






鋼船規則等の改正概要 (船体及び材料関連)

1. 鋼船規則C編全面改正 
2. 今後の規則改正予定(船体及び材料関連) 
3. IACS Hull Panelの動向 



鋼船規則等の改正概要 (船体及び材料関連)

1. 鋼船規則C編全面改正 
2. 今後の規則改正予定(船体及び材料関連) 
3. IACS Hull Panelの動向 



1. 鋼船規則C編全面改正

鋼船規則C編全面改正の目的


一定サイズ以上のばら積貨物船および油タンカー



CSR-B&T編
Design by Analysis 等の
考え方も取入れて開発

← IMO Goal Based Standard (GBS)

CSR適用外となる船舶(コンテナ船, LNG船, 鉱石船, 一般貨物船等)



C編
理論と経験則を組み合わせ
た算式要件がメイン



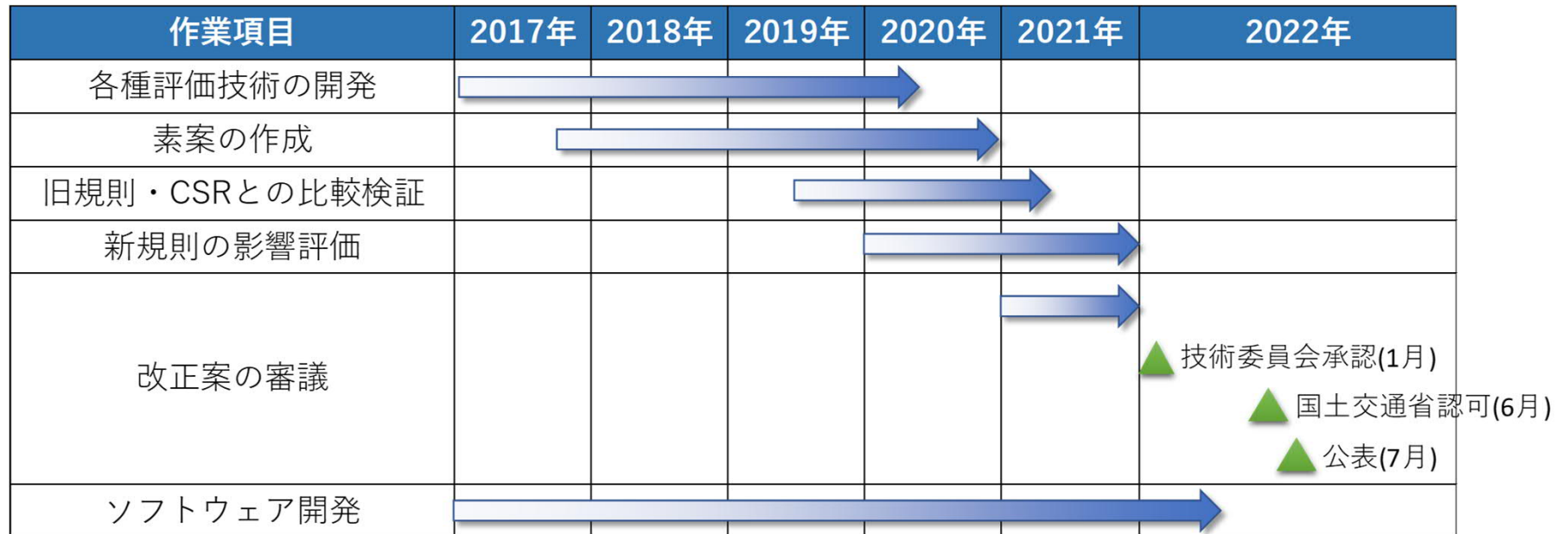
**各船種の構造強度
ガイドライン**
最新技術を取入れた
FE解析要件がメイン



新C編は “**Design by Analysis**” の考え方を規則全般に取り入れ、
多様な船体構造に対応し、明確な技術背景を有しつつ、実績寸法との整合性
も有する安全で合理的な規則とする。

全面改正の概要

5年間に亘り延べ**98名**(共同研究者等を除く)の工数をかけて、約**1100ページ**となる構造規則を新たに開発した。



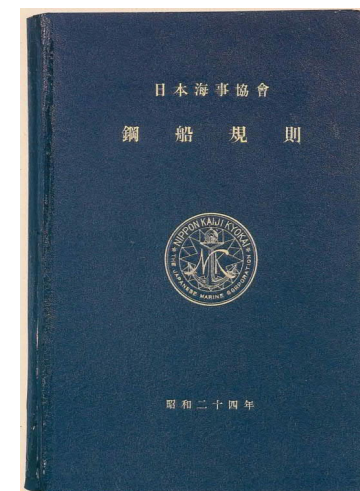
戦前の鋼船規則に関わる出来事

時期	出来事
1899年	帝国海事協会設立
1919年	四船級協会連盟の協定が発効 BC (British Corporation Register of Shipping), ABS, NK, RINA
1921年	鋼船規則の初版を刊行
1940年	船舶構造規程を制定
1943年	昭和18年版鋼船規則を刊行
1945年	第二次世界大戦終了
1948年	戦後初の鋼船規則を刊行

大正10年に初めて
刊行された鋼船規則



戦後初めて刊行
された鋼船規則



スコットランドの船級協会

BCルールがベース

日本政府規則とNK規則の
統一化を目指し、日本の造
船技術者が総力で立案


ABSルールに倣い規則を
作成した。
(構造規則に関しては、
昭和18年版ルールを残す
よう改正した。)

戦後日本独自の構造ルール開発が
進められる。



戦後の構造規則の改正史

時期	改正内容
1959年	スラミング荷重を考慮した要件の導入
1961年	理論式ベースの外板要求算式の導入
1963年	桁ウェブに関する座屈強度要件の導入
1972年	長期予測に基づく波浪縦曲げモーメントの導入
1973年	31章「ばら積貨物船」の新設 (等価パネルによる相持ち構造評価の導入)
1974年	構造関連要件を鋼船規則C編として再編成 直接強度計算に基づく強度評価法の導入
1980年	長期予測に基づく荷重を用いた大幅改正
1983年	32章「コンテナ船」の新設
1987年	UR S11(縦強度)の一部取入れ
1989年	組み合わせ荷重下の座屈要件の導入
1993年	29A章「ダブルハルタンカー」の新設 (ロンジ疲労強度要件の導入)
1999年	Bulk Carrier Safety関連要件の導入
2001年	船体構造強度に関するガイドライン公表
2006年	CSR-B編およびCSR-T編の新設
2016年	CSR-B&T編の新設 コンテナ船要件の大幅改正



船舶の大型化、構造の多様化に対応するために日本独自のルール改正

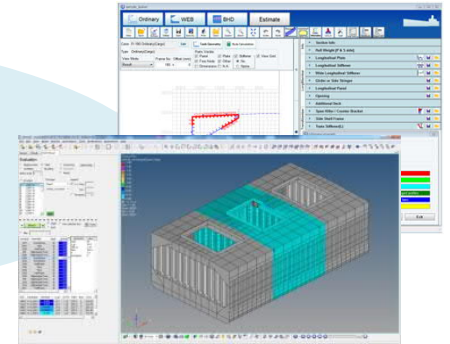
関連業界、大学等の協力を得て、より安全で合理的な規則となるよう開発が行われてきた。

C編全面改正プロジェクトにおける体制 **ClassNK**



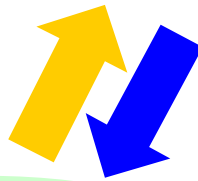
NK

- 要素技術の開発(独自, 大学等との共同研究)
- 規則改正案の作成, ソフト開発
- 改正作業を通じて, 技術, 知見の共有, 伝承



最新の研究成果

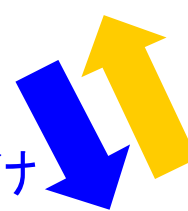
技術的なアドバイス



共同研究

レビュー依頼

改正作業への
参加を呼びかけ

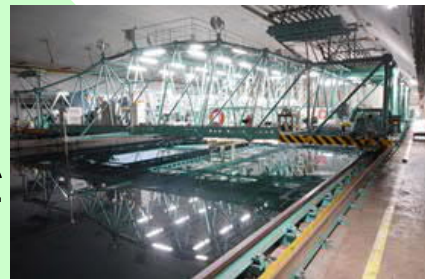


設計, 運航面からのアドバイス

開発作業への技術者の参加

大学, 研究機関

- 要素技術の開発
- 水槽試験等の実施
- 共同研究の成果を論文として公表



横浜国立大学

東京大学

大阪大学

九州大学

大阪府立大学

広島大学


海上技術安全研究所

造船所, 船社

- 改正案のレビュー
 - 影響評価
 - 新C編開発作業への若手技術者の参加
- 造船所, 船社から
計**18名**が参加

戦後の構造規則の改正史

時期	改正内容
1959年	スラミング荷重を考慮した要件の導入
1961年	理論式ベースの外板要求算式の導入
1963年	桁ウェブに関する座屈強度要件の導入
1972年	長期予測に基づく波浪縦曲げモーメントの導入
1973年	31章「ばら積貨物船」の新設 (等価パネルによる相持ち構造評価の導入)
1974年	構造関連要件を鋼船規則C編として再編成 直接強度計算に基づく強度評価法の導入
1980年	長期予測に基づく荷重を用いた大幅改正
1983年	32章「コンテナ船」の新設
1987年	UR S11(縦強度)の一部取入れ
1989年	組み合わせ荷重下の座屈要件の導入
1993年	29A章「ダブルハルタンカー」の新設 (ロンジ疲労強度要件の導入)
1999年	Bulk Carrier Safety関連要件の導入
2001年	船体構造強度に関するガイドライン公表
2006年	CSR-B編およびCSR-T編の新設
2016年	CSR-B&T編の新設 コンテナ船要件の大幅改正



船舶の大型化,構造の多様化に対応するために日本独自のルール改正

関連業界, 大学等の協力を得て, より安全で合理的な規則となるよう開発が行われてきた。

今昔の構造規則の章構成

2020年度版 鋼船規則C編 目次

- 1章 通則
- 2章 船首材及び船尾材
- 3章 舵
- 4章 区画
- 5章 単底構造
- 6章 二重底構造
- 7章 肋骨
- 8章 特設肋骨及び船側縦桁
- 9章 船首尾防撓構造
- 10章 梁
- 11章 梁柱
- 12章 甲板桁
- 13章 水密隔壁
- 14章 深水タンク
- 15章 縦強度
- 16章 平板竜骨及び外板
- 17章 甲板

