1. コンテナ運搬船の構造強度に関する
ガイドラインの改正
（直接強度計算、曲げ捩り強度、疲労強度）

コンテナ運搬船構造強度に関するガイドラインの改正
（直接強度計算、曲げ捩り強度、疲労強度）

1. はじめに

本会は、2001 年にそれまでの技術的知見や先進の技術を結集して，「タンカーの構造強度に関するガイドライン」を公表した。引き続いて、2002 年に「ばら積貨物船の構造強度に関するガイドライン」を，さらに 2003 年に上甲板に大開口を有するコンテナ運搬船の構造的特長を考慮した「コンテナ運搬船の構造強度に関するガイドライン」（以下，コンテナ運搬船構造強度ガイドライン）を公表した。このコンテナ運搬船構造強度ガイドラインは、次の 4 つのガイドラインで構成されている。

- 直接強度計算ガイドライン
- 船体曲げ捩り強度評価ガイドライン
- 疲労強度評価ガイドライン
- 縦曲げ最終強度評価ガイドライン

一方，この 15 年ほどの間にコンテナ船の大型化は一層進み，それに伴い構造配置も従来はセミアフト配置（機関室及び居住区を船体セミアフトに配置）が一般的であったものが，ミッドシップ配置や Two-islander 配置といった多様な構造配置が出現してきている。図 1 には 4,000TEU 以上のコンテナ船の年毎の建造状況を示す。また，図 2 には大型化に伴う構造配置の多様化を示す。10,000TEU 以下にあってはセミアフト配置が一般的であったが、10,000TEU 超のコンテナ船では Two-islander 配置（機関室はセミアフト，居住区は中央部前方）が主流となっている。

このようなコンテナ船の大型化とそれに伴う構造配置の多様化に対応すべく，本会はコンテナ運搬船構造強度ガイドラインの見直し改正に着手し，2011 年に直接強度計算ガイドラインの改正を行った。さらに 2012 年には船体曲げ捩り強度評価ガイドラインの改正を行い，現在は疲労強度評価ガイドラインの改正作業中であり，本年（2013 年）夏の公表予定である。一連の改正作業に当たっては，2003 年の策定以降の種々の研究開発の成果や，この間のコンテナ運搬船ガイドラインの適用実績，IACS 共通規則（CSR）等の関連する規定を参照しつつ，より合理的な構造評価基準となるようにした。

本稿では，このコンテナ運搬船ガイドラインの一連の改正について，その概要を述べる。

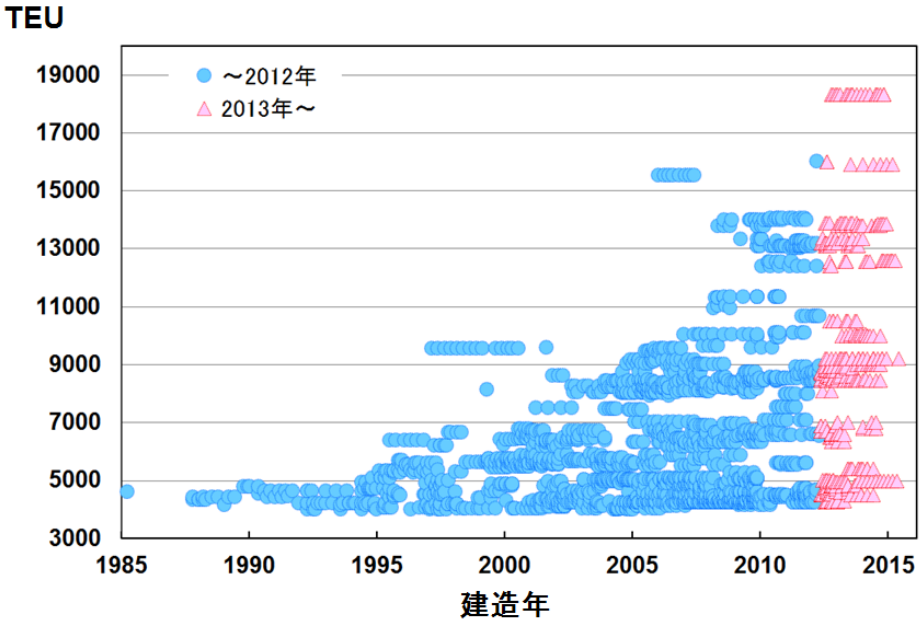


図 1　4,000TEU 以上のコンテナ船の建造状況（データ出典：Sea-Web）

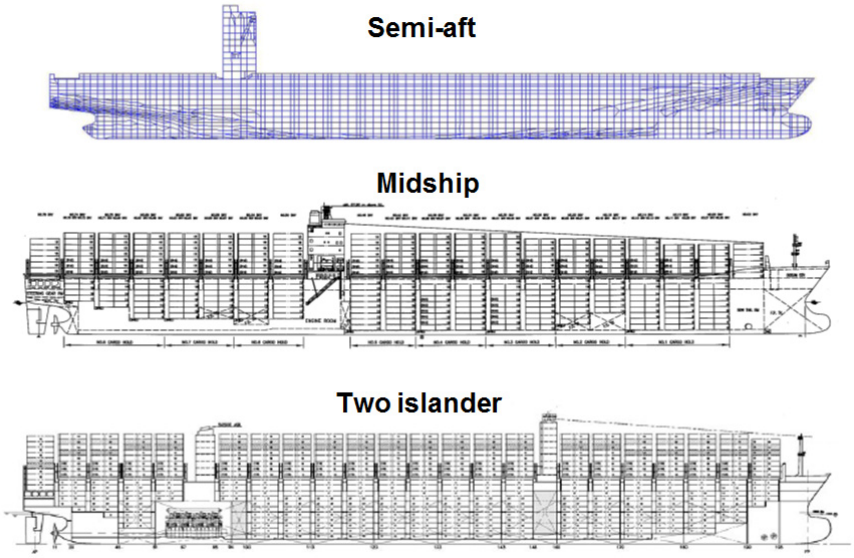


図 2　大型コンテナ船の構造配置の多様化

2.　コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正

2.1　直接強度計算ガイドライン（2011 年改正）

直接強度計算ガイドラインは，コンテナ運搬船貨物倉の主要部材の横強度（降伏強度，座屈強度）を規定している。今回の改正では，次の 7 項目について見直し，改正を行った。

