

鋼製橋脚隅角部の疲労損傷対策に関する大型疲労試験（その2）

首都高速道路公団 正会員 ○下里 哲弘
 施工総合技術研究所 正会員 小野 秀一

首都高速道路技術センター 正会員 町田 文孝
 東京工業大学 フェロ - 三木 千壽

1. まえがき

首都高速道路の鋼製橋脚隅角部約2000基の内、約550基にき裂が発見された。その発生主原因は、フランジ端部のせん断遅れによる応力集中と3方向の溶接線交差部に板組に起因する固有内在きずの存在であり、¹⁾隅角部の疲労強度は著しく低くしている。²⁾本論文は、多数の隅角部に発生している疲労き裂に対する疲労耐久性向上を図れる対策方法の検討を目的に実施した実物大の大型疲労試験結果について報告する。

2. 大型疲労試験

大型疲労試験体を図1に示す。試験体寸法は、高さ5.2m、梁長さ9.4mの変形口の子で、断面形状は1.2m×1.2m、 $t_f=32\text{mm}$ 、 $t_w=25\text{mm}$ 、1試験体の隅角部は6箇所ある。疲労試験には、4,000kN試験機を使用し、繰返し荷重は隅角部フランジ端部の応力範囲が実橋で計測されている最大応力範囲60MPa程度となる3,820kNとし、応力比 $R=0$ 、载荷速度は1Hzとした。試験は、最初に写真1に示す実橋と同じ疲労き裂¹⁾を発生させた。その後、その疲労き裂に対し補強及びき裂補修の各対策方法を実施した後、再载荷して試験を行った。補強方法は隅角部のせん断遅れによる応力集中を低減させる当て板ボルト補強を採用した。き裂補修方法は疲労き裂が発生している橋梁が1980年以前の古い鋼材を用いたものが多く、また、拘束度の非常に高い隅角部の溶接補修はラメラテアの発生が懸念されることから³⁾、図2,3に示す機械的にき裂発生源の3溶接線交差部を除去する方法を採用した。除去形状は除去後に露呈する十字溶接継手部に応力集中が生じないように板組ごとに設計した。

