

I - A246 すみ肉溶接継ぎ手部に発生する残留応力の溶接ディテールに対する影響

東京工業大学 学生会員 林 青権
 東京工業大学 正会員 穴見健吾
 東京工業大学 フェロー 三木千寿

1. 緒言

すみ肉溶接継ぎ手において疲労亀裂はルートから発生する場合と止端部から発生する場合がある。従って溶接構造物の疲労に対する安全性を確保するためには、溶接継ぎ手で発生する残留応力の正確な分布を把握することが不可欠である。本研究は入熱量と溶接層数の変化による溶接残留応力の3次元分布を解析と実験によって検討する。

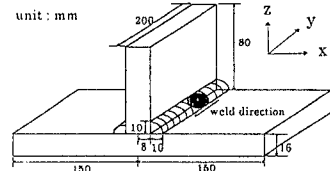


図-1 T型すみ肉溶接の試験体

2. 解析と測定で用いた試験体

残留応力測定及び解析に用いたT型すみ肉溶接継手の形状および寸法を図-1に示す。試験体の材料はSM490である。

3. SYSWELDによる3次元残留応力の解析

溶接部で発生する残留応力の分布を解析するために弾塑性有限要素プログラムであるSYSWELDを用いた。SYSWELDは、これまでの解析プログラムでは殆ど考慮されていなかった相変態、熱源移動などの現象を解析に取り入れることができるものとなっている。本研究で用いた鋼材の材料特性を図-2に示す。

表-1 入熱量の変化

入熱量 (J/cm)		
解析	実験	
5000	10000	10000
15000	20000	20000
25000	30000	30000
35000	40000	
45000	50000	

4. 3次元残留応力分布の実測

図-3に示すように残留応力の影響が殆どない溶接止端部より約5cmの位置から先を切り離した。それから、板厚方向に厚さ4mmのスライス状で切り出し、その試験体を櫛状に切断することで、解放されるひずみを測定した。同様に板厚方向に8, 12, 16mmの位置でも解放ひずみの測定を行った。

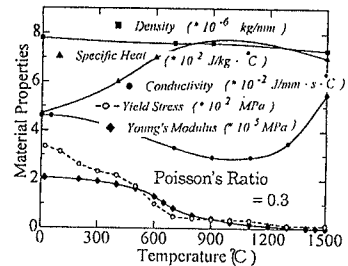


図-2 材料定数

5. 入熱量の変化による残留応力の評価

表-1に示すような入熱量の変化による残留応力の分布を調べた。図-4の(a)および(b)はSYSWELDによる3次元解析と実験の結果を比較するために、先ず同じ入熱量での残留応力の分布を示した。疲労強度に大きい影響を及ぼす溶接線方向の残留応力(σ_y)分布に注目して結果を評価する。図-4(a)で、溶接止端部に高い引張残留応力が発生し、しかも入熱量が多い方がより高い引張残留応力が発生している。溶接ルートにおいても止端部よりは低い引張残留応力が生じている。また、溶接線から離れると急激に残留応力は低くなる。図-4(b)で、溶接止端部を含む断面での残留応力の板厚方向分布を見ると、表面で高い残留応力が生じることが分かる。

次に、図-5は5000から50000(J/cm)まで入熱量の変化による単層溶接の溶接止端部とルートでのx, y方向の残留応力の変化を2次元解析によって示している。入熱量が少ないほど溶接止端部とルー

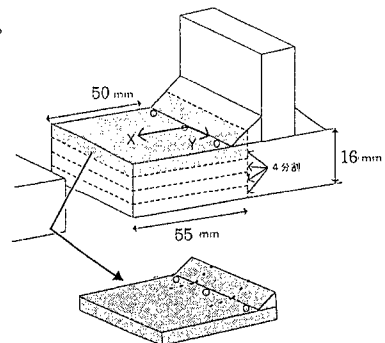


図-3 解放ひずみの測定

キーワード 溶接残留応力 入熱量 層数

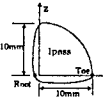
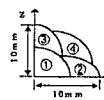
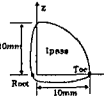
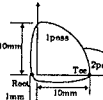
〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1

