

大阪府 土木部

正員 柴崎 啓二

大阪大学 溶接工学研究所

正員 堀川 浩甫

大阪大学 工学部

正員 前田 幸雄

1. はじめに

現在使用中の橋梁の中には様々な理由からクラックの発生や部材のねじれ等の変状を生じているものがあり、これらの変状の補強、補修には現場溶接が用いられることが多い。この現場溶接は部材に応力が働いた状態で溶接することが多いので、普通の溶接とは異なる。そのための部材の劣化はないか、溶接ひずみに伴う橋梁の変形はどうか、溶接による残留応力について特別に変わったことは生じないか、といったことが懸念されるが未確認である。その中で応力を付加した板に溶接を施した時の残留応力について徳沢が実験的に検討している¹⁾。本研究では徳沢が実験で用いたモデルについて有限要素法による熱弾塑性解析を行ない、実験だけでは知り得ない過渡的な応力挙動について検討した。

2. 解析モデル

解析対象は図1に示す通りで、対称性を利用してその1/4を解析した。熱弾塑性解析を行なうには板の温度分布を知る必要があるの、熱弾塑性解析に先立ち、差分法の一つであるポテンシャル法と呼ばれる数値解析法を用いて、熱伝導解析を行なった。初期温度としてビード部には1500℃を瞬間熱源として与え、非加熱部は室温(20℃)とした。

熱弾塑性解析において弾性係数、降伏応力、線膨張係数は図2のように温度依存性を仮定した。

外力を加える場合には許容応力の引張応力が板に働くことを想定して(許容応力×断面積)の力が働き続けるように一様強制変位を加えて解析を行なった。

3. 解析結果

まず中央横断面における y 方向の残留応力分布を図3に示す。外力が加わらない場合、加わる場合とも解析結果は徳沢が行なった実験結果と比較的よく一致している。又(a-1)と(b-2)を比較すればわかるように外力が加わる場合には、残留応力の分布が変化しピーク値が小さくなることわかる。又(b-1)と

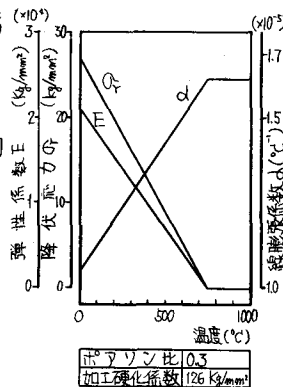


図2 材料の機械的性質の温度依存性

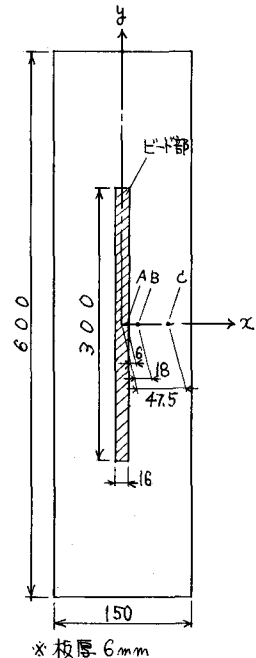
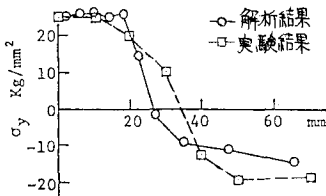
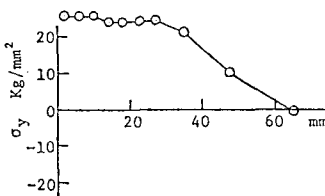


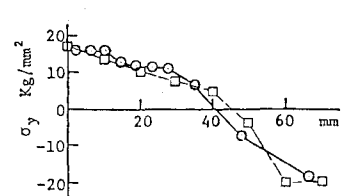
図1 解析対象



(a-1) 外力が加わらない場合



(b-1) 外力が加わる場合(外力解放前)



(b-2) 外力が加わる場合(外力解放後)

図3 溶接残留応力の比較

(b-2)と比較するとその分布形状はよく似ており外力を除荷するとはば一様に引張応力が減少している。このことから常温にもどると一様変位で加えた外力は断面に等分に働くことがわかる。

