

AFRP シート接着工法を適用した腐食によって局部欠損を生じた 鋼部材の補修に関する一検討

A consideration of repairing method with AFRP sheet bonding for steel members with partial loss
of area due to corrosion

北海道道路エンジニアリング(株) ○正会員 伊藤 浩 (Hiroshi Itou)
北海道道路エンジニアリング(株) 正会員 赤代 恵司 (Shakushiro Keiji)
室蘭工業大学 正会員 小室 雅人 (Masato Komuro)
釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光 (Norimitsu Kishi)

1. はじめに

既設の鋼道路橋の桁端部では、損傷した伸縮装置からの漏水により、桁端部腹板や支点上補剛材の腐食損傷が数多く報告されている¹⁾。

鋼道路橋の構造形式として広く普及している鉄桁橋を考えると、桁端部腹板の断面欠損はせん断耐力の低下に繋がる。また、支点近傍部の垂直補剛材の断面欠損は、橋梁の支持機能の低下を招くため、早急な対策が必要である。従来、腐食による減肉した鋼部材に対する補修として、鋼板を溶接やボルトで添接する当て板工法が一般的に採用されてきた。この工法は、一定の架設機材や専門技術が必要となることや、既存の健全な鋼部材に過度な損傷を与えること等から、腐食損傷が軽微な段階での対策にはほとんど採用されていない。こうした状況の中、一般的な工法の代替案として、軽量、高強度、高耐久性を有する連続繊維シート接着工法が開発され、実用化されている。

本論文では、柔軟性、高耐久性、非導電性、耐電食性などの特性を有するアラミド繊維補強材(AFRP)シート接着工法に着目し、腐食によって局部欠損を生じた鋼部材の補修工法への応用について報告するものである。

2. 基本構造と損傷状況

対象橋梁は昭和 37 年に架設された鋼単純合成鉄桁(図-1)である。桁端部の損傷状況を写真-1, 2 に示す。

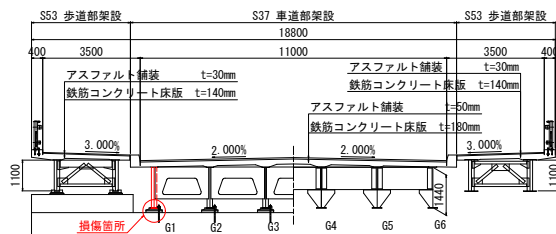


図-1 橋梁断面図



写真-1 損傷状況(正面)



写真-2 損傷状況(側面)

表-1 AFRP シート(二方向シート)の特性

品番	目付量 (g/m ²)	保証耐力 kN/m(tf/m)	設計厚 (mm)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
AK-20/20	325	196/196(20/20)	0.096	2,060	118

今回の損傷事例では、桁端部腹板に孔食や支点部近傍の垂直補剛材に腐食による破断等の損傷が認められた。現時点での腐食範囲は局部的な欠損であるため橋梁性能の低下に影響しないものと考えられる。このため、今後、腐食の進行拡大により主桁腹板部の座屈が発生する等、橋梁性能の低下を招く可能性があることから、腐食の進行抑制を目的とした AFRP シート接着補修を実施した。

3. AFRP シートを用いた局部欠損部の補修工法の提案

3.1. 腐食損傷部の補修工法

鋼橋の腐食損傷の部分的な補修において、鋼板をボルトや溶接で添接する当て板工法の代替案として AFRP シート接着補修工法を提案する。本工法は、局部的に腐食した箇所を部分的に補修するものであり、AFRP シートにエポキシ樹脂を含浸させて損傷部に積層接着させることで、酸素や水分等の外的劣化要因を遮断し、腐食進行を抑制させることを目的とするものである。

3.2. AFRP シートの選定

本補修箇所(主桁端部)は、以下の特徴がある。

- ① 伸縮装置の排水機能の損傷により、塩分を含んだ橋面水が飛散しやすい箇所である。
- ② 主桁腹板と垂直補剛材に腐食による局部欠損が生じているため、不陸調整を要する面積が多い。
- ③ 主桁腹板に下フランジや垂直補剛材が設置されており隅角部が多い。

上記より、補修箇所が湿潤環境や不陸調整の面積、隅角部の面取り処理が必要な箇所が多い施工現場となっている。このため、素材が柔軟で、電位差腐食が生じない AFRP シート(二方向シート)が適していると判断した。表-1 に本補修箇所に使用した AFRP シートの公称値を示す。

