

鋼橋の疲労亀裂調査の効率化に関する研究

プロジェクトリーダー 坂野 昌弘 関西大学教授

■研究の背景と目的

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。

■研究の内容

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。

鋼橋の疲労亀裂調査の効率化に関する研究

■研究期間:平成25年度～平成27年度

年 度	研 究 内 容
平成25年度	<p>○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。</p> <p>○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。</p>
平成26年度	<p>○疲労亀裂調査のスクリーニング方法の検証：提案する優先順位付けの妥当性を解析や実験、実橋での亀裂調査や応力計測等によって検証する。</p> <p>○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対策等を含めた補修方法を解析や実験により検討する。</p>
平成27年度	<p>○疲労亀裂調査後の補修方法の検証：提案する補修方法の妥当性を解析や疲労実験、実橋での応力計測等によって検証する。</p> <p>○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予防保全も含めた補修方法を提案する。</p>

■参加予定メンバー(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

学： 関西大学、京都大学

平成25年度の研究計画

下記の内、③の橋梁を研究対象とした

- ①淀川大橋(単純鋼トラス橋6連、単純鋼非合成鈹桁橋24連、1926年供用開始、88歳)
 - ・トラス橋横桁端部の予防保全
 - ・鋼桁部の調査
- ②木津川大橋(3径間連続鋼合成鈹桁橋3連、1966年供用、48歳)
 - ・塗膜割れ(約1000か所)
- ③姫路大橋(単純鋼合成鈹桁橋6連、1972年竣工、42歳)
 - ・塗膜割れ(約4000か所)

研究の進捗状況(1)

- ①非破壊検査手法のレビューを行って
今回適用な可能な手法を絞り込み、
現地での疲労亀裂調査方法を決定した。
- ②現地調査を行って、
10パターンの塗膜割れに対して、
優先度の高い2パターンを選定した。

研究の進捗状況(2)

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。

④ET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。

研究の進捗状況(3)

- ⑤ 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。

- ⑥ 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。

H26年度の研究計画

- 貫通構造(H'等級)の実態調査
- 非破壊検査による点検の効率化
- 疲労試験による事後 & 予防保全対策の検証
- XFEMによる疲労破壊シミュレーション

貫通構造(H‘等級)の実態調査

- 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。
- (以上、近畿管内)

非破壊検査による点検の効率化

- 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。

疲労試験による事後 & 予防保全対策の検証

- 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！

XFEM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

発表論文(1)

- 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.

発表論文(2)

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.

発表論文(3)

- 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、CS4-005, 2015.9.
- 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、CS4-006, 2015.9.