

表面処理の異なる AFRP 補剛材の付着性の検討

岩手大学 学生会員 ○渡部 洋平
 岩手大学 学生会員 柏 翔悟
 岩手大学 正会員 大西 弘志
 (株)サカイ産業 天野 順弘
 (株)竹入製作所 松原 澄行
 (株)いおう化学研究所 工藤 孝廣

1. はじめに

我が国の道路橋に使用されている補強材は、鋼材が大半を占めている。RC によって建造された構造物は、いわゆる社会資本（インフラストラクチャー）の一部として整備・蓄積され、現代における代表的な構造物として機能しており、汎用性・価格競争力は非常に高い。しかし、その鋼材の欠点として、腐食することがあげられる。鉄筋の腐食防止は、RC 部材の耐力・耐久の立場から極めて重要であるが、過度なひび割れや海砂の使用による鉄筋発錆は、その効果が発揮し得なかった例である¹⁾。

これに対して、AFRP の補強材の特徴は、引張強度は鉄の 4 倍、比重は鉄の 1/6、耐久性に優れており錆ない、絶縁性に優れ磁化しない、-80℃の極低温環境にも耐えうるなどがある²⁾。沿岸部での新設構造物に FRP 系の補強材を用いることで、腐食するという弱点を克服でき、さらに高強度な構造物を開発できる可能性があると言える。しかし、その AFRP の欠点として、付着性の低さがあげられ、十分に耐力を発現できていない現状がある³⁾。

そこで本研究では、RC 梁と AFRP 補剛材を適用した梁の曲げ耐力の比較及び、表面処理の異なる AFRP ロッドを用いて、付着性向上の処理方法について検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 試験体

150mm×80mm の長方形断面を有する全長 1,800mm の RC 梁を作成した。図-1 に示すように、鉄筋または AFRP 筋を 1 本配置した。梁中央で重ね継手により 40D の継手長を確保した。表面処理の異なる AFRP 補剛材の一覧を表-1 に示す。

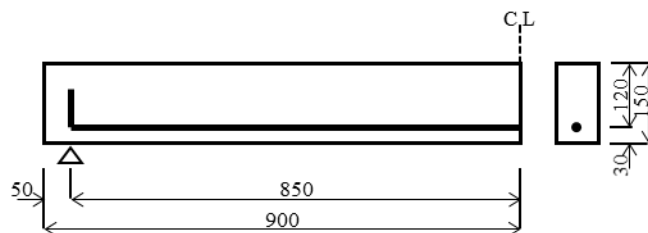


図-1 試験体概要(単位:mm)

表-1 AFRP 補剛材の詳細

名称	表面処理内容
A タイプ	—
AS タイプ	珪砂
AA タイプ	分子接合 A ⁴⁾
AP タイプ	分子接合 P ⁴⁾

表-2 使用材料の力学的特性

材料	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
コンクリート	32.6	—	25.5
鉄筋(D6)	—	614.0	221.8
AFRP(φ5)	—	1,150 [*]	68.6 [*]

Notice:※印の数値は一般値または推定値

2.2 材料の力学的特性

表-2 に RC 梁のコンクリートならびに各主筋の力学的特性を示している。AFRP 補剛材は、一般値を採用している。

2.3 静的載荷実験と測定項目

本試験では図-1 のように、支点間距離 1,700mm、載荷点間距離 400mm の 4 点曲げ試験を行った。載荷速度は 0.2kN/5sec を基準とした。実験における測定項目は、RC 梁の変位（中央、載荷点、支点）および載荷荷重である。写真-1 に RC 梁の静的載荷実験の状況を示している。

キーワード 複合構造, アラミド, AFRP, 付着, 曲げ強度

連絡先 〒020-8550 岩手県盛岡市上田三丁目 18 番 8 号



写真-1 梁の静的載荷実験の状況

表-3 各種耐力の結果

名称	最大荷重 Fmax(kN)	最大曲げ モーメント Mmax(N・ mm)	終局曲げ モーメン ト Mu(N・ mm)	(M-Mu)/Mu ×100
RC	5.7	1.86E+6	1.80E+6	3.2
A-RC	7.5	2.44E+6	2.28E+6	7.0
AS-RC	6.2	20.2E+6		11.3
AA-RC	8.6	2.80E+6		22.8
AP-RC	7.8	2.53E+6		10.9

