

全船モデルとホールドモデル による構造応答比較 ~DLSAシステムのバルクキャリア への適用例~

2019/11/8 海技研DLSAセミナー2019



サノヤス造船 船殻設計部 構造設計課

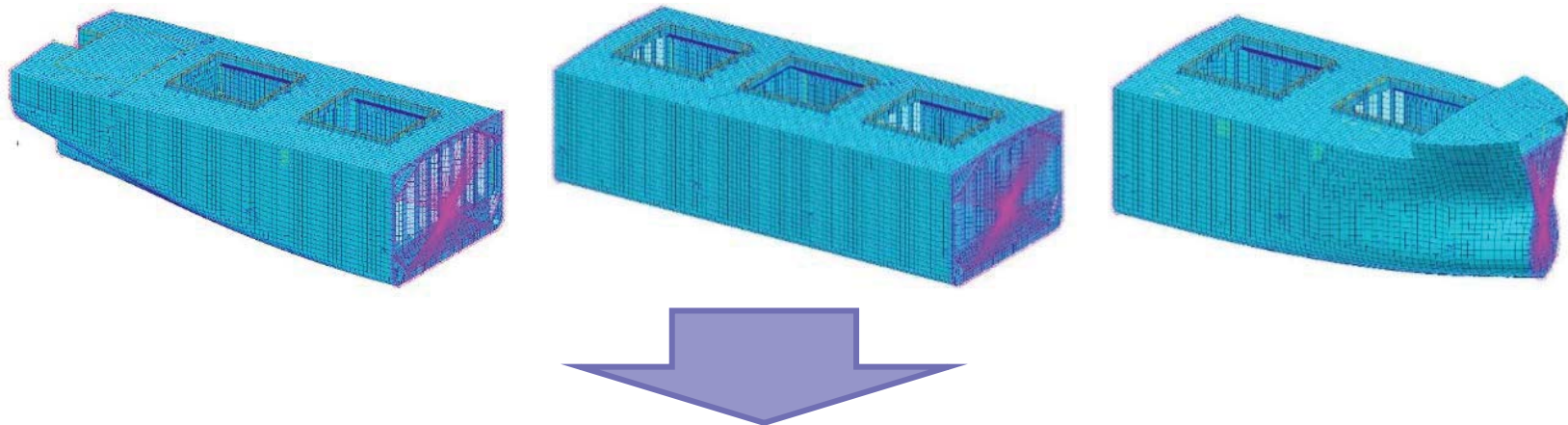
白石哲平

全船モデルとホールドモデルによる 構造応答比較

- 研究の背景
- 解析手法
- 解析結果
 - 応力応答まとめ
 - 横波中におけるホールドモデルの応力応答改善策
- 結論

背景

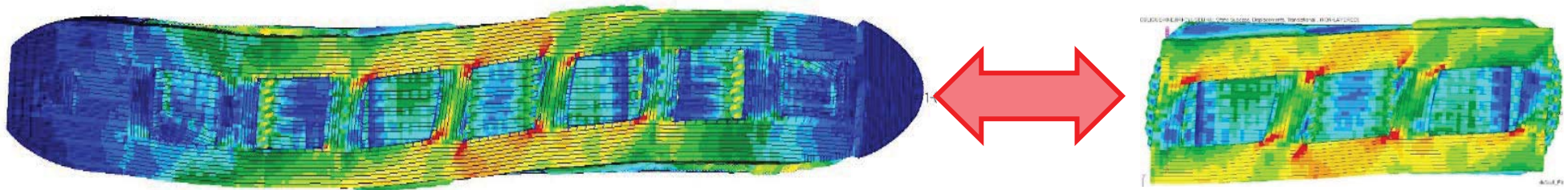
- 昨今の船体構造解析にて、**3ホールドモデル**によるFE解析が要求されている。
- **3ホールドモデル(評価部:中央ホールド)**によるFE解析を採用する**CSR BC&OT** は、従来ルールより新しい特徴を導入
 - 最後端貨物倉から最前端貨物倉までの全貨物倉区域内が対象
 - 斜め波に対応した振りモーメントを導入



- **3ホールドモデル**を用いた構造解析におけるモデルの不確定性を定量的に把握することは重要
- 合理的なモデル化手法により、不確実性を低減する必要あり

背景

- 全船モデル(DLSA)による構造解析を参照解とし、**ホールドモデル**解析の応力応答の不確定性を評価.



