

10. 鋼船規則 C 編における改正点の解説 (鋼船規則 C 編関連)

1. はじめに

2023 年 12 月 22 日付一部改正により改正された鋼船規則 C 編中、鋼船規則 C 編関連に関する事項について、その内容を解説する。なお、本改正は、2023 年 12 月 22 日から適用されている。

2. 改正の背景

本会の船体構造に関する規則である鋼船規則 C 編は、全面改正が行われ、2022 年 7 月 1 日付で制定された。

その後、規則適用の検討段階において、関連業界より規則の明確化や改善要望等に関するフィードバックが寄せられた。

このため、関連業界からのコメントに基づいて、関連規定を改めた。

3. 改正の内容

改正点は以下のとおりである。

(1) 水圧試験で考慮する外圧 (1 編 4 章 4.4.3 関連) :

1 編 4 章 4.4.3 に規定する水圧試験時の荷重要件は、製造中登録検査に対応したケース 1 及び就航時の定期検査に対応したケース 2 を考慮している。ケース 1 について、試験時の外圧が設計時に予め得られない場合があるため、その状況に対応した要件を規定した。水圧試験では、タンクに目一杯積載する際の内圧を基に評価を行う。一方で、外圧が作用する箇所については、それぞれが相殺し合うため、荷重の低減を考慮する必要がある。従って、安全側の強度評価となるよう試験時の外圧よりも小さい外圧を用いる。又は、既存船の当該試験時の最小喫水を参考にした仮想の外圧を用いるといった指針を検査要領に規定した。

(2) 浸水状態の強度評価で考慮する浸水ケース (1 編 4 章 4.4.4, 4.6.5 関連) :

1 編 4 章 4.4.4 及び 4.6.5 に規定する局部強度評価及び貨物倉解析での浸水状態の荷重要件は、浸水時を想定した荷重として、その状態に対応した喫水線やモーメントを規定している。そのうち、喫水線を決定するにあたり、損傷時復原性を用いた最終平衡状態の水頭がパラメータの一つとして考慮されている。損傷時復原性の要

件には確率論と決定論の 2 種類があり、決定論の規定について、例えば、危険化学品ばら積船は IBC コードに準拠した浸水ケースを考慮すべき等、明確になるよう改めた。

前述の算式に加えて、浸水時の水頭を設計者が厳密に算出した場合、それを考慮した強度評価を行って良い旨規定しており、水頭の算出方法について、具体的な基準を規定した。浸水時では、区画が浸水して、隔壁が膨らみ、変形が生じる。当該部材が崩壊し、隣接する区画に水が漏れないようにするために浸水時の評価を行うが、「評価部材が接する 2 つの区画が同時に浸水する」及び「評価部材が接する区画に浸水しない」ケースについては、変形を生じないため、これらのケースを考慮する必然性はない。従って、このようなケースは考慮不要な旨規定した。

(3) タンカーの港内状態の強度評価で考慮する積付状態

(2-7 編 4 章 4.4.3 関連) :

主要支持構造強度における二重船殻構造の強度評価は、規則の簡易化を図り支配的となる積付状態でのみ評価を実施する。港内状態では、「評価対象となる貨物倉が満載でかつ他の貨物倉が空倉となる積付状態」及び「評価対象となる貨物倉が空倉でかつ他の貨物倉が満載となる積付状態」の 2 ケースを考慮している。両ケースは貨物荷重と外圧との差が大きく厳しい積付状態となる。しかしながら、タンカーは他船種に比べて個船ごとに必要とされる積付状態が大きく異なるため、設計の自由度を確保できるよう、規則に規定する喫水を上回るもしくは下回る場合をローディングマニュアルに記載することで考慮できるよう改正を行った。

(4) 液化ガスばら積船 (メンブレン方式) の貨物倉解析における座屈強度評価基準 (2-11 編 8 章 8.5.2 関連) :

液化ガスばら積船 (メンブレン方式) の貨物倉解析の設計荷重シナリオは、IGC コードに準じ、30 度静的横傾斜状態及び衝突状態を考慮する。貨物倉解析では降伏・座屈強度評価を実施するために評価基準が設けられており、そのほかの設計荷重シナリオにおける降伏強度評価基準と座屈強度評価基準の関係を鑑み、許容座屈使用係数を規定した。

(5) 二重船殻構造の曲げ強度評価 (1 編 7 章 7.3 関

連) :

二重船殻構造は、縦桁及び横桁による相持ち効果があるため、縦・横方向の曲げ剛性が等しい等方性パネルとして強度評価を実施する。ただし、実際の構造では縦桁及び横桁、さらには防撓材も含まれる。従って、面外荷重が作用した際の桁部材のせん断遅れによる影響及び防撓材により区切られた板部材の座屈強度影響を考慮している。

しかしながら、現規則では前述のせん断遅れによる影響及び板部材の座屈強度影響を統合して評価しており、過度に安全な強度評価であるため、両者のうち支配的な影響を用いて評価するように改めた。

(6) 単純桁の曲げ剛性 (1 編 7 章 7.2.6.2, 1 編 9 章 9.1.2.2 関連) :

