



HyperWorks版NK鋼船規則 C編対応座屈強度 チェックプログラム開発

ClassNK業界要望による
共同研究 最終報告書
2014年3月31日



Contents

1. 背景と目的
2. 共同研究の概要
3. プログラムの概要
4. 検証結果
5. 開発の効果
6. まとめ

- HyperWorks版NK鋼船規則C編対応座屈強度チェックプログラム開発

1. 背景と目的

背景と目的

座屈強度評価プログラムの現状

PrimeShip-HULL(DSA)

現行CSR適用船

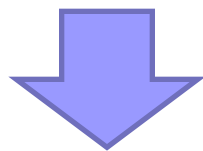
調和CSR適用船

ガイドライン適用船

各社が独自開発したプログラム

C編適用船

統一された座屈強度評価
プログラムがない



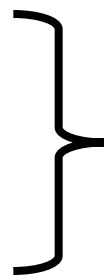
- ・C編座屈強度評価プログラムの開発が必要
- ・プラットフォームとして、HyperWorksを採用

背景と目的

■ HyperWorksを採用するメリット

□ 優れたソフトウェア

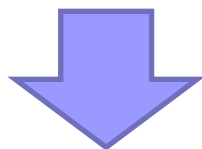
- 計算処理速度
- 画像処理速度
- モデリング能力



大規模モデル
にも適用可能

□ 調和CSR版ソフトとしてHyperWorksを採用

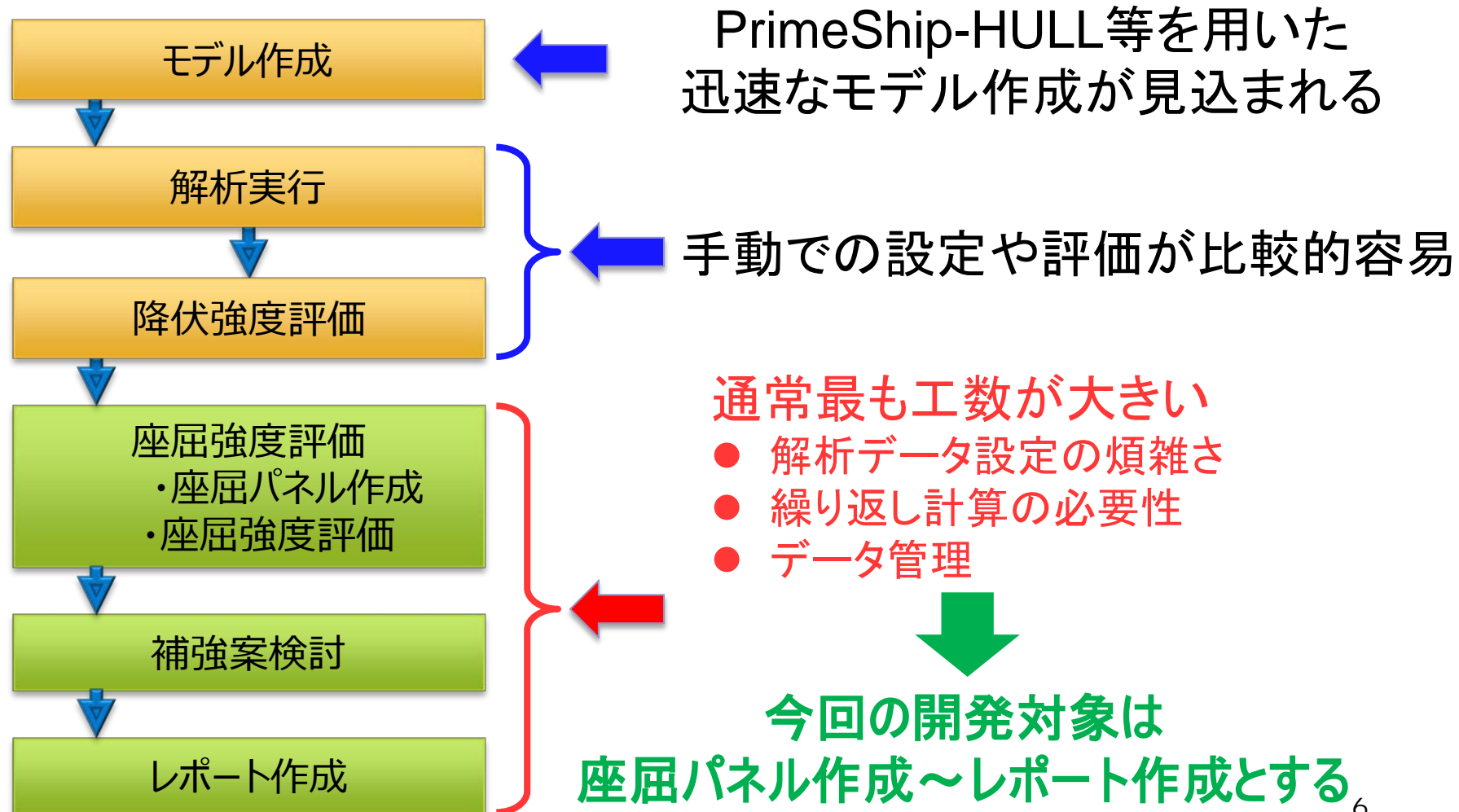
- プログラム習熟にかかる時間を大幅に削減
- GUIを流用することで開発工数の削減が可能



