材間を測った長さとする。(3章6節4.2 参照)
- c : 係数で、次の規定による。
 両端又は片端が単純支持の梁、桁板及び横部材の場合 : $c = 0.75$
 上記以外の場合 : $c = 0.55$
- m_a : 係数で次式による。

$$m_a = 0.204 \frac{s}{\ell} \left[4 - \left(\frac{s}{\ell} \right)^2 \right], \text{ ただし, } \frac{s}{\ell} \leq 1 \text{ とする。}$$

1. 一般

1.1 定義

1.1.1 船楼

船楼の定義は 1章4節3.12.1 による。

1.1.2 甲板室

甲板室の定義は 1章4節3.15.1 による。

1.1.3 長い甲板室

長い甲板室とは、中央部 $0.4 L_{CSR-B}$ 間の甲板室であって、その長さが $0.2 L_{CSR-B}$ を超えるものをいう。長い甲板室の強度については、特別に考慮しなければならない。

1.1.4 短い甲板室

短い甲板室とは、1.1.3 の規定する甲板室以外の甲板室のことをいう。

1.1.5 有効でない船楼

本節においては、中央部 $0.4 L_{CSR-B}$ 間の前後の船楼又は $0.15 L_{CSR-B}$ より短い全ての船楼は、有効でない船楼とする。

1.1.6 防熱された煙突

防熱された煙突の寸法については、甲板室の規定によらなければならない。

1.1.7 有効な船楼

有効な船楼とは、1.1.5 に規定する定義に該当しない船楼をいう。

1.2 グロス寸法

1.2.1

4.及び5.で考慮するすべての部材寸法については、腐食予備寸法を含むグロス寸法とする。(3章2節参照)

2. 配置

2.1 船楼端部の補強

2.1.1

中央部 $0.4 L_{CSR-B}$ 間に位置する船楼端隔壁箇所における、船側外板から $0.1B$ までの位置にある強力甲板、舷側厚板及び船楼側部の外板のグロス板厚は、表1の規定する割合で増厚しなければならない。

増厚する範囲は、船楼後端隔壁から 4 フレームスペース後方の位置から船楼前端隔壁から 4 フレームスペース前方の位置までとしなければならない。

表 1 補強の割合

船楼の種類	強力甲板及び舷側厚板	船楼側部の外板
有効な船楼	30 %	20 %
有効でない船楼	20 %	10 %

2.1.2

中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間の強力甲板下にある桁板は、縦壁と一直線上となるよう取り付けなければならない。取り付ける範囲は、縦壁の端から少なくとも 3 フレームスペース分の箇所まで延長しなければならない。

桁板と縦壁の重なる箇所の長さは、少なくとも 2 フレームスペース分としなければならない。

2.2 防撓部材の取り付け

2.2.1 甲板梁の取り付け

甲板の横置梁は、**3章6節**の規定を満足するブラケットにより船側肋骨に固着しなければならない。

縦通壁又は縦桁を横切る甲板梁は、縦通壁の防撓材又は縦桁のウェブにブラケットを取り付けることなく溶接することができる。

2.2.2 甲板縦桁及び横桁の取り付け

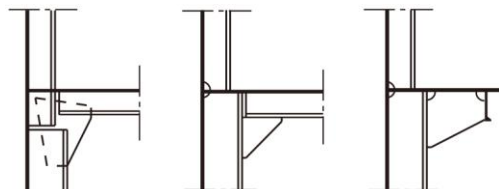
隔壁における縦桁端部は、縦曲げモーメント及びせん断力が有効に伝達できる十分な寸法としなければならない。桁部材の下方の隔壁防撓材は、十分に桁部材を支持できる寸法としなければならない。

面材は **3章6節**の規定によるトリッピングブラケットで防撓しなければならない。断面が左右対称となる桁部材にあつてはウェブの両側にトリッピングブラケットを交互に設けなければならない。

2.2.3 船楼肋骨の端部の取り付け

船楼肋骨はその下方の特設肋骨又は甲板に固着しなければならない。端部の取り付けは、**図1**による。

図 1 船楼肋骨の端部の取り付け



2.3 船楼及び甲板室の横部材

2.3.1

船楼及び甲板室の横部材は、隔壁端部、特設肋骨、船室の鋼製壁及び囲壁等の配置又は、他の適切な方法により波を考慮して、十分な寸法としなければならない。

2.4 閉囲船楼に設ける開口

2.4.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg. 12(1))

閉囲された船楼の端部隔壁のすべての出入り口は、枠を有する風雨密戸を恒久的に隔壁に取り付け、かつ、隔壁全体の構造が開口のない隔壁と同等の強度を有するよう防撓され、かつ、配置されなければならない。これらの戸は、隔壁の両側から操作することができるものとしなければならない。

2.4.2 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg. 12(3))

閉囲された船楼の端部における隔壁の出入口の敷居の甲板上面上の高さは、少なくとも 380mm としなければならない。

2.4.3

船楼甲板及び乾舷甲板上の甲板室（昇降口周りの甲板室）のすべての開口は、有効な風雨密閉鎖装置で保護しなければならない。

3. 荷重モデル

3.1 荷重評価点

3.1.1

別に規定する場合を除き、面外圧力は、以下に規定する荷重評価点について算出しなければならない。

- ・ 板部材の場合： [6章1節1.5](#)
- ・ 防撓材及び主要支持部材の場合： [6章2節1.4](#)

3.2 荷重

3.2.1 甲板荷重

船楼及び甲板室に対する面外圧力 p_D (kN/m^2) は、次によらなければならない。

- ・ 暴露甲板の場合、[4章5節2.1](#)の規定による外圧 p_D
- ・ 非暴露甲板の場合、 $5kN/m^2$

3.2.2 暴露した操舵室頂部の荷重

暴露した操舵室頂部に対する面外圧力 p (kN/m^2) は、[4章5節3.2](#)の規定により算定しなければならない。

3.2.3 船楼側部外板の荷重

船楼側部外板に対する面外圧力 p_{SI} (kN/m^2) は、[4章5節3.3](#)の規定により算定しなければならない。

4. 寸法

4.1 有効でない船楼の側部外板

4.1.1

有効でない船楼の側部外板のグロス板厚 (mm) は、次の2つの算式による値のうちの大きい方の値以上としなければならない。

$$t = 1.21s\sqrt{kp_{SI}} + 1.5$$

$$t = 0.8\sqrt{kL_{CSR-B}}$$

4.2 有効でない船楼の甲板

4.2.1

有効でない船楼の甲板のグロス板厚 (mm) は、次の2つの算式による値のうちの大きい方の値以上としなければならない。

$$t = 1.21s\sqrt{kp_D} + 1.5$$

$$t = (5.5 + 0.02L_{CSR-B})\sqrt{k}$$

ただし、 L_{CSR-B} が 200 m を超える場合は、 L_{CSR-B} の値は 200 m とする。

4.2.2

乾舷甲板上の有効でない船楼の上部に船楼が追加して配置される場合、有効でない船楼の甲板のグロス板厚は、[4.2.1](#)のよる板厚を10%減じた値として差し支えない。

4.2.3

甲板が被覆材で保護されている場合には、[4.2.1](#) 及び [4.2.2](#) に規定する船楼甲板のグロス板厚を 1.5 mm 減じた値として差し支えない。ただし、いかなる場合も 5 mm 以上としなければならない。

木材以外の被覆材が用いられる場合、被覆材は鋼甲板に無害のものでなければならない。

被覆材は甲板に有効に張らなければならない。

4.3 甲板梁及び甲板を支持する構造部材

4.3.1 甲板の横置梁及び縦通防撓材

甲板の横置梁及び縦通防撓材の断面係数 w (cm^3) 及びせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = ckp_D s \ell^2$$

$$A_{sh} = 0.05(1 - 0.817m_a)kp_D s \ell$$

4.3.2 甲板縦桁及び横桁

甲板縦桁及び甲板横桁の断面係数 w (cm^3) 及びせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = ckp_D e \ell^2$$

$$A_{sh} = 0.05kp_D e \ell$$

e : 荷重が作用する範囲の幅で、隣接する支持されない両板の中央の点を結ぶ距離 (m)

桁深さは $\ell/25$ 以上としなければならない。桁に連続する甲板梁を通すためにスロットを設ける場合、桁のウェブ深さは少なくとも甲板梁の深さの 1.5 倍にしなければならない。

桁の断面係数が長さ方向に一様でない場合、支持材の位置では大きい寸法のものとし、小さい方の寸法の箇所まで滑らかに減じなければならない。

4.4 船楼肋骨

4.4.1 断面係数及びせん断面積

船楼肋骨の断面係数 w (cm^3) 及びせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = 0.55kp_{SI}s\ell^2$$

$$A_{sh} = 0.05(1 - 0.817m_a)kp_{SI}s\ell$$

4.4.2

肋骨が縦式構造の甲板に支持されている場合には、特設肋骨間に取り付けられる肋骨は、隣接する縦通防撓材とブラケットで固着しなければならない。ブラケットの寸法は、肋骨の断面係数に基づき、**3章6節**の規定により算定しなければならない。

4.4.3

船楼上に追加して配置された船楼又は甲板室下方の肋骨の寸法は、本会が必要と認める場合、補強しなければならない。

4.5 短い甲板室の甲板

4.5.1 板

短い甲板室の暴露甲板の板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 8s\sqrt{k} + 1.5$$

被覆材により保護されている短い甲板室の暴露甲板及び甲板室内の甲板にあつては、グロス板厚を 1.5 mm 減じた値として差し支えない。ただし、いかなる場合も 5 mm 以上としなければならない。

4.5.2 甲板梁

甲板梁及び甲板を支持する構造部材の寸法は、**4.3**の規定により算定しなければならない。

5. 船楼及び甲板室の端部隔壁

5.1 適用

5.1.1

5.2 及び **5.3** の規定は、船楼及び甲板室の端部隔壁であつて、**9章6節**に規定する開口及び居住区を保護するものに適用する。

5.2 荷重

5.2.1

設計荷重 p_A (kN/m^2) は **4章5節3.4**の規定により算定しなければならない。

5.3 寸法

5.3.1 防撓材

防撓材の断面係数 w (cm^3) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = 0.35kp_{AS}\ell^2$$

最下層 (第1層目) の防撓材のウェブが甲板に適切に溶接されなければならない。端部が他の固着方法の場合には、特別に考慮しなければならない。

甲板室側部の防撓材の断面係数は、当該防撓材の心距及びスパンを、直下にある甲板の船側肋骨と同じとした場合における断面係数を超える必要はない。

5.3.2 板厚

グロス板厚 (mm) は次の算式による値のうち、最大の値以上としなければならない。

$$t = 0.9 s \sqrt{k p_A} + 1.5$$

$$t_{\min} = \left(5.0 + \frac{L_2}{100} \right) \sqrt{k} \text{ (最下層の場合)}$$

$$t_{\min} = \left(4.0 + \frac{L_2}{100} \right) \sqrt{k} \text{ (最下層以外の場合, ただし } 5.0 \text{ mm 以上とする。)}$$

5 節 ハッチカバー

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

p_s : 4.1 に規定する静水压 (kN/m^2)

p_w : 4.1 に規定する波浪変動圧 (kN/m^2)

p_c : 6.2 に規定するハッチコーミングに作用する圧力 (kN/m^2)

F_s, F_w : 係数で、次による。

バラスト兼用倉のハッチカバーに作用するバラスト荷重の場合：

$$F_s = 0 \text{ 及び } F_w = 0.9$$

その他の場合： $F_s = 1.0$ 及び $F_w = 1.0$

s : 考慮するパネルの短辺の長さ (m)

ℓ : 考慮するパネルの長辺の長さ (m)

b_P : 3. に規定する防撓材又は主要支持部材を取り付けた板の有効幅 (m)

w : 防撓材及び主要支持部材のネット断面係数 (cm^3) で、有効幅 b_P の板を含む。

A_{Sh} : 3章2節の規定により算出する防撓材及び主要支持部材のネットせん断面積 (cm^2)

m : 防撓材及び主要支持部材の境界条件に関する係数で、次による。

防撓材又は主要支持部材において両端が単純支持の場合又は一端が支持で他端が固定の場合： $m = 8$

防撓材又は主要支持部材において両端が固定の場合： $m = 12$

t_c : 1.4 に規定する腐食予備厚 (mm)

σ_a, τ_a : 1.5 に規定する許容応力 (N/mm^2)

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節の 1. から 8. の規定は、1章4節 3.20 に規定する第1位置及び第2位置の暴露甲板に設置する鋼製ハッチカバーに適用する。

9. の規定は、船の長さの前端から $0.25L_{CSR-B}$ 位置より前方の暴露甲板に設置される小型のハッチカバーに適用する。

1.2 材料

1.2.1 鋼

5. に規定する算式は、鋼製ハッチカバーに適用する。

鋼製ハッチカバーの構造に使用する材料については、K編の規定によるものとしなければならない。

1.2.2 その他の材料

鋼以外の材料については、個々の事例において、鋼製ハッチカバーと同等の強度及び剛性を備えることが確認される場合、その使用を認めることがある。

1.3 ネット寸法

1.3.1

本節におけるすべての構造寸法は、別に規定する場合を除き、ネット寸法とし、いかなる腐食予備厚も含まないものとする。

5.3 及び 5.4 による応力 σ 及び τ の算出においては、ネット寸法を用いなければならない。

グロス寸法は 3章2節により決定する。

腐食予備厚は 1.4 による。

1.4 腐食予備厚

1.4.1 腐食予備厚

鋼製ハッチカバーの板部材及び内部構造材において考慮すべき腐食予備厚は、表 1 による値とする。
ハッチコーミング及びハッチコーミングステイの腐食予備厚については、3 章 3 節による。

表 1 鋼製ハッチカバーの腐食予備厚 t_c

腐食予備厚 t_c (mm)	
単板構造のハッチカバーの板部材及び内部構造材	2.0
二重張構造のハッチカバーの頂板及び底板	2.0
二重張構造のハッチカバーの内部構造材	1.5

1.5 許容応力

1.5.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.15(6) & 16(5))

許容応力 σ_a 及び τ_a (N/mm^2) は表 2 によらなければならない。

表 2 許容応力 (N/mm^2)

ハッチカバーの種類	考慮する荷重	σ_a (N/mm^2)	τ_a (N/mm^2)
風雨密ハッチカバー	4 章 5 節 5.2.1 に規定する外圧	0.80 R_{eH}	0.46 R_{eH}
ポンツーンハッチカバー		0.68 R_{eH}	0.39 R_{eH}
風雨密ハッチカバー 及びポンツーンハッチカバー	4 章 5 節 5.1.1 及び 4 章 6 節 2 に規定するその他の荷重	0.90 R_{eH}	0.51 R_{eH}

2. 配置

2.1 ハッチコーミングの高さ

2.1.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.14(1, 1))

ハッチコーミングの甲板上的の高さは次の値以上としなければならない。

- 第 1 位置： 600 mm
- 第 2 位置： 450 mm

2.1.2 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.14(1, 2))

ガスケット及び締付け装置を備えるハッチカバーにより閉鎖するもので、いかなる海象条件においても船舶の安全性を損ねることが無いと本会が認める場合にあっては、第 1 位置及び第 2 位置のハッチコーミングの高さを 2.1.1 に規定する値より減じるか又はコーミングを省略するかして差し支えない。

この場合、ガスケット、締付け装置の配置及び排水設備については、本会の適当と認めることによる。

2.1.3

締付け装置の種類にかかわらず、閉固された船楼内に設けるハッチコーミングについては、コーミング高さを減じるか又はコーミングを省略して差し支えない。

2.2 ハッチカバー

2.2.1

暴露甲板上的のハッチカバーは風雨密としなければならない。

閉固された船楼内に設けるハッチカバーは風雨密とする必要は無いが、バラストタンク、燃料油タンク及びその他のタンクに設けるハッチカバーは水密としなければならない。

2.2.2

ハッチカバーの防撓材及び桁部材は、実際的な場合、ハッチカバー全長及び全幅にわたり連続構造としなければならない。これが実際的でない場合については、防撓材端部はスニップ固着としてはならず、十分に荷重を伝達できる配置としなければならない。

2.2.3

防撓材に平行な桁部材の心距は、支点間距離の 1/3 以下としなければならない。

2.2.4

桁部材の支点間距離が 3.0m を超える場合、当該桁部材の面材の幅はウェブの深さの 40%以上としなければならない。ただし、有効なトリッピングブラケットを設ける場合については、これを支点とみなして差し支えない。

面材の張り出し幅は、面材のグロス板厚の 15 倍以下としなければならない。

2.2.5

ハッチカバー上に貨物を積載する場合、積載貨物による船長方向及び船幅方向の荷重に対してハッチカバーの移動を防止する効果的な移動防止装置を設けなければならない。この移動防止装置は、ハッチコーミングのブラケット上に配置しなければならない。

2.2.6

蓋板の支材は、その支面の幅を 65mm 以上としなければならない。

2.3 ハッチコーミング**2.3.1**

コーミング、防撓材及びブラケットは、ハッチカバー上の貨物による荷重と同様に、ハッチカバーの固縛及び開閉のために必要な締付け装置及び開閉装置による局所荷重に対しても耐え得る構造としなければならない。

2.3.2

前方にある倉口においては、船首側のハッチエンドコーミングの強度及び締付け装置の寸法については、特別の考慮を払わなければならない。

2.3.3

ハッチサイドコーミングは、少なくとも倉口端横桁の位置まで延ばさなければならない。

- ・ ハッチサイドコーミングを連続した甲板縦桁の直上に取り付けない場合、ハッチサイドコーミングの下端は倉口部を超えて少なくとも 2 フレームスペース分延長しなければならない。
- ・ 連続した甲板縦桁の一部となるハッチサイドコーミングの寸法は、**6章4節**の規定によらなければならない。

2.3.4

甲板下のハッチエンドコーミングの同一面内にウェブフレーム又は同等の構造を設けなければならない。ハッチエンドコーミングの直下には倉口端横桁を設け、当該横桁をウェブフレームに固着しなければならない。

2.4 小倉口**2.4.1**

小倉口のハッチコーミングの高さは、第 1 位置で 600mm 以上、第 2 位置で 450mm 以上としなければならない。

ガasket及び締付けボルトにより風雨密を確保するヒンジ式ハッチカバーを備える場合、ハッチコーミングについては、コーミングの高さを減じるか又はコーミングを省略するかして差し支えない。

2.4.2

小倉口のハッチカバーは、鋼製の風雨密を確保できるもので、一般的にヒンジ式のものとし、貨物倉口のハッチカバーに要求されるものと同等の強度を備えるものとしなければならない。

いかなる海象条件においても風雨密性を維持できるよう、締付け装置を取り付け、ハッチカバーの縁を補強しなければならない。

ハッチカバーの両側に、それぞれ少なくとも 1 つの締付け装置を設けなければならない。小型の円形コーミングの場合、ヒンジを締付け装置とみなして差し支えない。

2.4.3

暴露甲板にある貨物倉へのアクセスハッチについては、閉固された船楼により保護される場合を除き、風雨密の金属製ハッチカバーを備えなければならない。船首楼甲板上的アクセスハッチであってトランクにより貨物倉に通じるものについても、同様としなければならない。

2.4.4

コファダム及びバラストタンクへのアクセスは、十分な数のボルトにより締め付ける水密ハッチカバーにより閉鎖されるマンホールを介して行わなければならない。

2.4.5

特別に設計されたハッチカバーについては、本会の適当と認めるところによる。

3. 有効幅

3.1 防撓材

3.1.1

防撓材を取り付ける板について、防撓材の強度確認において考慮すべき有効幅 (m) は次式によらなければならない。

- ・ 板部材が防撓材の両側までである場合

$$b_p = s$$

- ・ 板部材が防撓材の片側しかない場合

$$b_p = 0.5s$$

3.2 桁部材

3.2.1

桁部材を取り付ける板について、単独の梁又は骨組構造モデルによる解析する桁部材の降伏及び座屈評価において考慮すべき有効幅 (m) は、次式によらなければならない。

- ・ 板部材が桁部材の両側までである場合

$$b_p = b_{p,1} + b_{p,2}$$

- ・ 板部材が桁部材の片側しかない場合

$$b_p = b_{p,1}$$

$$b_{p,1} = \min(0.165\ell_p, S_{p,1})$$

$$b_{p,2} = \min(0.165\ell_p, S_{p,2})$$

ℓ_p : 考慮する桁部材のスパン (m)

$S_{p,1}, S_{p,2}$: 考慮する桁部材と隣接する桁部材間の距離の 1/2 の距離 (m)

梁又は骨組構造解析を用いる場合、防撓材を桁部材のフランジ面積に含めてはならない。

4. 荷重モデル

4.1 面外圧力及び荷重

4.1.1 一般

ハッチカバーに作用する面外圧力及び荷重は 4.1.2 から 4.1.6 によらなければならない。

ヒンジにより 2 枚以上のカバーパネルを結合する場合、各々のパネルを別々に考慮しなければならない。

暴露甲板に設けるハッチカバーは、いかなる場合も 4.1.2 に規定する海水圧を考慮しなければならない。

ハッチカバー上に均質な貨物、特別な貨物又はコンテナを積載する場合については、4.1.3 から 4.1.6 に規定する圧力及び荷重を、海水圧とは分けて考慮しなければならない。

4.1.2 海水圧

静水圧及び波浪変動圧は次によらなければならない。

- ・ 静水圧 : $p_s = 0$
- ・ 4章5節5.2 に規定する波浪変動圧 p_w

4.1.3 バラスト水による内圧

バラスト水による内圧は 4章6節2. によらなければならない。

4.1.4 均質な貨物による圧力

ハッチカバー上に均質な貨物を積載する場合、貨物による静的圧力及び動的圧力は 4章5節2.4.1 によらなければならない。

4.1.5 特別な貨物による圧力

航海中、一時的に海水を保持することのある特別な貨物 (パイプ等) をハッチカバー上に積載する場合、これらによる面外圧力及び荷重については、本会の適当と認めるところによる。

4.1.6 コンテナによる荷重

ハッチカバー上にコンテナを積載する場合、コンテナによる集中荷重については、本会の適当と認めるところによる。

4.2 荷重算出点

4.2.1 波浪外圧

各々のハッチカバーについて考慮すべき波浪による面外圧力は、当該ハッチカバーの船長方向における中央の点に対して算出しなければならない。

4.2.2 波浪外圧以外の面外圧力

波浪による面外圧力以外の面外圧力については、次に規定する点に対して算出しなければならない。

- ・ 板部材については、板パネル要素の図面中心の位置
- ・ 防撓材及び桁部材については、スパン中央

ハッチカバー底面に作用する動的な面外圧力を考慮する場合、次に規定する点に対して算出しなければならない。

- ・ 船長方向： ハッチカバーの船長方向における中央
- ・ 横方向： 甲板口側線
- ・ 垂直方向： バラストによる水圧に対して、倉口縁材頂部

5. 強度評価

5.1 一般

5.1.1 適用

ハッチカバーの強度評価は、均等荷重が作用する、桁部材が1方向に配置される構造又は縦桁及び横桁による格子構造の矩形のハッチカバーに適用する。

格子構造のハッチカバーの場合、桁部材の応力は骨組構造解析又は有限要素法解析により決定しなければならない。

集中荷重による応力については、5.4.4の基準により評価しなければならない。

5.1.2 コンテナを積載するハッチカバー

コンテナを積載するハッチカバーの寸法については、本会の適当と認めるところによる。

5.1.3 特別な貨物を積載するハッチカバー

特別な貨物を積載するハッチカバーについては、防撓材及び桁部材は、一般に、防撓材配置及び貨物による慣性力を考慮した直接強度計算により評価しなければならない。特別な貨物による応力は、5.4.4の基準により評価しなければならない。

5.1.4 小倉口のハッチカバー

小倉口のハッチカバーのグロス板厚は8mm以上としなければならない。開口の長さ又は幅が0.6mを超える場合、本会の適当と認めるところにより、適度に板厚を増厚するか又は十分な防撓材を取り付けするかしなければならない。

5.2 板部材

5.2.1 ネット板厚

鋼製ハッチカバー頂板のネット板厚(mm)は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 15.8 F_p s \sqrt{\frac{F_s p_s + F_w p_w}{0.95 R_{eH}}}$$

F_p : 係数で次による。

桁部材を取り付ける板部材において、 $\sigma/\sigma_a < 0.8$ の場合 : $F_p = 1.5$

桁部材を取り付ける板部材において、 $\sigma/\sigma_a \geq 0.8$ の場合 : $F_p = 1.9 \sigma/\sigma_a$

σ : 桁部材を取り付ける板部材に生じる直応力(N/mm²)で、5.4.3の規定により算出したもの又は骨組構造解析若しくは有限要素法解析により決定したもの。

5.2.2 最小ネット板厚 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.16(5, c))

5.2.1に加え、ハッチカバーの頂板を形成する板部材のネット板厚(mm)については、次のうち大きい方の値以上としなければならない。

$$t = 10s$$

$$t = 6$$

5.2.3 座屈限界応力評価

防撓材に平行な主要支持部材の曲げによるハッチカバー頂板における圧縮応力 σ は、次式を満足するものとしなければならない。

$$\sigma \leq \frac{0.88}{S} \sigma_{C1}$$

S : 6章3節に規定する安全係数

σ_{C1} : 座屈限界応力 (N/mm^2) で次による。

$$\sigma_{E1} \leq \frac{R_{eH}}{2} \text{ の場合 : } \sigma_{C1} = \sigma_{E1}$$

$$\sigma_{E1} > \frac{R_{eH}}{2} \text{ の場合 : } \sigma_{C1} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_{E1}} \right)$$

$$\sigma_{E1} = 3.6 E \left(\frac{t}{1000s} \right)^2$$

t : パネルのネット板厚 (mm)

防撓材に直交する主要支持部材の曲げによるハッチカバー頂板における圧縮応力 σ は、次式を満足するものとしなければならない。

$$\sigma \leq \frac{0.88}{S} \sigma_{C2}$$

S : 6章3節に規定する安全係数

σ_{C2} : 座屈限界応力 (N/mm^2) で次による。

$$\sigma_{E2} \leq \frac{R_{eH}}{2} \text{ の場合 : } \sigma_{C2} = \sigma_{E2}$$

$$\sigma_{E2} > \frac{R_{eH}}{2} \text{ の場合 : } \sigma_{C2} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_{E2}} \right)$$

$$\sigma_{E2} = 0.9 m E \left(\frac{t}{1000s_s} \right)^2$$

m : 係数で次式による。

$$m = c \left[1 + \left(\frac{s_s}{\ell_s} \right)^2 \right]^2 \frac{2.1}{\psi + 1.1}$$

t : パネルのネット板厚 (mm)

s_s : パネルの短辺の長さ (m)

ℓ_s : パネルの長辺の長さ (m)

ψ : 考慮するパネルに作用する圧縮応力の最小値を最大値で除した値

c : 係数で次の値

$c = 1.3$ (主要支持部材により防撓されている場合)

$c = 1.21$ (アングル又は T 型の防撓材により防撓されている場合)

$c = 1.1$ (バルブプレートにより防撓されている場合)

$c = 1.05$ (平鋼により防撓されている場合)

$c = 1.30$ (U 型の防撓材により防撓されている場合。ただし非線形有限要素法により座屈強度を検証し、本会に相当と認められた場合、2.0 を超えない範囲で、より高い c 値として差し支えない。) 両端における防撓材が異なる場合の c は、それぞれの値の平均値を用いなければならない。

シェル要素でモデル化し有限要素法解析を行う場合、ハッチカバー頂板に生じる二軸圧縮応力は、6章3節の要件を満足しなければならない。

5.3 防撓材

5.3.1

平鋼の防撓材については、次式を満足しなければならない。

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{R_{eH}}}$$

5.3.2 ウェブの最小ネット板厚

防撓材のウェブのネット板厚 (mm) は、4mm 以上としなければならない。

5.3.3 ネット断面係数及びネットせん断面積

面外圧力に対する防撓材のネット断面係数 w (cm^3) 及びネットせん断面積 A_{sh} (cm^2) は、次式による値以上としなけ

ればならない。

$$w = \frac{(F_S p_S + F_W p_W) s \ell_s^2}{m \sigma_a} 10^3$$

$$A_{sh} = \frac{5(F_S p_S + F_W p_W) s \ell_s}{\tau_a}$$

ℓ_s : 防撓材のスパン (m) で、桁部材の心距又は桁部材と縁部における支持点との距離とする。すべての防撓材の両端にブラケットを取り付ける場合は、それぞれのブラケットについて、最も小さいブラケットの腕の長さの 2/3 (ただし、減じる前のスパンの 10%以下とすること。) だけスパンを減じて差し支えない。

5.3.4 座屈限界応力評価

防撓材に平行な桁部材の曲げによる防撓材を取り付ける板部材における圧縮応力 σ は、次式を満足するものとしなければならない。

$$\sigma \leq \frac{0.88}{S} \sigma_{CS}$$

S : 安全率で、**6章3節**の規定による。

σ_{CS} : 座屈限界応力 (N/mm^2) で次による。

$$\sigma_{ES} \leq \frac{R_{eH}}{2} \text{ の場合 : } \sigma_{CS} = \sigma_{ES}$$

$$\sigma_{ES} > \frac{R_{eH}}{2} \text{ の場合 : } \sigma_{CS} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_{ES}} \right)$$

$$\sigma_{ES} = \min(\sigma_{E3}, \sigma_{E4})$$

$$\sigma_{E3} = 0.001 \frac{EI_a}{A\ell^2}$$

I_a : 防撓材心距に等しい幅をもつ防撓材を取り付ける板部材を含む防撓材のネット断面二次モーメント (cm^4)

A : 防撓材心距に等しい幅をもつ防撓材を取り付ける板部材を含む防撓材のネット断面積 (cm^2)

ℓ : 防撓材のスパン (m)

$$\sigma_{E4} = \frac{\pi^2 E I_w}{10^4 I_p \ell^2} \left(m^2 + \frac{K}{m^2} \right) + 0.385 E \frac{I_t}{I_p}$$

$$K = \frac{C \ell^4}{\pi^4 E I_w} 10^6$$

m : 半波数で、次表による。

	$0 < K < 4$	$4 < K < 36$	$36 < K < 144$	$(m-1)^2 m^2 < K \leq m^2 (m+1)^2$
m	1	2	3	m

I_w : 板部材との接続箇所に関する慣性面積モーメント (cm^6) で、次式による値とする。

$$I_w = \frac{h_w^3 t_w^3}{36} 10^{-6} \quad (\text{防撓材が平鋼の場合})$$

$$I_w = \frac{t_f b_f^3 h_w^2}{12} 10^{-6} \quad (\text{防撓材が } T \text{ 型の場合})$$

$$I_w = \frac{b_f^3 h_w^2}{12(b_f + h_w)^2} [t_f (b_f^2 + 2 b_f h_w + 4 h_w^2) + 3 t_w b_f h_w] 10^{-6} \quad (\text{防撓材がアングル材又はバルブプレートの場合})$$

I_p : 板部材との接続箇所に関する断面極二次モーメント (cm^4) で、次式による値とする。

$$I_t = \frac{h_w^3 t_w}{3} 10^{-4} \quad (\text{防撓材が平鋼の場合})$$

$$I_p = \left(\frac{h_w^3 t_w}{3} + h_w^2 b_f t_f \right) 10^{-4} \quad (\text{防撓材が面材付きの場合})$$

I_t : 防撓材を取り付ける板部材を含まない防撓材自身に関するサンブナンのねじり抵抗モーメント (cm^4) で、次式による値とする。

$$I_t = \frac{h_w t_w^3}{3} 10^{-4} \quad (\text{防撓材が平鋼の場合})$$

$$I_t = \frac{1}{3} \left[h_w t_w^3 + b_f t_f^3 \left(1 - 0.63 \frac{t_f}{b_f} \right) \right] 10^{-4} \quad (\text{防撓材が面材付きの場合})$$

b_f, t_f : 防撓材の面材の幅及びネット板厚 (mm)

s : 防撓材の心距 (m)

C : ハッチカバー頂板によるバネ定数で、次の値とする。

$$C = \frac{k_p E t_p^3}{3s \left(1 + \frac{1.33 k_p h_w t_p^3}{1000 s t_w^3} \right)} 10^{-3}$$

$$k_p = 1 - \eta_p$$

ただし、 k_p は負の値としないこと。なお、面材付き防撓材にあつては、0.1 未満とする必要はない。

$$\eta_p = \frac{\sigma}{\sigma_{E1}}$$

σ_{E1} : 5.2.3 の規定による

t_p : ハッチカバー頂板パネルのネット板厚 (mm)

5.4 主要支持部材

5.4.1 適用

5.4.3 から 5.4.5 の要件は、梁モデルによる解析を行う桁部材に適用する。

梁モデルによる解析を適用できない格子状に配置される桁部材については、5.4.4 に規定する基準を用い、直接計算により評価しなければならない。

5.4.2 ウェブの最小ネット板厚

主要支持部材のウェブのネット板厚 (mm) は、6mm 以上としなければならない。

5.4.3 梁モデル解析における直応力及びせん断応力

5.1.1 の規定により、骨組解析又は有限要素法解析による強度評価を行わない場合、桁部材の最大直応力 σ 及び最大せん断応力 τ は次式によらなければならない。

$$\sigma = \frac{s(F_S p_S + F_W p_W) \ell_m^2}{mW} 10^3$$

$$\tau = \frac{5s(F_S p_S + F_W p_W) \ell_m}{A_{sh}}$$

ℓ_m : 桁部材のスパン

5.4.4 評価基準

5.4.3 により算出した又は骨組解析若しくは有限要素法解析により決定した直応力 σ 及びせん断応力 τ は、次式を満足しなければならない。

$$\sigma \leq \sigma_a$$

$$\tau \leq \tau_a$$

5.4.5 撓み制限 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg. 15(6) & 16(5, b))

