

I C Rによる端補剛材下端溶接部の亀裂補修

阪神電気鉄道（株） 川端 康弘 増見 雅臣 佐藤 雅也
 京橋ブリッジ（株） 正会員 ○公門 和樹 小嶋 浩三 クアック クエン チュン
 関西大学 正会員 石川 敏之

1. はじめに 単純合成鈑桁において端補剛材下端に亀裂が見つかった。従来このような変状に対してはシュー交換を含めた支点部改良を検討するが、現状のシュー周りには大きな損傷がないことから、当面の亀裂対策として ICR（衝撃亀裂閉口処理：Impact Crack Closure Retrofit Treatment）¹⁾ を施工することとした。ここではその概要について報告する。

2. 亀裂の状況と応力測定位置 写真1は亀裂の状況及びひずみゲージ貼付状況で、亀裂を赤線でなぞっている。亀裂は端補剛材下端溶接止端部に沿って、こば面からウェブ側へ17mm 進展していた。ひずみゲージは①スカラップ部ウェブ面、②亀裂先端近傍、③端補剛材こば面の3箇所に貼付し、ICR 施工中に導入される残留応力を測定した。また、スカラップ部の疲労評価及び亀裂進展性を検討するため ICR 施工前後で列車載荷時の応力測定を行った。

3. I C R施工方法と導入残留応力測定結果 写真2は ICR の施工状況である。ICR ツールには汎用のフラックスチップに先端が丸みを帯びた4×5mm 程度の平坦な面になるよう加工したタガネを用いている。図1は ICR 処理手順で、亀裂の両側を叩き、その後、亀裂直上を叩くことによって亀裂表面を閉口させた。図2は ICR 施工による導入応力測定結果である。この結果、こば面には ICR 施工によって圧縮の残留応力が導入されたと考えられる。なお ICR 施工に要した時間は1箇所あたり約5分であった。

4. 列車載荷時の応力測定結果 図3は列車載荷時の応力測定結果の比較である。こば面では ICR 施工後の応力振幅が増大している。ICR 施工によって圧縮残留応力が導入され亀裂が閉口し、こば面の亀裂部分も応力を伝達するようになったためと考えられる。それによって、亀裂先端近傍及びスカラップ部の応力は減少したと考えられる。

5. I C R施工の効果 図4はスカラップ部及び亀裂先端近傍の ICR 施工前後での応力範囲頻度分布解析結果の比較である。亀裂先端近傍の結果から疲労亀裂進展解析を行うと表1のようになる。なお疲労亀裂進展解析にあたっては、亀裂は開口型（モードI）と仮定した。代表1列車当たりの亀裂進展量は、日本鋼構造協会「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」で示され

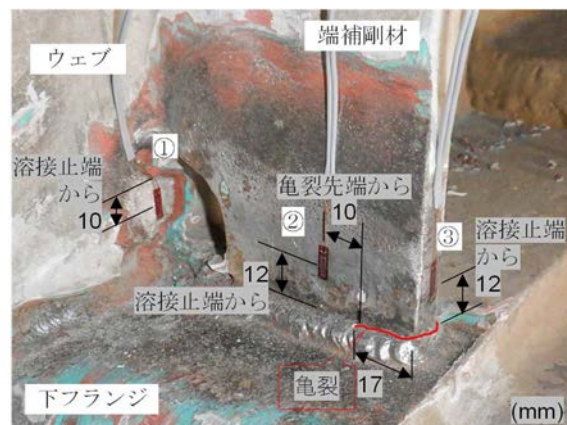


写真1 亀裂及びひずみゲージ貼付状況



写真2 ICR 施工状況

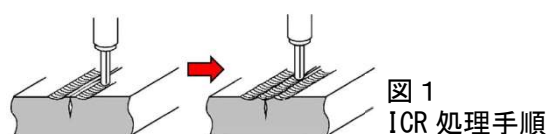


図1 ICR 処理手順

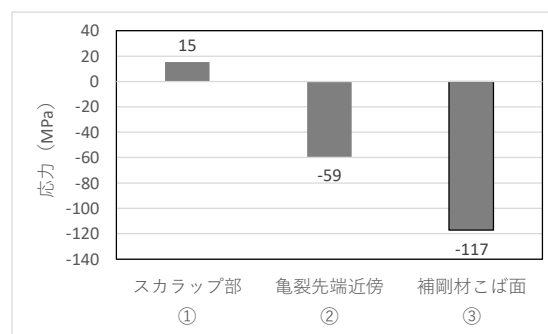


図2 ICR 施工による導入応力

Key Words : ICR, 亀裂, 測定, 鋼橋, 診断

連絡先：〒536-0014 大阪市城東区鳴野西 2-2-21 電話:06-6961-6173 E-mail: komon@kyobashi.net

ている鋼材の疲労亀裂進展速度（平均設計曲線）の關係に、応力測定結果から求めた応力拡大係数の変動幅 ΔK とその繰り返し数を代入して求めた。種々の仮定に基づいているが、ICR 施工により約 70%の亀裂進展量低減効果が期待できる結果となった。

また、スカラップ部の疲労強度等級を「面外ガセットー隅肉溶接 (1>100mm) ー非仕上げ」→G 等級と仮定すると、ICR 施工前の応力範囲は約 16MPa と、G 等級の変動振幅応力下での打ち切り限界 (15MPa) を超過していたのに対し、ICR 施工後では約 2MPa と打ち切り限界を下回る結果となった。端補剛材下端の亀裂が進展すると、より耐久性への影響が大きいスカラップ部の亀裂発生が懸念されるが、端補剛材下端の亀裂に対する ICR 施工は、スカラップ部の亀裂発生予防にも有効であることがわかった。