次に図4は図1のA, B, C点の各方向の応力の時間変化を示したものである。(C-1)よりビード近傍(ビード中心より6mm)では外力が加わる場合、加わらない場合ともに同じように降伏応力線以上のり常に降伏していることがわかる。次に(C-2)よりビードより少し離れた位置(ビード中心より18mm)では最初の6秒までは、外力が加わると引張応力のために熱による圧縮応力が緩和されて外力が加わらない場合と応力変化が一致しないが、圧縮により降伏してからは両者はほとんど同じ変化をたどることがわかる。又(C-3)よりビードから十分はなれた位置(ビード中心より47.5mm)では外力を加えた場合の方が加えない場合に比べ常に大きな引張応力を受けており、そのために外力が加わる場合には引張で降伏する時期があることがわかる。

次に過渡期における応力分布について外力が加わる場合と加わらない場合を比較する。図5は中央横断面について、入熱後8.7秒経過した時の温度分布と各方向の応力分布を示している。(e-1)より外力が加わらない場合ビード中心より約6mmが圧縮で降伏し10~20mmが引張で降伏している。一方(e-2)より外力が加わる場合ビード近くは外力が加わらない場合と同じように降伏域があり、さらにビード中心より十分はなれたところでは引張応力で降伏している。このことより過渡期において、外力が加わる場合は加わらない場合に比べて降伏域の広がりが多いことがわかる。

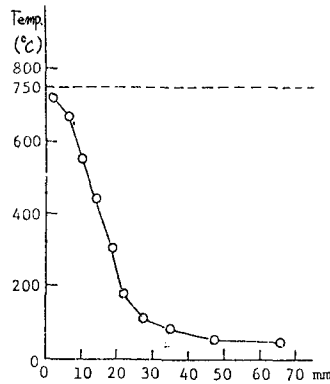
4. まとめ

引張応力の付加された板に溶接を行なうと応力を付加しない場合とは残留応力の分布形状は異なり、ピーク値も小さくなるが、過渡期の応力分布で応力が付加されない場合に比べて降伏域が広がることとがわかった。このことは補修溶接の施工中に危険となる時期があることを示していると言える。

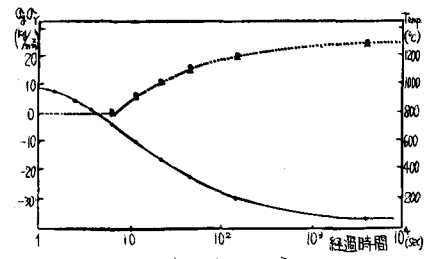
この研究にあたり溶接工学研究所元教官の徳沢直紀氏、現教官の鈴木博之氏の御援助を得た。記して謝辞とする。

<参考文献>

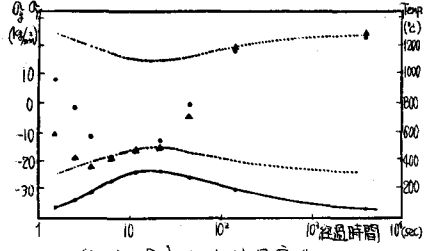
- 1) 徳沢直紀, 堀川浩甫: 応力作用下にある平板への溶接(土木学会33回年次講演会, 1978年9月)



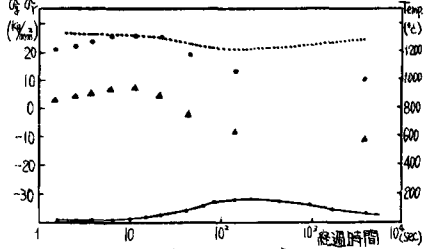
(a-1) 温度分布



(C-1) A点における変化



(C-2) B点における変化



(C-3) C点における変化

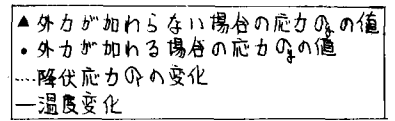
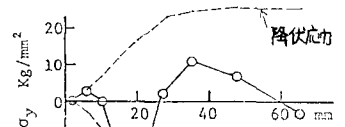
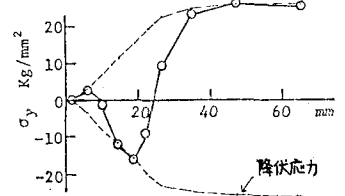


図4 時間経過による σ_y , 温度の変化



(e-1) 外力が加わらない場合の応力分布



(e-2) 外力が加わる場合の応力分布

図5 過渡期における温度及び応力分布