

I-A 363 溶接変形・残留応力に及ぼす初期不整の影響

大阪大学	学生会員	朴 正雄
大阪大学	正会員	金 裕哲
石川島播磨重工（株）	正会員	井元 泉
大阪大学	正会員	堀川浩甫

1. はじめに

鋼塊から板を製造する際、高温域で圧延が行われ、その後の冷却過程における板表面と内部との温度差によって初期不整（初期たわみ、圧延時の残留応力など）が生じる。この様な初期不整が溶接変形・残留応力にどのような影響を及ぼすかは不明である。

本研究では、初期不整を有する板を初期状態と考え、突合せ溶接をモデル化して熱弾塑性大変形解析を行う。解析結果から、初期不整が溶接変形・残留応力に及ぼす影響を明らかにする。

2. 初期不整

解析モデルをFig.1に示す。板の寸法は、長さ $L=600(\text{mm})$ 、幅 $B=600(\text{mm})$ 、厚さ $h=6(\text{mm})$ である。材料は軟鋼を想定している。

板製造時の初期不整（初期たわみと残留応力）は、乱数を用いて固有ひずみを板全体に不規則に分布させ、3次元固有応力解析を行い、求めた。なお、固有ひずみの大きさは初期たわみと残留応力の測定結果¹⁾より決めた。

3次元固有応力解析で得られた初期たわみ形状をFig.2に示す。最大初期たわみの大きさは5(mm)である。また、初期残留応力をFig.3に示す。初期残留応力は板全体に不規則に生じており、測定結果によれば¹⁾、初期残留応力はロール方向がロール直角方向に比べて大きかったので、そのように再現した(Fig.3)。

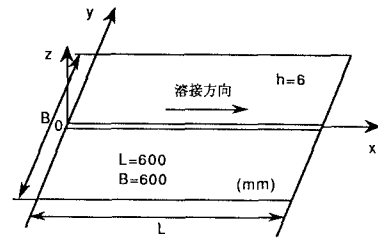


Fig.1 Model.

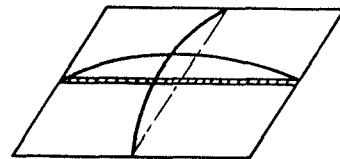


Fig.2 Initial deflection produced by rolling.

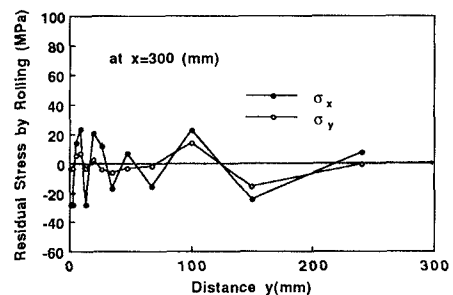
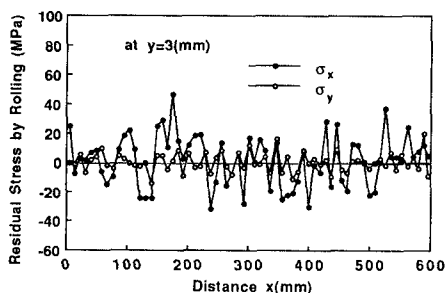


Fig.3 Residual stress produced by rolling.

3. 初期不整が溶接変形・残留応力に及ぼす影響

3.1 解析モデル

溶接はFig.1に示すモデル中央部($y=0$)の x 方向に行う。溶接条件は、入熱量 $Q=900(\text{J/mm})$ で、溶接速度 $v=3(\text{mm/s})$ 、I開先とした。

熱弾塑性大変形解析では材料の物理定数、機械的諸性質の温度依存性²⁾を考慮している。なお、溶接時の温度履歴は非定常熱伝導解析により求めた²⁾。

3.2 溶接変形に及ぼす初期不整の影響

解析結果によれば、溶接残留変形の形状は初期たわみと同様であり、大きさのみ初期たわみより小さくなることがわかった。溶接残留変形の中で、一例として、 $y=0$, $x=300$ (mm)における残留変位をFig.4に示す。

3.3 残留応力に及ぼす初期不整の影響

溶接線方向の残留応力成分 σ_x をFig.5に示す。結果によれば、溶接部近傍は、溶接熱により高温に加熱され温度冷却時に新たに大きな残留応力が生じるため、初期残留応力の影響が消失する。これに対し、溶接部から離れると、初期残留応力の影響を大きく受ける。しかし、残留応力の絶対値そのものが小さいため、結果としては影響ないといえる。

4. おわりに

固有ひずみをランダムに与え、固有応力解析を行って初期不整を再現し、初期不整を有する板を初期状態として、突合せ溶接をモデル化し、熱弾塑性大変形解析を行った。本研究で用いた初期たわみ形状を有する板の溶接残留変形は、変形形状は初期たわみと同様であるが、大きさは小さくなることがわかった。一方、残留応力に及ぼす影響は溶接部近傍と内部で異なることが明らかになった。すなわち、溶接部近傍では、初期残留応力は何ら影響を与えないが、内部では、初期残留応力の影響を大きく受けることがわかった。ただし、内部では残留応力そのものの大きさが小さく、結果としては、影響がないと考えてよいようである。

参考文献

- 堀川、石本: TMCP鋼の橋梁への適用、研究報告、1987
- 金ら: 溶接変形・残留応力に及ぼす初期たわみの影響、溶接構造シンポジウム'95、1995

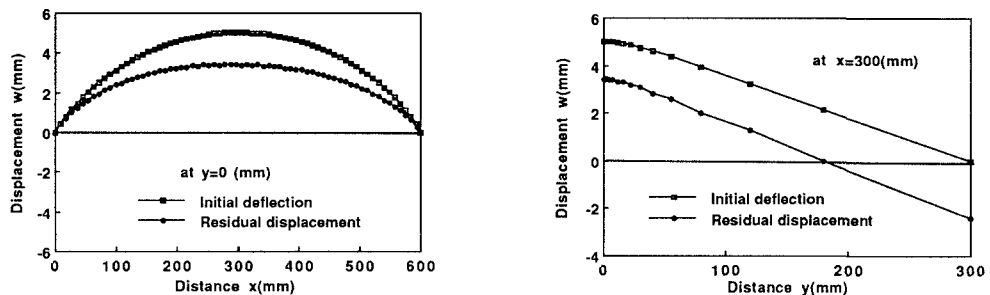


Fig.4 Initial deflection by rolling and welding residual displacement.

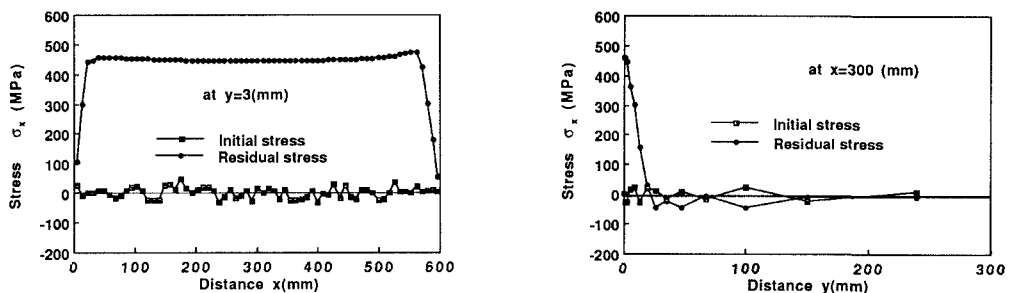


Fig.5 Initial stress by rolling and welding residual stress.