- 最小板厚
- 設計海象
- 規則設計波
- 腐食控除量
- 荷重

- 許容応力
- 座屈強度評価

ここでは「設計海象」と「腐食控除量」について，改正の概要を説明する。

「設計海象」については，次のような見直しを行った。

改正前の直接強度計算ガイドラインでは，設計海象としてタンカーやばら積貨物船と同様に，次の 4 つの海象を規定していた。

海象	波向き	支配的項目
L-180	向い波	波浪中縦曲げモーメント
L-0	追い波	波浪中縦曲げモーメント
R	横波または斜め波	ロール
P	横波	喫水線位置での波浪変動圧

一方、従来から就航実績のある大型コンテナ運搬船の構造部材寸法に対し，改正前ガイドラインの設計荷重は，厳しめの評価となる傾向が指摘されていた。

航海中に船舶が荒天海象に遭遇した場合には，適切な操船対応が取られるのが一般的であるが，特にコンテナ運搬船にあっては，上甲板上のコンテナ貨物の損傷や流出防止の観点から，荒天海象に対する適切な対応が取られる蓋然性は高いと考えられる。

この点も考慮しつつ，さらに他船級の規定との比較や，就航実績の十分ある大型コンテナ船の構造部材寸法の検証等により，今回の改正では上記の 4 つの海象を縦波状態（L）と横波状態（T）の 2 つに大別し以下の設計海象とした。

海象	波向き	支配的項目
L	向い波	波浪中縦曲げモーメント
T	横波	ロール，喫水線位置での波浪変動圧

「腐食控除量」については，以下の改正を行った。

就航コンテナ運搬船 213 隻の板厚計測データ約 21 万点を用いて，IACS 共通規則（CSR）と同様の手法により，主要構造部材の腐食衰耗量の推定を行った。この結果，経過年数 25 年における累積確率レベル 95%でのコンテナ運搬船の主要板部材の腐食衰耗量は表 1 のように推定される。

表 1　コンテナ運搬船の推定腐食衰耗量（25 年、累積確率 95%）

部材	推定腐食衰耗量（mm）
船側外板	1.8
船底外板	1.8
縦通隔壁	1.8
内底板	2.4

この値は局部的な腐食衰耗量であるので，直接強度計算による主要部材の強度評価のための腐食衰耗量としては，CSR と同様に上記値の 1/2 とすることとした。

改正した直接強度計算ガイドラインについて，サイズの異なる複数のコンテナ運搬船を

対象に適用の妥当性を検証した。また他船級の規定との比較も行った。これらの結果より，改正コンテナ運搬船構造強度ガイドラインは，貨物倉の主要構造部材の横強度（降伏強度，座屈強度）について，より合理的な評価を与えるものであることが確認された。

2.2　船体曲げ振り強度評価ガイドライン（2012 年改正）

コンテナ運搬船は一般に上甲板に大きな倉口を有することから，縦曲げ強度に加えて斜め波による船体の曲げ振り強度が重要となる。2003 年に策定された船体曲げ振り強度評価ガイドラインは，従来の大型コンテナ運搬船にあって一般的な構造配置であったセミアフト配置を想定したものとなっている。

今回の改正では，「1. はじめに」で述べたような大型コンテナ船の構造配置の多様化に対応できるように，特に縦曲げ応力，水平曲げ応力，曲げ振り応力といったハルガーダー応力成分の合成方法に焦点をあてた。

コンテナ運搬船の波浪中ハルガーダー応力は，波浪中縦曲げモーメント，波浪中水平曲げモーメント及び波浪中振りモーメントの 3 つのモーメントによる応力成分を合成したものとなる。これら 3 つのモーメントに対する支配的な波条件は，表 2 に示すように，縦曲げモーメントが正面向い波であるのに対し，水平曲げモーメントと振りモーメントはいずれも同じ波条件（斜め向い波）となる。このため，縦曲げ応力と水平曲げ応力及び曲げ振り応力の間の相関は小さいと考えられ，これらは相乗平均で合成できるが，一方，水平曲げ応力と曲げ振り応力は，支配的な波条件が同じであることから強い相関があると考えられるので，この点を考慮した合成を行う必要がある。

表 2 ハルガーダーモーメントの支配的波条件

	支配的波条件	
	波向き	波長（波長/船長）
縦曲げモーメント	180 度	λ/L 1.0
水平曲げモーメント	120 度	λ/L 0.35
振りモーメント	120 度	λ/L 0.35

改正前の船体曲げ振り強度評価ガイドラインでは，多くのセミアフト配置のコンテナ運搬船についてシリーズ計算を行うことにより，水平曲げ応力と曲げ振り応力の相関係数を求め，これを用いて応力の合成を行うこととしていた。改正前の船体曲げ振り強度評価ガイドラインにおける水平曲げ応力と曲げ振り応力の相関係数を図 3 に示す。

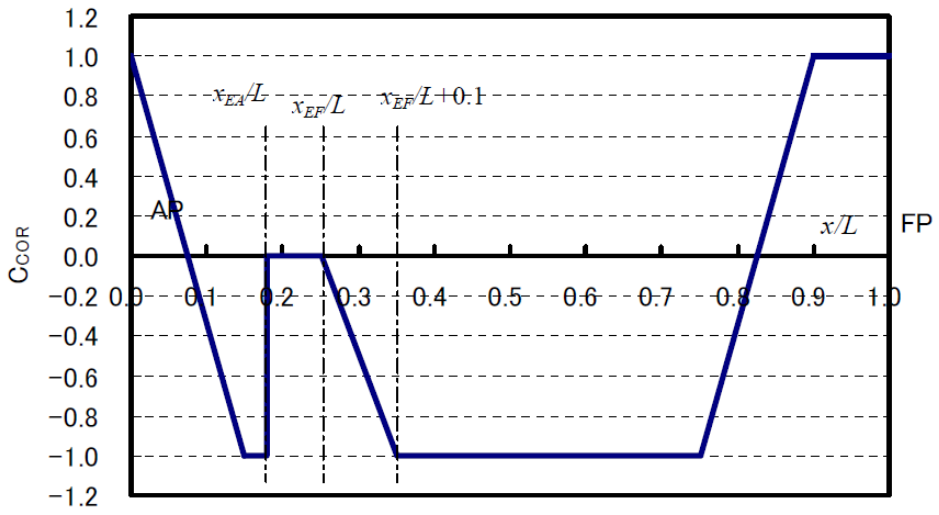


図 3　水平曲げ応力と曲げ振り応力の相関係数（セミアフト配置を想定）
（改正前船体曲げ振り強度評価ガイドライン）

図 3 に示す相関係数は，セミアフト配置の船について規定したものであり，ミッドシップ配置や Two-islander 配置のような異なる構造配置の場合は，機関室，居住区の配置や当該箇所の相対剛性の違いなどによって，相関係数は異なることが予想される。（図 4 参照。）

