

大阪大学	正員	金 裕哲
大阪大学	学生員	○ 朴 正雄
石川島播磨重工	正員	中西保正
大阪大学	正員	堀川浩甫

1. はじめに

熱弾塑性大変形解析結果を基本として、鋼板製造時の初期不整（初期たわみ、残留応力）が板の突合せ溶接で生じる変形、残留応力・塑性ひずみに及ぼす影響を検討した。結果によれば、初期たわみは変形、残留応力・塑性ひずみに大きく影響するが、残留応力は無視できる程度に小さいことが明らかになった¹⁾。ここでは、初期たわみの大きさおよび溶接速度が溶接で生じる変形、残留応力に及ぼす影響を明らかにする。

2. 解析モデルと温度分布

解析モデル、初期たわみ形状をFig.1 に示す。モデルは、長さ $L=600$ 、幅 $B=600$ 、厚さ $h=6$ (mm) である。溶接条件であるが、溶接速度が変化しても全入熱量は $Q=900$ (J/mm)一定とした。開先はI開先である。なお、材料は軟鋼を想定しており、熱弾塑性解析では軟鋼の物理定数および機械的諸性質の温度依存性¹⁾を考慮している。

溶接速度3(mm/s) の場合に対し行った非定常熱伝導解析結果の一例をFig.2 に示す。

3. 初期たわみの大きさが溶接で生じる面外変形、残留応力に及ぼす影響

初期たわみ形状は一定、たわみの最大大きさを 5, 10, 15, 20 (mm) と変化させ、熱弾塑性大変形解析を行った。なお、溶接速度はいずれも 3 (mm/s) であり、初期たわみの大きさに関係なく、同じ温度履歴を用いた。

解析結果の一例として、板中央部 ($x=300$ (mm)) における面外変形をFig.3(a)に、残留応力をFig.3(b)に示す。初期たわみが大きくなるにつれ、面外変位（変形量と初期たわみとの差）は小さくなっている。初期たわみが大きくなると、熱源位置と中立軸との距離および曲げ剛性（断面2次モーメント）共に大きくなる。ところが、曲げ剛性は初期たわみの大きさの3乗に比例するため、初期たわみが大きくなると、曲げ剛性が大きくなり、結果的に変位が小さくなる。このように、初期たわみが大きくなるほど面外変位は小さくなるが、初期たわみが大きいため、結果として、大きな変形が残留する。一方、初期たわみの大きさは、溶接で生じる残留応力には影響を及ぼさないことがわかった。

4. 溶接速度が溶接で生じる面外変形、残留応力に及ぼす影響

溶接速度を $v=3, 5, \infty$ (mm/s) と変化させ、熱弾塑性解析を行った。なお、最大初期たわみの大きさは5 (mm) 一定である。

非定常熱伝導解析で得られた温度履歴の一例を Fig.2 ($y=4$ (mm) の位置) に示す。溶接速度に関係なく、全入熱量が同じであれば、温度履歴は同じ傾向にある。

残留面外変形をFig.4(a)に示す。溶接速度が速くなるにつれ、収縮変位は大きくなるため、結果として、残留変形は小さくなる。一方、溶接速度が変化しても、温度履歴がほぼ同じであるため (Fig.2)、残留応力は変化しないようである (Fig.4(b))。

You Chul KIM, Jeong Ung PARK, Yasumasa NAKANISHI and Kohsuke HORIKAWA

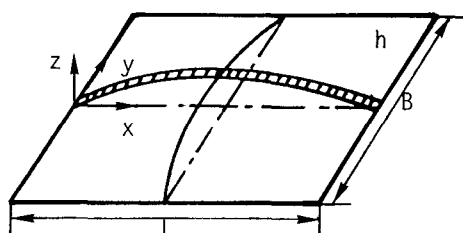


Fig.1 Model for analysis.

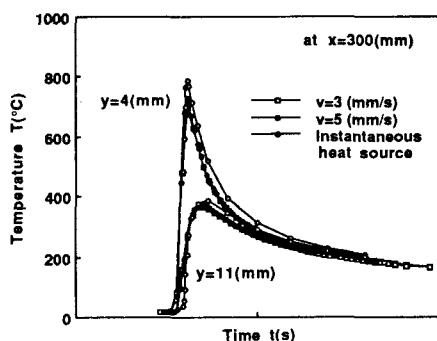
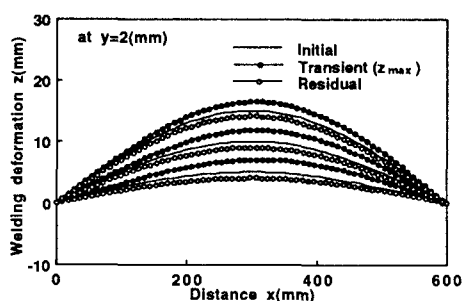
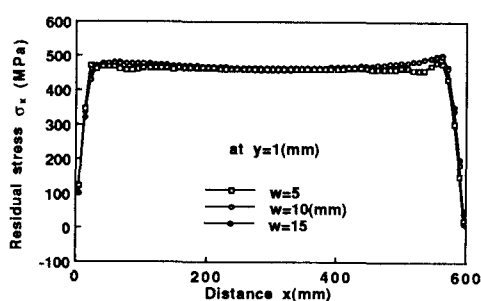


Fig.2 Temperature distribution.

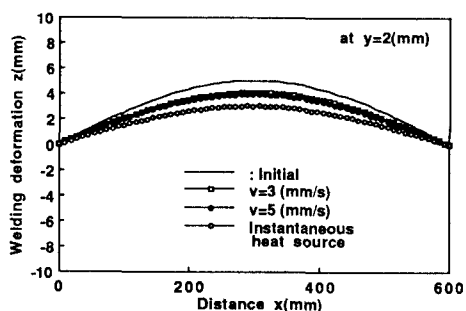


(a) Out-of plane deformation.

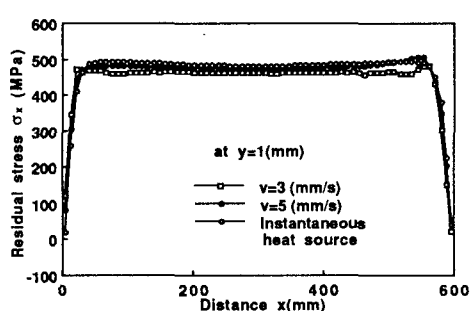


(b) Residual stress.

Fig.3 Effect of magnitude of out-of-plane deformation on deformation and residual stress by welding.



(a) Out-of plane deformation.



(b) Residual stress.

Fig.4 Effect of welding speed on deformation and residual stress by welding.

5. まとめ

初期たわみが大きくなるにつれ、溶接で生じる面外変位は小さくなるが、初期たわみが大きいと、大きな変形が残留する。ただし、残留応力は初期たわみの大きさの影響を受けない。また、溶接速度が速くなると、残留変形は小さくなる傾向にあるが、残留応力は速度の影響を受けない。一方、通常の溶接速度範囲で、全入熱量が同じであれば、面外変形にも影響を及ぼさない。

参考文献

- 1) 金ら：日本鋼構造協会、鋼構造年次論文報告集、Vol.4(1996)、pp.295-300.