

コンテナの積付け及び固縛強度評価に関する改正の解説

1. はじめに

2026年6月公表の、コンテナの積付け及び固縛強度評価に関する改正について、その内容を解説する。改正の対象は、鋼船規則A編、B編、C編及びCS編である。なお、本改正は、2027年7月1日以降に建造契約が行われる船舶に適用される。ただし、申出により先取りで適用可。

2. 改正の背景

近年の海上コンテナ貨物取扱量の増加や安全な輸送に対する関心の高まり等に伴って、安全基準や強度評価に対する関連業界の期待や要求が高まっている。

本会においては、「コンテナの積付け及び固縛に関するガイドライン」を発行し、コンテナの積付け及び固縛等に関する一般的な指針を示しており、当該ガイドラインは、最新の知見や適用実績からのフィードバックを反映するため、これまで複数回にわたり改訂を重ねてきた。

このため、「コンテナの積付け及び固縛に関するガイドライン」の要件を規則に取入れるとともに、研究開発成果を反映し、コンテナの積付け及び固縛強度評価に関する要件を規定した。

3. 改正の内容

主な改正点は以下のとおりである。

(1) コンテナの積付け及び固縛強度評価に関する要件の規定

本会が発行する「コンテナの積付け及び固縛に関するガイドライン」を参考に、C編2-1編の14章に、コンテナの積付け及び固縛強度評価手法に関する要件を規定することとした。ただし、ガイドラインは主に“運用上の指針”であったのに対して、本規則は“設計時の強度評価要件”であることに注意が必要となる。なお、規則における強度評価フローは下図のとおり。

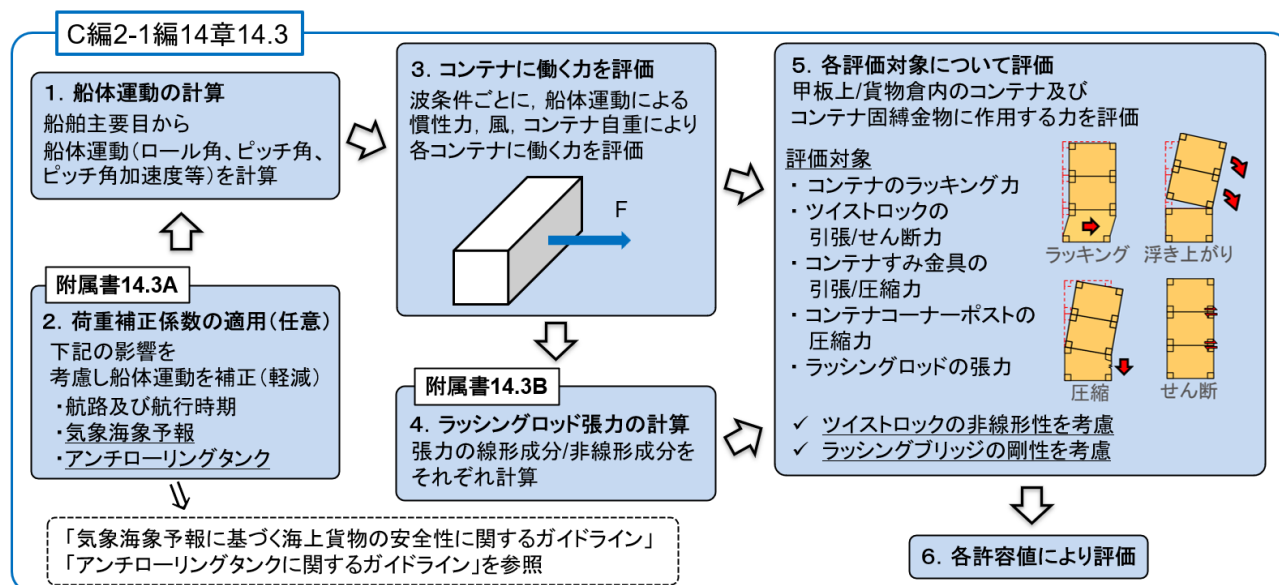


図1：強度評価のフロー

1. 船体運動の計算

船体運動の計算は、鋼船規則C編1編4.2.3に規定される最大荷重状態における値を用いるよう規定している。

2. 荷重補正係数の適用

C 編 2-1 編 14.3.2.2-2 及び附属書 14.3A「コンテナの積付け及び固縛強度評価における荷重補正係数の適用」では、コンテナの積付け及び固縛強度評価にあたって荷重補正係数を適用することで、航海における諸条件に応じて強度評価にあたって算出する船体運動（ロール角、ピッチ角及びピッチ角速度等）を軽減することができる旨規定している。附属書 14.3A では以下の荷重補正係数について規定している。