18章以降割愛

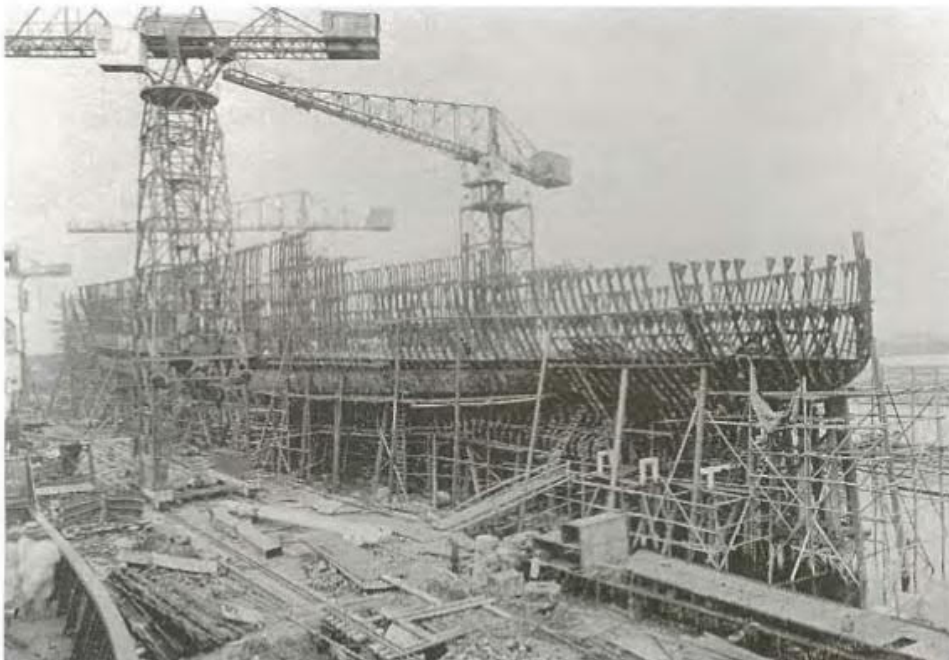
1925年(大正14年)の鋼船規則 目次

目 次		頁
第一章	船級登録	1—5
第二章	定 義	6—7
第三章	總 則	8—11
第四章	鋼材及材料試験	12—19
第五章	龍骨、船首材、船尾材及船尾骨材	20—24
第六章	舵	25—31
第七章	中心線内龍骨	32—33
第八章	二重底	34—44
第九章	肋 骨	45—53
第十章	特設肋骨	54—61
第十一章	単底肋板	62—65
第十二章	梁	66—71
第十三章	側内龍骨及船側縦通材	72—75
第十四章	梁柱、特設梁柱、甲板下縦通材及 梁下縦通材	76—82
第十五章	隔 壁	83—90
第十六章	深水艙	91—94
第十七章	船首尾防撓構造	95—96
第十八章	外 板	97—101
第十九章	甲 板	102—111
第二十章	内張板	112—113

➡ 鋼船規則の制定以来大幅な章構成の変更は行われていない。



23.2 「秩父丸」



23.3 「秩父丸」の肋骨立て揃い(三菱横浜造船所)

昔の建造方法

① 起工 (竜骨並べ)



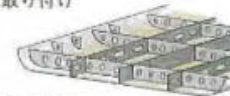
② 竜骨に船底外板取り付け



③ 船底外板の完成



④ 二重底部材取り付け



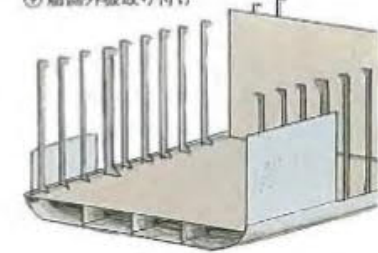
⑤ 二重底頂板取り付け



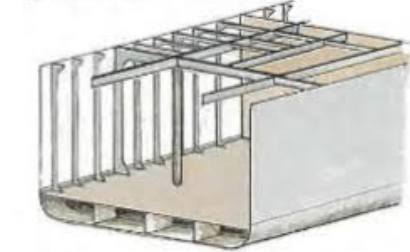
⑥ 二重底完成



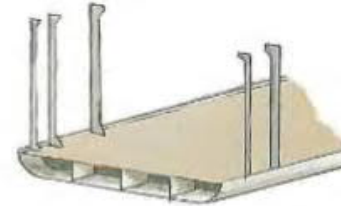
⑦ 船側外板取り付け



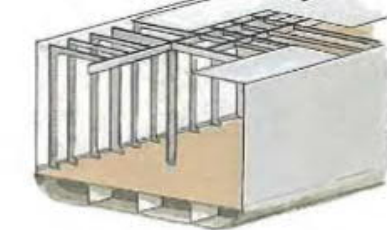
⑧ 甲板梁、桁、柱取り付け



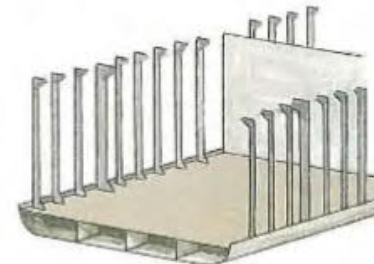
⑨ 肋骨取り付け



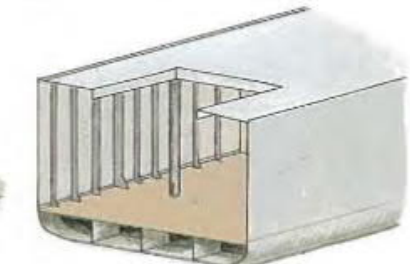
⑩ 甲板取り付け



⑪ 肋骨立て揃い

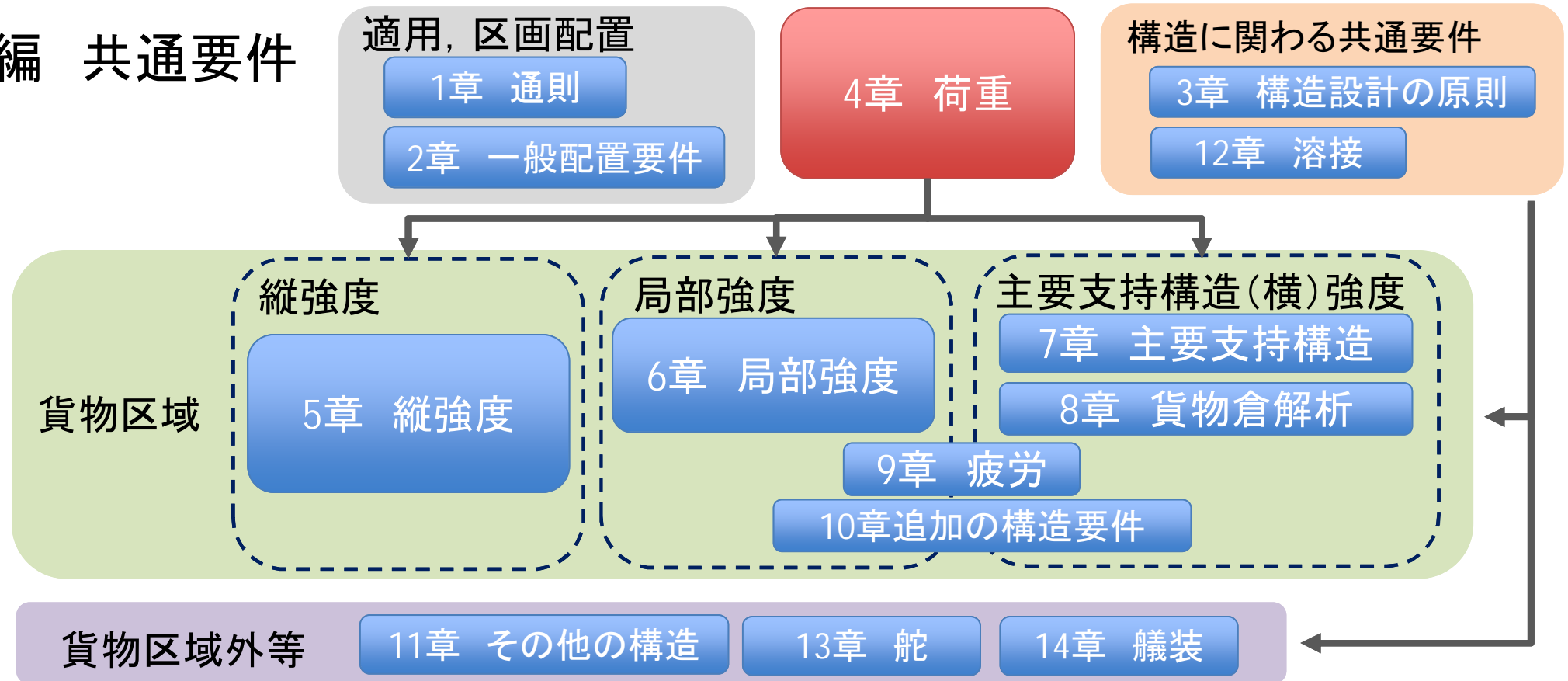


⑫ 貨物艙完成

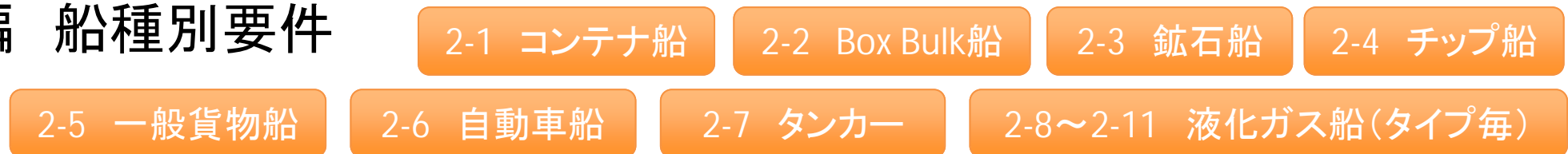


出典：日本海事協会—その100年の物語

1編 共通要件




2編 船種別要件



- ✓ 各船種毎にどの要件が適用されるか明確
- ✓ ゼロエミッション船等の新コンセプト船にも対応が容易

戦後の構造規則の改正史

時期	改正内容
1959年	スラミング荷重を考慮した要件の導入
1961年	理論式ベースの外板要求算式の導入
1963年	桁ウェブに関する座屈強度要件の導入
1972年	長期予測に基づく波浪縦曲げモーメントの導入
1973年	31章「ばら積貨物船」の新設 (等価パネルによる相持ち構造評価の導入)
1974年	構造関連要件を鋼船規則C編として再編成 直接強度計算に基づく強度評価法の導入
1980年	長期予測に基づく荷重を用いた大幅改正
1983年	32章「コンテナ船」の新設
1987年	UR S11(縦強度)の一部取入れ
1989年	組み合わせ荷重下の座屈要件の導入
1993年	29A章「ダブルハルタンカー」の新設 (ロンジ疲労強度要件の導入)
1999年	Bulk Carrier Safety関連要件の導入
2001年	船体構造強度に関するガイドライン公表
2006年	CSR-B編およびCSR-T編の新設
2016年	CSR-B&T編の新設 コンテナ船要件の大幅改正



