

株式会社横河橋梁製作所 正員 名取 暢
 株式会社横河橋梁製作所 深沢 誠
 株式会社横河橋梁製作所 正員 明石 重雄

1.はじめに 高張力鋼を用いる長大橋の補剛トラス弦材のかど継手部を対象とした疲労試験が数多く行われている。それらの報告によると、従来問題とされなかつた小さいブローホールが疲労き裂の起点となり、さらには溶接部の残留応力の存在が疲労強度に大きな影響を及ぼすことが指摘されている。^{1),2)} したがってかど継手の疲労強度を向上させるためには、まずブローホールの発生を防止することが重要であるが、そのようなブローホールが発生した場合には、かど継手部の残留応力を低減させることが効果的と考えられる。そこで筆者らは、欠陥部近傍の残留応力を低減する種々な方法について検討を行ってきた。³⁾ 本文では、厚板を用いた実寸大の弦材かど継手部を対象に、電気ヒーターによる局部残留応力低減処理の有効性について検討したので報告する。

2.処理方法 図-1に今回行つた局部残留応力低減方法を示す。対象かど継手部をはさむ、フランジ、ウェブを電気ヒーターで加熱するとともに、かど継手部近傍を水冷銅当てを用いて冷却することにより、相対的な温度差を生じさせ、かど継手部に温度差による引張強制ひずみを与える。これが引張残留ひずみに加算され塑性域に達し、冷却後溶接部の残留応力を減少させるという方法である。

3.試験体形状 試験には、SM58Q・板厚40mmからなる高さ960mm×幅1000mmの箱断面供試体を用いた。かど継手部の溶接条件を表-1に示す。なおかど溶接部溶着鋼の降伏点は、レ形溶接部が 62.9 kg/mm^2 、内面すみ肉溶接部が 64.3 kg/mm^2 である。また残留応力測定は、試験体に防水型ひずみゲージを貼付し、切断により解放ひずみを測定する切出し法に依つた。

4. 残留応力測定結果 図-2に残留応力測定結果を示す。図中、点線は溶接のままの状態での残留応力分布を示す。溶接のままの状態では、レ形溶接ビード面、内面すみ肉溶接ビード面とも 45 kg/mm^2 程度の引張残留応力が生じている。これに対し、低減処理後の残留応力は、レ形溶接ビード面で 5.3 kg/mm^2 、内面すみ肉溶接ビード面で 6.3 kg/mm^2 となっており、引張残留応力は 40 kg/mm^2 程度低減していることが判る。

5. 残留応力低減の機構 図-3に加熱部とかど継手部の温度履歴を示す。電気ヒーター通電後約1時間で加熱部の温度は約 350°C 、かど継手部の温度は約 80°C となり、約 270°C の温度差が生じた。

今回、温度差によるかど継手部のひずみ挙動を確認するため、溶接型ひずみゲージを用いてかど継手部の引張強制ひずみを測定した。図-4に温度差とかど継手部に発生した引張強制ひずみとの関係を示す。かど

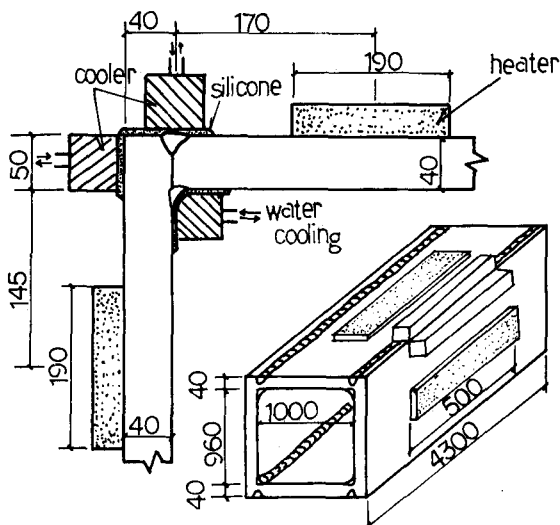
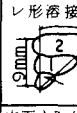


図-1 残留応力低減処理

表-1 かど継手部の溶接条件

開先および 積層方法	パス	溶接 方法	溶接 材料	溶 接 条 件			
				電 流 A	電 圧 V	速 度 m/min	入 熱 KJ/cm
レ形溶接 	1	先 後	二電極 Y-DM	700	30	60	40
	2	先 後	SAW YF-15	550	35	50	44
	2	先 後	SAW YF-15	550	32	50	44
	2	先 後	SAW YF-15	600	32	50	44
内面すみ肉溶接 	1	CO ₂	YM60C	180 ~200	-	-	-
	2	手	LBF 62A	280 ~300	-	-	-

継手部の実測ひずみは、温度差とともに増加し、
 レ形溶接部では、温度差 270°C の時 2730×10^{-6} 、
 内面すみ肉溶接部では、温度差 255°C の時 2380×10^{-6} の引張強制ひずみが注じて
 いる。

