

## FRP 製 HP リベットを用いた GFRP 部材の接合法に関する基礎的研究

神戸大学工学部 学生員 ○石間 啓介  
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 橋本国太郎  
 株式会社ヒビ 正会員 日比 英輝

## 1. 研究背景および目的

FRP とは繊維強化プラスチック (Fiber Reinforced Polymer) の略称であり、樹脂を繊維強化材により補強し、樹脂単独に比べ強度や弾性率を向上させた複合材料である。FRP の特徴としては、軽量かつ高強度で施工性に優れており、錆びないため耐食性にも優れている。近年、FRP は土木構造物にも適用されつつあるが、腐食環境が厳しい場所では FRP 部材が腐食しなくても接合部に使用されているステンレスボルトが腐食するなど接合部の耐久性に問題がある。また、FRP を接着剤で接合した接合方法は、多くの研究成果<sup>1)</sup>があるが、安全性が担保されていないため、あまり使用されていない。そこで本研究では、接着剤を補助的に使用する FRP 製のリベット(以下、HP リベット)による接合方法を提案し、実験により、その強度特性を検討した。

## 2. HP リベット

HP(Hand Pultrusion) リベットとは、人の手による引抜成形法で製作され、軸部とヘッド部を有するリベット形状をした FRP 製の留め具である。既往の研究<sup>2)</sup>では HP リベットの軸部やヘッド部に関する強度などの基本的な性質、また引張接合試験体の接合部強度について検討している。本研究ではこの提案した HP リベットを用いた支圧せん断接合継手の接合部強度を調べた。また、せん断強度の向上を図るため、HP リベット内に異形鉄筋を組み込んだ試験体とも比較を行った。

## 3. 実験方法

支圧せん断接合部材の引張試験について、接着剤のみで接合した試験体を 5 体、図-1 に示すように接合面の中心に  $\phi 18\text{mm}$  孔加工を施し HP リベットを埋め込み、接着剤と併用した試験体を 5 体、接着剤を用いず HP リベットのみで接合した試験体を 5 体製作して引張試験を行った。また図-2 に示すように HP リベットの中心に異形鉄筋を組み込んだ試験体について接着剤を併用した試験体を 5 体、接着剤を併用しない試験体を 5 体製作して引張試験を行った。

## 4. 実験結果

HP リベットを用いた支圧せん断接合部材の試験結果を図-3、4 に示す。平均最大荷重は HP リベットを使用せず接着材のみで接合した試験体は 85.4kN、HP リベットのみで接合した試験体は 22.3kN、HP リベットと接着剤を

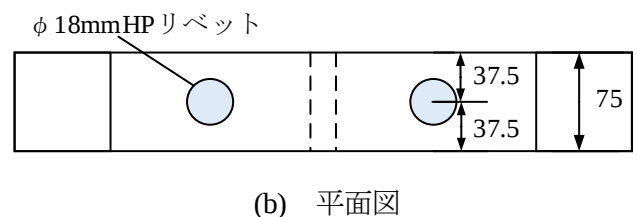
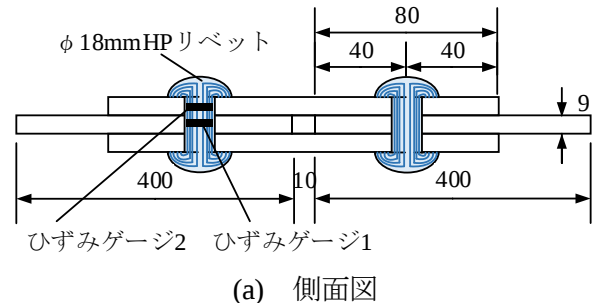


図-1 支圧せん断接合試験体 (鉄筋なし)

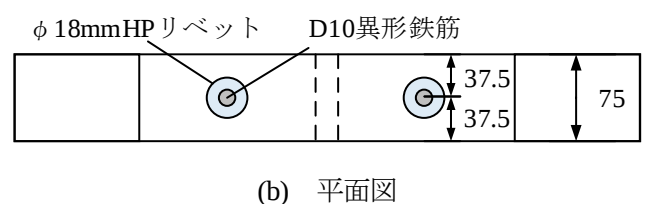
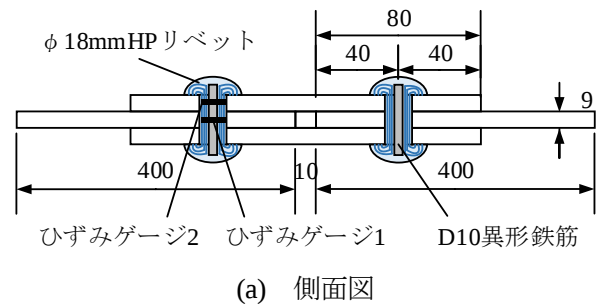