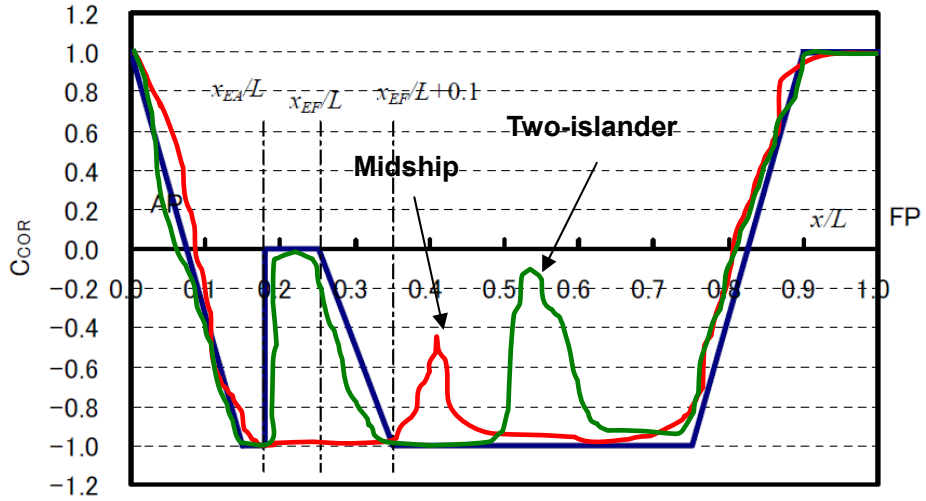


図 4　異なる構造配置の相関係数の例

このため，改正前の船体曲げ振り強度評価ガイドラインで用いていた相関係数法で，セミアフト配置以外の構造配置のコンテナ運搬船の曲げ振り強度を評価しようとすると，毎船で相関係数を求める必要が生じ，極めて煩雑かつ複雑となり現実的でない。今回の改正では，多様な構造配置のコンテナ運搬船について，合理的な波浪中応力成分の合成ができるような手法を検討した。

波浪中の水平曲げ応力と曲げ振り応力は，支配的な波条件が同じことから，その合応力はそれぞれの応力の正弦（サイン）成分と余弦（コサイン）成分の合成で表すことができる。今回の改正では，波浪中水平曲げモーメントと波浪中振りモーメントそれぞれについて，正弦（サイン）成分と余弦（コサイン）成分の 2 つを簡易式として規定することにした。これによって，多様な構造配置のコンテナ船について，相関係数を用いることなく，

直接的に水平曲げ応力と曲げ捩り応力の合成が可能となった。

改正後の船体曲げ捩り強度評価ガイドラインによる，曲げ捩り評価の手順を図 5 に示す。図中，M_{WH1} と M_{WH2} はそれぞれ波浪中水平曲げモーメントの正弦（サイン）成分と余弦（コサイン）成分を示している。また，M_{WT1} と M_{WT2} は波浪中捩りモーメントの正弦（サイン）成分と余弦（コサイン成分）をそれぞれ示している。

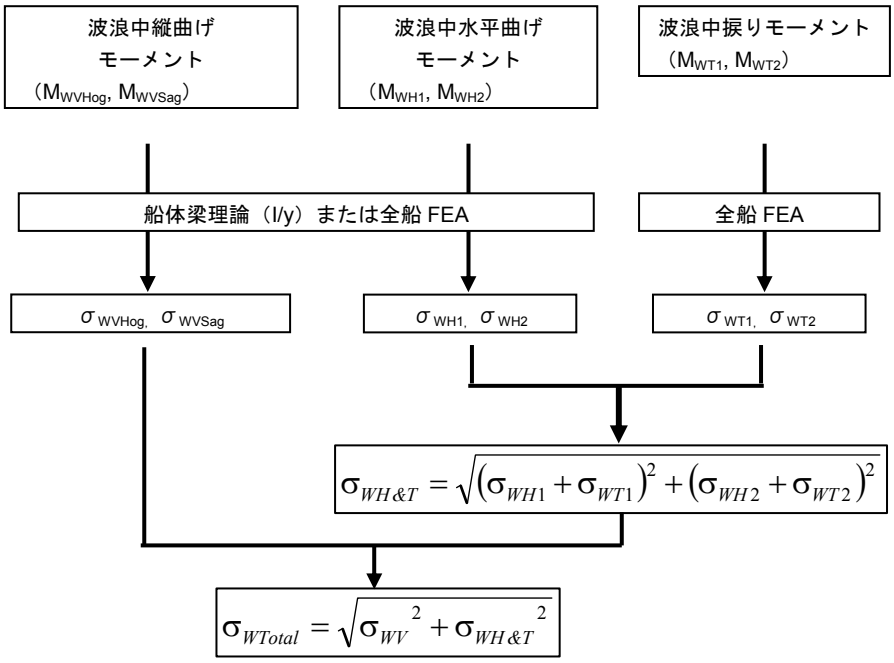


図 5 改正後の船体曲げ捩り強度評価ガイドラインによる曲げ捩り強度評価手順

6,000TEU から 13,000TEU の大型コンテナ運搬船について，改正船体曲げ捩り強度評価ガイドラインによる曲げ捩り強度評価を行い，直接荷重構造解析の結果との比較を行った。ここで直接荷重構造解析とは，ハルガーダー応力の応答関数を船毎に直接求め，それより長期予測値を求める手法である。13,000TEU コンテナ運搬船による比較の一例を図 6 に示す。比較の結果は，いずれの船にあってもよい一致を示した。

