

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト:「鋼橋の点検並びに損傷の調査手法の高度化に関する研究」
プロジェクトリーダー ・氏名(ふりがな):石川 敏之(いしかわ としゆき) ・所属・役職:関西大学, 教授
研究期間:令和4年9月～令和7年3月
プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ) (一社)日本橋梁建設協会, (一社)建設コンサルタンツ協会, (一社)日本非破壊工業会, (特非)橋守支援センター, (有)丸重屋, 酒井工業(株), 西日本高速道路(株), 本州四国連絡高速道路(株), 阪神高速道路(株), (一財)橋梁調査会, 関西大学, 岐阜大学, 摂南大学
プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等) 橋梁点検においては、効率化を目的とし、UAV等の点検支援技術が活用されるようになってきた。しかし、検出できる損傷の限界や、非GNSS環境下の箱桁内部、狭小な空間での点検精度の確保等の課題がある。また、鋼橋の点検において、例えばき裂が疑われる損傷が発見された際、損傷箇所からき裂を想定し、適切な位置に磁石を当てて調査する必要があるが、技術者の経験に頼っているのが現状となっており、管理者も報告を受けた際に、適切な調査が実施されたのか判断が出来ていない状況となっている。 本研究では、疲労き裂を対象として、点検支援技術を含めた点検および調査技術の効率化と精度確保、ならびに点検および調査の適切な実施に資するための実際の構造ディテールと疲労き裂を忠実に再現した実物大試験体の作製と点検・調査の手引き等の作成を目的とする。
プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等) ①鋼橋におけるUAV等の点検支援技術を活用した点検手法について、可能な技術レベルを明確にし、橋梁構造や点検箇所に対応しい点検手法の調査研究を行う。 具体的には、塗膜上からき裂検出が可能な非破壊検査技術、および塗膜剥離が必要な非破壊検査技術に対する塗膜剥離技術や検査後の再塗装技術の高度化に関して、実橋梁や実物大の構造ディテールと疲労き裂を忠実に再現した疲労試験体を用いて検討する。 ②鋼橋の点検により判明した損傷の適切な調査手法や、その精度向上のための手法について調査研究を行う。 具体的には、点検員が実物と同様な疲労き裂の点検を体験できるように、実橋梁の構造ディテールとそこに生じた疲労き裂を忠実に再現した実物大の試験体を疲労試験により作製する。試験体は、き裂が小さいものと大きいものの2種類作製し、それらを用いて、非破壊検査手法の精度向上のための検討を行う。なお、疲労試験中のき裂の発生や進展挙動を記録した動画を作製し、点検員の経験不足を補う。 上記の研究を踏まえ、点検箇所や点検内容に応じた効率的な点検手法や、損傷状況に応じた調査手法の手引きを取りまとめる。
○令和4年度 ・実際の橋梁の疲労損傷調査(非破壊検査と応力計測を含む) ・実構造を再現した実物大の大型疲労試験体の設計と製作 ○令和5年度 ・前年度に製作した試験体の疲労試験(き裂が小さい試験体の作製) ・疲労試験中の小さいき裂に対する非破壊検査技術の適用性検討 ・橋梁点検支援技術(非破壊検査およびその前後処理技術)の適用性検討 ・疲労試験結果を踏まえた改良型試験体の設計と製作 ○令和6年度 ・前年度に製作した試験体の疲労試験(き裂が大きい試験体の作製) ・疲労試験中のき裂発生から部材破断状態までの動画記録 ・点検調査手法に関する手引きの作成 ・3年間の研究の取りまとめ

※ 本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。

※ 本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。

プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

プロジェクトの研究成果の概要(図表・写真等を活用しわかりやすく記述)

本プロジェクトの成果は以下のとおりである。

(1) 実物大疲労試験体を用いた疲労き裂の再現

主桁を3本に増やし中央の主桁の両側に端横桁を有する実橋の構造により忠実な改良型の試験体を用いて疲労試験を行った(図-1)。载荷条件は、着目位置が厳しい応力条件となるように設定し、過積載も考慮した。疲労試験は中央の主桁の桁端側と支間側を入れ替えて2回行い、大きいき裂(図-2)と小さいき裂(図-3)を発生させた。図-2では、初めは図-3と同様に端補剛材縁部の回し溶接部に止端き裂が生じ、進展するにつれて内部で生じたルートき裂と合体して最終的にはルートき裂が進展した。進展挙動は動画で記録した。

