

理想化陽解法FEMによる薄板固有ひずみ解析

大阪府立大学 工学部 海洋システム工学科 柴原研究室 重政 拓海

研究の背景

造船現場における溶接変形に起因する問題

- ・手直しに多大な時間とコスト
- ・溶接変形の事前予測は重要な課題

溶接変形が事前に推定できれば溶接施工方法の改善、コスト削減につながる

溶接変形の定量的予測手法

一般的に汎用陰解法FEMにより熱弾塑性解析を実施

しかし

船体ブロックなどの数十万要素の大規模・複雑構造物
⇒時間・メモリ制約上非常に困難



大型構造物の溶接変形シミュレーションには
高速化・省メモリ化が必要

本研究の目的

理想化陽解法FEMによる固有ひずみ解析法
を用いた溶接変形予測の実現

理想化陽解法FEMによる固有ひずみ溶接変形解析手法

溶接変形予測手法

FEM熱弾塑性解析

温度場、応力場、変形場の熱履歴を逐次再現
解析時間・メモリ消費量が膨大

固有ひずみを用いたFEM解析

固有ひずみの導出¹⁾
縦収縮: ε_z^0 横収縮: ε_y^0
角変形: θ_z^0 縦曲り: θ_y^0

データベースや熱弾塑性解析より
溶接条件、継手形式ごとに
4成分の固有ひずみ量を算出

本研究

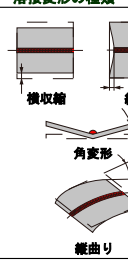
算出された固有ひずみ量を基に
弾性非線形FEM解析を実施

溶接条件、継手形式ごとに
4成分の固有ひずみ量を算出

算出された固有ひずみ量を基に
弾性非線形FEM解析を実施

1) 寺崎俊夫: 溶接変形の支配因子と定量化, 溶接学会誌, 第72巻(2003), 第4号 234-237

溶接変形の種類



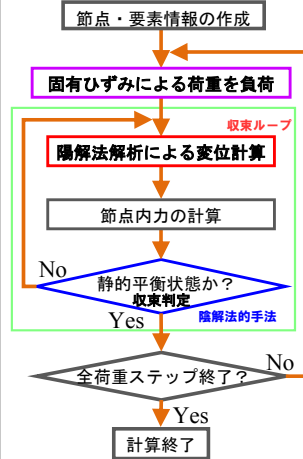
収束判定を行う

⇒陰解法と同等の解析精度に期待

全体剛性方程式の保存・求解が不要

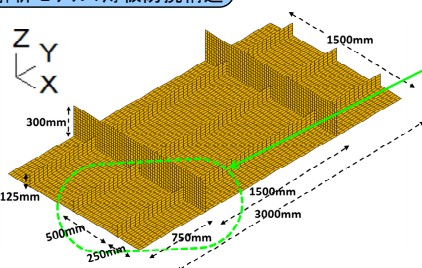
⇒高速化・省メモリ化に期待

理想化陽解法FEMの流れ

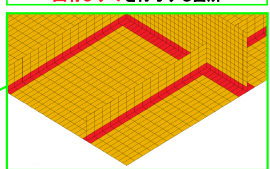


解析諸条件

解析モデル: 薄板防撓構造



固有ひずみを付与する箇所

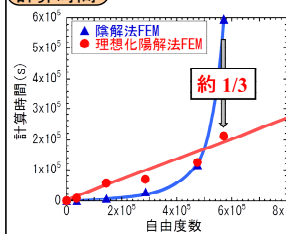


材料定数と各種パラメータ

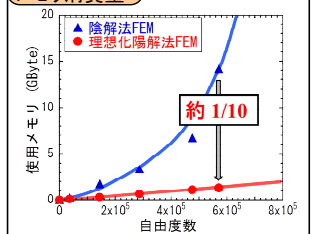
板厚	t=6.0(mm)
ヤング率	E=21000(kgf/mm ²)
ポアソン比	$\nu=0.3$
入熱量	100~800(J/mm)の10通り