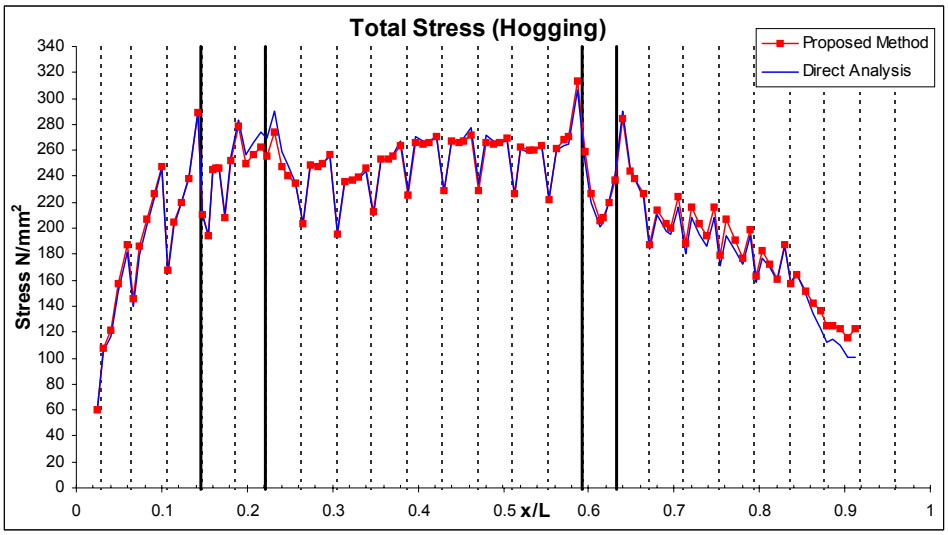


図 6　試計算結果（13,000TEU / Two-islander 配置）
（赤線：改正ガイドライン / 青線：直接荷重構造解析）

今回の改正により，セミアフト配置以外の，ミッドシップ配置や Two-islander 配置といった多様な構造配置のコンテナ運搬船について，容易に船体曲げ振り強度評価を行うことができるようになった。なお、船体曲げ振り強度評価ガイドラインの改正については，日本海事協会会誌 No.299（2012 年Ⅱ号）「コンテナ運搬船の構造強度に関するガイドラインの改正（曲げ振り強度）の紹介」に詳細が述べられている。

2.3　疲労強度評価ガイドライン（改正作業中 / 2013 年夏公表予定）

疲労強度評価ガイドラインは，ハッチサイドコーミングや上甲板といったハルガーダー強度部材の疲労強度評価を規定している。現在，主に次の 2 点に焦点をあてた改正案を検討中であり，今年（2013 年）夏の公表を予定している。

- 疲労強度に対する板厚効果や材料強度の影響等, 最新の知見や就航船の実績によるフィードバックを行い，より合理的な疲労強度評価基準とする。
- 合理的な設計作業に資することができるよう, スクリーニング手法(二段階ステップ)を採用する。ステップ 1 では，応力集中係数と許容応力線図を用いた近似的な疲労強度評価を行う。その結果である最終設計に対しては，ステップ 2 として極詳細メッシュ FE モデルによる疲労強度評価（最終確認）を行う。

改正疲労強度評価ガイドラインにおける評価手順（フロー）（改正案）を，図 7 に示す。

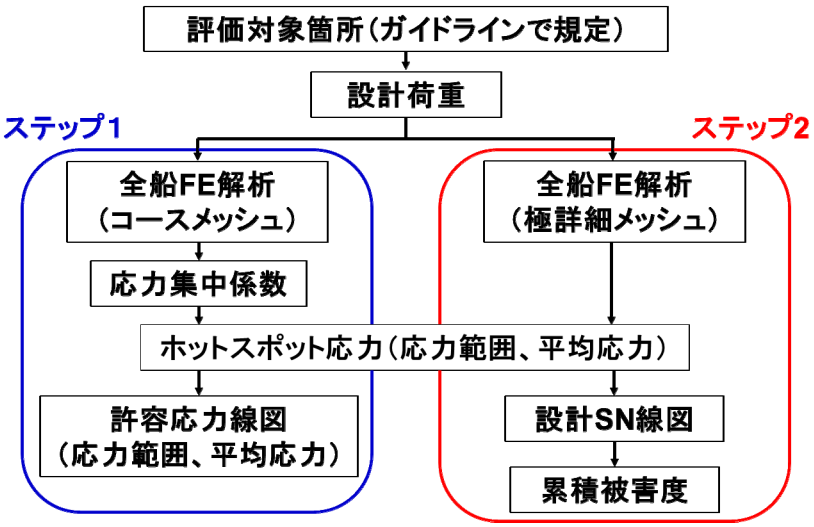


図 7　疲労強度評価フロー（改正案）

改正作業においては，サイズの異なるコンテナ運搬船（4,000TEU から 13,000TEU 程度まで）を対象に試計算をシリーズで実施し，就航実績等との比較検証も経て，より合理的な疲労強度評価基準にしていく予定である。

2.4　縦通肋骨の疲労強度規則（2012 年度版鋼船規則改正）（補足）

上述のコンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正と並行して，本会ではコンテナ運搬船の構造強度に関する規則も改正してきている。ここでは，コンテナ運搬船構造強度ガイドラインとも関係する，縦通肋骨の疲労強度に関する規則改正について概要紹介を行う。

縦通肋骨の疲労強度については、鋼船規則検査要領 C 編付属書 C1.1.23-1「縦通防撓材の疲労強度評価に関する検査要領」で規定されているが，2012 年版鋼船規則改正で，コン

テナ運搬船の縦通肋骨の疲労強度評価に関する規定が追加された。

その特徴としては，次のような点があげられる。なお日本海事協会会誌 No.298（2012年Ⅰ号）「2012 年版鋼船規則及び関連検査要領等における改正点の解説」に，改正の詳細が述べられている。

- 疲労強度評価方法は，検査要領 C 編付属書 C1.1.23-1「縦通防撓材の疲労強度評価に関する検査要領」の手法をコンテナ運搬船に拡大した。
- 波浪荷重や船体運動加速度による慣性力等は, コンテナ運搬船構造強度ガイドライン（直接強度計算ガイドライン）をベースに規定した。
- コンテナ運搬船にあっては, 満載状態とバラスト状態の中間喫水状態で運航することが一般的と考えられる。このため，考慮すべき積付け状態は，満載状態とバラスト状態の両方とし，いずれの場合もバラストタンクは常に満載状態とすることにした。
- 許容累積被害度は，タンカーやばら積み貨物船と同じく 0.6 とし，実際の損傷傾向と対応がとれるように補正係数を導入した。

3. まとめ

コンテナ運搬船の大型化及びそれに伴う構造配置の多様化を踏まえ，本会ではコンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正を行ってきている。2011 年には直接強度計算ガイドラインを改正, 2012 年には船体曲げ捩り強度評価ガイドラインを改正し, それぞれ公表した。さらに現在，疲労強度評価ガイドラインの改正中であり，今年（2013 年）夏に公表予定としている。また，2012 年版鋼船規則検査要領 C 編付属書 C1.1.23-1「縦通防撓材の疲労強度評価に関する検査要領」で，コンテナ運搬船の縦通肋骨の疲労強度に関する規定を追加した。これらの一連の改正により，大型コンテナ運搬船について，より合理的な構造強度評価ができるようになったと考える。