トでの残留応力はいずれも低くなり、15000 から 20000 (J/cm) の入熱量の間で急に残留応力が増加するが 20000 から 40000 (J/cm) までは、ほぼ同じぐらいの残留応力分布を示している。しかしそれ以上の入熱量では再び高い引張残留応力が生じることが分かる。従って、溶接ルートと止端部での残留応力を低く抑えるためには、入熱量を少なくすることが効果的な残留応力の低減法だといえる。

6. 層数の変化による残留応力の評価

表-2 に解析パラメータを示す。シリーズ A は単層溶接と多層 (4pass) 溶接で溶接脚長は 10mm、全体入熱量は 20000J/cm に統一しており、シリーズ B は溶接脚長 10mm、溶接入熱量 20000J/cm の単層溶接と、その単層溶接の止端部をもう一層溶接脚長 4mm で溶接入熱量 10000J/cm の溶接をした 2 層溶接の場合である。表-2 に示したパラメータを用いて SYSWELD の熱弾塑性解析を行った結果を図-6 と図-7 に示す。図-6 はシリーズ A に対して y 軸（溶接線方向）の残留応力分布を示したものである。ここで、多層溶接が単層溶接によるものとほぼ同じ形状であるが、多層溶接が単層溶接よりルートと止端部でより高い引張残留応力が生じていることが分かる。シリーズ B の場合は、図-7 に示すように 2 パス目の溶接により 1 パス目のルートと止端部の残留応力が低くなったことが分かる。従って、残留応力の低減する方法として単層溶接の溶接止端部に少ない入熱で 2 パス目の溶接をすることが考えられる。

表-2 層数の変化

分類	シリーズ A			シリーズ B		
	単層	多層 (4 pass)		単層	多層 (2 pass)	
入熱量 (J/cm)	20000	1	5000	20000	1	20000
		2	3500		2	10000
		3	3500			
		4	8000			
溶接部の 形状						

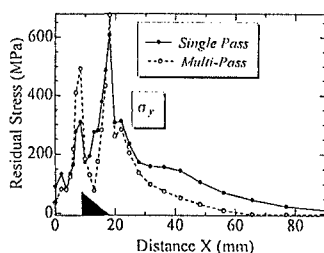


図-6 シリーズ A に対する y 方向の残留応力分布

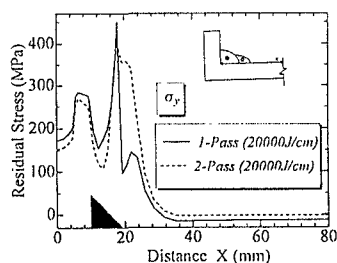
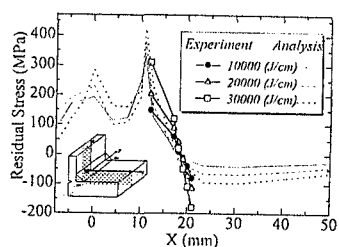
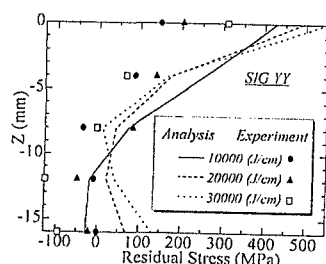


図-7 シリーズ B に対する y 方向の残留応力分布



(a) 表面で x 距離に沿った分布



(b) 溶接止端部から板厚方向の分布

図-4 y 方向の残留応力分布

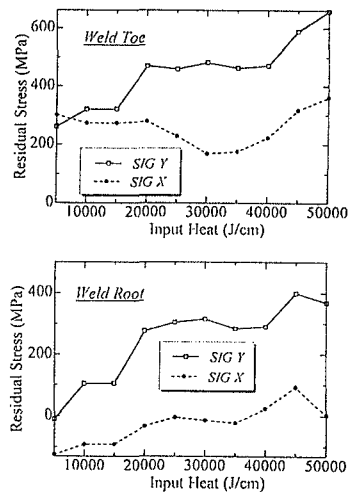


図-5 入熱量の変化による残留応力