

紫外線硬化型ポリエステル樹脂製 GFRP シートを用いた部材補修に関する研究

(株)建設技術研究所 正会員 ○河原崎 雄介 真鍋 祐貴子 光川 直宏
広島工業大学 村中 昭典 中村 一平
阿南電機(株) 長尾 剛
大日本塗料(株) 黛 泰弘

1. 目的

鋼部材などの補修対策において、施工が容易で耐久性に優れた紫外線硬化型 FRP シートの需要が高まっている。本材料は鋼部材に接着することで強度の増加も見込めるが、設計方法が確立されていないため、主に付属物の腐食部補修に限定されている状況にある。また、腐食しやすい部材に対する鋼材保護材料としての活用も規定されている。

このような技術ニーズを踏まえ、本研究では紫外線硬化型ポリエステル樹脂製 GFRP シート（ウルトラパッチ）（以下、GFRP シートと呼ぶ）に着目し、GFRP シートの「防食性能」および「耐荷性能」について性能評価を実施し、適用範囲を拡張した補修設計手法を開発する。これにより、補修設計で大部分を占める鋼部材の耐荷力向上および防食対策に適応した新しい対策工として提案することを目的とする。

2. 試験方法

2. 1. 複合サイクル試験および塩水噴霧試験

(1) 試験方法

「防食性能」に関する性能評価試験として、「複合サイクル試験」および「塩水噴霧試験」を実施する。

複合サイクル試験（以下、CCT と呼ぶ）は JIS K 5600-7-9「サイクル腐食試験方法—塩水噴霧／乾燥／湿潤」に基づき、試験を実施する。一方、塩水噴霧試験（以下、SST と呼ぶ）は JIS K 5600-7-1「耐中性塩水噴霧性」に基づき、試験を実施する。

CCT は 80 サイクルおよび 120 サイクル時点、SST は 480 時間および 720 時間経過時点で、錆の発生状況および塗膜の変状（ふくれ、割れ、はがれ）の目視確認、引張付着試験による付着力の確認を行い、防食性能を評価する。

(2) 供試体

表-1 に示す 5 試験片タイプを 30 試料準備し、腐食
キーワード 紫外線硬化型ポリエステル樹脂製 GFRP シート、防食性能、耐荷性能、補修工法、補強工法
連絡先 〒541-0045 大阪府中央区道修町 1 丁目 6-7 (株)建設技術研究所 大阪本社 TEL 06-6206-5653

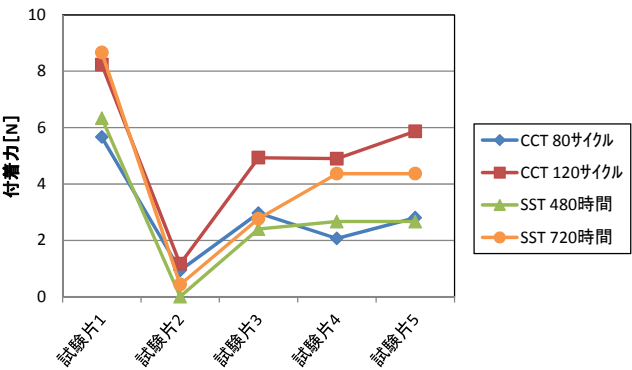
の進行状況をモニタリングした。

表－1 防食性能試験 試験片タイプ

試験片 No.	組み合わせ
1	ブラスト試験板＋Rc-III 塗装系
2	腐食させた試験板＋Rc-III 塗装系
3	腐食させた試験板＋サビシャット＋Rc-III 塗装系
4	腐食させた試験板＋PD プライマー＋ウルトラボント®＋ウルトラパッチ
5	腐食させた試験板＋サビシャット＋ウルトラボント®＋ウルトラパッチ

(2) 試験結果

CCT および SST の試験結果より、錆が残った状態で Rc-III 塗装系を適用しても外的因子より内部錆が膨張し、再劣化することが確認された。一方、GFRP シートの場合、外的因子の遮断率が高いことから、Rc-III 塗装系に比較して防食効果が高いことが確認された。なお、試験片 4 と試験片 5 は塗布形素地調整軽減剤の製品（PD プライマー、サビシャット）を変更して実施した。その結果、付着試験において若干ではあるが試験片 5 のほうが良好な結果を得ることを確認した。