(2) 疲労試験中のき裂に対する非破壊検査技術の適用性検討

昨年度現地調査した橋ではき裂が発見できなかったので、疲労試験で発生させた長いき裂と短いき裂に対してMTとETを実施し、それぞれの結果を比較した。その結果、長さ20mm以上のき裂についてはETでも検出できたが、図-3のような長さ6mm程度のき裂についてはETでは検出が困難であった。

(3) 斜角が小さい橋梁の実態調査

斜角が45°未満の近畿直轄132橋について点検調査等で状況を確認し、その中から特徴的な疲労損傷が生じていてアクセス可能な4橋を選定して現地調査を行った。それらの構造特性やき裂発生状況は、(4)の手引きに反映した。

(4) 鋼橋の疲労き裂調査に関する手引きの作成

3年間の研究成果を取りまとめ、「鋼橋(斜角)の疲労き裂調査に関する手引き(案)」を作成した。この手引き(案)では、疲労損傷が生じやすい斜角の小さい鋼道路橋を対象として、それらの構造特性や疲労き裂に関する調査方法を具体的に提示し、適切な非破壊検査による疲労き裂の早期発見とそれらの疲労損傷に対する事後保全対策や予防保全対策を提案することにより、斜角の小さい鋼道路橋の疲労耐久性を向上させることを目的としている。図-4に手引き(案)の目次構成を示す。

(5) 3年間の研究成果の取りまとめ

3年間の研究成果を取りまとめて報告書を提出し、その中の主な成果については、土木学会全国大会の年次学術講演会に以下のとおり産官学の連名で3編投稿した。

- 1) 坂野昌弘, 田井政行, 狩野哲也, 田中茂行: 実物大の斜橋試験体を用いた疲労き裂の再現, 土木学会第80回年次学術講演会, CS-3, 2025.9.(発表予定)
- 2) Luiza H. Ichinose, 田井政行, 田中茂行, 坂野昌弘: 斜橋の端横桁取付け部に生じる疲労き裂に対するETの適用, 土木学会第80回年次学術講演会, CS-3, 2025.9.(発表予定)
- 3) 小西日出幸, 川上修, 折口清秀, 廣瀬彰則, 藤井義之, 坂野昌弘: 斜橋における疲労損傷事例の調査, 土木学会第80回年次学術講演会, CS-3, 2025.9.(発表予定)



図-1 改良型実物大試験体の载荷状況



図-2 再現した長い止端き裂とルートき裂

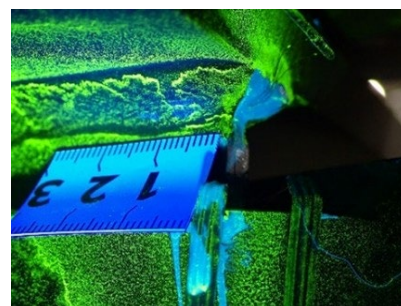


図-3 再現した短い止端き裂(MT 写真)

1. 本手引きの目的と範囲
1.1 目的
1.2 範囲
2. 斜橋に関する実態調査結果
3. 斜橋の構造的特徴
3.1 格子形状
3.2 対傾構構造と主桁取り合い構造
3.2.1 対傾構構造
3.2.2 対傾構と主桁の取り合い構造
3.3 応力・変形挙動
4. 斜橋の疲労損傷事例
4.1 一般
4.2 端横桁取付け部
4.3 支承部
4.4 中間横桁および中間対傾構取付け部
4.5 その他の部位
5. 疲労き裂調査方法
5.1 一般
5.2 近接目視点検
5.3 非破壊検査 (MT、ET)
5.3.1 検査手法
5.3.2 磁気探傷試験 (MT)
5.3.3 渦電流探傷試験 (ET)
6. 疲労き裂対策
6.1 対象とする疲労き裂
6.2 事後保全対策
6.3 予防保全対策
(付録)
付録-1 大型試験体の疲労試験
付録-2 実物大試験体に対する非破壊試験
付録-3 実橋に対する非破壊試験 (F 橋)
付録-4 実橋のひずみ計測 (R 橋)

図-4 手引き(案)の目次

※ 本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。

※ 本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。