- i) 特定の航路による影響を考慮した荷重補正係数
船舶が航行する航路の影響を考慮し船体運動を軽減する。本会が提供する WACDAS (Wave Climate Data Aggregation for Ships)により計算することができる。
- ii) 特定の航路及び航行する時期による影響を考慮した荷重補正係数
船舶が航行する航路及び時期の影響を考慮し船体運動を軽減する。本会が提供する WACDAS (Wave Climate Data Aggregation for Ships)により計算することができる。
- iii) 短期航海における気象海象予報に基づく荷重補正係数
気象機関及び予報会社の予報を利用し、航海中に遭遇する波高を予測することで船体運動を軽減する。波浪予報の精度が確保される期間を考慮し、72 時間以内の短期航海においてのみ適用できることとした。なお、その他具体的な要件及び計算方法については本会が発行する「気象海象予報に基づく海上貨物の安全性に関するガイドライン」を参照のこと。
- iv) アンチローリングタンクによる影響を考慮した荷重補正係数
船体の横揺れ減少を目的として搭載されるアンチローリングタンクによる船体の減揺効果を考慮し船体運動を軽減する。なお、その他具体的な要件及び計算方法については本会が発行する「アンチローリングタンクに関するガイドライン」を参照のこと。
また、附属書 14.3A では他に荷重補正係数を適用する場合の貨物固縛マニュアルへの記載事項等についても規定している。

3. コンテナに働く力を評価

C 編 2-1 編 14.3.1 に規定する強度評価にあたって考慮する条件については「コンテナの積付け及び固縛に関するガイドライン」を基に見直しを実施した。「コンテナの積付け及び固縛に関するガイドライン」の設計条件 i では、それぞれ位相が異なるヒープ、ピッチ、ピッチ加速度の最大値を足し合わせており過度に安全側な評価となっていた。今回の規則化にあたり、設計条件 i をピッチ角が最大となる LC2 とピッチ角加速度が最大となる LC3 に分割することで、新たに波条件 LC1, LC2 及び LC3 を設定した。なお、波条件 LC1 における荷重算式については C 編 1 編に規定される等価設計波 BR の加速度算式を、波条件 LC3 については C 編 2-9 編に規定される波条件 AV の加速度算式を基としている。

また、風により作用する荷重は、内側に積付けられたコンテナにおいて十分小さいものと考えられることから、側壁が風に対して暴露したコンテナにおいてのみ考慮することとしている。コンテナに作用する荷重は、船体運動による慣性力、風荷重及びコンテナの自重から計算される。

4. ラッシングロッド張力の計算

ツイストロックとすみ金具には、図 1 に示すとおり垂直方向及び水平方向に間隙が存在する。この間隙は、ある一定以上の張力により引張られることでツイストロックが移動し、すみ金具に接触することでなくなるが、固縛強度評価においては、ラッシングロッド及びツイストロックに大きな荷重が作用する場合を想定するため、ロッドに張力が発生した段階で間隙がなくなるものとして計算を行っている。このように、ロッドの張力においては非線形性に起因する繰り返し計算が必要となる。ラッシングロッドに作用する張力の具体的な算出方法については、

附属書 14.3B 「ラッシングロッドに作用する張力の計算方法」に規定している。

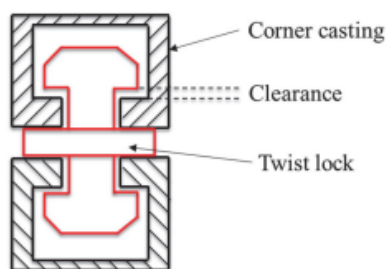


図 2 : ツイストロックとすみ金具間の間隙

5. 各評価対象について評価

貨物倉内に積付けられるコンテナスタックにおいて、コンテナの長さ方向ラッキング荷重はセルガイド構造等によって受け持たれることから、波条件 LC2 は考慮する必要はない。また、貨物倉内において 40 フィートコンテナベイに 20 フィートコンテナを船長方向に並べて積付け、さらに 20 フィートコンテナスタックの最上部に 40 フィートコンテナを積付ける場合、二重底に作用するスタックロードはコンテナベイコーナー部及び中央部でそれぞれ異なるため、14.3.4.3-3.に従って特別に計算しなければならない。

