

鋼製橋脚支点直下ダイヤフラムに対する接着剤を用いた当板補強工法の施工概要

首都高速道路（株） 正会員 ○星名 浩人・磯部 龍太郎
日本エンジニアリング（株） 正会員 政門 哲夫・稲葉 圭亮

1. はじめに

近年、首都高速道路において、鋼製橋脚の横梁支点直下に位置する上フランジ-ダイヤフラムのスリット及びスカラップ廻し溶接部から生じた疲労き裂（以下、FD1）並びに上フランジ-ダイヤフラムの溶接ルート部から生じた疲労き裂（以下、FD2）が数多く確認されている（図-1）。このような疲労き裂が横梁上フランジに進展した場合、支承陥没の恐れがあるため、早急な補修・補強が必要である。恒久対策は疲労き裂の発生原因であるスリットの局部変形等を抑制するベースプレートの拡大化（写真-2）が基本であるが、上部工のジャッキアップを伴うため、速やかな対応が困難である。そのため、横梁内部から横梁上フランジ、ダイヤフラム、縦リブに対する3面補強等を実施する必要があるが、横梁上フランジ上面には支承等の支障物があるため、ボルト接合が適用できない等の課題がある。本稿では、横梁上フランジ面との接合に密着性の優れるMMA樹脂接着剤を使用し、FEM解析²⁾で応力低減効果を確認した補強工法について、狭隘部での施工性を確認し、その適用性について検証した結果について報告する。

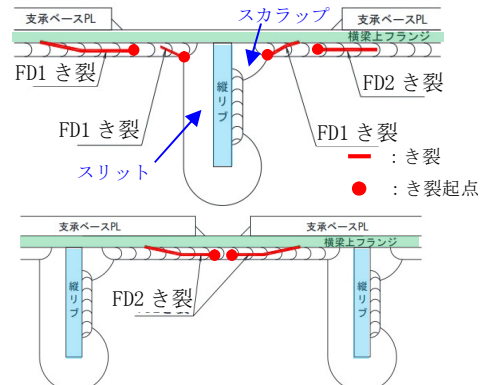


図-1 FD1・FD2 疲労き裂発生位置



写真-2 支承ベースプレートの拡大化

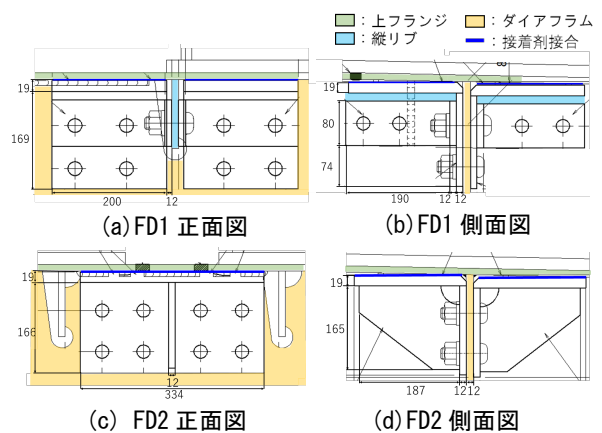


図-2 補強イメージ図

2. 補強構造概要

補強構造は、FEM解析で約50%の応力低減効果を確認しており、FD1き裂は、L型の鋼材を2枚重ねた構造とした（図-2(a), (b)）。また、FD2き裂は、L型の鋼材にリブを取り付けた構造とした（図-2(c), (d)）。上フランジ面には、エポキシ樹脂よりも低弾性で、変位に追従しやすく補強材端部の剥離を抑制できるMMA樹脂（メチルメタクリレート系）接着剤³⁾を用いた。

3. 施工性確認試験（模擬供試体にて実施）

4. 実橋梁における施工性確認試験

施工性確認試験は、4. 実橋梁における施工性確認試験を行うにあたり、実橋梁に適用可能か確認するため、足場板等を代用して横梁上フランジ及びウェブを再現した供試体（写真-3）を作成し、施工性、接着剤厚について確認した。接着材厚は、既往の研究³⁾より、接着材厚が8mmまでは接着力が低下しないことが報告されているため、接着材硬化後に接着材厚を計測した。



写真-3 供試体写真

キーワード 支点直下ダイヤフラム、疲労き裂、接着接合、FEM解析

連絡先 〒103-0015 東京都中央区日本橋箱崎町43-5 首都高速道路（株）東京東局 TEL 03-5640-4865

施工手順は以下のとおりである(写真-4)。

- (a) 素地調整 (接着剤面：1種相当，ボルト接合面：2種)
- (b) プライマー塗布 (接着剤塗布面)
- (c) 補強材フランジ面に接着剤塗布
- (d) 補強材の取付け (ドリフトピン設置)
- (e) 接着剤圧着 (パイプサポート使用)
- (f) ボルト本締め (ダイアフラム・縦リブ)
- (g) 接着剤の整形 (外周シーリング)
- (h) 接着剤硬化後，接着剤厚の計測