- モデル不確定性の程度、現行規則に基づく境界条件の適用性、応力精度改善策を議論

解析手法

- ① 参照解を得るため、全船構造解析(DLSA)を実施
- ② ステップ①の全船モデル解析(DLSA)より、3ホールドモデルの境界断面位置における内力を計算
- ③ 全船解析(DLSA)と同等の荷重、ステップ②による断面力及びCSR BC&OTの境界条件を設定した3ホールドモデルにて解析
- ④ 全船モデル(DLSA)と3ホールドモデルの応力応答を比較

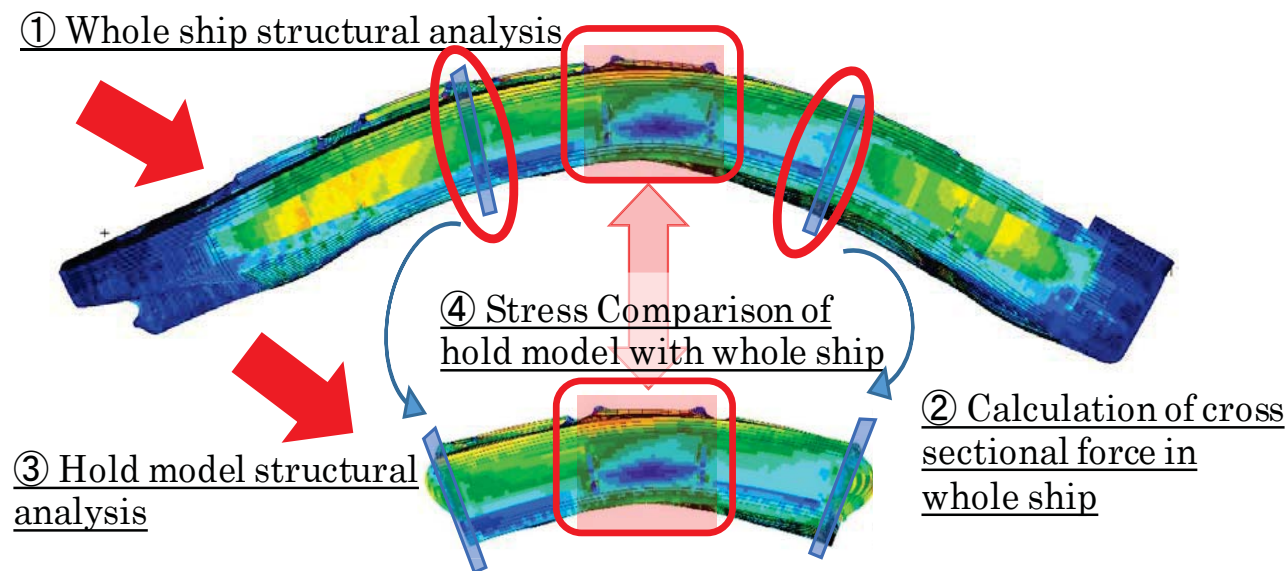


Fig . 評価手順概略図

NMRIW-IIによる波浪応答解析

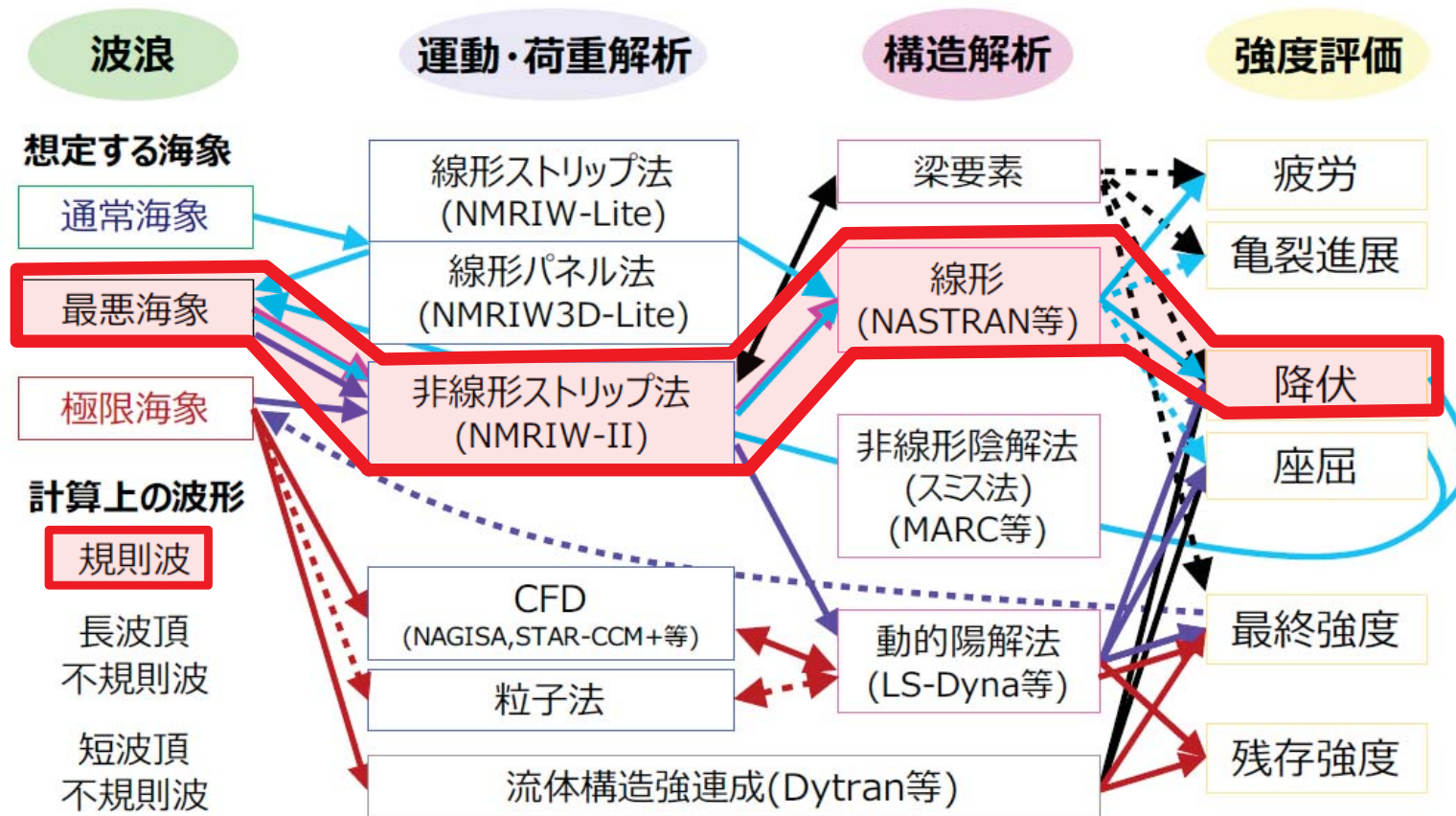


Fig . DLSEAシステム適用範囲

- 海上技術安全研究所によって開発された非線形ストリップ法の考えに基づくプログラムであるNMRIW-II (Nonlinear Motion in Regular & Irregular Wave) を使用した