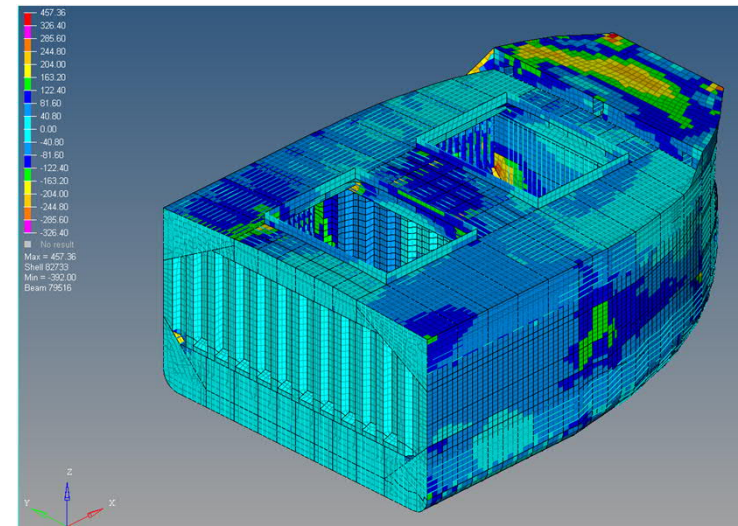
船舶の大型化,構造の多様化に対応するために日本独自のルール改正

関連業界, 大学等の協力を得て, より安全で合理的な規則となるよう開発が行われてきた。

荷重の長期予測技術 + 有限要素法による直接強度計算



最悪海象を再現した強度評価が理論的に可能



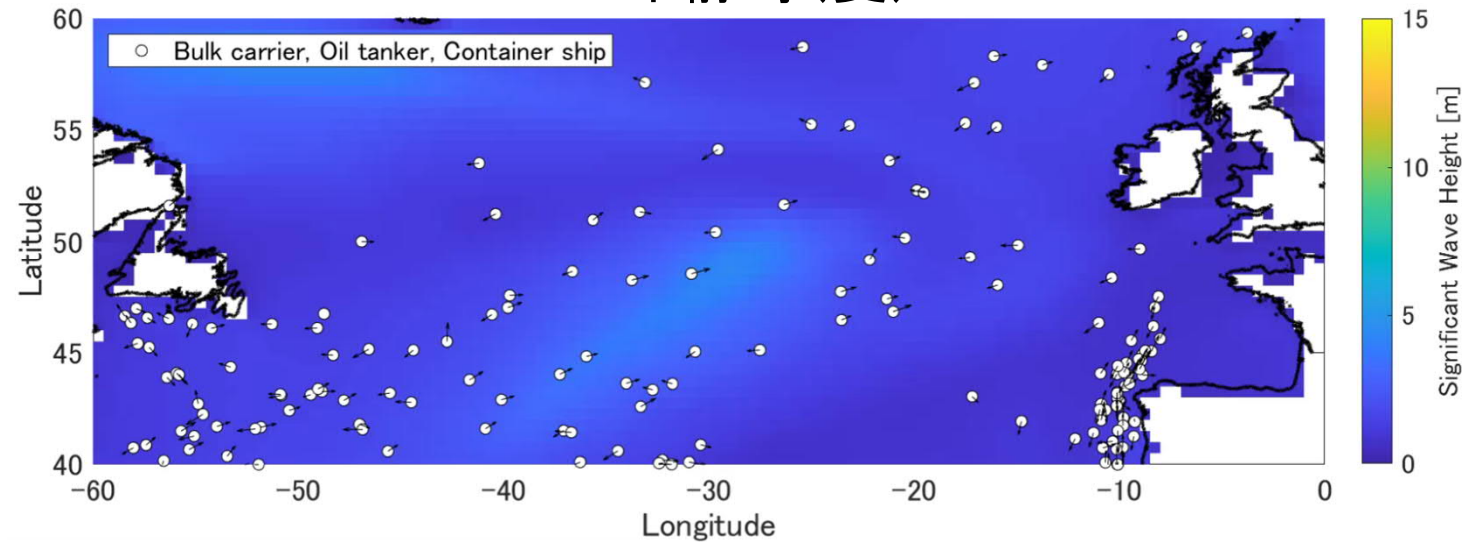
理論的に導いた要求寸法と実績寸法に乖離があった



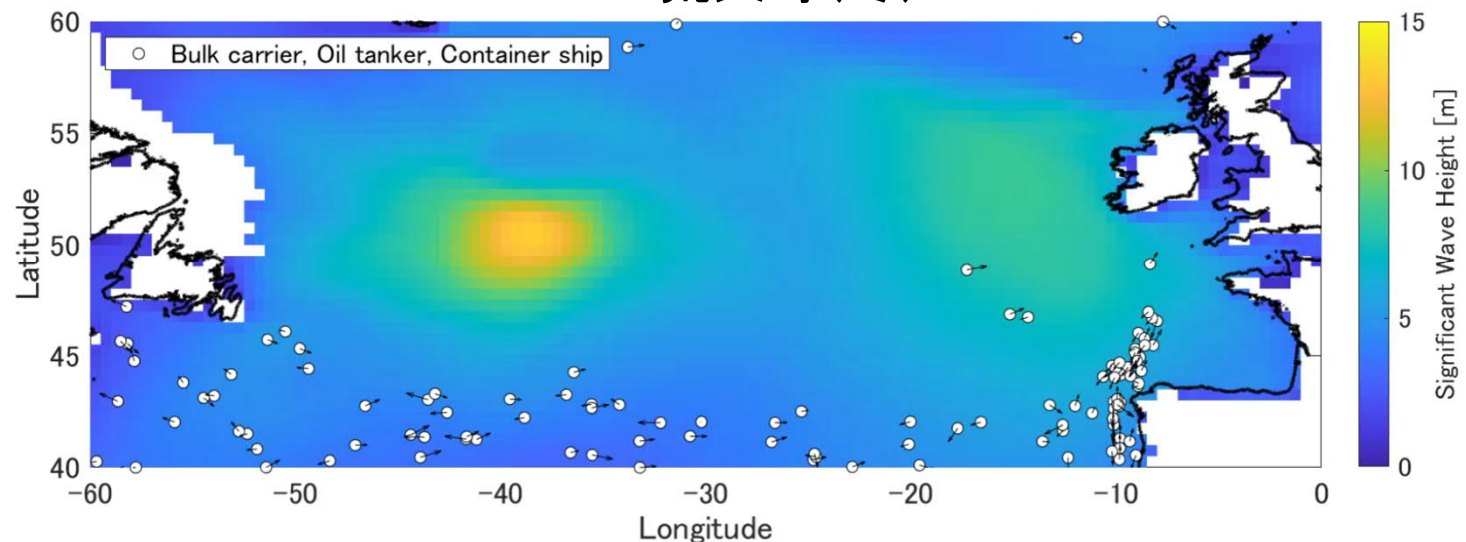
実績寸法との乖離を生む要因を陽に考慮することにより、
実遭遇海象に即した合理的な強度評価を実現

AISデータとHindcast(波浪追算)データを重ねることにより作成した動画

平静時(夏)

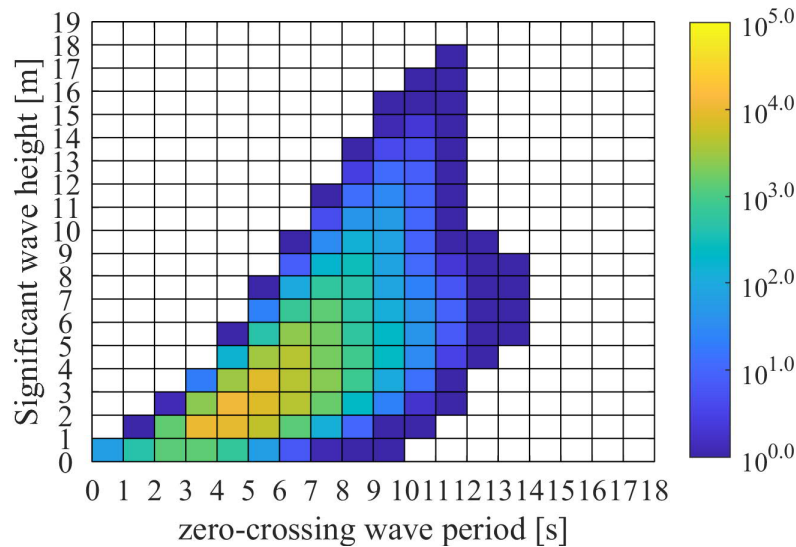


荒天時(冬)

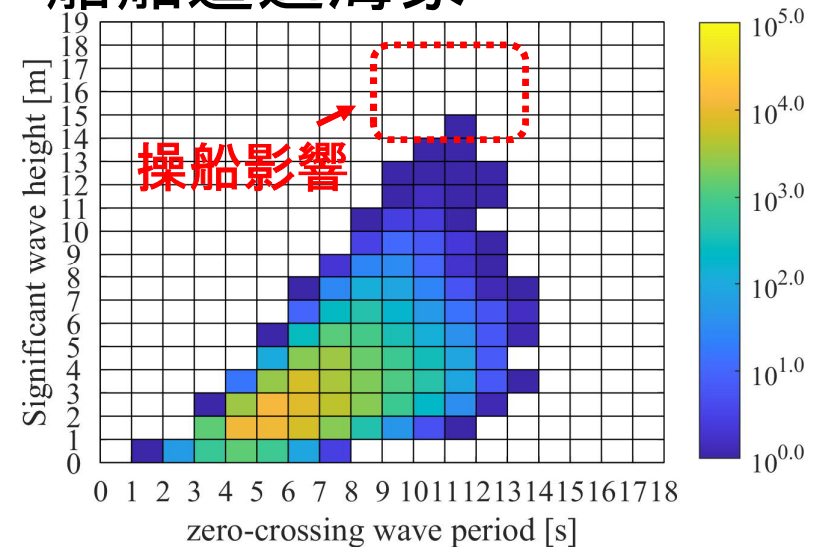


- ✓ 北大西洋における数万隻のAIS情報及び波浪追算 (Hindcast) に基づく実遭遇海象の実態を統計的に分析

自然環境



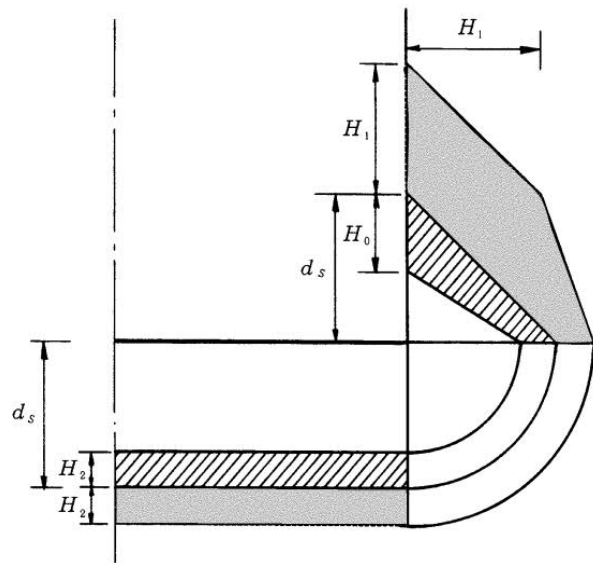
船舶遭遇海象



➡ 操船影響を陽に考慮することで、より現実に近い設計荷重となった。

旧規則

波浪外圧のみを直接考慮
その他の荷重成分は安全率
等で考慮



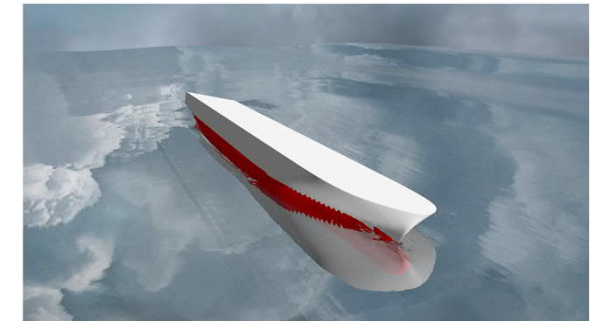
新規則

4つの設計規則波に基づく、精度
の高い波浪外圧と慣性力を考慮

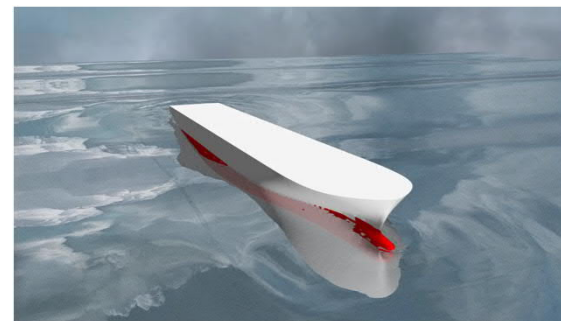
向波(HM)



