

# アラミドプレキャスト板による高架橋劣化部の補修

## Repairing Deteriorated Viaduct Using Aramid Fiber Reinforced Plastic

望月 泰彦<sup>\*1</sup> 堀江 透<sup>\*2</sup> 高橋 豊<sup>\*1</sup>  
Yasuhiko Mochiduki Touru Horie Yutaka Takahashi

【キーワード】 高架橋補修 壁高欄補修 アラミド成形板 (AFRP) 接着工法 人力作業

### 1. はじめに

山陽新幹線は開業から40年が経過し、高架橋躯体コンクリートの中酸化により鉄筋の腐食が進行し、コンクリートの欠陥が発生している。そのため西日本旅客鉄道株式会社では平成13年度に「コンクリート構造物補修の手引き」を制定して、調査から補修までの構造物維持サイクルを構築して鉄筋コンクリート構造物を管理している。

山陽新幹線高架橋の中で、特に修繕頻度の高い部位として鉄筋コンクリート高欄の間柱（以下、高欄間柱とする）が挙げられる。高欄間柱は風雨に直接さらされており、他の部位に比べて中酸化の進行が著しい環境下であることや、列車通過時の風圧も加わり破損コンクリート片剥落の危険性が高い部位である。そのため、高欄間柱は断面修復、ライニング、落下防止ネットや鉄板補強等により繰り返し修繕を行っている。西日本旅客鉄道株式会社からこの『修繕頻度の多い高欄間柱』を補修する新たな方法を求められた。高欄間柱の形状寸法に工場加工したアラミドプレキャスト板（以下、AFRP とする）の接着補修方法を計画・提案し、試験施工を実施した。

### 2. 高欄間柱の構造と劣化の程度

高欄間柱は地覆コンクリート上に施工された 0.34m×0.22m×1.45mの RC 柱部材で、鉄筋は D13 異形棒鋼を使用している。この間柱には線路方向に PC 防音板を取り付ける溝があり、写真-1のように PC 防音板設置後に笠コンクリートで一体化して防音壁としている。高欄間柱の鉄筋は地覆呑み込み部の鉄筋組立精度が悪く、高欄間柱基部で鉄筋かぶりが少ない箇所が多い状態で、写真-2のように中酸化による高欄間柱の劣化は主に地覆との打ち継ぎ部から進行している。特に劣化の進んだ箇所ではコンクリートは剥落して鉄筋が断面欠損している箇所も見られる。



写真-1 比較的健康な間柱式高欄状態



写真-2 高欄間柱基部の劣化状態

### 3. AFRP の選定理由

高欄間柱修繕に対する西日本旅客鉄道株式会社の要求品質は次の2点で、以下のことから AFRP を選定した。

- ① 全断面修復より修繕費が安価な劣化・剥落防止方法
- ② 見栄えがよく、ライフサイクルが長い修繕方法

#### 3.1 従来の高欄間柱修繕方法と現状の問題点

RC構造物の補修順序は図-1のとおりで、躯体打音検査により劣化部を特定し、修繕部が50%以上で全面修繕を行う。全断面修復は修繕方法が規定されているため、今回のAFRPによる修繕は部分修繕箇所を対象として計画した。

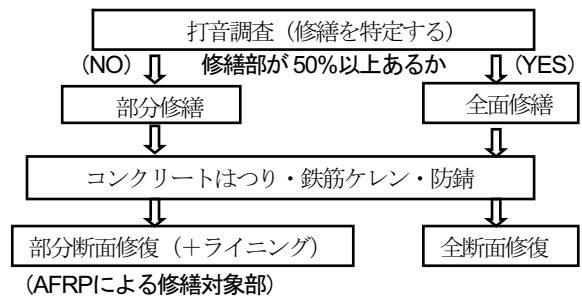


図-1 通常の補修順序

部分修繕では列車振動や風圧によるPC防音板からの外力やマクロセル腐食による再劣化・破損が懸念され、高架下利用箇所では落下防止対策のライニングや落下物防止ネット工を加えた修繕を行っている。

#### 3.2 AFRP補修方法の特徴

AFRP補修は軽量高耐久性材料を使用し、全体施工時間が従来工法の1/4程度の見映えの良い補修が出来る方法で、材料と補修方法の特徴は次のとおりである。

- ① AFRP重量は0.5kg/m<sup>2</sup>で、引張強度は鋼材の約7倍
- ② AFRPは非電導、非磁性材で高耐久性材料
- ③ 色々な成形加工が可能な、きれいな平滑表面材料

1. 中日本土木支社 大阪事業部 新幹線高架橋作業所

2. 中日本土木支社 大阪事業部 折立防災作業所

#### 4. AFRP の設計

AFRPの設計はアラミド繊維シート (AW20/20) の剥離と破断に対する耐荷力で検討し、鉄筋かぶり部分の間柱全体剥落 (340×1,450×25mm) によるコンクリート塊重量を設計落下荷重 $W_d=0.28\text{kN}$ とし、「FRPによるトンネル覆工剥落対策マニュアル」<sup>1)</sup>で実験により定めた耐荷力算定方式 (繊維シートは破断せず、コンクリートから剥離しながら剥離コンクリート片を支えるモデル) で計算し、表-1に耐荷力照査結果をまとめた。