6. まとめ 端補剛材下端の亀裂に対して ICR 施工によって亀裂進展性を低減させるとともに、桁の耐久性に影響するスカラップ部の亀裂発生可能性も抑制することができた。ICR 施工は 1 箇所あたり約 5 分で施工でき、端補剛材下端亀裂の当面の対策として有効な補修と考えられる。なおここで示した事例と合わせて 3 箇所の亀裂に対し ICR を施工していずれも効果を得られたが、亀裂進展量低減効果が約 10%にとどまる箇所もあった。効果のばらつきの原因については今後も事例を重ね検討していきたい。

表 1 疲労亀裂進展解析結果の比較

	ICR施工前(mm)	ICR施工後(mm)
代表1列車当たりの亀裂進展量	7.169E-05	2.211E-05
2年間の亀裂進展量(1日200列車として)	10.47	3.23

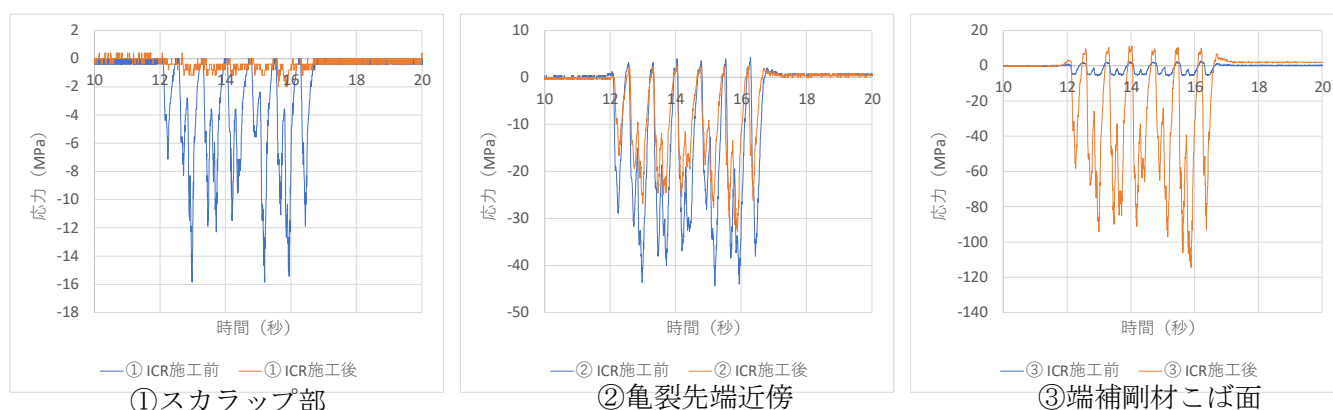


図 3 列車載荷時の応力測定結果の比較

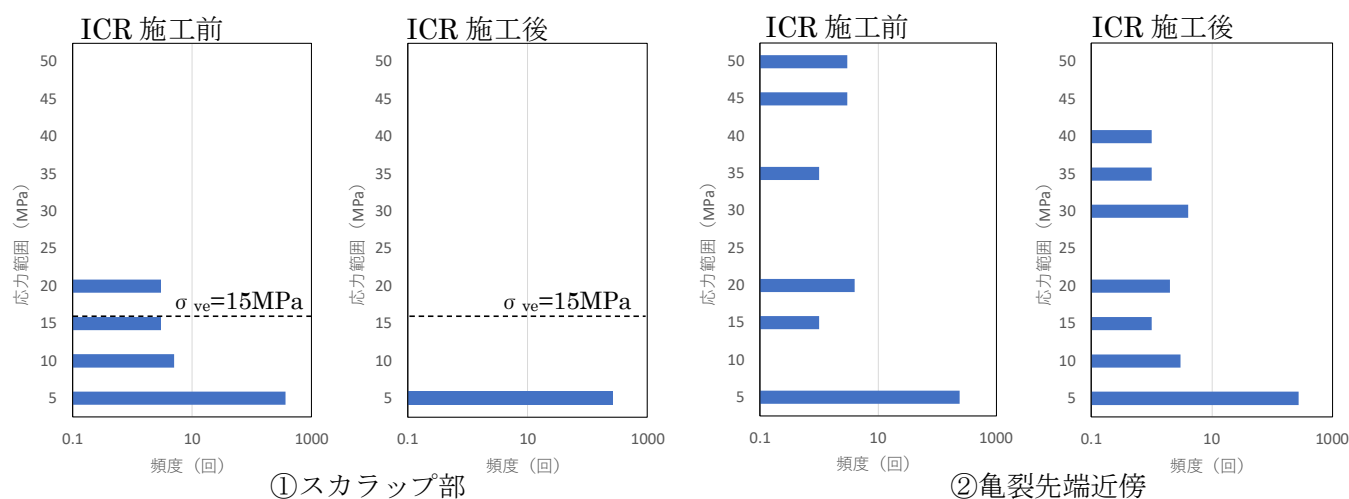


図 4 スカラップ部及び亀裂先端近傍の ICR 施工前後での応力範囲頻度分布解析結果の比較

【参考文献】

- 1) 山田健太郎, 石川敏之, 柿沼拓巳: 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. 2009, Vol. 65, No. 4, pp. 961-966.