桁部材のネット断面二次モーメントは、海水圧に対して桁部材の垂直方向の撓み量が $\mu \ell_{\max}$ を超えないようなものとしなければならない。

μ : 係数で次による:

$$\mu = 0.0056 \quad (\text{風雨密ハッチカバーの場合})$$

$$\mu = 0.0044 \quad (\text{ポンツーンハッチカバーの場合})$$

$\ell_{\max}$: 桁部材の最大スパン (m)

5.4.6 桁部材のウェブの座屈限界応力評価

5.4.3 により算出する又は骨組解析若しくは有限要素法にて決定する桁部材のウェブのせん断応力 τ は、次式を満足しなければならない。

$$\tau \leq \frac{0.88}{S} \tau_c$$

S : 安全率で、**6章3節**の規定による。

τ_c : せん断座屈限界応力 (N/mm^2) で、次による。

$$\tau_E \leq \frac{R_{eH}}{2\sqrt{3}} \text{の場合:} \quad \tau_c = \tau_E$$

$$\tau_E > \frac{R_{eH}}{2\sqrt{3}} \text{の場合:} \quad \tau_c = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sqrt{3}\tau_E} \right)$$

$$\tau_E = 0.9k_t E \left(\frac{t_{pr,n}}{1000d} \right)^2$$

$$k_t = 5.35 + 4.0 \left(\frac{a}{d} \right)^2$$

$t_{pr,n}$: 桁部材のウェブのネット板厚 (mm)

a : 桁部材のウェブパネルの長辺長さ (m)。

d : 桁部材のウェブパネルの短辺長さ (m)

防撓材に平行な桁部材におけるせん断応力 τ_c は、実際のパネルの方向を考慮して算出しなければならない。

防撓材に直交する桁部材又は通常の防撓材を取り付けないハッチカバーの場合、せん断応力 τ_c の決定において、一辺の長さが d の正方形パネルを想定しなければならない。この時、 d は桁部材のウェブパネルの短辺の長さ (m) とする。この場合、当該パネルの両端において算出されるせん断応力の平均値を平均せん断応力 τ として考慮しなければならない。

5.4.7

桁部材のウェブの座屈防止用防撓材は、次式を満足しなければならない。

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{R_{eH}}}$$

5.5 断面形状が変化する防撓材及び桁部材

5.5.1

断面形状が変化する防撓材及び桁部材のネット断面係数は、次式による値以上としなければならない。

$$w = w_{CS}$$

$$w = \left(1 + \frac{3.2\alpha - \psi - 0.8}{7\psi + 0.4} \right) w_{CS}$$

w_{CS} : **5.4.4** に規定する判定基準を満足するネット断面係数 (cm^3)

α : 係数で次による。

$$\alpha = \frac{\ell_1}{\ell_0}$$

ψ : 係数で次による。

$$\psi = \frac{w_1}{w_0}$$

ℓ_1 : 断面形状が変化する部分の長さ (m) (**図 1** 参照)

ℓ_0 : スパン (m) で、端部の支持点間の距離とする。(**図 1** 参照)

w_1 : 端部におけるネット断面係数 (cm^3) (**図 1** 参照)

w_0 : 中央部におけるネット断面係数 (cm^3) (**図 1** 参照)

上記に加え、断面形状が変化する防撓材及び桁部材のネット断面二次モーメント (cm^4) は、次式による値以上としなければならない。

$$I = I_{CS}$$

$$I = \left[1 + 8\alpha^3 \left(\frac{1-\phi}{0.2 + 3\sqrt{\phi}} \right) \right] I_{CS}$$

I_{CS} : 5.4.5 の規定を満足するネット断面二次モーメント (cm^4)

ϕ : 係数で次による

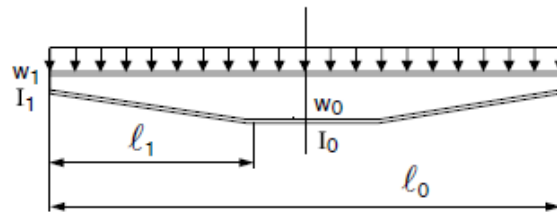
$$\phi = \frac{I_1}{I_0}$$

I_1 : 端部におけるネット断面二次モーメント (cm^4) (図 1 参照)

I_0 : 中央部におけるネット断面二次モーメント (cm^4) (図 1 参照)

本算式の適用は、断面形状が連続的かつなだらかに変化する桁部材及び防撓材に限る。

図 1 断面形状が変化する防撓材



6. ハッチコーミング

6.1 防撓構造

6.1.1

ハッチコーミングには、その全幅、全長にわたり防撓材を取り付けなければならない。

6.1.2

ハッチコーミングの上縁には、ハッチカバーの開鎖装置の設置に適当な形状を備える防撓材を取り付けなければならない。

倉口覆布を使用するハッチカバーであってハッチコーミングの長さが 3m を超える場合又は高さが 600mm を超える場合については、ハッチコーミングの全周、上縁から約 250mm 下方の位置に、形鋼又はバルブプレートを取り付けなければならない。形鋼及びバルブプレートの水平部分の幅は 180mm 以上としなければならない。

6.1.3

倉口覆布を使用するハッチカバーの場合、ハッチコーミングには 3m を超えない間隔でブラケット又はステイを配置しなければならない。

ハッチコーミングの高さが 900mm を超える場合、追加の補強を要求することがある。

ただし、保護されるハッチコーミングについては、斟酌することがある。

6.1.4

2つの倉口が近接している場合、強度の連続性を維持するために、二つのハッチサイドコーミングを連続させる甲板下防撓材を取り付けなければならない。

倉口端部において肋骨心距の 2 倍、倉口端を超えて肋骨心距の 9 倍の長さ方向の範囲について、同様の防撓材を取り付けなければならない。

場合によっては、甲板上においてハッチコーミングの連続性を維持することを要求することがある。

6.1.5

金属製の水密ハッチカバーを取り付ける場合、風雨密の場合と同等の強度を備える他の配置として差し支えない。

6.2 荷重モデル

6.2.1

ハッチコーミングに作用する面外圧力 p_c は 6.2.2 及び 6.2.3 による。

6.2.2

最船首貨物倉のハッチコーミングに作用する波浪による面外圧力 p_c (kN/m^2) は、次によらなければならない。

- $p_c = 220$: 1節 7.1 に適合する船首楼が設置されている場合
- $p_c = 290$: 上記以外の場合

6.2.3

最船首貨物倉以外のハッチコーミングに作用する波浪による面外圧力 p_c (kN/m^2) は、次によらなければならない。

- $p_c = 220$

6.2.4

液体貨物を積載する貨物倉において、ハッチコーミングに適用すべき液体による内圧は、4章 6節により決定しなければならない。

6.3 構造寸法

6.3.1 板部材

ハッチコーミングの板部材のネット板厚 (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t = 15.98s \sqrt{\frac{p_c}{0.95R_{eH}}}$$

$$t = 9.5$$

6.3.2 防撓材

ハッチコーミング付き防撓材のネット断面係数 (cm^3) は次式による値以上としなければならない。

$$w = 1.21 \frac{p_c s \ell^2 10^3}{m c_p R_{eH}}$$

m : 係数で次による

$$m = 16 \quad (\text{一般})$$

$$m = 12 \quad (\text{コーミング隅部においてスニップ端としている防撓材})$$

c_p : 防撓材の塑性断面係数を弾性断面係数で除した値。各断面係数の算定にあたっては、当該防撓材を取り付ける板部材を含むものとするが、その幅は $40t$ (mm) としなければならない。この時、 t は板部材のネット板厚とする。

各断面係数を算定しない場合、1.16 として差し支えない。

6.3.3 ハッチコーミングステイ

ハッチコーミングステイであって面材を甲板に溶接する設計のもの又は面材の端部をスニップとしブラケットを取り付ける設計のもの (図 2 及び 図 3 参照) については、ステイの甲板との接合部におけるネット断面係数 w (cm^3) 及びネット板厚 t_w (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$w = \frac{s_c p_c H_C^2 10^3}{1.9 R_{eH}}$$

$$t_w = \frac{s_c p_c H_C 10^3}{0.5 h R_{eH}}$$

H_C : ステイの高さ (m)

s_c : ステイの心距 (m)

h : 甲板との接合部におけるステイの深さ (mm)

図 2 ハッチコーミングのステイ (例 1)

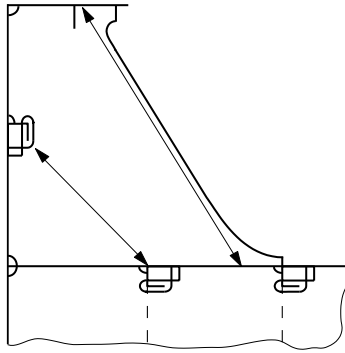
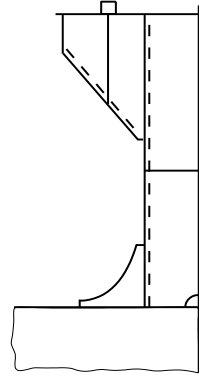


図 3 ハッチコーミングのステイ (例 2)



ハッチコーミングステイのネット断面係数の算定にあたっては、当該ステイの面材が甲板に完全溶け込み溶接され、かつ、伝達された応力を支持する適切な甲板下構造を備える場合に限り、面材の面積を考慮して差し支えない。

例えば図 4 及び図 5 に示すような前記以外の設計とする場合、骨組解析又は有限要素法解析により応力を決定し、高応力部分を評価しなければならない。応力は次式を満足しなければならない。

$$\sigma \leq 0.95R_{eH}$$

$$\tau \leq 0.5R_{eH}$$

図 4 ハッチコーミングのステイ (例 3)

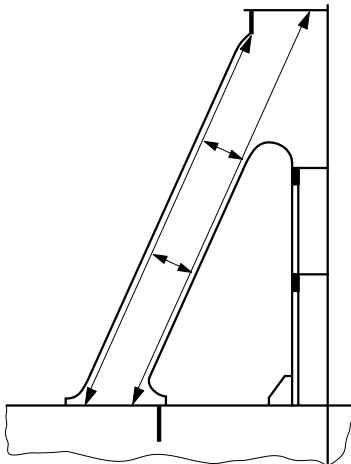
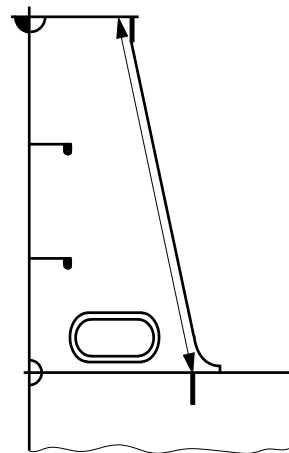


図 5 ハッチコーミングのステイ (例 4)



6.3.4 構造詳細

ハッチカバーに作用する圧力をハッチコーミングに伝達し、ハッチコーミングを通じて甲板下構造に伝達するために、ハッチコーミング局部詳細の設計は、本節の要件を満足しなければならない。

ハッチコーミング及びその支持構造部材については、ハッチカバーからの船長方向、船幅方向及び上下方向の荷重に対し適切に補強しなければならない。

甲板下構造部材の直応力 σ 及びせん断応力 τ (N/mm^2) については、次式を満足しなければならない。

$$\sigma \leq 0.95R_{eH}$$

$$\tau \leq 0.5R_{eH}$$

特に規定しない場合、溶接継手及び材料については、**M 編**の規定を満足しなければならない。

甲板とステイウェブとの溶接は両面連続溶接とし、溶接のど厚は $0.44t_w$ 以上としなければならない。この時、 t_w はステイウェブのgross板厚とする。

ステウェブの甲板との固着部のトウ部は、両側に十分な開先を取った溶接とし、その溶接長さはステイの幅の 15%以上としなければならない。

6.3.5 小倉口のハッチコーミング

小倉口のハッチコーミングのグロス板厚は、次の値のいずれか小さい方の値以上としなければならない。

- ・ 開口側線より船体中心線側の甲板に対するグロス板厚で、当該位置において、防撓材の心距をコーミングの高さ又はコーミング防撓材間の距離のいずれか小さい方の値として算出したもの
- ・ 10 mm

ハッチコーミングの形状が適当な剛性を確保するものでない場合、ハッチコーミングであって高さが 0.8m を超えるもの又は開口部の長さ若しくは幅が 1.2m を超えるものについては、適切に補強しなければならない。

7. 締付け装置

7.1 風雨密性

7.1.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg. 16(1))

暴露甲板に設置するハッチカバーは、十分な数のガスケット及び締付け装置により風雨密を確保するものとしなければならない。

風雨密は、倉口覆布により確保しても差し支えない。

7.1.2

一般的に、ハッチカバーの側面には最低 2 つの締付け装置を設けなければならない。

7.2 ガスケット

7.2.1

ハッチカバーの自重及びハッチカバー上に積載する貨物重量は、船体運動による慣性力を含め、鋼構造により船体構造に伝達しなければならない。

荷重の伝達は、ハッチカバーの側板及び端板と船体構造の連続した鋼構造と鋼構造の接触によるものとしても、ベアリングパッドによるものとしても差し支えない。

7.2.2

ハッチカバーの風雨密性については、連続する弾性材料のガスケットを圧縮することにより確保しなければならない。ハッチカバーパネル同士の間にも同様のシール装置を取り付けなければならない。

圧縮用に平鋼又は形鋼を取り付ける場合、これらの部材は、ガスケットとの接合面に十分な丸みを有するもので、耐食性材料で製作されたものとしなければならない。

7.2.3

ガスケット及び締付け装置は、ハッチカバーと船体構造又は相互のハッチカバー間の相対移動が生じて、十分に風雨密性を維持するものとしなければならない。

必要であれば、相対移動量を制限する適切な装置を備えなければならない。

7.2.4

ガスケットの材質は、船舶に生じ得る全ての環境条件に対して適当なもので、運送する貨物への適合性を備えるものとしなければならない。

ガスケットの材質及び形状の選定にあたっては、ハッチカバーの種類、締付け装置の配置及びハッチカバーと船体構造の間で想定される相対移動量の組み合わせを考慮しなければならない。

ガスケットは、ハッチカバーに適切に固定しなければならない。

7.2.5

ガスケットに接触するハッチコーミング及びハッチカバーの鋼製部分は、鋭利な形状を有するものとしてはならない。

7.2.6

メタルタッチ構造とする場合、ハッチカバーと船体構造は接地しなければならない。必要であれば、この目的のために特別な接地のための手段を講じなければならない。

7.3 締付け装置及び移動防止装置

7.3.1 一般

ハッチカバーは、ハッチコーミング及びハッチカバーパネル間に適切な間隔で配置する適当な手段（ボルト、くさび又は同様のもの）を用いて適切に固縛しなければならない。

締付け装置及び移動防止装置は、容易に脱落しないよう適当な手段により取り付けなければならない。

上記によるほか、全てのハッチカバー、特にハッチカバー上に貨物を積載するものには、船体運動による水平方向の移動に対して効果的に固縛しなければならない。

船首尾においては垂直方向の加速度が重力加速度を超える場合があるので、7.3.5 から 7.3.7 による締付け装置の寸法決定に際しては、加速度によるハッチカバーの浮き上がり力を考慮しなければならない。

ハッチコーミング及び支持構造は、ハッチカバーからの荷重に対して十分な構造としなければならない。

特別なシール装置を備えるハッチカバー、防熱されるハッチカバー、コーミングを備えないハッチカバー及びハッチコーミングの高さを減じるハッチカバー (2.1 参照) については、本会の適当と認めるところによる。

ハッチカバー上にコンテナを積載する場合、締付け装置の寸法はコンテナにより作用する可能性がある垂直方向上向きの荷重を考慮して決定しなければならない。

7.3.2 配置

締付け装置及び移動防止装置は、ハッチカバーとハッチコーミング及び隣接するハッチカバー間のガスケットが十分に圧縮されるように配置しなければならない。

締付け装置及び移動防止装置の配置及び間隔は、ハッチカバーの種類及び大きさに応じ、締付け装置間のハッチカバーコーミングの剛性を考慮の上、十分な風雨密性を確保するよう決定しなければならない。

ハッチカバーパネル連結部には、荷重が作用しているパネルと作用していないパネル間で過大な相対変形が生じることを防止するために、垂直方向のガイドを取り付けなければならない。

移動防止装置の設置場所は、ハッチカバー及び船体構造の損傷を防止するため、ハッチカバーと船体構造との相対移動量を許容するものとしなければならない。移動防止装置の数はできる限り少なくすること。

7.3.3 締付け装置の間隔

締付け装置の間隔は、一般に 6m を超えるものとしてはならない。

7.3.4 構造

海水が甲板に到達する可能性が極めて低いと認められる場合、締付け装置の寸法を減じることができる。

締付け装置は十分な構造を備えるもので、ハッチコーミング、甲板及びハッチカバーにしっかりと取り付けなければならない。各々のハッチカバーにおいて、それぞれの締付け装置は、概ね同様の強度特性を持つものとしなければならない。

7.3.5 締付け装置の断面積

各々の締付け装置のネット断面積 (cm^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$A = 1.4S_s \left(\frac{235}{R_{eH}} \right)^\alpha$$

S_s : 締付け装置間の距離 (m)

α : 係数で次による

$R_{eH} > 235 \text{ N/mm}^2$ の場合 : $\alpha = 0.75$

$R_{eH} \leq 235 \text{ N/mm}^2$ の場合 : $\alpha = 1.0$

上記の計算において R_{eH} は $0.7R_m$ 以下としなければならない。

ハッチカバーとハッチコーミングの間及びハッチカバーパネルの連結部分においては、風雨密確保に必要なパッキンの線圧力を締付け装置により維持しなければならない。ガスケットに作用する線圧力が、 5N/mm を超える場合には、締付け装置に用いるボルト又はロッドのネット断面積 A は、線圧力の増加に比例して求まる値以上としなければならない。ガスケットの線圧力を、明示しなければならない。

不均一な幅のハッチカバーにおいて特に大きな応力が生じる締付け装置については、締付け装置のネット断面積は直接計算により決定しなければならない。

7.3.6 縁部におけるハッチカバーの断面二次モーメント

ハッチカバー縁部の剛性は、締付け装置のシール圧力を十分に維持するものとしなければならない。

ハッチカバー縁部の断面二次モーメント (cm^4) は、次式による値以上としなければならない。

$$I = 6p_L S_s^4$$

p_L : ガスケットに作用する線圧力 (N/mm)。ただし、 5N/mm 未満の場合は 5N/mm とする。

S_s : 締付け装置間の距離 (m)

7.3.7 ロッド又はボルトの径

倉口面積が $5m^2$ を超える場合には、締付け装置のボルト又はロッドの径は 19mm 未満としてはならない。

7.3.8 移動防止装置

ハッチカバーは、船幅方向に作用する 175 kN/m^2 の圧力に対し、移動防止装置により十分に固縛しなければならない。
最船首貨物倉以外のハッチカバーは、ハッチカバー前端に作用する船尾方向への 175 kN/m^2 の圧力に対し、移動防止装置により十分に固縛しなければならない。

最船首貨物倉のハッチカバーは、ハッチカバー前端に作用する船尾方向への 230 kN/m^2 の圧力に対し、移動防止装置により十分に固縛しなければならない。ただし、1 節 7.1 の規定に適合する船首楼を設置する場合、圧力を 175 kN/m^2 まで軽減することができる。

許容等価応力は、移動防止装置及び当該装置の支持部材並びに当該装置の取付け溶接部分（のど厚で計算すること）において、 $0.8R_{eH}$ 以下としなければならない。

7.4 倉口覆布

7.4.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.15 (11))

ハッチカバーの風雨密を倉口覆布にて確保する場合、少なくとも 2 層の倉口覆布を備えなければならない。

倉口覆布は、黄麻を含まない防水性のもので、十分な強度並びに大気中の成分及び気温の変化に耐性を備えるものとしなければならない。

植物性繊維で形成される覆布用布地の防水加工前の質量は、次による値以上としなければならない。

- ・ 0.65 kg/m^2 (タールによる防水加工をするもの)
- ・ 0.60 kg/m^2 (化学物質による防水加工をするもの)
- ・ 0.55 kg/m^2 (油性物質による防水加工をするもの)

強度、防水性並びに高温及び低温に対しての耐性に関して植物性繊維製の倉口覆布に要求されるものと同等の基準を満たす場合、植物性繊維製の倉口覆布に代えて、合成繊維又はプラスチック製薄板の倉口覆布の使用を認めることがある。

7.5 クリート

7.5.1

締付装置としてロッドクリートをを用いる場合、弾力性を有するワッシャ又はクッションを組み入れなければならない。

7.5.2

油圧式締付装置は、油圧系統に異常があった場合においても、機械的に締付け状態を保持できるものとしなければならない。

7.6 くさび

7.6.1 くさび (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.15(10))

くさびは硬質の木製とし、一般に長さ 200mm 以下、幅 50mm 以下のものとしなければならない。

くさびは、一般に 6 分の 1 以下の勾配のものとし、厚さは 13mm 以上としなければならない。

8. 排水設備

8.1 配置

8.1.1

ガasketの船内側には、ガッタバーを設けるか又はハッチコーミングを上方に延長させるなどによる、排水のための手段を設けなければならない。

8.1.2

排水口は、排水溝の端部に設けなければならない。また、排水口は、逆止弁又は同等のもの等の外部からの水の流入を効果的に防止する手段を備えなければならない。

8.1.3

ハッチカバーパネル間の連結部には、ガasketの上部に排水のための手段を設け、かつ、ガasketの下部に排水溝を設けなければならない。

8.1.4

ハッチカバーと船体構造間が連続メタルタッチ構造の場合には、メタルタッチ構造とガasketの間にも排水設備を設けなければならない。

9. 船首部暴露甲板の小倉口

9.1 適用

9.1.1

本 9. の規定は、船の長さの船首端から $0.25L_{CSR-B}$ の箇所より前方の暴露甲板に設置される小倉口で、小倉口設置位置における暴露甲板の高さが夏期満載喫水線上 $0.1L_{CSR-B}$ 又は $22m$ のいずれか小さい方の値より小さいものに適用する。

ここでいう小倉口は、甲板下部の区画に通じるように設計され、風雨密又は水密に閉鎖する倉口で、開口の大きさが一般に $2.5m^2$ 以下であるものとする。

9.1.2

緊急脱出用に設計される小倉口については、9.4.1 a) 及び b)、9.4.3 並びに 9.5.1 を除き、本節の規定に適合しなければならない。

9.2 強度要件

9.2.1

方形のハッチカバーの板厚、防撓材配置及び寸法は、表 4 及び図 6 による値以上としなければならない。

防撓材を設ける場合、その位置は、9.3.1 に規定するメタルタッチ部の位置と一致させなければならない。(図 6 参照)

一次防撓材は、連続構造としなければならない。

すべての防撓材は、カバー内縁部の防撓材に溶接しなければならない。(図 7 参照)

9.2.2

方形の倉口のコーミングの上縁部は、上縁から $170mm$ ないし $190mm$ の間で適当な形鋼により水平方向に補強しなければならない。

9.2.3

円形又は同様の形状のハッチカバーに対する板厚及び補強は、5.2 によらなければならない。

9.2.4

鋼以外の材料で製作するハッチカバーの寸法は、鋼で製作するハッチカバーと同等な強度を備えるものとしなければならない。

9.3 風雨密性

9.3.1

ハッチカバーには、弾性材料のガスケットを設けなければならない。このガスケットは、設計圧縮力でメタルタッチとなるように設計し、締付装置が緩むか又は外れるかの原因となる青波によりガスケットに過度の圧縮力が作用することを防ぐよう設計しなければならない。メタルタッチ部は、図 6 に示すように各締付装置の近くに配置し、圧縮力に耐え得る十分な容量を備えるものとしなければならない。

表 3 船首部甲板の鋼製小型ハッチカバーに対するグロス寸法

呼び寸法 (mm × mm)	カバー板厚 (mm)	一次防撓材	二次防撓材
		平鋼 (mm × mm) ; 数量	
630 × 630	8	—	—
630 × 830	8	100 × 8 ; 1	—
830 × 630	8	100 × 8 ; 1	—
830 × 830	8	100 × 10 ; 1	—
1030 × 1030	8	120 × 12 ; 1	80 × 8 ; 2
1330 × 1330	8	150 × 12 ; 2	100 × 10 ; 2

9.4 主締付装置

9.4.1

船首部暴露甲板に位置する倉口には、次に示す方法を用いた機構によりハッチカバーを適切な位置に締め付け、風雨密にできる主締付装置を設けなければならない。

- a) フォーク（止め金）を締め付けるちょうナット

- b) クイックアクティングクリート
- c) セントラルロッキングデバイス

くさび座とクリップハンドルによる締め付けは、認められない。

9.4.2

主締付装置は、いかなる道具も利用せずに 1 人の人間の力により設計圧縮力を得られるように設計及び製造しなければならない。

9.4.3

ちょうナットを用いる主締付方法においては、フォーク（止め金）は、堅固な設計とすること。フォークは、上方に曲げるか、自由端の表面を盛り上げるか又は同様な方法により使用中にちょうナットが外れる危険性を最小とするように設計しなければならない。防撓されない鋼製フォークの板厚は、16mm 以上としなければならない。配置の例を [図 7](#) に示す。

9.4.4

最船首貨物倉の前方の暴露甲板に位置するハッチカバーでは、ヒンジは、青波の作用する向きがカバーを閉鎖させるよう取り付けなければならない。このことは、通常、ヒンジを前端部に取り付けることを意味する。

9.4.5

最船首貨物倉及びその直後の貨物倉の間のような貨物倉口間に位置する倉口においては、ヒンジは、横方向及び船首から 45 度の方向の青波に対して実行可能な保護を与えるよう、前端部又は外側端部に取り付けなければならない。

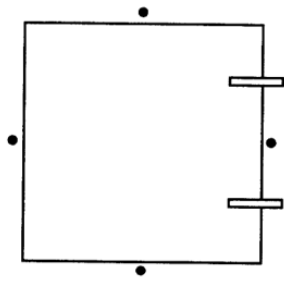
9.5 補助締付装置

9.5.1

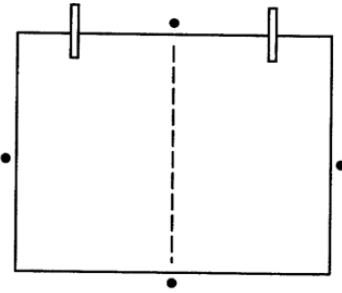
小倉口には、主締付装置が緩むか又は外れた場合でも、ハッチカバーを適切な位置に保つことができるように、例えば、スライディングボルト、掛金又はゆるく取り付けしたバックリングバー等の方法による独立した補助締付装置を設けなければならない。補助締付装置は、ハッチカバーのヒンジの反対側に設けなければならない。

図 6

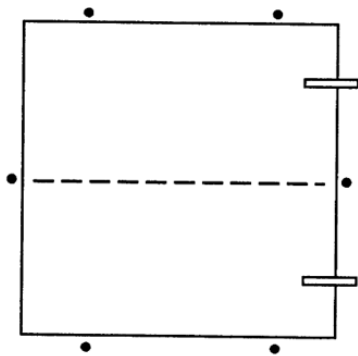
防撓材の配置



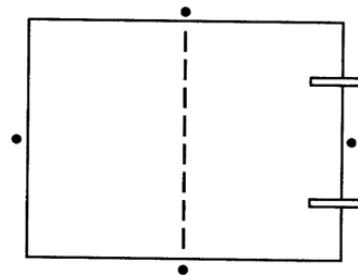
呼び寸法 630 x 630



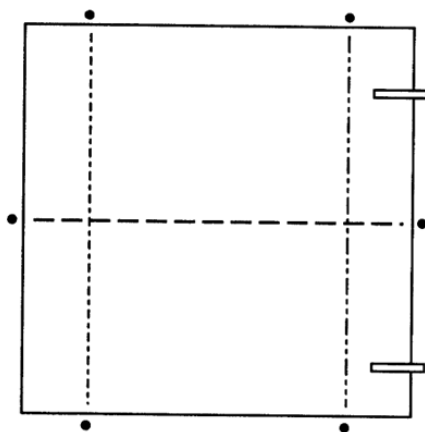
呼び寸法 630 x 830



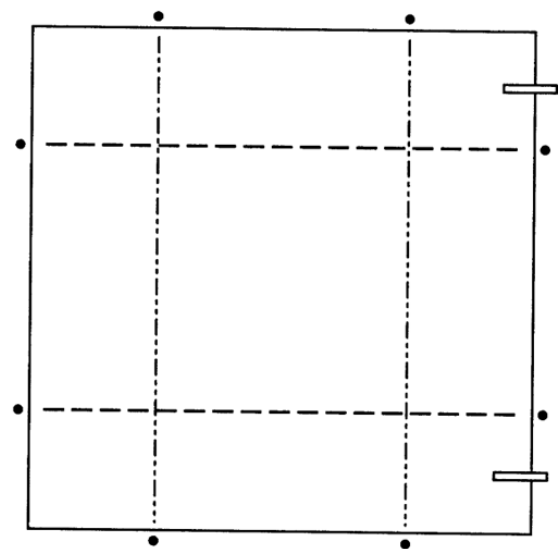
呼び寸法 830 x 830



呼び寸法 830 x 630



呼び寸法 1030 x 1030



呼び寸法 1330 x 1330

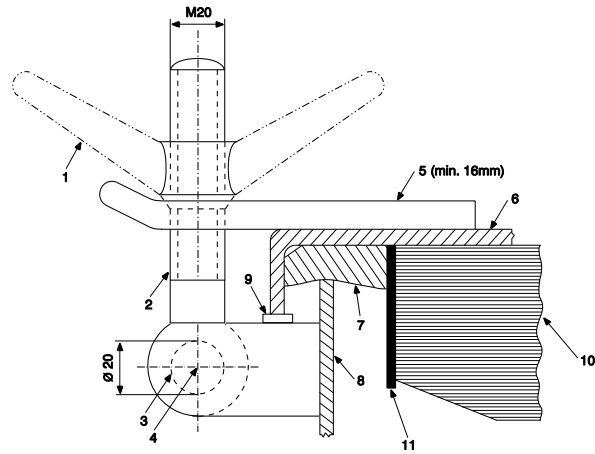
— ヒンジ

• 締付装置 / 金属同士の接触

--- 一次防撓材

----- 二次防撓材

図 7 主締付装置の例



- 1) ちょうナット
- 2) トグルボルト
- 3) トグルボルトピン
- 4) トグルボルトピン中心
- 5) フォークプレート
- 6) ハッチカバー
- 7) ガasket
- 8) ハッチコーミング
- 9) メタルタッチのためにトグルボルト付ブラケットに溶接された当板
- 10) 防撓材
- 11) 内縁部防撓材

6 節 船体及び船楼の開口配置

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

p : 3.3.2 に規定する窓ガラスに対する圧力 (kN/m^2)

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節の規定は、9章5節の規定を適用する倉口を除く船体及び船楼の開口配置に適用する。

1.2 定義

1.2.1 標準船楼高さ

標準船楼高さは1章4節による。

1.2.2 標準舷弧 (シヤー)

標準舷弧 (シヤー) は国際満載喫水線条約に基づき規定されるものとする。

1.2.3 風波に曝される範囲

風波に曝される範囲とは、船楼及び船側からの距離が $0.04B$ 以下の箇所にある甲板室の境界のことをいう。

1.2.4 風波に曝されない範囲

風波に曝されない範囲とは、船側からの距離が $0.04B$ を超える箇所にある甲板室の境界のことをいう。

2. 外部開口

2.1 一般

2.1.1 (SOLAS Reg.II-1/25-10.1)

損傷分析において浸水しないと仮定する区画であって、損傷時の最終平衡状態における喫水線より下方となるものに通じる全ての外部開口は、水密としなければならない。

2.1.2 (SOLAS Reg.II-1/25-10.2)

2.1.1 の規定に従って水密とすることが要求される外部開口は、十分な強度を有するものとし、また、貨物倉のハッチカバーを除き、船橋に表示器を取り付けなければならない。

2.1.3

避難設備の乗艇場所と軽荷状態における喫水線との間にある外板には、舷側諸口、窓又は舷窓のような恒久的な開口及び一時的な開口を設けてはならない。R 編の関連規定に適合する場合、固定式の窓又は舷窓を設けることができる。

2.1.4 (SOLAS Reg.II-1/25-10.5)

外部開口の水密保全性を確保するため、航海中常時閉鎖されるその他の閉鎖装置は、それぞれの閉鎖装置に、閉鎖状態に保たなければならない旨の標示を取り付けなければならない。ボルトにより緊密に締め付ける蓋を備えるマンホールについては、標示を取り付ける必要はない。

2.2 舷門、貨物口及び載炭口

2.2.1 (SOLAS Reg.II-1/17-1, 17.10.1 & 17.10.2 及び ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.21(2))