接着剤圧着は，写真-4 (d) (e) のように，ドリフトピンでボルト孔を合わせた後，パイプサポートを用いて下フランジ及び縦リブで反力を取りながら圧着させた。

施工性確認試験の結果を以下に示す。

1) 部材の搬入性，施工性

1箇所(両面)あたりの施工時間は，接着剤塗布からシーリングまでで約30分であった(作業員4名)。また，1箇所(片面)あたりの補強部材重量はFD1が約13kg，FD2が約18kgであり，人力による施工は可能であった。しかし，狭隘な現場での部材搬入，施工を考えると，より軽量の補強部材による補強が望ましいため，今後，施工性向上に向けて補強部材をCFRP板(3面接着剤使用)に変更した場合の応力低減効果及び施工性についても検証予定である。

2) 接着剤厚

接着剤硬化後に接着剤厚を計測した結果，最大5mmであり，8mm未満であったことからドリフトピン及びパイプサポートによる圧着方法に問題ないことが確認できた。しかし，橋脚ごとに横梁内の構造が異なるため，現場に対応した圧着方法(パイプサポートの配置等)を検討する必要がある。

4. 実橋梁における施工性確認試験計画

実橋梁における施工性確認試験は，今後，支承交換を予定している首都高速川口線の鋼製橋脚横梁内で実施する。疲労き裂発生箇所に鋼材による補強，健全箇所にCFRP板による補強を実施予定である。接着剤の圧着方法は，施工箇所の横梁内構造を確認し，施工性確認試験と同様にパイプサポート等を用いて行う予定である。

5. おわりに

鋼製橋脚横梁支点直下ダイアフラムに対して，横梁上フランジ面を接着剤接合，ダイアフラム及び縦リブ面をボルト接合とした補強工法について，FEMで応力低減効果を確認し，模擬供試体を用いて施工性を検証した。検証の結果，現場に応じて接着剤の圧着方法を工夫する必要があるが，施工可能であることが分かった。今後，本工法が疲労き裂の進展抑制に寄与するか，FEM及び疲労載荷試験を行い確認する予定である。

参考文献

- 1) 穴見ら：鋼製橋脚横梁支点直下ダイアフラムの疲労損傷に対する補修・補強検討，土木学会構造工学論文集 Vol.53A, pp.755-765, 2017.3
- 2) 稲葉ら：構成橋脚支点直下ダイアフラムに対する接着剤を用いた当板補強効果の検証，第74回土木学会年次学術講演会，2019.9(投稿中)
- 3) 中村一史ら：断面欠損した鋼桁端柱部材のCFRP板接着補修における接着不良のモデル化と性能回復，第73回土木学会年次学術講演会講演概集，I-452, pp.903-904, 2018.8

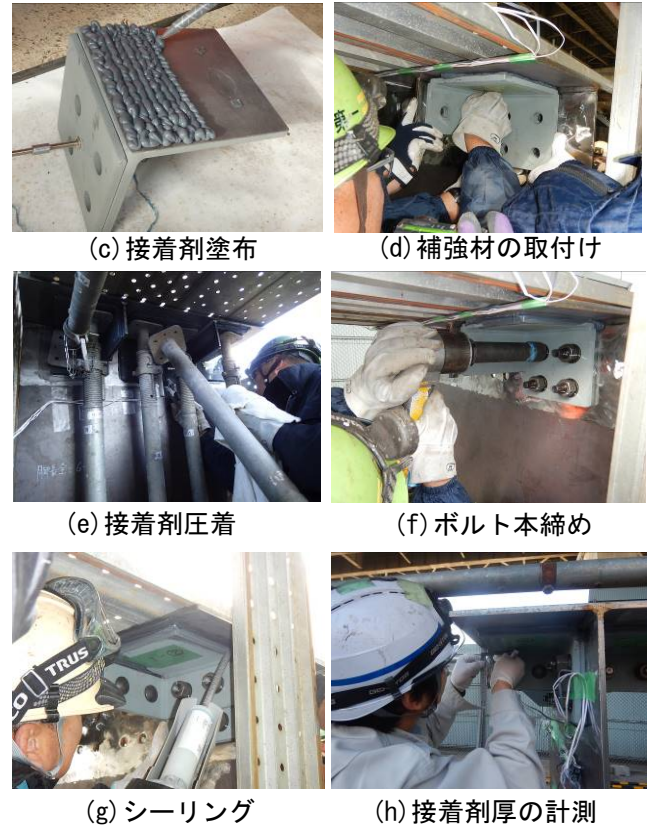


写真-4 施工状況写真