3.3. 施工手順および留意点

鋼鉄桁橋の主桁端部腹板や支点上補剛材付近の補修工法を検討した。施工は、次の①～⑥の手順で行った。

①下地処理

AFRP シートが鋼部材の外的劣化要因を遮断し、耐久性と耐腐食性を確保させるためには、母材との接着性が十分に確保されている必要がある。そのため、表面の塗料、錆などをディスクサンダーやワイヤーブラシ等で除去し、アセトンを用いて表面の清掃を行う。

(写真-3)

②防錆処理

鋼材表面の発錆を防止するため、下地処理後、速やかに鋼材表面にジンクリッチペイントを塗布する。

(写真-4)



写真-3 下地処理後



写真-4 防錆処理後

③不陸調整

腐食による減肉が大きい箇所や孔食部、スカーラップ、垂直補剛材の破断部などの不陸部は、AFRP シートの浮き、膨れなどの施工不良の原因となる。そのため、貼付け箇所にエポキシ樹脂系のパテ材(表-2)を充填し、不陸調整を行う。なお、母材の温度は常温(15～25℃)の範囲内に保つ。(写真-5, 6)



写真-5 不陸調整前



写真-6 不陸調整後

表-2 エポキシ樹脂パテ材の規格

項目	規格	備考
樹脂の種類	エポキシ樹脂	無溶剤型
養生条件	気中、7日養生	
曲げ強度	48.3N/mm ²	JIS K 7171
圧縮強度	80.2N/mm ²	JIS K 7181
引張強度	16.6N/mm ²	JIS K 7113

④AFRP シート貼付け・積層接着

施工面積に合わせて所定の寸法に裁断した AFRP シートをエポキシ樹脂含浸させる。鋼材表面にエポキシ樹脂剤を塗布し AFRP シートを貼り付け、脱泡ローラーを用いてシート内の空気を除去する。これを繰り返して、補修箇所の鋼部材表面が露出しないように3層を積層して貼付けている。(図-2～4, 写真7)

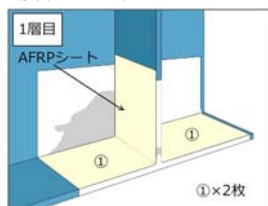


図-2 1層目シート貼付け目

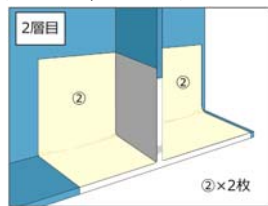


図-3 2層目シート貼付け

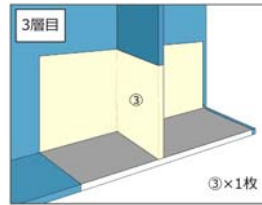


図-4 3層目シート貼付け目



写真-7 シート貼付け完了

⑤養生工

AFRP シート接着面に緩衝材(エアキャップ)とテフロン被膜した添え板(写真-8)を用いて、クランプ等で圧着し、3層の密着性を保持すること及び余分な樹脂を除去する。養生期間は1週間とした。(写真-9)

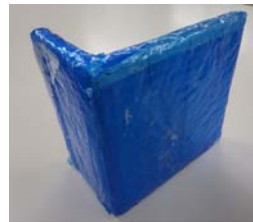


写真-8 添え板



写真-9 添え板による圧着

⑥仕上げ塗装

養生終了後に添え板を取り除き、シートが完全に接着されていることを確認の後、AFRP シートの紫外線劣化保護対策として、シート接着面に耐候性塗料(フッ素樹脂)を塗布する。(写真-10, 11)



写真-10 補修前



写真-11 補修後

4. まとめ

腐食によって局部欠損が生じた鋼鉄桁橋において、高いレベルでの耐久性能の回復を目指し、溶接補修時の熱的影響やボルト接合補修時におけるボルト孔の削孔による弱点を克服できる AFRP シート接着工法を用いた補修を実施した。本補修で得られた知見をまとめると、以下のようなになる。

- (1) 本補修工法は、大がかりな架設機材は不要であり、とくに特殊技能も必要としない手作業が中心であるため、施工スペースの制約がある供用中の補修に適している。実施に要した日数は2日間であった。
- (2) AFRP シートと母材との接着性が十分に確保され、外的劣化要因(酸素、水等)を遮断することができ、鋼部材の腐食進行を効率的に抑制可能である。

参考文献

- (1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：鋼道路橋の局部腐食に関する調査研究，国土技術政策総合研究資料，第294号，2006.1