3. 実験結果

3.1 破壊形式

RC 梁は、曲げひび割れが発生したのち曲げ圧縮破壊に至った。一方、AFRP 補剛材の RC 梁はすべて曲げひび割れが発生したのち、付着切れを起こし付着破壊に至った。

3.2 RC 梁の曲げ耐性による検討

各供試体に関する各種耐力を表-3 に示す⁵⁾。なお、終局曲げモーメント M_u には、材料の力学的特性値を用いて算出している⁶⁾。A-RC 梁の最大荷重は RC 梁のものと比較すると約 1.3 倍高い数値である。計算値 M_u が RC 梁のものより高い数値であることから、RC の設計計算での水準を上回っており、曲げに対する抵抗性は高い可能性がある。次に、AFRP 補剛材の梁において比較してみる。A タイプより高い数値を発現できたのは、AA タイプと AP タイプであった。これは分子接合により付着性が向上し、より高荷重な領域であっても耐力を発現することを可能にしたと考えられる。一方、低い数値を発現したのは、AS タイプであった。

3.3 荷重-変位関係

図-2 に、各タイプの供試体に関する荷重-変位関係を示す。RC 梁が鉄筋の降伏後、荷重が一定になるのに対し、AFRP 補剛材の梁は降伏しないため、破壊に至るまで耐力を発現し続けているのがわかる。AS タイプが 4kN 付近で、A タイプが 6kN 付近でそれぞれ傾きが低

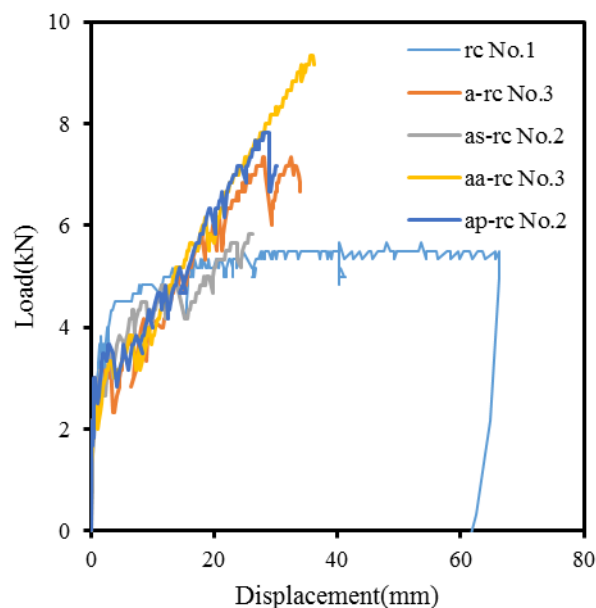


図-2 荷重-変位関係

下している。これは、付着切れの開始に伴った変位の増加であると推測できる。一方、AA・AP タイプは、線形的な兆候を示し、顕著な付着切れは破壊寸前まで現れていないと考えられる。

4. 結論

- (1) 曲げ耐力は、実験値と計算値ともに AFRP 補剛材の梁の方が大きく、RC の設計計算下において鉄筋の代替物として活用できる可能性が高い。表面処理に関しては、AA・AP タイプが付着に対して効果があり、RC 梁の曲げ耐力を大きく上回る性能を実現した。
- (2) 化学技術による付着性の向上の優位性は確認できた。しかし、AFRP 補剛材の梁は付着破壊に至っており、根本的な解決に至っていない。今後は、配筋方法や物理的な表面処理に対しての研究・評価が課題になると考えられる。

参考文献

- 1) 吉川弘道：第 2 版 鉄筋コンクリートの解析と設計-限界状態設計法と性能設計法-，丸善株式会社，2004
- 2) 株式会社 竹入製作所
<http://www.takeiri-seisakusyo.jp/tafrod/about/entry-152.html>
- 3) 渡部洋平：AFRP-RC 梁の静的載荷試験，岩手大学，2015
- 4) 株式会社 いおう化学研究所<http://scl-inc.jp/>
- 5) 鹿島光一：建設材料実験法，鹿島出版社，2009.4
- 6) 町田篤彦：鉄筋コンクリート工学改訂 2 版，株式会社 オーム社，2005