乾舷甲板より下方にある舷門、貨物口及び載炭口は、十分な強度を有するものとしなければならない。これらは、船舶の出航前に確実に閉鎖し、閉鎖状態に維持されなければならない。これらの開口は、いかなる場合も当該開口の下縁が最も深い区画喫水線より下方となることの無いよう配置しなければならない。

本会が特に認める場合を除き、開口の下縁は、最も深い喫水線の上縁より少なくとも $230mm$ 上方に最も低い点がある船側における乾舷甲板に平行な線より下方としてはならない。

3. 舷窓、窓及び天窗

3.1 一般

3.1.1 適用

3.1 から 3.4 までの規定は、海象状態又は悪天候の影響に曝される位置にある採光及び給気用の舷窓及び角窓に適用する。

3.1.2 舷窓の定義 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(2))

舷窓とは、面積が $0.16 m^2$ 以下の円形口又は楕円口のことをいう。面積が $0.16 m^2$ を超える円形口又は楕円口は、窓として取り扱わなければならない。

3.1.3 窓の定義 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(3))

窓とは、一般に方形の開口でその角に窓の大きさに応じた丸みを備えるものであって、認められた国家規格又は国際規格に従うもの及び面積が $0.16 m^2$ を超える円形口又は楕円口のことをいう。

3.1.4 外板における開口の数 (SOLAS Reg.II-1/17-1 & Reg.II-1/17.1)

外板の開口の数は、船舶の設計及び固有の用途に適合する範囲において、できる限り少なくしなければならない。

3.1.5 材料及び寸法 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(1))

ガラス、内蓋及び暴風雨カバーを含め、舷窓及び窓は、認められた国家規格若しくは国際規格に従って承認された設計及び適切な構造のもの又はこれと同等のものとしなければならない。

非金属材料の窓枠は使用してはならない。乾舷甲板より下方の舷窓には、通常の鋳鉄を使用してはならない。

3.1.6 閉鎖装置 (SOLAS Reg.II-1/17-1 & Reg.II-1/17.2)

外板の開口の閉鎖装置の配置及び実効性は、その開口の目的及び位置に適合するものとしなければならない。また、その設置位置は、一般に、本会が認めるものとしなければならない。

3.1.7 舷窓の開口 (SOLAS Reg.II-1/17-1 & Reg.II-1/17.3.2)

乾舷甲板より下方に位置する舷窓については、船長の許可無しに開けることを有効に防止するような構造のものとしなければならない。

3.2 開口配置

3.2.1 一般 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(5))

舷窓は、その下縁が、船側における乾舷甲板に平行な線であってその最も低い点が夏期満載喫水線（木材乾舷を指定する場合、夏期木材満載喫水線とする。）より $0.025B$ 又は $0.5m$ のうちいずれか大きい方の距離だけ上方にあるものより下方に位置するように設けてはならない。

3.2.2 海面から $1.4 + 0.025B$ (m) の位置より下方の舷窓

(SOLAS Reg.II-1/17-1, 17.3.3.1 & 17.3.3.3)

甲板間のいずれかの舷窓の下縁が、船側における乾舷甲板に平行な線であってその最も低い点が船舶の出港の際の水面より $1.4 + 0.025B$ (m) 上方にあるものより下方に位置する場合には、当該甲板間の全ての舷窓は、船舶の出港前に水密に閉鎖して施錠するものとし、次の港に着く前に開けてはならない。本規定の適用にあたり、可能な場合、淡水について適当に斟酌することができる。

最高区画満載喫水線で浮いている場合に、そのいずれかの舷窓が上記規定の適用を受ける位置にある船舶については、本会は限界平均喫水を指示することがある。この限界平均喫水は、当該舷窓が、船側における乾舷甲板に平行な線分であってその最も低い点が限界平均喫水線より $1.4 + 0.025B$ (m) 上方にあるものより上方となる喫水とする。限界平均喫水で浮いている船舶においては、舷窓を閉鎖して施錠することなく出港すること及び次の港までの航海中に船長の責任で海上において舷窓を開けることが認められる。国際満載喫水線条約に定める熱帯においては、その限界喫水を $0.3m$ だけ増加させることができる。

3.2.3 貨物区域 (SOLAS Reg.II-1/17-1 & Reg.II-1/17.6.1 to 17.6.3)

専ら貨物又は石炭の運送に充てる区画には舷窓を設けてはならない。ただし、交互に貨物又は乗客の運送に充てる区画については、舷窓を設けて差し支えない。この場合、船長の許可無しに舷窓又は内蓋を開けることを有効に防止するような構造のものとしなければならない。

3.2.4 固定式の舷窓 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(6))

損傷時復原性要件の適用を受ける船舶にあつては、要求される損傷状態において、任意の中間段階及び最終平衡状態で舷窓が冠水する場合、これらの舷窓は固定式としなければならない。

3.2.5 マンホール及び平甲板口 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.18(1))

第 1 位置及び第 2 位置又は閉囲船楼以外の船楼内に設けるマンホール及び平甲板口は、水密に作られた堅固なカバーにより閉鎖しなければならない。密に配置したボルトにより固定する場合を除き、カバーは恒久的に取り付けられたものとしなければならない。

3.2.6 自動通風用舷窓 (SOLAS Reg.II-1/17-1& Reg.II-1/17.7)

乾舷甲板より下方の外板に取り付ける自動通風用舷窓については、本会の適当と認めるところによる。

3.2.7 窓の配置 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(7))

乾舷甲板より下方の場所、閉囲された船楼の第一層目の端部隔壁及び側壁並びに第一層目の甲板室であって復原性計算において浮力とみなすもの又は下方に通じる開口を保護するものには、窓を設けてはならない。

3.2.8 天窓 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(12))

固定式天窓又は開閉式天窓は、舷窓及び窓に対して要求されると同様に、大きさ及び位置に対して適切なガラス厚を有するものとしなければならない。天窓ガラスは、いかなる場所に設置する場合であっても、機械的損傷から保護されるものとし、かつ、第 1 位置又は第 2 位置に設置する場合には、恒久的に取り付けられた堅固な内蓋又はストームカバーを備えるものとしなければならない。

3.3 ガラス

3.3.1 一般

一般的に特別な型の枠を備える強化ガラスは、認められた国家規格若しくは国際規格に適合したもの又はこれと同等のものを使用しなければならない。板ガラスの使用については、本会の適当と認めるところによる。

3.3.2 設計荷重

設計荷重は、**9 章 4 節**の適当な規定に基づき決定しなければならない。

3.3.3 材料

強化ガラスは、舷窓については ISO1095、窓については ISO3254 に、それぞれよるものとしなければならない。

3.3.4 舷窓における強化ガラス厚

舷窓における強化ガラスは、次式による値以上としなければならない。

$$t = \frac{d}{358} \sqrt{p}$$

d : 舷窓直径 (mm)

3.3.5 角窓における強化ガラス厚

角窓における強化ガラス厚は、次式による値以上としなければならない。

$$t = \frac{b}{200} \sqrt{\beta_p}$$

β : **表 1** による係数。 a/b の値が中間となる場合、 β の値は線形補間によらなければならない。

a : 窓の長辺の長さ (mm)

b : 窓の短辺の長さ (mm)

表 1 係数 β

a/b	β
1.0	0.284
1.5	0.475
2.0	0.608
2.5	0.684
3.0	0.716
3.5	0.734
≥ 4.0	0.750

特に荒天に曝されることの多い前方隔壁においては、角窓の大きさの制限及び増厚したガラスの使用の両方を要求することがある。

3.4 内蓋の配置

3.4.1 一般 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(4))

次の場所に位置する舷窓には、ヒンジ止めの内蓋を備えなければならない。

- ・ 乾舷甲板より下方の場所
- ・ 閉囲された船楼の第1層の場所
- ・ 乾舷甲板上第1層目の甲板室であって下方の場所に通じる保護されない開口を有するもの又は復原性計算において浮力として考慮するもの

内蓋は、乾舷甲板より下方に取り付ける場合には水密に、乾舷甲板より上方に取り付ける場合には風雨密に閉鎖できるものとしなければならない。

3.4.2 第2層の側部にある開口 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(8))

下方に通じる開口を保護する船楼及び復原性計算において浮力として考慮する船楼においては、第2層の側部に設ける舷窓及び窓は、風雨密に閉鎖しかつ固定できる効果的なヒンジ止めの内蓋を備えるものとしなければならない。

3.4.3 船側からセットインした第2層の側部に設ける開口

(ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(9) & 23(10))

船側からセットインした第2層の側部隔壁であって 3.4.1 に掲げる場所への直接交通を保護するものの舷窓及び窓には、ヒンジ止めの内蓋を設けなければならない。当該窓の外側に近接可能な場合、窓の外側に恒久的に取り付けたストームカバーであって風雨密に閉鎖しかつ固定できる承認された設計で堅固な構造のものとして差し支えない。

第2層以上の居室の隔壁及び戸であって、舷窓及び窓と下方の場所又は復原性計算において浮力として考慮する第2層の場所を隔てるものについては、舷窓又は窓に取り付ける内蓋又はストームカバーに代わるものとして差し支えない。

(備考 1)

認められた規格に基づく内蓋は、窓又は舷窓の内側に取り付ける、一方、内蓋と同等の仕様をもつストームカバーは、窓の外側に近接することが可能な場合に、窓の外側に取り付けるもので、ヒンジ式又は取り外し式として差し支えない。

3.4.4 高さが標準船楼高さ未満の船楼上の甲板室

(ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.23(11))

低船尾楼甲板上又はその高さが標準船楼高さより低い船楼甲板上的甲板室は、当該船楼の高さが低船尾楼の標準高さ以上の場合、内蓋に関連する規定に限り、第2層とみなして差し支えない。

3.4.5 甲板室により保護される開口

船楼甲板に設ける開口又は乾舷甲板上的甲板室であって下方の場所若しくは閉囲された船楼に通じるものの頂部に設ける開口が、甲板室により保護される場合、内部仕切りで閉囲されていない階段に直接交通する舷窓に限り内蓋を取り付けなければならない。

4. 排出口

4.1 排出口の配置

4.1.1 吸入口及び排出口 (SOLAS Reg.II-1/17-1 & Reg.II-1/17.9.1)

外板に取り付ける吸入口及び排出口には、船内への不慮の浸水を防止するための効果的な装置を、近づき得る位置に取り付けなければならない。

4.1.2 灰捨て筒、ごみ捨て筒等の船内の開口

(SOLAS Reg.II-1/17-1, 17.11.1 & 17.11.2)

灰捨て筒、ごみ捨て筒等の船内の開口には、効果的な蓋を取り付けなければならない。

上記の開口が乾舷甲板の下方にある場合、その蓋は水密とし、また、最高区画満載喫水線より上方の容易に近づき得る位置に、筒に自動逆止弁を取り付けなければならない。筒を使用しない時は、蓋及び弁は確実に閉鎖しておかなければならない。

4.2 ごみ捨て筒の配置

4.2.1 喫水線より上の船内端 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.22-1(1, b))

船内端は、指定された夏期乾舷に対応する喫水において、それぞれの舷において 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しなければならない。ただし、夏期満載喫水線から少なくとも 1000mm 上方に位置しなければならない。

船内端が夏期満載喫水線から $0.01L_{LL}$ の線より上方に位置し、かつ、就航状態において船内側の仕切り弁に常に近付き得ることを条件に、その仕切り弁は乾舷甲板上の位置から操作可能とする必要はない。

4.2.2 喫水線より下の船内端 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.22-1(4))

100m 以上の船舶において、ごみ捨て筒の船内端が、損傷時の最も深い喫水線の下方に位置する場合には、次の規定を満たさなければならない。

- ・ 船内端のヒンジ式の蓋又は弁は水密としなければならない。
 - ・ 弁は、最高区画喫水線より上方であり容易に近付き得る位置に設けるねじ締め逆止弁としなければならない。
 - ・ ねじ締め逆止弁は、乾舷甲板より上方から操作可能なものとし、開閉指示器を備えるものとしなければならない。
- また、当該弁の制御装置には、「使用時以外は閉鎖すること」と標示しなければならない。

4.2.3 仕切り弁 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.22-1(1, a))

ごみ捨て筒については、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として、筒の使用場所で操作可能な 2 個の仕切弁とすることができる。ただし、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操作可能なものとし、2 つの仕切弁にインターロック装置を設けなければならない。

2 個の仕切弁の距離は、インターロック装置が円滑に作動するよう適切なものとしなければならない。

4.2.4 ヒンジ式蓋及び排出フラップ (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.22-1(1, c))

4.2.3 に規定する 2 個の仕切り弁の設置に代えて、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、ホップ蓋が閉鎖されていない限り排出フラップの操作ができないよう、インターロック装置を設けなければならない。

4.2.5 仕切弁及びヒンジ式蓋への標示 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.22-1(3))

仕切弁及びヒンジ式の蓋の制御装置には、「使用時以外は閉鎖すること」と標示しなければならない。

4.3 ごみ捨て筒の寸法

4.3.1 材料

筒は鋼製のものとしなければならない。その他これと同等の材料と使う場合は、本会の適当と認めるところによる。

4.3.2 筒の板厚

蓋を含む筒の板厚は、**表 2** による値以上としなければならない。

表 2 ごみ捨て筒の板厚

外径 d (mm)	板厚 (mm)
$d \leq 80$	7.0
$80 < d < 180$	$7.0 + 0.03(d - 80)$
$180 \leq d \leq 220$	$10.0 + 0.063(d - 180)$
$d > 220$	12.5

5. 放水口

5.1 一般設備

5.1.1 一般 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(1, a) & Reg.3(15))

乾舷甲板又は船楼甲板の暴露部のブルワークがウェルを形成する場合、甲板から迅速に放水及び排水するための十分な手段を講じなければならない。

ウェルとは、暴露甲板上において水が滞留することのある全ての場所をいう。ウェルは四辺を甲板構造によって境界されている甲板エリアとみなされる。それらの配置によっては、三辺又は二辺のみが境界されている場合もウェルとみなす。

5.1.2 放水口の面積 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24)

乾舷甲板上に位置するブルワークにおける放水口の面積は、**表 3** による値以上としなければならない。

表 3 乾舷甲板上に位置するブルワークの放水口の面積

船型	放水口の面積 A (m^2)	適用する規定
B-100 型船舶	$0.33 \ell_B h_B$	5.5.2
B-60 型船舶	$0.25 \ell_B h_B$	5.5.1
乾舷計算に含めるトランクを備える船舶又は幅が $0.6B$ 以上のトランクを備える船舶	$0.33 \ell_B h_B$	5.3.1
乾舷計算に含めないトランクを備える船舶又は連続する若しくは実質的に連続するハッチコーミングを備える船舶	A_2	5.3.1
連続しないハッチコーミングを備える船舶	A_3	5.3.2
開口のある構造を有する船舶	船楼に対して A_S	5.4.2
	ウェルに対して A_W	5.4.3
その他の船舶	A_1	5.2.1

備考：

 ℓ_B ： 片舷のウェルにおけるブルワークの長さ (m) h_B ： ウェルにおけるブルワークの平均高さ (m)

5.1.3 放水口の配置 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(5))

舷弧のある船舶の場合、要求される放水口の面積のうち 2/3 は、舷弧の最低点に近いウェルの半分に配置しなければならない。

要求される放水口の面積のうち 1/3 は、ウェルの残り部分の長さに均等に配置しなければならない。

乾舷甲板又は船楼甲板の暴露部に舷弧がない又はほとんどない場合、放水口は、その面積をウェルに沿って均等に配置しなければならない。

ただし、船楼側部から十分に離さない限り、船楼端近傍にはブルワークに大きな諸口を設けてはならない。

5.1.4 放水口の位置 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(5) & 24(6))

放水口の下縁は、可能な限り甲板に近付けなければならない。

ブルワークの全ての開口は、約 230mm の間隔に配置する棒によって保護しなければならない。

5.1.5 放水口の閉鎖 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(6))

放水口にシャッター又は閉鎖装置を取り付ける場合、ごみ詰まりを防ぐために十分なすき間を設けなければならない。ヒンジは、耐食性の材料の軸針又は軸受けを有するものとしなければならない。シャッターに固定装置を設ける場合、その装置は、承認された構造のものとしなければならない。

5.2 トランク又は倉口に隣接しないウェルの放水口の面積

5.2.1 放水口の面積 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(1, b & c))

ウェル部分の舷弧が標準のものであるか又は標準より大きいものである場合、各ウェルにおける各舷の放水口の面積 (m^2) は表 4 による値以上としなければならない。

舷弧を有しない船舶については、上記規定の面積を 50 パーセント増さなければならない。舷弧が標準より小さい場合には、この増加率は、線形補間法によって求めなければならない。

表 4 トランク又は倉口に隣接しないウェルの放水口の面積

位置	放水口の面積 A_1 (m^2)	
	$\ell_B \leq 20$	$\ell_B > 20$
乾舷甲板又は船尾楼甲板	$0.7 + 0.035 \ell_B + A_C$	$0.07 \ell_B + A_C$
船楼甲板	$0.35 + 0.0175 \ell_B + 0.5 A_C$	$0.035 \ell_B + 0.5 A_C$

備考：

 ℓ_B ：ウェル部分のブルワーク長さ (m)。ただし、 $0.7L_{LL}$ より大きな値とする必要はない。 A_C ：面積 (m^2) で次式による。

$$h_B > 1.2 \text{ の場合} \quad A_C = \frac{\ell_B}{25} (h_B - 1.2)$$

$$0.9 \leq h_B \leq 1.2 \text{ の場合} \quad A_C = 0$$

$$h_B < 0.9 \text{ の場合} \quad A_C = \frac{\ell_B}{25} (h_B - 0.9)$$

 h_B ：ブルワークの平均高さ (m)5.2.2 幅が $0.8B$ 以上の甲板室の最小放水口面積

(ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(1, d))

幅が $0.8B$ 以上の甲板室を船体中央部に配置し、かつ船側の通路の幅が $1.5m$ 未満の平甲板船の場合には、放水口の面積は、甲板室の前後で2つのウェルを形成するものとみなして計算しなければならない。また各ウェルの放水口の面積は表 4 によらなければならない。この時、 ℓ_B は考慮するウェルの実際の長さとしなければならない。

5.2.3 仕切り隔壁の最小放水口面積 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(1, e))

甲板室の前後において船の全幅にわたる仕切り隔壁が設ける場合には、甲板室の幅に関係なく、暴露甲板はその前後で2つのウェルを形成するものとみなし、それぞれにおける放水面積は、5.1.2 の規定によらなければならない。

5.3 トランク又は倉口に隣接するウェルの放水口面積

5.3.1 トランク又は倉口縁材に隣接する放水口面積

(ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(2))

乾舷計算に含めない連続するトランク又は船楼間で連続する若しくは実質的に連続するハッチサイドコーミングを有する船舶の場合、放水口面積 (m^2) は表 5 に規定する値以上としなければならない。

表 5 連続するトランク又は倉口に隣接するウェルの放水口面積

倉口又はトランクの幅 B_H (m)	放水口面積 A_2 (m^2)
$B_H \leq 0.4B$	$0.2 \ell_B h_B$
$0.4B < B_H < 0.75B$	$\left[0.2 - 0.286 \left(\frac{B_H}{B} - 0.4 \right) \right] \ell_B h_B$
$B_H \geq 0.75B$	$0.1 \ell_B h_B$

備考：

 ℓ_B ：片舷のウェルにおけるブルワーク長さ (m) h_B ：ウェルにおけるブルワークの平均高さ (m)

幅が $0.6B$ 以上で乾舷計算に含める連続するトランクを有する船舶及び乾舷甲板の暴露部の長さの少なくとも半分以上にわたりオープンレールを設けない船舶の場合には、トランクに隣接するウェルの放水口の面積は、ブルワークの全面積の33%以上としなければならない。

5.3.2 連続しないトランク又はハッチコーミングの放水口面積 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(3))

考慮するウェルの全長にわたり、連続しないトランク、ハッチコーミング又は甲板室により、船舶の甲板上の自由な水の流れが阻害される場合には、ウェルにおけるブルワークの放水口の面積は、表 6 による値以上としなければならない。

表 6 連続しないトランク又は倉口に隣接するウェルにおける放水口面積

水が流れる面積 f_P (m^2)	放水口面積 A_3 (m^2)
$f_P \leq A_1$	A_2
$A_1 < f_P < A_2$	$A_1 + A_2 - f_P$
$f_P \geq A_2$	A_1

備考：

f_P ：甲板上の放水口面積で、倉口間又は倉口と船楼若しくは甲板室間の間隙の実際のブルワークの高さまでの範囲のネット面積とする。

A_1 ：表 4 による放水口面積 (m^2)

A_2 ：表 5 による放水口面積 (m^2)

5.4 船楼内の開放区域における放水口面積

5.4.1 一般 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(4))

乾舷甲板又は船楼甲板上に、一端又は両端が開放甲板上的ブルワークにより形成されるウェルに開口する船楼を有する船舶においては、船楼内の開放区域から水を放出するための十分な設備を備えなければならない。

5.4.2 閉囲されない船楼の放水口面積 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24(4))

閉囲されない船楼に対する放水口の各舷における面積は、次式による値以上としなければならない。

$$A_S = A_1 C_{SH} \left[1 - \left(\frac{\ell_W}{\ell_T} \right)^2 \right] \left(\frac{b_0 h_S}{2 \ell_T h_W} \right)$$

ℓ_T ：ウェル全長 (m) で、次式による。

$$\ell_T = \ell_W + \ell_S$$

ℓ_W ：ブルワークがウェルを形成する部分のブルワークの長さ (m)

ℓ_S ：閉囲されない船楼の長さ (m)

A_1 ：ウェルの長さ ℓ_T に対して表 4 に規定する放水口の面積 (m^2)。ただし、表 4 の適用において A_C は 0 としなければならない。

C_{SH} ：舷弧に関する係数で次式による。

$C_{SH} = 1.0$ (標準又は標準以上の舷弧を有する場合)

$C_{SH} = 1.5$ (舷弧が無い場合)

b_0 ：閉囲されない船楼の船楼端隔壁部における開口の幅 (m)

h_S ：1.2.1 による船楼の標準高さ (m)

h_W ：乾舷甲板からウェル甲板までの高さ (m)

5.4.3 閉囲されないウェルの放水口の面積 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.24 (4))

船側における閉囲されないウェルの放水口の各舷における面積 (m^2) は、次式による値以上としなければならない。

$$A_W = A_1 c_{SH} \left(\frac{h_S}{2 h_W} \right)$$

A_1 ：表 4 に規定する、長さ ℓ_W のウェルに対する放水口の面積 (m^2)

c_{SH} , h_S , h_W , ℓ_W は 5.4.2 の規定による

上記規定による放水口の面積 A_S 及び A_W は、閉囲されない船楼により覆われる開放区域の側部又は閉囲されないウェルの側部に沿って両舷に配置しなければならない。

5.5 B-100 型船舶及び B-60 型船舶の乾舷甲板のブルワークにおける放水口の面積

5.5.1 B-60 型船舶の放水口の設備

B-60 型船舶にあっては、乾舷甲板のブルワークの下方部分に、ブルワークの全面積の 25% 以上の面積の放水口を設けなければならない。

舷側厚板の上端はできるだけ低くしなければならない。

5.5.2 トランクを有する B-100 型船舶の放水口の設備

B-100 型船舶において、トランクを備える乾舷甲板の暴露部には、少なくともその長さの半分以上の長さに、オープンレールを設けなければならない。

これに代えて連続するブルワークを取り付ける場合、乾舷甲板のブルワークの下方部分に、ウェルを形成する部分のブルワークの全面積の33%以上の放水口を設けなければならない。

6. 機関室口

6.1 機関室の天窓

6.1.1

第1位置又は第2位置における機関室の天窓は、適切な枠を設け、甲板に強固に取り付け、十分な強度を備える鋼製囲壁で閉囲しなければならない。他の構造物により当該囲壁が保護されない場合、囲壁の強度は本会の適当と認めるところによる。

6.2 閉鎖装置

6.2.1 機関室囲壁 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.17(1) & 12(1))

第1位置又は第2位置における機関区域の開口には、恒久的かつ強固に隔壁に取り付けた鋼又はこれと同等の材料の戸を設けなければならない。また、これらの開口は、全体の構造が開口の無い隔壁と同等の強さを有するよう、枠を付け、防撓し、取り付け、閉鎖したときに風雨密を確保できるものとしなければならない。これらの戸は、両側から操作することができるものとし、通常、波浪荷重に対する追加の保護をするよう外側に開くものとしなければならない。

これらの囲壁に設けるその他の開口については、適切な位置に常設的に取り付けられる同等の蓋を備えるものとしなければならない。

6.2.2 戸の敷居高さ (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.17(1 & 2))

戸の敷居の高さは、次の値以上としなければならない。

- ・ 第1位置において甲板上 600mm
- ・ 第2位置において甲板上 380mm
- ・ その他の場合において 230mm

6.2.3 二重扉 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.17(1 & 2))

他の構造により保護されない囲壁の開口については、その船舶の乾舷が国際満載喫水線第28規則の表Bによる値未満である場合、二重扉（内扉と外扉）を設けなければならない。

内扉については230mm、外扉については600mm以上の敷居を設けなければならない。

6.2.4 ボイラ室通風口 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.17(5))

ボイラ室通風口には、鋼又はこれと同等の材料で製作する蓋を適切な位置に恒久的に取り付け、風雨密としなければならない。

6.3 コーミング

6.3.1 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.17(3))

乾舷甲板及び船楼甲板の暴露部に設けるボイラ室通風口、煙突及び機関室通風筒の縁材の甲板上の高さは、妥当、かつ、実行可能な限り高くしなければならない。

一般に、機関区域に通じる通風筒及び要求される場合は非常用発電機室に通じる通風筒の縁材の高さは、8.1.3の規定に従うものとしなければならない。ただし、風雨密の閉鎖装置を取り付ける必要はない。

6.3.2 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.17(4))

船型又は配置により上記規定を適用できない場合、閉鎖装置を閉鎖した時にも機器への給気を確保できる適当な設備を備える場合、8.1.2の規定による風雨密の閉鎖装置を取り付け、機関区域又は非常用発電機室通風筒の縁材の高さを減じることを認める場合がある。

7. 昇降口

7.1 一般

7.1.1 乾舷甲板の開口 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.18(2))

倉口、機関室口、マンホール、平甲板口を除く乾舷甲板の開口は、閉囲された船楼、又はこれと同等の強さ及び風雨密性を有する甲板室若しくは昇降口により保護しなければならない。

7.1.2 船楼の開口 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.18(2))

暴露する船楼甲板の開口及び乾舷甲板上の甲板室頂部における開口であって、乾舷甲板下の場所又は閉囲された船楼内の場所に通じるものは、有効な甲板室又は昇降口室により保護しなければならない。

7.1.3 高さが標準船楼高さに満たない船楼の開口

(ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.18(3))

低船尾楼甲板上又はその高さが標準船楼高さ未満かつ低船尾楼の標準高さ以上の船楼上に位置する甲板室頂部の開口には、適切な閉鎖装置を設けなければならない。ただし、甲板室の高さを標準船楼高さ以上とする場合、その閉鎖装置は有効な甲板室又は昇降口により保護する必要は無い。標準船楼高さに満たない高さの甲板室上にある甲板室の頂部の開口についても同様に取扱いして差し支えない。

7.2 寸法**7.2.1**

閉鎖された場所に通じる開口を保護する暴露甲板上の昇降口は、鋼製のものとし、堅固に甲板に取り付け、適切な寸法のものとしなければならない。

7.3 閉鎖装置**7.3.1 戸 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.18(2))**

甲板室及び乾舷甲板下又は閉囲された船楼内の場所に通ずる昇降口室の戸口には、風雨密の戸を備えなければならない。これらの戸は、鋼製とし、両側から操作することができ、一般に、波浪衝撃に対する追加の保護を与えるために外側に開くものとしなければならない。

甲板室内の階段が、風雨密の戸を有する適切な構造の昇降口で閉囲する場合には、甲板室外側の戸を風雨密とする必要はない。

閉鎖装置が風雨密でない場合には、甲板の開口内部は暴露部 (例えば、開放甲板に位置する) と扱わなければならない。

7.3.2 敷居の高さ (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.18(4 to 6))

昇降口室の戸口の敷居の高さは次の値以上としなければならない。

- ・ 第1位置において 600mm
- ・ 第2位置において 380mm

乾舷甲板からの交通に代えて上部からの交通を備える場合には、船楼橋又は船尾楼の敷居の高さは、380mm としなければならない。本規定は乾舷甲板上にある甲板室にも適用する。

上部の場所からの交通を備えない場合、乾舷甲板上にある甲板室の敷居の高さは 600mm としなければならない。

8. 通風筒**8.1 閉鎖装置****8.1.1 一般 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.19(4))**

通風用の開口荷は、鋼製又はこれと同等の材料で製作する効果的な風雨密閉鎖装置を取り付けなければならない。

8.1.2 閉鎖装置の免除 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.19(3))

コーミングの高さが次の値を超える通風筒については、本会が特に要求しない場合、閉鎖装置を備える必要はない。

- ・ 第1位置において甲板上 4.5m
- ・ 第2位置において甲板上 2.3m

8.1.3 長さが 100m 以下の船舶の閉鎖装置 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.19(4))

長さが 100m 以下の船舶にあっては、通風筒のコーミングに、閉鎖装置を常設的に取り付けなければならない。

8.1.4 長さが 100m を超える船舶の閉鎖装置

(ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg.19(4))

長さが 100m を越える船舶において閉鎖装置が常設的に取り付けない場合には、閉鎖装置は、これを取り付ける通風筒の近くに格納しなければならない。

8.1.5 機関区域及び非常用発電室の通風筒

如何なる天候条件においても、次を確保しなければならない。

- ・ 連続する機関区域の通風
- ・ 必要に応じて、非常用発電室の緊急時の通風

上記の場所に通じる通風筒は、**8.1.2** の規定に適合しなければならない。即ち、それらの開口は閉鎖設備を要求されない箇所とする。

8.1.6 機関区域及び非常用発電室のコーミングの高さ

船型及び配置により、**8.1.5** の規定が適用できない場合、ドレンを取り付けた分離機のような、閉鎖した時にも機器への給気を確保できる適当な装置を備えることを条件に、**8.1.1**、**8.1.3**、**8.1.4** の規定による風雨密閉鎖装置を取り付け、機関区域及び非常用発電室の縁材の高さを減じることができる。

8.1.7 船外に通じる又は閉囲された船楼を貫通する通風筒の閉鎖装置

船側の外側に通じる又は船楼を貫通する通風筒の閉鎖装置は、本会の認めるところによる。これらの通風筒の高さが乾舷甲板上で $4.5m$ を超える場合には、排水設備及び有効なバップル装置を取り付けることにより、閉鎖装置を省略して差し支えない。

8.2 コーミング

8.2.1 一般 (ILLC (決議 MSC.143(77)) Reg. 19(1 & 2))

第 1 位置又は第 2 位置の通風筒であって乾舷甲板下又は閉囲された船楼甲板下の場所に通じるものは、鋼又はこれと同等の材料で堅固に製作し、かつ、甲板に効果的に取り付けるコーミングを備えなければならない。閉囲された船楼以外の船楼を貫通する通風筒は、乾舷甲板上に鋼又はこれと同等の材料で堅固に製作したコーミングを備えなければならない。

8.2.2 寸法

暴露部のコーミングの寸法は、**表 7** による値以上としなければならない。

暴露部に位置する場合又は浮力計算への適合に要する場合、コーミングの高さは本会の適当と認める値まで増加させなければならない。

表 7 コーミングの寸法

項目	寸法
甲板上のコーミングの高さ (mm)	第 1 位置において: $h = 900$ 第 2 位置において: $h = 760$
コーミングの板厚 (mm) ⁽¹⁾	$t = 5.5 + 0.01 d_v$ ただし, $7.5 \leq t \leq 10.0$
支持	$h > 900$ (mm) の場合、コーミングを防撓するか又は支柱により支持すること。

備考:

d_v : 通風筒の外径 (mm)

(1) 通風筒の高さが h を超える場合には、 h の位置より上方のコーミングの板厚を漸次減じて差し支えない。ただし、 6.5 (mm) 以上とすること。

9. タンククリーニング用の開口

9.1 一般

9.1.1

アレージ用開口及びバタワースハッチは、閉囲区間に配置してはならない。

10 章 船体機装

1 節 舵及び操船装置

記号

本節に規定されない記号については、1章4節による。

C_R : 舵力 (N)

Q_R : 舵トルク ($N\cdot m$)

A : 舵可動部の面積 (m^2) で、舵の中央を通る垂直面への投影面積とする。
ノズル舵については、 A はノズル投影面積の 1.35 倍以上としなければならない。

A_t : 舵可動部の面積 A にラダーホーンの投影面積を加えた面積 (m^2)

A_f : 舵頭材の中心線より前方に位置する舵可動部の面積 (m^2)

