

徳澤 建設 徳澤 直紀
大阪大学溶接工学研究所 堀川 浩甫

1. はじめに

前報では¹⁾応力作用下の平板へ溶接し、その平板の残留応力分布と溶接金属の材質変化に着目して実験を行ない、残留応力分布についてはそのピークが載荷分の応力だけ低くなった。また、溶接金属の材質は特に劣化しないという結果が得られた。しかし、実際の橋梁部材へ溶接を施すと、溶接熱によって鋼材の降伏点低下及びヤング率低下が溶接部近傍に起こり、部材が変形しやすくなるのが心配される。今回の報告では、市販のH型钢に荷重を加え、これに溶接熱を与え、H型钢の残留応力分布と変形挙動について実験を行なったので報告する。

2. 実験方法

実験で用いた材料は広幅H型钢(100×100×6×8)である。図1の実線矢印の要領で、上下各フランジに新添応力 $\pm 14 \text{ kg/mm}^2$ が発生するように載荷した。最大900^{mm}の一端曲げスパンに小型サブマージ溶接機ですみ肉、ビードオンプレート溶接を行なった。荷重は試験機の油圧バルブの開閉によって制御するが、サーボ機構を有しないため手動で操作した。操作者の熱線によって荷重の瞬間的変動をできるだけ小さくすることができた。フェンダー型コンタクトストレインゲ

WELDING CONDITION		
SPECIMEN	HEAT INPUT J/cm	STRESS
NO.1	10,300	+14kg/mm ² BEAD ON
NO.1'	8,800	
NO.2	22,600	
NO.2'	22,300	-14kg/mm ² FILLET
NO.3	22,100	
NO.3'	22,100	
NO.4	9,400	
NO.4'	8,900	
NO.5	22,600	0 kg/mm ² FILLET
NO.5'	22,100	
NO.6	23,000	0 kg/mm ² BEAD ON
NO.6'	22,600	

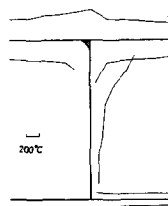


Fig.1 Experimental procedure and condition

ジ(1/1000目盛)用の1^{mm}φのスチールボールを溶接前に標点距離50^{mm}で打込んでおき、これより試験体溶接後のひずみを、ダイヤルゲージ(1/1000目盛)でたわみを、そして予め貼られたワイマストレインゲージ(ゲージ長2^{mm})間に鋸でスリットを入れ残留応力の解放量を各々測定した。以上の測定を引張、圧縮側それぞれに溶接した試験体に行ない比較した。実験は、まず梁に荷重を与えて1パス目の溶接を行ない試験片全体が室温程度になるまで荷重を一速に保ち、その後除荷しひずみを測定する。そして再び荷重を加えて2パス目の再溶接を行なう。この手順を、溶接条件、荷重条件を変えた各試験体について行なった。溶接では、投入熱(10000 J/cm程度)に1.6^{mm}φの溶接心線を、高入熱(20000 J/cm程度)に2.0^{mm}φの溶接心線を用いた。図1には、ビードオンプレート、すみ肉溶接時(いずれも入熱22000 J/cm)のH型钢各部の最高到達温度をC A熱電対によって測定した結果も示す。

3. 残留応力・溶接による変形

図2に残留応力測定結果を示す。溶接前の圧延のままのH型钢にはウェアフランジ交差部に最大5^{kg/mm}残留しているが、残留応力のグローバルな分布を調べる目的もあり、また多少残留していても溶接によって打消され

ると考え、SR処理は行われなかった。荷重は加えずに溶接しただけのNo. 6'の残留応力はヒート部で最大+28 kg/mm^2 、上フランジ端で-18 kg/mm^2 観測された。引張フランジに溶接したNo. 2'は、引張載荷平板へ溶接したものと同様の結果、すなわち、引張フランジ上では荷重応分+14 kg/mm^2 程度ピークが低くなった。この場合、ウェブ上では引張残留応力から圧縮残留応力へ急激に変化せず、緩やかに分布する。一方圧縮フランジに溶接したNo. 3'の場合は、圧縮残留応力のピークも荷重応分-14 kg/mm^2 程度低下しているが、圧縮残留応力の裾が広がり、ウェブ及び引張フランジの分布はNo. 2'と逆の分布を示した。No. 2', No. 3'いずれも2パス後(溶接心線2.0 mm φ)の結果であるが、No. 3'はすみ肉溶接であるので、最終パス側に引張残留応力のピークが移るために対称な分布となっていない。No. 3'の場合、ウェブの残留応力もNo. 6'に比べて低下せずその分布領域が広がっている。

