

破壊形態を制御したコンクリート梁に対する 紫外線硬化型ポリエステル樹脂製 GFRP シートを接着した曲げ補強効果

(株)建設技術研究所 正会員 ○光川 直宏
阿南電機(株) 正会員 高橋 修 長尾 剛
近畿大学 正会員 東山 浩士
関西大学 正会員 石川 敏之

1. はじめに

著者らは、紫外線硬化型ポリエステル樹脂製 GFRP シート（以下、GFRP シートと呼ぶ）を鋼材やコンクリート部材に接着した際の引張強度や補強効果について研究^{1), 2)}を行ってきた。GFRP シートの引張強度は、鋼材 SS400 の降伏強度の 1/7、引張強度の 1/10 程度であり、これまでの実験結果からコンクリート梁の表面に接着することで曲げ耐力の向上が期待でき防食材としてだけでなく補強材としても使用できると考えられる。本報では、切欠きを有するコンクリート梁の下面に GFRP シートを接着し、破壊形態を制御した試験体を用いて、積層数をパラメータとした曲げ試験を行い、変形挙動、ひび割れ幅、曲げ耐力について報告する。

2. 試験片体および試験方法

コンクリート梁（無筋）は、図-1 に示すように、矩形断面を有する 100×100×400mm の角柱とし、スパン中央に断面高さの 0.3 倍まで切欠き（幅 3mm）を入れた。なお、試験時のコンクリートの圧縮強度は 32.4N/mm² であった。

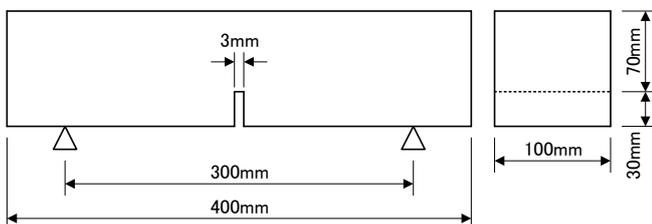


図-1 試験体の寸法

GFRP シートはコンクリート梁端部から層間にはく離 破壊しないよう、コンクリート梁の下面全面に接着し、接着剤にはアクリル樹脂を用いた。GFRP シートの積層数は 1～3 層とし、各積層数に対して試験体数は 3 体とした。GFRP シートへの紫外線 (UV) は、40W の UV を 20mm の高さから 30 分間照射した。な

お、各積層間においても同様とした。

曲げ試験は JCI 規準 (JCI-S-001-2003) に準じ、3 点曲げとし、載荷速度は 0.05mm/min の変位制御とした。計測項目は荷重、載荷点の変位、ひび割れ肩口開口変位（以下、CMOD）とし、データのサンプリング速度は 5Hz とした。試験状況を図-2 に示す。



図-2 載荷試験状況

3. 試験結果

1) 荷重-たわみ曲線

各試験体の荷重-たわみ曲線を図-3 に示す。また、第 1 ピーク時荷重および CMOD の平均値を表-1 に示す。なお、積層数 2 層の試験体 2 体では CMOD が計測できていなかったため、ひび割れ荷重は荷重-たわみ曲線から判断した。

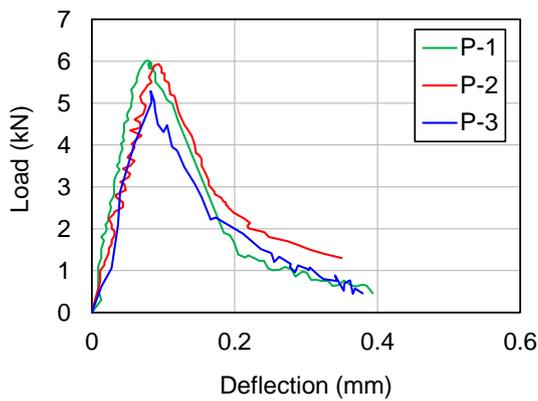
GFRP シートなしの試験体は、曲げひび割れの発生により荷重が急激に低下した。積層数 1, 2 層の試験体では曲げひび割れの発生後、荷重増加して第 1 ピークを迎え、荷重を保持したままたわみが増加した後、急激に低下した。積層数 3 層の試験体では、第 1 ピークを迎え、少し低下するものの、さらに増加し第 2 ピークを迎え急激に低下した。なお、積層数 3 層の第 1 ピーク時荷重は積層数 2 層と比較して増加するものの、CMOD およびたわみは減少している。