ここで述べたコンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正以外にも，本会は，以下のようなコンテナ運搬船に関係する多くの研究開発を実施してきており，このような研究開発を通じ，コンテナ運搬船の構造安全性の一層の向上に努めていくものである。

- 大型コンテナ船の YP47 鋼の使用に関するガイドライン（2008 年），脆性亀裂アレスト設計指針（2009 年）
- 流力弾性応答の構造強度影響に関する調査研究（～2013 年）
- バウフレアスラミングに対する水平桁部材の構造強度評価（2013 年）
- 全船 FE 解析によるホールド横強度評価手法（2013 年～）

参考文献

1) 「コンテナ運搬船の構造強度に関するガイドラインの改正（曲げ捩り強度）の紹介」，日本海事協会会誌 第 299 号，2012（Ⅱ）
2) 「2012 年版鋼船規則及び関連検査要領等における改正点の解説」，日本海事協会会誌 第 298 号，2012（Ⅰ）

補足：上記 2 つの文献は，本会ホームページの「マイページログイン」より閲覧可能。

ClassNK
NIPPON KAIJI KYOKAI

2013 ClassNK 春季技術セミナー

コンテナ運搬船構造強度に関する ガイドラインの改正 （直接強度計算、曲げ捩り強度、疲労強度）

1

ClassNK
NIPPON KAIJI KYOKAI

目次

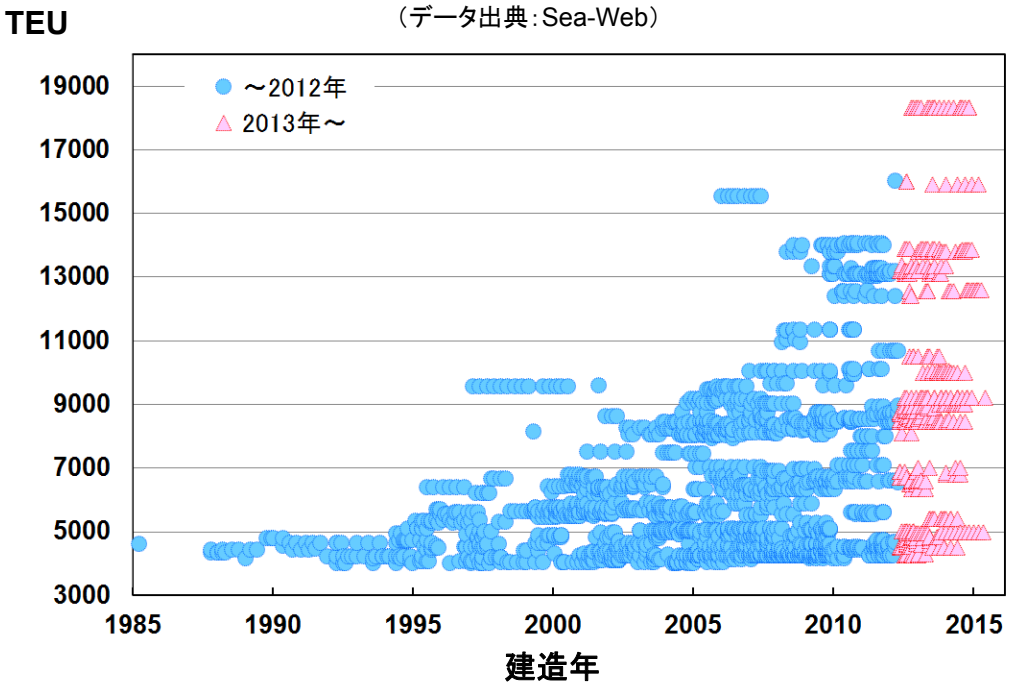
1. 背景
   - コンテナ船の大型化傾向（サイズ、構造配置の多様化）
   - コンテナ運搬船構造強度ガイドライン
2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
   - 直接強度計算
   - 船体曲げ捩り強度
   - 疲労強度
   - 縦通肋骨の疲労強度（補足）
3. まとめ（NKのコンテナ運搬船に対する取組み）

2

ClassNK
NIPPON KAIJI KYOKAI

1. 背景
（コンテナ船の大型化傾向 ⇒ サイズの多様化）

4,000TEU以上のコンテナ船の建造状況（年毎）
（データ出典：Sea-Web）

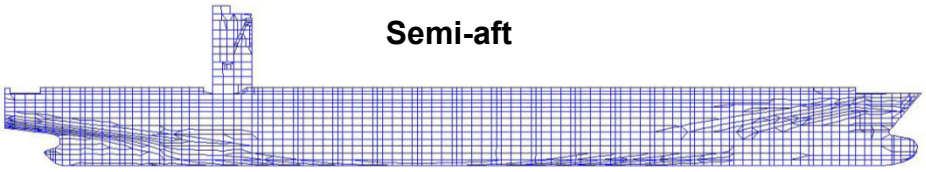


3

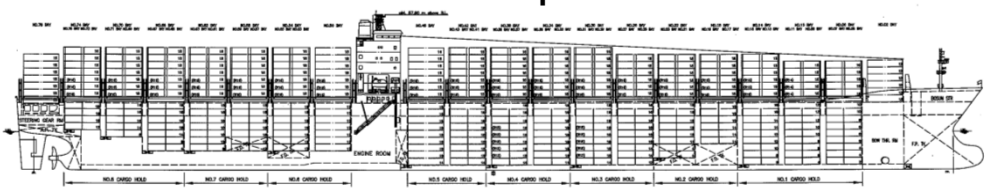
ClassNK
NIPPON KAIJI KYOKAI

1. 背景
（コンテナ船の大型化傾向 ⇒ 構造配置の多様化）

Semi-aft



Midship



Two-islander

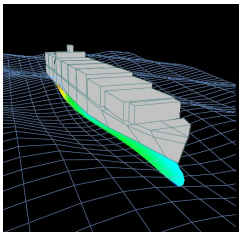
4

ClassNK
NIPPON KAIJI KYOKAI

1. 背景
（NK コンテナ運搬船構造強度ガイドライン）

NK コンテナ運搬船の構造強度ガイドライン（2003年）

- ✓ それまでの技術的知見、最新技術を結集
- ✓ 4つのガイドラインで構成
  - □ 直接強度計算ガイドライン
  - □ 船体曲げ捩り強度評価ガイドライン
  - □ 疲労強度評価ガイドライン
  - □ 縦曲げ最終強度評価ガイドライン