C編版座屈プログラムのプラットフォームとして最適

背景と目的

通常解析手順



- 
- HyperWorks版NK鋼船規則C編対応座屈強度チェックプログラム開発

2. 共同研究の概要

共同研究の概要

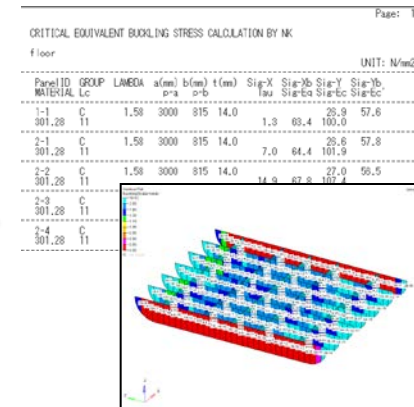
■ 研究参画社

- 株式会社新来島どつく(幹事社)
- アルテアエンジニアリング株式会社
- 一般財団法人 日本海事協会

■ 開発期間

- 2013年4月1日～2014年3月31日 (1ヵ年)

■ レポート作成機能



レポート作成

共同研究の概要

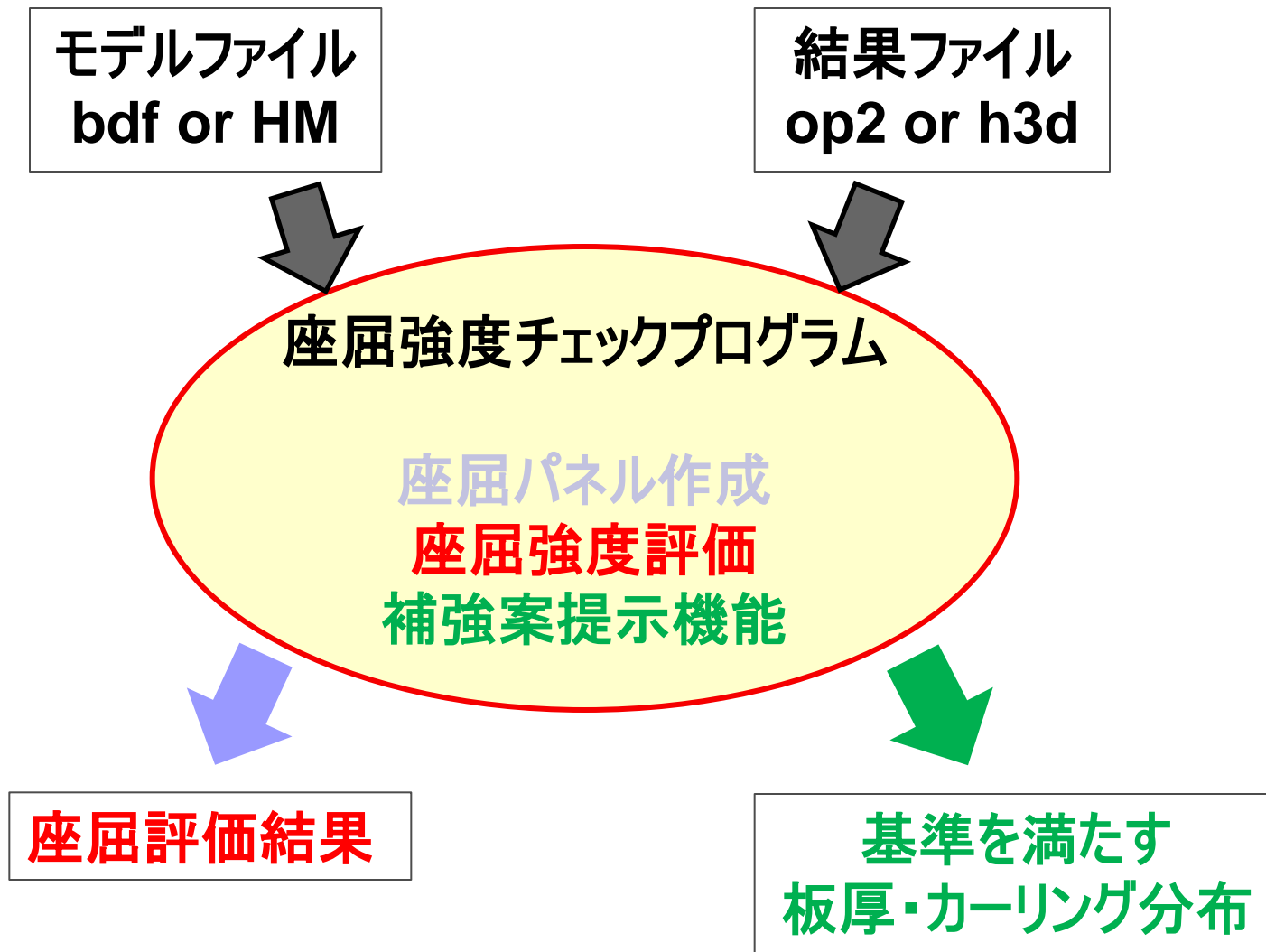
■ 本研究のミーティングを全6回実施

名称	日時	場所	参加社
第1回会合	2013.3.15	NK本部	新来島どつく、アルテア、NK
第2回会合	2013.5.28	新来島どつく	新来島どつく、アルテア、NK
第3回会合	2013.8.20	NK本部	新来島どつく、アルテア、NK
第4回会合	2013.11.1	新来島どつく	新来島どつく、アルテア、NK
第5回会合	2014.2.7	アルテア	新来島どつく、アルテア、NK
第6回会合	2014.3.28	NK本部	新来島どつく、アルテア、NK

