

PS I - 8

面外曲げを受けるすみ肉回し溶接部の疲労強度

横河橋梁 正員 寺田博昌 正員 名取 嶋
 鉄道総研 正員 阪本謙二

1 はじめに

鋼構造物には部材の構成や補強のため、リブ、ガセット等の各種付加物がすみ肉溶接される。一般にこれら付加物のすみ肉溶接終端部は、防錆上の観点より回し溶接されるのが慣例となっている。しかし、すみ肉回し溶接止端部には高い応力集中が存在することに加え、狭隘な部位に位置するが多く、溶接品質が一般部に比べて低下することから、繰り返し荷重をうける構造物においては疲労に対する弱点となり易い。最近の鋼橋における疲労損傷の調査においても、二次的な面外変形、面外振動を原因とした回し溶接部の損傷事例が多いことが報告されている¹⁾。そこで、今回、鉄道橋腹板における垂直補剛材下端部の疲労損傷事例に見られるような面外曲げを受けるすみ肉回し溶接部を対象に、溶接終端処理を3種類変化させ、これら終端処理が疲労強度に及ぼす影響について検討を行なった。

2 供試体形状および実験方法

供試体形状を図-1に示す。鋼桁腹板に相当する中板の表裏に長さ240mmの補剛材がすみ肉溶接されている。載荷方法は中板の両端を支持点とし、補剛材を直接押す3点曲げ載荷形式(スパン長430mm)とした。供試鋼材はSM41A, t=15mmである。試験シリーズは補剛材端部処理が、

- ・通常の回し溶接を行なったもの(Aシリーズ)
 - ・補剛材端部で溶接を止めたもの(Bシリーズ)
 - ・補剛材端部から20mm手前で溶接を止めたもの(Cシリーズ)
- の3種類である。

すみ肉溶接は、実部材の製作において一般的な溶接棒のNTL52(JIS Z 5016)を用いて行なった。なお、目標脚長は6mmとした。

疲労試験はロウゼンハウゼン型試験機を用い、繰り返し速度300cpmの条件にて、片振り圧縮で行なった。試験途中、一定の繰り返し数毎に荷重範囲を1/2としたビーチマーク操作を行い、試験終了後、亀裂破面を露呈し、亀裂の発生、進展状況を観察した。また、各シリーズともすみ肉溶接終端部から5mm離れた位置にひずみゲージ(ゲージ長2mm)を貼付し、初期状態における歪量を測定するとともに、繰り返し載荷中に歪み振幅を測定し、その変化より亀裂発生の有無を確認した。

4 疲労試験結果

表-1に試験結果の概要を示す。繰り返し載荷はビーチマーク操作を行いながら、亀裂がある程度進展するまで続けた。表中、亀裂の発生状況および最終亀裂長さを示す。供試体裏面の溶接終端部には、いずれの供試体においても亀裂の発生が確認された。

Aシリーズについては、亀裂の発生点はいずれも回し溶接の主材側止端部である。B、CシリーズについてはAシリーズと同様に止端部から発生したものと、溶接終端のルートから発生したものがある。また、殆どの場合、多少の発生時期の違いはあるものの、補剛板をはさむ左右の終端部から亀裂が発生しており、初期段階においては個々に進展し、その後一つの亀裂となって成長している。

露呈した破面のビーチマーク観察結果をもとに、各シリーズについて載荷荷重と各繰り返し数段階での亀裂の表面長さとの関係を表したものを図-2に示す。今回の試験では、試験体の構造的要因から、亀裂が80mm程度進展すると停留する傾向にあった。そこで、亀裂が30mmに達したときを疲労寿命と仮定すると、図