荷重影響 断面力

- 全船FE解析(DLSA)により、対象とする3ホールドモデルの船首尾端における断面力を計算し、3ホールドモデルに負荷した。
- MSC PATRANの機能の一つであるFreebodyツールを用いて断面力を計算

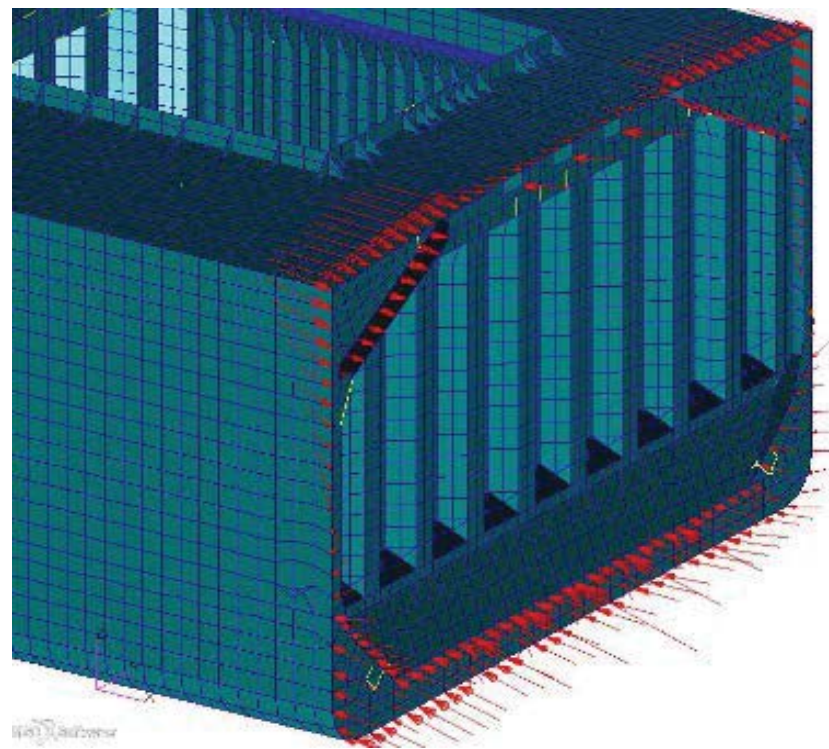


Fig. Example of grid-point force distribution at the boundary cross section of the three-hold model

計算条件

Table. 対象船及び解析条件

船型	パナマックスバルクキャリア
積付条件	隔倉積み
船速	5.0 knots
海象条件	向波 斜め波 横波
対象ホールド	中央ホールド(No.4C.H.) 船首ホールド (No.1C.H.) 船尾ホールド (No.7C.H.)

