

2024 年 12 月 26 日 一部改正
2024 年 7 月 23 日 技術委員会 審議

管装置の熱応力解析

改正対象

鋼船規則検査要領 GF 編及び N 編

改正理由

IGF コード（ガス又は低引火点燃料を使用する船舶の安全に関する国際規則）7 章では、高圧燃料管装置又は設計温度が -110°C 以下の燃料管装置に対する熱応力解析の実施を規定している。また、IGC コード（液化ガスのばら積運送のための船舶の構造及び設備に関する国際規則）5 章でも、プロダクト用及びプロセス用管装置に対する熱応力解析の実施を同様に規定している。

これらの規定については、本会鋼船規則 GF 編及び N 編に既に取り入れており、また、関連検査要領においては、当該熱応力解析で考慮すべき計算条件等を記載している。

このため、当該熱応力解析における本会での十分な審査実績に基づき、追加で考慮すべき事項を明確化すべく、関連規定を改める。

改正内容

鋼船規則検査要領 N 編 N5.11.5 及び GF 編 GF7.3.4 に、管装置の熱応力解析の計算条件及び評価項目として考慮すべき事項を追記する。

施行及び適用

2025 年 1 月 1 日以降に建造契約が行われる船舶に適用

ID: DD23-09

「管装置の熱応力解析」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則検査要領 GF 編 低引火点燃料船 GF7 材料及び燃料管装置 GF7.3 一般的な管の設計 GF7.3.4 許容応力 <u>-1. 規則 GF 編 7.3.4-3.に規定する「本会が適当と認める」とは、銅管及び銅合金管の許容応力は規則 D 編表 D10.3 に掲げる値とする。銅管、銅管及び銅合金管以外の管の許容応力については、本会に資料を提出すること。</u> <u>-2. 規則 GF 編 7.3.4-4.の適用上、応力解析の計算条件及び評価項目は、次の(1)から(5)に示すところによるものを標準とする。</u> (1) <u>オペレーションの段階ごとに配管の温度・圧力条件が異なる場合、想定されるすべてのケースについて解析を実施するか、すべてのケースを包括する計算条件を考慮して解析を実施する。温度条件は、設計温度まで均一に冷却された状態を考慮する。なお、基準温度（熱応力=0）は、15℃を標準とする。</u> (2) <u>荷重条件は、次の(a)から(i)に示すところによる。</u> <u>(a) 内圧は、鋼船規則 GF 編 7.3.3 に規定する設</u>	鋼船規則検査要領 GF 編 低引火点燃料船 GF7 材料及び燃料管装置 GF7.3 一般的な管の設計 GF7.3.4 許容応力 規則 GF 編 7.3.4-3.に規定する「本会が適当と認める」とは、銅管及び銅合金管の許容応力は規則 D 編表 D10.3 に掲げる値とする。銅管、銅管及び銅合金管以外の管の許容応力については、本会に資料を提出すること。 (新規)	燃料移送操作の各段階において、燃料を通す系統が異なる場合を想定するもの。 最も厳しい1つの事象が、想定される全ての事象を包括するとは限らないことに留意すること。

「管装置の熱応力解析」 新旧対照表

新	旧	備考
<u>計圧力を考慮する。</u> (b) <u>防熱材は、重量を考慮するものとするが、管の強度には全く寄与しないものとする。</u> (c) <u>原則として、管装置及び内部流体の自重及び船体運動の加速度による慣性力についても考慮する。</u> (d) <u>強制変位として、船体の許容サギング及びホギングモーメントによる変位を考慮する。ただし、船体変形の影響を受けない区画に配置される場合を除く。また、管装置が接続される燃料タンクの燃料移送中の熱収縮による強制変位及び船体構造の変形（例えば、ラッキング変形など）による管装置支持部材を介しての強制変位についても、無視できない場合は考慮する。</u> (e) <u>熱荷重は、前(1)に定める条件によるものを考慮する。</u> (f) <u>外部荷重として、ローディングアーム等からマニホールドにかかる荷重を考慮する。これは、本会が適当と認める規格等に示される荷重を参考にすることができる。また、燃料タンク又は管に設ける安全弁の吹出しによるスラスト荷重が無視できない場合には、これも考慮する。</u> (g) <u>ベローズ伸縮継手を設ける場合には、内圧によって生じる変位や、スラスト荷重が生じる構造の場合はこれを考慮する。</u> (h) <u>二重管を設ける場合には、内管と外管との間</u>		適当と認める規格の一例： SGMF-Manifold arrangements for gas-fuelled vessels 等 SGMF（The Society for Gas as a Marine Fuel）は、2013年に設立された会員制非政府組織（NGO）であり、メタン、アンモニア、水素、メタノールを含むガ

