

I-477

塗装鋼板の溶接施工性とその疲労強度

に関する検討 - (その3) 溶接桁の疲労強度 -

東京鉄骨橋梁 正会員 田中 雅人 法政大学 正会員 森 猛
 川崎重工 正会員 吉本 秀一 横河ブリッジ 木幡 嘉人
 川鉄鉄構 林 俊一 東京工業大学 正会員 三木 千壽

1. はじめに

本報告ではI断面溶接桁の、フランジとウェブの接合部（首溶接）、垂直スティフナー、ウェブガセットプレート等のすみ肉溶接部に発生したブローホールが疲労強度に及ぼす影響について報告する。

2. 試験体、試験方法

試験体数は合計4体であり、試験体形状を図-1に示す。供試鋼材はSS400とした。NO-1、NO-2の首溶接は炭酸ガスシールド自動溶接でフラックス入りワイヤー（FCW）により、NO-3、NO-4はサブマージアーク溶接により溶接した。各試験体の垂直スティフナーとガセットプレートは手溶接とFCW半自動溶接でそれぞれ半数ずつ施工した。溶接条件を表-1に示す。溶接部は長ばく型エッチングプライマーを約20 μ 塗布し、剝離せずに溶接した。疲労試験は載荷梁を介した4点曲げとし、繰り返し速度2.2Hzで1~26tfの繰り返し載荷にておこなった。また、NO-4のみピーチマーク載荷を行なった。試験体各部の応力範囲は首溶接が141Mpa、垂直スティフナーが98Mpa、ウェブガセットは59~91Mpaである。疲労亀裂の発生と進展は磁粉探傷により定期的に監視した。疲労試験終了後、溶接部を露呈し、ブローホールの寸法と潜在疲労亀裂を測定した。

3. 試験結果

首溶接の疲労亀裂は溶接の1stビード側から多く発生した。表面にまで達し磁粉探傷検査により検出された疲労亀裂の数および繰り返し載荷回数はNO-1で11個 458万回、NO-2で1個 471万回、NO-3で1個 389万回、NO-4で4個 226万回であった。亀裂はNO-2のみが圧縮側であり、その他は全て引張り側に検出された。ピーチマーク試験を行なったNO-4試験体の破面観察により疲労亀裂はブローホールの頂部付近から発生していることが明らかとなった。また、三次元有限要素解析を行ない、ブローホール頂部で応力集中が高いという結果を得た。ウェブガセット部で生じた疲労亀裂の数は、NO-1で5箇所、NO-2で3箇所、NO-3で8箇所、NO-4で3箇所であった。その全てが廻し溶接の止端部から発生していた（写真-2）。NO-4のピーチマーク結果およびX線結果（写真-3）からも疲労亀裂はブローホールとは無関係に溶接止端部に沿って進展していることが確認された。

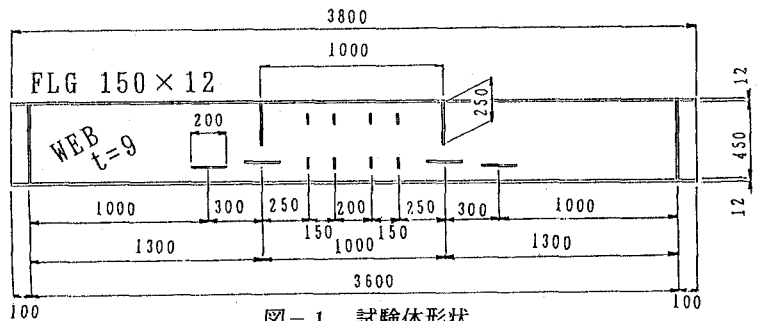


図-1 試験体形状

表-1 試験体の溶接方法および溶接条件

継手の部位	試験体名称	溶接方法	溶接材料	溶接条件
首溶接	NO-1、NO-2	FCW 自動	MX-200 1.2 ϕ	240A 34V 34cm/min
	NO-3、NO-4	S A W	US-36 4.0 ϕ MF-53 8-48	650A 32V 60cm/min
ウェブガセット プレートおよび 垂直スティフナー	NO-1~NO-4	手溶接	LB-52 5 ϕ	200A
		FCW 半自動	MX-200 1.2 ϕ	230A 30V

疲労亀裂はブローホールの頂部付近から発生していることが明らかとなった。また、三次元有限要素解析を行ない、ブローホール頂部で応力集中が高いという結果を得た。ウェブガセット部で生じた疲労亀裂の数は、NO-1で5箇所、NO-2で3箇所、NO-3で8箇所、NO-4で3箇所であった。その全てが廻し溶接の止端部から発生していた（写真-2）。NO-4のピーチマーク結果およびX線結果（写真-3）からも疲労亀裂はブローホールとは無関係に溶接止端部に沿って進展していることが確認された。

