

矢作川橋の鋼主桁斜材定着部疲労試験報告

○（株）横河ブリッジ

日本道路公団 中部支社 構造技術課

日本道路公団 中部支社 豊田工事（事）

正会員 佐野 泰如^{※1}山田 菊雄^{※2}杉木 正喜^{※3}

1. まえがき 矢作川橋は橋長 820m の波形鋼板ウェブを有する 4 径間連続鋼コンクリート複合斜張橋で、広幅員の 1 面吊り構造である。図-1 に示す本橋の主桁斜材定着部は、斜材ケーブルが定着される鋼定着梁から主桁全断面に力が伝達される複合構造となっている。このような複合構造形式の力の伝達機構と耐久性については現在まで明確にされていない。このうち伝達機構については縮小モデルによる耐荷力試験によってすでに確認されて

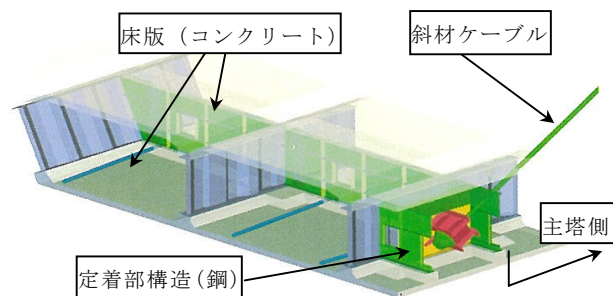


図-1 矢作川橋主桁構造

いる¹⁾。一方、鋼定着梁は 60mm を超える厚板で構成されており、板組形状も複雑で溶接線が交錯するので、局所的な応力集中が生じる可能性がある。よって、疲労上の弱点の無いディテールを実構造に採用する必要がある。本文では本橋の鋼定着ブロックに着目した縮小モデルによる疲労試験結果について報告する。

2. 試験概要 実構造ディテールを忠実に再現するため、試験設備に設置可能な最大のスケールとして定着ブロックを 7/10 に縮小してモデル化した。実験供試体は、定着梁の左右で 2 通りのディテールを比較した。定着梁の設置位置や角度は、斜材張力が最大かつ活荷重変動力が最大である矢作川橋の A1 側側径間最上段斜材（定着角度：31.9°）をモデル化した（図-2）。載荷荷重は実構造の斜材ケーブルに生じる設計最大活荷重変動力（S-201：4.09MN）に縮小スケール倍（×0.49）した 2.0MN 変動荷重範囲を基本に 1.1 倍の割り増しを行い、最大荷重 2.3MN、最小荷重 0.1MN、変動荷重 2.2MN とした。載荷は 5MN サーボジャッキにて実構造と上下反転させて行った。この変動荷重で 200 万回の繰り返し載荷を行ったが、疲労亀裂が生じなかったため、変動荷重を 2 倍の 4.4MN にし、50 万回追加載荷した。約 5 万回ごとに静的載荷を行い、ひずみの変化を確認した。図-3 に示す主な着目部位は、①定着梁端部、②定着梁横桁溶接部、③定着梁溶接部、④縦シャイベ溶接部である。左右のディテールは、①定着梁端部についてはフィレット半径を 80R と 10R にしたほか、②定着梁横桁溶接部、③定着梁溶接部、④縦シャイベ溶接部については共に溶接止端仕上げ無しの部分溶込み溶接と完全溶込み溶接を配置して比較した。