Table. 海象条件

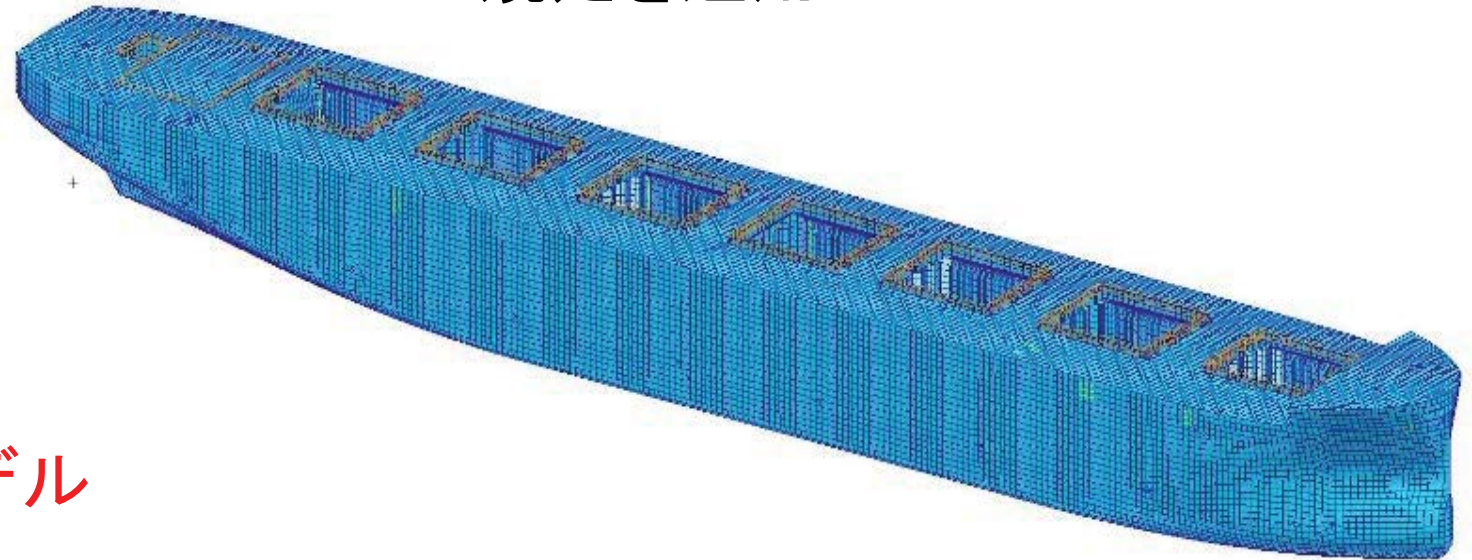
No.	波向き (deg)		波高(m)	波長船長比 (λ/L)	等価設計波 (EDW) CSR BC&OT
1	向波	180	10	1.00	HSM
2	斜め波	60		0.45	OST
3	横波	90		0.36	BSP

計算条件

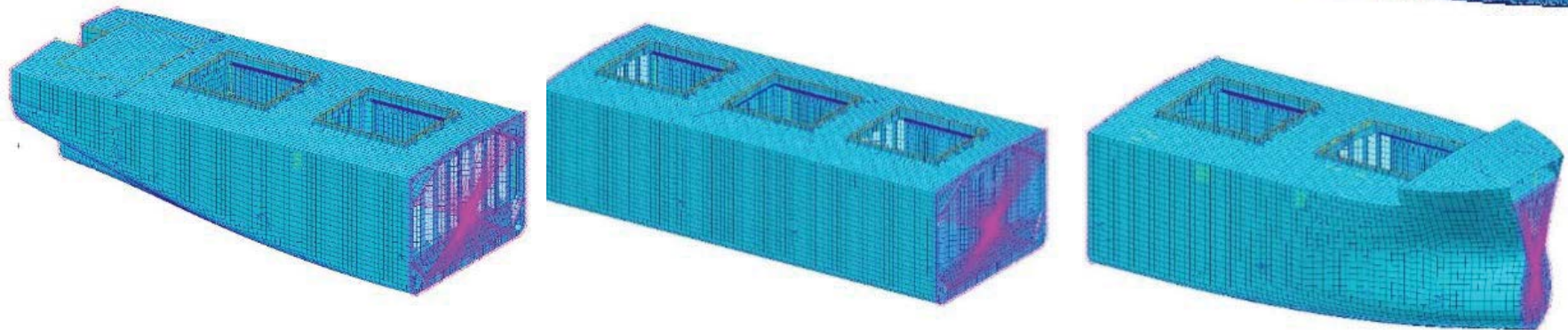
1. メッシュサイズはコースメッシュ
2. 板厚はネット板厚に腐食代半分を考慮

■ FEモデル：CSR BC&OTの規定を適用

① 全船モデル



② ホールドモデル



応力応答の結果

- ◆ 評価要素は上甲板とし、中央ホールドの中央位置およびハッチコーナー周辺の計6要素(A~F)
- ◆ 全船モデルとホールドモデルを比較する指標として、応力値の誤差を示すモデリングエラーを用いる