- HyperWorks版NK鋼船規則C編対応座屈強度チェックプログラム開発

3. プログラムの概要

プログラム全体図



座屈パネル自動作成機能

Buckling panel

☐ filter

ID	SubID	Member	Frame	A	B	PanelType
9	59	Flr	1	1971.05	653.48	UP
9	60	Flr	7	1971.05	653.48	UP
9	61	Flr	1	2527.03	800.36	UP
9	62	Flr	7	2527.03	800.36	UP
9	63	Flr	1	2873.1	830.36	UP
9	64	Flr	7	2873.1	830.36	UP
9	65	Flr	1	2873.1	830.42	OPENING
9	66	Flr	7	2873.1	830.42	OPENING
9	67	Flr	1	3000.0	835.0	OPENING
9	68	Flr	7	3000.0	835.0	OPENING
1	1	btmgirder	4	3240		
2	1	btmgirder	4	3240		
3	1	btmgirder	2	3240		
4	1	btmgirder	6	3240		

display mode create renumber

☒ auto divided

panel type **UP**

setting evaluation group

member	eval group	allow	eval direction	long
btmgirder	auto	1.15	auto	yes
Floor	auto	1.15	auto	no
innerbtm	auto	1.15	auto	yes
longiBHD	auto	1.15	auto	no
upperdeck	auto	1.15	auto	no

eval group

☒ auto

☐ auto+groupA

☐ select

☐ group A

☐ group B_x

☐ group B_y

☐ group C_x

☐ group C_y

member **innerbtm**

allow value **1.15**

longi member ☒ yes ☐ no

eval dire

☒ auto

☐ select

x:

y:

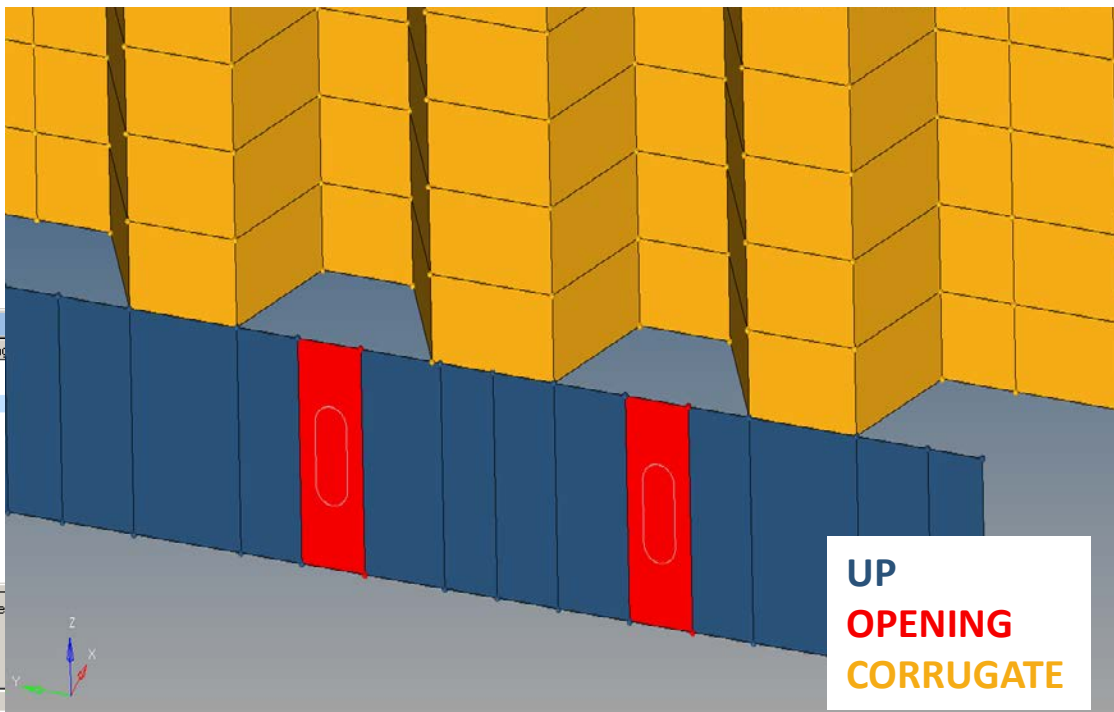
z:

Apply

Ms(kN m) Iy(m^4) zc(m)

Ka(corrugate):

