

I-234 4 辺拘束された平板の溶接による面外挙動

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
運輸省 正員 坂 克人

1. はじめに 橋梁をはじめとする鋼構造物の供用下での溶接による補修・補強においては、作業中の安全性、作業後の継手および部材の性能を確保しなければならない。溶接による補修・補強において検討しなければならない問題には、溶接熱による鋼材のヤング率および降伏点の低下、それに伴う耐荷力の一時的な減少、溶接により生じる作業中の変形、それを拘束する場合に生じる熱応力、溶接後の残留変形および残留応力などが考えられる。本研究では、プレートガーダーのウェブあるいはボックスガーダーのウェブ、フランジ、ダイヤフラムなどを想定し、4 辺拘束された平板の溶接による面外変形挙動を検討した。また、拘束応力ならびに残留応力についても検討した。

2. 実験方法 試験板はW-1(600x600), W-2(600x400), W-3(600x200)の3種類を用いた。材質はSPHE-Pで、板厚は 3.2mmである。これらの試験板は4 辺拘束の条件を満足させるため、溝形鋼(200x80x7.5x11) 8本により組立てられた固定用枠に取り付けられた。残留応力の比較のためW-f(600x600)を追加した。この試験板は4 辺自由とし、固定用枠には取り付けなかった。試験板の中央線上にビードオンプレート溶接を施すので、たわみの測定はビードから15mm離れた平行線上で行った。拘束応力は、溶接後自然冷却した試験板に歪ゲージを貼付し、試験板を固定用枠から解放することによって測定した。残留応力の測定は切断法である。

3. 実験結果および考察 溶接中および溶接後自然冷却中の試験板のたわみを図1に示す。W-1 に最大で 6mmに達する面外方向のたわみが生じているが、変位拘束のもとにあるので試験板は不安定になることはなかった。板幅によってたわみの大小はあるが、たわみの挙動は時間に対して同じであり、最大のたわみは溶接終了直前に生じている。これは、溶融池が試験板中央を通過するときは溶融池が溶けているだけであって、熱の影響は溶融池のごく周辺に限られるが、溶融池が試験板中央を通過した後、溶接熱が試験板を伝

