

大阪大学溶接工学研究所 正員 ○鈴木 博之

同上

正員 堀川 浩甫

1. はじめに 供用中の鋼橋の補修・補強に溶接を用いる場合の特徴の一つは、死荷重および活荷重が作用している状態での溶接にある。特に圧縮応力作用下で溶接を行う場合には部材が座屈する懸念がある。そこで、本研究では圧縮部材にカバープレートに溶接する時を想定し、その変形挙動および継手の機械的性質について検討した。

2. 機械的性質 供試材は板厚 6mm の SM41B であり、試験片形状を図-1 に示す。溶接は作用応力と平行とし、溶接部には深さ 3mm、幅 5mm、長さ 250mm の溝加工を施した。実験中の座屈防止のため幅 30mm のフランジを設けた。フランジを溶接した後 SR 処理を行った。実験条件は、I 無負荷溶接、II 無負荷溶接後、許容応力度に等しい圧縮応力を負荷、III 許容応力度に等しい圧縮応力の作用下で溶接、IV 無負荷溶接後、許容応力度に等しい圧縮応力の作用下で溶接、の 4 種類とした。応力の負荷は荷重制御で行った。このようにして作成した溶接継手から平行部長さ 80mm、幅 15mm の引張試験片と 5×10 のサブサイズ 2mm V ノッチシャルピー衝撃試験片 3 本を採取した。

実験結果を図-2 に示す。この図より明らかなように、降伏点、引張強さ、伸びについてはほとんど違いが認められない。シャルピー吸収エネルギーにおいては IV が他のものに比べて高い値を示しているが、これは既存のビードの上に重ねて溶接したために溶接金属の組織が細粒化され、靱性が向上したものと考えられる。

次に、圧縮応力と直角に溶接が施される場合についても検討した。ここでは試験片形状などは別報「引張応力作用下で溶接された・・・」の図-1 と同じで座屈防止のフランジは用いず、L 50×50×4×280 のアングルをクランプで固定して座屈防護とした。

その結果、機械的性質については圧縮応力作用下で作用応力と直角に溶接しても特に劣化することはなかった。

また、残留応力の分布については、溶接ビード上の引張残留応力は無負荷で溶接されたものと良く似たものとなったがビード以外の部分の圧縮残留応力は無負荷の場合に比べて平均で 100 MPa 程度減少した。

これは、圧縮応力下で溶接したときにも溶接ビード上には降伏点に等しい引張残留応力が発生し、圧縮の外荷重を除荷することは弾性体であれば引張応力を増加させるが、降伏現象により降伏点を越える引張残留応力は消失し降伏点に抑えられる。そして引張残留応力の反力である圧縮残留応力が引張残留応力の消失分に相当するだけ緩和されたものと考えられる。

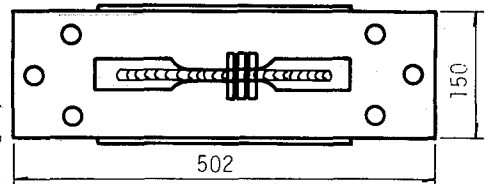


図-1 フランジ付き試験片

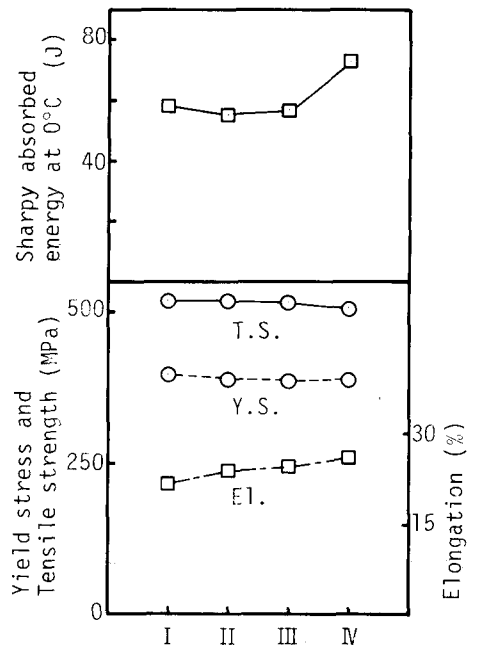


図-2 機械的性質の比較

3. 変形挙動 供試材はSS41であり、試験片の形状を図-3に示す通りで座屈防止対策は施さなかった。溶接はビードオンプレートとした。実験条件を決めるにあたり、応力作用下の部材に溶接を施すとき考慮すべき因子のなかから外荷重の大きさに着目することとした。すなわち、

