

## 鋼床版の疲労き裂を対象とした ICR 処理による効果検証

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 ○正会員 多賀 翔一, 有馬 直秀, 山田 健太郎  
中日本高速道路株式会社 豊田保全・サービスセンター 正会員 五藤 正樹, 宮部 光貴

## 1. はじめに

伊勢湾岸自動車道は、大型車平均断面交通量が約3万台/日と多く、計測対象の橋梁では、鋼床版の疲労き裂を確認して以来、応急対策としてストップホールや当て板補修を施工してきた。また、疲労耐久性向上の対策として UHPFRC 敷設<sup>1)</sup>を計画している。しかし、施工に際して車線規制を伴う場合は、物流等への社会的影響が大きく、施工上の課題となっている。

筆者らは、応急対策の一つとして、疲労き裂近傍をエアーツールで打撃し、き裂を閉口させて疲労寿命を延ばす ICR 処理<sup>2)</sup>を試みた。閉断面箱桁内では、準備工から施工までの作業を箱桁内から行い、交通規制を必要としない点で優位である。

本論文では、計測対象の橋梁で損傷が報告されているデッキプレートと横リブの垂直補剛材の溶接部（以下、デッキ-垂直補剛材部）に対して ICR 処理を施工し、健全部と損傷部（ICR 処理前後）で動ひずみ計測を行い、補修効果を確認したので報告する。

## 2. 計測概要

## (1) 計測の対象部位

橋梁諸元を表-1に示す。本橋は、最新の道路橋示方書の取付け標準とは異なり、垂直補剛材がデッキプレートに溶接されていた。損傷位置は、図-1に示すように走行車両の右輪直下に位置し、垂直補剛材の溶接止端に疲労き裂が生じていた。

## (2) 計測・分析方法

ひずみゲージの貼付け位置は、溶接止端から12mmの位置と、左右に75mmの位置の3枚/箇所とした。ICR 処理の施工状況を図-2に示す。また、ICR 処理の使用工具は、図-3に示すように、疲労試験で性能を確認した充電式電動工具<sup>3),4)</sup>を用いることで、機材搬入や電源確保が容易でない等の課題解決を図った。ICR 処理の補修効果は損傷部と5m離れた同一車線上の健全部で、応力波形やき裂近傍の応力を比較す

ることで検証した。また、疲労耐久性の評価を行うための基礎データとして、72時間連続応力頻度計測を実施した。計数処理にはレインフロー法を用いた。

表-1 計測対象の橋梁諸元

橋長	1,170m
上部工型式	3径間連続鋼斜張橋
床組形式	鋼床版
適用示方書	平成2年 道路橋示方書同解説

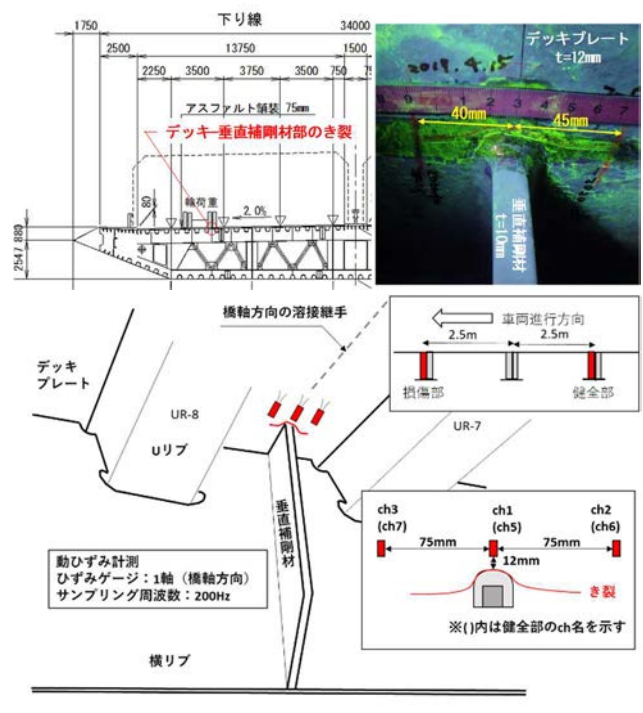


図-1 損傷位置とひずみゲージの貼付け位置

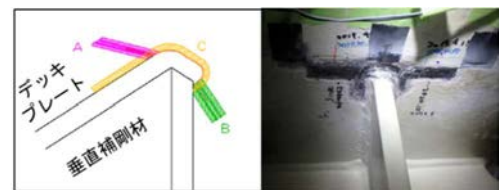


図-2 ICR 処理の施工状況

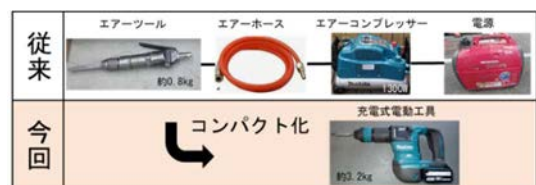


図-3 ICR 処理の使用工具

キーワード：鋼床版、疲労き裂、ICR 処理、充電式電動工具、垂直補剛材、動ひずみ計測  
連絡先：〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 1-8-11 DP スクエア錦 TEL：052-212-4557

### 3. 計測結果

#### (1) 車両通過時の応力波形の分析

応力波形の一例を図-4 に示す。健全部(ch5) では圧縮応力だが、損傷部(ch1)では引張応力となっている。このことから、き裂の開口により異なる応力状態にあることが確認できる。ただし、ICR 処理を施工することにより健全部と同じ引張応力に変化していることから、き裂が閉口し応力が伝達できるようになったと推察する。