本手法の性能評価

計算時間



メモリ消費量

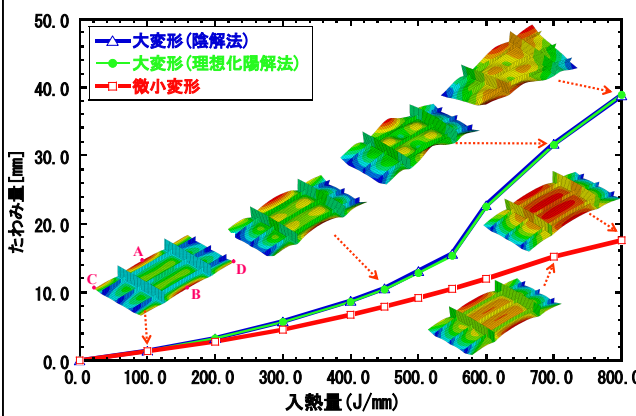


陰解法FEMと比べて計算時間を3分の1・メモリ消費量を10分の1に低減

薄板防撓構造溶接変形

大変形と微小変形の比較

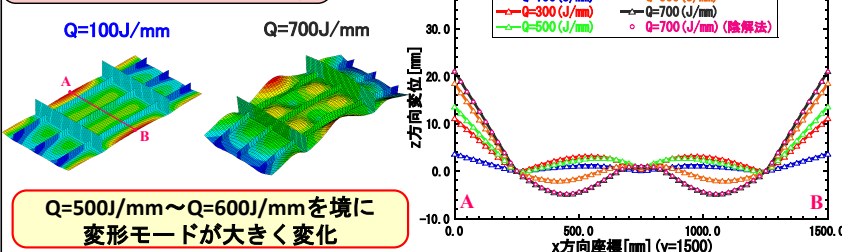
たわみ量=|(A+B)点のz座標|-|(C+D)点のz座標|



理想化陽解法FEMと陰解法FEMの解析結果が良好に一致

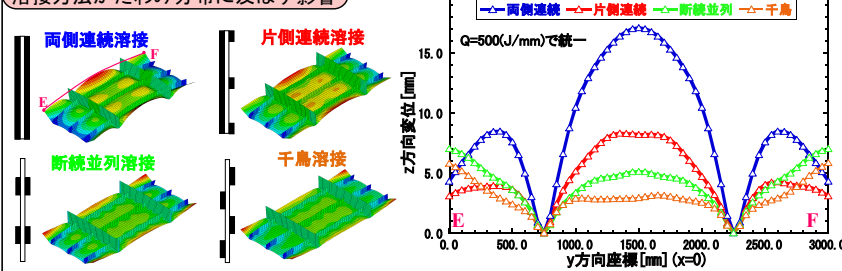
大変形解析の導入により座屈挙動の解析が可能

入熱量がたわみ分布に及ぼす影響



Q=500J/mm~Q=600J/mmを境に
変形モードが大きく変化

溶接方法がたわみ分布に及ぼす影響



溶接方法の選択により面外変形量が大きく変化

理想化陽解法FEMにより薄板構造の溶接変形予測が可能

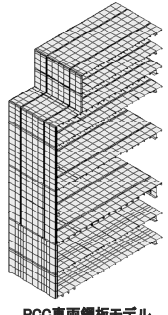
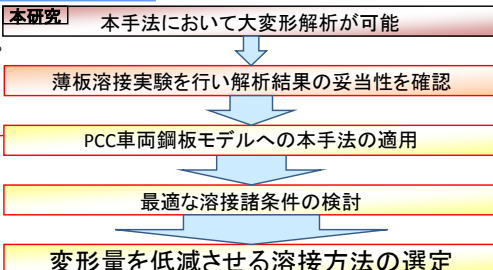
結言

本研究では薄板溶接変形問題に対して理想化陽解法FEMに基づく固有ひずみ解析法を適用した結果、以下の知見を得た。

- ・計算時間・メモリ消費量の点において理想化陽解法FEM(開発手法)の有効性を示した。
- ・理想化陽解法FEMが陰解法FEM(従来手法)と同等の解析精度を有することを確認した。
- ・理想化陽解法FEMを用いて大変形問題の解析が可能であることが分かった。
- ・薄板溶接において、溶接方法の選択によりたわみ分布を低減できることを示した。

従来行えなかった大規模薄板構造物の溶接変形予測に期待できる

今後の展望



PCC車両鋼板モデル