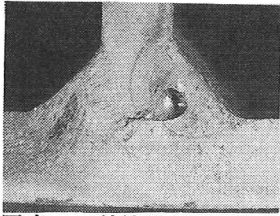


写真-1 首溶接部の
疲労亀裂

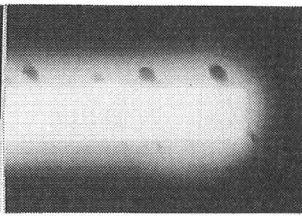


写真-3 ウェブガセット
部のX線結果

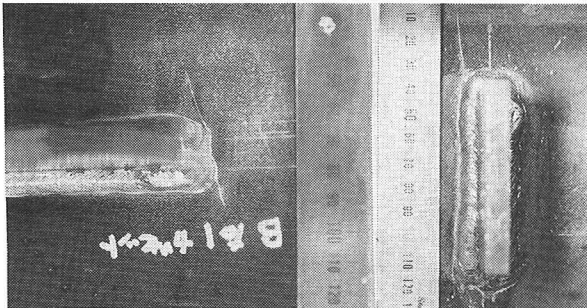


写真-2 ウェブガセット廻し 写真-4 垂直スティフナー
溶接部の疲労亀裂 部の疲労亀裂

垂直スティフナーからの疲労亀裂はNO-3からのみ発生した。ウェブガセットと同様に疲労亀裂はブローホールと無関係に溶接止端部に発生し、それに沿って進展していた（写真-4）。

図-2～4にS-N曲線を示す。首溶接ではNO-1で亀裂長13mmまで、その他は破断まで、ウェブガセットの疲労亀裂が長さ40mmに、垂直スティフナーでは溶接端部から10mmに達したときの繰返し回数を疲労寿命として、JSSC疲労強度設計指針（案）の強度等級D、G、Eと比較した。ここで得られた各継手の疲労強度は指針の規定値を満たしている。

4. まとめ

1) 首溶接、ウェブガセット、垂直スティフナーの溶接部の疲労強度はそれに対応するJSSC疲労設計指針（案）の強度等級を満たしている。

2) 首溶接の疲労亀裂は全てブローホールの頂部より発生しており、疲労強度はブローホールの影響を受けていると言える。また、ブローホール頂部では応力集中が高くなることを三次元有限要素解析により明らかにした。

3) ウェブガセットおよび垂直スティフナー継手部の疲労亀裂は、ブローホールの有無に関係なく溶接止端部に発生した。そのため、これらの継手の疲労強度に対するブローホールの影響はない。

本報告の一部は昨年度、文献1)に報告を行なったものも含まれるがこのたび一連の実験が終了したためまとめて報告を行なった。また、本研究は鋼橋技術研究会施工部会の共同研究として実施したものである。実施にあたり、日本橋梁建設協会から研究費の補助を受けました。ここに記して深謝いたします。

〔参考文献〕1) プライマー鋼板溶接部の疲労強度、第47回年次学術講演会、概要集I-546

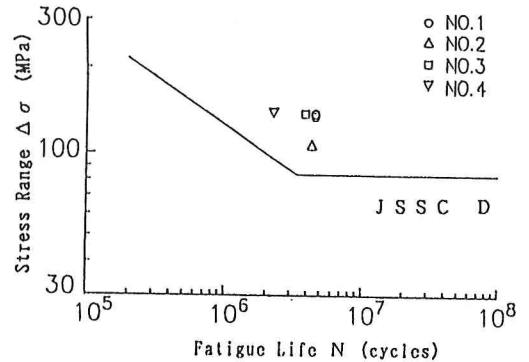


図-2 JSSC疲労設計指針での許容応力
範囲との比較（首溶接）

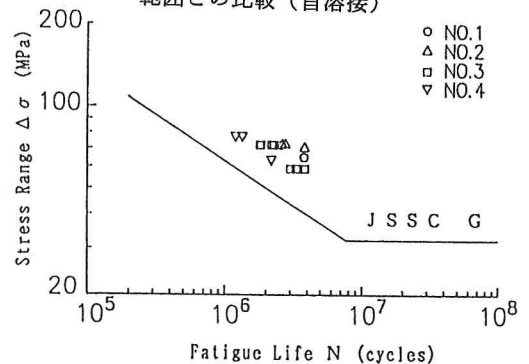


図-3 JSSC疲労設計指針での許容応力
範囲との比較（ウェブガセット）

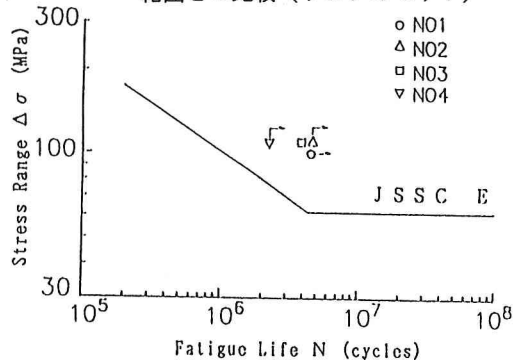


図-4 JSSC疲労設計指針での許容応力
範囲との比較（垂直スティフナー）