荷重を受ける桁部材が荷重によって撓むことで、周辺部材に付加応力が生じる。その付加応力を抑えるために、桁部材の曲げ剛性に関する要件を 1 編 7 章の桁の断面二次モーメントの要件又は 1 編 9 章の相対変位を考慮した防撓材の疲労評価で規定しており、船種に関わらずいずれかの要件を適用することとなっている。

しかしながら、1 編 7 章の規則算式に対して代替手法が存在せず、又、1 編 8 章の貨物倉解析を任意で実施する船舶において、1 編 9 章の疲労強度評価の適用が明確でないとの指摘があった。

このため、1 編 7 章の検査要領に 1 編 9 章の相対変位を考慮した防撓材の疲労評価を満たす場合は 1 編 7 章の桁の断面二次モーメントの要件を適用しなくて差し支えない旨規定すると共に 1 編 9 章の検査要領に、任意で 1 編 8 章の貨物倉解析を実施する船舶は 1 編 9 章の相対変位を考慮した防撓材の疲労評価を適用する旨明記した。

(7) 最小板厚要件 (1 編 3 章 3.5.1.3 関連) :

1 編 3 章 3.5.1.3 に規定する貨物区域内の構造に対する最小板厚要件は、船の長さに応じて最小値を与える形で規定している。これは、船の長さが大きくなるにつれ桁のスパンが大きくなり、それに伴い桁が受け持つ荷重が大きくなるため、発生する応力も大きくなるという考えに基づく。その一方、1 編 8 章 8.1.2.1-1(1)において、船の長さが 200m 以上の船舶に対しては貨物倉解析による降伏・座屈強度評価が要求されており、解析を通じて、船の長さに依らず発生する応力はある一定以下となることが確認され

ている。このため、貨物倉解析が実施される船に対して一定の最小板厚を与えるべく、船の長さが 195m を超える場合には同一の最小値を与えるよう改正を行った。

(8) 自動車運搬船の貨物倉の腐食予備厚 (1 編 3 章 3.3.4.3 関連) :

1 編 3 章 3.3.4.3 表 3.3.4-1.において、自動車運搬船の貨物倉を対象とした「空所環境の貨物倉」の片側の腐食予備厚は 0.5 mm と規定していた。

この値は、規則に規定する最小腐食予備厚を 0.5 mm と設定したことによるものであり、C 編における一般的な腐食予備厚の決定方法に従い、板厚計測データを用いて、25 年経過時の腐食衰耗量の推定値 (累積確率 90% の値) から片側の腐食予備厚を導出すると、片側の腐食予備厚として 0.25 mm でも安全側である。このため、自動車運搬船の貨物倉の片側の腐食予備厚を 0.25 mm に改めた。

参考に、一例として、両側が自動車運搬船の貨物倉環境である構造部材の腐食衰耗量分布 (板厚計測データ) 及び腐食衰耗量の推定値を 図 1 及び 2 に示す。当該構造部材の 25 年経過時の両側の腐食衰耗量の推定値 (累積確率 90% の値) は約 0.45 mm であることから、片側の腐食予備厚を 0.25 mm と設定しても安全側であることが分かる。

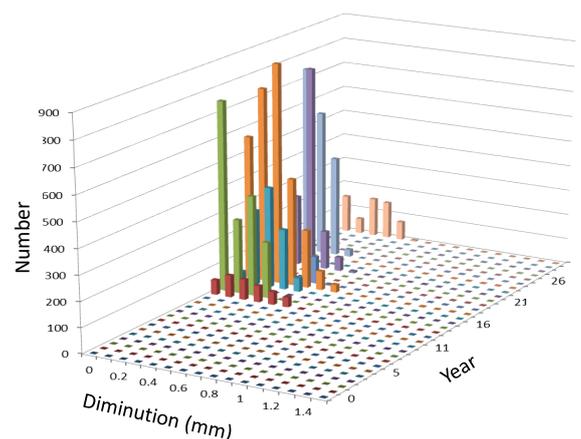


図 1 両側が自動車運搬船の貨物倉環境である構造部材の腐食衰耗量分布 (板厚計測データ)

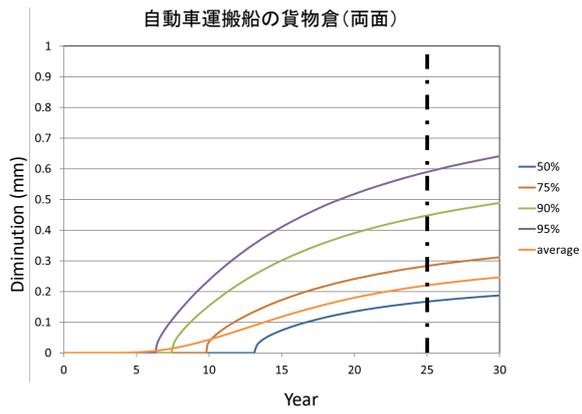


図2 両面が自動車運搬船の貨物倉環境である
 構造部材の腐食衰耗量の推定値
 (凡例の 50%, 75%, 90%, 95%はそれぞれ
 腐食衰耗量の累積確率 50%, 75%, 90%, 95%
 における値)