「管装置の熱応力解析」 新旧対照表

新	旧	備考
<u>における気体の圧力が内管に及ぼす荷重を考慮する。</u> (i) <u>配管系統を複数のモデルに分ける場合、モデルの境界は原則として完全固定とする。</u> (3) <u>支持条件は、管装置支持部の構造、配置及び材質に応じて、本会の適当と認めるところによる。</u> (4) <u>管装置の健全性評価として、応力及び支持部材から受ける反力について評価を行う。また、二重管において内管と外管との間に支持部材を設ける場合、当該部材から受ける反力についても評価する。ただし、モデルをシェル要素によって作成する場合等、支持部材から受ける反力の影響を管装置の応力として評価できる場合には、応力のみの評価として差し支えない。また、変位によって内管と外管とが接触しないことを確認する。</u> (5) <u>許容応力及び反力の許容値は、計算方法及び管装置の材質に応じて、本会の適当と認めるところによる。</u> <u>-3. 規則 GF 編 7.3.4-5.に規定する応力解析において標準的に考慮する事項は、前-2.に示すものとする。</u>	(新規)	ス状燃料の海上使用における安全と業界標準を推進するために設立されたもの。IMO での協議資格、COP のオブザーバー資格等を有している。 完全固定は、配管の応力解析における境界の拘束条件の一つであり、並進方向 (X, Y, Z 軸), 及び回転方向 (X, Y, Z 軸回り) の 6 自由が固定された状態。隣接するモデルの解析結果が互いに影響し合い反復計算が生じることを排除することを目的とする。

「管装置の熱応力解析」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則検査要領 N 編 液化ガスばら積船 N5 プロセス用圧力容器並びに液、 蒸気及び圧力用管装置 N5.11 管装置部品の要件 N5.11.5 応力解析 -1. 規則 N 編 5.11.5 の規定の適用上、応力解析の計算条件及び評価項目は、次の(1)から(5)に示すところによるものを標準とする。 (1) <u>オペレーションの段階ごとに配管の温度・圧力条件が異なる場合、想定されるすべてのケースについて解析を実施するか、すべてのケースを包括する計算条件を考慮して解析を実施する。</u> 温度条件は、設計温度まで均一に冷却された状態を考慮する。基準温度（熱応力=0）は、15℃を標準とする。 (2) 荷重条件は、次の(a)から(i)に示すところによる。 (a) 内圧は、規則 N 編 5.4 <u>に規定する設計圧力を考慮する。</u> (b) <u>防熱材は、重量を考慮するものとするが、管の強度には全く寄与しないものとする。</u>	鋼船規則検査要領 N 編 液化ガスばら積船 N5 プロセス用圧力容器並びに液、 蒸気及び圧力用管装置 N5.11 管装置部品の要件 N5.11.5 応力解析 -1. 規則 N 編 5.11.5 の規定の適用上、応力解析の計算条件及び許容応力は、次の(1)から(5)に示すところによるものを標準とする。 (1) 温度条件は、設計温度まで均一に冷却された状態を考慮する。基準温度（熱応力=0）は、15℃を標準とする。 (2) 荷重条件は、次の(a)から(d)に示すところによる。 (a) 内圧は、規則 N 編 5.4 <u>の規定に定める設計圧力を考慮する。</u> (新規)	GF 編に同じ。ただし「燃料」は「貨物」とする。