図－1 引張付着試験結果

2. 2. 引張試験

(1) 試験方法

「耐荷性能」に関する性能評価試験として、試験片の腐食の有無、GFRP シートの積層数、GFRP シー

トの定着長，接着剤の種類で「引張試験」を実施する．JIS Z 2241「金属材料引張試験方法」に基づき，降伏応力，引張強さ，破断伸びを測定する．

(2) 供試体

表-2に示す39供試体について引張試験を実施する．

表-2 耐荷性能試験 試験片タイプ

供試体名	試験片種類	ウルトラパッチ貼付枚数	接着剤種類	定着長	円孔の有無
N	ブラスト試験片	—	—	—	無
H		—	—	—	有
HE 1 -100		1層	エポキシ樹脂系	100mm	有
HE 1 -150				150mm	有
HE 1 -200				200mm	有
HA 1 -100			アクリル樹脂系	100mm	有
HA 1 -150				150mm	有
HA 1 -200				200mm	有
HE 2 -100		2層	エポキシ樹脂系	100mm	有
HE 2 -150				150mm	有
HE 2 -200				200mm	有
HA 2 -100			アクリル樹脂系	100mm	有
HA 2 -150				150mm	有
HA 2 -200				200mm	有
HE 3 -100		3層	エポキシ樹脂系	100mm	有
HE 3 -150				150mm	有
HE 3 -200				200mm	有
HA 3 -100			アクリル樹脂系	100mm	有
HA 3 -150				150mm	有
HA 3 -200				200mm	有
C	腐食させた試験片	—	—	—	有
CE 1 -100		1層	エポキシ樹脂系	100mm	有
CE 1 -150				150mm	有
CE 1 -200				200mm	有
CA 1 -100			アクリル樹脂系	100mm	有
CA 1 -150				150mm	有
CA 1 -200				200mm	有
CE 2 -100		2層	エポキシ樹脂系	100mm	有
CE 2 -150				150mm	有
CE 2 -200				200mm	有
CA 2 -100			アクリル樹脂系	100mm	有
CA 2 -150				150mm	有
CA 2 -200				200mm	有
CE 3 -100		3層	エポキシ樹脂系	100mm	有
CE 3 -150				150mm	有
CE 3 -200				200mm	有
CA 3 -100			アクリル樹脂系	100mm	有
CA 3 -150				150mm	有
CA 3 -200				200mm	有

(3) 引張試験結果

腐食なしの供試体においては，強度面でエポキシ樹脂系が若干高くなる傾向がある．一方，鋼材の塑性変形への追従性はアクリル系樹脂の方が良好であった．また，GFRP シートの貼付層数が3層の場合，エポキシ樹脂系，アクリル樹脂系ともに接着剤の凝集破壊となるケースが多く見られた．なお，GFRP シートの貼付層数が1層と2層の場合は，定着長によらず全てのケースにおいて GFRP シートが破断しており，GFRP シートの定着長の違いによる破壊形態

参考文献

- 1) 依田研究室:ウルトラパッチ強度試験報告書,早稲田大学理工学術院,2010.3.
- 2) 依田研究室:ウルトラパッチ強度試験報告書(コンクリート引張強度試験編),早稲田大学理工学術院,2010.12.

の差は見られなかった．

腐食ありの供試体においては，強度面でアクリル樹脂系が若干高くなる傾向がある．また，GFRP シートの貼付層数が3層の場合，全てのケースにおいて破壊形態は界面破壊であり，鋼材表面の錆層ごと剥離していることを確認した．腐食の影響のため，GFRP シートの積層数の差は腐食なしの供試体に比較して少ない．

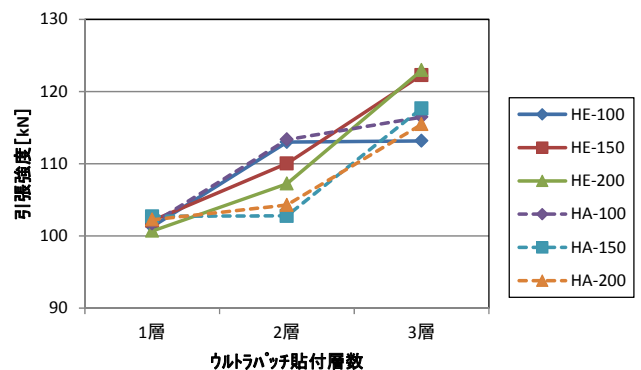


図-2 引張強度試験結果(腐食なし)

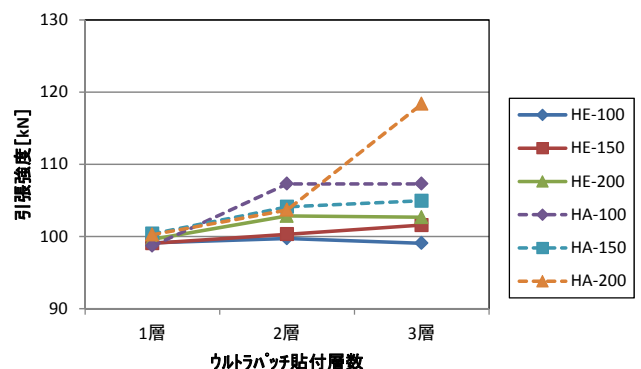


図-3 引張強度試験結果(腐食あり)

4. まとめ

防食対策に関して，GFRP シートを貼付することにより塗膜以上の外的因子に対する遮断性を確保できることを確認した．また，塗装前に塗布形素地調整軽減剤を塗布することによって塗装のみの場合よりも遮断性が向上することを確認した．

耐力補強に関して，腐食なしの供試体においては GFRP シートを3層貼付することで，健全な鋼板(供試体 N)に対して約 60%近く強度を回復することができた．GFRP シートを3層貼付する場合，破壊形態は接着剤の凝集破壊となるケースが増えることから，接着剤を改良することにより補強材料として期待することができる．