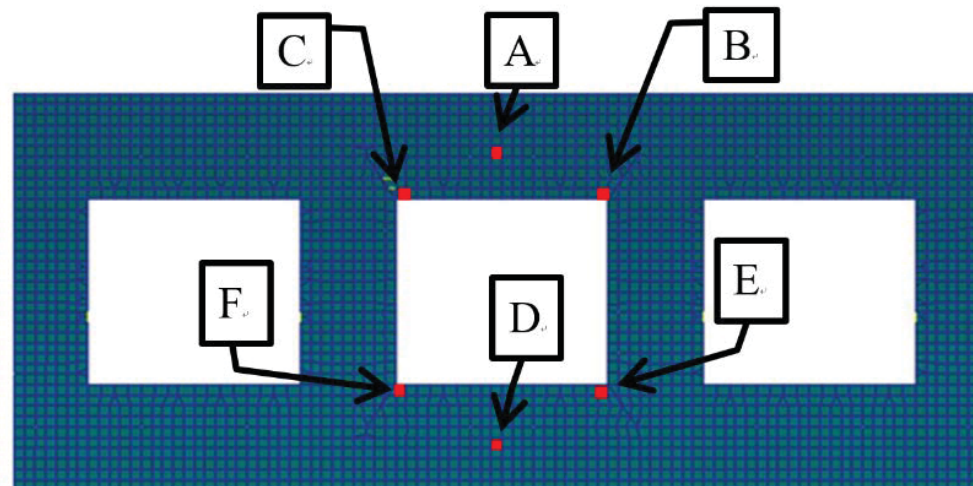


Fig. 上甲板上の評価要素

$$Modelingerror(\%) = \left(\frac{StressValueinHoldModel}{StressValueinWholeShipModel} - 1.0 \right) \times 100$$

応力応答の結果

- 向い波中の中央ホールド(No.4C.H.)における上甲板のモデリングエラー
- モデリングエラーは約4%以内かつマイナス
- **ホールドモデル**の応力の絶対値は、6要素共に**全船モデル**より小さい
- 向い波であっても、ホールド境界断面に剛体結合を採用した**ホールドモデル**は一定の拘束を避けられないことが要因

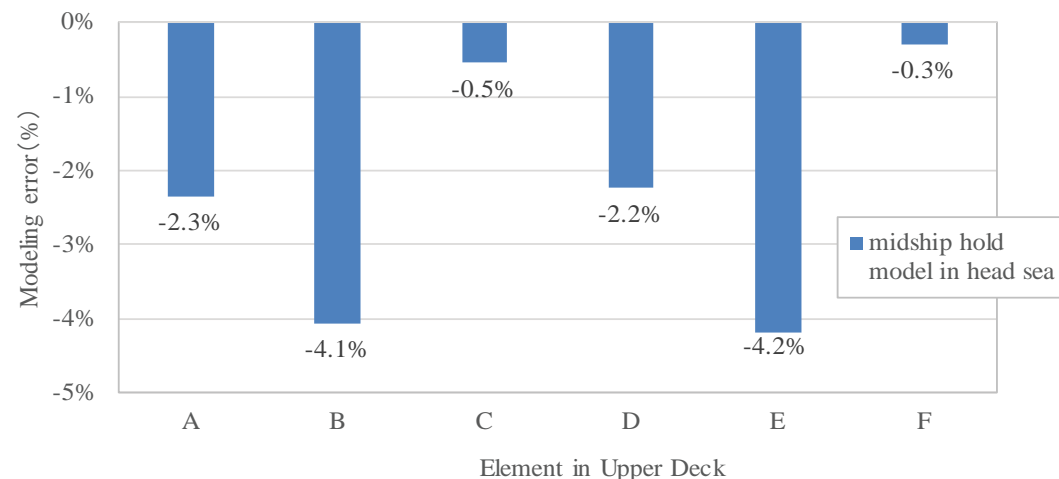
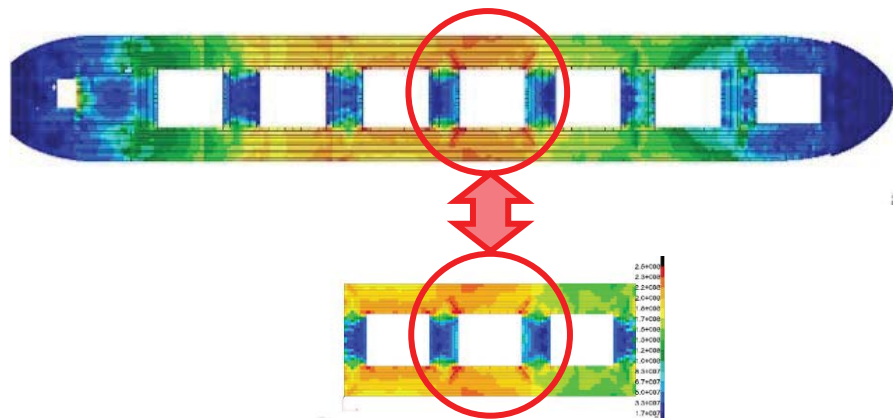


Fig. 向い波中の**全船モデル**および**ホールドモデル**の上甲板におけるミーゼス応力分布

Fig.向い波中の上甲板中央ホールド(No.4C.H.)におけるミーゼス応力のモデリングエラー

応力応答の結果

- 上甲板6要素のモデリングエラー平均値を誤差ノルムにて定義
- 条件別(ホールド範囲、海象条件)の誤差ノルム

Table 上甲板ミーゼス応力の誤差ノルムまとめ

海象条件	ホールド		
	船尾ホールド	中央ホールド	船首ホールド
	No.7C.H.	No.4C.H.	No.1C.H.
向い波	1.7%	2.3%	5.7%
斜め波	3.0%	2.4%	2.2%
横波	88%	48%	60%

