

I-438 プライマー鋼板溶接桁の疲労強度

東京鉄骨橋梁 正会員 田中 雅人
 法政大学 正会員 森 猛
 横河ブリッジ 木幡 嘉人
 東京工業大学 正会員 三木 千壽

1. はじめに

鋼橋の製作においては、製作および仮組の間の防錆を目的としたプライマー付き鋼板が用いられることが多い。プライマー鋼板をそのまま溶接すると、ブローホール等の発生原因となり易いために、各製作会社ともに、溶接時にプライマーを除去する等の対策を施している。しかし、作業環境の改善、溶接の自動化、高速化、ロボット化のために、プライマーを除去せず溶接することが望まれている。

本報告はプライマーを塗装した状態でフランジとウェブの接合部（首溶接）、垂直ステイフナー、ウェブガセットプレートの溶接を行なった桁試験体の疲労試験を行ない、これら3種類のすみ肉溶接ルート部に生じるブローホールが疲労強度に及ぼす影響について検討したものである。

2. 試験体、試験方法

供試鋼材は SS400であり、試験体は図-1のような I 断面梁で2体製作した。この試験体には長ばく形エッチングプライマーを目標膜厚20μで塗布し、それぞれプライマーを削除せずに溶接を行なった。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）を使用し、垂直ステイフナーとガセットプレートは手溶接とFCWを使用した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。疲労試験は載荷梁を介した2点載荷とし、繰り返し速度を 2.2Hzで 1~26tfの繰り返し載荷にて行なった。試験体各部の応力範囲は首溶接で141Mpa、垂直ステイフナーで101Mpa、ウェブガセットプレートで 59~72Mpaである。疲労亀裂発生進展状況は、所定の間隔で磁粉探傷法により監視した。ウェブガセットプレートに発生した疲労亀裂については、その全長がおよそ40mmと

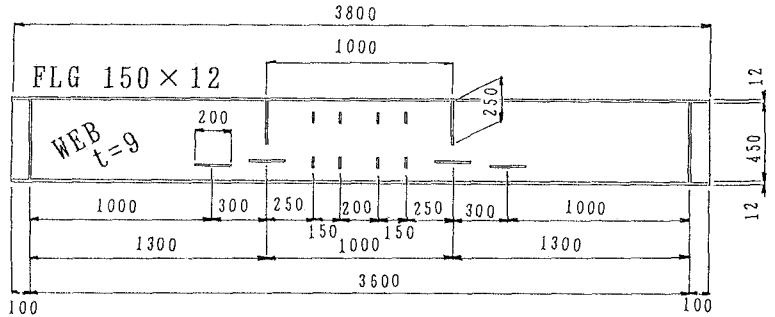


図-1 試験体形状

なった時点でストップホール、ハイテンボルト締めにより補修した。また、疲労試験終了後、溶接部を露呈し、ブローホールの高さ、幅、形状と潜在疲労亀裂の寸法を観察した。

3. 試験結果

1) 首溶接部

疲労試験の載荷回数は1体目で458万回、2体目で471回行なった。首溶接に於いては、1体目は全て引張側の下側に発生しており、386万回で4箇所、440万回で新たに7箇所発生し458万回で疲労試験を終了した。終了時に亀裂は最大13mmまで成長し、貫通はしなかった。2体目の疲労亀裂は1箇所のみ検出された。この亀裂は158万回に圧縮側の上側に亀裂長1mmで検出され、176万回で5mm、297万回で10mm、433万回で11mmと成長した。また、453万回で裏側のピードおよび上フランジに貫通し、471万回でフランジの半分程度まで成長したため疲労試験を終了した。S-N曲線を図-2に示す。

表-1 溶接条件

溶接方法	溶接材料	溶接条件
手溶接	LB-52 5 φ	200A
FCW 自動	MX-200 1.2 φ	240A 34V 34cm/min
FCW 半自動	MX-200 1.2 φ	230A 30V