溶接後に測定したフランジのひずみの測定結果を図3に示すが、これは試験体長手方向のひずみで、一樣曲げスパン内ではほぼ一樣であったので、その平均値を図示した。無荷重でヒートオンプレート及びすみ肉溶接を行なったNo. 6', No. 5'はそのひずみ変化が著しく異なったので、図1に示す破線の荷重を行ない引張フランジにもすみ肉溶接を行ない、その時のひずみ測定を平均値を図3に破線で示す。引張側、圧縮側いずれに溶接しても、溶接線に近い側のフランジのひずみが大きく、反対側フランジのひずみが小さい。

特に、圧縮クランジに溶接したものは、溶接部の固有収縮と降伏点、ヤング率低下の相乗作用で引張フランジ溶接したものより、ひずみ変化が著しく大きい。図4では、縦軸は上下フランジのひずみの差を示すが、これは梁の曲率変化と考えてよい。横軸は荷重によるひずみ ϵ_0 、無荷重で溶接した時のひずみ ϵ_w 、荷重を与えて溶接した時の降伏点、ヤング率低下によるひずみ ϵ_s を示すために、荷重・溶接・荷重+溶接の各項目に区別して整理したものである。

4. まとめ

残留応力は、引張側へ溶接したものは前報と同じ結果を示し、圧縮側へ溶接したものでは引張側へ溶接したものとは比べ溶接金属の自由膨張が妨げられるため、さほど低下しない。溶接後の見かけの変形は、圧縮側へ溶接したものの変形が著しく大きいという結果が得られた。圧縮部材への溶接には変形の面、残留応力の面から、充分な注意を要とする。なお、本報告は徳澤が大阪大学在職中に実験を行ない退職後整理したものである。

<参考文献> 1) 応力作用下にある平板への溶接 第34回年次学術講演概要集I

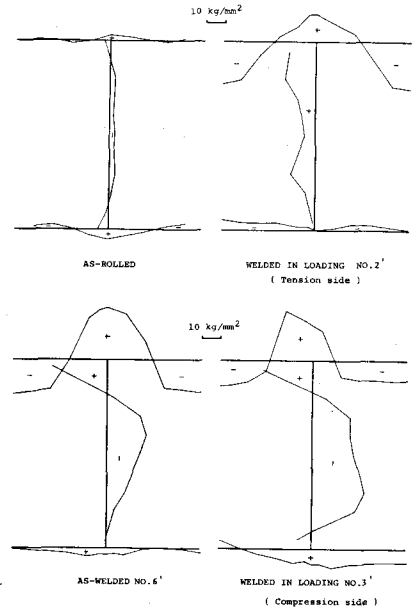


Fig. 2 Distribution of Residual Stress

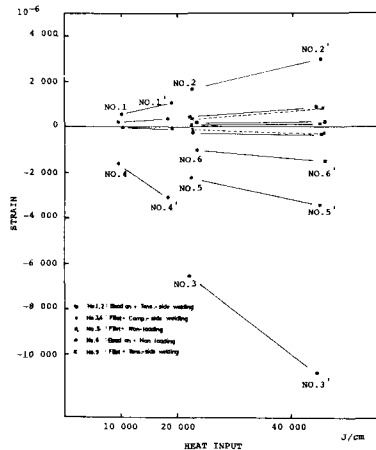


Fig. 3 Strain of upper and lower flanges after welding

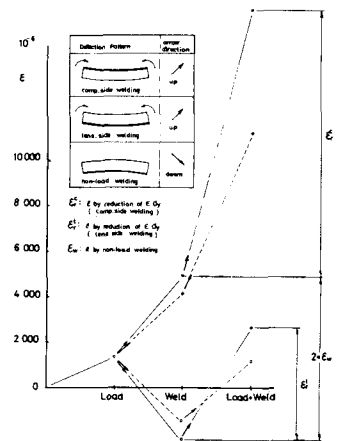


Fig. 4 Strain change by load, weld and reduction of E, σ