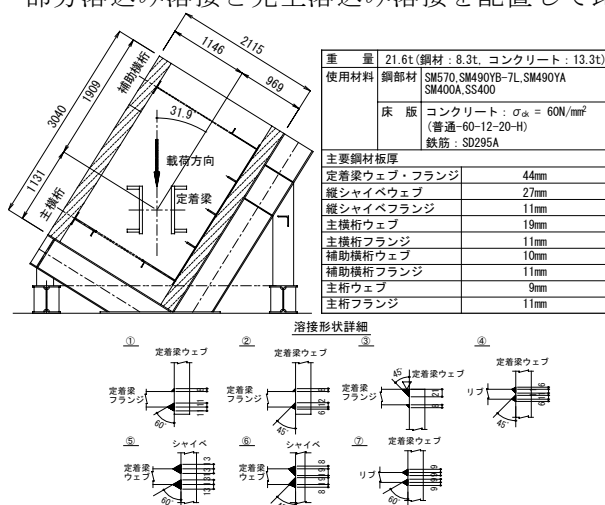


図-2 疲労試験体概要図及び試験状況写真

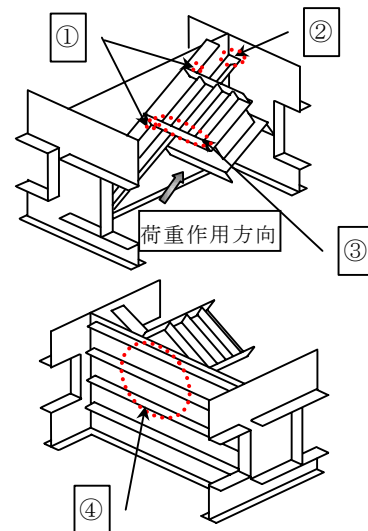


図-3 疲労試験着目部

キーワード：複合構造、斜材定着部、波形鋼板ウェブ、疲労試験

連絡先 ^{※1} 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 横河テクノビル

^{※2} 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-18-19

^{※3} 〒471-0831 愛知県豊田市司町 4-16

TEL 047-435-6161 FAX 047-435-6160

TEL 052-222-1181 FAX 052-232-3719

TEL 0565-35-7708 FAX 0565-35-7792

3. 疲労試験結果 疲労試験を開始する前に静的載荷試験により各着目部の発生応力度を確認した。その結果、定着梁端部の発生応力度が最も高く、主たる着目部と予想された。図-4に最も高い応力度が測定されたフィレット部（10R）の計測結果を示す。しかし、この部位においても200万回載荷後に疲労亀裂は確認されなかった。その後、変動荷重を2倍（4.4MN）にして50万回繰り返し載荷を行ったところ、27万回載荷後にフィレット部（10R）の定着梁フランジ溶接止端部に目視にて5mm程度の亀裂が確認された（図-5）。この亀裂はほとんど進展せず、50万回の載荷にて試験を終了した。JSSCの疲労設計曲線上に試験結果をプロットして図-6に示す。鋼定着ブロックの疲労上最弱部は定着梁端部のフィレット部（10R）であり、C等級の一定振幅応力の打ち切り限界未満で疲労亀裂が生じているので、強度等級はD等級程度であることが確認された。