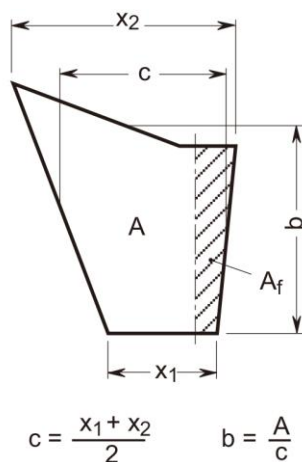
b : 舵可動部面積の平均高さ (m)

c : 舵可動部面積の平均幅 (m)。図 1 参照

Λ : 舵面積 A_t のアスペクト比で、次式による値。

$$\Lambda = \frac{b^2}{A_t}$$

図 1 舵の寸法



V_0 : 1章4節に定義する船の最大前進速力 ($knots$)。最大前進速度が $10knots$ より小さい場合、 V_0 は次の値とする。

$$V_{min} = \frac{(V_0 + 20)}{3} \quad (knots)$$

V_a : 船舶の最大後進速力 ($knots$) で、 $0.5V_0$ 以上とする。後進速力が大きい場合、舵力及び舵トルクについては、舵角の関数として特別に評価することを要求することがある。後進状態における舵角の制限が規定されない場合については、係数 κ_2 は、表 1 で後進状態に対して与える値以上としなければならない。

1. 一般

1.1 操船装置

1.1.1

操船装置は、舵及び操舵装置、更には制御装置といった、船を操船するために必要な全ての機器を含む。

1.1.2

本節は、舵頭材、カップリング、舵ベアリング及び舵本体を扱う。操舵装置については、**D 編**の規定による。

1.1.3

操舵機室は、容易に人の出入りができ、かつ、可能な限り機関区域から分離しなければならない。

(備考)

操舵機室内の磁気コンパスの設置場所については、**安全設備規則 4 編 2.1.1**によらなければならない。

1.2 構造詳細

1.2.1

舵頭材上部にラダーキャリアを取り付ける等、ベアリングに過大な圧力を生じることなく舵本体の重量を支持する効果的な手段を備えなければならない。ラダーキャリア近傍の船体構造は、適切に補強しなければならない。

1.2.2

舵の跳ね上がりを防止するために適切な措置を講じなければならない。

1.2.3

舵板構造と舵頭材固着部の鍛鋼又は鋳鋼製の一体型部品との接合部については、当該部分において過度の応力集中を避けるよう適切に設計しなければならない。

1.2.4

操舵機室への浸水及びラダーキャリアからの潤滑材の流出を防止するため、ラダートランクを水密構造とするか又は最も深い喫水線より上方にパッキンを設置しなければならない。ラダートランク頂部が最も深い喫水線よりも下方となる場合、2つの別々のスタッフィングボックスを備えなければならない。

1.3 (削除)

1.4 材料

1.4.1

舵頭材、ピントル、カップリングボルト等の材料は、**K 編**の規定に適合したものとしなければならない。

1.4.2

一般的に、最小降伏応力 R_{eH} が 200N/mm^2 未満の材料、最小引張強さが 400N/mm^2 未満の材料又は最小引張強さが 900N/mm^2 を超える材料については、舵頭材、ピントル、キー及びボルトに使用してはならない。本節の規定は、最小降伏応力が 235N/mm^2 である材料に基づいている。 R_{eH} が 235N/mm^2 と異なる材料を使用する場合については、材料係数 k_r を次のように決定しなければならない。

$$k_r = \left(\frac{235}{R_{eH}} \right)^{0.75} \quad (R_{eH} > 235\text{N/mm}^2 \text{ の場合})$$

$$k_r = \frac{235}{R_{eH}} \quad (R_{eH} \leq 235\text{N/mm}^2 \text{ の場合})$$

R_{eH} : 使用する材料の最小降伏応力 (N/mm^2)。 R_{eH} は、 $0.7R_m$ 又は 450N/mm^2 の小さい方の値以下としなければならない。

1.4.3

R_{eH} が 235N/mm^2 を超える材料の使用により舵頭材の直径が顕著に減少する場合、事前に舵頭材の弾性変形の影響に関する評価を行うことを要求することがある。ベアリング縁部において過度の応力が生じることを避けるため、大きな変形の発生を避けることが望ましい。

1.4.4

5.1 に規定する許容応力は、一般強度鋼に適用する。高張力鋼を使用する場合、個々の事例において、より高い許容応力を用いることができる。

2. 舵力及び舵トルク

2.1 通常の舵における舵力及び舵トルク

2.1.1

舵力 (N) は、次式により決定しなければならない。

$$C_R = 132AV^2\kappa_1\kappa_2\kappa_3\kappa_t \quad (N)$$

V : 前進状態については V_0

: 後進状態については V_a

κ_1 : アスペクト比 Λ による係数で、次式による値。ただし、 Λ は 2 より大きな値とする必要はない。

$$\kappa_1 = (\Lambda + 2)/3$$

κ_2 : 舵型及び舵外形による係数で表 1 による。

表 1 係数 κ_2

舵外形／舵型	κ_2	
	前進状態	後進状態
NACA-00 シリーズ	1.10	0.80
フラットサイド形	1.10	0.90
混合形 (例えば, <i>HSV4</i>)	1.21	0.90
中空形	1.35	0.90
ハイリフト型	1.70	特別に考慮すること。本 会が適当と認めるデー タが無い場合: 1.30
フィッシュテール	1.40	0.80
単板舵	1.00	1.00

κ_3 : 舵配置に関する係数

$\kappa_3 = 0.80$ (プロペラ後流外にある舵)

$\kappa_3 = 1.00$ (その他の位置。プロペラ後流内にある舵も含む。)

$\kappa_3 = 1.15$ (プロペラノズル後方の舵)

κ_t : プロペラ後流内にある舵の場合は 1.0 とする。スラスト係数 C_{th} が 1.0 を超える場合、個々の事例において κ_t の値を増減することがある。

2.1.2

舵トルクは、次式により決定しなければならない。

$$Q_R = C_R r \quad (N \cdot m)$$

r : 舵力中心から舵頭材中心までの距離 (m) で、次式による。ただし、前進状態に対しては $0.1c$ 未満としてはならない。

$$r = c(\alpha - k_{bc}) \quad (m)$$

α : 次に掲げる値とする。

$\alpha = 0.33$ (前進状態)

$\alpha = 0.66$ (後進状態, 一般)

$\alpha = 0.75$ (後進状態, 中空形)

ただし、ラダーホーン等の固定構造に隠れる部分については次の値とする。

$\alpha = 0.25$ (前進状態)

$\alpha = 0.55$ (後進状態)

ハイリフト型舵については、 α を特別に考慮する。本会が適当と認めるデータが無い場合、前進状態において $\alpha = 0.40$ とする。

k_{bc} : バランスに関する係数で次式による。ただし、不平衡舵においては 0.08 とすること。

$$k_{bc} = \frac{A_f}{A}$$

2.1.3

操舵装置の選択及び操作においては、舵型及び舵外形を考慮すること。

2.2 切り欠きを有する形状の舵（セミスピード型舵）における舵力及び舵トルク

2.2.1

舵全体の舵力 C_R については、2.1.1 に従って算出しなければならない。舵トルク及び舵の強度を決定する基となる舵面積上の圧力分布については、次により決定しなければならない。

- ・ 舵面積は、 A_1 及び A_2 の二つの長方形又は台形に分ける。（図2 参照）
- ・ 各部分に生じる力（ N ）は次式による。

$$C_{R1} = C_R \frac{A_1}{A} \quad (N)$$

$$C_{R2} = C_R \frac{A_2}{A} \quad (N)$$

2.2.2

各部分に生じるトルクは次式によらなければならない。

$$Q_{R1} = C_{R1} r_1 \quad (N \cdot m)$$

$$Q_{R2} = C_{R2} r_2 \quad (N \cdot m)$$

$$r_1 = c_1 (\alpha - k_{b1}) \quad (m)$$

$$r_2 = c_2 (\alpha - k_{b2}) \quad (m)$$

$$k_{b1} = \frac{A_{1f}}{A_1}$$

$$k_{b2} = \frac{A_{2f}}{A_2}$$

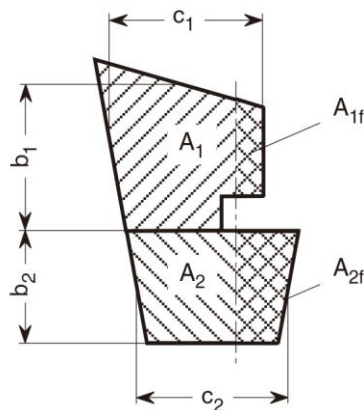
A_{1f}, A_{2f} : 図2 参照

$$c_1 = \frac{A_1}{b_1}$$

$$c_2 = \frac{A_2}{b_2}$$

b_1, b_2 : A_1 及び A_2 部分のそれぞれの平均高さ（図2 参照）

図2 A_1 及び A_2 部分の面積



2.2.3

全体の舵トルク（ $N \cdot m$ ）は、次式による値のうち大きな方の値としなければならない。

$$Q_R = Q_{R1} + Q_{R2} \quad (N \cdot m)$$

$$Q_{Rmin} = C_R r_{1,2min} \quad (N \cdot m)$$

$$r_{1,2min} = \frac{0.1}{A} (c_1 A_1 + c_2 A_2) \quad (m)$$

3. 舵頭材の寸法

3.1 舵頭材の直径

3.1.1

舵トルクを伝達するための舵頭材の直径は、次の値以上としなければならない。

$$D_t = 4.2 \cdot \sqrt[3]{Q_R k_r} \quad (mm)$$

Q_R : 2.1.2, 2.2.2 及び 2.2.3 の規定による。

上記要求値に対応する振り応力は、次式のとおり。

$$\tau_t = \frac{68}{k_r} \quad (N/mm^2)$$

k_r : 1.4.2 及び 1.4.3 の規定による。

3.1.2

操舵機、停止装置及び固定装置の決定に際しては、3.1.1 による舵頭材の直径を考慮すること。

3.1.3

機械式操舵機の場合、補助操舵装置からの振りモーメントの伝達のみ使用する舵頭材上部の直径については、 $0.9D_t$ として差し支えない。補助チラーを取り付ける四角形部分の一辺の長さは $0.77D_t$ 以上、高さは $0.8D_t$ 以上としなければならない。

3.1.4

舵頭材は、軸が横移動しないよう固定しなければならない。軸クリアランスの許容角度は、操舵機の構造及びベアリングによって決まる。

3.2 舵頭材の補強

3.2.1

舵頭材に舵トルクに加え曲げ応力が生じる舵については、舵頭材の直径を適切に増さなければならない。この場合、カップリングの寸法決定の際に、舵頭材の直径の増大を考慮すること。

増径した舵頭材において、曲げ及び振りによる等価応力 (N/mm^2) は、次の値以下としなければならない。

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} \leq \frac{118}{k_r}$$

σ_b : 曲げ応力 (N/mm^2) で次式による。

$$\sigma_b = \frac{10.2M_b}{D_1^3}$$

M_b : 頸部ベアリングにおける曲げモーメント ($N\cdot m$)

τ : 振り応力 (N/mm^2) で次式による。

$$\tau = \frac{5.1Q_R}{D_1^3}$$

D_1 : 舵頭材の直径 (cm) で、次式による。

$$D_1 = 0.1D_t \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3} \left(\frac{M_b}{Q_R} \right)^2}$$

Q_R : 2.1.2, 2.2.2 及び 2.2.3 の規定による。

D_t : 3.1.1 の規定による。

(備考)

ダブルピストン式操舵機を用いる場合、操舵機から舵頭材に追加の曲げモーメントが伝達されることがある。この場合、舵頭材の直径を決定する際に追加の曲げモーメントを考慮しなければならない。

3.3 解析

3.3.1 一般

舵及び舵頭材から成る舵モデルにおける曲げモーメント、せん断力及び支持力については、図 3 から図 7 に示す舵型に応じ、3.3.2 及び 3.3.3 により算出しなければならない。

3.3.2 解析データ

$\ell_{10}, \ell_{20}, \ell_{30}, \ell_{40}, \ell_{50}$: 舵モデルにおける個々の部分の長さ (m)

$I_{10}, I_{20}, I_{30}, I_{40}, I_{50}$: それぞれ部分の断面二次モーメント (cm^4)

シューピースにより支持する舵において、長さ ℓ_{20} は舵本体の下端縁とシューピース中央との距離とし、 I_{20} は底部ピン

トルの断面二次モーメントとする。

舵本体に対する荷重 (kN/m) (一般)

$$p_R = \frac{C_R}{\ell_{10} \cdot 10^3}$$

セミスペード型舵に対する荷重 (kN/m)

$$p_{R10} = \frac{C_{R2}}{\ell_{10} \cdot 10^3}$$

$$p_{R20} = \frac{C_{R1}}{\ell_{20} \cdot 10^3}$$

C_R, C_{R1}, C_{R2} : 2.1 及び 2.2 の規定による

Z : シューピース又はラダーホーンでの支持に関するバネ定数

$$\text{シューピース支持 (図 3 参照)} \quad Z = \frac{6.18 I_{50}}{\ell_{50}^3} \quad (kN/m)$$

$$\text{ラダーホーン支持 (図 4 参照)} \quad Z = \frac{1}{f_b + f_t} \quad (kN/m)$$

f_b : 支持中心に単位荷重 $1kN$ が作用する場合のラダーホーンの単位変位量 (m/kN)

$$f_b = \frac{1.3d^3}{3EI_n} 10^8 \quad (m/kN)$$

$$f_b = 0.21 \frac{d^3}{I_n} \quad (m/kN) \quad (\text{鋼構造に対する参考値})$$

I_n : $d/2$ におけるラダーホーンの x 軸周りの断面二次モーメント (cm^4) (図 4 参照)

f_t : 単位振りモーメントによるラダーホーンの単位変位量 (m/kN)

$$f_t = \frac{de^2}{GJ_t} \quad (m/kN)$$

$$f_t = \frac{de^2 \sum u_i / t_i}{3.14 \cdot 10^8 F_T^2} \quad (m/kN) \quad (\text{鋼構造の場合})$$

G : セン断弾性係数 (kN/m^2) で、鋼構造の場合は次の値。

$$G = 7.92 \times 10^7$$

J_t : 慣性振りモーメント (m^4)

F_T : ラダーホーンの平均断面積 (m^2)

u_i : 平均断面積部においてラダーホーン断面を形成する個々の板の幅 (mm)

t_i : 幅 u_i の板の板厚 (mm)

e, d : ラダーホーンに関する距離 (m) で図 4 による。

K_{11}, K_{22}, K_{12} : 舵又は舵頭材を 2 点で弾性支持するラダーホーン (図 5) について計算されたラダーホーンの追従定数。2 点の弾性支持については、次式による水平変位 y_i に関して定義する。

$$\text{下部ラダーホーンベアリング} : y_1 = -K_{12}B_2 - K_{22}B_1$$

$$\text{上部ラダーホーンベアリング} : y_2 = -K_{11}B_2 - K_{12}B_1$$

y_1, y_2 : 下部及び上部ラダーホーンベアリングにおける各々の水平変位 (m)

B_1, B_2 : 下部及び上部ラダーホーンベアリングにおける各々の水平支持力 (kN)

K_{11}, K_{22}, K_{12} : 次式による値 (m/kN)

$$K_{11} = 1.3 \cdot \frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{e^2\lambda}{GJ_{th}}$$

$$K_{12} = 1.3 \left[\frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{\lambda^2(d-\lambda)}{2EJ_{1h}} \right] + \frac{e^2\lambda}{GJ_{th}}$$

$$K_{22} = 1.3 \left[\frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{\lambda^2(d-\lambda)}{EJ_{1h}} + \frac{\lambda(d-\lambda)^2}{EJ_{1h}} + \frac{(d-\lambda)^3}{3EJ_{2h}} \right] + \frac{e^2d}{GJ_{th}}$$

d : 図 5 に規定するラダーホーンの高さ (m) で、ラダーホーン上端 (曲率が変化する点) からラダーホーン下部ピントルの中心線まで下向きに測る。

λ : 図 5 に規定する長さ (m) で、ラダーホーン上端 (曲率が変化する点) からラダーホーン上部ピントルの中心線まで下向きに測る。 $\lambda = 0$ の場合、この部分を中空断面と想定すれば、上記算式は 1 点弾性支持のラダーホーンに関するばね定数 Z に収束する。

- e : 図5で規定するラダーホーンの振りに関するこの長さ (m) で、 $z=d/2$ の位置でとる値とする。
- J_{1h} : ラダーホーン上部ベアリングより上方範囲における、ラダーホーンの x 軸周りに慣性振りモーメント (m^4) で、長さ λ (図5参照) 間の平均値とする。
- J_{2h} : ラダーホーン上部ベアリングとラダーホーン下部ベアリング間の範囲における、ラダーホーンの x 軸周りに慣性振りモーメント (m^4) で、高さが d から λ (図5参照) の範囲における平均値とする。
- J_{th} : ラダーホーンの振り剛性係数 (m^4) で、薄壁で形成される任意の閉断面については、次式による。

$$J_{th} = \frac{4F_T^2}{\sum_i \frac{u_i}{t_i}}$$

- F_T : ラダーホーン外壁部の平均断面積 (m^2)
- u_j : ラダーホーン外壁部の平均断面積を形成する個々の板の長さ (mm)
- t_j : ラダーホーン外壁部の平均断面積を形成する個々の板の板厚 (mm)

備考:

J_{th} の値は高さ方向の平均値とし、ラダーホーンのいずれの場所についてもこの値とする。

図3 シューピースにより支持する舵

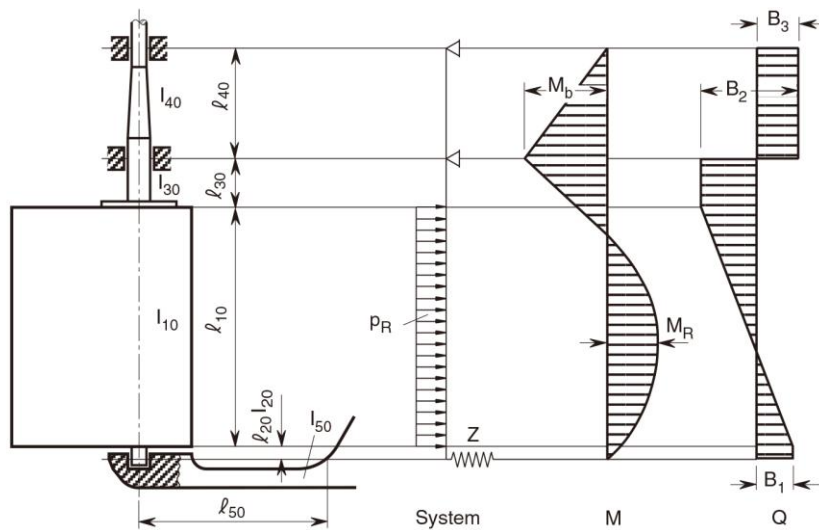


図4 セミスピード型舵 (1点弾性支持の場合)

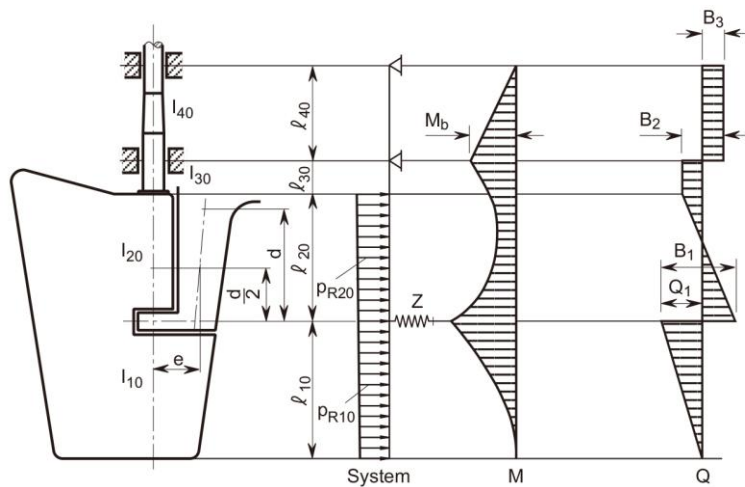


図5 セミスピード型舵 (2点弾性支持の場合)

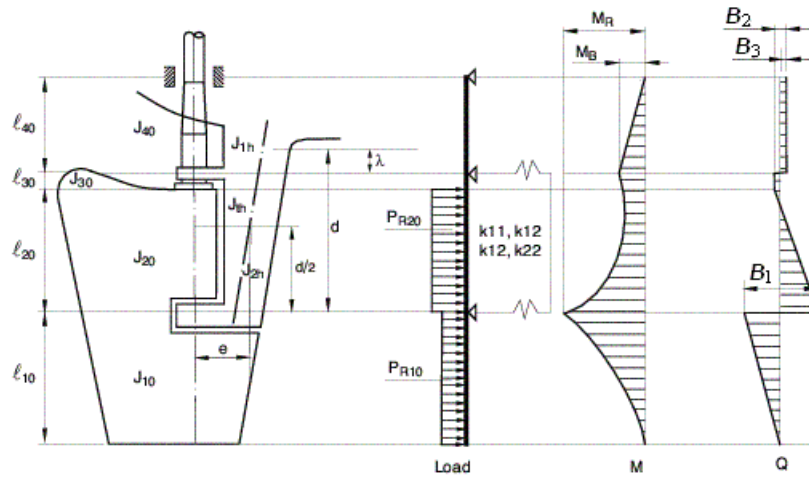


図6 スピード型舵

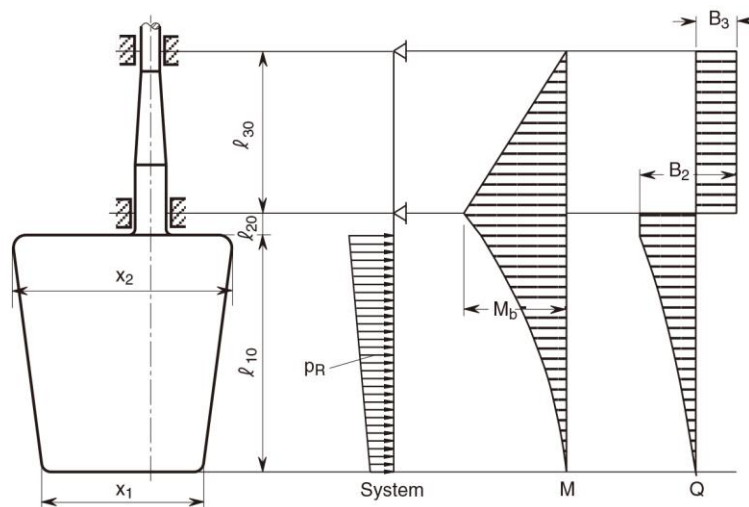
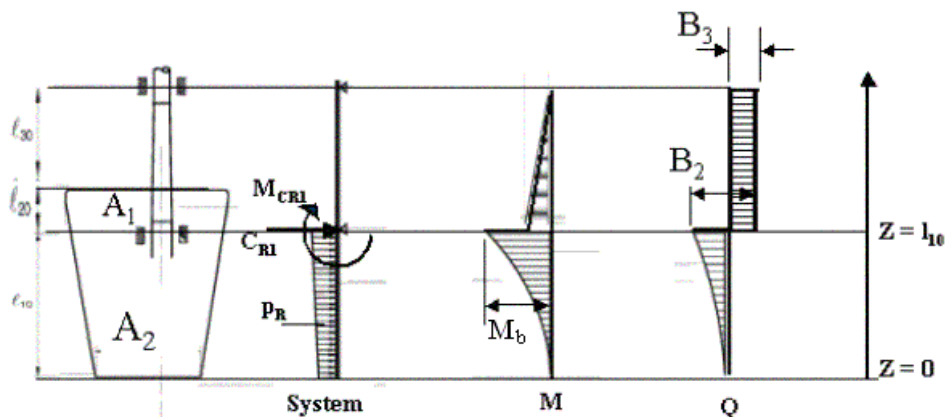


図7 舵頭材を支持するラダートランクを備えるスピード型舵



3.3.3 評価すべきモーメント及び力

- a) 舵本体における曲げモーメント M_R 及びせん断力 Q_1 、頸部ベアリングにおける曲げモーメント M_b 並びに支持力 B_1 , B_2 及び B_3 を評価しなければならない。

評価したモーメント及び力は、3.2, 5, 9.1 及び 9.2 に要求する応力解析において使用しなければならない。

- b) スピード型舵 (図6 参照) については、モーメント (N-m) 及び力 (N) は次式により求めることができる。

$$M_b = C_R \left(\ell_{20} + \frac{\ell_{10}(2x_1+x_2)}{3(x_1+x_2)} \right) \quad (N \cdot m)$$

$$B_3 = \frac{M_b}{\ell_{30}} \quad (N)$$

$$B_2 = C_R + B_3 \quad (N)$$

- c) 舵頭材を支持するラダートランクを備えるスPEED型舵 (図7参照) については、モーメント ($N \cdot m$) 及び力 (N) は次式により求めることができる。

M_R は次のいずれか大きい方の値

$$M_R = C_{R2}(\ell_{10} - CG_{2Z})$$

$$M_R = C_{R1}(CG_{1Z} - \ell_{10})$$

C_{R1} : 舵板の A_1 部分に作用する舵力

C_{R2} : 舵板の A_2 部分に作用する舵力

CG_{1Z} : 舵板の A_1 部分の重心の垂直位置

CG_{2Z} : 舵板の A_2 部分の重心の垂直位置

$$M_B = C_{R2}(\ell_{10} - CG_{2Z})$$

$$B_3 = (M_B + M_{CR1})/(\ell_{20} + \ell_{30})$$

$$B_2 = C_R + B_3$$

3.4 舵頭材を支持するラダートランク

3.4.1

舵頭材を内包し、舵の動きにより応力を受ける構造のラダートランクについては、曲げ及びせん断による等価応力は、使用材料の $0.35R_{eH}$ 以下としなければならない。

3.4.2

舵頭材を内包するラダートランクであって、2.1.1 に規定する舵板によって生じる圧力がラダートランクの溶接部に作用するものについては、ラダートランクの曲げ応力 (N/mm^2) は次式を満足しなければならない。

$$\sigma \leq 80/k$$

ここでラダートランクにおける材料係数 k は 0.7 以上とする。

曲げ応力の計算において、考慮すべき長さは、ラダースtock下部ベアリングの高さの中心と、トランクが外板又はスケグ底に固着される点の間の距離とする。

3.4.3

ラダートランクに使用する鋼材は、炭素含有量の溶鋼分析値が 0.23% 以下で、炭素等量 (CEQ) が 0.41 以下の、溶接に適したものとしなければならない。

3.4.4

ラダートランクと外板又はスケグの底部との溶接接合は、完全溶け込み溶接としなければならない。

隅肉溶接の肩部の半径 r については、実施可能な範囲で大きくし、次の算式によらなければならない。

$$\sigma \geq 40/k \text{ } N/mm^2 \text{ の場合} \quad r = 60mm$$

$$\sigma < 40/k \text{ } N/mm^2 \text{ の場合} \quad r = 0.1D_1, \text{ ただし } 30mm \text{ 以上とすること。}$$

D_1 は 3.2.1 の規定による。

研削によって半径を得ても差し支えない。ディスクグラインダ研削を行う場合、溶接方向の研磨傷は避けなければならない。

上記半径は、ゲージを用いて正確に確認しなければならず、少なくとも 4 つの外形側面について確認しなければならない。確認記録を検査員に提出しなければならない。

3.4.5

溶接の開始に先立ち、溶接準備、溶接姿勢、溶接条件、溶接材料、余熱、後熱処理及び検査手順を詳細に記載する溶接施工要領書を本会に提出しなければならない。この溶接施工要領書は、本規則の材料及び溶接に関する適用要件に基づく承認試験によって裏付けされたものでなければならない。

製造者は、個々の溶接を追跡調査可能とするよう、溶接、後熱処理及び点検の記録を維持しなければならない。また、これらの記録を検査員に提出しなければならない。

3.4.6

溶接完了後、少なくとも 24 時間経過後に、非破壊試験を実施しなければならない。当該溶接部に対しては、100%の磁粉探傷試験及び 100%の超音波探傷試験を実施しなければならない。溶接部は、亀裂、融解不足、溶け込み不良が無いものとしなければならない。非破壊試験の記録を検査員に提出しなければならない。

3.4.7

ラダートランクに鋼材以外の材料を用いる場合については、本会の適当と認めるところによる。

3.4.8

外板又はスケグの底板の板厚は、トランクの板厚に合ったものとしなければならない。

4. 舵カップリング

4.1 一般

4.1.1

カップリングは、舵頭材のトルクを十分に伝達できるよう設計しなければならない。

4.1.2

フランジによるカップリングとする場合、フランジの縁からカップリングボルト中心線までの距離は、ボルト直径の 1.2 倍以上としなければならない。水平カップリングについては、舵頭材軸より前方に、少なくとも 2 つのボルトを配置しなければならない。

4.1.3

カップリングボルトはぴったり合うように作られたボルト（リーマボルト）としなければならない。ボルト及びナットは、緩むことのないよう効果的に固定しなければならない。

4.1.4

スぺード型舵については、カップリングフランジの厚さに対する要求値 t_f が 50mm 以下の場合にのみ 4.2 の規定による水平カップリングとすることができる。その他の場合にあっては、4.4 又は 4.5 の規定によるコーンカップリングとしなければならない。ハイリフト型スぺード型舵については、4.4 又は 4.5 の規定によるコーンカップリングとしなければならない。

4.2 水平カップリング

4.2.1

カップリングボルトの直径 (mm) は、次の値以上としなければならない。

$$d_b = 0.62 \sqrt{\frac{D^3 k_b}{k_r n e}} \quad (mm)$$

D : 6. に規定する舵頭材の直径 (mm)

n : ボルトの総数で、6 未満としてはならない。

e : ボルトの配置の中心から各ボルトの中心線までの平均距離 (mm)

k_r : 1.4.2 に規定する舵頭材の材料係数

k_b : 1.4.2 の規定によるボルトの材料係数

4.2.2

カップリングフランジの厚さ (mm) は、次式による値以上としなければならない。

$$t_f = 0.62 \sqrt{\frac{D^3 k_f}{k_r n e}} \quad (mm)$$

$$t_{f \min} = 0.9 d_b$$

k_f : 1.4.2 の規定によるカップリングフランジの材料係数

ボルト穴を除くカップリングフランジの厚さは、 $0.65 t_f$ 以上としなければならない。

ボルト穴の外側となる部分のフランジの幅は、 $0.67 d_b$ 以上としなければならない。

4.2.3

カップリングフランジには、ボルトを外す時のために、本会の適当と認めるキーを備えなければならない。

ボルトの直径を 10% 増す場合には、キーを省略して差し支えない。

4.2.4

水平カップリングフランジは、舵頭材と一体で鍛造されたもの又は 10.1.3 の規定により舵頭材に溶接するものとしなければならない。

4.2.5

舵本体に取り付けるカップリングフランジの接合についても 10. の規定によること。

4.3 垂直カップリング

4.3.1

カップリングボルトの直径 (mm) は、次の値以上としなければならない。

$$d_b = \frac{0.81D}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{k_b}{k_r}} \quad (mm)$$

D, k_b, k_r, n は 4.2.1 による。ただし、 n は 8 以上としなければならない。

4.3.2

カップリングの中央についての、ボルトの断面一次モーメント (cm^3) は、次の値以上としなければならない。

$$S = 0.00043D^3 \quad (cm^3)$$

4.3.3

カップリングフランジの厚さ (mm) は、次の値以上としなければならない。

$$t_f = d_b \quad (mm)$$

ボルト穴の外側となる部分のフランジ幅は、 $0.67d_b$ 以上としなければならない。

4.4 キー付きコーンカップリング

4.4.1

コーンカップリングについては、 c が 1 : 8 から 1 : 12 のテーパを備えるものとするのが望ましい。この時、 $c = (d_0 - d_u)/\ell$ とする。(図 8 参照)

コーンカップリングの円錐形状は、正確にかみ合うものとしなければならない。ナットは、図 8 に示す固定板等により、十分に固定しなければならない。

4.4.2

カップリング長さ ℓ は、一般に、 $1.5d_0$ 以上としなければならない。

4.4.3

舵頭材と舵の間にはキーを備えなければならない。キーのせん断面積 (cm^2) は、次の値以上としなければならない。

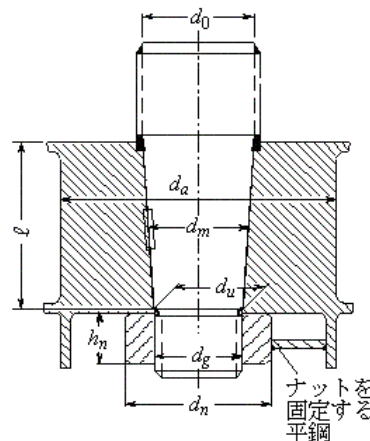
$$a_s = \frac{17.55Q_F}{d_k R_{eH1}} \quad (cm^2)$$

Q_F : 6. による舵頭材の設計許容モーメント (N-m)

d_k : 舵頭材円錐部分のキー取り付け部における直径 (mm)

R_{eH1} : キー材料の最小降伏応力 (N/mm²)

図 8 キー付きコーンカップリング



4.4.4

キーと舵頭材の当たり部及びキーとコーンカップリングの当たり部（いずれも、曲縁部分は除く。）の有効面積（ cm^2 ）は、次の値以上としなければならない。

$$a_k = \frac{5Q_F}{d_k R_{eH2}} \quad (cm^2)$$

R_{eH2} : キー、舵頭材又はカップリング部の材料の最小降伏応力（ N/mm^2 ）のうちで最も小さいもの

4.4.5

スラッシングナットの寸法は、次のとおりとしなければならない。（[図 8](#) 参照）

高さ : $h_n = 0.6d_g$
 外径（大きな方の値） : $d_n = 1.2d_u$ 又は $d_n = 1.5d_g$
 外ねじ直径 : $d_g = 0.65d_0$

