

鋼床版疲労き裂に対する ICR 処理後の追跡調査による効果の検証

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 有馬 直秀, 中田 英司, 恩田 尚明
中日本高速道路株式会社 名古屋支社 豊田保全・サービスセンター 宮部 光貴, 真田 修

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、鋼床版の疲労き裂が発生している。応急対策としてストップホールや当て板補修を行っているがき裂が進展する場合がある。疲労耐久性向上として SFRC や UHPFRC 敷設を計画している。筆者らは、それまでの間の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¹⁾を行った。

本検討では、図1に示すデッキプレートと横リブの垂直補剛材（以下、横リブ垂直補剛材）の疲労き裂を対象に ICR 処理を行った。動ひずみ計測と浸透探傷試験（以下、PT）を行い、き裂の閉口およびき裂の進展状況を確認した。また、1年間の追跡調査を実施したので、ICR 処理による効果の検証を報告する。

2. 計測内容

対象の疲労き裂は、輪荷重の直下付近に発生し、写真1に示すように回し溶接止端部から30mm程度母材に進展していた。鍍汁の有無により、損傷部1を表面き裂、損傷部2を貫通き裂と定義する。計測箇所は、図2左に示すように健全部と損傷部（表面き裂、貫通き裂）の3箇所とし、き裂の有無による車両通過時の鋼材表面の応力伝達の影響を確認した。

ひずみゲージは、既往の疲労試験¹⁾を参考に図2右に示す位置に貼付けた。動ひずみ計測のサンプリング数は200Hzとした。ICR 処理の効果の確認は、1) ICR 処理による圧縮残留応力の導入効果の確認、2) PT によるき裂の閉口確認、3) 車両通過時の応力波形の分析を行った。追跡調査は、1年後（11月）にも上記内容を実施した。

3. 計測結果

(1) ICR 処理による圧縮残留応力の導入効果

ICR 処理の手順、結果を図3に示す。なお、図には既往の研究結果^{2,3)}を付記する。損傷部1で155MPa、損傷部2で約120MPaの圧縮残留応力が導入されて

おり、既往研究の数値以上であった。

(2) PT によるき裂の閉口確認

ICR 処理後の表面のき裂は閉口しており、表面き裂は写真2に示すように1年後も明確な指示模様が確認できなかった。一方、貫通き裂は、7ヶ月後に回し溶接部の一部で開口が確認された。このため、応力

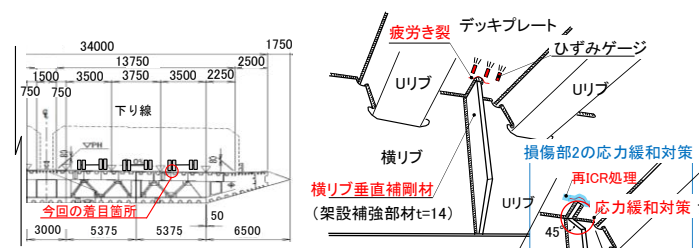


図1 対象橋梁の断面図と計測部位

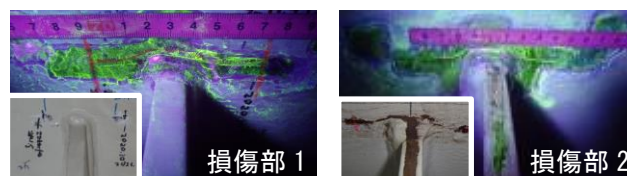


写真1 疲労き裂の状況（左：表面き裂，右：貫通き裂）

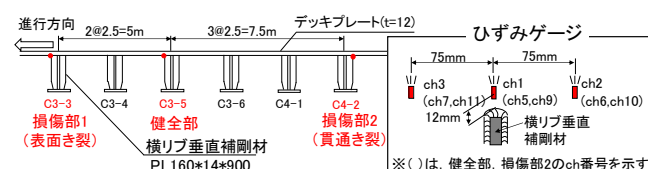


図2 計測箇所とひずみゲージの貼付け位置

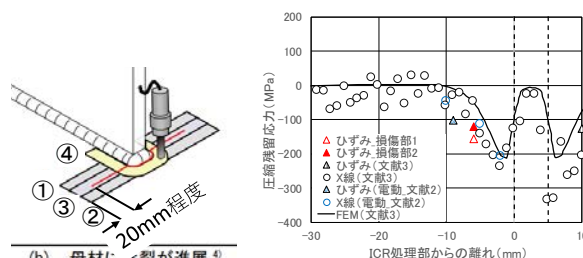


図3 ICR 処理の手順と圧縮残留応力の導入効果



写真2 ICR 処理後のき裂閉口確認 (PT)