C-0: 無負荷状態での溶接

C-1:  $\sigma_n = -70 \text{ MPa}$  作用下での溶接

C-2:  $\sigma_n = -140 \text{ MPa}$  作用下での溶接

の3種類の変形挙動を比較することとした。

実験は先ず所定の荷重を負荷し、この荷重を保持したままで板幅全幅にわたって溶接を行い、溶接開始直後から室温まで冷却した後、除荷するまでの変形を観察した。試験片の伸縮はゲージ長150mmの間に取付けたクリップゲージにより測定した。

実験結果を図-4に示す。図中、実線は溶接始端側、点線は終端側の変位を示している。

C-0試験片では全体としては溶接開始と共に伸び変形を示すが、室温まで冷却した後の変形は縮み変形となっている。一旦伸び変形を示すの

は溶接熱による膨張のためである。終端側では溶接開始と同時にわずかづつではあるが縮み変形を示した。これは始端側の膨張により試験片面内に曲げモーメントが生じたためであると考えられる。

C-1試験片における全体としての変形は溶接開始から除荷するまでの間を通して縮み変形で、室温まで冷却した後ではC-0試験片の数倍となっている。これは圧縮荷重が作用しているため凝固過程における収縮が大きいためであると思われる。C-1試験片の溶接開始から溶接終了までの間の変形をC-0試験片のそれと比較すると、C-0試験片では始端側で伸び、終端側で縮みの変形をするのに対し、C-1試験片では始端側で縮み、終端側で伸びの変形となっている。これは溶接により始端部が溶融され、外荷重により圧縮されると始端部に縮みが生じ、その反力として終端部に伸びを生じたものと考えられる。C-1試験片において溶接終了前後から始・終端とも変形が進行しなくなるのは熱による膨張と外荷重による収縮がバランスしたためであると思われる。

C-2試験片では溶接開始後約15秒で座屈した。この時の溶接長は約75mmであった。溶接部は高温あるいは溶融状態にあり剛性を失っているため外荷重が全て未溶接部に作用し、このために座屈したものと考えられる。この試験片を溶融部の断面が欠損した両端回転支持の偏心圧縮矩形柱であるとしてセカント公式を用いて検討するものとし、 $\sigma = \sigma_y$  のとき座屈すると仮定してセカント公式を変形すると、板幅  $b$  について  $b \geq (6e/t + 1) \times P / (\sigma_y \times t)$  を得る。ここに  $e$  は偏心量、 $t$  は板厚、 $P$  は外荷重、 $\sigma_y$  は降伏点である。この式にC-2試験片の諸量を代入すると、 $b \geq 77.7 \text{ mm}$  となる。すなわち、この試験片が座屈を起さないためには約80mm以上の有効な板幅が必要である。ところがC-2試験片では溶融部を断面欠損と考えると有効板幅は75mmとなるので座屈したものと解釈できる。

4. まとめ 圧縮荷重が作用している部材に溶接を施す時の諸問題について検討し、次の知見を得た。

①機械的性質は特に劣化することはない。②溶接ビード上の引張残留応力は変らない。③作用応力が70MPa以下では板幅全幅にわたって溶接しても座屈することはない。

本実験を実施するにあたり本研究 中辻義弘技官の協力を得た。記して謝辞とする。

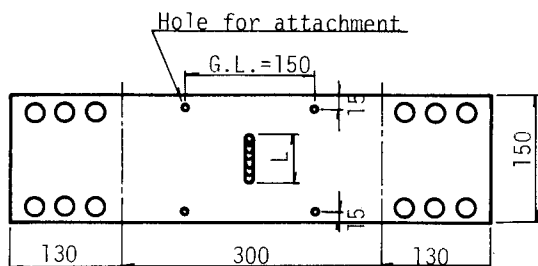


図-3 無補剛試験片

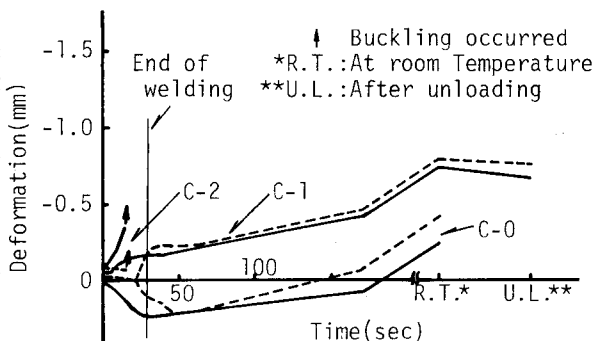


図-4 変形挙動