2) ウェブガセットプレートと垂直スティフナー溶接部

1、2体目ともにウェブガセットプレートに発生した疲労亀裂はすべて溶接止端部からであり、手溶接、FCW半自動の溶接方法による差異は見られなかった。これら溶接止端部に沿った亀裂は、磁粉探傷では判断しにくく、亀裂の長さが10mmを超えてから発見される場合が多かった。発生した疲労亀裂は片面で20~30mmまで成長すると、反対側に貫通する。貫通した疲労亀裂が初めに発生した疲労亀裂とほぼ同じ長さになると、表裏の疲労亀裂は同じ割合で成長する。試験終了後ストップホール(18φ)、ハイテンボルト締め補修箇所を詳細に観察したが、亀裂の再発生は見られず、補修方法は有効であることが確認された。また、垂直スティフナーにおける疲労亀裂はまったく検出されなかった。S-N曲線を図-3、4に示す。

3) ルート部の暴露試験結果

暴露した首溶接部(先行溶接)の状況を写真-1に示す。先行溶接部には破面試験を行なった4mで約700個のブローホールの発生が確認された。これらのブローホールのうち約10%程度から疲労亀裂が発生していた。疲労亀裂のほとんどはブローホールの先端部から発生しており、残りの疲労亀裂はブローホールの内壁から発生していた。後行溶接部は連続した細長い(高さ約2mm)針状のブローホールの発生が見られたが、これらからの疲労亀裂の発生は見られなかった。同様にガセットプレートと垂直スティフナー溶接のルート部においてもブローホールが存在していたが、そこからは疲労亀裂の発生は認められなかった。

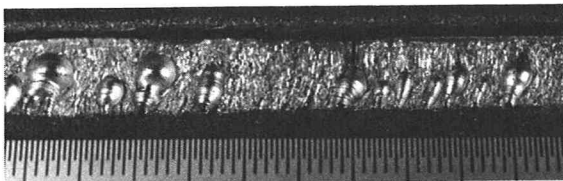


写真-1 露呈した首溶接状況

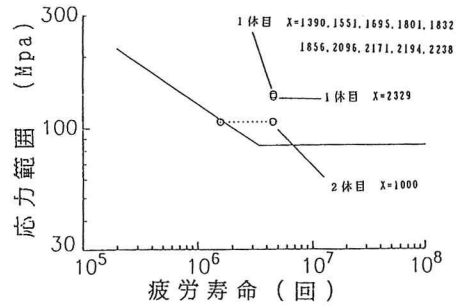


図-2 JSSC疲労設計指針での許容応力範囲との比較(首溶接)

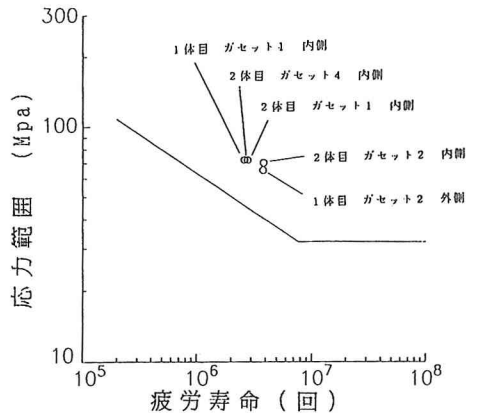


図-3 JSSC疲労設計指針での許容応力範囲との比較(ウェブガセット)

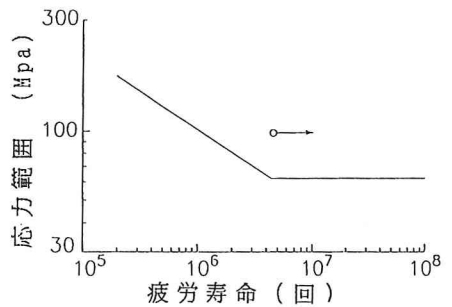


図-4 JSSC疲労設計指針での許容応力範囲との比較(垂直スティフナー)

4. まとめ

- 1) フランジとウェブの接合部の疲労亀裂はすべてブローホールから発生しており、ブローホールの影響を受けていると言える。しかし、JSSC疲労設計指針のD等級の強度等級を満たしている。
- 2) ウェブガセットプレートに発生した疲労亀裂は全て溶接止端部からであり、ブローホールの影響はない。
- 3) 垂直スティフナーには疲労亀裂は全く発生しておらず、疲労強度に対するブローホールの影響はないことが確かめられた。
- 4) これらの溶接部の疲労強度はそれぞれに対応するJSSC疲労設計指針での強度等級を満たしている。

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うけました。ここに記して深謝いたします。