☒ accept ☐ cancel



C編座屈評価に関する項目を
パネルグループごとに設定

 Evaluation

result filename

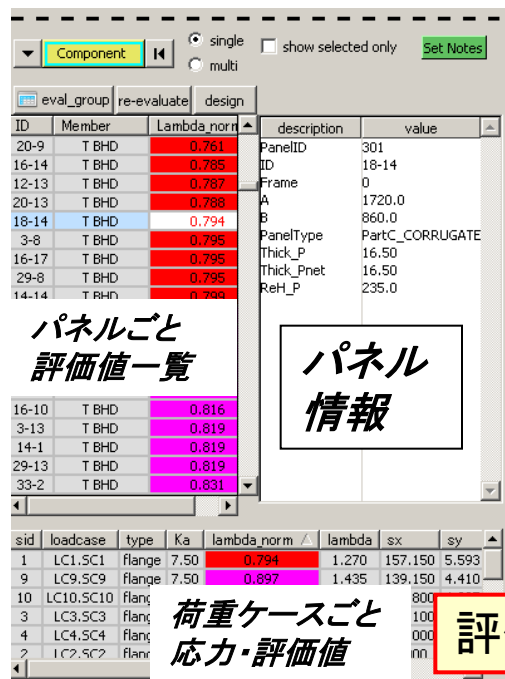
 eval group

 reflect

 evaluation

 show

座屈強度評価 プログラム



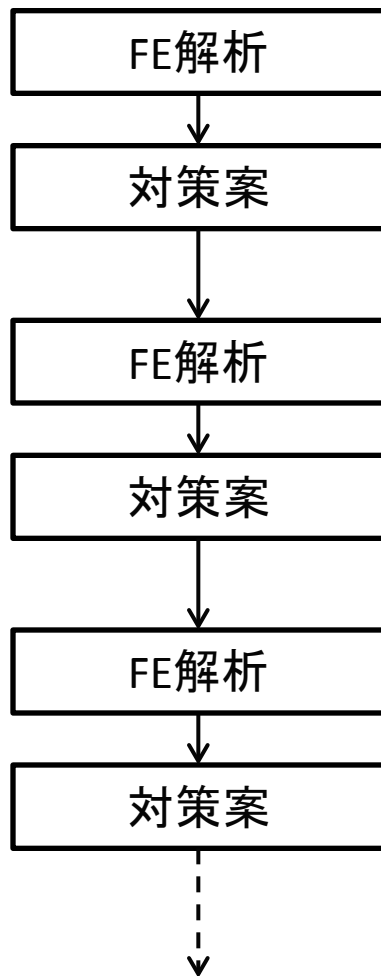
評価値が厳しい箇所をテーブル及びモデル上で確認可能

補強案提示機能 -コンセプト

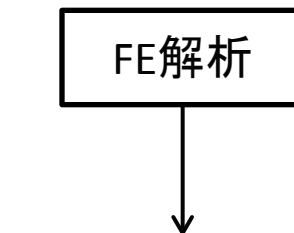
従来手法

ノウハウで
補強案検討

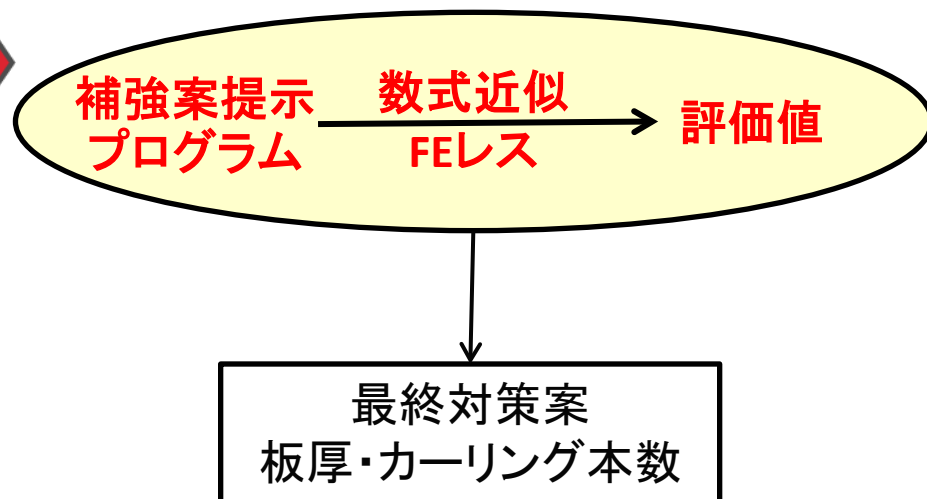
修正の度
FE解析



補強案提示機能

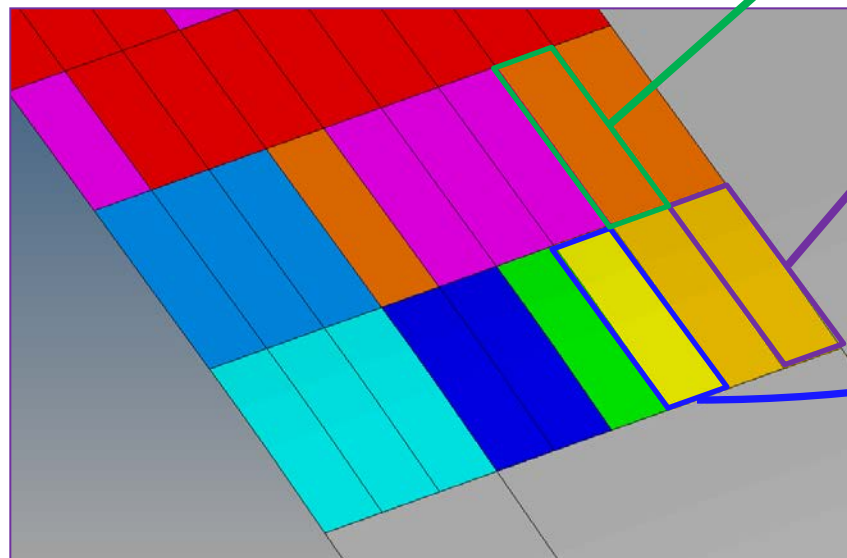
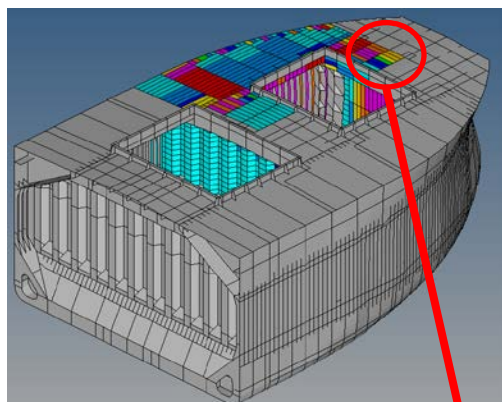


補強案提示機能



補強案提示機能 -パネル単位の補強

パネルごとに、許容値を満足するための
必要な板厚(増厚値)をカーリング本数ごとに計算



カーリング3本での増厚
カーリング1本での増厚
カーリング1本での増厚
カーリング0本での増厚

net	design	n=0	n=1	n=2	n=3
10	5.00(0)	+2.50	+2.00	+1.00	+0.00
10	5.00(0)	+2.50	+2.00	+1.00	+0.00
10	5.00(0)	+2.00	+1.50	+1.00	+0.50
10	5.00(0)	+2.00	+1.00	+0.50	+0.00
20	10.00(0)	+4.00	+0.50	+0.00	+0.00
20	10.00(0)	+4.00	+0.50	+0.00	+0.00
10	5.00(0)	+2.00	+1.50	+0.50	+0.00
20	10.00(0)	+4.50	+4.50	+4.50	+4.50
20	10.00(0)	+2.50	+1.00	+0.00	+0.00
30	15.50(0)	+9.50	---	---	---
30	15.50(0)	+9.50	---	---	---
30	15.50(0)	+9.50	---	---	---
30	15.50(0)	+9.50	---	---	---

