

# 薄板構造物の溶接変形に及ぼす諸因子の影響に関する検討

大阪府立大学

○前田 新太郎  
生島 一樹

原田 貴明  
柴原 正和

## 背景

### 薄板構造物の溶接変形

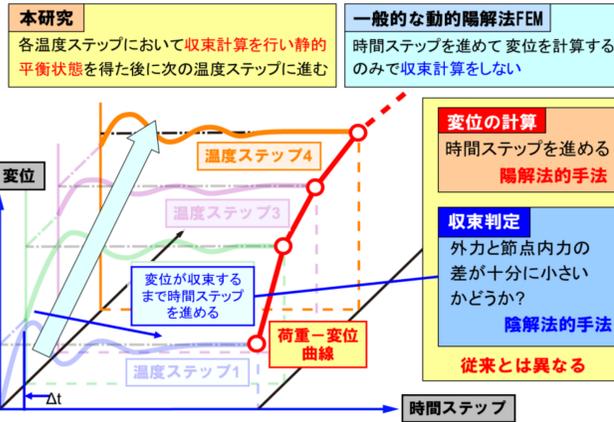
- 溶接により生じる変形が大きい
- 座屈形式の変形を含む幾何学的な非線形性かつ大きな変形が発生
- そのような大変形現象を避けるため事前に適切な溶接条件を把握することが必要
- しかしながら、大規模な溶接構造物を用いて実験を行うことは、コストや労働時間の観点から現実的でない



数値シミュレーションは適正な溶接条件の決定に効果的である。

本研究では、溶接時の座屈形式の変形発生を予測するために、幾何学的非線形を考慮した、理想化陽解法FEMに基づく解析手法を開発した。

## 解析手法



### 幾何学的非線形性

をGreen-Lagrangeひずみを用いて考慮

Green-Lagrange strain

$$\epsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \right\}$$

$$\epsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \right\}$$

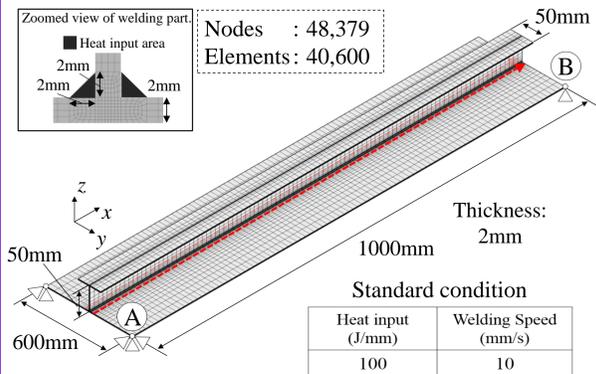
$$\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} \right\}$$

省メモリかつ高速に計算が可能

大変形理論を考慮した理想化陽解法FEMによりソリッド要素において熱弾塑性解析を実施

## 溶接条件が変形に及ぼす影響

### 解析モデル・溶接条件

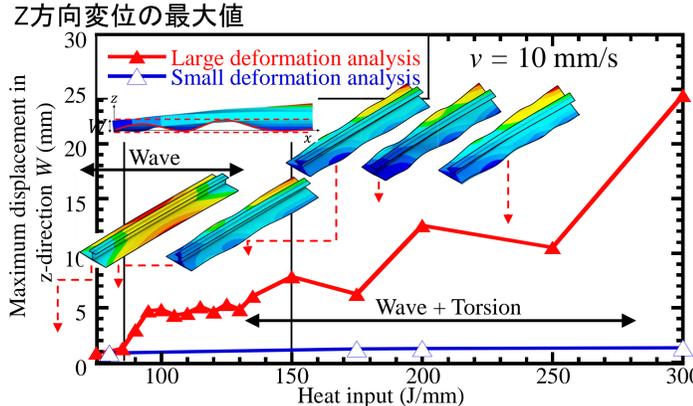
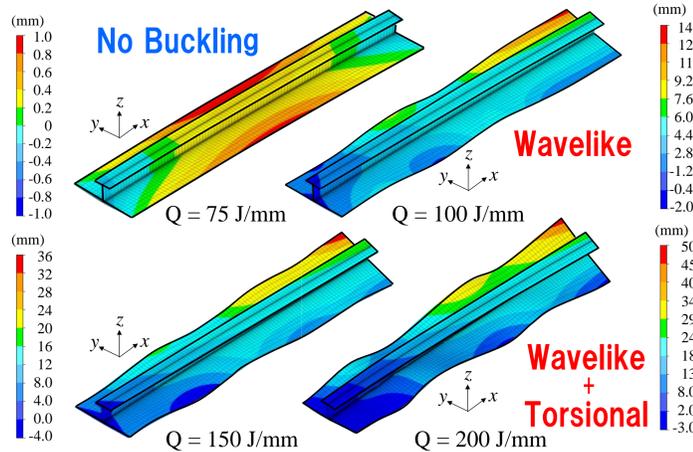


- 入熱量を70 J/mm から 300 J/mm まで変化させ検討
- 溶接速度を 1.0 mm/s から 30.0 mm/s まで変化させ検討

溶接条件が、溶接変形・座屈形式の変形に及ぼす影響について検討する。

## 入熱量の影響に関する検討

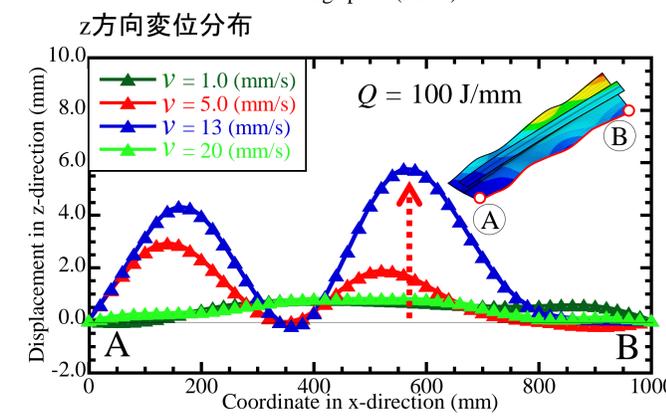
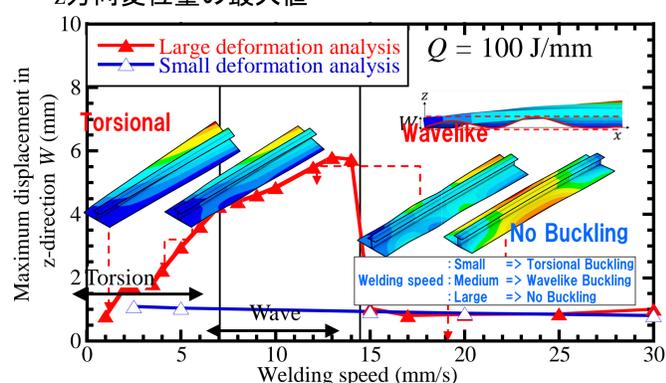
各入熱量におけるz方向変位分布



大入熱時に振れかつ波状の座屈形式の変形が発生し、さらに入熱量が増加するにつれ変形量は大きくなる。

## 溶接速度の影響に関する検討

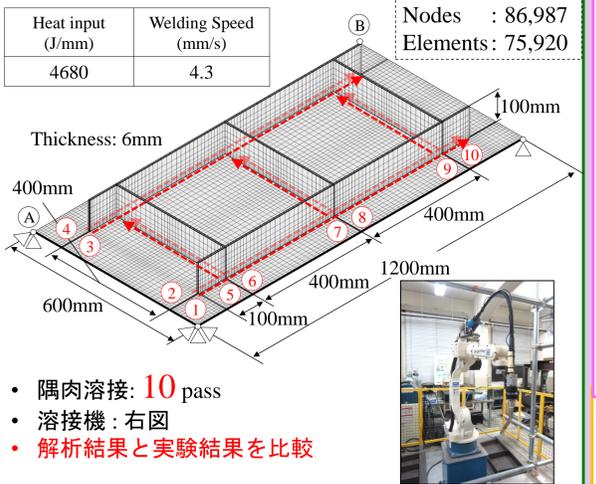
z方向変位量の最大値



溶接速度が小さい場合においては、振れ座屈形式の変形が発生し、溶接速度が増加すると、波状の座屈形式の変形が発生する。

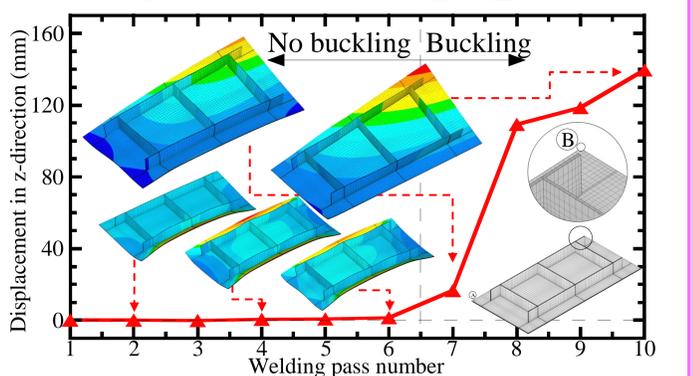
## 精度検証

### 解析モデル・溶接条件



- 隅肉溶接: 10 pass
- 溶接機: 右図
- 解析結果と実験結果を比較

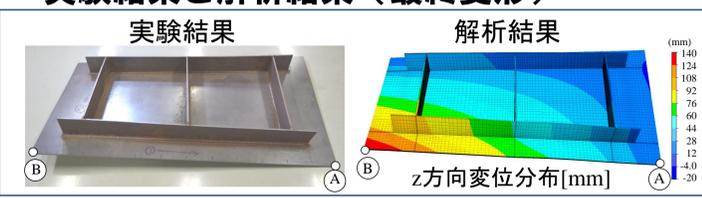
### 各パスごとのz方向変位履歴



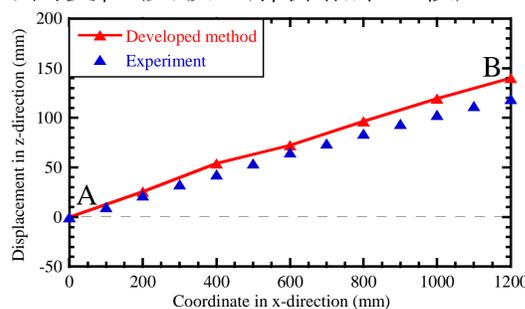
振れの変形が7パス目終了後に発生している。

実験結果と解析結果が良好に一致している。

### 実験結果と解析結果 (最終変形)



z方向変位(実験・解析結果比較)



開発手法を用いることで大規模な薄板構造物の溶接変形が解析可能であることが示された。

## 結言

本研究では、溶接時の座屈形式の変形を予測するために、幾何学的非線形性を考慮した理想化陽解法に基づく手法の開発を行った。また開発手法をT継手隅肉溶接に適用し、入熱量と溶接速度が変形に及ぼす影響について検討した。加えて、簡易防撓構造組立溶接に適用した。その結果、以下の知見が得られた。

- 入熱量が 85 J/mm を超える場合に、振れ座屈形式の変形が発生した。
- 溶接速度が 14.5 mm/s 以下の場合では座屈形式の変形の発生が見られ、15 mm/s 以上の場合には、見られなかった。
- 開発手法を簡易防撓構造組立溶接の変形予測に適用し、結果として振れ変形が7パス目の溶接終了後に見られ、最終変形において実験結果と解析結果が良好に一致することがわかった。

## 今後の取り組み

- 解析の高度化
- 座屈発生限の確立
- 種々の薄板溶接への適用。
- 加熱によるひずみ取りへの適用。

解析を通して、種々の薄板の溶接問題の現象の理解と解決・解明を目指す