5

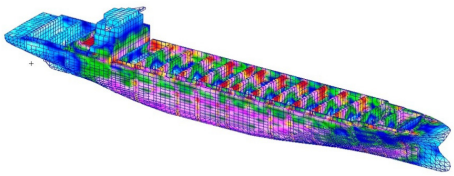
ClassNK
NIPPON KAIJI KYOKAI

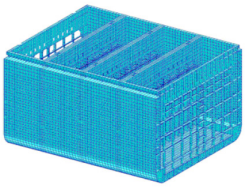
1. 背景
（NK コンテナ運搬船構造強度ガイドライン）

- ✓ 大型化および構造配置の多様化
- ✓ ガイドライン策定後の研究開発の成果
- ✓ ガイドラインの適用実績、CSR等との比較

コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの見直し、改正

- ■ 直接強度計算ガイドライン（2011年）
- ■ 船体曲げ捩り強度評価ガイドライン（2012年）
- □ 疲労強度評価ガイドライン（2013年夏）





6

ClassNK NIPPON KAIJI KYOKAI

目次

1. 背景
   - コンテナ船の大型化傾向（サイズ、構造配置の多様化）
   - コンテナ運搬船構造強度ガイドライン
2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
   - 直接強度計算
   - 船体曲げ捩り強度
   - 疲労強度
   - 縦通肋骨の疲労強度（補足）
3. まとめ（NKのコンテナ運搬船に対する取組み）

7

ClassNK NIPPON KAIJI KYOKAI

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正（直接強度計算）

【直接強度計算ガイドライン】 2011年に改正

➢ ホールドの横強度（降伏、座屈強度）を規定

改正のポイント

◆ 設計海象 ⇒ 縦波、横波に統一（より合理的な設計）

◆ 腐食控除量の見直し（就航コンテナ船の板厚計測データを調査分析）

◆ 座屈強度評価 ⇒ IACS共通規則（CSR-B）を適用

設計海象：旧ガイドライン → 4つの設計海象を規定

L-180：向い波（波浪中縦曲げモーメント最大）
L-0　：追い波（波浪中縦曲げモーメント最大）
縦波状態

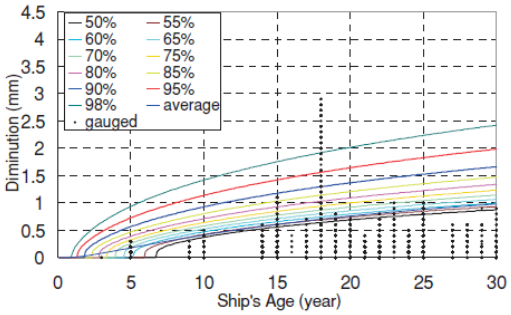
R　：横波 または 斜め波（ローリング最大）
P　：横波（喫水線位置での波浪変動圧最大）
横波状態

8

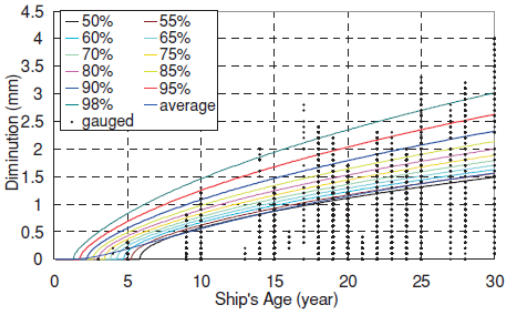
2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正（直接強度計算）

直接強度計算ガイドラインの改正（腐食控除量）

⇒ 就航コンテナ船 213隻、21万点の計測データを分析



船側外板



内底板

- サイズの異なる複数のコンテナ船で適用チェック
- 他船級規則とも比較

⇒ 降伏・座屈強度とも合理的な評価結果

9

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正（船体曲げ捩り強度）

【船体曲げ捩り強度評価ガイドライン】 2012年に改正

➢ 船体ハルガーダーの曲げ捩り強度を規定

改正のポイント　多様な構造配置に対応できるよう改正

	支配的波条件	
	波向き	波長
縦曲げモーメント	180度	λ/L 1.0
水平曲げモーメント	120度	λ/L 0.35
曲げ捩りモーメント	120度	λ/L 0.35

強い相関

旧ガイドライン：相関係数（セミアフト配置を想定）

改正ガイドライン ： 正弦（サイン）成分と余弦（コサイン）成分の合成

10

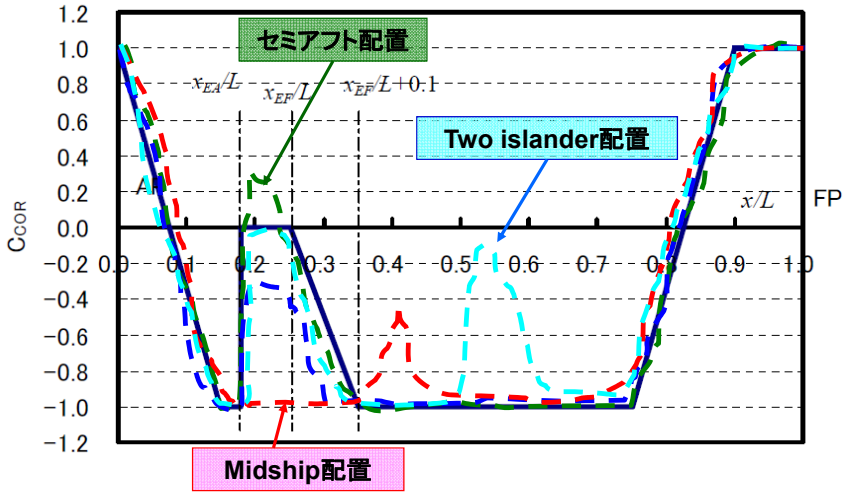
2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
（船体曲げ振り強度）

【旧ガイドライン（相関係数）】

相関係数（水平曲げと曲げ振り）

⇒ 機関室・居住区配置、クロスデッキの相対剛性によって異なる

⇒ 構造配置ごとに規定する必要あり（複雑、煩雑化）



2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
（船体曲げ振り強度）

【改正ガイドライン】（水平曲げと曲げ振りの相関）

波浪モーメントによる合応力

$$\sigma_{WTotal} = \sqrt{\sigma_{WV}^{2} + \sigma_{WT\&H}^{2}}$$

縦曲げ応力

水平曲げと曲げ振りの合成

$$\sigma_{WT\&H} = \sqrt{(\sigma_{WT1} + \sigma_{WH1})^2 + (\sigma_{WT2} + \sigma_{WH2})^2}$$

