

FRP ロッドの外接着補強法に関する基礎的検討

茨城大学 学生会員 ○磯貝 暢宏
茨城大学 正会員 吳 智深

1. 研究の背景・目的

近年の都市インフラの抱える問題のひとつに構造物の老朽化があげられ、維持管理・防災能力を高めるための、補修・補強技術の高度化や長寿命化が期待されている。最近では、軽量かつ強度や耐候性などに優れる、連続繊維複合材（Fiber Reinforced Polymers ; FRP）を既設コンクリート構造物に接着する補修・補強技術が開発されており、実橋梁への適用も進んでいる。しかしながら、FRP シート接着補強技術においては、FRP とコンクリート接着界面のせん断抵抗に限界があり、FRP の高い引張強度が有効に活用されないうちに補強材の剥離が発生してしまい、補強構造物の終局破壊荷重の向上効果に限界がある。そこで、FRP シートの剥離や損傷を抑えるための補強工法として FRP ロッドによる、FRP 埋め込み工法が開発された。しかし、この工法では橋梁など既存の構造物に溝を掘る作業を行わなければならない、施工性が悪いといった問題がある。

そこで、本研究では施工性を向上させるための新たな補強工法、FRP ロッド外接着補強法を提案する。既存研究から、FRP ロッドとコンクリートの付着性が補強効果に大きく影響されることが分かっている。そのため、本研究では両引きせん断試験を行い、FRP ロッドをコンクリートの表面に接着させた際のロッドとコンクリートの付着性を、補強材・接着材・接着幅などをパラメータとして実験的に検討した。

2. FRP ロッドとコンクリートの付着試験

2.1 試験概要

FRP ロッドとコンクリートの付着性状について接着材、補強材、接着幅をパラメータとして両引きせん断試験を行った。接着剤は、エポキシパテ（P）、エポキシ樹脂（E）、ポリマーセメント（C）を、補強材はCFRP と BFRP を用いた。また、接着幅 L を 3mm, 5mm, 8mm とした。

試験体は、図-1 に示すように幅 150 mm、高さ 200 mm、そして長さ 300 mm の矩形コンクリート塊に、試験装置に接続するための $\phi 24$ 鋼ボルトを埋め込み、FRP ロッドを両側面に接着させた形状である。

接着面は表面をダイヤモンドサンダーで削り、エポキシプライマーを塗布することで表面処理を行った。一方、FRP

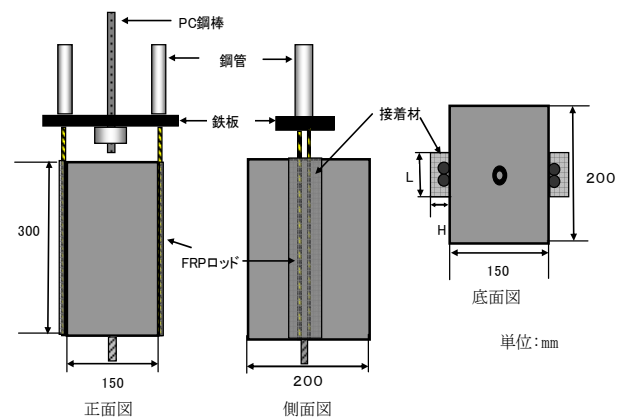


図-1 試験体概念図

ロッドを無傷で引っ張るため、FRP ロッドの片側の端部を鋼管に差し込み膨張セメントを充填し定着させる。これらの鋼管と埋め込んだ $\phi 24$ 鋼ボルトを引っ張ることで FRP ロッドに引張応力を発生させる構造とした。

2.2 試験結果

接着材にポリマーセメントを用いた場合、プライマーとポリマーセメント界面での剥離となり終局荷重も低い値となった。エポキシパテ、エポキシ樹脂を用いた場合では、プライマーとコンクリート間の剥離破壊となったが、エポキシパテを用いた際に最も高い付着力が得られ、外接着補強法の接着材に適していることがわかった。

補強材の違いによる付着性状の変化を比較すると、各接着材とも CFRP と比べ破壊性状に変化はないものの、BFRP では終局荷重、剛性ともに低い値となった。特にエポキシ樹脂、ポリマーセメントでは剛性に大きな差が見られ、BFRP は CFRP と比べコンクリートとの接着が劣ることがわかった。

また、接着材の接着幅による付着性状の考察を行うため補強材は CFRP を、接着材には高い付着力が得られたエポキシパテを用いた。図-4 より、接着面の幅を広げることによる終局荷重が向上したことが確認できる。これは、付着面積の増加に伴う影響であると考えられる。また、接着幅を 80 mm とした際、剛性の向上が見られ、破壊性状がコンクリートのせん断破壊となり、ロッドとコンクリート間での高い付着が得られた。