キーワード：鋼床版，疲労き裂，ICR 処理，垂直補剛材，動ひずみ計測，応力緩和対策

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

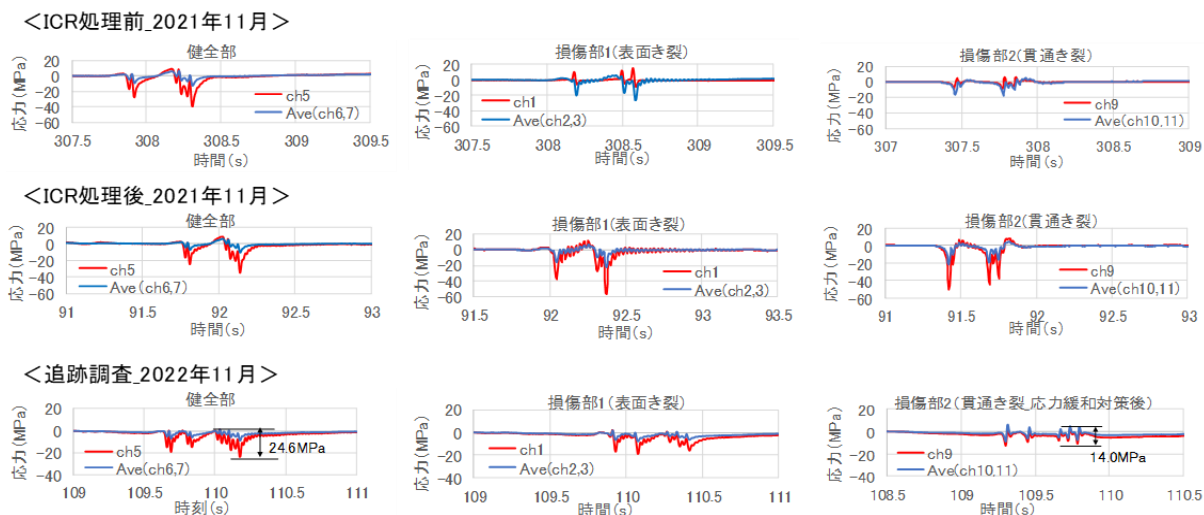


図4 ICR 処理前後における車両通過時の応力波形の例

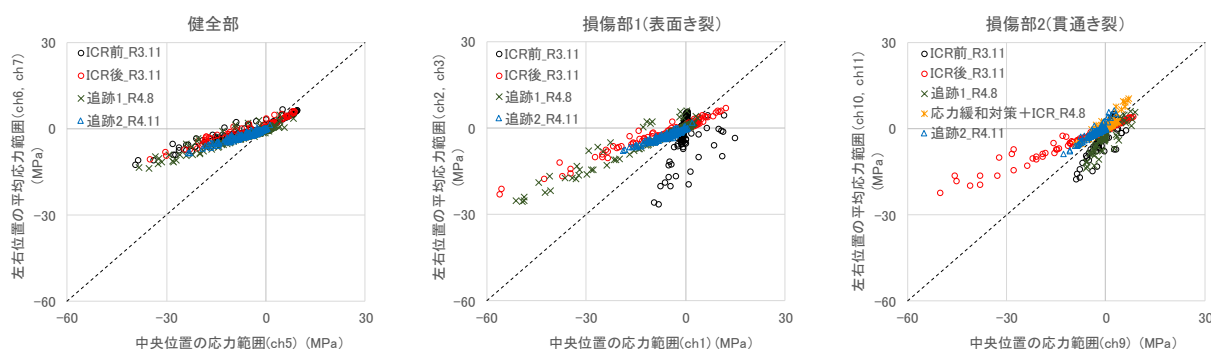


図5 左右位置と中央位置の発生応力の関係

緩和対策として、図1右下のよう垂直補剛材上端部をガスで切断した後にグラインダー仕上げを行った。なお、再度、ICR処理により表面き裂を閉口させた。

(3) 車両通過時の応力波形の分析

車両通過時の応力波形を図4に示す。ICR処理前の応力波形は、健全部で中央位置と左右位置の応力はともに圧縮となり、左右位置に比べ中央位置の応力が大きく、応力集中の影響を受けている。一方、損傷部は、中央位置で引張となり健全部と傾向が異なっている。ICR処理後は、損傷部の2箇所とも健全部と同様な傾向であり、鋼材表面の応力伝達が改善していると推察する。損傷部1は、1年後も同様な傾向であった。損傷部2の応力緩和対策後は、車両通過時の応力範囲が健全部と比較して約1/2になっており、今後、き裂の進展は遅延すると考えられる。

図4に示した応力波形を用いて、左右位置と中央位置の発生応力の関係を図5に示す。損傷部1、2のICR処理前は、ばらつきがあり、車両通過時にき裂が開閉していると推察する。ICR処理後は、健全部と同

様な傾きであり、表面のき裂が閉口し鋼材表面の応力伝達は改善されていることが分かる。ただし、損傷部2の応力緩和対策後は、概ね1:1の勾配となっており、応力集中の影響が緩和されている。

4. まとめ

- 1) ICR処理による圧縮残留応力は、2箇所とも既往研究の数値以上であった。
- 2) 表面き裂は、ICR処理後1年が経過してもき裂は閉口しており、ひずみ計測の結果からも良好な結果が得られておりICR処理の持続性が検証できた。
- 3) 貫通き裂は、ICR処理した後7ヶ月後に一部開口が確認され、応力緩和対策とICR処理を行った。その後、PTおよびひずみ計測結果からき裂は閉口しており、き裂の進展は遅延すると考えられた。

参考文献

- 1) 山田健太郎ほか：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
- 2) 多賀翔一ほか：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），第76回年次学術講演会，I-331
- 3) 松本理佐ほか：ハンマーピーニング処理による残留応力の解析的検討，構造工学論文集，Vol.62A，pp.685-692，2016.3.