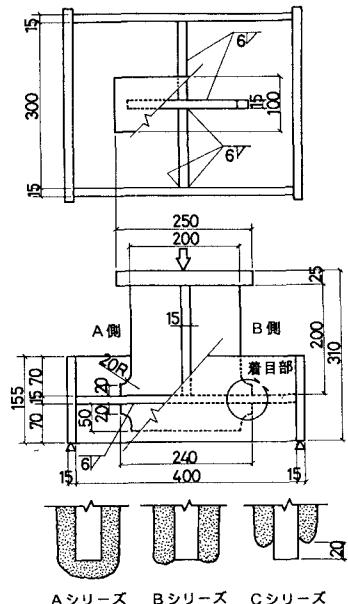


図-1 供試体形状

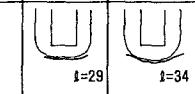
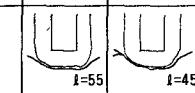
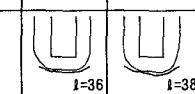
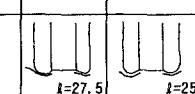
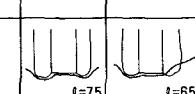
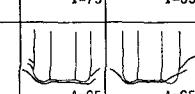
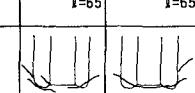
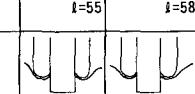
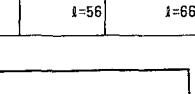
中に示すような寿命直線が得られる。この寿命直線によりA、Bシリーズの200万回疲労強度を比較すると、Aシリーズの11tonに対して、Bシリーズでは14ton程度であり、およそ30%疲労強度が上昇している。Cシリーズについては載荷荷重23tonのデータしかなく、十分な比較はできないが、Bシリーズと同程度の強度を有しているものと思われる。

図-3は、溶接終端部で測定したひずみで整理し直したものである。ここで、図-2と同様に亀裂長さ30mmを限界寸法とし、寿命直線を求めたが、A、B、Cシリーズにその差はほとんどなく、一本の直線で表すことができる。このことは、すみ肉溶接終端部の疲労強度は、止端部に発生する応力で評価することが可能であり、回し溶接を行なわないB、Cシリーズの疲労強度向上は止端部に発生する応力が減少したためと考えられる。

なお、今後、実部材の回し溶接部を対象とした応力解析を行い、今回取り上げた終端処理方法の有効性について検討を行なっていく予定である。

1) 岩崎、名取、深沢、寺田：鋼橋の疲労損傷事例と補修・補強対策、横河橋梁技報、第18号、1989

表-1 疲労試験結果一覧

試験シリーズ 供試体	荷重振幅 ΔP ton	止端の歪 $\times 10^{-6}$		最終繰 返し数 $\times 10^4$	亀裂発生状況	
		A側	B側		A側	B側
Aシリーズ	A-1	1.0	3.59	3.77	300	
	A-2	1.7	5.63	5.24	177	
	A-3	2.0	7.04	6.67	80	
Bシリーズ	B-1	1.0	3.13	2.50	400	
	B-2	1.7	5.36	4.51	408	
	B-3	2.0	5.65	6.02	300	
	B-4	2.3	6.56	6.59	125	
Cシリーズ	C-1	2.3	6.68	6.83	190	
			5.46	7.22		

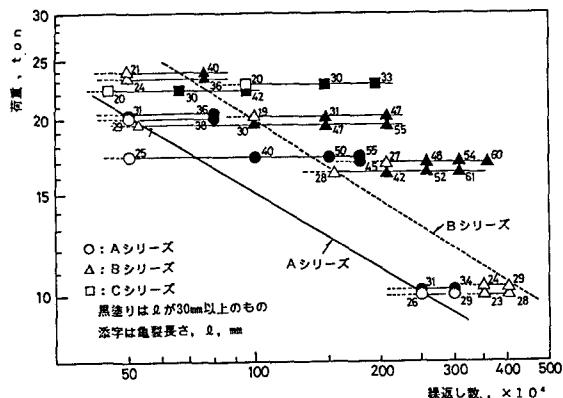


図-2 疲労強度の比較

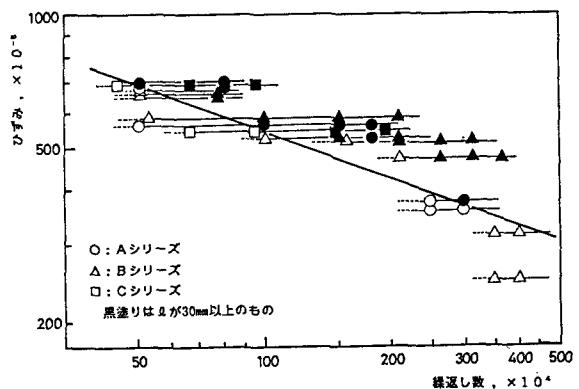


図-3 止端部の局部応力による比較