キーワード：補修・補強、FRP ロッド、外接着補強法

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 Tel0294-38-5177

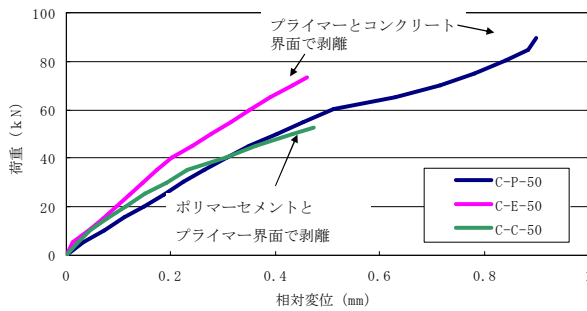


図-2 荷重-相対変位曲線 (接着材)

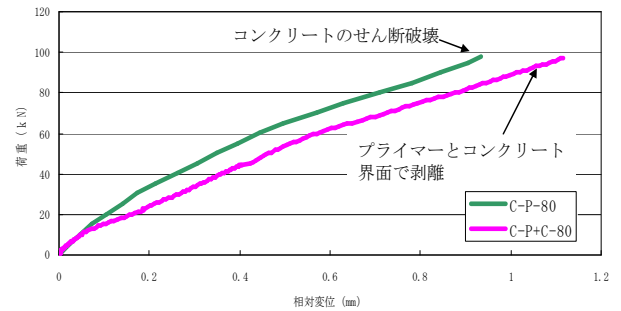


図-5 荷重-相対変位曲線 (接着材ハイブリッド)

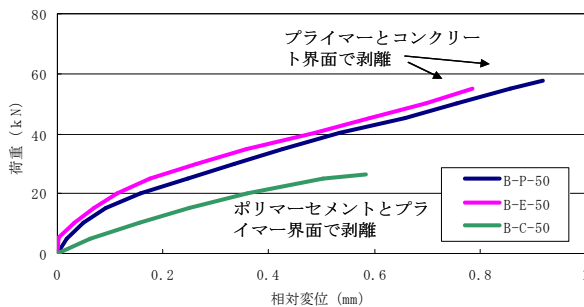


図-3 荷重-相対変位曲線 (補強材)

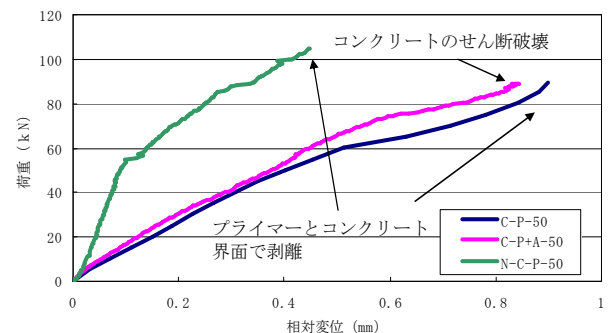


図-6 荷重-相対変位曲線 (アンカーボルト)

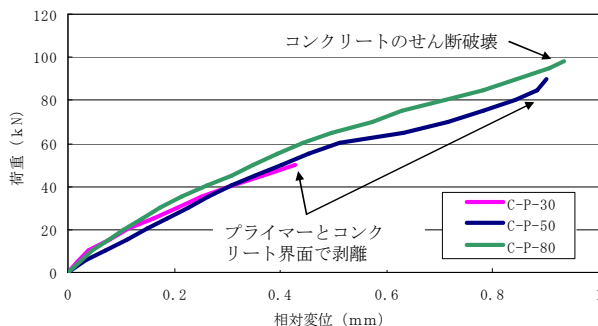


図-4 荷重-相対変位曲線 (接着幅)

3. 付着性向上手法の考案

3.1 接着材のハイブリッド化

FRP ロッド外接着補強法での実用化に向けた付着性向上手法として、接着材のハイブリッド化を行った。図-5 より、終局荷重はエポキシパテ 80 mm で接着させた際と同等の値となった。しかし、剛性が低く破壊性状もプライマーとコンクリート間での剥離破壊となり、十分な付着は得られなかった。コストの削減は成功したものの、更なる付着性の向上手法の検討が必要である。

3.2 アンカーボルトによる定着

外接着補強法でのロッドとコンクリートの付着強度、剛性の向上を目的として、アンカーボルトによるロッドの定着を行った。ボルトの固定により、破壊性状が剥離からコンクリートのせん断破壊となり、ロッドとコンクリートの高い付着

性が得られた。しかし、エポキシパテ 80mm で接着させた際の破壊荷重と比べ、90 kN と低い荷重でコンクリートの破壊に至った。原因としては、コンクリートに穿孔してアンカーボルトを定着させたため、コンクリート本体の強度が低下したものと考えられる。

4. 結論

4.1 FRP ロッド外接着補強法の付着試験

外接着補強法における付着性は、エポキシパテを用いた際に最も高い付着強度が得られた。BFRP は CFRP と比べ付着性が劣るが、両補強材ともエポキシパテでの付着が良好であり、エポキシパテが接着材に適している。また、接着材の付着面積が付着性に影響していることがわかった。

4.2 付着性向上手法の考案

接着材のハイブリッド化により低コストでの付着強度の向上が図れたが、剥離破壊となったため十分な付着力は得られなかった。アンカーボルトによる接着法においては、高い付着が得られ、剛性も向上した。

5. 参考文献

孫曉荷：FRP ケーブル埋め込み緊張補強技術に関する研究
(平成 18 年度修士学位論文)