補強案提示機能 - 板割単位の補強

前ページの補強方法に加えて、ユーザが指定した範囲の複数のパネルに対し、一括で自動的に補強案を決定するため、以下の3つの手法を用意

手法1

ユーザが板厚指定
↓
評価値OKとなるよう
カーリング本数決定

手法2

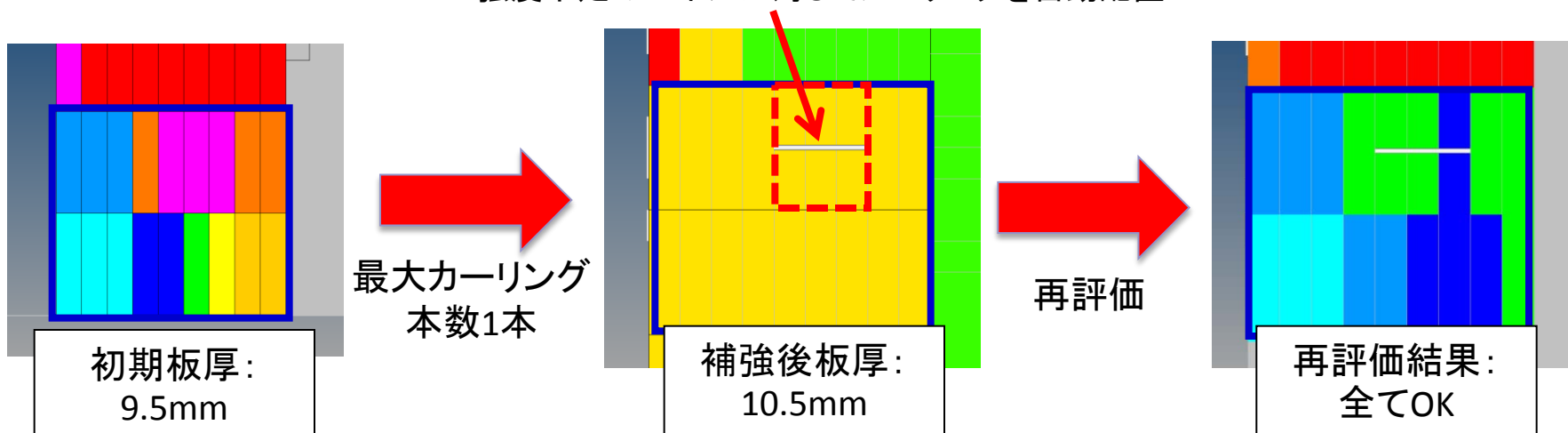
ユーザが最大カーリン
グ本数指定
↓
その本数で評価値OK
となる板厚を決定

手法3

板厚・カーリング本数
を変数とする目的関数
を最小化
↓
コスト最小化

例: 手法2を用いた場合

強度不足のパネルに対してカーリングを自動配置

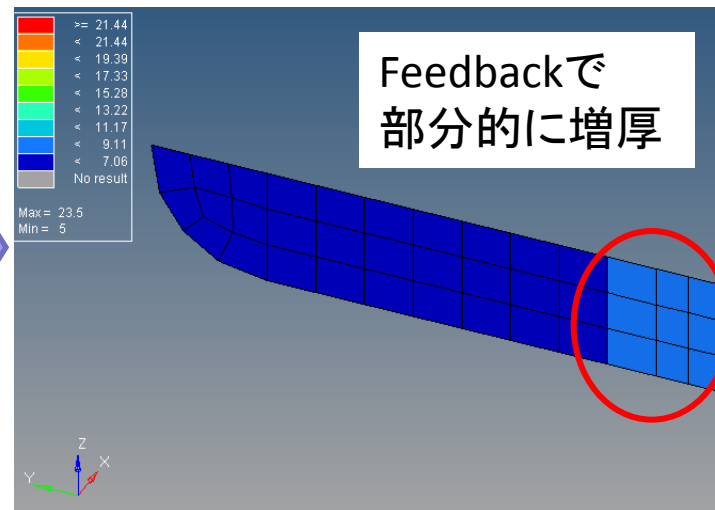
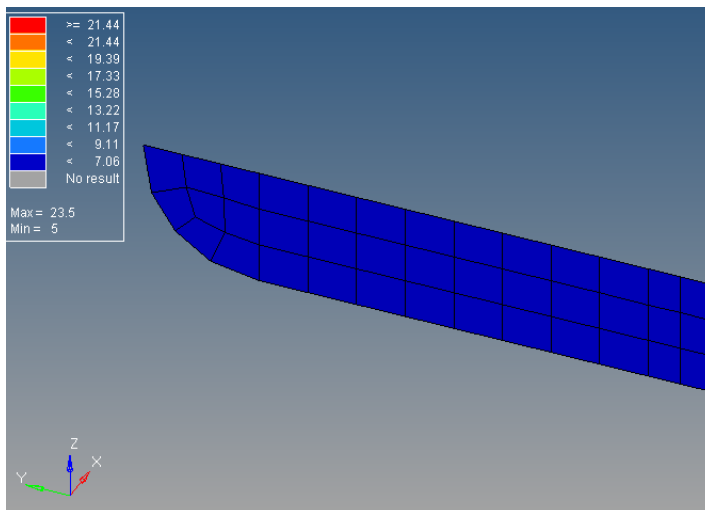
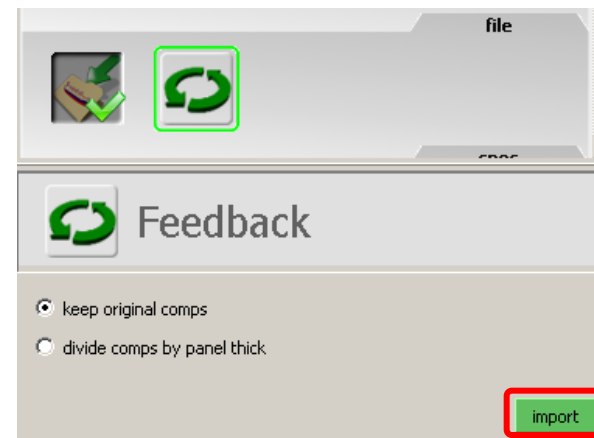