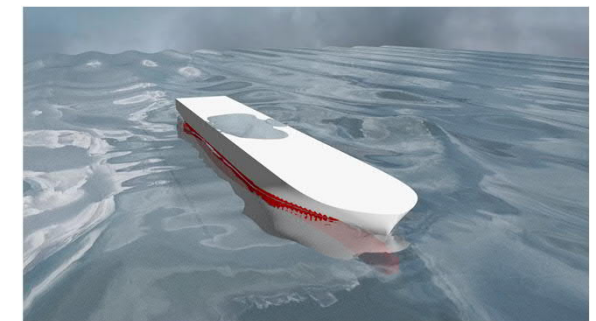
横波(ロール最大)



追波(FM)



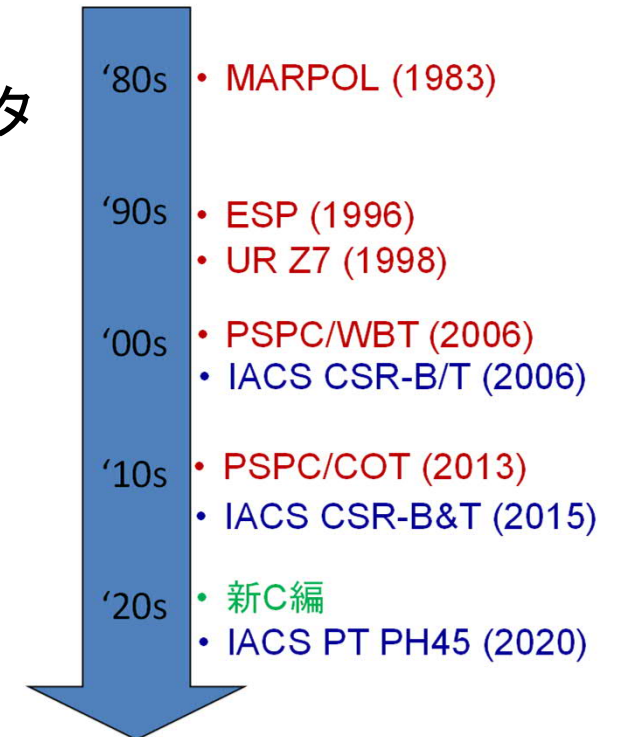
横波(変動圧最大)



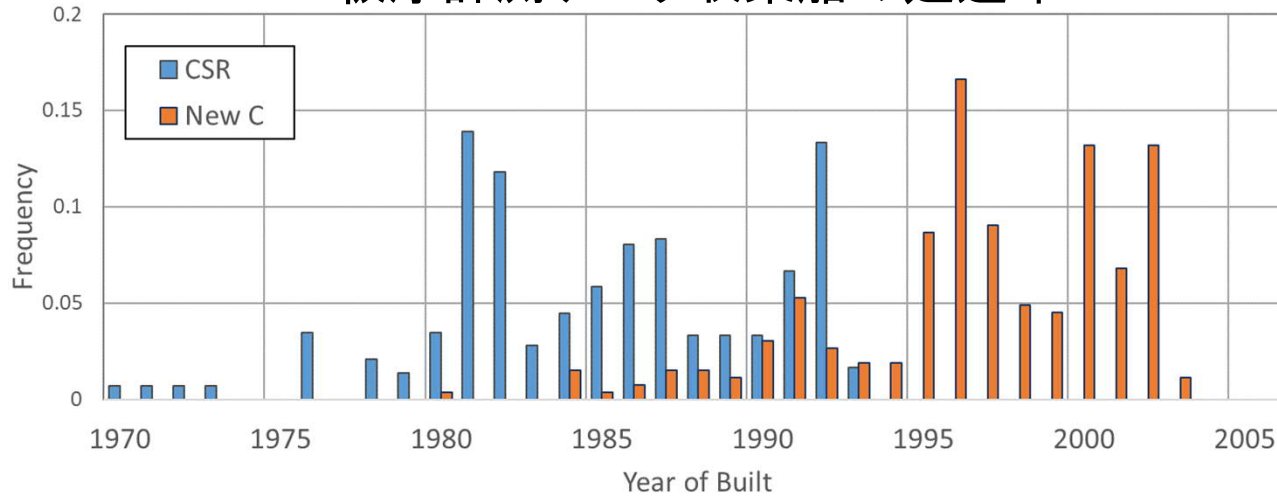
腐食予備厚要件

- ✓ 最新の板厚計測データを用いた解析により、25年間の腐食量を推定する。
- ✓ 評価に用いた全板厚計測データ数: 285隻, 211866データ

腐食関連要件の歴史



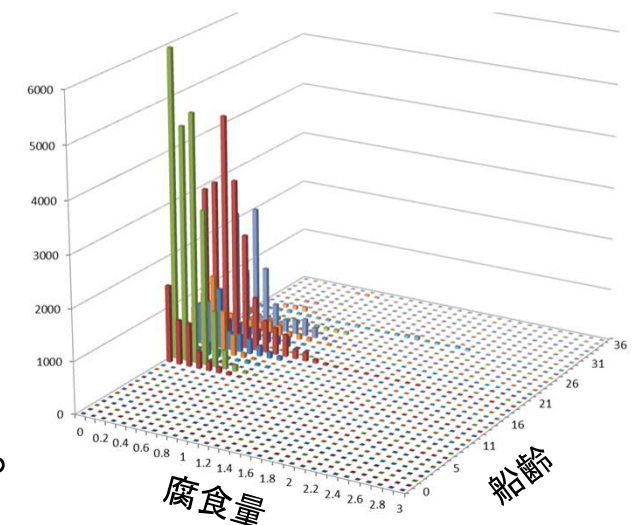
板厚計測データ収集船の建造年



片面腐食予備厚(mm)	CSR	規則案
バラスタタンク内	1.2	0.5
乾貨物をばら積みする内底板	3.7	3.7



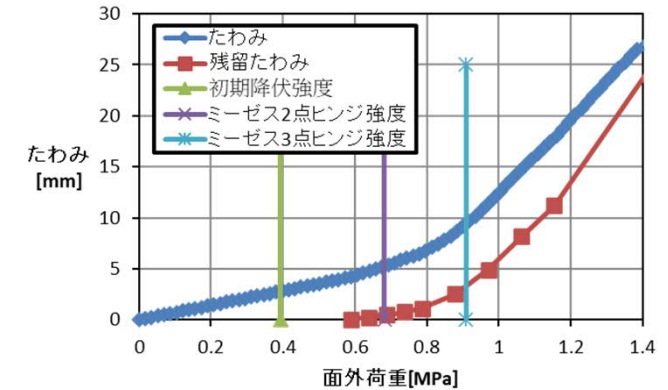
✓ 最新のメンテナンス品質を反映させたことにより、CSRと比較して、全般的に腐食予備厚が減じられた。



各種強度要件に関して、より損傷の発生に結びついたクライテリアを用いて、そこから適切な安全率を与えるように規定した。

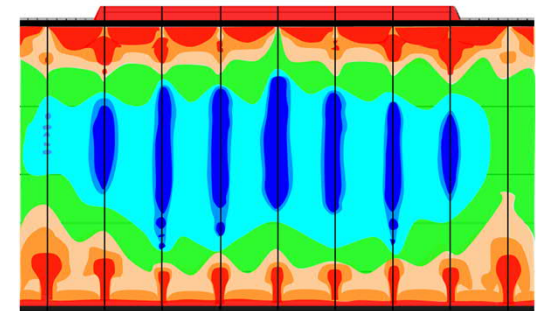
板及び防撓材の局部強度

- ✓ 残留変形の発生に着目したクライテリアの導入



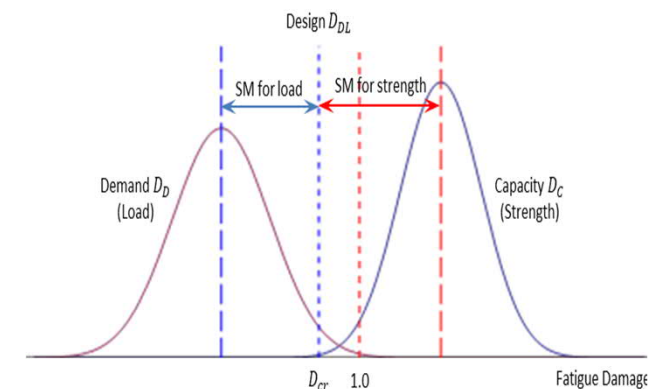
直接強度計算における座屈強度評価

- ✓ 周辺構造に荷重再配分される効果を考慮



疲労強度評価

- ✓ 繰り返し荷重及びS-N線図の確率分布より導かれる損傷確率ベースのクライテリアを導入



- 新規則は、現実の遭遇海象に基づいた詳細な強度評価を実施することにより、旧規則よりも適材適所にメリハリのある要求寸法を与える。
- 旧規則との要求寸法重量の比較において、全般的な傾向はなく、船種・個船により、次の要因により、僅かな増加或いは減少が起きる場合がある。
 - 旧規則で陽に考慮されていない波状態（横波等）により**補強が必要**となる。
 - 既存設計において疲労対策が十分でない場合、疲労強度要件において**補強が必要**となる。
 - 最新のメンテナンスの品質を反映させた合理的な腐食予備厚としたことで、要求値が**軽減される**。
 - 操船影響の考慮により荷重が**軽減される**。
 - 旧規則において一律に与えていたやや過大な安全マージンを減じることにより、要求値が**軽減される**。

対象船舶等

◆ 対象船舶

総隻数19隻(内訳下表参照)

◆ 対象断面/部材

船底、船側、縦通隔壁、内底板の板・骨部材(サイドフレームを除く)