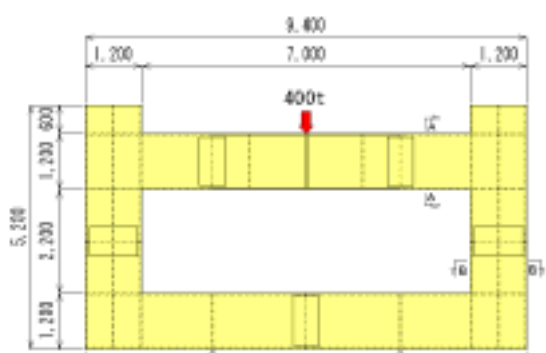


図1 大型疲労試験体

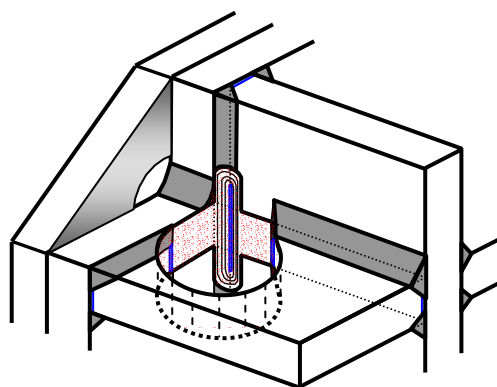


図2 き裂除去形状（板組WW）

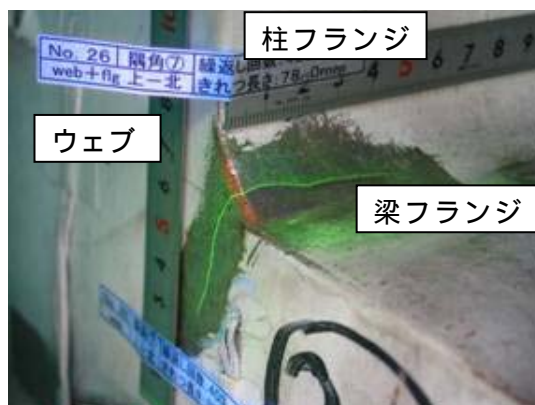


写真1 疲労き裂の発生

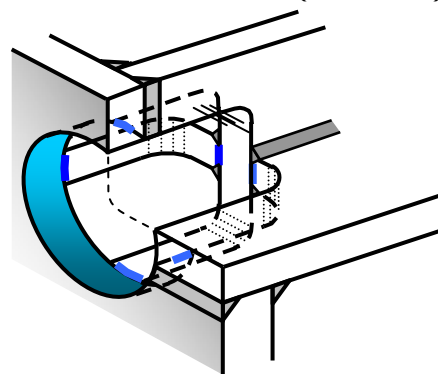


図3 き裂除去形状（板組WF, FF）

キーワード 鋼製橋脚隅角部，疲労試験，当て板ボルト補強，き裂除去，疲労耐久性

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1 首都高速道路公団保全施設部保全技術課 TEL03-3539-5676

3. 試験結果

写真2に鋼板をウェブ面に打込み式支圧ボルト(B10T)で設置した当て板ボルト補強を示し、図3に疲労試験の結果を示す。当て板補強後、隅角部の応力集中は約50%低減した。その結果、図3に示すように当て板ボルト補強後のき裂進展速度は急激に低下した。このことから、当て板ボルト補強は恒久対策のき裂除去を実施する迄の応急対策として有効であると言える。

写真3はフランジ端部に円孔を機械的に施工し、更に3溶接線交差部を除去するために棒グラインダーで拡孔したき裂除去方法（以下、スカラップ法）を示す。写真4はウェブ面から円孔にコア抜きしたき裂除去方法（以下、大コア法）を示す。約150万回载荷の結果、スカラップ法、大コア法ともに隅角部の溶接継手から疲労き裂の発生はなく、疲労耐久性の向上が確認できた。なお、このき裂除去方法での疲労試験は、当て板ボルト補強有り・無しのケースで実施している。

4. あとがき

鋼製橋脚隅角部に発生している疲労き裂の対策方法を検討する目的で実物大の疲労試験を実施した。現在、実橋では本疲労試験で検証された当て板ボルト補強を実施しており、き裂除去に関しても本疲労試験の結果を基にき裂除去を実施している。しかしながら、実橋においては、疲労き裂性状、溶接状態、板組、製作方法、応力状態などが多種多様であることから¹⁾、き裂除去を行う前には十分な詳細調査で、き裂発生原因を究明し、き裂発生原因を確実に取り除ける方法を選択することが重要であり、このことが疲労耐久性の向上につながる。



写真2 当て板ボルト補強

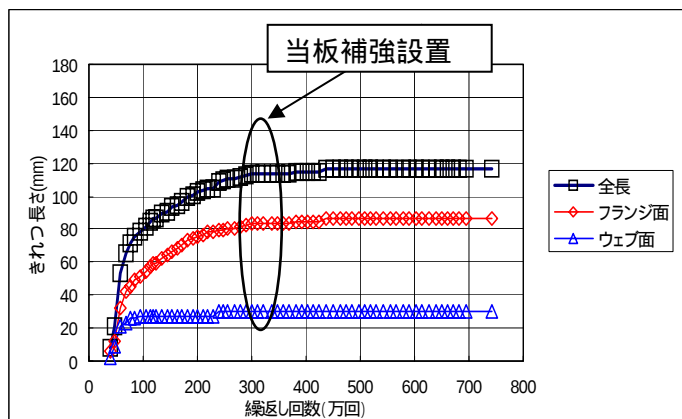


図3 き裂進展（当て板ボルト補強の場合）



写真3 スカラップ法（板組 WW）



写真4 大コア法（板組 WF, FF）

参考文献

- 1) 三木, 平林, 時田, 小西, 柳沼: 鋼製橋脚隅角部の板組構成と疲労き裂モード, 土木学会論文集 2003.10
- 2) 三木, 市川, 坂本, 田辺, 時田, 下里: 鋼製箱形断面ラーメン橋脚隅角部の疲労特性, 土木学会論文集 2002.7
- 3) 柳沼, 平林, 澁谷, 三木: 既設構造物の鋼材の年代的な特徴とその溶接性について, 第57回土木学会年講, 2002.9