- 誤差ノルムで示される**ホールドモデル**の不確定性の程度は、向い波及び斜め波にて約5%以内で小さい。
- CSR BC&OTで規定される境界条件は**横波**を除いて合理的である

横波中におけるホールドモデルの境界条件の改善

- 重心高さ及び外圧の船長方向分布より、横波中에서도振りモーメントが発生する
- **CSR BC&OT**は、斜め波の場合を除いて**ホールドモデル**中央ホールドの中央位置における**振りモーメントを0**に調整する

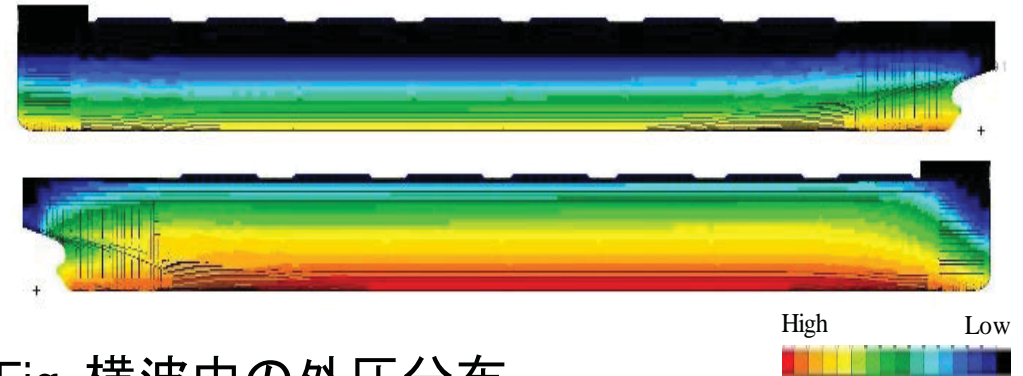


Fig. 横波中の外圧分布
(上図:左舷、下図:右舷, $H_w = 10\text{m}$, $\lambda // L = 0.36$)