σ_{WT1} ： 波浪中振りモーメント（サイン成分）による曲げ振り応力

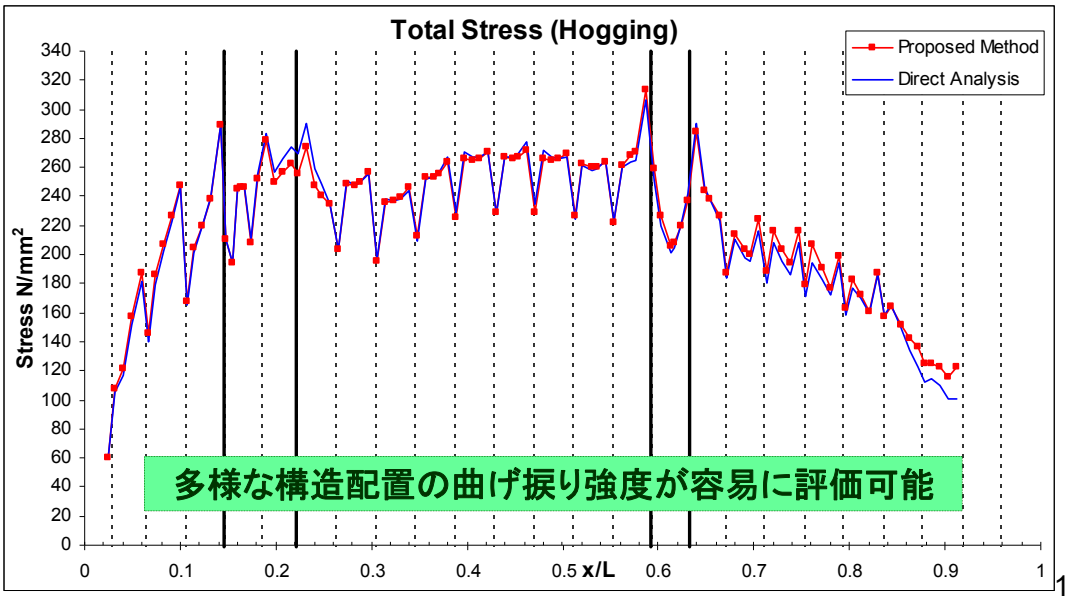
σ_{WT2} ： 波浪中振りモーメント（コサイン成分）による曲げ振り応力

σ_{WH1} ： 波浪中水平モーメント（サイン成分）による水平曲げ応力

σ_{WH2} ： 波浪中水平モーメント（コサイン成分）による水平曲げ応力

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
（船体曲げ振り強度）

改正ガイドラインの適用例（荷重構造直接解析との比較）
（13000TEU / Two islander配置）



13

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
（疲労強度）

【疲労強度評価ガイドライン】

➢ 主要強度部材の疲労強度を規定

改正案検討作業中 → 2013年夏公表予定

改正案のポイント

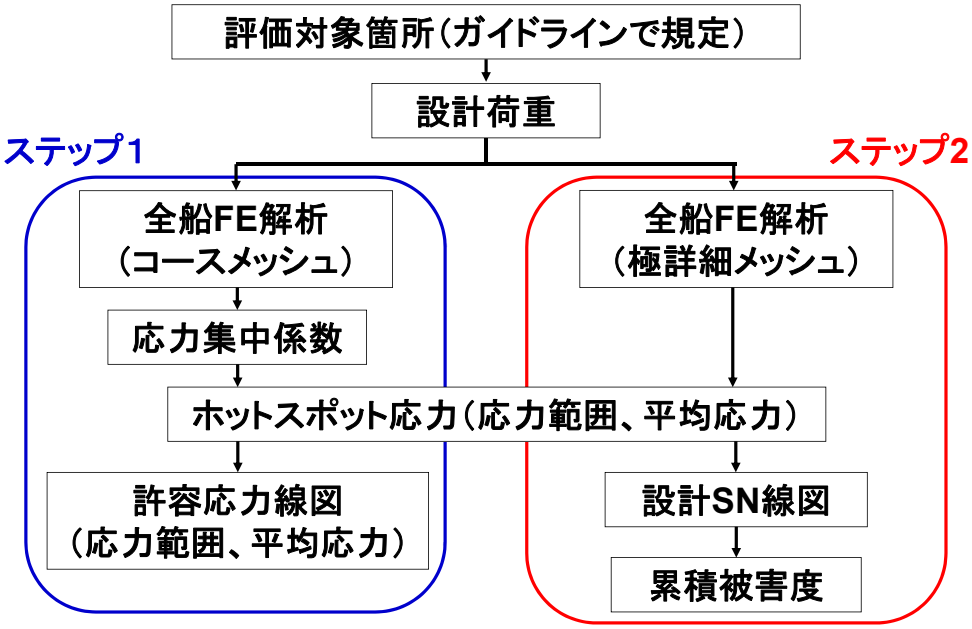
◆ 最新の知見（板厚効果、材料強度影響 等）、就航船の実績をフィードバック
→ より合理的な疲労強度評価基準

◆ スクリーニング手法の採用（二段階ステップ）
→ 合理的な設計作業に役立つ疲労強度評価基準
ステップ1：応力集中係数を用いた疲労強度評価（スクリーニング）
ステップ2：極詳細メッシュによる疲労強度評価

14

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正（疲労強度）

疲労強度評価フロー（案）

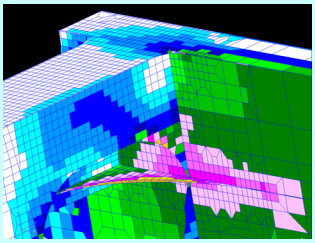


15

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正（疲労強度）

【主な調査検討事項】

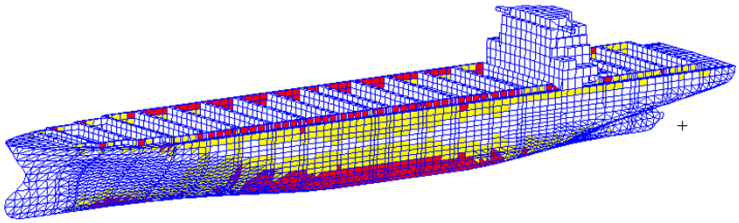
- ✓ ガイドラインで規定する評価対象箇所
  - 就航船検査記録、IACSガイドライン等 参照
  - 代表的コンテナ船の構造解析（高応力部の洗い出し）
- ✓ 応力集中係数
- ✓ ホットスポット応力算出方法
- ✓ 応力頻度分布形状
- ✓ 設計SN線図
- ✓ クライテリア
  （許容応力、許容累積被害度）