補強案提示機能 - 補強結果のフィードバック

補強案提示機能内で得られる評価値はあくまでも推定値
→最終的には、対策案をHyperMeshにフィードバックし、
FE計算及び座屈評価値を再度行って確認

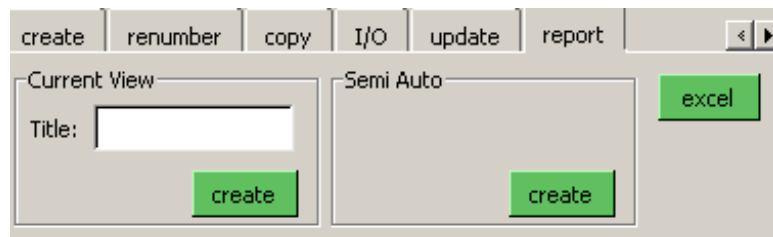
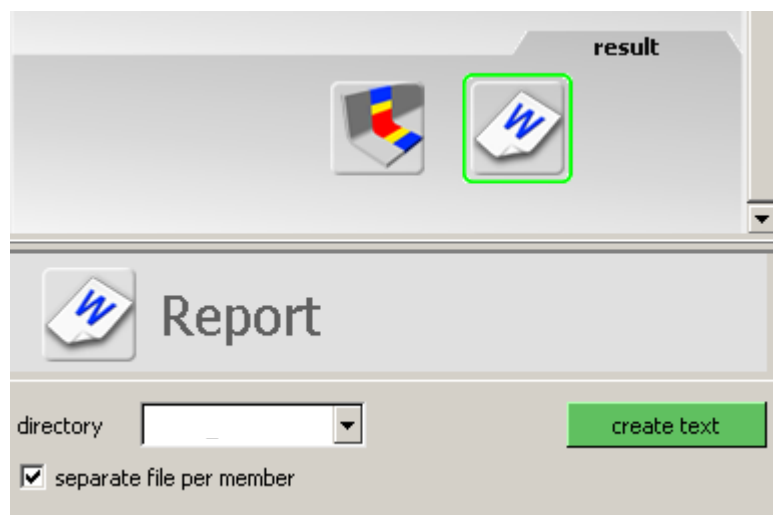
lambda_norm ▲	ini_net	design	n=0	n=1	n=2	n=3
1.001	10.00	16.00(3)	+9.50	+7.50	+7.00	+6.00
1.002	10.00	14.50(2)	+5.00	+5.00	+4.50	+4.50
2.054	10.00	17.00(1)	+3.00	+0.50	+0.00	+0.00
1.027	10.00	11.50(0)	+1.50	---	---	---
1.010	12.00					
1.010	12.00					
1.336	10.00					
1.200	10.00					
1.058	10.00					
1.139	10.00	10.00(1)	+1.00	+0.00	+0.00	+0.00

edit "design" for selected panels
reset to "ini_net" for selected panels
restore "design" from yaml file
export "design" to yaml file



Feedbackで
部分的に増厚

レポート作成機能



envelope結果のテキスト出力
及び画像出力



画像はまとめてexcelに貼り付け

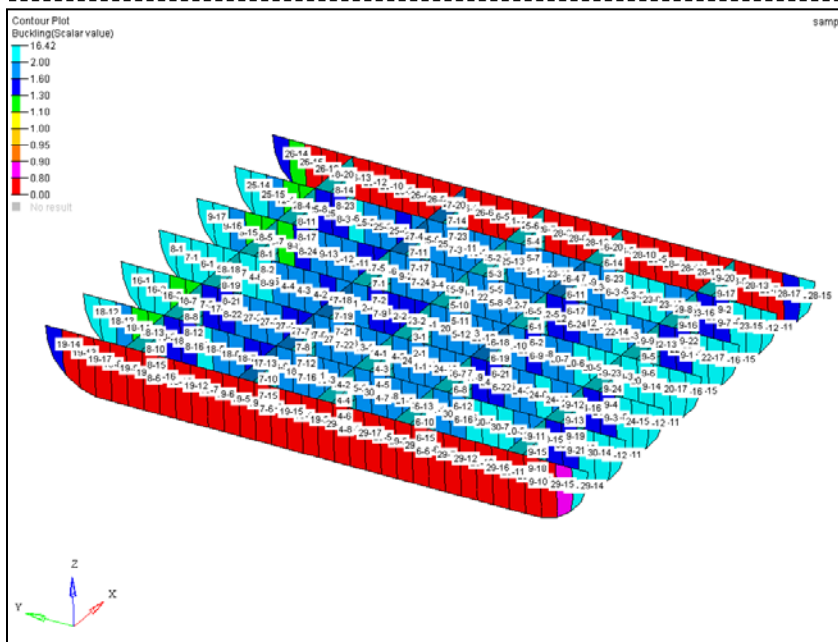
Page: 1

CRITICAL EQUIVALENT BUCKLING STRESS CALCULATION BY NK

floor

UNIT: N/mm2

Panel ID MATERIAL	GROUP Lc	LAMBDA	a(mm) p-a	b(mm) p-b	t(mm)	Sig-X Tau	Sig-Xb Sig-Eq	Sig-Y Sig-Ec	Sig-Yb Sig-Ec'
1-1 301.28	C 11	1.58	3000	815	14.0	1.3	63.4	26.9 100.0	57.6
2-1 301.28	C 11	1.58	3000	815	14.0	7.0	64.4	26.6 101.9	57.8
2-2 301.28	C 11	1.58	3000	815	14.0	14.9	67.8	27.0 107.4	56.5
2-3 301.28	C 11	1.59	3000	815	14.0	22.8	73.2	27.5 116.4	54.7
2-4 301.28	C 11	1.61	3000	815	14.0	31.4	80.6	28.6 129.6	50.7