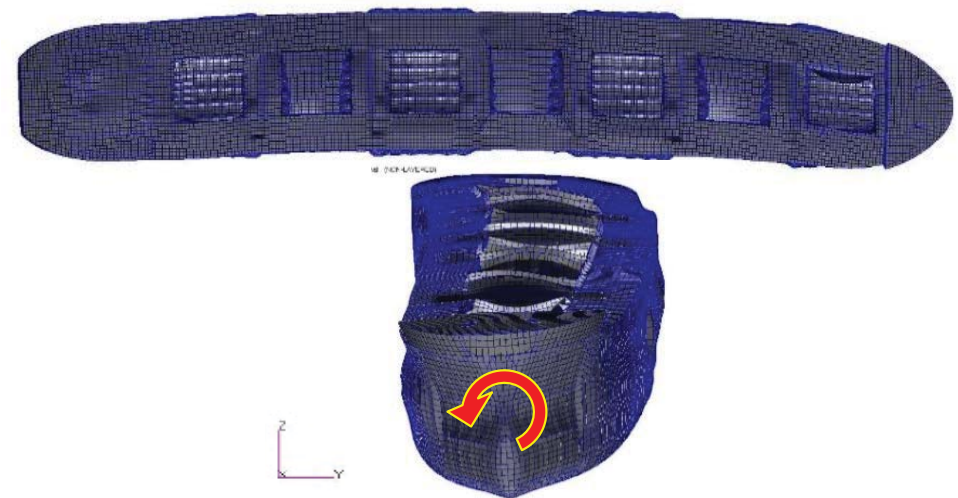


Fig. 横波中の全船モデル水平方向変形図

横波中におけるホールドモデルの境界条件の改善

- 振りモーメントの影響を調査するため、横波中船首ホールドにてケーススタディを実施

Table.横波中船首ホールドにおける計算条件

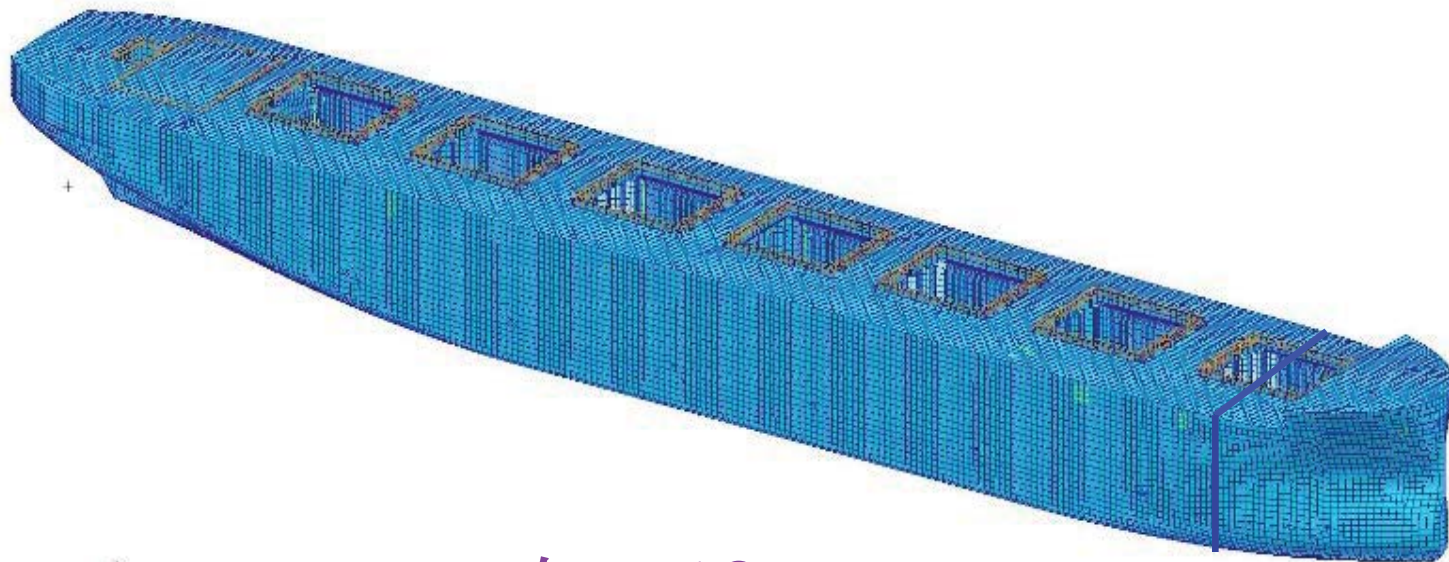
ケース	モデル	境界条件	独立節点に与える振りモーメント (M_{T-end})
0	全船モデル	-	
1	ホールドモデル	CSR BC&OT	CSR BC&OTの定義通り中央ホールドの中央位置の振りモーメントを0にするよう調整
2			中央ホールドの中央位置の振りモーメントを全船モデルと同値にするよう調整