また、ICR 処理では、ch1 の位置で圧縮残留応力が約 150MPa 導入されていた。既往文献と同等以上の結果であることから<sup>3)</sup>、疲労き裂の進展の遅延に効果があると推察する。

#### (2) 疲労き裂近傍に生じる応力の分析

止端中央と左右 75mm 位置の応力の関係を図-5 に示す。健全部は溶接止端による応力集中を受けているため、応力の傾きは小さい。一方、損傷部はバラつきが見られ、応力の傾きは大きくなっている。ただし、ICR 処理により健全部と同程度の傾きとなり、バラつきも小さいことから、き裂が発生する前の応力に近い状態に回復したと推察する。

#### (3) 応力頻度計測による分析

応力頻度計測の結果を図-6 に示す。75mm 離れの ch6 では、応力範囲の最大値が約 25MPa であったが、垂直補剛材による応力集中を受ける ch5 では、約 45MPa を超える応力範囲も確認され、また頻度についても多かった。今後、計測データを用いて疲労耐久性の評価を行う予定である。

### 4. まとめ

- 1) 鋼床版のデッキ-垂直補剛材部に ICR 処理を施工し、動ひずみ計測の応力波形や、疲労き裂近傍に生じる応力の関係から、健全部と同様な傾向に改善し、ICR 処理による補修効果を確認した。
- 2) ICR 処理による圧縮残留応力は、既往文献と同等以上であることから、疲労き裂の進展の遅延に効果があると考えられる。
- 3) 健全部の応力頻度計測の結果から、止端中央と左右 75mm の位置の応力範囲と頻度の傾向を確認した。今後、計測データを用いて疲労耐久性の評価を行う予定である。

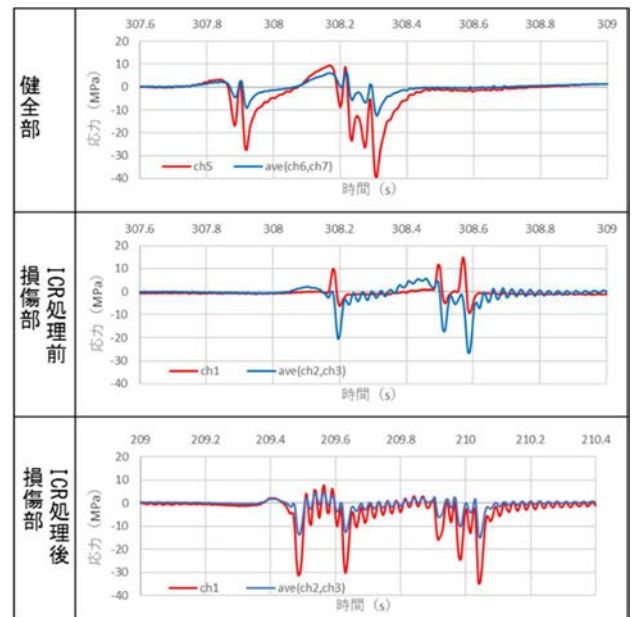


図-4 車両通過時の応力波形の一例

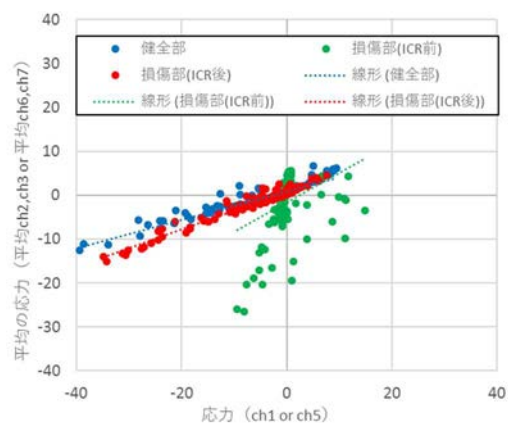


図-5 止端中央と左右 75mm の位置の応力の関係

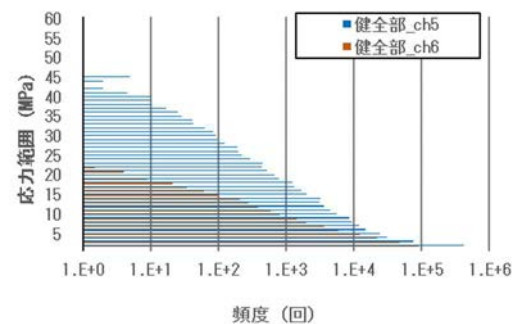


図-6 応力頻度計測の結果

### 参考文献

- 1) 服部雅史, 舘石和雄, 判治剛, 清水優: 鋼床版の U リブ溶接部からデッキプレートに進展した疲労き裂に対する UHPFRC 敷設による対策効果, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学) Vol.76, No.3, pp.542-559, 2020.
- 2) 山田健太郎, 石川敏之: 疲労き裂を閉口させて寿命を向上させる試み, 土木学会論文集 A, Vol.65 No.4, pp.961-965, 2009.1
- 3) 多賀翔一, 有馬直秀, 山田健太郎, 須川清諒, 木下幸治: 充電式電動工具を用いた ICR 処理による疲労強度の向上効果(その 1), 令和 3 年度土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会, I-331
- 4) 有馬直秀, 多賀翔一, 山田健太郎, 須川清諒, 木下幸治: 充電式電動工具を用いた ICR 処理による疲労強度の向上効果(その 2), 令和 3 年度土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会, I-332