◆ 検討荷重

外圧、貨物荷重(スチールコイル・車輛による荷重は除く)、バラスト水圧

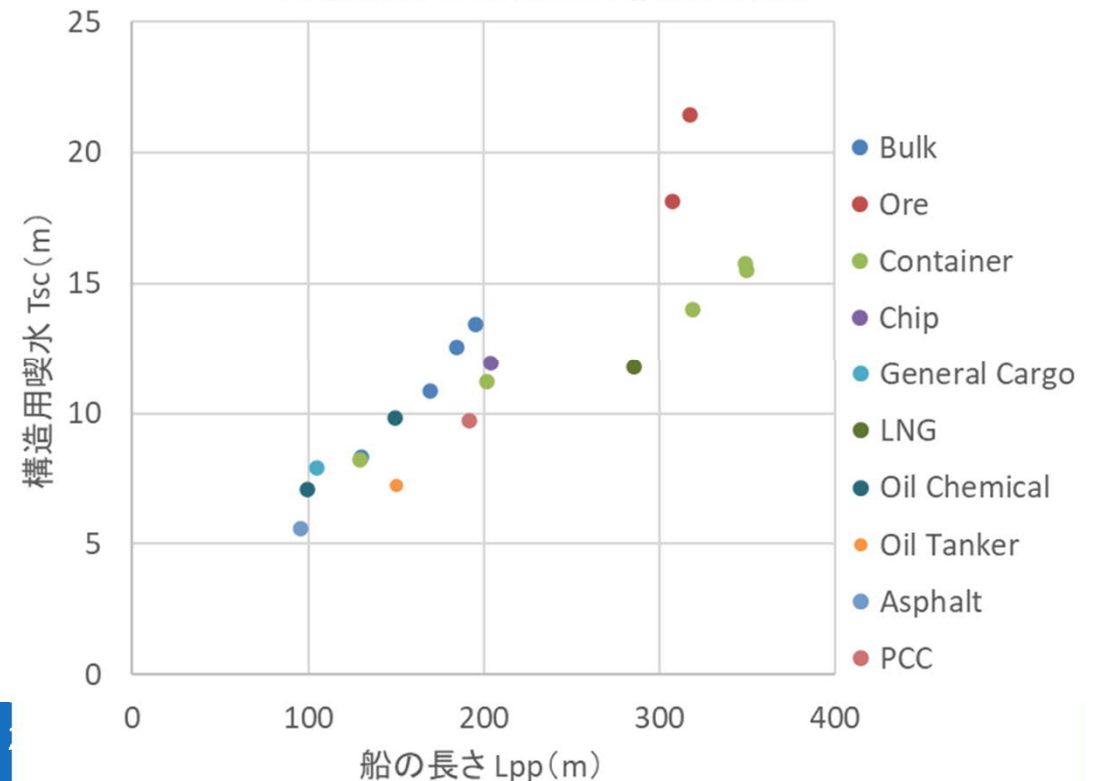
◆ 比較対象

✓ 実寸法と新C編要求値

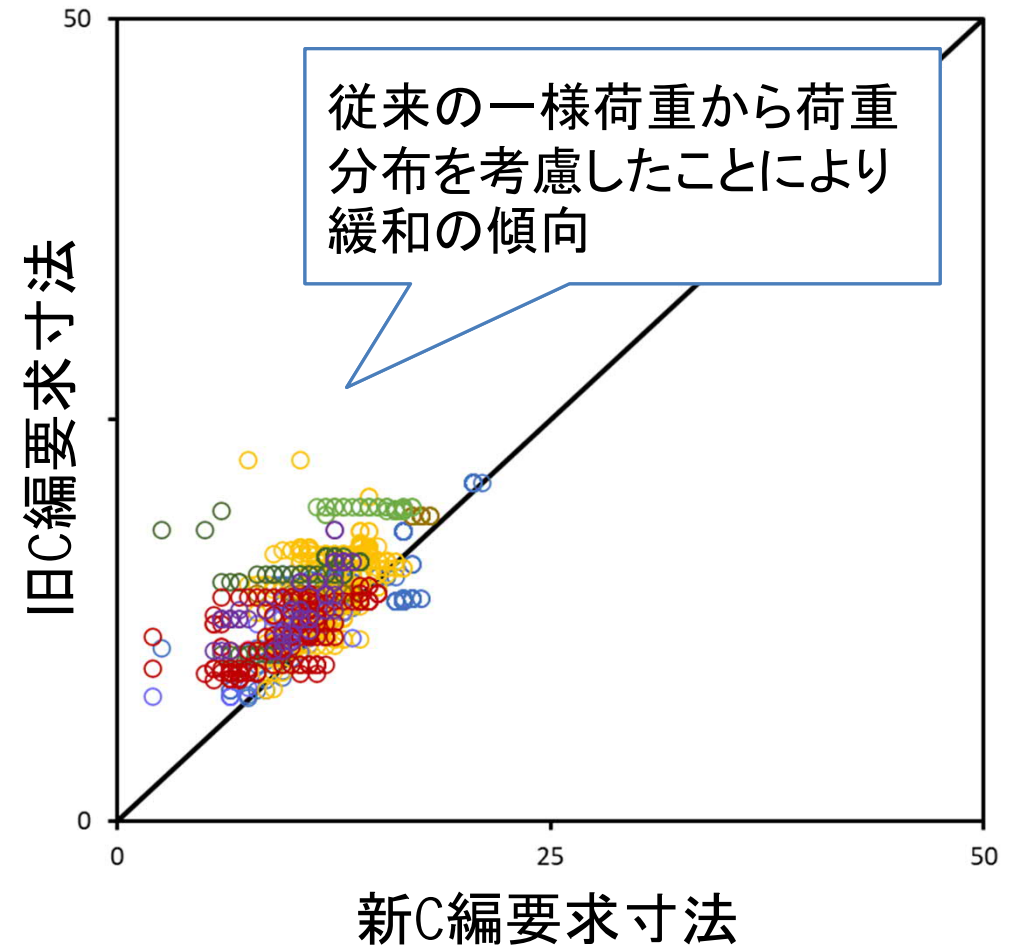
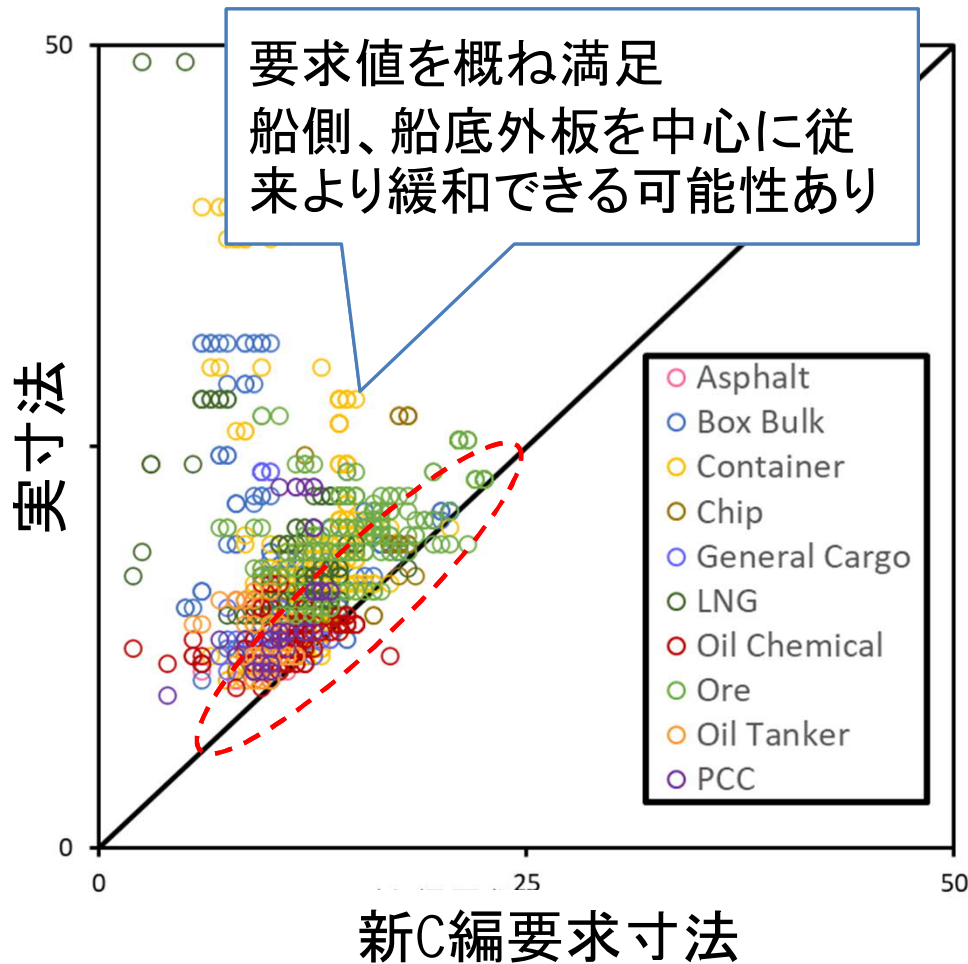
✓ 現行C編要求値(計算書)と新C編要求値

船種	隻数 (vs 実寸法)	隻数 (vs 現行C編)
コンテナ船	5	4
ボックスバルク	4	2
鉱石運搬船	2	1
オイルケミカル	2	2
チップ船	1	1
一般貨物船	1	1
自動車運搬船	1	1
オイルタンカー	1	0
アスファルトキャリア	1	1
LNG (MOSS)	1	1

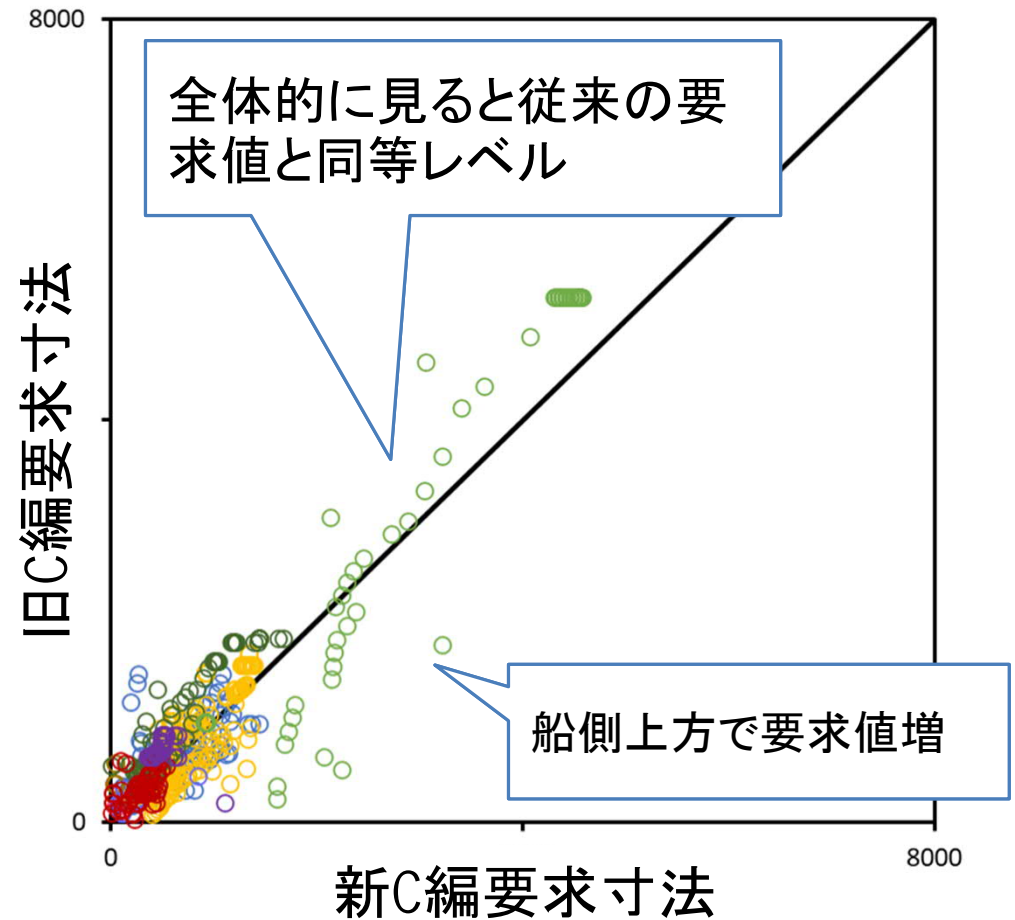
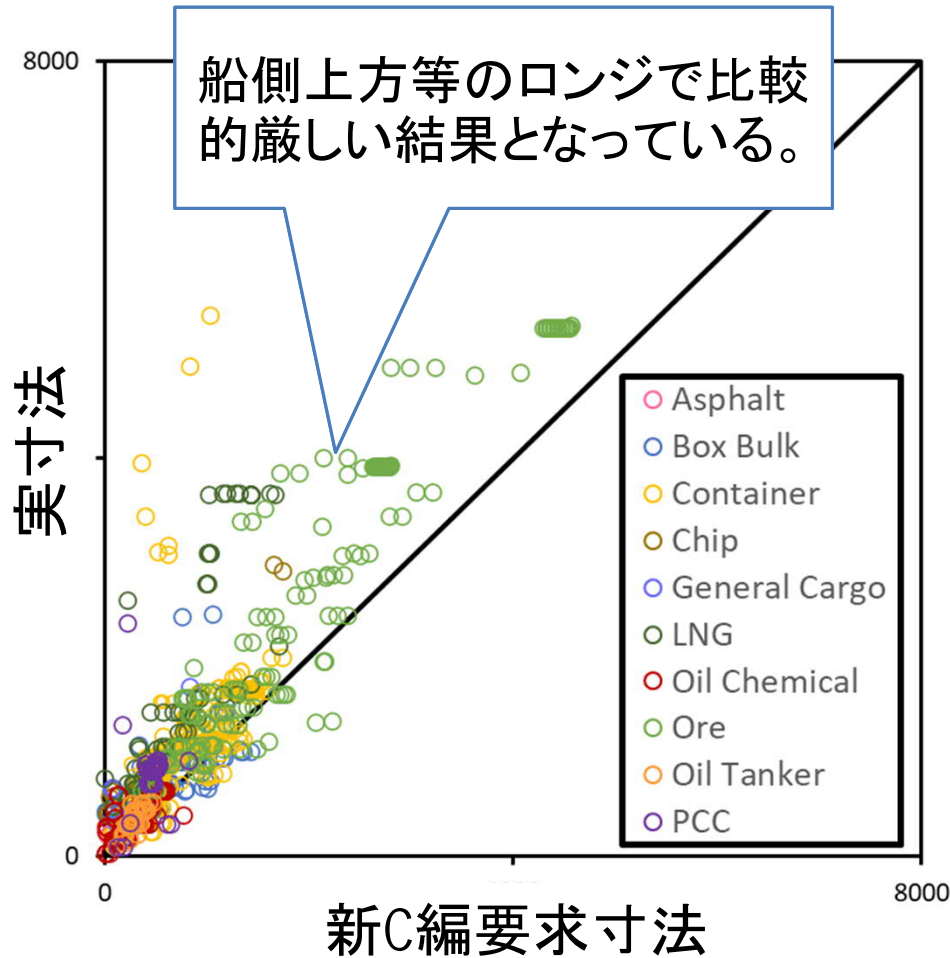
対象船舶の船長及び構造用喫水