横波中におけるホールドモデルの境界条件の改善

■ 計算モデル

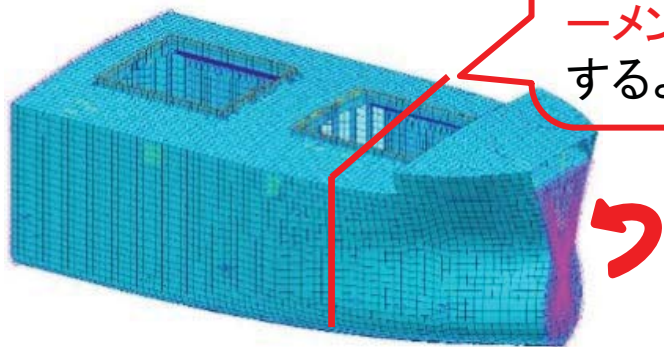
ケース0

全船モデル



ケース1

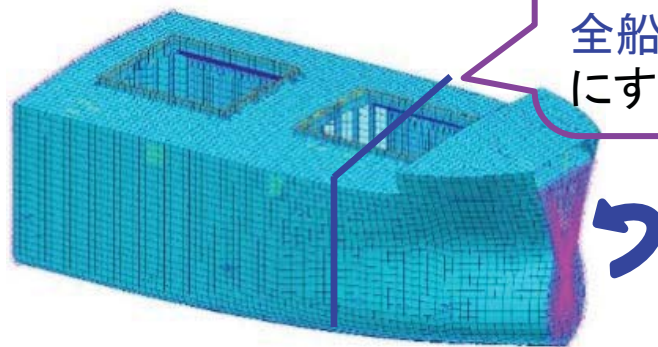
ホールドモデル



ホールド中央位置の振りモーメントを0にするよう調整

ケース2

ホールドモデル



ホールド中央位置の振りモーメントを全船モデルと同値にするよう調整

横波中におけるホールドモデルの境界条件の改善

誤差ノルム: 60%

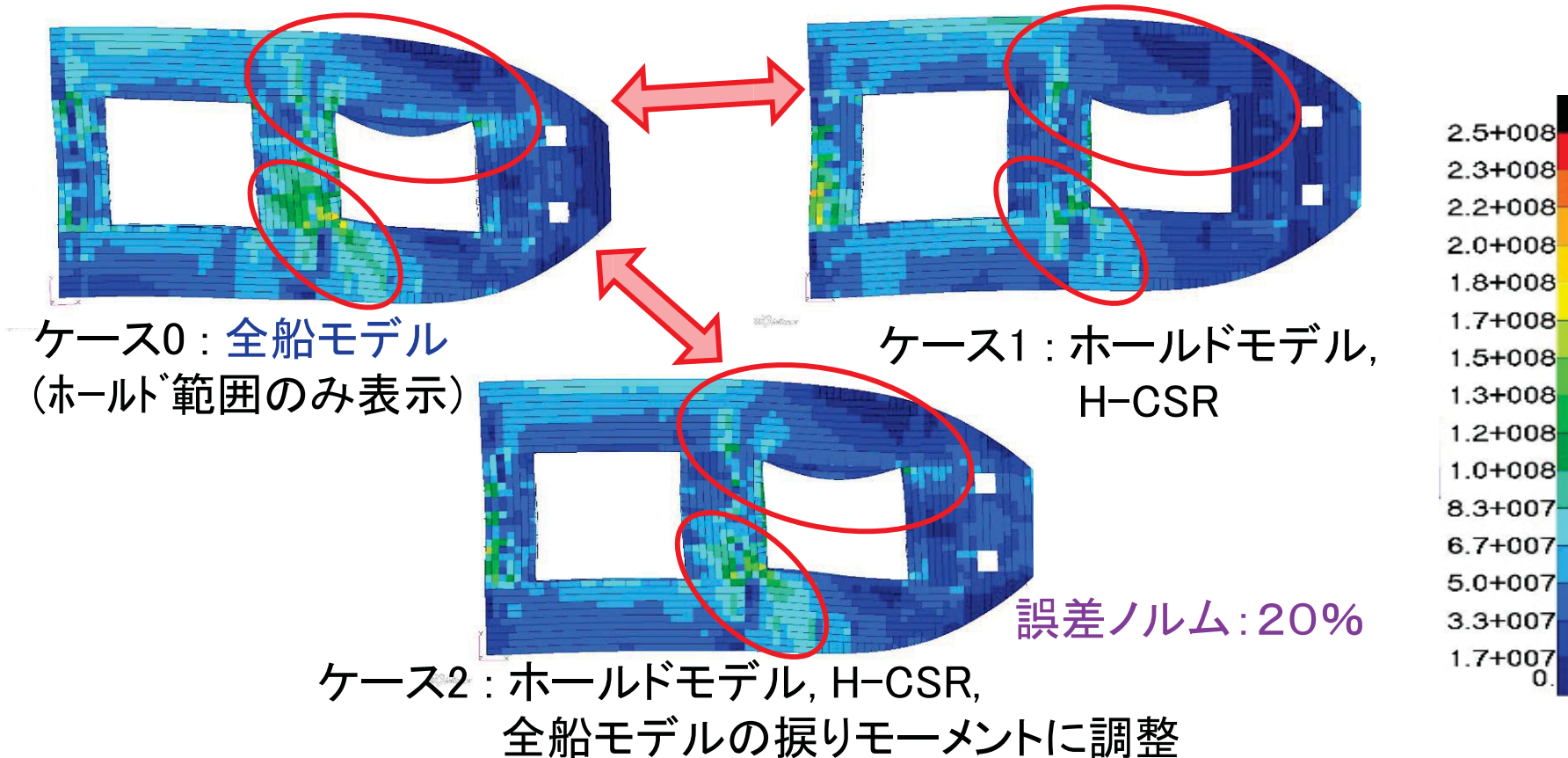


Fig. 横波中の船首ホールドにおけるミーゼス応力変形図 (N/m², 変形スケール100倍)

- **ホールドモデル**の応力応答は共に**全船モデル**より小さい
- ケース2はケース1に比べて全船モデル(ケース0)に近い

結論

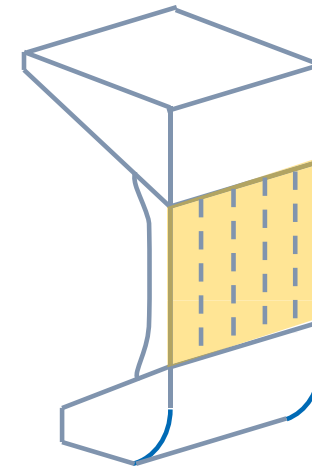
- パナマックスバルクキャリアにて**全船モデル**による構造解析との比較を通じて、**ホールドモデル**解析の応力応答の不確定性を評価し、以下の結論を得た。
 - ① 向い波及び斜め波にて、**ホールドモデル**の不確定性の程度は、約5%以内である。**ホールドモデル**の応力応答は、境界の制約条件のため**全船モデル**の応答より小さい傾向となる。
 - ② 横波中は、**全船解析**にて振りモーメントを推定し、それに応じた境界条件を**ホールドモデル**に与え調整する必要がある。

DLSA 他の使用事例

■ 圧縮と面外圧を受けるバルクキャリア単船側パネルの荷重応答と最終強度

目次 (青字:DLSA使用)

- ◆ 研究の背景
- ◆ 船側パネルの荷重応答
 - ◆ ハルガーダ応力、面外圧の特性
- ◆ 船側パネルの最終強度
 - ◆ 弾性座屈解析
 - ◆ 弾塑性大たわみ解析
- ◆ 船側パネル強度評価
 - ◆ 作用荷重と強度の関係
 - ◆ 信頼性解析(FORM)による最悪波シナリオ抽出
 - ◆ 現行規則による強度評価と課題
- ◆ まとめ



DLSAを使用した所感

- ここ1～2年間で使い勝手と計算精度が大幅に向上
- FEモデル作成環境の発展にマッチしたシステム
- 造船所としての技術力向上に貢献するシステム。DLSAを活用し、設計考察に使えるようになる事が肝要。