表-1 各試験体の第 1 ピーク時荷重と CMOD

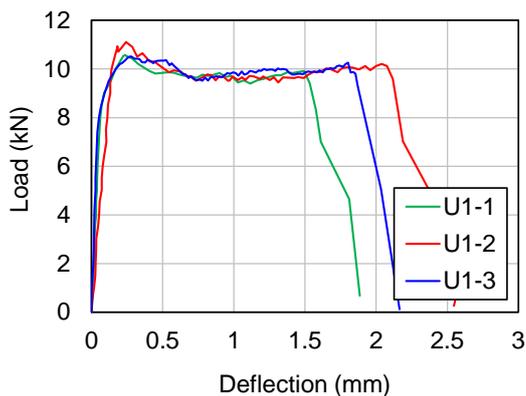
積層数	第 1 ピーク時荷重 (kN)	CMOD (mm)
0 層	5.7	0.054
1 層	10.7	0.222
2 層	19.6	0.242
3 層	23.2	0.196

キーワード 紫外線硬化型ポリエステル樹脂製 GFRP シート、コンクリート梁、曲げ試験、補強効果

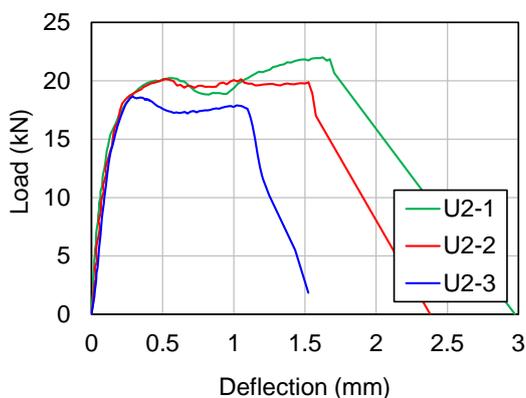
連絡先 〒541-0045 大阪府中央区道修町 1 丁目 6-7 (株)建設技術研究所 大阪本社 TEL 06-6206-5653



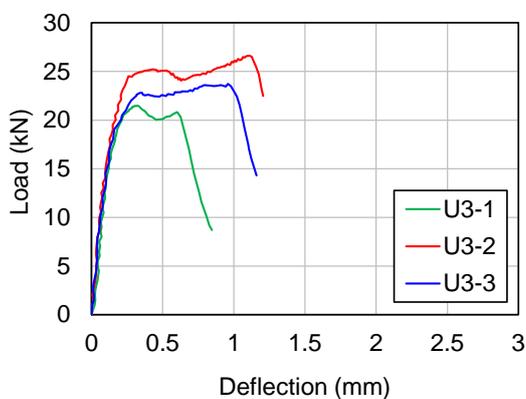
(a) GFRP シートなし



(b) 積層数 1 層



(c) 積層数 2 層



(d) 積層数 3 層

図-3 荷重-たわみ曲線

最終破壊は、図-4 に示すように、切欠き先端を起点とするコンクリートと接着剤のはく離であった。

2) 曲げ耐力

各試験体のひび割れ荷重および最大荷重の平均値を図-5 に示す。試験に用いたコンクリート梁のひび割れ荷重および最大荷重の比は、GFRP シートの積層数に対して増加することが分かった。



(a) 積層数 1 層

図-4 破壊性状

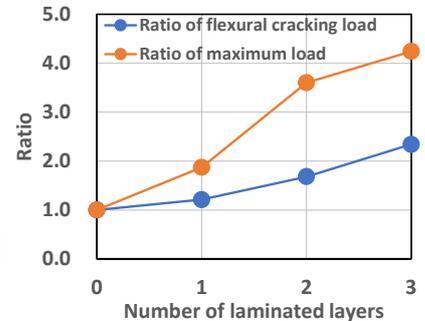


図-5 荷重比と積層数の関係

4. まとめ

切欠きを有するコンクリート梁の下面に GFRP シートを接着した試験体による曲げ試験結果から次の知見が得られた。

- ①GFRP シート積層数 1 層以上の接着で最大荷重はひび割れ荷重を上回った。
 - ②GFRP シートの積層数を増やすことでひび割れ幅が抑制された。
 - ③曲げ耐力は、GFRP シート積層数の増加とともに増大した。
- 以上より、今回使用した GFRP シートはコンクリート梁の曲げ補強効果が期待でき、補強材としても使用できるといえる。ただし、曲げ耐力に関しては積層数 3 層まで増加傾向であったが、第 1 ピーク時荷重の CMOD が積層数 2 層以降で減少していることから、むやみに積層数を増加させても補強効果に限界があることも分かった。

謝辞

本研究を共同で進めていただきました近畿大学工学部社会環境工学科の石川雄麻氏と大塚隆仁氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 光川直宏, 長尾剛, 高橋修, 東山浩士, 石川敏之: 紫外線硬化型ポリエステル樹脂製 GFRP シートを接着した鋼材の引張強度特性, 土木学会第 74 回年次学術講演会概要集, VI-336, 2019.9.
- 2) 光川直宏, 長尾剛, 高橋修, 東山浩士, 石川敏之: 紫外線硬化型ポリエステル樹脂製 GFRP シートをコンクリート梁に接着した曲げ補強効果, 土木学会第 75 回年次学術講演会概要集, VI-443, 2020.9.