- HyperWorks版NK鋼船規則C編対応座屈強度チェックプログラム開発

4. 検証結果

プログラム検証

2013年4月～2014年3月末
新来島どっくにて実施

検証内容

- ・既存(PATRAM版)の解と比較
- ・動作検証
- ・変更改善要望提出

検証に用いた船種

異なる5つの船種で検証を実施

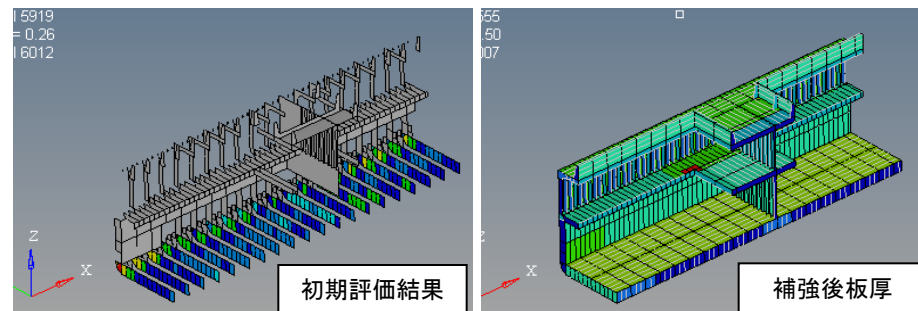
プログラム検証

～既存(PATRAN版)の解と結果比較～

～動作確認～

23,000DWT貨物船の検証例

panelId	sid	A	B	thick	material	sx	sxb	sy	syb	tau	sizeq	sizec	lambda	lambda
1	8	3240	815	19	MS	7	0	14	1		12	9	7.4	7.4
2	17	3240	815	19	MS	7	0	14	0		12	9	7.6	7.6
3	17	3240	815	19	MS	6	0	13	0		12	9	8.0	8.0
4	17	3240	815	19	MS	6	0	12	0		10	9	9.0	9.0
5	17	3240	815	19	MS	7	0	9	0		8	9	11.3	11.2
6	17	3240	835	19	MS	7	0	8	0		8	9	11.6	11.6
7	17	3240	835	17	MS	6	0	11	0		10	7	7.3	7.3
8	17	3240	835	17	MS	6	0	12	0		10	7	6.7	6.7
9	17	3240	835	17	MS	7	0	13	0		12	7	6.1	6.1
10	17	3240	835	17	MS	7	0	13	0		12	7	5.9	5.9
11	13	3240	835	17	MS	6	0	15	0		13	7	5.5	5.5
12	13	3240	835	17	MS	7	0	15	0		13	7	5.3	5.3
13	8	3240	815	19	MS	6	0	11	1		10	9	8.8	8.8
14	17	3240	815	19	MS	5	0	12	1		11	9	8.6	8.6
15	17	3240	815	19	MS	5	0	11	1		10	9	9.0	9.0
16	17	3240	815	19	MS	5	0	10	1		9	9	10.2	10.2
17	17	3240	815	19	MS	4	0	7	1		7	9	12.8	12.8
18	17	3240	835	19	MS	4	0	7	1		7	9	12.6	12.6
19	17	3240	835	17	MS	5	0	10	0		9	7	7.8	7.8
20	17	3240	835	17	MS	5	0	12	0		11	7	6.7	6.7
21	17	3240	835	17	MS	5	0	13	0		12	7	6.1	6.1
22	13	3240	835	17	MS	4	0	14	0		13	7	5.7	5.7
23	13	3240	835	17	MS	5	0	15	0		14	7	5.3	5.3
24	13	3240	835	17	MS	5	0	15	0		14	7	5.4	5.4
25	8	3240	815	19	MS	7	0	14	1		12	9	7.5	7.5
26	17	3240	815	19	MS	6	0	14	0		12	9	7.7	7.7
27	17	3240	815	19	MS	6	0	13	0		11	9	8.1	8.1
28	17	3240	815	19	MS	6	0	11	0		10	9	9.2	9.2



船種毎の固有構造や、意図していない操作に対する不具合を無くすため、複数の船種、人員で検証した

PATRAN版

HyperWorks版

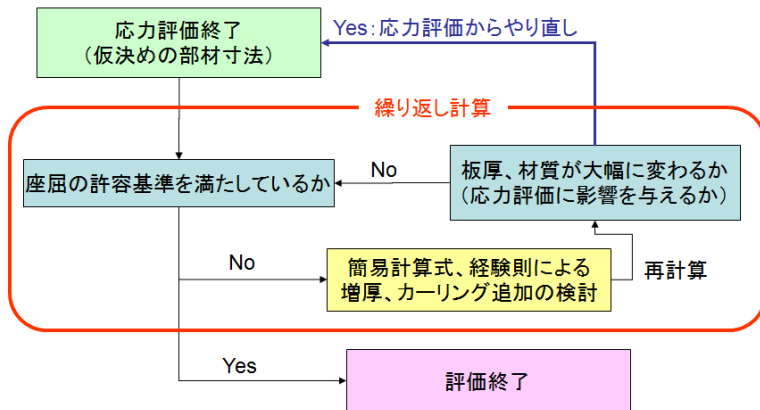
主に23,000DWT一般貨物船にて比較を行い、解にほぼ差がないことが確認された