◆ 板部材 (NG率 2.4%)



◆ 防撓材 (NG率 7.3%)



強度に余裕があった箇所の寸法は **Down** ・ 安全率が比較的低かった箇所の寸法は **Up**

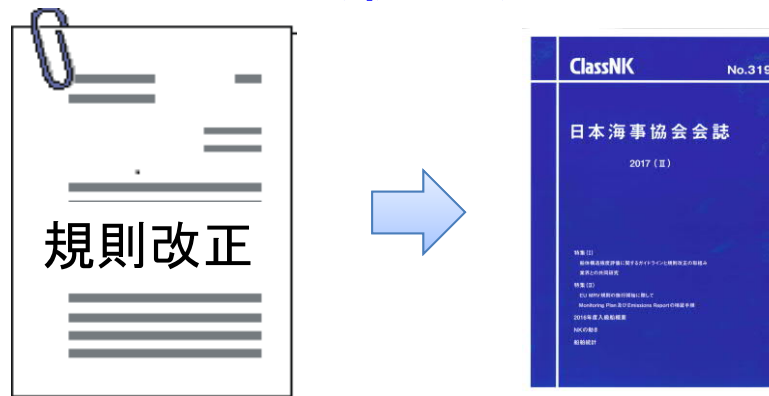


より損傷の少ない船体構造へ

- 新規則に定める各要件に対する技術背景に容易にアクセスできるように、技術背景を取りまとめた一冊の資料を出版する。

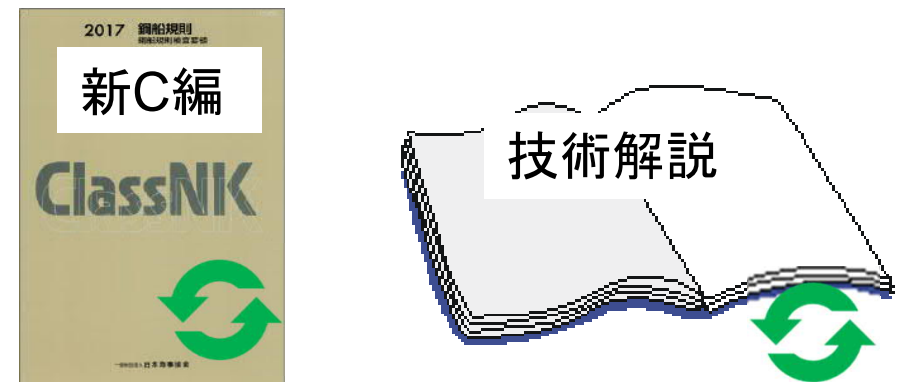
技術背景の公表

(従来)

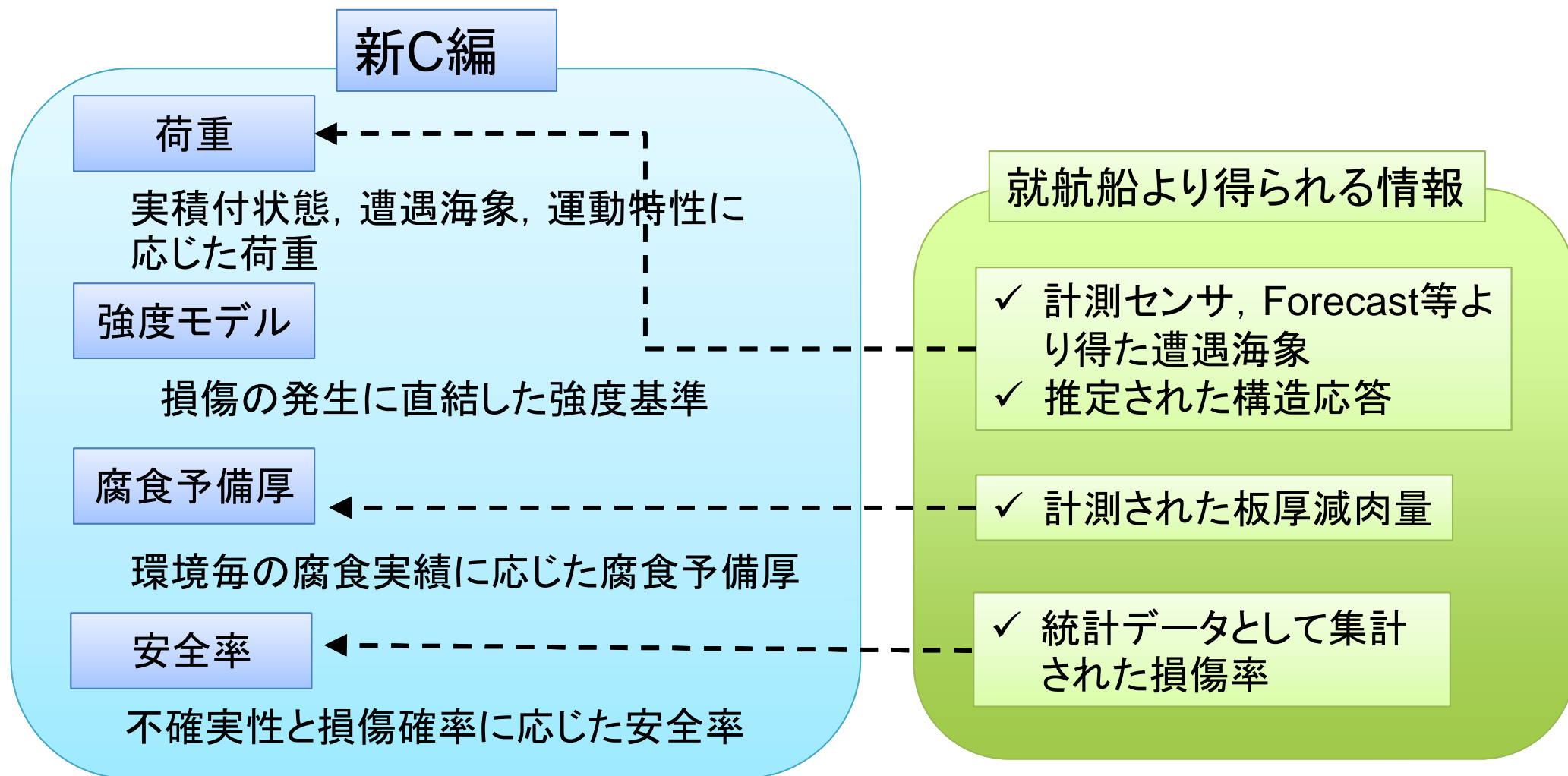


- ✓ 規則改正を行った事項に関する技術解説を、改正の翌年のNK会誌に掲載。

(新規則)



- ✓ 当技術背景資料は、規則改正を行う度に更新し、常に最新版を公開する。



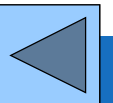
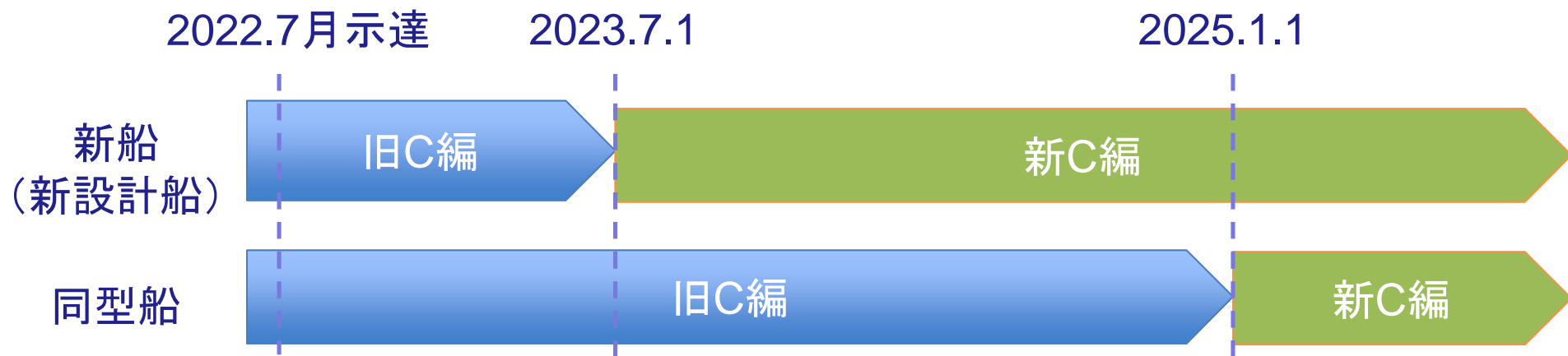
規則の想定値と構造DTより得られた情報の比較を行うことで規則のフィードバックが容易に行える。さらに, 検査スキームとの連携等, 新たなサービスが可能

新C編適用船のNotation

新C編を適用した船舶には、次のNotationを付与
Advanced Structural Rules (略号: *ASR*)

施行日

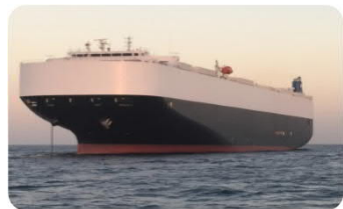
- 2023年7月1日以降に建造契約を行う船舶に適用。
- ただし、旧C編適用船の同型船については、2025年1月1日前に建造契約が行われる船舶まで旧C編適用可。



- ✓ 新C編に規定する評価を行うための船体構造設計支援ツールの無償提供

PrimeShip-HULL

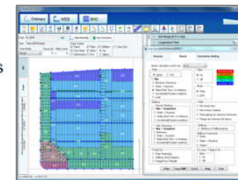
Total Ship Care



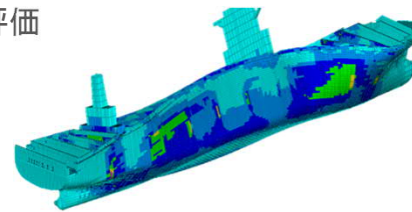
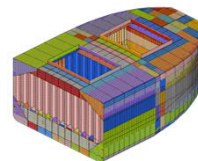
- ・規則算式による評価