また、AFRPの地覆部への付着力で全剥落荷重を支えられる接着面積を算出して地覆部の貼付け形状 (0.46m×0.30m) を求めた。

表-1 間柱補修AFRPの耐荷力照査結果

照査項目	応力度	設計強さ	安全率
繊維シートの剥離	0.70kN	6.15kN	8.78
繊維シートの破断	886N/mm <sup>2</sup>	2,060N/mm <sup>2</sup>	2.32
地覆部AFRP付着	0.28kN	0.46kN	1.64

表-2 AFRPの使用材料

品名	種類・仕様	規格値(N/mm <sup>2</sup> )	メーカー
アラミド繊維シート	トロン-AW20/20	引張り力 2,060	前田工織株
含浸樹脂	エポキシ樹脂	引張り力 30	前田工織株
接着剤	エポキシ樹脂	付着力 1.5	前田工織株
充填材	無収縮モルタル	圧縮強度 24	(株)デンカ

#### 5. AFRP による高欄間柱補修方法

試験施工は図-2のような形状・手順で進めた。高欄間柱補修前後の写真を写真-3に示す。

AFRP補修方法でも劣化部のはつり・鉄筋ケレンは従来工法と同様に行う。しかし、全体を補強板被覆するために劣化している部分だけのはつり取りで、作業量は半分以下になる。試験施工では破損部に無収縮モルタルを充填したが、断面修復部容量が小さい (8リットル程度以下) 場合は厚塗りができる樹脂モルタルを使用して貼付け前に原型成形する方法もあり、全体施工日数から判断して効率的な施工法を選択する。AFRPは1枚0.5kgと軽量なので2人作業で全工程を実施した。施工前に最も懸念された接着剤のエア抜きは振動ペーパーサンダーの使用で解決できた。

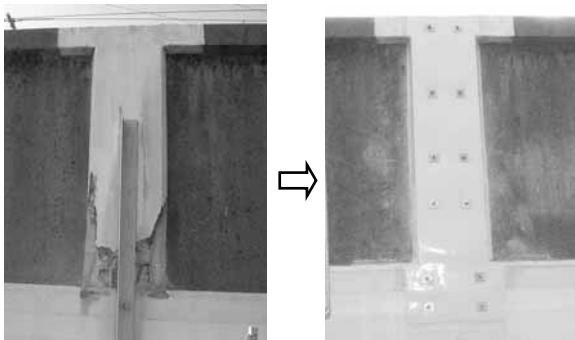


写真-3 AFRPによる補修前後

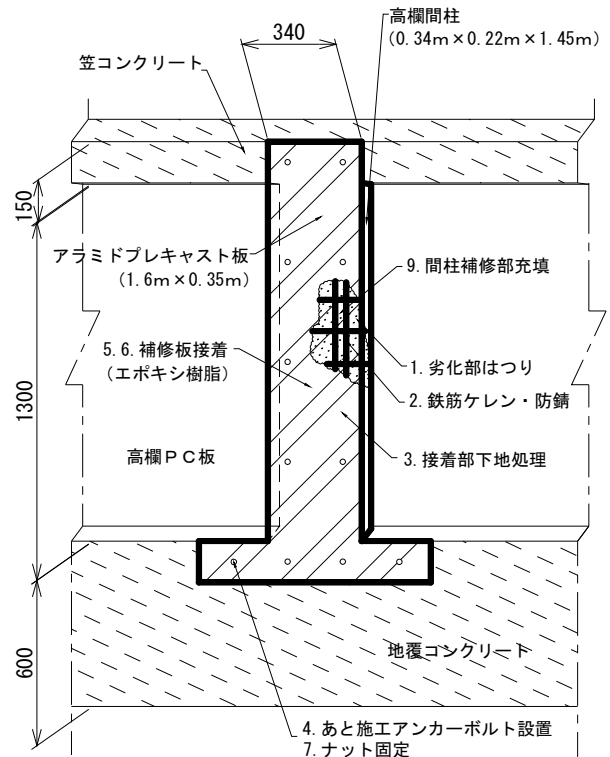


図-2 AFRPによる間柱補修図

作業手順 (2日作業)

- ① 剥落、不良部のはつり (電動ハンマドリル)
- ② 鉄筋ケレン (電動ブラシ)・防錆材入りプライマー塗布
- ③ 接着部下地目粗し処理 (電動ブラシ)、プライマー塗布
- ④ AFRP固定用M8あと施工アンカーボルト設置
- ⑤ AFRP面と健全な躯体面にエポキシ樹脂接着剤コテ塗り (固化まで養生1日)
- ⑥ AFRP貼付け (振動ペーパーサンダーでエア抜き)
- ⑦ 接着剤の固化まで、M8アンカーボルトで固定
- ⑧ AFRP外周からはみ出したエポキシ接着樹脂成形
- ⑨ (2日目作業) 劣化部空洞へのプレミックス無収縮グラウト用モルタル充填 (W=15.6%, C/S比=50%)

#### 4. まとめ

補修後の間柱は見映えも良く、施工金額も従来方法と比べ11%低減できた。平成20年度は試験施工を承諾頂き実施したが、高欄間柱の劣化が最も激しい目地部分にも適用できる方法の検討・改良を加え、平成22年度から本格的に修繕工法として採用されるよう取り組んでいる。

謝辞：AFRP 試験施工のご承諾・ご指導を頂いた西日本旅客鉄道株式会社神戸土木技術センターの皆様ならびに基礎試験から製品試作・施工まで一貫して協力して頂いた前田工織株式会社関係者の皆様に感謝いたします。

#### 【参考文献】

- 1) TSC 研究会：FRP によるトンネル覆工剥落対策マニュアル，山海堂，2003。