

暴露期間 10 年以上が経過した FRP 材料の力学特性

本州四国連絡高速道路株式会社

正会員　○町田　陽

正会員　楠原　栄樹

正会員　花井　拓

山根　彰

1. 目的

本四連絡橋は厳しい海洋環境下におかれている鋼構造物であるため、部材の定期的な補修が不可欠である。これらの鋼構造物のうち、管理路などの橋梁付属物は建設時に亜鉛めっきによる腐食対策を行い必要に応じて補修を行ってきたが、写真 1 のように激しい腐食が発生したために交換が必要となった例が発生した¹⁾。そのため、本四高速では長寿命化および維持管理コストの低減を目的として FRP (Fiber Reinforced Plastic) 部材に着目した。この中で安価かつ入手しやすい材料であるガラス繊維を使用した FRP の適用性の評価を 11 年前に開始した。

2. 試験体の概要

試験体は表面保護の違いにより、表 1 に示す 3 種類である。ここで C の試験体はエポキシ塗装の上にポリウレタン塗装を行ったものである。また今回使用した FRP は 1 方向を向いた繊維で強化した材料であるため、強度に異方性がある。以下、繊維と同じ向きを長手方向、繊維と直交する向きを幅方向と呼ぶこととする。試験体の大きさは長手方向に 525 mm、幅方向に 270 mm、厚さは 5 mm である。これらの試験体を 2005 年度に大鳴門橋 5A 南側（太平洋側）の暴露試験場に設置した。なお、暴露試験開始前にこれらの試験体の表面はすべて樹脂で覆われて滑らかであったことを確認してある。



写真 1 腐食した管理路
(下から撮影)

3. 試験体の調査

3-1 目視観察、顕微鏡観察、光沢度測定

暴露開始から 11 年が経過した試験体について、目視観察と顕微鏡カメラによる撮影を行った。その後水を含ませたガーゼで試験体の汚れを落とし、光沢度計を用いて 60 度鏡面光沢度を計測した。ガラス繊維の露出が激しかったために十分に汚れを落とせなかった場合は欠測とした。

表 1 試験体の保護処理の仕様

	不織布	塗装
A	なし	なし
B	あり	なし
C	なし	あり

3-2 引張強さの測定

回収した試験体を 250×25 mm に切断した（長手方向に長いものと幅方向に長いものを 5 体ずつ、計 10 体）。これらの引張強さの測定を JIS K 7054 に基づいて行った。長手方向と幅方向で 5 体ずつ試験を行い、それぞれの平均値を算出し整理した。

4. 調査結果

4-1 目視観察、顕微鏡観察、光沢度測定

11 年間暴露した試験体の表面を通常のカメラと顕微鏡カメラ（150 倍）で撮影した（写真 2）。目視観察を行ったところ、通常のカメラ像のように A、B の試験体の表面は粗く毛羽立ちが目立っていた。これらの顕微鏡カメラ像のうち、A、B の試験体でガラス繊維が露出していることがわかった。一方で C の試験体の塗膜は

キーワード FRP, LCC, 耐候性

連絡先 〒651-0088 兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本州四国連絡高速道路株式会社 TEL 078-291-1073

健全であったため、繊維の露出は確認されなかった。C に比べて A と B の光沢度が低いことから (図 1)、ポリウレタン塗装による耐候性の効果があることがわかった。

4-2 引張強さの測定

暴露開始時からの各試験体の引張強さの経時変化のグラフを図 2 に示す。前述の通り FRP は強度において異方性があるため、長手方向と幅方向で試験結果を分けて整理した。一部極端に大小する値があったもののこれらを除外するとほぼ同じ範囲だったことから、11 年間の暴露では引張強さに大きな影響はないと判断した。見た目の変化と材料の引張強さには相関はなく、強度低下はほとんど見受けられない結果であった。

5. まとめ

今回の調査により、以下の事項が明らかになった。

- ・ FRP 試験体の保護効果は不織布よりもポリウレタン塗装のほうが優秀である。
- ・ 10 年程度の暴露であれば FRP の保護方法、光沢度、見た目の表面の変化の程度に関係なく、強度の低下は認められなかった。

今後も暴露を継続し、より長期的な力学特性の変化を調査する予定である。

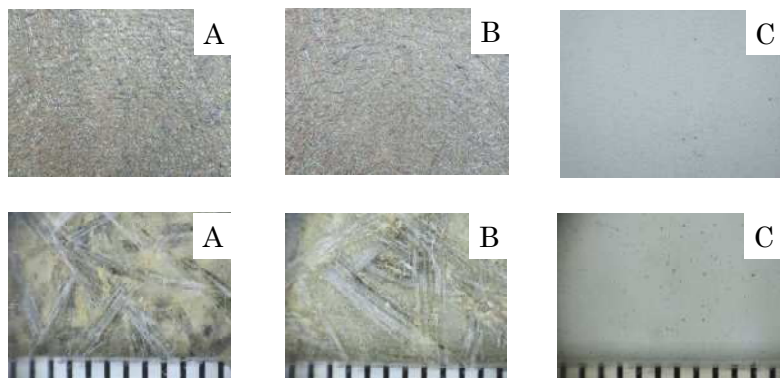


写真 2 暴露開始から 11 年が経過した FRP の試験体
上：通常のカメラ 下：顕微鏡カメラ (150 倍) で撮影
(スケールバーは 500 μm)

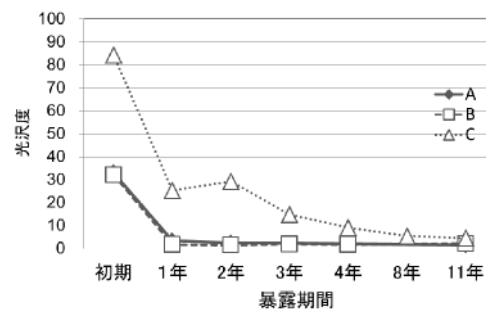


図 1 FRP の暴露期間と
光沢度の関係

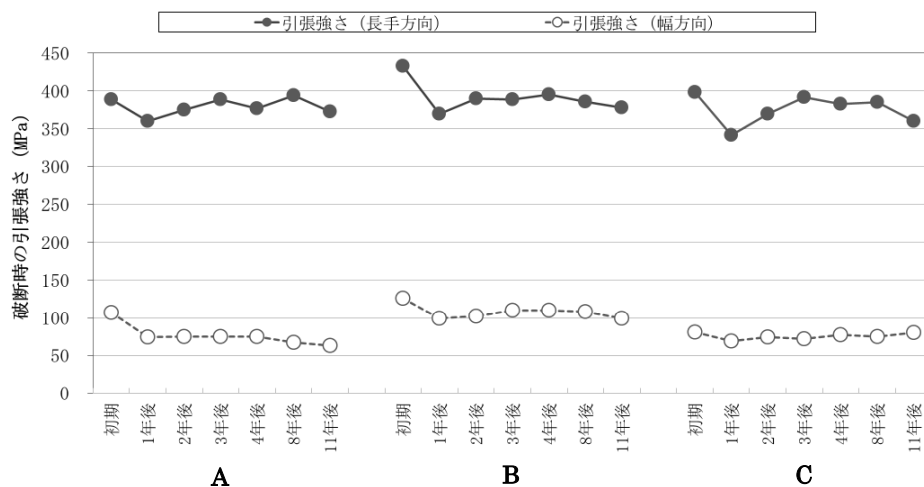


図 2 FRP の大気暴露期間と引張強さの関係

参考文献

- ¹⁾花井拓, 荻原勝也 (2014) 第 5 回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム