

鋼構造部材の弾塑性挙動解析における溶接不整の取扱い

大阪大学接合科学研究所

正会員 金 裕哲

〃

正会員 廣畑 幹人

大阪大学大学院

学生員 ○朴 度炫

〃

学生員 玉川 新悟

1. はじめに

鋼構造部材の溶接接合において、溶接変形と残留応力(溶接不整と称す)が必然的に生じる。これらは初期不整として部材の力学挙動に種々影響を及ぼすことが一般的に知られている。ところで、溶接不整が鋼構造部材の力学挙動に及ぼす影響、すなわち、弾塑性挙動解析における溶接不整の導入については不明な点が多々ある¹⁾。

本稿では、突合せ溶接した圧縮板を対象とし、鋼構造部材の弾塑性挙動解析における溶接不整の導入について検討した結果を報告する。

2. 突合せ溶接で生じる変形と残留応力

熱弾塑性解析により得られる溶接変形および残留応力(溶接不整)を、圧縮板の弾塑性挙動解析における初期不整とする。熱弾塑性解析のモデルを図-1に示す。2枚のSM400鋼板(板厚: $t=6(\text{mm})$)を1パス突合せ溶接²⁾することを想定する。板長は $a=300(\text{mm})$ 、板幅は $b=500(\text{mm})$ である。溶接変形および残留応力(板厚方向の平均値)の解析結果を図-2に示す。角変形(図-2(a))はV字形、縦曲り変形(図-2(b))は凹形であった。

3. 圧縮板の弾塑性挙動解析における溶接不整の再現

熱弾塑性解析により得られた溶接不整を、初期不整として無載荷状態の板に導入した。溶接不整の導入結果を図-3に「○」印で示す。導入した溶接不整(実線)は精度良く再現できていない(Output1)。微小変形理論に基づく熱弾塑性解析で得られた残留応力は、溶接前の初期たわみがない板に対する結果となっている。ところが、溶接後の溶接変形を初期たわみとする板に、そのまま残留応力を導入すると、両者の間に不釣り合い力が生じる。この不釣り合い力により変位が生じる。このため、導入した溶接変形が精度よく再現できないことをわかった。

これに対し、不釣り合い力により生じる変位を予め求めておき、溶接変形からこの変位量を差し引いて収束計算をすることで、溶接不整が図-3の「□」印で示す(Output2)ように精度良く再現できた。

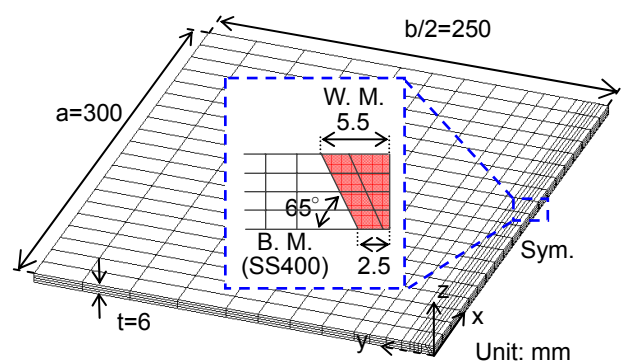


図-1 熱弾塑性解析モデル

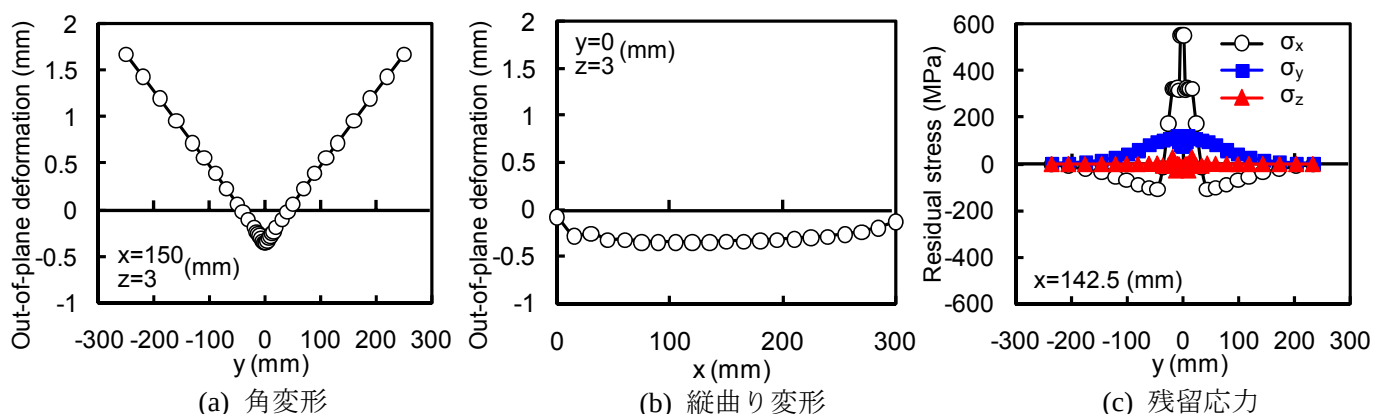


図-2 熱弾塑性解析結果

キーワード 溶接変形, 残留応力, 初期不整, 熱弾塑性解析, 弾塑性大変形解析

連絡先 〒567-0047 茨木市美穂ヶ丘 11-1 大阪大学接合科学研究所 TEL 06-6879-8647

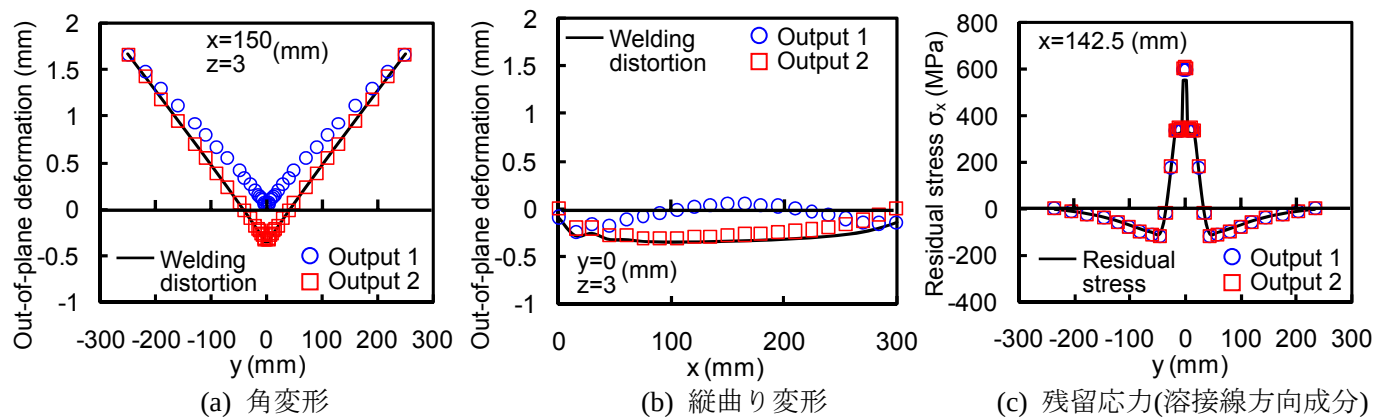


図-3 溶接不整の再現結果

4. 溶接不整が圧縮板の力学挙動に及ぼす影響

突合せ溶接した板の圧縮挙動を弾塑性大変形解析によりシミュレートした。解析結果を図-4に示す。収束計算により高精度に再現した溶接不整を導入した場合(Case A)と、導入した溶接不整のずれを修正しない場合(Case B)とを比較した。結果によれば、板の剛性および最大荷重はほとんど変わらなかった。しかし、縦曲り変形の傾向が両者で逆であるため、最大荷重時の変形モードは逆となっていた。

高精度に再現した溶接不整を導入した場合と、導入した溶接不整のずれを修正しない場合の板の圧縮挙動は大きく異なる。溶接不整を考慮した鋼構造部材の弾塑性挙動解析において、溶接不整が精度良く再現されているか否かを調べることは必須となる。つまり、この結果は導入した溶接不整が高精度に再現されていなければ、得られた結果の信頼性が大きく低下することを示唆している。

5. まとめ

突合せ溶接した圧縮板を対象とし、鋼構造部材の弾塑性挙動解析における溶接不整(溶接変形・残留応力)の取扱いについて検討した。

結果によれば；

- (1) 微小変形解析で得られた溶接不整を、大変形解析における初期不整としてそのまま導入しても、溶接不整が精度良く再現できないことがわかった。
- (2) 溶接不整を精度良く導入するひとつの方法を示した。
- (3) 高精度に再現した溶接不整を導入した場合と、微小変形解析で得られた溶接不整をそのまま導入した場合とで、板の圧縮挙動は大きく異なる。
- (4) 溶接不整を考慮する鋼構造部材の弾塑性挙動解析において、溶接不整が精度良く再現されているか否かを調べることは必須である。不整が高精度に再現されていなければ、得られた結果の信頼性が大きく低下することを結果は示唆していた。

参考文献

- 1) 例えば、土木学会：座屈設計ガイドライン(2005)。
- 2) 金ら：溶接変形の高精度予測における支配因子の正当性と一般性の検証，溶接学会論文集，25-3(2007)，pp.450-454。

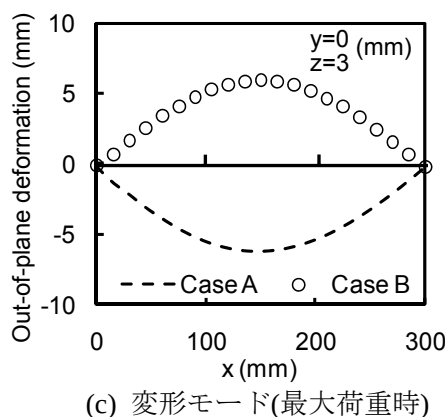
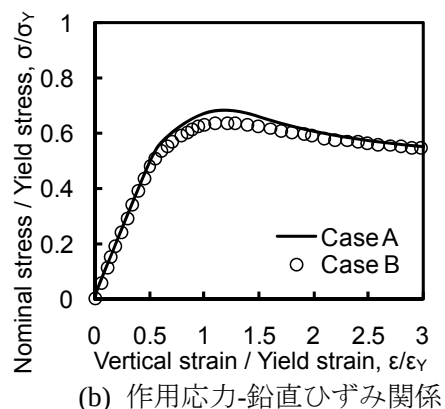
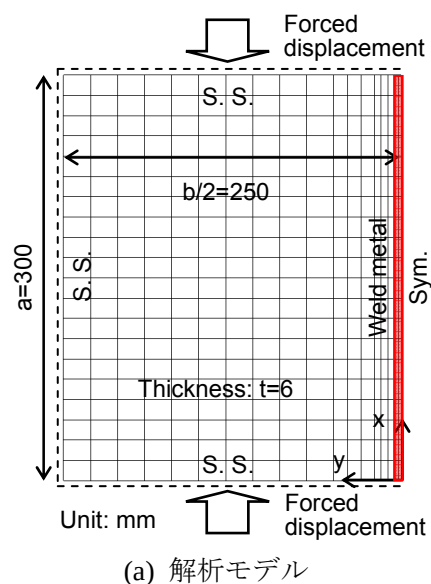


図-4 弾塑性大変形解析結果