コンテナ各部の許容荷重は ISO1496-1 を参考に規定している。固縛金物については、メーカーごとに構造及び強度が均一化されていないことから、承認された安全使用荷重を許容荷重として用いる旨規定している。

(2) コンテナ固縛作業のための安全設計に関する要件

貨物の積付け及び固定に関する安全実施規則 (CSS コード) の Annex14 には、甲板上にコンテナを積付ける設備に対する要件が規定されている。本会規則においては、本要件への適合は要求していないが、一部の港湾等で適合を要求される場合があることから、C 編 2-1 編 14.4 に、CSS コードの Annex14 に適合した船舶に、船級符号に “Safe Design for Container Lashing” (略号 SDCL) を付記する旨規定している。

(3) Notation の付与

本規則に従い固縛強度評価を実施した船舶に対して、CSSA を付記することを規定している。また、強度評価において、荷重補正係数を考慮した評価を行った場合には該当する Notation が追記される。同一の船舶に対して複数の荷重補正係数を考慮した評価を行った場合には複数の Notation が付記されるが、強度評価時に、例えば航路の影響を考慮した係数と短期航海における気象海象予報に基づく係数を同時に考慮することはできない。

4. 強度評価結果の影響評価

ガイドラインに基づく評価と改正規則に基づく強度評価の比較を行った。対象船や条件等については以下のとおり。

(1) 対象船

20000TEU, 8000TEU, 2800TEU の 3 隻

(2) コンテナの重量配置

Bottom Heavy 及び均等積の 2 パターン

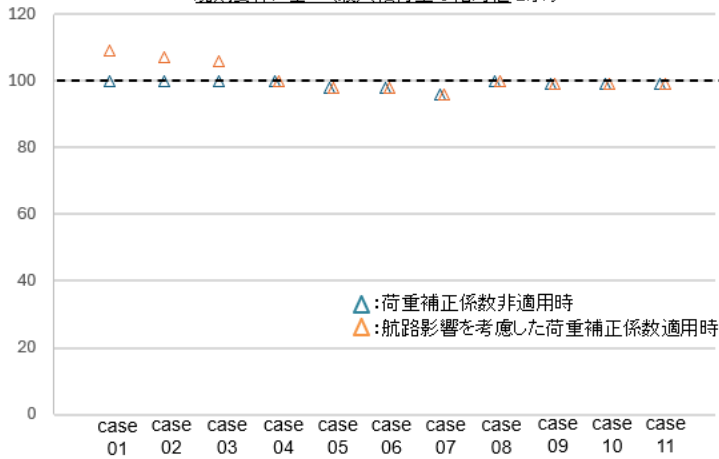
(3) コンテナの船長方向位置

前方及び中央の 2 パターン

以上の、計 11 パターン (2800TEU の前方においては均等積のみ実施) について、最大積付け量の比較を行った。比較結果を図 3 に示す。

最大積付量(t)の比較(現行ガイドラインvs新規要件)

- 現行ガイドラインに基づく最大積付量を100としたときの
新規要件に基づく最大積付量の相対値を示す



	船型	スタック位置	重量分布
case01	2800TEU	Fore	均等
case02	2800TEU	Midship	BottomHeavy
case03	2800TEU	Midship	均等
case04	8000TEU	Fore	BottomHeavy
case05	8000TEU	Fore	均等
case06	8000TEU	Midship	BottomHeavy
case07	8000TEU	Midship	均等
case08	20000TEU	Fore	BottomHeavy
case09	20000TEU	Fore	均等
case10	20000TEU	Midship	BottomHeavy
case11	20000TEU	Midship	均等

図 3 : 現行ガイドラインと新規則における最大積付け量の比較

図からわかるとおり、多少の凸凹はあるものの、積付け量は概ね同程度であることがわかる。Case1 から Case3 に示す小型船においては、波条件を追加したことに伴い、荷重補正係数の影響が大きくなるため、荷重補正係数適用時の積付け量が増加している。一方、Case5 から Case7 に示す 8000TEU においては、ヒープの影響を C 編の関連要件と整合するよう一部調整を行った結果、積付け量が僅かに減少する場合がある。