

## 鋼橋疲労亀裂の補修・補強に関する試験施工

日本道路公団 八王子管理事務所 非会員 藤田 真実      株式会社 武野 優  
 株式会社 川村 英文  
 株式会社 細川 雅史  
 株式会社 正会員 讃岐 康博      株式会社 非会員  
 株式会社 正会員 元井 邦彦      株式会社 非会員

### 1. はじめに

構造物自体の老朽化，車輛の大型化，部材断面を抑えた経済設計などに起因する鋼桁の疲労損傷，特に主桁と横桁，対傾構との取り合い部については，大きな問題となって 20 年以上経過している．この間疲労損傷に対する補修補強工法について，各関係機関では様々な研究がなされており，「供用下にある鋼構造物の溶接施工指針(案)<sup>1)</sup>」(以下溶接施工指針案という)もその成果の一つである．今回，耳桁外側に補強リブを設置する補強方法に対して，溶接施工指針案に基づき調査した結果，溶接部の振動加速度値が管理限界値を超えており，現場での補修溶接では溶接欠陥の発生が懸念された．このため，補強リブを設置するに当たって，従来の溶接接合法と「接着剤+ボルト接合法」の試験施工を実施し，両者の補強効果，施工性，経済性を比較し，「接着剤+ボルト接合法」の妥当性を検証した．検証結果では，「接着剤+ボルト接合法」の方が熟練工を必要とせず同時施工が可能で，溶接接合法と同等な補強効果を得ることができるという，今後の補強対策として有益な知見を得たので報告する．

### 2. 調査対象橋梁と疲労亀裂

日本道路公団 中央自動車道 三鷹料金所付近の重交通量区間に位置する仙川高架橋は，ロールHを主桁とした特殊構造形式であり，主桁の首振りに起因する疲労亀裂が耳桁の横桁取付部に多数確認されている．この疲労亀裂の補強方法として溶接により耳桁外側に補強リブを設置する補強方法を計画したが，供用下での溶接作業となるため，溶接欠陥の発生が懸念された．供用下での溶接作業については，施工中に発生する高温割れや種々の溶接欠陥，施工後に生じる低温割れを防止するため，溶接施工指針案に，変動荷重下の溶接可否判定手順が示されている．その判定手順に準拠し，溶接部の振動加速度および亀裂開口変位の測定を実施した結果 図2に示すように 振動加速度値が管理限界を上回り，亀裂開口変位も他機関の実測値に比べ，非常に大きな値を示しており，現場溶接の品質確保が難しいと判断された．

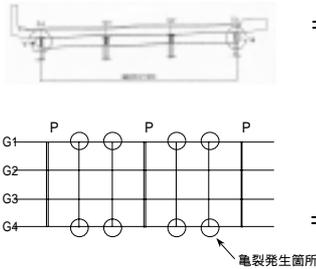


図1 疲労亀裂の発生箇所

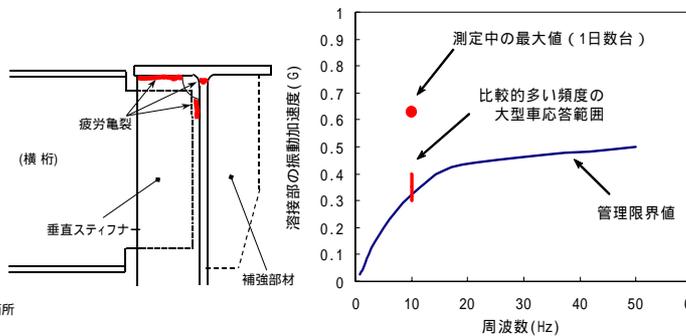


図2a 加速度値に対する管理基準

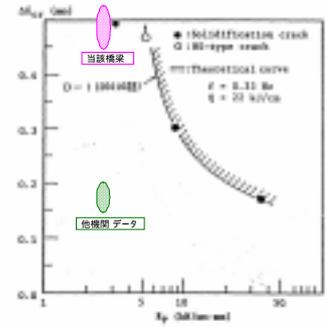


図2b 亀裂開口変位に対する管理基準

### 3. 補修工法の検討

補修箇所の振動加速度，亀裂開口変位の測定結果から，現場溶接の品質確保が難しいと判断されたため，図3に示す当初計画の補強リブの現場溶接工法と，図4に示す現場溶接をしない「接着剤+ボルト接合法」を試験施工により比較検討した．