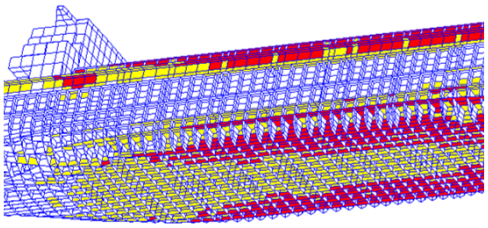
16

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正（疲労強度）

評価対象箇所の選定（高応力部の洗い出し例）



■：高応力部
■：中応力部



- 各箇所の応力集中度考慮し、評価箇所候補を選定
- 就航船実績等を勘案
  ⇒ 改正ガイドラインで規定する評価箇所選定

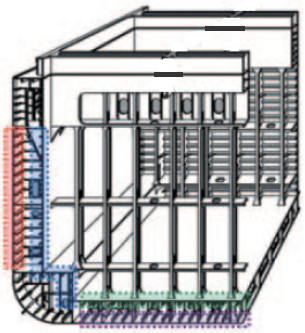
17

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正（縦通肋骨の疲労強度規則 - 補足-）

【縦通肋骨の疲労規則】検査要領 C編付属書 C1.1.23-1改正
⇒ コンテナ船の縦通肋骨の規定を追加（2012年版鋼船規則）

- ✓ コンテナ船の積付け状態の特徴
  ⇒ 満載状態とバラスト状態の中間喫水で運航
- ✓ 検討対象は満載状態、バラスト状態
  バラストタンクは常に満載
- ✓ 荷重 → コンテナ運搬船ガイドライン
- ✓ 就航船実績でクライテリアを検証

⇒ 合理的なコンテナ船 縦通肋骨の疲労強度評価手法

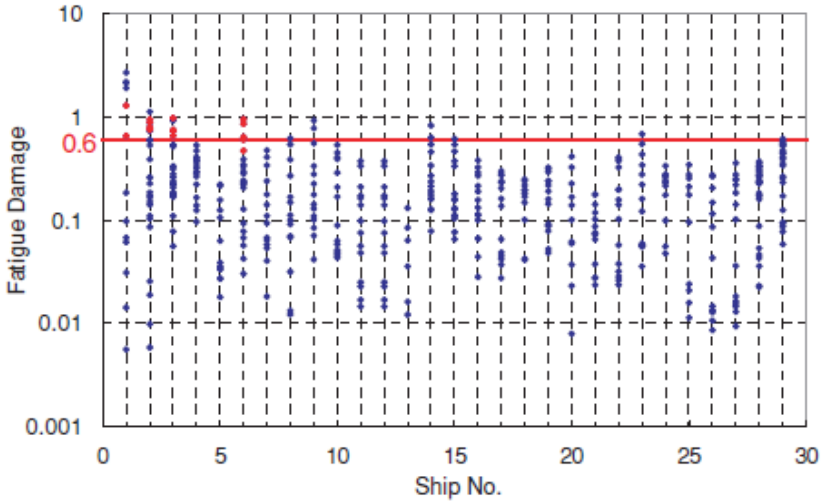


18

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
（縦通肋骨の疲労強度規則 - 補足-）

【縦通肋骨の疲労規則】検査要領 C編付属書 C1.1.23-1改正

就航船実績による検証（コンテナ船の縦通肋骨）

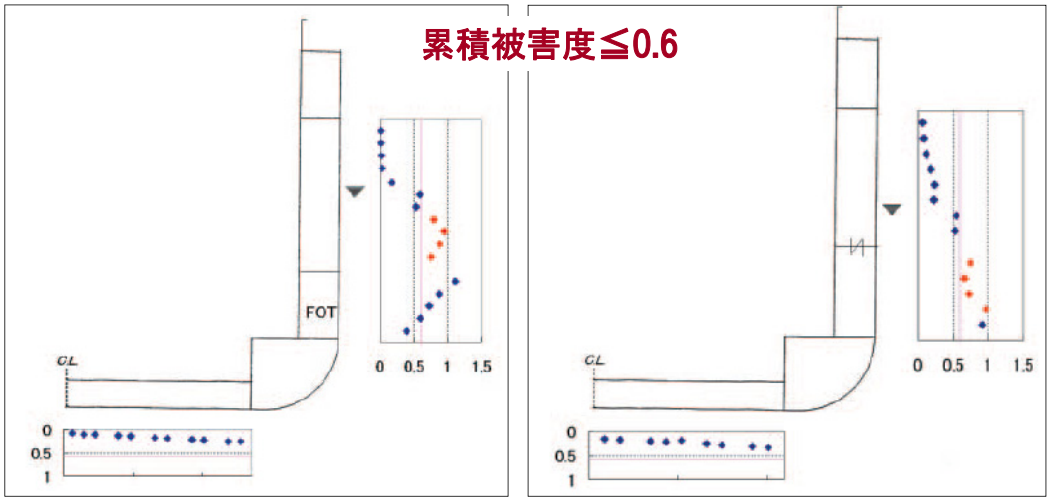


19

2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
（縦通肋骨の疲労強度規則 - 補足-）

【縦通肋骨の疲労規則】検査要領 C編付属書 C1.1.23-1改正

就航船実績による検証（コンテナ船の縦通肋骨）



20

ClassNK NIPPON KAIJI KYOKAI

目次

1. 背景
   - コンテナ船の大型化傾向（サイズ、構造配置の多様化）
   - コンテナ運搬船構造強度ガイドライン
2. コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
   - 直接強度計算
   - 船体曲げ捩り強度
   - 疲労強度
   - 縦通肋骨の疲労強度（補足）
3. まとめ（NKのコンテナ運搬船に対する取組み）

21

ClassNK NIPPON KAIJI KYOKAI

3. まとめ

- コンテナ船の大型化 ⇒ サイズ、構造配置の多様化
- コンテナ運搬船構造強度ガイドラインの改正
  - ■ 直接強度計算ガイドライン（2011年）
  - ■ 船体曲げ捩り強度評価ガイドライン（2012年）
  - □ 疲労強度評価ガイドライン（2013年夏）
- コンテナ船の縦通肋骨の疲労強度評価（2012年版鋼船規則）
- コンテナ船に関係する研究開発
  - YP47鋼ガイドライン（2008年）、アレスト設計指針（2009年）
  - 流力弾性応答の構造強度影響（2013年）
  - バウフレア部水平桁部材強度評価（2013年）
  - 全船FE解析による横強度評価手法（2013年～）

⇩

✓ コンテナ運搬船の構造安全性の一層の向上
✓ より合理的な構造強度評価手法の開発

22