

鋼橋の疲労亀裂調査の効率化に関する研究プロジェクト

関西大学 正会員 ○坂野 昌弘

1. はじめに

疲労亀裂対策は発見された亀裂の状況に応じて講じられることから、疲労亀裂に対しては全数調査が原則である。しかしながら、調査箇所数が膨大な場合には全数調査に時間がかかることから、現実的には何らかの方法で優先順位付けを行い、効率化をはかる必要がある。

本研究では、荷重条件や各部位の応力の状況、FCM 等の部材の種類、構造詳細、材料特性等に着目して優先順位付けを行い、効率化をはかるとともに、同時に高い信頼性も確保できるような疲労亀裂調査方法を提案し、さらに予防保全も含めた補修方法も提案する。

2. 研究内容

(1) 疲労亀裂調査手法の現状把握と課題抽出

対象橋梁に対して現地調査を行い、疲労亀裂等に関して現状を把握し課題を抽出する。

(2) 疲労亀裂調査のスクリーニング方法の検討

荷重条件や各部位の応力状況、FCM 等の部材の種類や構造詳細、材料特性等に着目し、解析や実験により、調査個所の優先順位付けを行う。また、提案する優先順位付けの妥当性を実橋での亀裂調査や応力計測等によって検証する。

(3) 疲労亀裂調査後の補修方法の検討

亀裂発見後の応急対策と恒久対策、亀裂発生が予想される部位に対する予防保全等を含めた補修方法を解析や実験を行って検討する。また、提案する補修方法の妥当性を実橋での応力計測等により検証する。

(4) 効率的な疲労亀裂調査方法等の取りまとめ

上記の検討結果を取りまとめ、効率的で信頼性の高い疲労亀裂調査方法と補修方法を提案する。

3. 平成 25 年度の成果

1972 年竣工の単純鋼合成鉄桁橋（支間：6@41.2m，幅員：18.8m）を対象に以下のような検討を行った。なお、この橋梁は、平成 22 年度のセンサスでは 1 日の交通量が約 12 万台（大型車両混入率=21.2%）で、目視点検の結果約 4000 個所の塗膜割れが検出されている。

(1) 非破壊検査手法のレビューを行って今回適用可能な非破壊検査手法を絞り込み、現地での疲労亀裂調査方法を決定した。

(2) 現地調査を行い、10 パターンの塗膜割れに対して、優先度の高い 2 パターンを選定し、4000 か所の塗膜割れを 1000 か所に絞込んだ。

(3) 渦流探傷法 (ET) で亀裂調査を行い、後に実施した磁粉探傷法 (MT) の結果と比較して、的中率や見逃し率、空振り率について詳細に検討した。また、ET と MT の実際の作業日数から、ET でスクリーニングを行った場合の作業日数の短縮化について検討した^{1)・4)}。

(4) 実物大の試験体を用いた疲労実験を行い、横桁貫通構造の疲労挙動について詳細に検討し、他の亀裂パターンとの違いを明らかにした^{2)・3)}。

(5) 拡張有限要素法 (XFEM) による亀裂進展シミュレーションを行い、疲労亀裂の進展挙動や進展寿命が予測可能であることを示した。

キーワード 鋼橋、疲労、点検、事後保全、予防保全

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学環境都市工学部 坂野昌弘 TEL. 06-6368-1121

4. 平成 26 年度の成果

- (1) 横桁貫通構造 (H'等級) の実態調査 (近畿管内)
 - ・ 直轄 107 橋について調査中。
 - ・ 自治体では 624 橋で横桁貫通の可能性あり。
- (2) 非破壊検査による点検の効率化⁵⁾
 - ・ ①⑩以外の亀裂パターンを対象に ET と MT を実施済み。比較検討中。
 - ・ 今年から赤外線による遠隔検査にトライ。
- (3) 疲労試験による事後&予防保全対策の検証^{6), 7)}
 - ・ 事後保全：亀裂の削除&整形、ストップホール、当て板
 - ・ 予防保全：溶接止端仕上げ、当て板

⇒点検のみの効率化が目的ではない！
- (4) X F E Mによる疲労破壊シミュレーション
 - ・ 貫通部上側&下側溶接構造の亀裂進展挙動
 - ・ 対策効果の予測

5. 研究体制

[産] 橋梁調査会、日本非破壊検査工業会、建設コンサルタンツ協会、日本橋梁建設協会、
阪神高速道路、本州四国連絡高速道路、西日本高速道路
[官] 国土交通省近畿地方整備局 道路部、姫路河川国道事務所、近畿技術事務所
[学] 関西大学、東京大学

なお、本研究プロジェクトは、国土交通省近畿地方整備局内に設置された新都市社会技術融合創造研究会で採択された研究プロジェクトの一つである。ご助言やご協力を頂いた関係各位に心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Ichinose, L. H., 水江正弘、坂野昌弘：渦流探傷試験を用いた鋼橋の疲労き裂調査の効率化に関する検討、土木学会第 69 回年次学術講演会、CS5-009, 2014. 9.
- 2) 吉田直人、坂野昌弘、小西日出幸、藤井隆：スリット付き横桁下フランジ貫通構造の疲労挙動、土木学会第 69 回年次学術講演会、CS5-010, 2014. 9.
- 3) Yoshida, N., Sakano, M., Konishi, H. and Fujii, T.: Fatigue Test of Steel Girder Web Penetration Details with a Slit, Sustainable Solution in Structural Engineering and Construction, pp.95-100, Nov. 2014.
- 4) 一ノ瀬伯子ルイザ、水江正弘、坂野昌弘：渦流探傷試験を用いた鋼橋の疲労き裂調査の効率化に関する検討、鋼構造年次論文報告集、第 22 巻、pp.825-832, 2014. 11.
- 5) Ichinose, L. H., 水江正弘、坂野昌弘：渦流探傷試験を用いた鋼橋の疲労き裂調査の効率化に関する検討 (その 2)、土木学会第 70 回年次学術講演会、CS4, 2015. 9. (発表予定)
- 6) 吉田直人、坂野昌弘、小西日出幸、藤井隆：横桁貫通構造に対する当て板による予防保全対策効果の検討、平成 27 年度土木学会関西支部年次学術講演会、2015. 5. (発表予定)
- 7) 吉田直人、坂野昌弘、小西日出幸、藤井隆：横桁貫通構造の疲労損傷に対する予防保全対策効果の検討、土木学会第 70 回年次学術講演会、CS4, 2015. 9. (発表予定)