- HyperWorks版NK鋼船規則C編対応座屈強度チェックプログラム開発

5. 開発の効果

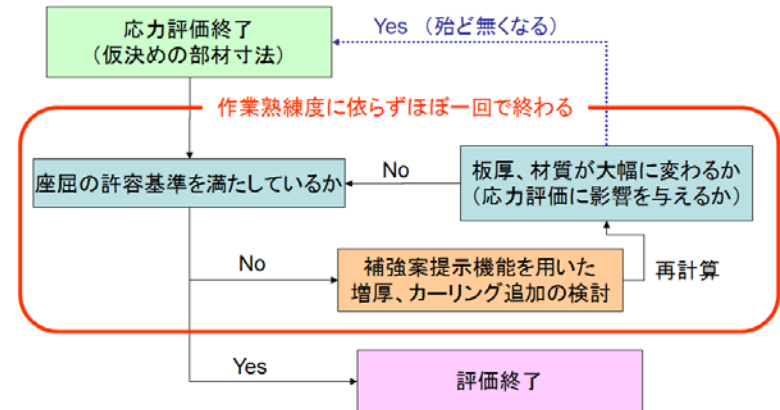
本プログラムの効果

従来の座屈解析の流れ



- ・繰り返し計算の回数に個人差が出る
- ・応力評価からやり直しになる場合、非常に時間がかかる

補強案提示機能を用いた座屈解析の流れ

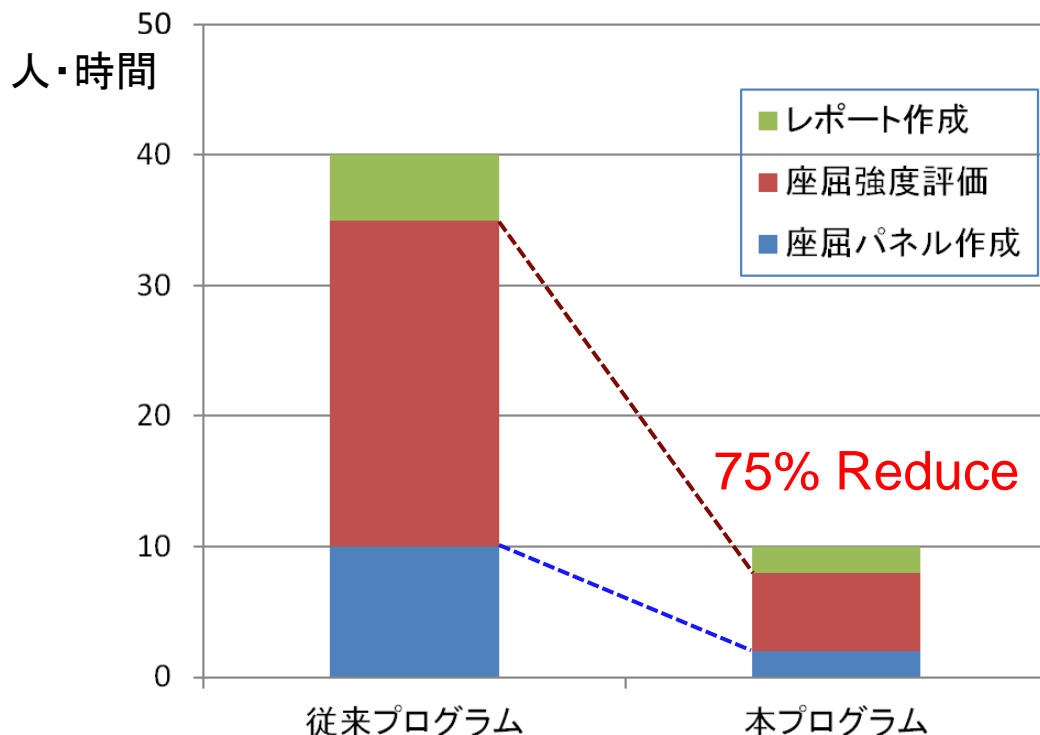


- ・増厚、カーリング追加等の検討が容易になる
- ・初期検討から座屈評価を行うことが可能
↳ 応力評価からやり直すことが殆どない

- ・繰り返し計算の廃止による設計工数の削減
- ・補強案提示機能を用いることで、設計作業の熟練度に依存せず、適切な解を得ることが可能

本プログラムの効果

～23,000DWT 一般貨物船にて座屈評価を行った場合～



※従来プログラム:造船所が
独自で開発したプログラム

従来プログラム

パネル作成: 10h
評価: 25h
計算書作成: 5h
合計: 40h

本プログラム

パネル作成: 2h
評価: 6h
計算書作成: 2h
合計: 10h

・本研究で開発を行った、座屈パネル自動作成機能、補強案提示機能、及びレポート作成機能を用いることで、従来プログラムに比べて作業時間が約1/4になった

- HyperWorks版NK鋼船規則C編対応座屈強度チェックプログラム開発

6. まとめ

まとめ

- 本研究で開発したC編対応座屈評価プログラムの概要を以下に示す
 - プラットフォームとしてHyperWorksを採用
 - 座屈パネル自動作成機能
 - 補強案提示機能
 - レポート自動作成機能
- 本プログラムにより以下の効果が得られることを確認した
 - 調和CSR対応直接計算ソフトと共通のGUIを使用することによる、習熟度の早期向上、及び作業ミスの防止
 - 座屈強度評価における作業工数の削減
 - 設計者の熟練度に依存せず、合理的な補強案の検討が可能



本研究開発は、上記3社との共同研究体制により研究を実施するとともに、日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームにより研究支援を受けて実施いたしました。

FIN