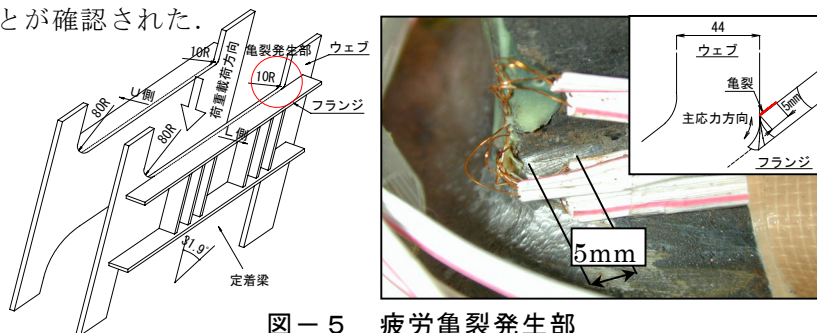


図-5 疲労亀裂発生部

4. フィレット部（10R）の疲労耐久性評価 本斜材定着部には打ち切り限界をこえる変動荷重がL活荷重により導入されるが、実際の繰り返し回数の特定は出来ない。そこで、①L活荷重による斜材ケーブルの変動軸力と同じ変動軸力を与える等価な等分布荷重を斜材軸力の影響線から算出し、②鋼道路橋の疲労設計指針にある大型車の車間と等分布荷重の関係を求め、③本橋影響線の正の支間と負の支間にそれぞれ独立かつ同じ符号の影響線の基線部では連続して載荷されると仮定して、車間距離、車種、混入率をパラメータにしてフィレット（10R）部が疲労寿命回数に到達する供用年数を算出した。結果を車間距離、車種により整理したグラフを図-7に示す。これより最も疲労寿命が短くなるのは大型ダンプの場合であり、80年と推定された。なお、本推定は着目斜材ケーブルに対して活荷重による変動荷重、繰り返し回数共に最も不利な条件を想定している。一方、80R部は10R部の1/3程度の発生応力度なので、100年以上の疲労耐久年数と推定される。

5. まとめ 本検討において得られた知見を以下に挙げる。

- ・疲労上の最弱部は定着梁端部のフィレット部であり、10R部で最少疲労耐久年数80年、80Rで100年以上と計算された。このため、実構造はフィレット半径（80R）を採用した。
- ・破面試験でも溶接ルート部からの亀裂は見られなかったので、各着目溶接ディテールも部分溶込み溶接で疲労上の問題は無いといえる。

6. おわりに 本橋の構造は、「第二東名高速道路・矢作川橋の設計施工に関する技術検討委員会」（委員長：池田尚治横浜国立大学名誉教授）の審議を経て決定している。また、鋼主桁斜材定着部の疲労試験の実施にあたり、山田健太郎名古屋大学教授にご指導を頂きました。ここに、関係各位に深く感謝の意を表します。

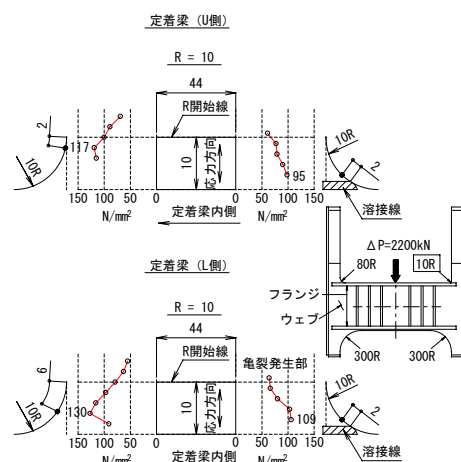


図-4 定着梁端部（フィレット部（10R））

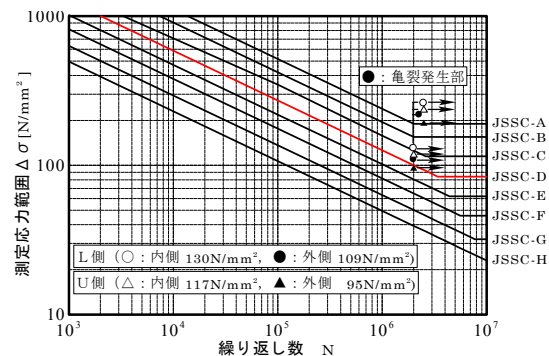


図-6 疲労設計曲線（フィレット部（10R））

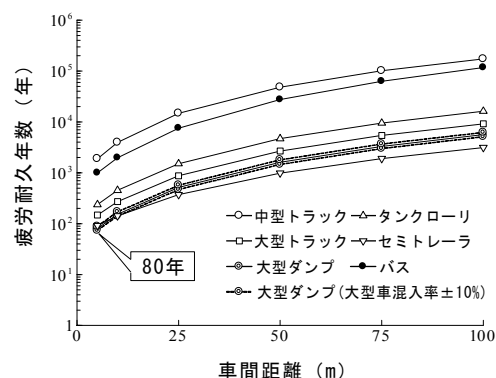


図-7 車間距離と疲労耐久年数の関係

【参考文献】1) 垂水祐二，忽那幸浩，浦川洋介，今井昌文：波形鋼板ウェブ PC 斜張橋（矢作川橋）における斜材定着部耐荷力試験報告，第 58 回年次学術講演会講演概要集，V-229，pp.457-458，2003.9