「管装置の熱応力解析」 新旧対照表

新	旧	備考
(c) <u>原則として、管装置及び内部流体の自重及び船体運動の加速度による慣性力についても考慮する。</u> (d) <u>強制変位として、船体の許容サギング及びホギングモーメントによる変位を考慮する。ただし、船体変形の影響を受けない区画に配置される場合を除く。また、管装置が接続される貨物タンクの荷役中の熱収縮による強制変位及び船体構造の変形（例えば、ラッキング変形など）による管装置支持部材を介しての強制変位についても、無視できない場合は考慮する。</u> (e) <u>熱荷重は、前(1)に定める条件によるものを考慮する。</u> (f) <u>外部荷重として、ローディングアーム等からマニホールドにかかる荷重を考慮する。これは、本会が適当と認める規格等に示される荷重を参考にすることができる。また、貨物タンク又は管に設ける安全弁の吹出しによるスラスト荷重が無視できない場合には、これも考慮する。</u> (g) <u>ベローズ伸縮継手を設ける場合には、内圧によって生じる変位や、スラスト荷重が生じる構造の場合はこれを考慮する。</u> (h) <u>二重管を設ける場合には、内管と外管との間における気体の圧力が内管に及ぼす荷重を考慮する。</u> (i) <u>配管系統を複数のモデルに分ける場合、モデ</u>	(b) <u>管装置の自重は、無視できない場合、加速度も含めた形で考慮する。</u> (c) <u>強制変位として、船体の許容サギング及びホギングモーメントに対応する強制歪を考慮する。</u> (d) <u>熱荷重は、前(1)により定める条件によるものを考慮する。</u> (新規) (新規) (新規) (新規)	

「管装置の熱応力解析」 新旧対照表

新	旧	備考
<u>ルの境界は原則として完全固定とする。</u> (3) 支持条件は、管装置支持部の構造、配置及び材質に応じて、本会の適当と認めるところによる。 (4) <u>管装置の健全性評価として、応力及び支持部材から受ける反力について評価を行う。また、二重管において内管と外管との間に支持部材を設ける場合、当該部材から受ける反力についても評価する。ただし、モデルをシェル要素によって作成する場合等、支持部材から受ける反力の影響を管装置の応力として評価できる場合には、応力のみの評価として差し支えない。また、変位によって内管と外管とが接触しないことを確認する。</u> (5) <u>許容応力及び反力の許容値</u>は、計算方法及び管装置の材質に応じて、本会の適当と認めるところによる。 (削除) -2. 規則 N 編 5.11.5 の適用上、設計温度が-110℃より高い管装置であっても、次の(1)から(3)に示す場合には、応力解析を要求することがある。 (1) 甲板上配管の都合等により適当な支持方法及び伸縮吸収方法がとれない場合 (2) 新しい支持方法及び伸縮吸収方法を採用する場合 (3) その他本会が必要と認める場合	(3) 支持条件は、管装置支持部の構造、配置及び材質に応じて、本会の適当と認めるところによる。 (新規) (4) 許容応力は、計算方法及び管装置の材質に応じて、本会の適当と認めるところによる。 (5) <u>防熱材は、管の強度に全く寄与しないものとする。</u> -2. 規則 N 編 5.11.5 の適用上、設計温度が-110℃より高い管装置であっても、次の(1)から(3)に示す場合には、応力解析を要求することがある。 (1) 甲板上配管の都合等により適当な支持方法及び伸縮吸収方法がとれない場合 (2) 新しい支持方法及び伸縮吸収方法を採用する場合 (3) その他本会が必要と認める場合	-1.(2)(b)に規定

「管装置の熱応力解析」 新旧対照表

新	旧	備考
附 則 - この改正は、2025 年 1 月 1 日（以下、「施行日」という。）から施行する。 - 施行日前に建造契約が行われた船舶にあっては、この改正による規定にかかわらず、なお従前の例による。		