4.4.6

コーンカップリング部の摩擦のみにより設計許容モーメントの 50% を伝達することを確保しなければならない。これは、振りモーメント $Q'_F = 0.5Q_F$ として、[4.5.3](#) に従って計算する押込み圧力及び押込み長さに関する規定を適用することで立証される。

4.5 差し込み及び抜き出しのための特別な配置のコーンカップリング

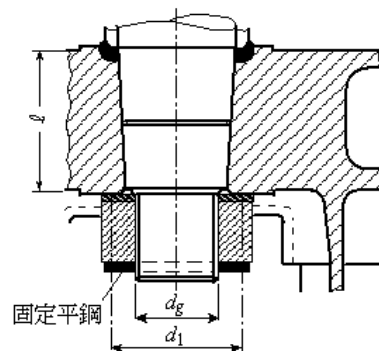
4.5.1

ストック直径が 200mm を超える場合、圧入は、油圧応用機器により結合することを推奨する。この場合、円錐形状はより細くし、1:12 から 1:20 としなければならない。

4.5.2

油圧結合とする場合、ナットは舵頭材又はピントルに有効に固定しなければならない。ただし、舵本体にナットを固定する固定板を用いてはならない。（[図 9](#) 参照）

図 9 キー無しコーンカップリング



備考：

せん断面積を次の値以上とする場合、固定平鋼をナット有効な固定装置とみなす。

$$A_S = \frac{P_S \sqrt{3}}{R_{eH}} \quad (mm^2)$$

P_S : せん断力（ N ）で、次式による。

$$P_S = \frac{P_e}{2} \cdot \mu_1 \left(\frac{d_1}{d_g} - 0.6 \right) \quad (N)$$

P_e : [4.5.3](#) による押込み力（ N ）

μ_1 : ナットと舵本体間の摩擦係数で、一般に $\mu_1=0.3$ とする。

d_1 : ナットと舵本体間の摩擦面の平均直径

d_g : ナットのねじの谷における径

R_{eH} : 固定平鋼材料の最小降伏応力（ N/mm^2 ）

4.5.3 押込み圧力及び押込み量

舵頭材と舵本体とのカップリングにおいて振りモーメントを安全に伝達するために、押込み長さ及び押込み圧力は、

4.5.4 及び 4.5.5 の規定により決定しなければならない。

4.5.4 押込み圧力

押込み圧力は、次の 2 つの値のうち大きな方の値以上としなければならない。

$$p_{req1} = \frac{2Q_F}{d_m^2 \ell \pi \mu_0} 10^3 \quad (N/mm^2)$$

$$p_{req2} = \frac{6M_b}{\ell^2 d_m} 10^3 \quad (N/mm^2)$$

Q_F : 6.による舵頭材の設計許容モーメント (N-m)

d_m : 舵頭材円錐部の平均直径 (mm)

ℓ : 舵頭材円錐部の長さ (mm)

μ_0 : 摩擦係数で、約 0.15 とする。

M_b : コーンカップリング部における曲げモーメント (例えば、スPEED型舵の場合) (N-m)

押込み圧力が舵頭材円錐部の許容面圧を超えないことを確保しなければならない。許容面圧については、次式により決定しなければならない。

$$p_{perm} = \frac{0.8R_{eH}(1 - \alpha^2)}{\sqrt{3 + \alpha^4}}$$

R_{eH} : ガジオン材料の最小降伏応力 (N/mm²)

$$\alpha = \frac{d_m}{d_a}$$

d_m : 図 8 に規定する舵頭材円錐部の平均直径 (mm)

d_a : ガジオンの外径 (mm) で、次式による値以上としなければならない。

$$d_a = 1.5d_m \quad (mm)$$

4.5.5 押込み長さ

押込み長さは (mm) 次の値以上としなければならない。

$$\Delta \ell_1 = \frac{p_{req} d_m}{E \left(\frac{1 - \alpha^2}{2} \right) c} + \frac{0.8 R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

R_{tm} : 平均粗度 (mm) で、約 0.01mm とする。

c : 4.5.1 に規定する直径のテーパ

E : ヤング率 ($2.06 \cdot 10^5 N/mm^2$)

ただし、押込み長さ (mm) は次の値を超えてはならない。

$$\Delta \ell_2 = \frac{1.6 R_{eH} d_m}{\sqrt{3 + \alpha^4} E c} + \frac{0.8 R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

備考：

油圧結合とする場合、舵頭材円錐部の要求押込み力 P_e (N) は、次式により決定することができる。

$$P_e = p_{req} d_m \pi \ell \left(\frac{c}{2} + 0.02 \right)$$

油圧を使用する場合の摩擦係数については、参考値として 0.02 を採用しているが、機械的処理及び細部の粗度によって変化する。

結合手順により舵の重量を原因とする偏った押込みの影響が生ずる場合、規定押込み長さの決定については、本会が承認する場合、斟酌して差し支えない。

4.5.6 ピントルベアリングの押込み圧力

ピントルベアリングに対する要求押込み圧力 (N/mm²) は、次式により決定しなければならない。

$$p_{req} = 0.4 \frac{B_1 d_0}{d_m^2 \ell} \quad (N/mm^2)$$

B_1 : ピントルベアリングの支持力 (N) (図 4 参照)

d_m, ℓ : 4.5.3 の規定による。

d_0 : ピントル直径 (mm)

5. 舵及び舵ベアリング

5.1 舵本体の強度

5.1.1

舵は、舵本体が梁として扱えるよう、水平ウェブ及び垂直ウェブにより補強しなければならない。舵の後端部については、さらに補強することが望ましい。

5.1.2

舵本体の強度については、**3.3**に従い直接計算により検証しなければならない。

5.1.3

切り欠きの無い舵について、許容応力を以下のように規定する。

- **3.3.3**に規定する M_R による曲げ応力 (N/mm^2)

$$\sigma_b = 110$$

- **3.3.3**に規定する Q_1 によるせん断応力 (N/mm^2)

$$\tau_t = 50$$

- 曲げ及びせん断による等価応力 (N/mm^2)

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_t^2} = 120$$

舵板にコーンカップリング又はピントルナットへのアクセスのための開口がある場合、**5.1.4**による許容応力を適用する。ただし、開口部の隅部の半径を $0.15h_0$ 未満とする場合、より小さな許容応力値を要求することがある。この時、 h_0 は開口の高さとする。

5.1.4

切り欠きの有る舵（セミスぺード型舵）については、次の応力値以下としなければならない。

- M_R による曲げ応力 (N/mm^2)

$$\sigma_b = 75$$

- Q_1 によるせん断応力 (N/mm^2)

$$\tau = 50$$

- M_t による振り応力 (N/mm^2)

$$\tau_t = 50$$

- 曲げ及びせん断による等価応力 (N/mm^2) 並びに曲げ及び振りによる等価応力 (N/mm^2)

$$\sigma_{v1} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_t^2} = 100$$

$$\sigma_{v2} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} = 100$$

$$M_R = C_{R2}f_1 + B_1 \frac{f_2}{2} \quad (N\cdot m)$$

$$Q_1 = C_{R2} \quad (N)$$

f_1, f_2 : **図 10** による。

τ_t : 振り応力 (N/mm^2) で、次式による値とする。

$$\tau_t = \frac{M_t}{2\ell ht} \quad (N/mm^2)$$

$$M_t = C_{R2}e \quad (N\cdot m)$$

C_{R2} : 考慮する断面の下方の部分 (A_2 部分) による舵力 (N)

e : 振りモーメントのてこ (m) で、 A_2 部分の圧力中心と考慮する断面の有効断面積の中心である a-a 線の水平距離。**(図 10 参照)** 圧力中心については、面積 A_2 部分前端から後方 $0.33 \cdot c_2$ の位置と仮定する。この時、 c_2 は A_2 部分の平均幅とする。

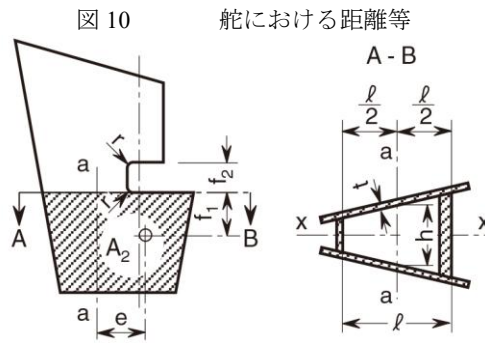
h, ℓ, t : **図 10** による値 (cm)

垂直ウェブ間の距離 ℓ は、 $1.2h$ 以下としなければならない。

舵板の曲げ半径は、板厚の 4 倍から 5 倍以上としなければならない。いかなる場合も、 $50mm$ 以上としなければならない。

備考：

全没水時の舵及び局部構造の固有振動数は、プロペラの励振力（プロペラ回転数×翼数）よりも少なくとも 10%以上高くすることを推奨する。関連が有る場合、さらに高い範囲にすることを推奨する。



5.2 舵板

5.2.1

舵板の板厚 (mm) については、次式により決定しなければならない。

$$t_p = 1.74a\beta\sqrt{p_R k} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$p_R = 10T + \frac{C_R}{10^3 A} \quad (\text{kN/m}^2)$$

a : 板部材の防撓されていない幅の短い方の値 (m)

$$\beta = \sqrt{1.1 - 0.5 \left(\frac{a}{b}\right)^2} \quad \text{ただし } \frac{b}{a} \geq 2.5 \text{ の場合, } 1.0 \text{ 以下とする}$$

b : 板部材の防撓されていない幅の長い方の値 (m)

ただし、板厚は、9章2節による船体後部の外板の板厚以上としなければならない。寸法と溶接に関し、10.1.1の規定を満足しなければならない。

5.2.2

舵の側板とウェブとの接合に関し、ほぞ溶接を使用してはならない。隅肉溶接を使用できない場合については、側板はウェブに溶接する平棒にスロット溶接にて接合しなければならない。

5.2.3

ウェブの板厚 (mm) は、5.2.1による舵板の板厚の70%以上としなければならない。いかなる場合も、次の値以上としなければならない。

$$t_{\min} = 8\sqrt{k} \quad (\text{mm})$$

海水に暴露するウェブについては、5.2.1に従い寸法を決定しなければならない。

5.3 舵板構造と鍛鋼又は鋳鋼の一体型部品との接合

5.3.1 一般

舵頭材又はピントルのハウジングを構成する鍛鋼又は鋳鋼の一体型部品は、一般に、2本の水平ウェブと2本の垂直ウェブにより舵構造に接合しなければならない。

5.3.2 舵頭材ハウジングとの接合部における最小断面係数

舵頭材ハウジングの一体型部品との接合部における、垂直ウェブ及び舵板から成る舵板構造の断面係数 (cm³) については、次式による値以上としなければならない。

$$w_s = c_s d_1^3 \left(\frac{H_E - H_X}{H_E} \right)^2 \frac{k}{k_1} 10^{-4} \quad (\text{cm}^3)$$

c_s : 次の係数

舵板に開口が無い場合及び開口が完全溶け込み溶接される板により密閉される場合 : $c_s = 1.0$

舵の考慮する断面上に開口がある場合 : $c_s = 1.5$

D_1 : 3.2.1に規定する舵頭材の直径 (mm)

H_E : 舵板の下端と一体型部品の上端間の垂直距離 (m)

H_X : 考慮する断面と一体型部品の上端間の垂直距離 (m)

k, k_1 : 舵板及び舵頭材の材料係数

5.3.3 舵頭材ハウジングとの接合部における断面係数の算出

舵頭材ハウジング部の一体型部品に接合する舵板構造の断面における断面係数については、舵の対称軸について算出しなければならない。この断面係数の算出において考慮する舵板の幅は、次式による値 (m) 以下としなければならない。

$$b = s_v + 2 \frac{H_x}{m}$$

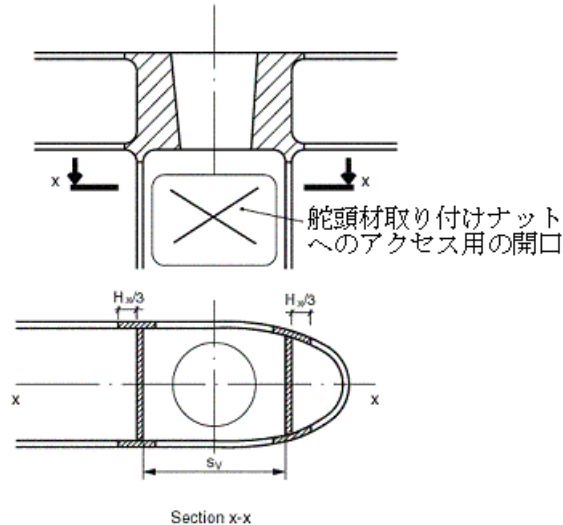
s_v : 2つの垂直ウェブの間隔 (m) (図 11 参照)

H_x : 5.3.2 に規定する距離

m : 係数で、一般に 3 とする。

舵頭材固定ナットへのアクセス開口を完全溶け込み溶接により密閉しない場合、開口部を差し引かなければならない。(図 11 参照)

図 11 舵板構造と舵頭材ハウジング部との接合部横断面



5.3.4 水平ウェブの板厚

一体型部品近傍の水平ウェブの板厚及び水平ウェブ間の舵板の板厚は、次式による値のうち大きな方の値以上としなければならない。

$$t_H = 1.2t_p$$

$$t_H = 0.045 \frac{d_s^2}{s_H}$$

t_p : 5.2.1 の規定による

d_s : 直径 (mm) で、次による。

舵頭と接合する一体型部品の場合 : D_1

ピントルと接合する一体型部品の場合 : d_a

D_1 : 3.2.1 に規定する舵頭材の直径 (mm)

d_a : 5.5.1 に規定するピントルの直径 (mm)

s_H : 2つの水平ウェブの間隔 (mm)

直接計算の結果に基づき適当と認められる場合、異なる板厚とすることができる。この場合、直接計算の結果及び関連する資料を本会に提出しなければならない。

5.3.5 一体型部品と溶接する舵板及び垂直ウェブの板厚

舵頭材ハウジング部の一体型部材と溶接する垂直ウェブ及び当該一体型部材の下方の舵板の板厚については、表 2 による値以上としなければならない。

表 2 舵板及び垂直ウェブの板厚

舵型	垂直ウェブ板厚 (mm)		舵板板厚 (mm)	
	舵板に開口が無い場合	開口境界	舵板に開口が無い場合	開口部
シューピースで支持する舵 (図 3)	$1.2t_P$	$1.6 t_P$	$1.2 t_P$	$1.4 t_P$
セミスピード型舵及びスピード型舵 (図 4 から図 7)	$1.4 t_P$	$2.0 t_P$	$1.3 t_P$	$1.6 t_P$
t_P : 5.2.1 の規定による。				

5.3.6 一体型部品のみみ

一体型部品は、みみを備えるものとしなければならない。舵の垂直及び水平ウェブはこれらのみみに突合せ溶接で接合しなければならない。

ウェブ板厚を次の値未満とする場合、これらのみみを設ける必要は無い。

- セミスピード型舵の下部ピントルのハウジング部一体型部品と溶接するウェブ及びスピード型舵の舵等材カップリング部の一体型部品と溶接する垂直ウェブの場合： 10mm
- その他のウェブの場合： 20mm

5.3.7

舵トルクを舵本体内部に延長したシャフトにより舵に伝達する場合、延長シャフトは、舵本体内の部分の長さの 10% にあたる上部については、 D_t 又は D_1 のいずれか大きい方の値の直径を備えるものとしなければならない。十分な支持を備える場合については、 $0.6D_t$ (スピード型舵の場合は、増径した直径の 0.4 倍) まで漸次細くして差し支えない。

5.4 舵ベアリング

5.4.1

ベアリングには、ライナ及びブッシュを備えなければならない。

最小厚さは、次による。

- $t_{\min} = 8\text{mm}$ (金属製材料及び合成材料)
- $t_{\min} = 22\text{mm}$ (リグナム材)

小型の船舶でブッシュを備えない場合の舵頭材あつては、就航後に機械加工を可能とするよう、直径を適当に増さなければならない。

5.4.2

適切な潤滑のための手段を備えなければならない。

5.4.3

ベアリング力は、3.3 に規定する直接計算の結果より得る。初期の概算として、ベアリング力は、次のとおり弾性支持を考慮せずに求めることができる。

- 2 つの支持がある標準的な舵の場合

舵力 C_R は、舵面積の重力中心からの垂直距離に応じて、支持点に分配される。

- セミスピード型舵の場合

$$\text{ラダーホーンでの支持力：} \quad B_1 = C_R \frac{b}{c} \quad (N)$$

$$\text{上部ベアリングでの支持力：} \quad B_2 = C_R - B_1 \quad (N)$$

b 及び c については、図 14 による。

5.4.4

ベアリング面の投影面積 A_b (mm^2) (ベアリングの高さ×ライナ外径) は、次式による値以上としなければならない。

$$A_b = \frac{B}{q} \quad (\text{mm}^2)$$

B : 支持力 (N)

q : 表 3 による許容面圧

5.4.5

ステンレス鋼及び耐磨耗性鋼、青銅並びに青銅－黒鉛の熱間加工材料は、非合金鋼と無視できない電位差がある。これを考慮した予防策が講じなければならない。

5.4.6

ベアリングの高さは、ベアリングの直径以上、直径の 1.2 倍以下としなければならない。ベアリングの高さをベアリング直径未満とする場合、より高い面圧を許容し得るものとしなければならない。

表 3 ベアリング材料の許容面圧 q

ベアリング材料	q (N/mm^2)
リグナムパイタ	2.5
白色合金、油潤滑	4.5
合成材料 ⁽¹⁾	5.5
鋼 ⁽²⁾ 、青銅及び青銅－黒鉛の熱間加工材料	7.0
(1) 承認された型の合成材料。ベアリング製造者の仕様書及び試験に従い、 $5.5N/mm^2$ を超える面圧を認めることがある。ただし、 $10N/mm^2$ を超えることはできない。	
(2) 舵頭材ライナと承認された組合せで使用するステンレス鋼及び耐磨耗性鋼。試験により検証される場合、 $7N/mm^2$ を超える面圧を認めることがある。	

シューピース及びラダーホーンのピントルベアリングの厚さについては、ピントル直径のおおよそ 1/4 とする。

5.5 ピントル

5.5.1

ピントルは 4.4 及び 4.6 に規定する条件を満足する寸法を備えるものとしなければならない。ピントルの直径 (mm) は次の値以上としなければならない。

$$d_a = 0.35\sqrt{B_1 k_r} \quad (mm)$$

B_1 : 支持力 (N)

k_r : 1.4.2 に規定する材料係数

5.5.2

ライナ及びブッシュの厚さは次の値以上としなければならない。また、5.4.1 に規定する最小厚さ以上としなければならない。

$$t = 0.01\sqrt{B_1} \quad (mm)$$

5.5.3

円錐形状のピントルの場合、テーパは次によるものとしなければならない。

- ・ スラッキングナットを用いる場合、直径 1 : 8 から 1 : 12 のテーパをとる。
- ・ オイルインジェクション及び油圧ナットを用いる場合、直径 1 : 12 から 1 : 20 のテーパをとる。

5.5.4

ピントルは、意図しない緩み及び脱落を防ぐような措置を取らなければならない。ナット及びネジ山については、4.4.5 及び 4.5.2 の規定を適宜適用する。

5.6 ベアリングクリアランス

5.6.1

金属ベアリングのクリアランスは、次の値以上としなければならない。

$$\frac{d_b}{1000} + 1.0 \quad (mm)$$

d_b : ブッシュ内面の直径 (mm)

5.6.2

非金属ベアリング材料を用いる場合については、ベアリングクリアランスは、材料の膨潤性及び熱膨張性を考慮して特別に決定しなければならない。

5.6.3

クリアランスは、直径で 1.5mm 未満としてはならない。自己潤滑型ブッシュを用いる場合、製造者の仕様に基づきこの

値を減じることができる。

6. 舵頭材の設計許容モーメント

6.1 一般

6.1.1

舵頭材の設計許容モーメントは、次式により決定しなければならない。

$$Q_F = 0.02664 \frac{D_t^3}{K_r}$$

D_t : 3.1 による舵頭材の直径 (mm)

実際に用いる舵頭材の直径 D_{ta} を計算より得られる直径 D_t より大きなものとする場合、上記算式においては、 D_t に代えて D_{ta} を使用しなければならない。ただし、上記算式の適用上の D_{ta} は $1.145D_t$ を超える必要はない。

7. 停止装置及び固定装置

7.1 停止装置

7.1.1

コドラント及びチラーの動きは、両側に設ける回転止めにより制限しなければならない。回転止め及び船殻に結合するその土台については、舵頭材の設計許容モーメントに対して使用する材料の降伏応力を超えることのない十分な強度を備える構造のものとしなければならない。

7.2 固定装置

7.2.1

舵をいかなる位置にも固定できるよう、各操舵装置は固定装置を備えなければならない。固定装置及び船殻に結合するその土台については、6.に規定する舵頭材の設計許容モーメントに対して使用する材料の降伏応力を超えることのない十分な強度を備える構造のものとしなければならない。速力が $12knots$ を超える場合、設計許容モーメントは、速力を $12knots$ とする場合の舵頭材の直径について計算することとして差し支えない。

7.3

7.3.1

停止装置及び固定装置については、D 編 15.4.8 の規定にもよらなければならない。

8. プロペラノズル

8.1 一般

8.1.1

以下の要件は、内径が $5m$ 以下のプロペラノズルに適用しなければならない。大直径のノズルについては、特別に検討する。

8.1.2

固定ノズルの船体構造への取付けについては、特別の注意を払わなければならない。

8.2 設計圧力

8.2.1

プロペラノズルの設計圧力 (kN/m^2) については、次式により決定しなければならない。

$$p_d = c p_{a0}$$

$$p_{a0} = \varepsilon \frac{N}{A_p}$$

N : 最大軸出力 (kW)

A_p : プロペラ回転面の面積 (m^2) で、次式による。

$$A_p = D^2 \frac{\pi}{4}$$

D : プロペラ直径 (m)

ε : 次式による係数。ただし、0.1 未満としてはならない。

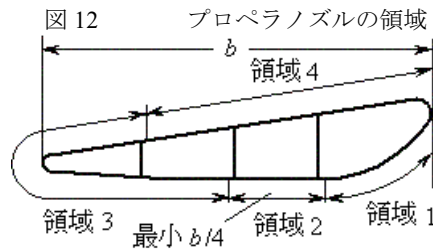
$$\varepsilon = 0.21 - 2 \cdot 10^{-4} \frac{N}{A_p}$$

c : 係数で次の値 (図 12 参照)

$c = 1.0$ (領域 2)

$c = 0.5$ (領域 1 及び 3)

$c = 0.35$ (領域 4)



8.3 板厚

8.3.1

ノズル外板の板厚 (mm) は次の値以上としなければならない。また、いかなる場合も 7.5mm 未満としてはならない。

$$t = t_0 + t_k$$

t_0 : 次式による板厚 (mm)

$$t_0 = 5a\sqrt{p_d}$$

a : リング状防撓材の心距 (m)

t_k : 許容衰耗量 (mm) で次式による値。

$t_0 \leq 10$ の場合 : $t_k = 1.5$

$t_0 > 10$ の場合 : $t_k = \min \left[0.1 \left(\frac{t_0}{\sqrt{k}} + 0.5 \right), 3.0 \right]$

8.3.2

領域 3 におけるノズル内部の防撓リングの板厚については、ノズル外板の板厚以上としなければならない。ただし、いかなる場合も 7.5mm 未満としてはならない。

8.4 断面係数

8.4.1

図 12 に示す断面の中性軸周りの断面係数 (cm³) は、次の値以上としなければならない。

$$W = nd^2bV_0^2$$

d : ノズルの内径 (m)

b : ノズル長さ (m)

n : 係数で次の値

$n = 1.0$ (旋回式ノズル)

$n = 0.7$ (固定ノズル)

8.5 溶接

8.5.1

ノズル内側及び外側のノズル外板は、可能な限り両側連続溶接により内部の防撓リングと溶接しなければならない。外側のノズル外板にのみ、プラグ溶接の適用を認める。

9. ラダーホーン及びシューピースの寸法

9.1 シューピース

9.1.1

シューピースの z 軸周りの断面係数 (cm³) は、次の値以上としなければならない。

$$W_z = \frac{B_1 x k}{80}$$

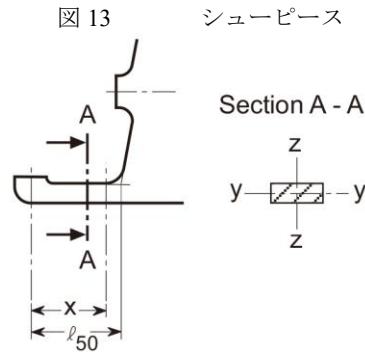
B_1 : 3.3 の規定による。2 点支持の舵の場合、シューピースの弾性を無視すれば、その支持力 B_1 は、およそ $C_R/2$ となる。

x : それぞれの断面の舵軸からの距離 (m) で、次による。

$$x_{\min} = 0.5 \cdot \ell_{50}$$

$$x_{\max} = \ell_{50}$$

ℓ_{50} : 図 13 及び 3.3.2 による



9.1.2

y 軸周りの断面係数については、次の値以上としなければならない。

- ・ ラダーポスト及び舵軸が無い場合

$$W_y = \frac{W_z}{2}$$

- ・ ラダーポスト又は舵軸がある場合

$$W_y = \frac{W_z}{3}$$

9.1.3

$x=\ell_{50}$ の位置における断面積 (mm^2) は、次の値以上としなければならない。

$$A_s = \frac{B_1}{48} k$$

9.1.4

曲げ応力及びせん断応力を考慮する等価応力 (N/mm^2) は、長さ ℓ_{50} 以内のいかなる場所においても次の値以下としなければならない。

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} = \frac{115}{k}$$

$$\sigma_b = \frac{B_1 x}{W_z}$$

$$\tau = \frac{B_1}{A_s}$$

9.2 セミスピード型舵のラダーホーン (1 点弾性支持の場合)

9.2.1

曲げモーメント ($\text{N}\cdot\text{m}$)、せん断力 (N) 及び振りモーメント ($\text{N}\cdot\text{m}$) の分布は、次式により決定しなければならない。

- ・ 曲げモーメント : $M_b = B_1 z$
 $M_{b\max} = B_1 d$
- ・ せん断力 : $Q = B_1$
- ・ 振りモーメント : $M_T = B_1 e_{(z)}$

初期寸法の決定において、ラダーホーンの撓みを無視する場合、支持力 (N) は次式を用いて求めることができる。

$$B_1 = C_R \frac{b}{c}$$

b , c , d , $e(z)$ 及び Z については, 図14 及び図15 による。

b は舵面の重心位置より求める。

図14 ラダーホーンの寸法

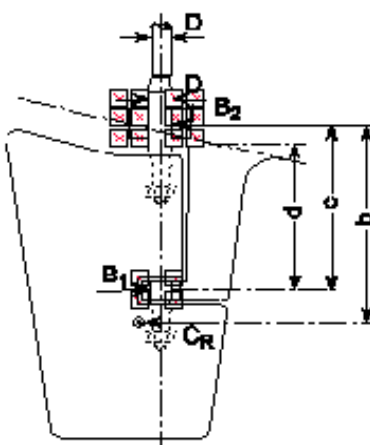
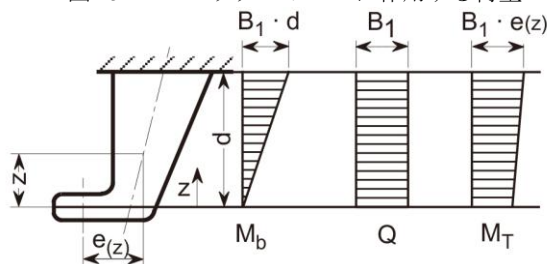


図15 ラダーホーンに作用する荷重



9.2.2

ラダーホーン横方向, x 軸周りの断面係数 (cm^3) は, z のいかなる場所においても次の値以上としなければならない。

$$W_x = \frac{M_b k}{67}$$

9.2.3

ラダーホーンのいかなる断面においても, せん断力 Q によるせん断応力 (N/mm^2) は次の値以下としなければならない。

$$\tau = \frac{48}{k}$$

せん断応力 (N/mm^2) は次式により決定しなければならない。

$$\tau = \frac{B_1}{A_h}$$

A_h : ラダーホーンの y 軸方向の有効せん断面積 (mm^2)

9.2.4

ラダーホーンの z 方向のいかなる場所においても, 等価応力 (N/mm^2) は次の値以下としなければならない。

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\tau^2 + \tau_T^2)} = \frac{120}{k}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_x}$$

$$\tau_T = \frac{M_T}{2A_T t_h} 10^3$$

A_T : 考慮する位置においてラダーホーンに囲まれる断面積 (mm^2)

t_h : ラダーホーンの板厚 (mm)

9.2.5

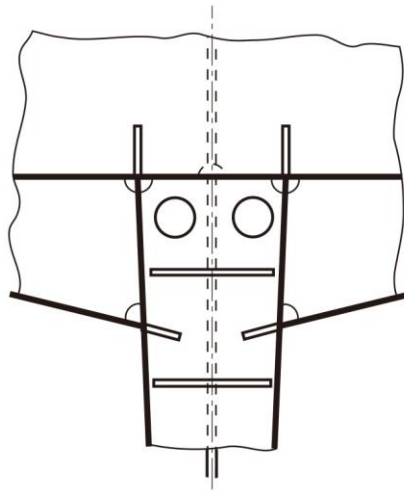
ラダーホーンの板厚を決定する際には、5.2 から 5.4 の規定を満足しなければならない。また、板厚 (mm) は次の値以上としなければならない。

$$t_{\min} = 2.4\sqrt{L_{\text{CSR-B}}k}$$

9.2.6

力を適切に伝達するため、ラダーホーンの外板は、例えば縦通桁に接合する等により、適切に船尾構造と接合しなければならない。(図 16 参照)

図 16 ラダーホーンと船体構造の接合



9.2.7

ラダーホーンのトランスウェブは、十分な本数を船殻の隣接する甲板まで達するものとしなければならない。また、適切な板厚を備えるものとしなければならない。

9.2.8

船殻との十分な接合を確保するため、ラダーホーンのトランスウェブと同一線上に強固な実体肋板を設けなければならない。これらの実体肋板の板厚は、6章1節又は9章2節による船底外板の板厚の 1.5 倍以上としなければならない。

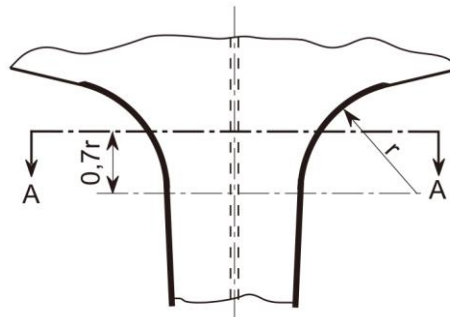
9.2.9

ラダーホーンは、船尾倉の中心線隔壁（制水隔壁）と接合しなければならない。

9.2.10

ラダーホーンと外板の取り合い部分をなだらかに連続するものとする場合、取り合い箇所中央部分である A-A 断面において、ラダーホーンの要求断面係数の約 50%は、トランスウェブによるものとしなければならない。例えば、A-A 断面は、取り合い部の曲がりが始まる位置の上方 $0.7r$ の断面とする。(図 17 参照)

図 17 ラダーホーンと外板の取り合い部



9.3 セミスピード型舵のラダーホーン (2点弾性支持の場合)

9.3.1 曲げモーメント

ラダーホーンの一般的な断面に作用する曲げモーメント (N) は、次式により算出しなければならない。

- ラダーホーン下部支持点と上部支持点の間

$$M_H = F_{A1}z$$

- ラダーホーン上部支持点より上方

$$M_H = F_{A1}z + F_{A2}(z - d_{lu})$$

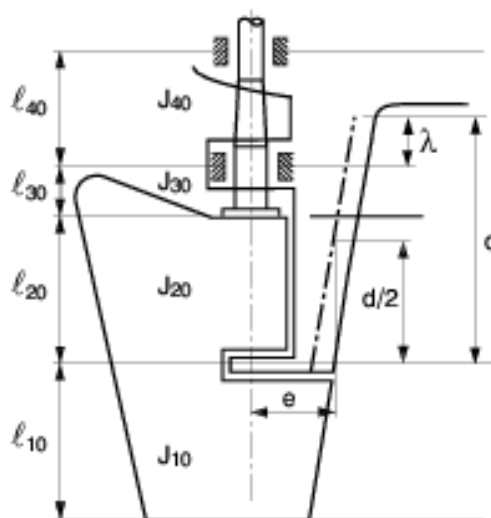
F_{A1} : ラダーホーン下部支持点における支持力 (N) で、図 5 における B_1 とする。

F_{A2} : ラダーホーン上部支持点における支持力 (N) で、図 5 における B_2 とする。

z : 図 19 に規定する距離 (m) で、同図に規定する距離 d (m) 未満とする。

d_{lu} : ラダーホーンの底部ベアリングと上部ベアリング間の距離 (m) (図 18 においては $d_{lu} = d - \lambda$)