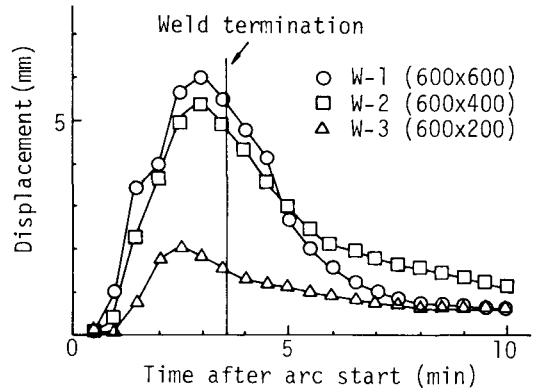


図1 溶接中および冷却中の試験板のたわみ

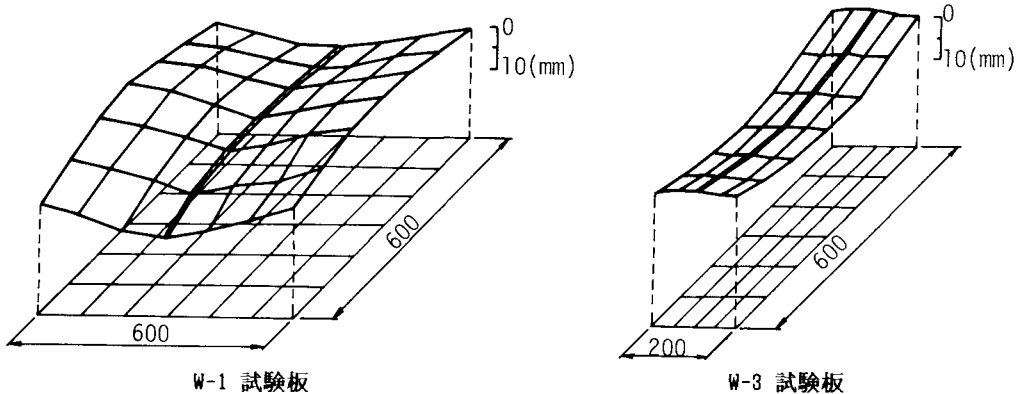


図2 拘束解放後の W-1および W-3の変形

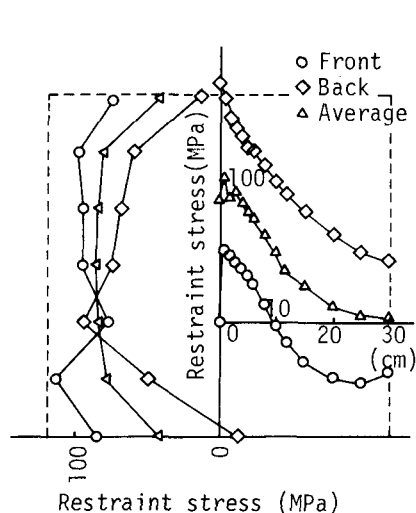


図3 W-1の拘束応力

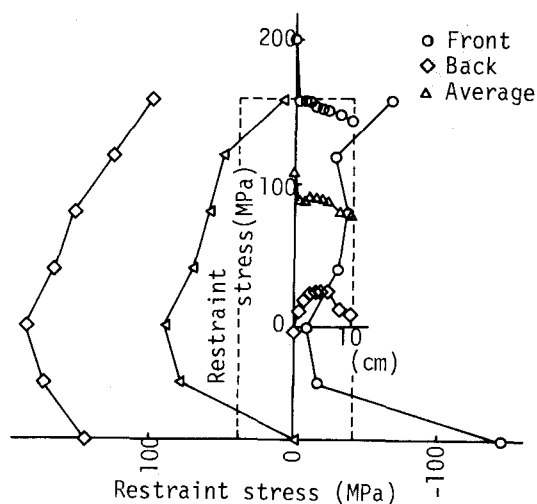


図4 W-3の拘束応力

導するにつれて熱の影響が広範囲に現われるためであると考えられる。自然冷却後の残留変形はすべての試験板において、ほとんどないといえるほど僅かであった。これは、溶接部が冷却に伴って収縮しようとするのを固定用棒が拘束したためと思われる。そこで、試験板を固定用棒から解放することによって、この拘束応力を求めた。拘束解放後の試験板に生じた変形を図2に示す。W-1においては溶接ビードに直角方向の変形（横曲り変形）が卓越し、W-3においては溶接ビード方向の変形（縦曲り変形）が卓越している。W-2, W-fではW-1と同様の変形であった。W-3だけに縦曲り変形が生じたのは、板幅が小さいのでビード直角方向の拘束がビード方向に比べて大きかったため

であると考えられる。W-1およびW-3の拘束応力を図3、4に示す。溶接ビード方向の拘束応力に表裏の差があるのは溶着金属の量の違いによる表裏の温度差のためである。図2のW-3ではわずかな横曲り変形しか示していないにもかかわらず、W-3のビード直角方向に高い拘束応力が生じているのは、ビード直角方向の剛性が大きいためであると思われる。残留応力測定結果を図5に示す。この結果は表裏の平均である。W-1とW-fを比べるとビード近傍の応力に違いが認められる。W-1の応力が低いのは、残留応力と拘束応力の和が降伏点に達していたものが、拘束応力の解放により拘束応力分だけ低下したためである。

4. まとめ 既設橋梁を溶接により補修・補強するとき、ステーシングを用いて荷重を除去したとしても工場における製作と異なり、4辺拘束された状態で溶接されることが少なくない。本研究の結果によれば、このような状態での補修・補強においては作業中に少なからざる変形が生じたが、作業中に不安定となることはなかった。しかし、作業後の部材には溶接残留応力だけでなく、4辺が拘束されていることによる拘束応力が生じ、これらの和が降伏点に達し溶接残留応力だけによる塑性域より大きな塑性域となった。したがって、補修・補強後の部材の耐荷力を検討するにあたり、溶接残留応力だけでなく、拘束応力も考慮した照査が必要であると考えられる。この拘束応力は引張であるので、引張部材では、特に慎重な検討が必要であると思われる。

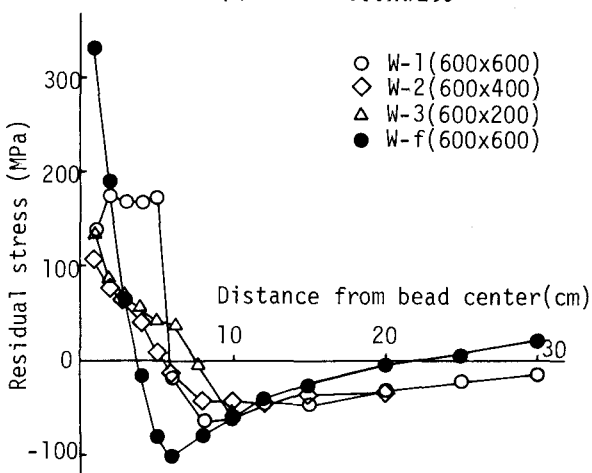


図5 残留応力分布