検討項目としては，補強リブ設置後の疲労亀裂の開口変位，ウェブの応力，補強リブ本体の応力，施工性，経済性とした．

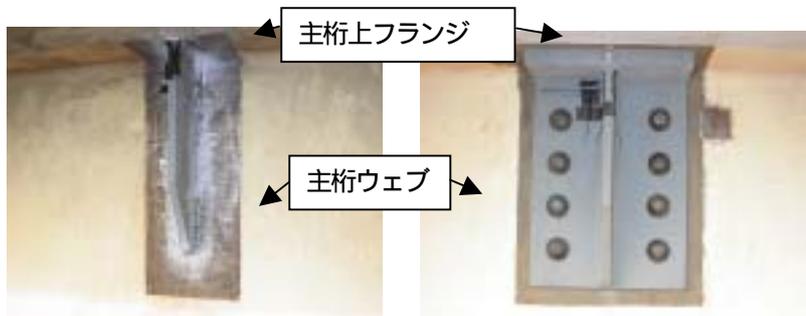


図3 現場溶接工法

図4 接着剤+ボルト接合法

キーワード : 疲労亀裂 補修補強工法 ボルト+接着剤接合法

連絡先 : 〒 532-0002 大阪市淀川区東三国5丁目5番28号 TEL 06(6350)6131 FAX 06(6350)6140

## 4. 両工法の検討結果

両工法の検討結果をまとめ表1に示す。

表1 両工法の比較検討結果

比較項目		溶接接合法		ボルト+接着接合法	
		試験施工前	試験施工後	試験施工前	試験施工後
補強効果 (応力)	ウェブの応力	411.6 MPa	75.6 MPa	411.6 MPa	126.0MPa
	疲労寿命	0.8年 強度等級D	689.8年 強度等級D	0.8年 強度等級D	715.6年 強度等級C
	補強リブの応力	50.4 MPa		67.2 MPa	
本体への影響	事象	熱影響による床版と上フランジとの局部的な剥離		孔開け先行時の一時的な断面欠損	
		溶接熱による母材への影響がある		母材への影響は特になし	
施工性	事象	3~4時間/箇所		2~3時間/箇所	
		熟練工を要するため均一な品質管理が困難		熟練工を要しないため均一な品質確保が可能	
		熟練工を要するため同時施工が困難		熟練工を要しないため同時施工が可能	
		狭所作業のためTIG溶接が困難		接着剤の可使用時間が2~3分と短い	
	振動供用下	高温割れ，溶接欠陥の可能性有り		問題なし	
補強効果 (振動・開口変位)					
		<p>（振動供用下および熟練工を要するということが良品質な溶接を担保できない）</p>		<p>（振動供用下でも施工可能，熟練工を要しないことなどから，良品質な施工を担保できる）</p>	

表1から，亀裂開口変位の拘束効果は，両工法とも高温割れ発生限界値を大きく下回っている．補強後のウェブの応力は溶接接合の方が発生応力は小さいが，修正マイナー則によって計算した疲労寿命では，両工法とも補強前の1年弱から大幅に延命化され，「溶接接合法」で690年，「ボルト+接着接合法」（溶接しないため強度等級Cで計算）で716年という結果であり，「ボルト+接着剤接合法」は，「溶接接合法」と同等以上の補強効果があることが分かった．また，経済性を検討した結果，「ボルト+接着接合法」は「溶接接合法」より優れていることもわかった．

溶接部の振動加速度は両工法とも補強前と変化がなく，「溶接接合法」では，振動供用下で作業姿勢も悪いことから施工が困難であったのに対し，「ボルト+接着接合法」では溶接作業のような熟練工を必要とせず施工性も優れていた．このように「ボルト+接着接合法」は，施工性も良く均一な施工が期待でき，品質管理の面でも優れているといえる．また，補強部材設置後には亀裂部の補修溶接を実施する．その後，再度の疲労亀裂発生を防止することなどを考慮し総合的に判断すると，当該橋梁における補強リブの設置工法は，「溶接接合法」より「ボルト+接着接合法」の方が優れていると考えられる．

## 5. おわりに

ボルト+接着接合法では接着部の疲労試験などの研究事例が少なく<sup>2)</sup>，特に本橋では首振りによる曲げを受けるため，フランジ端部側からの接着部の剥離が懸念される．このため，今後このような力学的条件下での疲労試験を行うとともに，定期的な点検を実施していく必要があると考えられる．本報告が，今後の同様な疲労亀裂に対する補修・補強工法検討の一助になれば幸いである．

1) (社)日本鋼構造協会：供用下にある鋼構造物の溶接施工指針(案)，1993.2，

2) 阪神高速道路公団・(財)阪神高速道路管理技術センター：阪神高速道路における鋼桁の疲労対策，2002.3，