The net thickness, t in mm, is not to be taken less than the greatest value for all applicable design load sets, as defined in Ch 6, Sec 2, [2.1.3], given by:

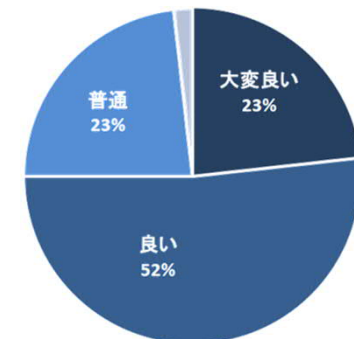
$$t = 0.0158 \alpha_p b \sqrt{\frac{P}{\chi C_s R_{eH}}}$$



- ・貨物倉解析による評価
- ・全船解析による評価



- ・国内外200社以上への配布実績

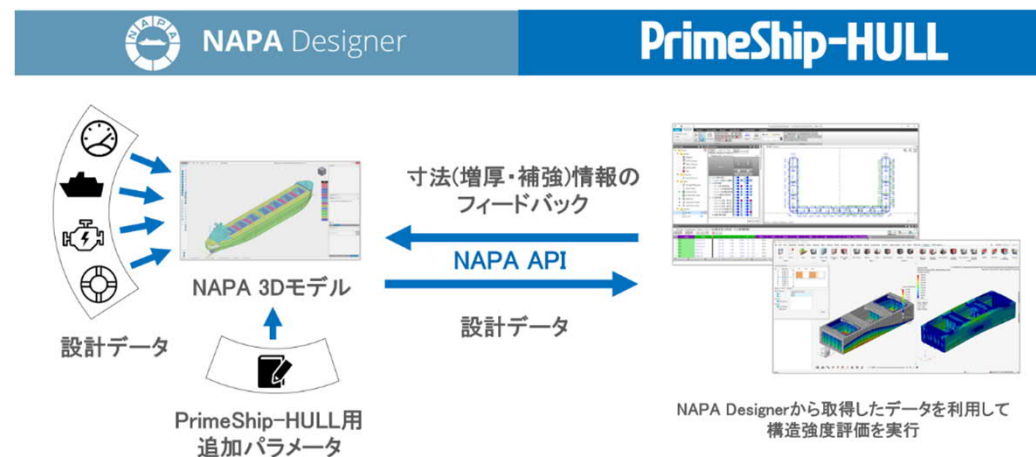
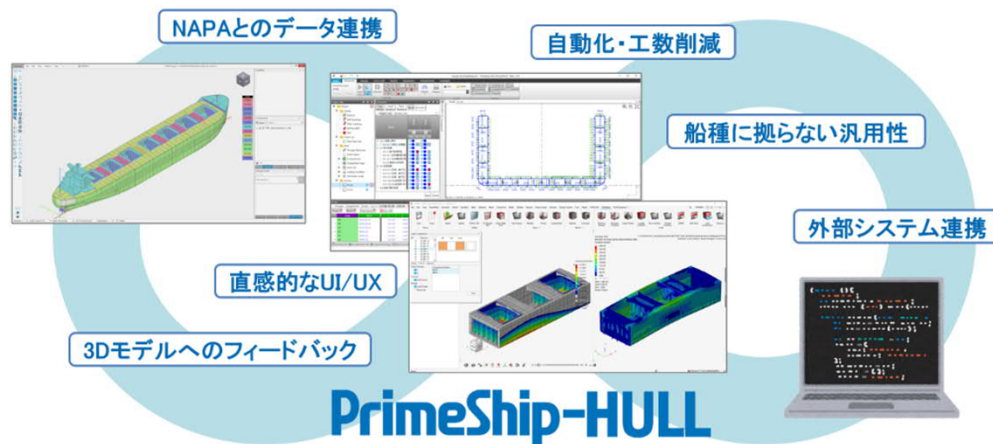


総合顧客満足度

2021年7月実施のユーザアンケートによる
(大変良い～大変悪いの5段階評価)

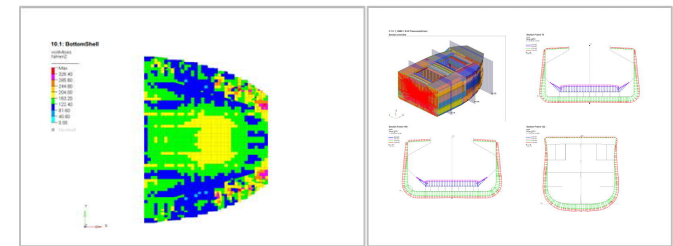
PrimeShip-HULLの特長

- プラットフォームから刷新した新規開発ソフト
- 直感的なUI/UXを実現するとともに、設計工数削減に寄与する設計支援機能、NAPA社の船舶3D設計システム“NAPA Designer”との高度な連携機能を備える



PrimeShip-HULLの特長

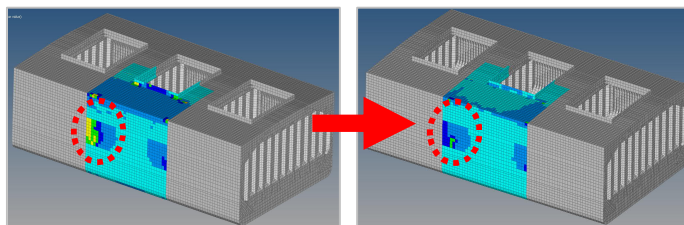
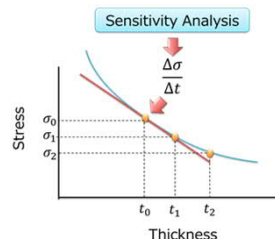
- 自動計算機能、自動メッシュ分割、自動レポート
- 感度解析による寸法提案機能
- NAPA Designerとのデータ連携機能



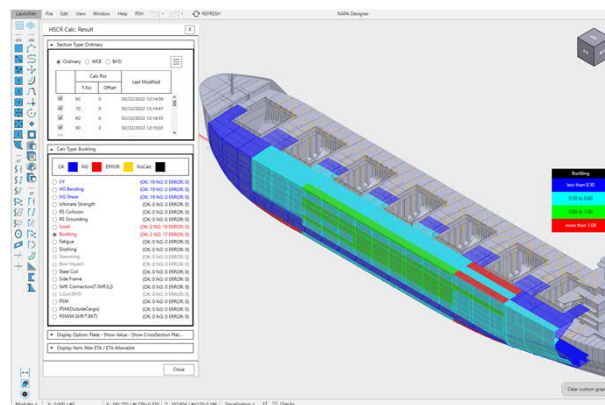
自動レポート

The screenshot shows the NAPA Designer software interface with a data table. The table has columns for various parameters and values, with some cells highlighted in green and red. The table content is as follows:

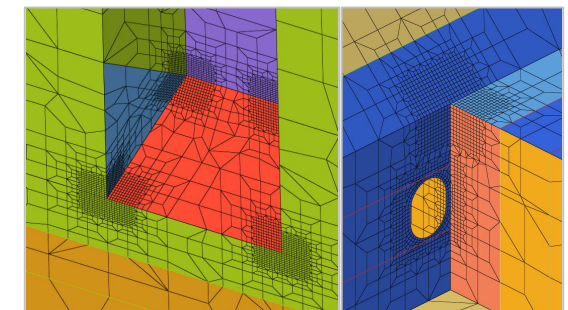
Item	Value	Unit	Value	Unit	Value	Unit	Value	Unit	Value	Unit
11	11	mm	11	mm	11	mm	11	mm	11	mm
12	12	mm	12	mm	12	mm	12	mm	12	mm
13	13	mm	13	mm	13	mm	13	mm	13	mm
14	14	mm	14	mm	14	mm	14	mm	14	mm
15	15	mm	15	mm	15	mm	15	mm	15	mm
16	16	mm	16	mm	16	mm	16	mm	16	mm
17	17	mm	17	mm	17	mm	17	mm	17	mm
18	18	mm	18	mm	18	mm	18	mm	18	mm
19	19	mm	19	mm	19	mm	19	mm	19	mm
20	20	mm	20	mm	20	mm	20	mm	20	mm
21	21	mm	21	mm	21	mm	21	mm	21	mm
22	22	mm	22	mm	22	mm	22	mm	22	mm
23	23	mm	23	mm	23	mm	23	mm	23	mm
24	24	mm	24	mm	24	mm	24	mm	24	mm
25	25	mm	25	mm	25	mm	25	mm	25	mm
26	26	mm	26	mm	26	mm	26	mm	26	mm
27	27	mm	27	mm	27	mm	27	mm	27	mm
28	28	mm	28	mm	28	mm	28	mm	28	mm
29	29	mm	29	mm	29	mm	29	mm	29	mm
30	30	mm	30	mm	30	mm	30	mm	30	mm



感度解析



NAPA Designer上での計算実行
寸法変更情報のNAPAモデルとの同期






詳細メッシュの自動分割

- ✓ 新C編専用特設サイトの開設
- ✓ 専用問い合わせメールアドレス (part_c_inquiry@classnk.or.jp)
- ✓ FAQの掲載(予定)

The screenshot shows the ClassNK website interface. At the top, there is a navigation bar with the ClassNK logo and the tagline "CHARTING THE FUTURE". The main navigation menu includes "ホーム", "NKについて", "業務サービス", "認証サービス", "情報サービス", and "研究開発". The "業務サービス" menu is expanded, showing "鋼船規則C編全面改正 特設サイト" as a highlighted option. Below the navigation, the page title is "鋼船規則C編全面改正 特設サイト". The main content area contains a paragraph explaining the introduction of the new Part C code, followed by a diagram titled "規則全般に 'Design by Analysis' の思想を取り入れ、刷新した章構成に、新たな評価技術に基づく要件を配置". The diagram shows a flow from "適用、区画配置" (1章 運用, 2章 一般配置要件) and "構造に関する共通要件" (3章 構造設計の原則, 12章 溶接) to "4章 荷重", which then branches into "縦強度" (5章 縦強度), "局部強度" (6章 局部強度), and "主要支持構造(横)強度" (7章 主要支持構造). To the right of the diagram, there are three images: a ship at sea, a 3D model of a ship's hull, and a stress analysis plot.