図 18 ラダーホーンの曲げモーメント算出のための幾何学パラメーター



9.3.2 セン断力

ラダーホーンの一般的な断面に作用するせん断力 Q_H (N) は、次式により算出しなければならない。

- ラダーホーン下部ベアリングと上部ベアリングの間

$$Q_H = F_{A1}$$

- ラダーホーン上部ベアリングより上方

$$Q_H = F_{A1} + F_{A2}$$

F_{A1}, F_{A2} : 支持力 (N)

9.3.3 トルク

ラダーホーンの一般的な断面に作用するトルク ($N\cdot m$) は、次式により算出しなければならない。

- ラダーホーン下部ベアリングと上部ベアリングの間

$$M_T = F_{A1}e(z)$$

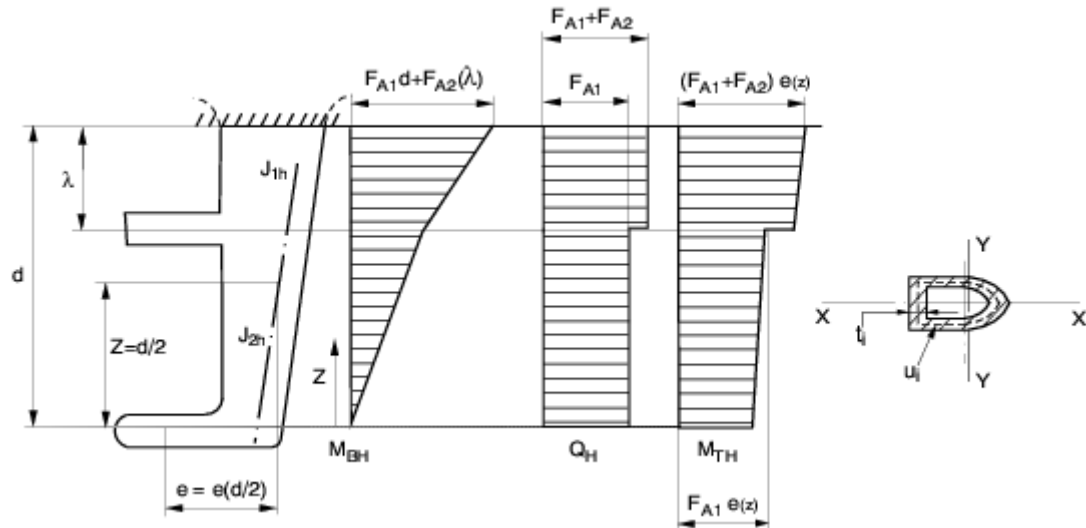
- ラダーホーン上部ベアリングより上方

$$M_T = F_{A1}e(z) + F_{A2}e(z)$$

F_{A1}, F_{A2} : 支持力 (N)

$e(z)$: 図 19 に規定する振りモーメントのてこ (m)

図 19 ラダーホーンの幾何学パラメーター



9.3.4 セン断応力の計算

- (a) ラダーホーン下部ベアリングと上部ベアリングの間の一般的な断面については、応力は次式により算出しなければならない。

τ_S : 次式によるせん断応力 (N/mm^2)

$$\tau_S = \frac{F_{A1}}{A_H}$$

τ_T : 中空ラダーホーンについて、次式による捩り応力 (N/mm^2)

$$\tau_T = \frac{M_T 10^3}{2F_T t_H}$$

実体構造のラダーホーンについては、本会の適当と認めるところによる。

- (b) ラダーホーン上部ベアリングより上方の一般的な断面については、応力は次式により算出しなければならない。

τ_S : 次式によるせん断応力 (N/mm^2)

$$\tau_S = \frac{F_{A1} + F_{A2}}{A_H}$$

τ_T : 中空ラダーホーンについて、次式による捩り応力 (N/mm^2)

$$\tau_T = \frac{M_T 10^3}{2F_T t_H}$$

実体構造のラダーホーンについては、本会の適当と認めるところによる。

F_{A1}, F_{A2} : 支持力 (N)

A_H : y 軸方向に関するラダーホーンの有効せん断面積 (mm^2)

M_T : トルク (N-m)

F_T : ラダーホーン外壁部の平均面積 (m^2)

t_H : ラダーホーン外壁部の板厚 (mm) で、任意のラダーホーンの断面における τ_T の最大値は、 t_H が最小となる位置において算出される。

9.3.5 曲げ応力の計算

図 14 に規定する長さ d の範囲内のラダーホーンの一般的な断面については、次式により応力を算出しなければならない。

σ_B : 次式による曲げ応力 (N/mm^2)

$$\sigma_B = \frac{M_H}{W_X}$$

M_H : 考慮する断面における曲げモーメント (N-m)

W_X : X 軸周りの断面係数 (cm^3) (図 19 参照)

9.3.6 備考

9.2.5 から 9.2.10 の規定は、2 点弾性支持の舵に対しても適用する。

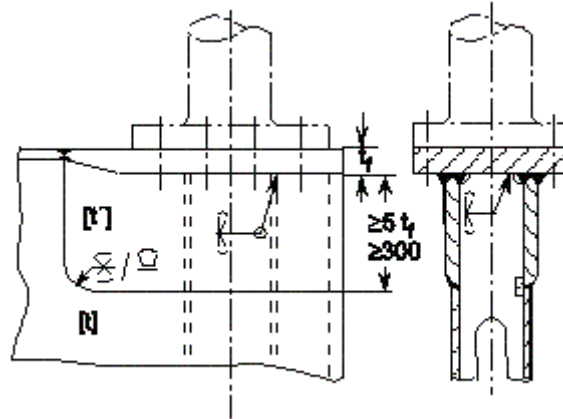
10. 舵カップリングフランジ

10.1

10.1.1

一体成型の鍛造若しくは鋳造フランジ又は鍛造若しくは鋳造の溶接構造のフランジを使用しない場合、舵の水平カップリングフランジは、板厚を増した舵本体の部材に、11章1節に規定する片開先又は両開先の完全溶け込み溶接により接合しなければならない。(図20 参照)

図20 舵の水平カップリングフランジ



t = 舵板の板厚 (mm)

t_f = 実際のフランジの板厚 (mm)

$t_f < 50\text{mm}$ の場合 $t' = \frac{t_f}{3} + 5$ (mm)

$t_f \geq 50\text{mm}$ の場合 $t' = 3\sqrt{t_f}$ (mm)

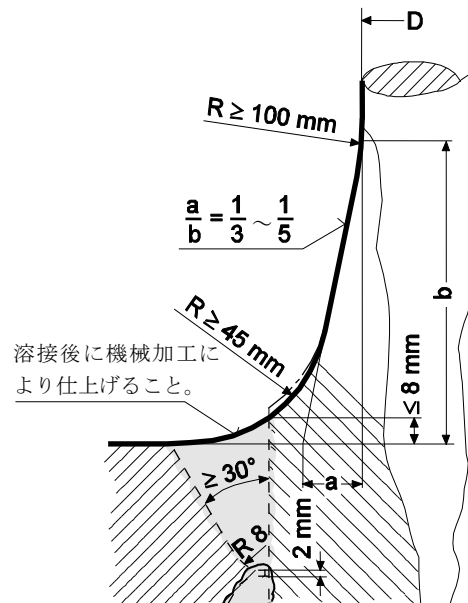
10.1.2

カップリングフランジは、板厚方向の強度低下に備え、適切な余裕を有するものとしなければならない。疑わしき場合、溶接接合の妥当性に関して計算による検証を行わなければならない。

10.1.3

舵頭材（厚肉の襟部）とフランジ間の溶接接合については、図21によらなければならない。

図21 舵頭材とカップリングフランジ間の溶接接合



11. 旋回式推進装置

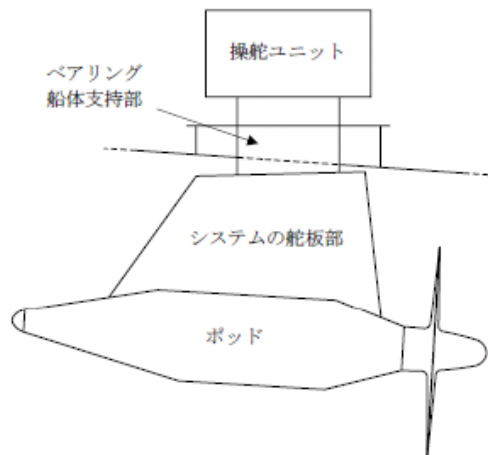
11.1 一般

11.1.1 配置

旋回式推進装置は、以下の機器からなる。(図 22 参照)

- ・ 操舵ユニット
- ・ ベアリング
- ・ 船体支持部
- ・ システムの舵板部
- ・ ポッド (ポッド推進システムの場合、電気モーターを内蔵する。)

図 22 旋回式推進装置



11.1.2 適用

本 11. の要件は、船体支持部、舵板部及びポッドに対して適用する。

操舵ユニット及びベアリングについては、D 編の関連規定によらなければならない。

11.1.3 運転条件

船が最大速力で航行する状態における旋回式推進装置の最大旋回角度が、両方の回転方向について、設計者により規定されなければならない。最大旋回角度は、一般に、いずれの回転方向についても 35 度以下としなければならない。

一般的に、速力に応じた旋回角度が承認用に提出される場合、本会は、航行状態における最大旋回角度を斟酌する。

11.2 配置

11.2.1 提出図面

ポッド及び舵板部の構造配置を記載する図面に加え、旋回式推進装置の支持構造の配置を示す図面を承認用に本会に提出しなければならない。上記図面は、支持構造の寸法及び支持構造に作用する最大荷重を含むものとしなければならない。

11.2.2 固定装置

旋回式推進装置については、損傷時に装置の旋回により好ましくない方向に推進力を生じることを避けるため、機械的に定位置に固定ができるものとしなければならない。

11.3 設計荷重

11.3.1

旋回式推進装置の外板板厚及び防撓材を考慮する際に使用する面外圧は、最大速力航行時における最大旋回角度（両方の回転方向）について決定しなければならない。

- ・ 旋回式推進装置に作用する合計の力は、装置の外部表面に作用する圧力を積算することにより算出しなければならない。
- ・ 面外圧及び作用力の計算書を、参考として本会に提出しなければならない。

11.4 板部材**11.4.1 旋回式推進装置の舵板部分の板部材**

旋回式推進装置の舵板部分の板厚については、**5.2.1**に規定する式による値 (mm) 以上としなければならない。この場合、式中の C_R/A の項は、**11.3**により算出する圧力と置き換えなければならない。

11.4.2 ポッド外板

ポッド外板の板厚は、**11.3**の規定による圧力に対して、**6章1節**又は**9章2節**の算式による値 (mm) 以上としなければならない。

11.4.3 ウェブ

ポッド推進装置の舵板部分のウェブの板厚については、**11.3**の規定による圧力に対して、**5.2.3**の規定により決定しなければならない。

11.5 防撓材**11.5.1 ポッドの防撓部材**

ポッドの防撓部材の寸法は、**11.3**の規定による圧力に対して、**6章2節**又は**9章2節**の算式による値以上としなければならない。

11.6 主要支持構造部材**11.6.1 解析基準**

旋回式推進装置の主要支持構造部材の寸法は、設計者による直接計算の結果により決定しなければならない。直接計算は、以下の要件に従って実施しなければならない。

- ・ 構造モデルはポッド、ポッド推進装置の舵板部分、ベアリング部及び船体支持部を含むものとしなければならない。
- ・ 境界条件は、旋回式推進装置の船体への結合部を表現したものとしなければならない。
- ・ 適用する荷重は、**11.6.2**の規定によらなければならない。
- ・ 設計者により実行される直接計算解析（構造モデル、荷重応力計算、強度確認）を、参考として本会に提出しなければならない。

11.6.2 荷重

旋回式推進装置の主要支持構造部材の直接計算においては、設計者は以下の荷重を考慮しなければならない。

- ・ 重力による荷重
- ・ 浮力
- ・ 最大速力航行時おける、最大旋回角度（両方の回転方向）について計算される最大荷重。
- ・ 最大旋回角度を超える旋回角度について、該当する速力において操舵可能な旋回角度について計算される最大荷重（**11.1.3** 参照）
- ・ プロペラの逆転による急停止に対し計算される最大荷重。
- ・ ポッドの 180 度旋回による急停止に対し計算される最大荷重。

11.6.3 強度確認

11.6.2に規定する荷重条件に対し計算される主要支持構造部材のミーゼス等価応力 σ_E (N/mm^2) が、次式を満足することを確認しなければならない。

$$\sigma_E \leq \sigma_{ALL}$$

σ_{ALL} : 許容応力 (N/mm^2) で次の値のうち小さい方の値とする。

$$\sigma_{ALL} = 0.275R_m$$

$$\sigma_{ALL} = 0.55R_{eH}$$

11.7 旋回式推進装置の船体支持部**11.7.1 解析基準**

旋回式推進装置の船体支持構造部材の寸法は、設計者により直接計算の結果により決定しなければならない。直接計算は、**11.6.1**の規定に従って実施しなければならない。

11.7.2 荷重

旋回式推進装置の船体支持構造部の直接計算において考慮すべき荷重については、**11.6.2**による。

11.7.3 強度確認

11.6.2に規定する荷重条件に対し計算される船体支持部材のミーゼス等価応力 σ_E (N/mm^2) が、次式を満足することを確認しなければならない。

$$\sigma_E \leq \sigma_{ALL}$$

σ_{ALL} : 許容応力 (N/mm^2) で、次式による。

$$\sigma_{ALL}=65/k_r$$

k_r : 1.4.2 に規定する材料係数

個々の事例において、 σ_E の生じる位置及び直接計算解析の種類に応じて、 σ_{ALL} を超える σ_E の値を認めることがある。

2 節 ブルワーク及びガードレール

1. 一般

1.1 序説

1.1.1

本節の要件は、乾舷甲板、船楼甲板及び乾舷甲板上の甲板室の一層目の頂部甲板の境界に設けるガードレール及びブルワークの配置に適用する。

1.2 一般

1.2.1

乾舷甲板及び乾舷甲板直上の船楼甲板並びに乾舷甲板上一層目及び船楼甲板端部の甲板室の一層目の頂部甲板には、有効なブルワーク又はガードレールを設けなければならない。

1.2.2

ブルワーク及びガードレールの高さは、甲板上、少なくとも $1m$ 以上としなければならない。ただし、それらの高さが船舶の通常の作業を阻害する恐れのある場合、適切な保護を講じ、条約要件に適合することを条件に、より低い高さを認めることがある。

1.2.3

船楼がトランクにより連結されている場所については、乾舷甲板の暴露部の全長についてオープンレールを設けなければならない。

1.2.4

B-100 乾舷適用船にあっては、乾舷甲板の暴露部の半分以上の長さについてオープンレールを設けなければならない。オープンレールとしない場合、**9章6節5.5.2**の規定による放水口を備えなければならない。

1.2.5

ブルワーク及び幅が $0.6B$ 以上のトランクであって乾舷の計算上考慮するものを備える船舶にあっては、乾舷甲板の暴露部であってトランクを設置する部分の半分以上の長さについてオープンレールを設けなければならない。

オープンレールとしない場合、**9章6節5.3.1**の規定による放水口を備えなければならない。

1.2.6

前端若しくは後端又はその両方が閉鎖されない船楼を備える船舶にあっては、船楼内に流入した海水を放水する適切な措置を講じなければならない。

1.2.7

ブルワーク下部の放水口は、**9章6節5**の要件に適合しなければならない。

2. ブルワーク

2.1 一般

2.1.1

原則として、ブルワークは、適当な部材により上縁を防撓し、 $2m$ を超えない間隔のステイ又はブラケットにより支持しなければならない。

ステイ及びブラケットの遊縁は、防撓しなければならない。

ブルワークのステイ及びブラケットは、甲板下部の梁又は横防撓材に一致させて設けなければならない。

これに代えて、ステイ及びブラケットの下端部を縦通防撓材により支持することとして差し支えない。

2.1.2

B-60 乾舷又は **B-100** 乾舷適用船において、規則長さ L_{CSR-B} の船首端から $0.07L_{CSR-B}$ の範囲については、ブラケット及びステイの間隔を $1.2m$ 以下としなければならない。

2.1.3

ブルワークを断続構造とする場合、ステイ又はブラケットの寸法は、**2.2**に規定する関連の寸法より増さなければなら

ない。

2.1.4

原則として、ブルワークは舷側厚板の上縁又は梁上側板に固着してはならない。

これが不可能な場合、固着箇所の詳細については本会の適当と認めるところによる。

2.1.5

ブルワークの構造等は、本節の規定に加え、**C 編 23.1.3-4.**から**-6.**の規定にもよらなければならない。

2.2 寸法

2.2.1

高さが $1m$ を超えない乾舷甲板上のブルワークのグロス板厚については、 $6.5mm$ 以上としなければならない。

ブルワークの高さが $1.8m$ 以上の場合、ブルワークの板厚は、同様の場所に設置される船楼側壁として算出する値以上としなければならない。

高さが $1m$ を超えて $1.8m$ 未満のブルワークについては、その板厚は線形補間により算出しなければならない。

2.2.2

ブルワークの板及びステイは、揚貨装置の操作において使用されるシュラウド又は他の索具等のためのアイプレート設置部分及び係船又は曳航のためのムアリングパイプ又はフェアリーダ近傍について、適切な補強を行わなければならない。

2.2.3

部分的な船楼の端部において、その側壁を船楼端隔壁を超えて延長し、漸次寸法を減じながらブルワークに接続する場合、当該部分におけるブルワークは、側壁と等しい板厚を備えるものとしなければならない。当該部分のブルワークに開口を設ける場合、増厚又は他の適当な方法により、適切に補強しなければならない。

2.2.4

ブルワークステイの下部における断面係数は、次式による値 (cm^3) 以上としなければならない。

$$w = 77sh_B^2$$

s : ステイの間隔 (m)

h_B : ブルワークの高さ (m) で、甲板からブルワークの上縁までの距離とする。

上記断面係数の算出においては、ステイと甲板の接合部の実際の断面を考慮しなければならない。

この時、ステイに取り付けられるバルブプレート又は面材については、これらが両面連続溶接により甲板に固着される場合にのみ、断面係数の算出に考慮して差し支えない。

甲板に固着されない強度部材を備えるブルワークにおける最低要求断面係数の算出については、本会の適当と認めるところによる。

船の端部においてブルワークを舷側厚板に接合する場合、ブルワークを板幅が $600mm$ を超えない範囲でステイのグロス断面係数の計算に含めることができる。

2.2.5

ブルワークの開口は、**3.1.2** に規定するガードレールの水平間隙と同等の船員保護を確保するよう配置しなければならない。

この目的のため、水平に配置するレール又は棒に代えて、約 $230mm$ 間隔で垂直に配置するレール又は棒とすることを認めることがある。

2.2.6

甲板上に木材を積載する船舶の場合、**C 編 1.1.3-2.**及び**23.1.3-3.**の規定にもよらなければならない。

3. ガードレール

3.1 一般

3.1.1

ガードレールを設置する場合、舷側厚板の上縁は出来る限り低くしなければならない。

3.1.2

ガードレールの最下条における間隙高さは $230mm$ 以下としなければならない。その他の間隙にあつては $380mm$ 以下としなければならない。

3.1.3

丸型ガンネル又は舷側厚板とする船舶の場合、スタンションは甲板の平坦部に設置しなければならない。

3.1.4

固定式、取り外し式又はヒンジ式のスタンションは、約 $1.5m$ 間隔で設置しなければならない。少なくともスタンション3本毎にブラケット又はステイを設け、スタンションを支持しなければならない。

取り外し式又はヒンジ式のスタンションは、垂直な状態に固定できるようなものとしなければならない。

3.1.5

特別な事由がある場合、限定した長さの範囲に限り、ガードレールに代えてワイヤロープを設けることを認める場合がある。

ワイヤロープは、ターンバックル等により緊張した状態にしなければならない。

3.1.6

固定スタンション又はブルワーク間であって、その長さが短い場合に限り、ガードレールに代えてチェーンを設けることを認める場合がある。

3 節 艀装

記号

本節で定義されない記号については、[1章4節](#)による。

EN : [2.1](#) に規定する艀装数

1. 一般

1.1 一般

1.1.1

本節の規定は、船舶の潮待ち、停泊等の際の、港内若しくは港の周辺又は外洋から遮蔽された水域における一時的な係船について適用する。

このため、本節の要件を満足する装置は、荒天時の外洋に面した海岸における係船又は船舶の移動若しくは漂流の停止を意図したものではない。

1.1.2

本節の要件を満足する装置は、容易に走錨することのない良好な把駐力を期待できる海底状態における係船を想定したものである。良好な把駐力を期待できない海底状態においては、錨の係船力は顕著に減少する。

1.1.3

ここに規定するアンカーに関する艀装数 *EN* の算式は、潮流速度 $2.5m/s$ 、風速 $25m/s$ 及びチェーンケーブルの投入長と水深の比が 6 から 10 とすることを想定している。

1.1.4

以下の規定は、一般的な状況において、一組のアンカー装置の使用することを想定している。

2. 艀装数

2.1 艀装数

2.1.1 一般

全ての船舶には、その艀装数に応じ、[表 1](#) によるアンカー及びチェーンケーブルを備えなければならない。

一般に、ストックレスアンカーが採用される。

艀装数が 16000 を超える船舶の艀装については、本会の適当と認めるところによる。

表 1 係船装置

艀装数 EN		ストックレスアンカー		スタッド付チェーンケーブル			
$A < EN \leq B$		$N^{(1)}$	質量 (kg)	全体長 (m)	直径 (mm)		
A	B				第 1 種 (Q1)	第 2 種 (Q2)	第 3 種 (Q3)
50	70	2	180	220.0	14.0	12.5	
70	90	2	240	220.0	16.0	14.0	
90	110	2	300	247.5	17.5	16.0	
110	130	2	360	247.5	19.0	17.5	
130	150	2	420	275.0	20.5	17.5	
150	175	2	480	275.0	22.0	19.0	
175	205	2	570	302.5	24.0	20.5	
205	240	3	660	302.5	26.0	22.0	20.5
240	280	3	780	330.0	28.0	24.0	22.0
280	320	3	900	357.5	30.0	26.0	24.0
320	360	3	1020	357.5	32.0	28.0	24.0
360	400	3	1140	385.0	34.0	30.0	26.0
400	450	3	1290	385.0	36.0	32.0	28.0
450	500	3	1440	412.5	38.0	34.0	30.0
500	550	3	1590	412.5	40.0	34.0	30.0
550	600	3	1740	440.0	42.0	36.0	32.0
600	660	3	1920	440.0	44.0	38.0	34.0
660	720	3	2100	440.0	46.0	40.0	36.0
720	780	3	2280	467.5	48.0	42.0	36.0
780	840	3	2460	467.5	50.0	44.0	38.0
840	910	3	2640	467.5	52.0	46.0	40.0
910	980	3	2850	495.0	54.0	48.0	42.0
980	1060	3	3060	495.0	56.0	50.0	44.0
1060	1140	3	3300	495.0	58.0	50.0	46.0
1140	1220	3	3540	522.5	60.0	52.0	46.0
1220	1300	3	3780	522.5	62.0	54.0	48.0
1300	1390	3	4050	522.5	64.0	56.0	50.0
1390	1480	3	4320	550.0	66.0	58.0	50.0
1480	1570	3	4590	550.0	68.0	60.0	52.0
1570	1670	3	4890	550.0	70.0	62.0	54.0
1670	1790	3	5250	577.5	73.0	64.0	56.0
1790	1930	3	5610	577.5	76.0	66.0	58.0
1930	2080	3	6000	577.5	78.0	68.0	60.0
2080	2230	3	6450	605.0	81.0	70.0	62.0
2230	2380	3	6900	605.0	84.0	73.0	64.0
2380	2530	3	7350	605.0	87.0	76.0	66.0
2530	2700	3	7800	632.5	90.0	78.0	68.0
2700	2870	3	8300	632.5	92.0	81.0	70.0
2870	3040	3	8700	632.5	95.0	84.0	73.0
3040	3210	3	9300	660.0	97.0	84.0	76.0
3210	3400	3	9900	660.0	100.0	87.0	78.0

艀装数 EN $A < EN \leq B$		ストックレスアンカー		スタッド付チェーンケーブル			
A	B	$N^{(1)}$	質量 (kg)	全体長 (m)	直径 (mm)		
					第1種 (Q1)	第2種 (Q2)	第3種 (Q3)
3400	3600	3	10500	660.0	102.0	90.0	78.0
3600	3800	3	11100	687.5	105.0	92.0	81.0
3800	4000	3	11700	687.5	107.0	95.0	84.0
4000	4200	3	12300	687.5	111.0	97.0	87.0
4200	4400	3	12900	715.0	114.0	100.0	87.0
4400	4600	3	13500	715.0	117.0	102.0	90.0
4600	4800	3	14100	715.0	120.0	105.0	92.0
4800	5000	3	14700	742.5	122.0	107.0	95.0
5000	5200	3	15400	742.5	124.0	111.0	97.0
5200	5500	3	16100	742.5	127.0	111.0	97.0
5500	5800	3	16900	742.5	130.0	114.0	100.0
5800	6100	3	17800	742.5	132.0	117.0	102.0
6100	6500	3	18800	742.5		120.0	107.0
6500	6900	3	20000	770.0		124.0	111.0
6900	7400	3	21500	770.0		127.0	114.0
7400	7900	3	23000	770.0		132.0	117.0
7900	8400	3	24500	770.0		137.0	122.0
8400	8900	3	26000	770.0		142.0	127.0
8900	9400	3	27500	770.0		147.0	132.0
9400	10000	3	29000	770.0		152.0	132.0
10000	10700	3	31000	770.0			137.0
10700	11500	3	33000	770.0			142.0
11500	12400	3	35500	770.0			147.0
12400	13400	3	38500	770.0			152.0
13400	14600	3	42000	770.0			157.0
14600	16000	3	46000	770.0			162.0

備考：

(1) 3.2.4 参照

2.1.2 船舶の艀装数

艀装数 EN は、次式による値としなければならない。

$$EN = \Delta^{2/3} + 2hB + 0.1A$$

 Δ : 夏期満載喫水線における型排水量 (t) h : 夏期満載喫水線から最上層甲板室構造頂部までの有効高さ (m) で、次式による。

$$h = a + \sum h_n$$

 h の算出においては、シアー及びトリムの影響を考慮してはならない。 a : 船体中央での乾舷高さ (m) で、夏期満載喫水線から乾舷甲板までの距離とする。

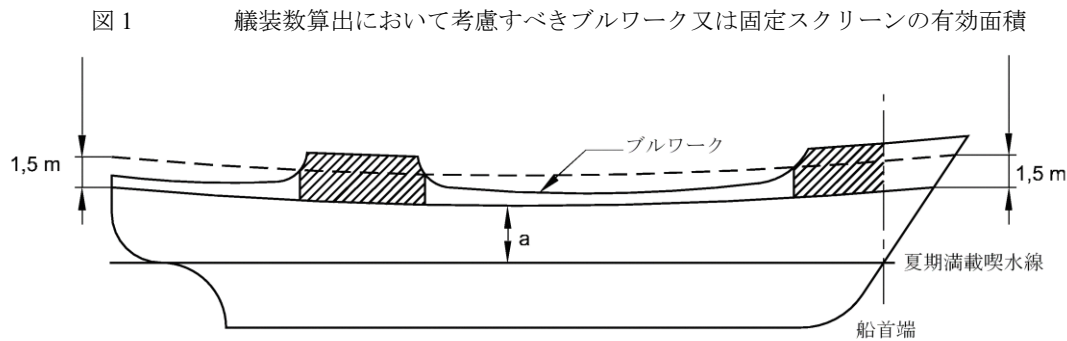
h_n : 乾舷甲板上 n 層目の船楼又は甲板室であって幅が $B/4$ を超えるものの船体中心線における高さ (m)。
幅が $B/4$ を超える甲板室が、幅が $B/4$ 以下の甲板室の上部にある場合、幅が $B/4$ 以下の甲板室の高さは無視して差し支えない。

A : 夏期満載喫水線より上方の船体、船楼及び甲板室であって船の長さ L_{CSR-B} の範囲内にあり、かつ、幅が $B/4$ を超えるものの、船体中心線を通る垂直平面への投影面積 (mm^2)。

h 及び A の決定に際しては、高さが $1.5m$ 以上のスクリーン又はブルワークは船楼又は甲板室の一部とみなす。特に [図 1](#)

で斜線部にて示す箇所は含めなければならない。

h 及び A の決定に際しては、ハッチコーミングの高さ及びコンテナ等のあらゆるデッキ上の荷物の高さは無視して差し支えない。



3. 艀装

3.1 一般

3.1.1

全てのアンカー装置、曳航ビット、係船ボラード、フェアリードクリット及びアイボルトは、設計荷重までの使用において船舶の安全性を損なうことの無いよう作成し、かつ、船体に取り付けなければならない。

3.1.2

アンカー装置の配置は、ケーブルの損傷や絡まりを防止するようなものとしなければならない。全ての運航状態に対してアンカーを固定するための適切な手段を備えなければならない。

3.2 アンカー

3.2.1 一般

アンカーの寸法については以下の要件を満足するものとしなければならない。

アンカーは、承認図に従って製造し、かつ、試験しなければならない。

3.2.2 一般のアンカー

個々のアンカーの要求質量については、表1によらなければならない。

アンカーの総質量が表1に規定する総質量以上である場合、それぞれのアンカーの質量については、要求質量に対し $\pm 7\%$ の範囲で増減して差し支えない。

一般的なストックレスアンカーのピン及び付属品を含むヘッド部の質量は、アンカー全体の質量の60%未満としてはならない。

ストックアンカーを用いる場合、ストックを除いた質量は、表1によるストックレスアンカーに対する要求質量の80%未満としてはならない。ストックアンカーのストックの質量は、ストックを除くアンカーの質量（ただし、接続シャックルを含む。）の25%未満としてはならない。

3.2.3 高把駐力及び超高把駐力アンカー

L編2章の規定に従って一般のアンカーよりも大きな把駐力を備えていることが検証された高把駐力アンカー及び超高把駐力アンカーについては、3.2.5又は3.2.6に従って試験を実施することを要しない。

高把駐力アンカー又は超高把駐力アンカーを使用する場合、当該アンカーの質量は、表1に規定する一般のストックレスアンカーに対する要求値のそれぞれ75%又は50%以上としなければならない。

一般に、超高把駐力アンカーは1500kg以下としてはならない。

3.2.4 予備アンカー

3個のアンカーを備える場合、2個はアンカーチェーンに連結し常時使用できるように配置しなければならない。

3個目のアンカーは予備とみなし、船級検査の対象外とする。

3.2.5 高把駐力アンカーの承認試験

高把駐力アンカーの承認にあたっては、多様な状態の海底土質に対して比較試験を実施しなければならない。

これらの試験により、高把駐力アンカーの把駐力が、同質量の通常のストックレスアンカーの把駐力の少なくとも2倍以上であることを示さなければならない。

全ての質量の範囲に関する高把駐力アンカーの承認のためには、可能な限り全ての質量範囲を代表する質量のアンカーにて試験を実施しなければならない。この場合、少なくとも2種類の大きさのアンカーについて試験を実施しなければならない。承認するアンカーの最大のサイズは、試験を実施した最大サイズの10倍以下としなければならない。承認するアンカーの最小サイズは、試験を実施した最小サイズの0.1倍以上としなければならない。

3.2.6 超高把駐力アンカーの承認試験

超高把駐力アンカーの承認にあたっては、柔泥若しくは沈泥、砂若しくは砂利及び固い粘土又はこれに近い混合物の少なくとも3種類の海底土質に対して比較試験を実施しなければならない。これらの試験により、高把駐力アンカーの把駐力が、同質量の通常のストックレスアンカーの把駐力の少なくとも4倍以上であること又はあらかじめ承認された同質量の高把駐力アンカーの2倍以上であることを示さなければならない。把駐力試験における荷重については、本会が適当と認める場合、アンカーの証明荷重以下とすることができる。

全ての質量の範囲に関する超高把駐力アンカーの承認のためには、可能な限り全ての質量範囲を代表する質量のアンカーにて試験を実施しなければならない。この場合、少なくとも3種類の大きさのアンカーについて、上記の海底土質に対して、質量範囲の最小のもの、中間のもの及び最大のものについて試験を実施しなければならない。

3.2.7 高把駐力アンカー及び超高把駐力アンカーの試験詳細

試験は、一般に、タグボートによって実施する。海底土質に関する試験は、その都度本会が承認する。

個々の事例において、従前に試験し、承認した同型（高把駐力又は超高把駐力）のアンカーとの比較による海上試験の実施をもって、前述の試験に替えることを認める場合がある。

それぞれのサイズに対して、試験用に選択する2個のアンカー（一般に、高把駐力アンカーの試験においては一般のストックレスアンカーと高把駐力アンカーを、超高把駐力アンカーの試験においては一般にストックレスアンカーと超高把駐力アンカーを、ストックレスアンカーが無い場合には高把駐力アンカーと超高把駐力アンカーを選択する。）は、同じ質量を持つものとしなければならない。

個々のアンカーに繋がれるチェーンケーブルは、アンカーの質量に応じた直径を持ち、その長さは、実質的にアンカーのシャンク部を水平に引っ張るようなものとしなければならない。このため、一般に送出するチェーンケーブルの長さとお水深の比は10程度とする。ただし、本会が特に認める場合、より低い比率として差し支えない。