図-5にかど継手レ形溶接部について、初期残留応力 44.8 kg/mm^2 、降伏点 62.9 kg/mm^2 として、
 残留応力低減の機構を示す。レ形溶接部に生じた引張強制ひずみが 2730×10^{-6} であることから、
 A点にあつた応力は、この強制ひずみにより降伏点 (B点) に達した後塑性変形をおこす。
 そしてその後の冷却によりもとの状態に収縮し、C点へ移行する。
 したがって当初 44.8 kg/mm^2 あつた残留応力は 7.5 kg/mm^2 まで減少することとなる。
 この値は実測値 5.3 kg/mm^2 とほぼ同程度の値であり、図-5が本法のメカニズムの妥当性を説明するものと考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会，本州四国連絡橋鋼上部構造研究小委員会：鋼上部構造に関する調査研究報告書 別冊2 S55，3月
- 2) 平野，竹名他：ボックス断面供試体を用いた大型疲労試験，第36回年次講演会，I-118
- 3) 明石，深沢他：かど溶接部の残留応力低減方法（第1報），（第2報），溶接学会全国大会 S56，9月

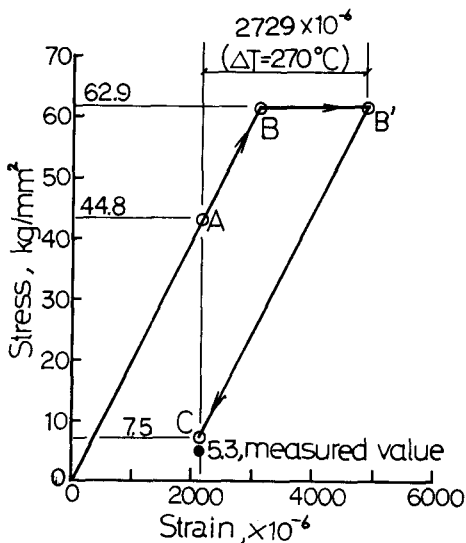


図-5 残留応力低減の機構

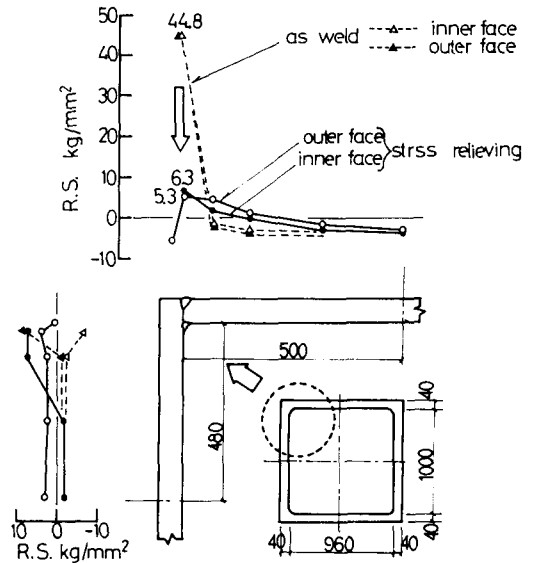


図-2 処理後の残留応力分布

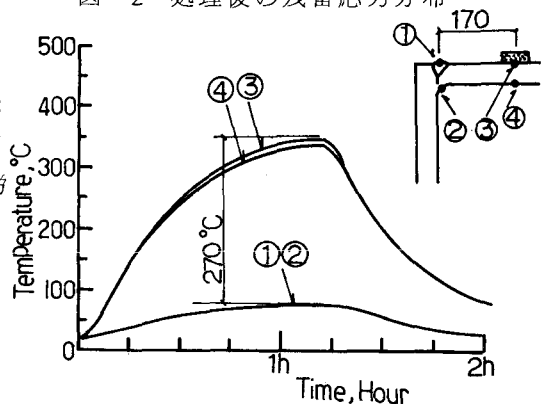


図-3 加熱部とかど継手部の温度履歴

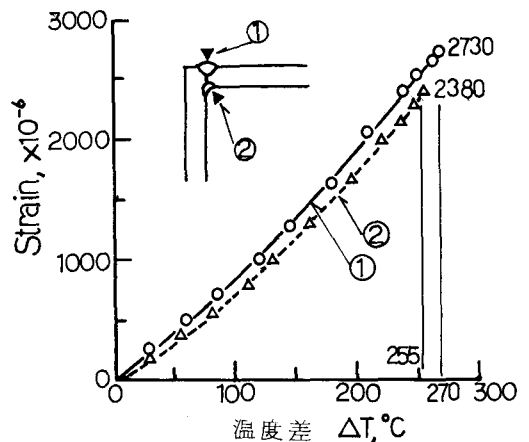


図-4 温度差とかど継手部の引張強制ひずみ