鋼船規則等の改正概要 (船体及び材料関連)

1. 鋼船規則C編全面改正 
2. 今後の規則改正予定(船体及び材料関連) 
3. IACS Hull Panelの動向 



2. 今後の規則改正予定 (船体及び材料関連)

➤ C編全面改正に伴うCS編及び関連規則の見直し

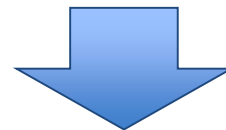


CS編 小型船舶の船体構造及び船体艙装

- 船の長さが90m未満の船舶に適用
- C編の要件をベースに小型船舶に合うよう規定されており、C編の要件を直接参照している規定もある。

その他のNK規則

- C編の要件を参照している規定について、全面改正に伴う調整は未実施



C編全面改正に伴う見直しが必要




➤ C編全面改正に伴うCS編及び関連規則の見直し

見直しの方針

- ✓ CS編については、現行の構成、規定を踏襲し、大幅な見直しは行わない。
 - 参照番号の修正
 - 改正前C編の規定を移設
- ✓ CS編だけでなく、その他規則についても、C編を参照している箇所の見直しを実施
- ✓ 新C編の施行日(2023年7月1日)に間に合うよう規則改正手続きを完了予定

- ◆ 従来通り、C編の構造強度要件を適用している90m以上の船舶については新C編を適用、90m未満の船舶についてはCS編を適用する。
- ◆ 構造強度要件について、CS編を適用する船舶については、本改正に伴う実質的な影響はない。
- ◆ 艤装関連の要件等、構造要件以外の要件については、船の長さに関わらず、本改正に伴う実質的な影響はない。

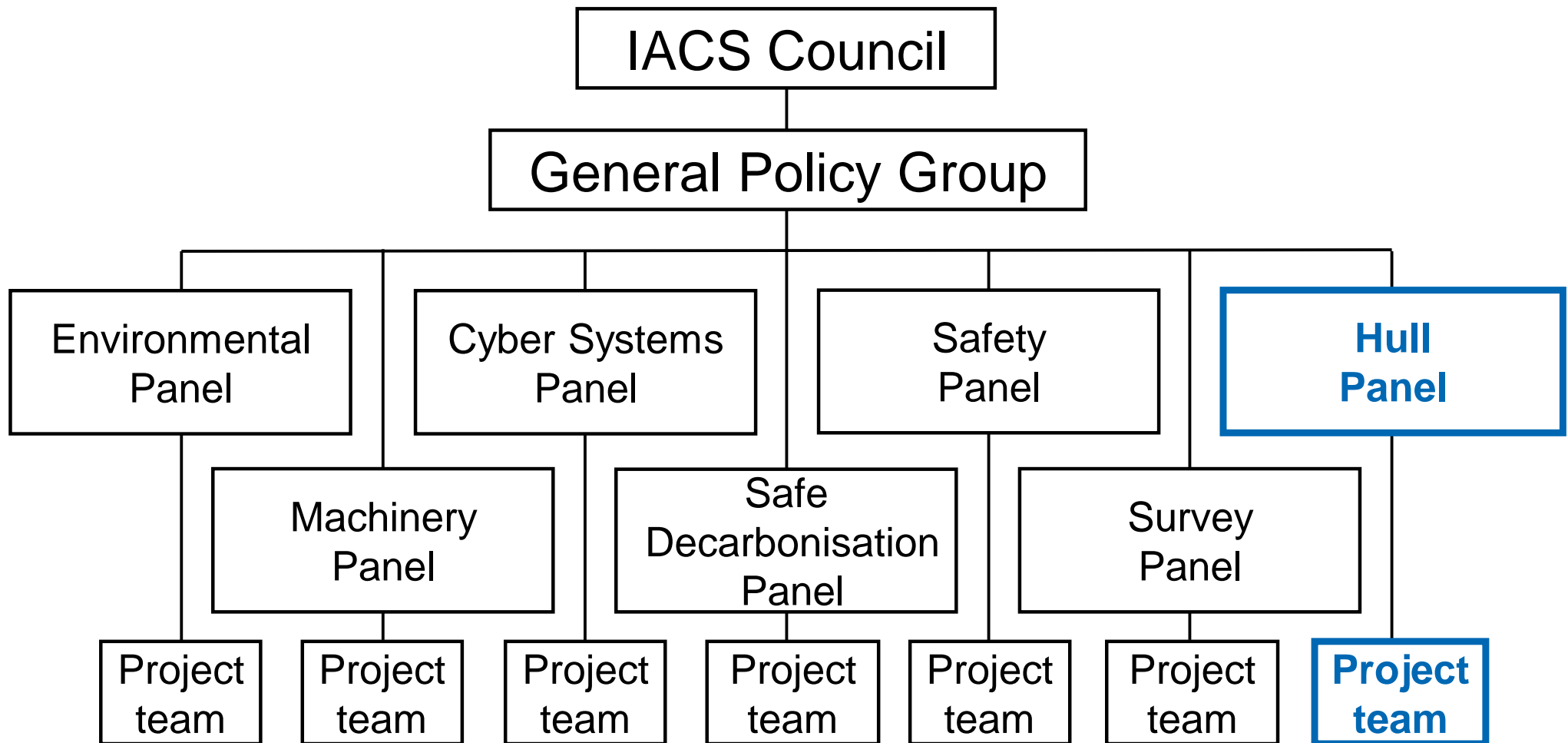
鋼船規則等の改正概要 (船体及び材料関連)

1. 鋼船規則C編全面改正 
2. 今後の規則改正予定(船体及び材料関連) 
3. IACS Hull Panelの動向 



IACS 各Panelの動向

Hull Panel



設置目的: 船体強度, 艀装関連の
統一規則及び統一解釈の制定改廃

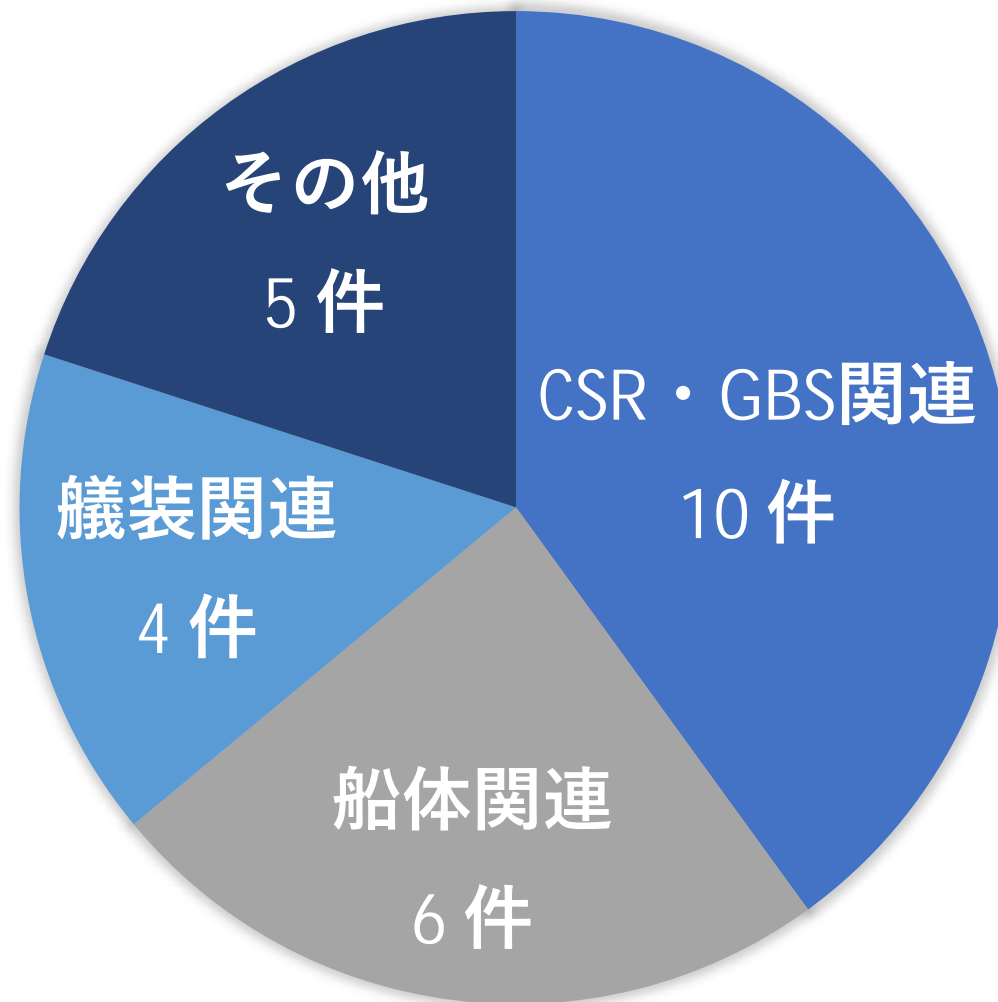
議長: DNV (2020年1月～)

審議方法: 会議 (2回/年) 及びコレポン

審議中の案件数: 25件

最新会議: 2022年第2回会議 (2022年9月)
2023年第1回会議 (2023年3月予定)

10月末時点で、25の案件について審議中

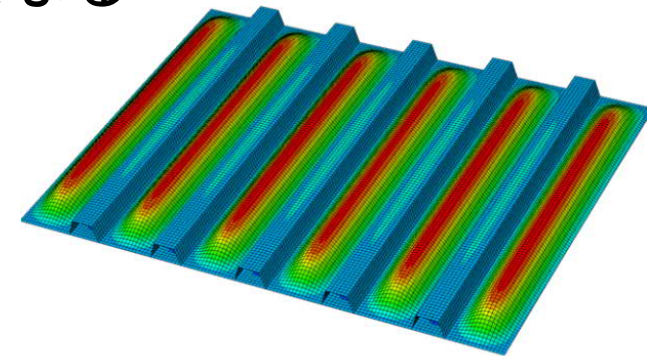


➤ 背景

- IACSの統一規則及びCSR間で、座屈強度に関する要件(座屈評価手法)が異なる

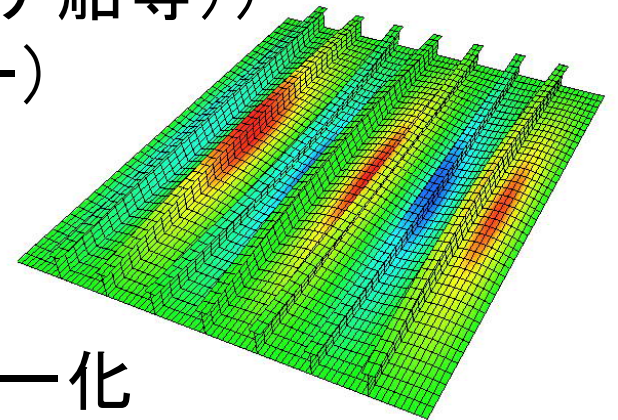
➤ IACSの座屈要件

- UR S11(縦曲げ)
- UR S11A(コンテナ船の縦曲げ)
- UR S21(CSR船以外のバルクのハッチカバー)
- UR S21A(バルク以外のハッチカバー(コンテナ船等))
- CSR-B&T(CSR船の縦曲げ及びハッチカバー)



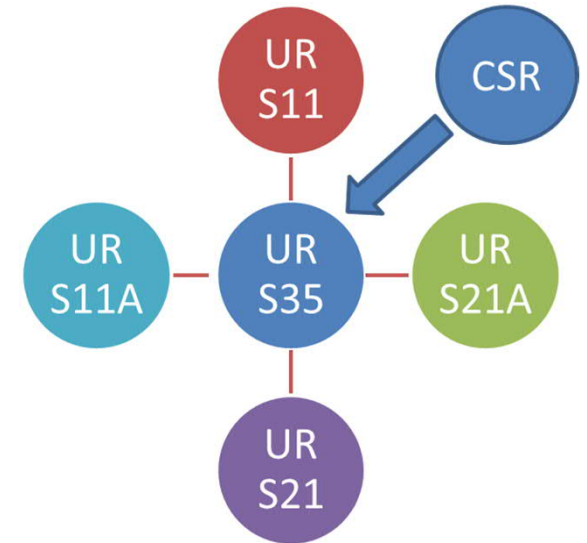
➤ 目的

- IACSにおける座屈要件(座屈評価手法)の統一化
- 座屈要件の精度及び適用性の向上



➤ 統一作業の方針

- CSRの座屈評価手法を採用
- 船種や評価部材に依存しない座屈強度評価に関する一般的な統一規則を新規策定 (UR S35)
- 荷重条件, 腐食予備厚, 安全係数等については, 各URに定義し, UR S35の評価手法に基づき強度評価を行う



➤ 現在の進捗状況

- UR S35, S21, S21Aの制定案/改正案の最終化中
- UR S11, S11Aについては, 影響評価を実施し, 十分に検討した上で, 最終化する予定

船体及び材料関連改正規則の解説

ご清聴ありがとうございました