それぞれのアンカーについて、海底土質に応じ、3種類の試験を実施しなければならない。

引張力は張力計により計測しなければならない。張力計に代えて、タグの主気回転数に対応するボラードプル性能曲線に基づく計測としても差し支えない。

アンカーの安定性及び破断について注意を払わなければならない。

3.3 アンカーのチェーンケーブル

3.3.1 材料

チェーンケーブルは、使用する鋼材の種類及び製造方法により、第1種チェーン（Q1）、第2種チェーン（Q2）及び第3種チェーン（Q3）に分類する。

チェーンケーブルに用いる鋼材及びその製造方法は、製造所毎に、本会が承認したものでなければならない。チェーンケーブルに用いる材料及び完成したチェーンケーブル自体は、**K編**及び**L編3章**の規定に従って試験しなければならない。

Q1のチェーンケーブルは、高把駐力アンカー及び超高把駐力アンカーに対して使用してはならない。

3.3.2 スタッド付チェーンの寸法

スタッド付チェーンのリンク部を含む質量及び寸法は、**L編3章**の規定を満足するものとしなければならない。

スタッド付チェーンの直径は**表1**に示す値以上としなければならない。

3.3.3 スタッドレスチェーン

艀装数 *EN* が90未満の船舶については、スタッド付チェーンに代えて、スタッドレスのショートリンクチェーンを備えることとして差し支えない。当該スタッドレスチェーンの強度については、**L編3章**の規定によらなければならない。またスタッドレスチェーンの鋼材のグレードについては、**3.3.1**に規定するスタッド付チェーンと同等とする。

3.3.4 チェーンケーブルの備え付け

チェーンケーブルは、1本の長さを $27.5m$ として製作し、それぞれをディー又はラグ無しシャックルによって連結するものとしなければならない。

表 1 に規定するチェーンケーブルの全体の長さは、使用する 2 個のアンカーに対して概ね同じ長さに配分しなければならない。

これ以外のチェーンの備え付けについては、本会の適当と認めるところによる。

船舶が潮流 $2.5m/s$ を超える海域に投錨する可能性がある場合、アンカーの定着を強化するために、アンカーと残りのチェーンとの間により重量のあるチェーンの装着を要求することがある。

3.4 連結ピース

3.4.1 一般

一連のチェーンケーブル同士を一般のディー型のシャックルを用いて連結する場合、アンカーもディー型の端末シャックルにより直接チェーンケーブルに連結して差し支えない。

ディー型端末シャックルに代えてピンにより 2 つに分離するオープンリンクを用いることができる。この場合、**3.4.2** に規定する端末リンクにおける寸法増加を適用する必要は無い。

長さの異なるチェーンケーブルをラグ無しシャックルにより連結し、そのために特別な端末リンクや直径を増したリンクを備えない場合については、アンカーは、最初の一連のチェーンケーブルに特別なペア型のラグ無し端末シャックル又は適合する連結ピースにより連結して差し支えない。

3.4.2 寸法

連結ピースの直径 (mm) は、**表 2** による値以上としなければならない。

直径を増したスタッドリンクと開端リンクとの間の連結ピースは、以下によることができる。

- ・ 直径 $1.2d$ のスイベル (回り継ぎ手)
- ・ 直径を $1.1d$ に増したスタッドリンク (拡大リンク)

これとは異なる連結をする場合については、本会の適当と認めるところによる。

表 2 連結ピースの直径

付属品	直径 (mm)
シャックル	$1.4d$
端末リンク	$1.2d$
拡大リンク	$1.1d$
普通リンク	d
(ラグなしシャックル)	d

備考：

d ：普通リンクの直径 (mm)

3.4.3 材料

連結ピース、連結シャックル及び端末シャックルの材料及び設計については、チェーンケーブルに連結するものと同等の強度としなければならない、**L 編 3 章**の規定に従って試験しなければならない。

3.4.4 予備の連結ピース

予備アンカーの装着のために、予備のペア型ラグ無し端末シャックル又は予備の連結ピースを備えなければならない。

3.5 引綱及び係船索

3.5.1 一般

表 3 に規定する引綱は、被曳航船に搭載され、他船又はタグボートにより曳航されることを意図したものである。

3.5.2 材料

引綱及び係船索は、ワイヤロープ、天然若しくは合成繊維ロープ又はワイヤと繊維の混合のものとすることができる。

表 3 に規定する破断荷重は、ワイヤロープ及び天然繊維ロープについて適用する。

ワイヤロープ及び繊維ロープについては、**L 編 4 章**又は**5 章**の規定に従って試験しなければならない。

表 3 引綱及び係船索

艀装数 EN $A < EN \leq B$		引綱 ⁽¹⁾		係船索		
A	B	最小長さ (m)	切断荷重 (kN)	$N^{(2)}$	各ライン長 (m)	切断荷重 (kN)
50	70	180	98.1	3	80	34
70	90	180	98.1	3	100	37
90	110	180	98.1	3	110	39
110	130	180	98.1	3	110	44
130	150	180	98.1	3	120	49
150	175	180	98.1	3	120	54
175	205	180	112	3	120	59
205	240	180	129	4	120	64
240	280	180	150	4	120	69
280	320	180	174	4	140	74
320	360	180	207	4	140	78
360	400	180	224	4	140	88
400	450	180	250	4	140	98
450	500	180	277	4	140	108
500	550	190	306	4	160	123
550	600	190	338	4	160	132
600	660	190	371	4	160	147
660	720	190	406	4	160	157
720	780	190	441	4	170	172
780	840	190	480	4	170	186
840	910	190	518	4	170	201
910	980	190	550	4	170	216
980	1060	200	603	4	180	230
1060	1140	200	647	4	180	250
1140	1220	200	692	4	180	270
1220	1300	200	739	4	180	284
1300	1390	200	786	4	180	309
1390	1480	200	836	4	180	324
1480	1570	220	889	5	190	324
1570	1670	220	942	5	190	333
1670	1790	220	1024	5	190	353
1790	1930	220	1109	5	190	378
1930	2080	220	1168	5	190	402
2080	2230	240	1259	5	200	422
2230	2380	240	1356	5	200	451
2380	2530	240	1453	5	200	481
2530	2700	260	1471	6	200	481
2700	2870	260	1471	6	200	490
2870	3040	260	1471	6	200	500
3040	3210	280	1471	6	200	520
3210	3400	280	1471	6	200	554

艀装数 EN $A < EN \leq B$		引綱 ⁽¹⁾		係船索		
A	B	最小長さ (m)	切断荷重 (kN)	$N^{(2)}$	各ライン長 (m)	切断荷重 (kN)
3400	3600	280	1471	6	200	588
3600	3800	300	1471	6	200	612
3800	4000	300	1471	6	200	647
4000	4200	300	1471	7	200	647
4200	4400	300	1471	7	200	657
4400	4600	300	1471	7	200	667
4600	4800	300	1471	7	200	677
4800	5000	300	1471	7	200	686
5000	5200	300	1471	8	200	686
5200	5500	300	1471	8	200	696
5500	5800	300	1471	8	200	706
5800	6100	300	1471	9	200	706
6100	6500			9	200	716
6500	6900			9	200	726
6900	7400			10	200	726
7400	7900			11	200	726
7900	8400			11	200	735
8400	8900			12	200	735
8900	9400			13	200	735
9400	10000			14	200	735
10000	10700			15	200	735
10700	11500			16	200	735
11500	12400			17	200	735
12400	13400			18	200	735
13400	14600			19	200	735
14600	16000			21	200	735

備考：

(1) L_{CSR-B} が 180m を超える船舶では引綱を省略することができる。

(2) 3.5.4 参照

3.5.3 ワイヤロープ

ワイヤロープは、柔軟性のある亜鉛メッキ鋼で構成するものとし、表 4 に規定する種類のものとしなければならない。
係船ウインチに用いるワイヤであってウインチドラムに巻き込むものについては、繊維芯に代えて独立の金属芯により構成するものとする。一般にこれらのワイヤは、金属芯を含めた素線の本数を 186 本以上としなければならない。

表 4 ワイヤロープの構成

切断荷重 BL (kN)	ワイヤロープの構成		
	素線数	素線の最終引張強さ (N/mm^2)	ワイヤの構成
$BL < 216$	72	1420~1570	6 × 7—繊維芯
$216 < BL < 490$	144	1570~1770	6 × 7—繊維芯
$BL > 490$	216 又は 222	1770~1960	6 × 1—繊維芯

3.5.4 係船索の数

係船索の1本の切断荷重が490kN以上であって装備する係船索の合計の切断荷重を表3に規定する値以上とする場合には、表3に規定する要求値より低い切断荷重の係船索を要求数より数多く装備すること又は表3に規定する要求値より高い切断荷重の係船索を要求数より少なく装備することができる。

ただし、いかなる場合も装備する係船索の数は6本以上とし、そのいずれも切断荷重は490kN以上のものとしなければならない。

3.5.5 係船索の長さ

全体の係船索の長さを表3に規定する個々の係船索の長さの合計値よりも大きくする場合、個々の係船索の長さについては、表3に規定する値を7%減じることができる。

3.5.6 合成繊維ロープと天然繊維ロープの切断荷重における同等性

一般に、繊維ロープは、ポリアミド系繊維又は同等の合成繊維によって構成しなければならない。

合成繊維ロープの切断荷重 B_{LS} と天然繊維ロープの切断荷重 B_{LN} の同等性は、次式によらなければならない。

$$B_{LS} = 7.4 \delta (B_{LN})^{8/9}$$

δ : 合成繊維ロープの切断時の伸びで、一般に30%以上としなければならない。

3.6 ホースパイプ

3.6.1

ホースパイプは、実績に従い設置しなければならない。

ホースパイプの位置及び傾斜は、チェーンケーブルを容易に誘導し、アンカーを効果的に収納するものとしなければならない。アームが旋回するアンカーの場合、揚錨操作時に船体を傷つけることが無いような配置としなければならない。このために、チェーンケーブルの寸法に対して十分な大きさと適当な半径を備える適切な形状のボルスタを船体に取り付けなければならない。ホースパイプ周りの船体外板については、必要に応じて補強しなければならない。

3.6.2

チェーンケーブルを容易に誘導するために、ホースパイプにはローラを装備することができる。一般的に、このローラの直径は、全部に打刻されたチェーンケーブルに対してはチェーンケーブルの呼び径の10倍以上、部分打刻されたチェーンケーブルに対してはその寸法の12倍以上としなければならない。

3.6.3

チェーンストッパ等の安全性については、本会の適当と認めるところによる。

3.7 ウインドラス

3.7.1 一般

ウインドラスは、通常は単独の鎖車を備えるもので、チェーンケーブルの寸法及びアンカーの質量に対して適切な動力駆動のものとしなければならない。

ウインドラスは、ホースパイプを通ったチェーンケーブルの容易な誘導を妨げないように、適切な位置に据え付けなければならない。ウインドラス据付部の甲板は、適切に補強しなければならない。

3.7.2 連続運転負荷計算に関する条件

ウインドラスの駆動装置が供給できなければならない連続運転負荷 P_C の計算は、以下の条件に基づく。

- ・ 一般のストックレスアンカー
- ・ ビューフォートスケールで6の風荷重
- ・ 3ノットの潮流
- ・ 錨地水深100m
- ・ 浮力の影響及びホースパイプの効果を含む P_C で、ホースパイプの効果はおおよそ70%とする。
- ・ アンカー質量は、L編2章の規定に基づき厳密に製造されている。
- ・ 一度に揚錨するのは単独のアンカーとする。

浮力の影響により、想定すべきチェーンの質量は、L編3章の規定より小さくなるため、単位長さあたりのチェーンケーブルの質量(kg/m)は次式による。

$$m_L = 0.0218 d^2$$

d はチェーンケーブルの直径(mm)

3.7.3 連続運転負荷の計算

3.7.2 の前提に基づき、ウインドラスの駆動装置は、表 5 に示す連続運転負荷 (kN) を少なくとも 30 分間供給できるものとしなければならない。

表 5 連続運転負荷

チェーンケーブルの材質	連続運転負荷 (kN)
軟鋼 (第 1 種アンカーチェーン (Q1) の場合)	$P_C = 0.0375 d^2$
高張力鋼 (第 2 種アンカーチェーン (Q2) の場合)	$P_C = 0.0425 d^2$
超高張力鋼 (第 3 種アンカーチェーン (Q3) の場合)	$P_C = 0.0475 d^2$
注 1 d : チェーンケーブル直径 (mm)	

3.7.4 瞬間過負荷容量

ウインドラスの駆動装置は、アンカーの急激な動きに対して、必要な瞬間過負荷容量を備えるものとしなければならない。

瞬間過負荷容量又は短時間の許容負荷は、連続運転負荷 P_C の 1.5 倍以上としなければならない、少なくとも 2 分間維持できるものとしなければならない。

この過負荷時の運転速度は、3.7.5 に規定する通常巻き上げ速度より低く設定して差し支えない。

3.7.5 通常巻き上げ速度

アンカー及びケーブルを巻き上げる際の通常のチェーン速度は、平均で $0.15m/s$ 以上としなければならない。

チェーン速度は、2 連のチェーンを完全に巻き上げる間について計測しなければならない。試験は 3 連チェーン ($82.5m$) が完全に没水した状態から開始しなければならない。

3.7.6 ウインドラスのブレーキ

ウインドラスのブレーキは、アンカーの繰り出し時に駆動装置の動力供給が故障した際、アンカー及びアンカーチェーンを安全に停止する能力を備えたものとしなければならない。蒸気駆動以外のウインドラスには、逆転防止装置を備えなければならない。

ブレーキが作動し、ケーブルリフタのクラッチを切った状態のウインドラスは、チェーンの切断荷重の 45% の引張に対し、圧力を受ける部分にいかなる永久変形も生じず、かつ、ブレーキがスリップしないものとしなければならない。

3.7.7 チェーンストッパ

チェーンストッパを備える場合、チェーンの切断荷重の 80% の引張力に耐え得るものとしなければならない。

チェーンストッパを備えない場合については、ウインドラスは、チェーンの切断荷重の 80% の張力に対し、圧力を受ける部分にいかなる永久変形も生じず、かつ、ブレーキがスリップしないものとしなければならない。

3.7.8 青波荷重

ウインドラスを据え付ける暴露甲板の夏期満載喫水線からの高さが $0.1L_{CSR-B}$ 又は $22m$ の小さい方の値より低い場合、船の長さの $1/4$ よりも船首側に設置するウインドラスの据付部については、青波荷重に耐え得るものとしなければならない。

青波圧力及び作用する範囲は以下の通りとしなければならない。(図 2 参照)

- 鎖車軸と垂直な方向の投影面積に対し、船の長さの前端から方向から作用する圧力: $200kN/m^2$
 - 鎖車軸に平行な方向の投影面積に対し、船内側及び船外側からそれぞれ作用する圧力: $150kN/m^2 \times f$
- f : 係数で次式による。ただし、2.5 を超える必要は無い。

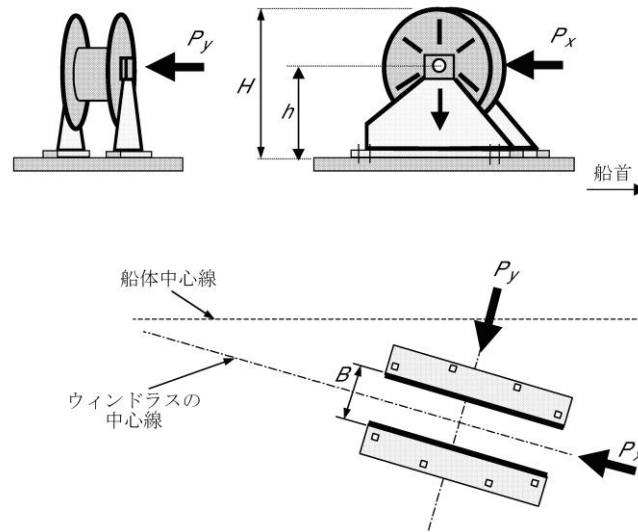
$$f = 1 + B/H$$

B : シャフト軸に平行な方向のウインドラスの幅

H : ウインドラスの全高

ウインドラスを係船ウインチと一体型とする場合、係船ウインチの部分についてもウインドラスの一部として考慮しなければならない。

図2 力及び荷重の方向



備考：

P_y については、船体内側から及び外側から作用するものをそれぞれ検討しなければならない。(3.7.8 参照)

P_y が図中に示す方向と逆の場合、 y_i の符号を逆とすること。

3.7.9 青波荷重によるウインドラス据付部への荷重

ウインドラス据付部のボルト、チョック及び固定装置に作用する力は、3.7.8 に規定する青波荷重を考慮して計算しなければならない。

ウインドラスは1本以上のボルトから成る N 組ボルト群によって固定されているものとする。(図3 参照)。

ボルト群 (又は単独のボルト) i に作用する軸力 R_i は、引張り方向を正として、次式より決定しなければならない。

- $R_{xi} = P_x h x_i A_i / I_x$
- $R_{yi} = P_y h y_i A_i / I_y$
- $R_i = R_{xi} + R_{yi} - R_{si}$

P_x : 鎖車軸と垂直に作用する力 (kN)

P_y : 鎖車軸に平行に作用する力 (kN) で、船体内側及び外側から作用するもののうち、ボルト群 i に作用する力が大きくなる方の値とする。

h : ウインドラスの据付部からの鎖車軸までの高さ (cm)

x_i, y_i : N 組のボルト群全体の重心からボルト群 i の x 及び y 軸座標 (cm) で、作用する力と反対の方向を正とする。

A_i : ボルト群 i の全てのボルトの断面積 (cm²)

I_x, I_y : N 組のボルト群に関する慣性力で、次式による。

$$I_x = \sum A_i x_i^2$$

$$I_y = \sum A_i y_i^2$$

R_{si} : ボルト群 i におけるウインドラスの重量による静荷重 (kN)

ボルト群 i に作用するせん断力 F_{xi} , F_{yi} 及びその合成力 F_i は、次式により決定しなければならない。

- $F_{xi} = (P_x - \alpha g M) / N$
- $F_{yi} = (P_y - \alpha g M) / N$
- $F_i = (F_{xi}^2 + F_{yi}^2)^{0.5}$

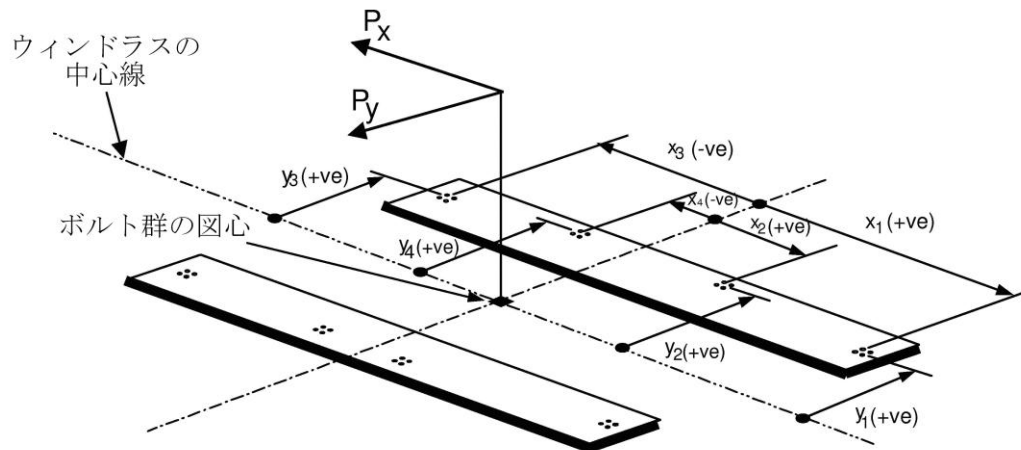
α : 摩擦係数で 0.5 とする

M : ウインドラスの質量 (t)

N : ボルト群の数

これらの要件に沿って算出した軸方向の引張り及び圧縮力並びに横方向の力については、船体支持構造の設計においても考慮しなければならない。

図3 記号の凡例



備考：

x_i 及び y_i の座標の符号 (+/-) については、上図によること。

3.7.10 アンカー及びチェーンの荷重に対するウインドラスの強度基準

ウインドラスのフレーム及び固定装置に生じる応力は、使用する材料の降伏応力未満としなければならない。上記の応力の算出に際しては、以下について特別な注意を払わなければならない。

- ・ キー溝における応力集中及びその他の応力上昇
- ・ 駆動装置又はアンカーチェーンの急激な始動又は停止による動的影響
- ・ 計算手法及び近似手法

3.7.11 ウインドラスの保護装置に関する強度基準

それぞれのボルト群 i の個々のボルトにおける引張軸応力は、3.7.9 に規定する要件に従って算出しなければならない。水平方向の力 F_{xi} 及び F_{yi} は、3.7.9 に規定する要件に従って算出しなければならない。水平力については、通常、せん断チョックにて支持する。

片側又は両側からのせん断力を支えるはめ込みボルトの設計に際して、個々のボルトに生じるミーゼスの等価応力 σ (N/mm^2) は、以下の式を満足しなければならない。

$$\sigma \leq 0.5 \sigma_{BPL}$$

ここで σ_{BPL} は、ボルト材料の降伏応力又は耐力。

据付けに際し、樹脂の流し込みを行う場合、強度計算の際に考慮しなければならない。

3.7.12 甲板との接合

ウインドラスのフレーム及び固定装置は、甲板に効果的に据え付けなければならない。

3.8 チェーンストッパ

3.8.1

錨泊中にチェーンケーブルの張力がウインドラスに伝わるのを防ぐために、一般に、ウインドラスとホースパイプの間に、チェーンストッパを備えなければならない。チェーンストッパは、チェーンケーブルの破断荷重の 80% の荷重に耐え得る能力を持つものとしなければならない。チェーンストッパを取り付ける甲板は、適切に補強しなければならない。

同様の目的で、アンカーがホースパイプ内にある時にアンカーの重量を支持し得るリギングスクリュー又はチェーンテンショナーによりチェーンケーブルの 1 片を固定して差し支えない。ただし、これらの措置はチェーンストッパとみなさない。

3.8.2

ウインドラスがホースパイプから離れており、チェーンストッパを備えない場合については、チェーンケーブルをウインドラスに導くための適切な措置を講じなければならない。

3.9 チェーンロッカ

3.9.1

チェーンロッカの容量は、全チェーンケーブル設備の収納に適したもので、チェーンケーブルをウインドラスへ直接容易に誘導できるものとしなければならない。

3.9.2

2本のチェーンを備える場合、それぞれが1本のチェーン全長を収納できるように、チェーンロッカは2つの区画に区切らなければならない。

3.9.3

チェーンケーブルの船内側の終端は、連結ピースの有無に関わらず、端末シャックルを用いて、船体構造の一部を成す適切に補強された取り付けピースに固定しなければならない。

一般にこれらの取り付けピースは、チェーンケーブルの切断荷重の15%以上の荷重に対し耐え得るものとしなければならない。

この取り付け部は、非常の際に、チェーンロッカの外部から容易にチェーンケーブルを開放できるものとしなければならない。

3.9.4

チェーンロッカを船首隔壁の後ろに配置する場合、境界の隔壁は水密なものとし、排水装置を備えなければならない。

3.10 フェアリード及びボラード

3.10.1

曳航、係船及び係留操作に対して適切な大きさに設計されたフェアリード及びボラードを備えなければならない。

11 章 建造及び試験

1 節 構造

1. 構造詳細

1.1 切欠き、開先

1.1.1

切欠き、開口縁等の遊縁（切欠き面）は、適切に処置し、ノッチのないようにしなければならない。切断線等は、原則として溶接肉盛をしてはならず、滑らかに仕上げなければならない。全ての縁は、面取りをしなければならない。また、高応力が発生する部材の縁にあっては、丸みを付けなければならない。

ガス若しくは機械切断線又はフランジの遊縁は、上述のように尖った縁とならないように仕上げなければならない。また、本規定は、切断線に適用するものであり、特に舷側厚板の上縁及び溶接継手に類似する箇所、断面の変化する箇所又は同様の不連続箇所に適用する。

1.1.2

倉口隅部については、手切りとしてはならない。

1.2 冷間加工

1.2.1

波型隔壁の冷間加工（曲げ加工、フランジ加工、型押し加工）にあっては、最小曲げ半径は $2t$ 以上としなければならない。（ t = 図面板厚）

割れを防ぐために、ガス切断のばり又はせん断切りによるかえりは、冷間加工の前に取り除かななければならない。冷間加工後、全ての要素（特に曲げの端部）について、割れの検査を行わなければならない。縁の割れが無視できる程度の場合を除き、割れを含む要素については全て使用してはならない。また、溶接補修は認められない。

1.3 組立て、精度

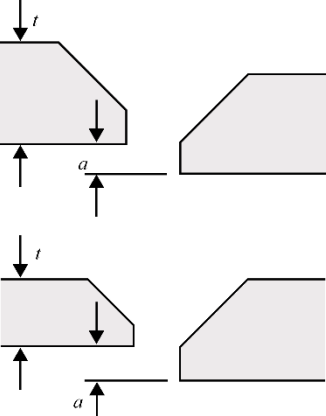
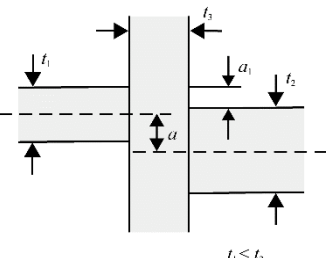
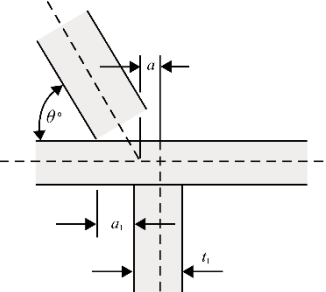
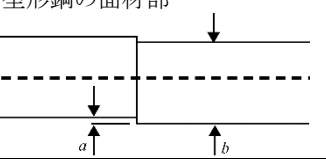
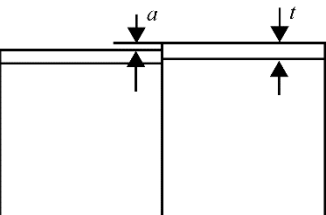
1.3.1

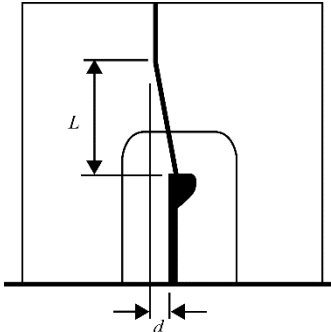
個々の構造要素又はブロックの組立工程において、過度の荷重が生じないようにしなければならない。個々の構造要素の主要な歪は、可能な限り、次の組立工程の前に修復しなければならない。

構造部材は、表 1 に掲げる IACS 勧告 No.47 の規定又は本会が適当と認める工作標準の規定に従った精度で組み立てなければならない。主要部材にあっては、必要に応じて管理用の穴を設けなければならない。この穴は、完成時に再び溶接盛りで塞がなければならない。

溶接完了後の歪取り及び調整にあっては、鋼材の特性に対して重大な影響を与えることのないよう行わなければならない。疑わしき場合、適当な試験の実施を要求することがある。

表 1 間隙の寸法 (t , t_1 及び t_2 : 図面板厚)

詳細	標準範囲	許容限界	備考
突合せ溶接部 		a) 強度部材の場合 $a \leq 0.15t$ b) その他 $a \leq 0.2t$ ただし, 4.0mm 以下とする。	薄い方の板厚を t とする。
隅肉溶接部(1)  $t_1 < t_2$		a) 強度部材及び高応力部材の場合 $a \leq t_1 / 3$ b) その他 $a \leq t_1 / 2$	これにより難い場合, 板厚中心に替えて, 板の表面として差し支えない。 t_3 が t_1 未満の場合にあつては, t_1 に代えて t_3 を使用する。
隅肉溶接部(2)  θ°		a) 強度部材及び高応力部材の場合 $a \leq t_1 / 3$ b) その他 $a \leq t_1 / 2$	これにより難い場合, 板厚中心に替えて, 板の表面として差し支えない。 t_3 が t_1 未満の場合にあつては, t_1 に代えて t_3 を使用する。
T 型形鋼の面材部 	強度部材の場合 $a \leq 0.04b$	$a = 8.0 \text{ mm}$	
T 型形鋼, アングル材及びバルブプレートの高さ 	a) 強度部材の場合 $a \leq 0.15t$ b) その他 $a \leq 0.2t$	$a = 3.0 \text{ mm}$	

詳細	標準範囲	許容限界	備考
板部材の防撓材 	$d \leq L / 50$		

備考：

「強度部材」については、以下の部材とする。

強力甲板，内底，船底，下部スツール，横置隔壁の下部，ビルジホップ及び単船側構造ばら積貨物船の船側肋骨

2 節 溶接

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節の規定は、船体構造における溶接継手の準備、溶接施工及び検査に適用する。

1.1.2

船体部材の溶接は、承認された溶接士によって実施されなければならない。

1.1.3

溶接継手の種類及び母材に応じ、承認された溶接施工法及び溶接材料を使用しなければならない。

1.1.4

継手部の溶接は、承認図面に従って実施しなければならない。

1.1.5

造船所で採用する品質基準を、本会に提出しなければならない。また、個々の溶接について別に規定する場合を除き、すべての溶接継手に当該基準を適用する。

1.1.6

完成した溶接継手は、立会する検査員の満足するものとしなければならない。

1.1.7

溶接線に割れ又は有害な内部欠陥の無いことを確認するために、試験方案によって指定された箇所の溶接について、非破壊試験（NDE）を実施しなければならない。

1.2 溶接材料及び施工法

1.2.1

使用する溶接材料は、本会が承認したものとしなければならない。溶接材料の承認に関する要件については、**M 編**の規定による。

1.2.2

使用する溶接施工法は、本会が承認したものとしなければならない。溶接施工法の承認に関する要件については、**M 編**の規定による。

1.2.3

鋼材の種類及びグレードに応じ、適切な溶接材料を選択しなければならない。溶接材料の選択に関する要件については、**M 編**の規定による。

1.3 溶接士及び非破壊試験従事者

1.3.1 溶接士

手溶接及び半自動溶接は、**M 編**の規定に従い、本会の技能証明を受けた溶接士によって施工されなければならない。

1.3.2 自動溶接技師

自動溶接機及びその備品の制御者については、本会の適当と認めるところによる。

1.3.3 非破壊試験従事者

非破壊試験は、本会の認める団体又は規格による有資格者が実施しなければならない。

1.4 提出資料

1.4.1

承認用に提出する溶接施工計画書は、構造の溶接工事、適用する溶接施工法の種類、溶接姿勢等に関する必要な情報を含むものとしなければならない。

1.4.2

承認用に提出する非破壊検査計画書は、試験を実施する場所及び数、適用する溶接施工法、適用する非破壊試験等に関する必要な情報を含むものとしなければならない。

2. 溶接継手の種類

2.1 一般

2.1.1

溶接継手の種類及び開先は、適用する溶接施工法に適切なものとしなければならない。

2.2 突合せ溶接

2.2.1 一般

原則として、平板の突合せ継手は、本会の承認する特別な溶接施工法を適用する場合を除き、両側溶接の完全溶込み溶接としなければならない。

2.2.2 板厚の異なる板の溶接

図面板厚の差が 4mm を超える板の溶接を行う場合については、通常、厚い方の板にテーパを設けなければならない。テーパは、図面板厚の差の 3 倍以上の長さとしなければならない。

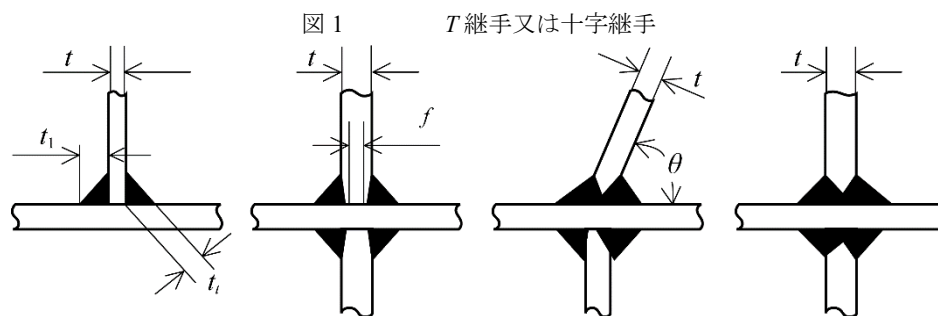
2.2.3 開先加工、ルート間隙

開先加工及びルート間隙については、適用する溶接施工法及び関連する開先加工によらなければならない。

2.3 T 継手又は十字継手

2.3.1 一般

板同士の継手に加えて、桁部材の接合部及び板と防撓材のウェブの継手は、通常、図 1 に示す隅肉溶接又は十分な開先を取った溶接としなければならない。



t : 取付ける板の図面板厚 (mm)

f : 未溶接のルート面 (mm) で、 $f \leq t/3$ とする。

t_ℓ : 隅肉溶接の脚長 (mm)

t_t : のど厚 (mm)

2.4 完全溶込み溶接

2.4.1 適用

次の接合部については、完全溶込み溶接としなければならない。

- ・ ラダーホーン及びシャフトブラケットと船殻構造との接合部
- ・ 舵板と舵頭材取り付け部との接合部
- ・ 貨物倉内に位置し、かつ、下部スツールを備えない立て式波形隔壁と内底板との接合部
- ・ 立て式波形隔壁と下部スツール頂板との接合部
- ・ 引張り応力が作用する梁柱と板部材との接合部（例えば、機関室、船首倉及び甲板室）
- ・ 中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 間の強力甲板、舷側厚板及び船底外板における開口端部の補強部及び管貫通部であって、開口又は管を貫通させるための開口の寸法が 300mm を超えるもの
- ・ 夏期満載喫水線より下方の海水に面する板部材のうち、建造板厚が 12mm 以下となる板部材の接合部。建造板厚が 12mm を超える場合にあっては、最大ルート面 $f = T/3$ (図 2 参照) の部分溶込み溶接を認めることがある。

2.4.2

シェダープレート波形隔壁の下端に取り付ける場合にあっては、シェダープレートは、片側からの完全溶込み溶接又はそれと同等の溶接により、隔壁板及び下部スツール頂板に取り付けなければならない。

2.4.3

下部スツールの側板は、完全溶込み溶接により、下部スツールの頂板及び内底板に接合しなければならない。また、十分な開先を取った溶接としても差し支えない。

2.4.4

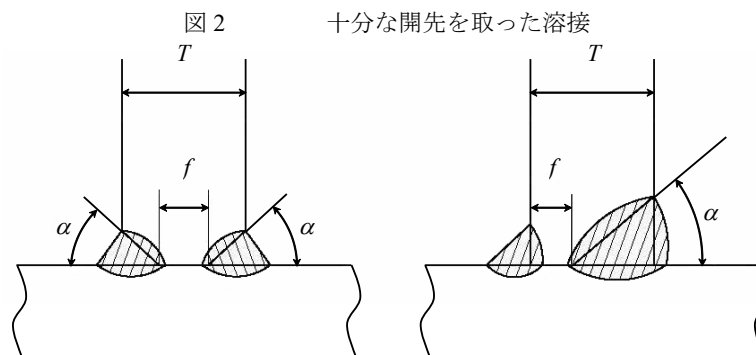
下部スツールを支持する肋板については、完全溶込み溶接により、内底板に接合しなければならない。また、十分な開先を取った溶接としても差し支えない。

2.4.5

一般に、適切な開先角度（40 度から 60 度）及びルート間隙を取らなければならない。また、必要であれば、両面溶接において裏はつりを要求することがある。

2.5 十分な開先を取った溶接**2.5.1**

十分な開先を取った溶接については、[図 2](#) による。



- ルート面 (f) : $3\text{ mm} \sim T/3\text{ mm}$
- 開先角度 (α) : $40^\circ \sim 60^\circ$

2.6 隅肉溶接**2.6.1 隅肉溶接の種類及び寸法並びに適用**

図面板厚が 50 mm 以下の板に関する隅肉溶接の種類及び寸法については、[表 1](#) に規定する 5 種類に区分され、その船体構造への適用は、[表 2](#) の規定に従わなければならない。

上記に加え、[3 章 6 節](#)の[図 19](#)に示す倉内肋骨のゾーン“a”及び“b”の範囲における隅肉溶接ののど厚については、それぞれ $0.44t$ 及び $0.4t$ としなければならない。この時、 t は接合する 2 つの部材のうち、薄い方の部材の図面板厚とする。

表 1 隅肉溶接の種類と寸法

種類	隅肉溶接の種類	取り付ける板の図面板厚 $t^{(1)}$ (mm)	隅肉溶接の脚長 $^{(2)(3)}$ (mm)	隅肉溶接の長さ (mm)	ピッチ (mm)
F0	両面連続溶接	t	$0.7t$	N.A.	N.A.
F1	両面連続溶接	$t \leq 10$	$0.5t + 1.0$	N.A.	N.A.
		$10 \leq t < 20$	$0.4t + 2.0$	N.A.	N.A.
		$20 \leq t$	$0.3t + 4.0$	N.A.	N.A.
F2	両面連続溶接	$t \leq 10$	$0.4t + 1.0$	N.A.	N.A.
		$10 \leq t < 20$	$0.3t + 2.0$	N.A.	N.A.
		$20 \leq t$	$0.2t + 4.0$	N.A.	N.A.
F3	両面連続溶接	$t \leq 10$	$0.3t + 1.0$	N.A.	N.A.
		$10 \leq t < 20$	$0.2t + 2.0$		
		$20 \leq t$	$0.1t + 4.0$		
F4	断続溶接	$t \leq 10$	$0.5t + 1.0$	75	300
		$10 \leq t < 20$	$0.4t + 2.0$		
		$20 \leq t$	$0.3t + 4.0$		

N.A. : 適用規定なし

(1) t は取り付ける板の図面板厚とする。図 1 に示される十字継手の場合は、取り付けられる板と取り付ける板の薄い方の板の図面板厚とする。取り付ける板はそれぞれの板厚を別々に考慮しなければならない。

(2) 隅肉溶接の脚長は、3章3節の表 1 に規定する腐食予備厚 t_c に応じて、以下の修正を行うこと。

$t_c > 5$ の場合 : 1.0mm 増す

$4 < t_c \leq 5$ の場合 : 0.5mm 増す

$3 < t_c \leq 4$ の場合 : 増減無し

$t_c \leq 3$ の場合 : 0.5mm 減ずる

(3) 脚長は最も近い 0.5mm 単位の値とする。

表 2 隅肉溶接の適用

区分	接合箇所			隅肉溶接の種類
	部材	取付ける部材		
原則 ⁽¹⁾ (本表に別に規定する場合を除く。)	水密板	境界の板		F1
	部材端部のブラケット			F1
	防撓材及びカラープレート	深水タンク 隔壁		F3
		主要支持部材のウェブ及びカラープレート		F2
	防撓材のウェブ	板（深水タンク 隔壁を除く。）		F4
		組立式防撓材の面板	端部（スパンの 15%）	F2
			その他	F4
ブラケットを有しない桁部材及び防撓材の端部	甲板，外板，内底板，隔壁板			F0
ブラケットを有する桁部材及び防撓材の端部	甲板，外板，内底板，隔壁板			F1
船底部及び二重船底部	防撓材	船底外板及び内底板		F3
	中心線桁板	船首船底補強部の外板		F1
		内底板及び上記以外の外板		F2
	部分桁板を含む側桁板	船底板及び内底板		F3
	肋板	外板及び内底板	端部の肋骨心距の 2 倍の範囲	F2
		中心線桁及びホッパタンク内端となる側桁板		F2
		その他		F3
	中心線桁付きブラケット	中心線桁板，内底板及び外板		F2
ウェブの防撓材	肋板及び桁板		F3	
二重船側構造の船側及び内殻	桁部材のウェブ	船側外板，縦通隔壁板及び桁部材のウェブ		F2
単船側構造の倉内肋骨	倉内肋骨及び端部ブラケット	船側外板		3 章 6 節図 19 参照
	倒止めブラケット	船側外板及び倉内肋骨		F1
甲板	強力甲板	t ≥ 13	船体中央部 0.6L _{CSR-B} 間の船側外板	十分な開先を取った溶接
			その他	F1
		t < 13	船側外板	
	その他の甲板	船側外板		F2
		防撓材		F4
	防撓材及び部分側桁	甲板		F3
	ハッチコーミング	甲板	倉口長さの 15 %にあたる倉口隅部	F1
その他			F2	
ウェブの防撓材	コーミングのウェブ		F4	
隔壁	非水密隔壁構造	境界	制水隔壁	F3
	防撓材	隔壁板	端部ブラケットを備えない場合にあっては，端部（スパンの 25%）	F1
桁部材 ⁽¹⁾	ウェブ	船側外板，甲板，内底板，隔壁	端部（スパンの 15%）	F1
			その他	F2

		面材	タンク内及び船首から $0.125L_{CSR-B}$ 間	$F2$
			断面積が 65 cm^2 を超える面材	$F2$
			その他	$F3$
船尾	内部材	境界及び個々の部材の取合い		$F2$
台構造	桁板及びブラケット	台板	主機台, スラスト受台, ボイラ及び主発電機台	$F1$
		桁板	主機台及びスラスト受台	$F1$
		内底板及び外板	主機台及びスラスト受台	$F2$
船 楼 及 び 甲 板 室 ⁽³⁾	船楼端隔壁	甲板		$F1$
	防撓材	側壁及び甲板	端部 (スパンの 15%)	$F3$
			その他	$F4^{(2)}$
	主要支持部材及び防撓材の端部	ブラケットを有しない場合	側壁及び主要支持部材のウェブ	$F1$
		ブラケットを有する場合		$F2$
梁柱	梁柱	柱の上下端の部材		$F1$
通風筒	コーミング	甲板		$F1$
舵	舵骨	舵心材となる垂直舵骨		$F1$
		舵板		$F3$
		上記を除く舵骨		$F2$

(1) ハッチカバーにおいては, $F0$, $F1$, $F2$ の代わりに, それぞれ $F1$, $F2$, $F3$ とする。

(2) 片面連続溶接を適用する場合, 溶接寸法は $F3$ としなければならない。

(3) 内部隔壁へ適用される隅肉溶接については本会の適当と認めるところによる。

2.6.2 断続溶接

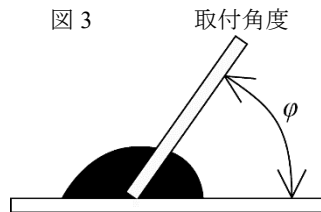
断続溶接に代えて両面連続隅肉溶接を適用する場合にあっては, 隅肉溶接の脚長は $F3$ としなければならない。

2.6.3 小さい角度で板を取り付ける場合の隅肉溶接の寸法

板とそれに取り付ける板との角度が図 3 に示すように 90 度でない場合, 大きい角度とする側の隅肉溶接の寸法については, 次の算式に従って増加しなければならない。

$$t_{\ell}' = t_{\ell} \frac{1}{\sqrt{2} \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

t_{ℓ} : 2.3.1 に規定する隅肉溶接の脚長 (mm)



2.6.4 十分な開先を取った溶接

十分な開先を取った溶接の隅肉脚長については、溶接施工法試験の結果に応じ、表 1 に規定する値を 15% 軽減することができる。

2.7 重ね継手溶接

2.7.1 一般

重ね継手溶接については、特定の場合について本会が承認する場合、適用することができる。重ね継手溶接は、次の箇所について適用することができる。

- ・ ダブリングプレートの周囲接合部
- ・ 応力が非常に低い内部構造部材

2.7.2 隅肉溶接

重ね継手の隅肉溶接脚長については、 $F1$ としなければならない。

2.8 スロット溶接

2.8.1 一般

スロット溶接は、特定の場合について本会が承認する場合、適用することができる。ただし、船体中央部 $0.6L_{CSR-B}$ 内の外板及び強力甲板のダブリングプレートについては、スロット溶接を適用してはならない。

2.8.2 隅肉溶接の寸法

スロット溶接におけるスロットは、開口底部の縁の全周に完全に溶融したビードを施工できるような適切な形状を備えるものとしなければならない。スロット溶接の隅肉溶接脚長については $F1$ としなければならない。また、スロットの間隔については、本会の適当と認めるところによる。

3. 接合部の詳細

3.1 ビルジキールの接合部

3.1.1

3 章 6 節 6.5.2 の規定によりビルジキールと外板の間に取り付ける中間板については、ビルジ外板及びビルジキールに溶接しなければならない。

3.1.2

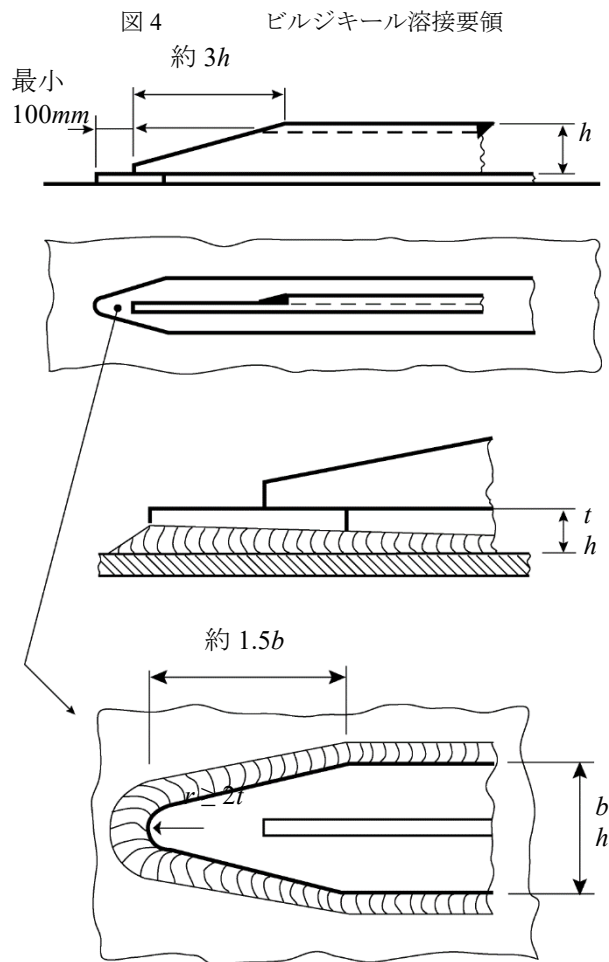
中間板及びビルジキールの突合せ溶接は、完全溶込み溶接としなければならない。また、当該箇所を船側の突合せ溶接部から離さなければならない。

ビルジ外板の突合せ溶接部及び中間板の突合せ溶接部は、それぞれ中間板及びビルジキールとの交差部の近傍を平らに仕上げなければならない。

3.1.3

中間板の船長方向に沿った縁部については、当該部材の板厚の 0.3 倍のど厚“ a ”で連続隅肉溶接しなければならない。中間板の端部については、先端部におけるど厚“ a ”を、中間板の板厚の 0.5 倍としなければならない。ただし、ビルジ外板の板厚以上としてはならない。(図 4 参照)

中間板先端部においては、中間板とビルジ外板の溶接ビードがビルジ外板と成す角度を 45 度以下とすることが望ましい。



3 節 区画試験

1. 一般

1.1 定義

1.1.1 ショッププライマ

ショッププライマとは、製造中の防食措置として表面処理後及び加工前に施工される薄い塗装をいう。

1.1.2 保護塗装

保護塗装とは、構造部材を腐食から保護するための最終塗装をいう。

1.1.3 構造試験

構造試験とは、タンクの水密性及び設計の構造上の妥当性を実証するために実施される水圧試験をいう。現実的な制約により水圧試験の実施が困難な場合（例えば、規定された水頭をタンク上端まで適用することが困難な場合。）にあっては、これに代えて水圧空気圧試験を実施しても差し支えない。水圧空気圧試験を行う場合にあっては、可能な限りタンクの実荷重を再現するよう試験を行わなければならない。

1.1.4 水圧空気圧試験

水圧空気圧試験とは、水圧及び空気圧を組合せた試験をいい、タンク頂板まで漲水した上で追加の空気圧を適用することによる。追加の空気圧の値は、本会が適当と認めるところによる。ただし、少なくとも [2.2](#) に規定する値以上としなければならない。

1.1.5 漏洩試験

漏洩試験とは、構造の水密性又は気密性を実証するために実施される空気又はその他の媒体を用いた試験をいう。

1.1.6 射水試験

射水試験とは、水圧試験又は漏洩試験が要求されない構造について、水密性又は風雨密性を実証するために行い、船体の水密保全性に寄与する他の区画に適用する。

1.2 適用

1.2.1

本節の規定は、以下の区画及び構造に対して試験条件を規定する。

- ・ タンク（独立タンクを含む。）
- ・ 水密及び風雨密構造

1.2.2

試験の目的は、船舶の建造時及び主要な修理の際に、水密性又は風雨密性及び構造部材の強度を確認することにある。

1.2.3

これらの試験は、後工程の作業が構造強度及び水密性又は風雨密性を損ねることの無いよう、十分に完成間近の状態で、検査員の立会いの下、実施しなければならない。

2. 試験方法

2.1 構造試験

2.1.1

構造試験は、ショッププライマの施工後に実施して差し支えない。

2.1.2

構造試験は、以下のいずれかの条件が満たされる場合、保護塗装の施工後に実施して差し支えない。

- ・ 全ての溶接作業が完了し、保護塗装施工前に検査員の十分な目視検査が行われる場合
- ・ 保護塗装前に漏洩試験が実施される場合

2.1.3

漏洩試験が実施されない場合、保護塗装は、以下の構造試験の後に施工することが望ましい。

- ・ ブロック継手の全溶接（手溶接及び自動溶接）

- ・ タンク境界線接合部の全ての隅肉溶接（手溶接）溶込み溶接（手溶接）
- ・ 溶込み溶接（手溶接）

2.2 漏洩試験

2.2.1

漏洩試験を行う場合にあっては、表 1 に従うものとし、試験中は $0.15 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気圧を維持しなければならない。

2.2.2

検査に先立ち、タンク内の空気圧を $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$ に上げ、この状態を安定状態まで約 1 時間保持（その間もタンク周りに最小の人員は配置すること。）し、その後、試験圧力まで下げることを推奨する。

2.2.3

試験に参加する人員の安全が確保されると認める場合、空気圧が $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$ に安定した状態で、圧力を下げることなく試験を実施することを認めることがある。

2.2.4

溶接線には、漏洩を示す効果的な液体を塗布しなければならない。

2.2.5

試験圧力の高さまで漲水する U チューブは、試験対象の区画が圧力超過とならず、かつ、試験圧力を検証できるよう取り付けなければならない。U チューブは、空気を供給する配管のよりも大きな断面積を備えるものとしなければならない。

また、試験圧力については、較正されている圧力計による確認も行わなければならない。本会は、同等の信頼性を有すると認めるその他の手段によることを認めることがある。

2.2.6

タンク境界線の全隅肉溶接接合部並びにタンク境界における溶込み溶接部及びブロック継手の溶接部であって自動溶接を除くものについては、保護塗装前に漏洩試験を実施しなければならない。造船所における品質管理手順の運営を考慮して検査員が必要と判断する場合、ブロック継手の自動溶接及びブロック内の組み溶接（手溶接及び自動溶接）について、抜取りで同様の試験を要求することがある。その他の溶接線については、検査員の十分な目視検査が行われる場合、保護塗装の施工後に、漏洩試験を実施することができる。

2.2.7

その他の方法の採用については、検査員が適当と認めるところによる。

2.3 射水試験

2.3.1

表 1 の規定により、構造の水密性又は風雨密性を検証するために射水試験が要求される場合、射水試験は、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 以上の圧力で、1.5m 以内の距離から実施しなければならない。また、ノズルの径は 12mm 以上としなければならない。

2.4 水圧空気圧試験

2.4.1

水圧空気圧試験を実施する場合にあっては、漏洩試験と同様の予防安全策を講じなければならない。

2.5 その他の試験方法

2.5.1

本会が適当と認める場合、その他の試験方法によることを認めることがある。

3. 試験要件

3.1 一般

3.1.1

一般的な試験の要件については、表 1 による。

表 1 一般試験要件

	試験対象構造	試験種類	試験圧力	備考
1	二重底タンク	構造試験 ⁽¹⁾	次のうち大なる方 ・ オーバーフロー上端までの水頭 ・ 隔壁甲板までの水頭	タンク隔壁については、少なくとも当該隔壁の片側から試験を実施すること
2	二重船側タンク	構造試験 ⁽¹⁾	次のうち大なる方 ・ オーバーフロー上端までの水頭 ・ タンクの最も高い部分から 2.4m 上方までの水頭	タンク隔壁については、少なくとも当該隔壁の片側から試験を実施すること
3	タンク隔壁、深水タンク	構造試験 ⁽¹⁾	次のうち大なる方 ⁽²⁾ ・ オーバーフロー上端までの水頭 ・ タンクの最も高い部分から 2.4m 上方までの水頭 ・ 関連する設備を備える場合、安全弁の調整圧力	タンク隔壁については、少なくとも当該隔壁の片側から試験を実施すること
	燃料油タンク	構造試験		
4	バラスト兼用倉	構造試験 ⁽¹⁾	次のうち大なる方 ・ オーバーフロー上端までの水頭 ・ ハッチコーミング上端までの水頭	
5	タンクとして使用する船首尾倉	構造試験	次のうち大なる方 ・ オーバーフロー上端までの水頭 ・ タンクの最も高い部分から 2.4m 上方までの水頭	船尾タンクの試験については、船尾管を取付けた後に実施すること
	タンクとして使用されない船首倉	SOLAS 条約 II-1 章 Reg.14 参照		
	タンクとして使用されない船尾倉	漏洩試験		
6	コファダム	構造試験 ⁽³⁾	次のうち大なる方 ・ オーバーフロー上端までの水頭 ・ タンクの最も高い部分から 2.4m 上方までの水頭	
7	水密隔壁	SOLAS 条約 II-1 章 Reg.14 ⁽⁴⁾ 参照		
8	乾舷甲板又は隔壁甲板より下方の水密戸	SOLAS 条約 II-1 章 Reg.18 参照		
9	複板舵	漏洩試験		
10	深水タンクの軸路	射水試験		
11	外板のドア	射水試験		
12	タンクの水密ハッチカバー	射水試験		
13	ハッチカバー及び閉鎖装置であって水密とするもの	射水試験		
14	チェーンロッカ (船首隔壁の後方にある場合)	構造試験	頂部までの水頭	

	試験対象構造	試験種類	試験圧力	備考
15	独立タンク	構造試験	オーバーフロー上端までの水頭。ただし、0.9m 以上とすること。	
16	バラストタンク	構造試験	バラストポンプの最大圧力	

備考：

- (1) 構造試験に代えて、2.2 に規定する条件に基づき漏洩試験又は水圧空気圧試験を適用することとして差し支えない。ただし、それぞれの種類のタンクに対し少なくとも 1 つのタンクについては構造試験を実施しなければならない。構造試験を実施するタンクは、設計承認時の状況に応じて選択しなければならない。原則として、同型シリーズ船の後船については、構造試験を実施する必要はない。ただし、タンカー及び兼用船の貨物区域境界並びに貨物又は汚染物質を隔離するタンクについては、構造試験を省略することはできない。構造試験において、漏洩試験によって検出されなかった深刻な欠陥が発見された場合、全てのタンクに対して構造試験を行わなければならない。
- (2) 甲板上にハッチが有る場合、タンクの最も高い部分についてはハッチを除く甲板から計測しなければならない。ただし、大きなハッチカバーを備える液体貨物又はバラストを積載する船倉については、タンクの最も高い部分はハッチコーミングの上端とすること。
- (3) 本会が適当と認める場合、2.2 に規定する条件に基づき漏洩試験又は水圧空気圧試験を適用することとして差し支えない。この場合、水圧空気圧試験については、適用した建造技術及び溶接手順に関連して有効と判断する場合に限る。
- (4) 既に搭載された設備（機械類、電線、配電盤、防熱等）に損傷の生じる可能性があり、射水試験が実施できない場合にあっては、本会が適当と認める場合、全ての交差部及び溶接取合い部の十分な目視検査に代えることができる。必要な場合、浸透試験又は超音波試験を要求することがある。

12 章 船級符号への追加の付記

1 節 グラブ荷役

記号

この節に規定されない記号については、**1章4節**による。

M_{GR} : 使用するグラブの質量 (tons)で、空の状態の値とする。

s : 防撓材の心距(m)で、スパン中央で測る。

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本節の要件に従い、指定する最大質量[X]トンのグラブによる荷役又は揚貨を行うよう設計された貨物倉を有する船舶については、**1章1節3.2**に従い、船級符号に追加で *GRAB-[X]*を付記する。

1.1.2

船級符号への追加の付記 *GRAB-[X]*は、より重いグラブ使用を禁止するものではないが、船主及びオペレータは、定期的に又はたまにより重いグラブを使用して揚貨する場合、局部損傷及び内底板の早期切替えの可能性が増加することを十分認識しておかなければならない。

2. 強度要件

2.1 要求板厚

2.1.1

内底板並びにホッパタンク斜板、下部スツール側板、横隔壁板及び内殻板の、ビルジウエルを除く内底板最下部より高さ $3m$ の範囲のネット板厚については、次の値のうち大きい方の値以上としなければならない。

- ・ t : **6章** 及び **7章**で規定する板厚
- ・ t_{GR} : **2.1.2** 及び **2.1.3** で規定する板厚

2.1.2

内底板のネット板厚 t_{GR} (mm) は、次式による値としなければならない。

$$t_{GR} = 0.28(M_{GR} + 50)\sqrt{sk}$$

2.1.3

ホッパタンク斜板、横隔壁の下部スツール側板、横隔壁板及び内殻板の、ビルジウエルを除く内底板最下部より高さ $3m$ の範囲のネット板厚 t_{GR} (mm) は、次式による値としなければならない。

$$t_{GR} = 0.28(M_{GR} + 42)\sqrt{sk}$$

13 章 就航後の船舶，切替え基準

1 節 船級維持

1. 一般

1.1 適用

1.1.1

本編の適用を受けるばら積貨物船の船級維持検査の要件は，**B 編**に規定される。

板厚計測は船級維持検査の重要部分であり，これらの計測の解析は船体構造の修理及び切替え範囲の決定において重要な要因となる。

1.1.2 (削除)

1.1.3 (削除)

1.2 定義

1.2.1 局部腐食

局部腐食とは，点食，溝食，縁部の腐食，ネッキング影響又は非常に限られた範囲のその他の腐食をいう。

1.2.2 著しい腐食

著しい腐食とは，腐食形態の評価において，計測板厚が $t_{renewal}$ を超え， $t_{renewal}$ に $t_{reserve}$ を加えた板厚未満の範囲となるような状態をいう。

1.2.3 甲板領域

甲板領域については，トップサイドタンク底板（トップサイドタンクが無い場合は，基線上 $0.9D$ に相当するレベル）より上方の，ハルガーダ強度に寄与する以下の全ての部材を含む。

- ・ 強力甲板の板部材
- ・ 梁上側板
- ・ 舷側厚板
- ・ 船側外板
- ・ 水平部及び垂直部を含むトップサイドタンク斜板
- ・ 上記板部材に取り付ける全ての縦通部材

1.2.4 船底領域

船底領域については，ホッパ斜板の上端レベルまで（ホッパタンクが無い場合は，内底板まで）のハルガーダ強度に寄与する以下の部材を含む。

- ・ 竜骨
- ・ 船底外板
- ・ ビルジ外板
- ・ 船底縦桁
- ・ 内底板
- ・ ホッパタンク斜板
- ・ 船側外板
- ・ 上記板部材に取り付ける全ての縦通部材

1.2.5 中性軸領域

中性軸領域については，以下に例示される甲板領域と船底領域の間の板部材のみを含む。

- ・ 船側外板
- ・ 内部船殻（二重船側構造の場合）

2 節 許容基準

記号

本節に規定されない記号については、**1 章 4 節**による。

- $t_{renewal}$: 切替え板厚 (mm)。これを下回ると切替えを行わなければならない構造部材に関する許容最小板厚 (mm) で、次の値とする。
- $$t_{renewal} = t_{as\_built} - t_C - t_{voluntary\_addition}$$
- $t_{reserve}$: 腐食余裕厚 (mm)。2.5 年間の検査間隔において予想される板厚衰耗を考慮した板厚 (mm) で、次の値とする。
- $$t_{reserve} = 0.5 \text{ (mm)}$$
- t_C : **3 章 3 節**に規定する腐食予備厚 (mm)
- t_{as_built} : 図面板厚 (mm) で、 $t_{voluntary\_addition}$ がある場合、これを含む。
- $t_{voluntary\_addition}$: 任意追加板厚 (mm)。腐食衰耗に対する追加余裕分として船主により任意で t_C に追加される板厚。
- t_{gauged} : 考慮する部材の計測板厚 (mm)。船舶就航後の定期的な検査時において、一部材に対する種々の計測により計測したものの平均板厚。

1. 局部強度に関する許容基準

1.1 適用

1.1.1

局部強度に関する許容基準を考慮すべき部材は、**B 編**の関連規定に定義する部材とする。

1.2 局部腐食以外の腐食に関する切替え板厚

1.2.1

各部材において、次式のとおり計測板厚 t_{gauged} が切替え板厚未満となる場合、当該部材の切替えを行わなければならない。

$$t_{gauged} < t_{renewal}$$

計測板厚 t_{gauged} が次式の状態の場合、切替えに代えて、塗料製造者の要件に従って塗装を施工する又は年次で板厚計測を実施することとして差し支えない。塗装は、良好な状態に維持しなければならない。

$$t_{renewal} < t_{gauged} < t_{renewal} + t_{reserve}$$

1.3 局部腐食に関する切替え板厚

1.3.1

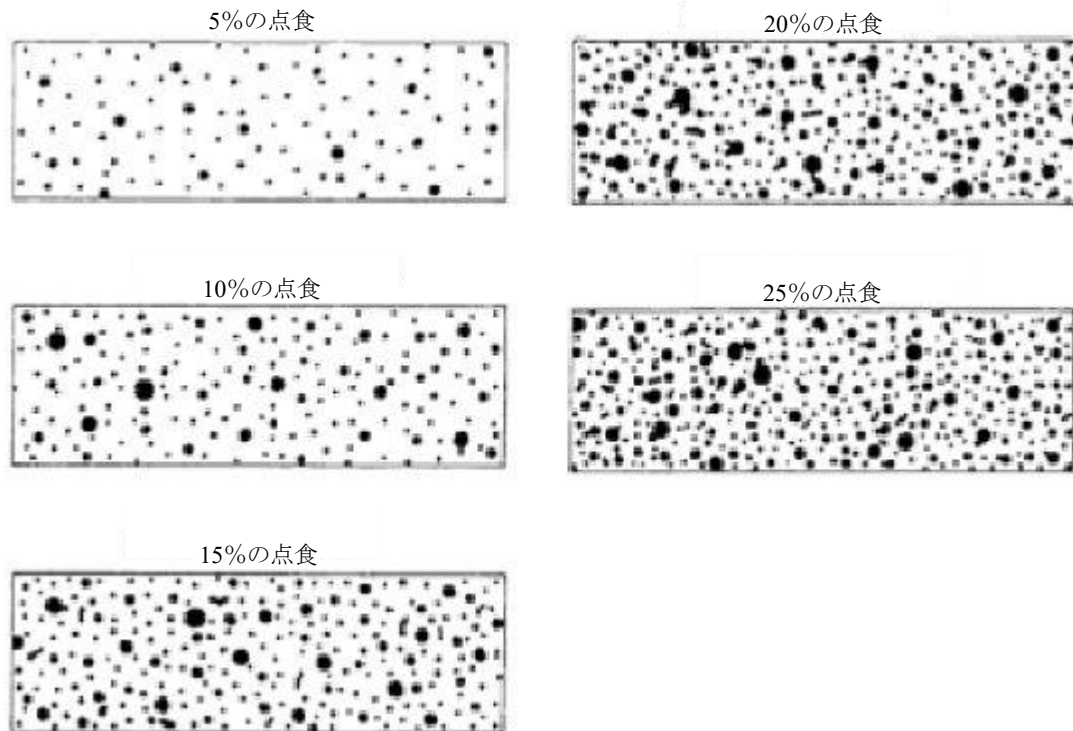
3 章 5 節により塗装することが要求される範囲において、点食の程度が面積比で 15% (**図 1** 参照) を越える場合、点食の範囲を確認するための板厚計測を実施しなければならない。面積比 15% については、板の片側における点食又は溝食により決定する。

上記で規定する点食の程度が面積比 15% を超える場合、点食が最も激しい部分において、300mm 以上の範囲にわたって表面の錆及び塗装を除去した上、当該範囲内で点食が最も深い 5 点について板厚を計測しなければならない。

点食部、溝食部又は **13 章 1 節 1.2.1** に規定するその他の局部において、最小残存板厚は以下に規定する値より大きくなければならない。ただし、 $t_{renewal}$ より大きな値とする必要はない。

- 肋骨及び端部ブラケットのウェブ及び面材においては、図面板厚の 75%
- 船側肋骨を取り付ける船側外板、ホッパタンク及びトップサイドタンクの板部材であって肋骨から 30mm の範囲においては、図面板厚の 70%

図1 点食の分布図 (5%から25%までの分布)



1.4 全体強度に関する許容基準

1.4.1 全体強度に関する許容基準の適用部材

全体強度に関する許容基準を考慮すべき部材については、[13章1節1.2](#)に定義する甲板領域、船底領域及び中性軸領域の部材とする。

1.4.2 切替え板厚

全体強度に関する許容基準は、以下に詳細を示す船底領域、甲板領域及び中性軸領域における評価により規定する。

a) 船底領域及び甲板領域

板厚計測結果に基づき決定する現在のハルガーダ断面係数は、申請gross板厚に基づき[5章1節](#)に従って計算する断面係数の90%未満としてはならない。

これによらない場合、船底領域及び甲板領域の現在の断面積（考慮する領域で計測された部材の断面積の合計とする。）は、申請gross板厚に基づき決定する同じ部分の断面積の90%未満としてはならない。

b) 中性軸領域

中性軸領域の現在の断面積（当該領域で計測された板部材の断面積の合計とする。）は、中性軸領域の申請gross板厚に基づき決定する断面積の85%未満としてはならない。

考慮する横断面において、ハルガーダ強度に寄与する全ての部材の実際の衰耗が、甲板領域及び船底領域において10%未満、中性軸領域において15%未満である場合、当該横断面における全体強度に関する許容基準は自動的に満足しており、これ以上の確認は要求されない。