図-2 支圧せん断接合試験体 (鉄筋あり)

キーワード FRP, HP rivet, bearing joint

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 TEL:078-803-6011

併用した試験体は荷重のピークが2つ現れ、図-3に示すように第1ピーク荷重は68.3kN、第2ピーク荷重は30.8kNとなった。破壊の形式について併用試験体は第1ピーク荷重に達するまで接着剤が荷重を負担し破壊した後、HPリベットに荷重が伝達し第2ピーク荷重に達して破壊した。併用試験体の強度が接着材のみの試験体より低下した原因としては、HPリベットを挿入するために開けた孔による接着面積の減少が考えられる。また、HPリベットのみの試験結果よりHPリベットの1本当たりのせん断強度を求めると $43.8\text{N/mm}^2$ であり、この材料と同様の参考強度<sup>3)</sup> $51.3\text{N/mm}^2$ と比較すると小さい値となった。

異形鉄筋を組み込んだ支圧せん断接合部材の試験結果を図-5、6に示す。平均最大荷重は接着剤を併用した試験体は図-5に示すように第1ピーク荷重は46.9kN、第2ピーク荷重は37.3kNとなった。破壊の形式は第1ピーク荷重に達するまで接着剤が荷重を負担し破壊した後、HPリベットに荷重が伝達し第2ピーク荷重に達して破壊した。接着剤を併用していない試験体は図-8に示すように37.0kNとなった。また、接着剤を併用していない試験結果よりHPリベットの1本当たりのせん断強度を求めると $72.7\text{N/mm}^2$ となった。

## 5. 結論

本研究では、FRP部材同士を接合するためのFRP製の留め具であるHPリベットを提案し、その基本性能を実験的に検討した。その結果、HPリベットを用いた支圧せん断接合継手の強度は接着剤のみで接合した試験体の強度と比べて約22%低下した。HPリベット内に異形鉄筋を組み込み接着剤と併用することで、接着剤のみの試験体と比べて約45.1%低下した。また異形鉄筋を組み込んでいないHPリベット試験体と比較すると31.3%低下し、課題が残る。今後は、適切な異形鉄筋の径や、GFRP部材の板厚を選定し、HPリベットのせん断強度の向上を図る。

## 参考文献

- 1) S.W.Boyd,I.E.Winkle,A.H.Day : Bonded butt joints in pultruded GRP panels—an experimental study, International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume24, Issue3, pp.263-275, 2004.6.
- 2) 石間啓介 : FRP製HPリベットを用いたGFRP部材の接合法に関する基礎的研究, 第6回FRP複合構造・橋梁に関するシンポジウム, 2016.11
- 3) 土木学会複合構造委員会:FRP歩道橋設計・施工指針(案), pp.195-199, 2011.1.

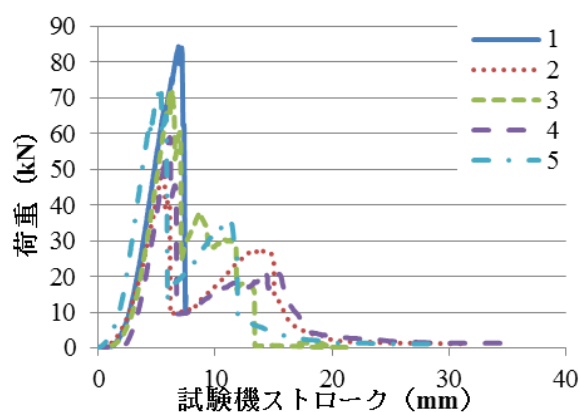


図-3 鉄筋なし試験体 (接着剤あり)

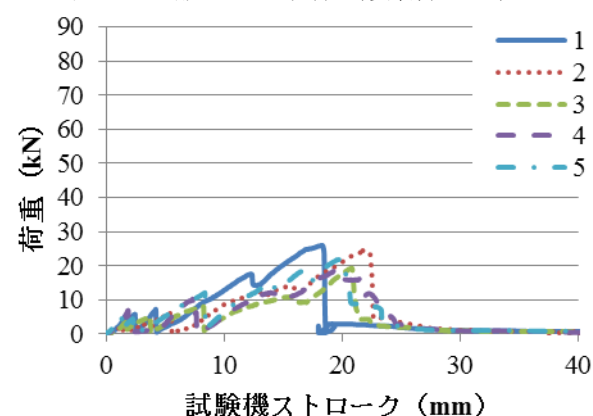


図-4 鉄筋なし試験体 (接着剤なし)

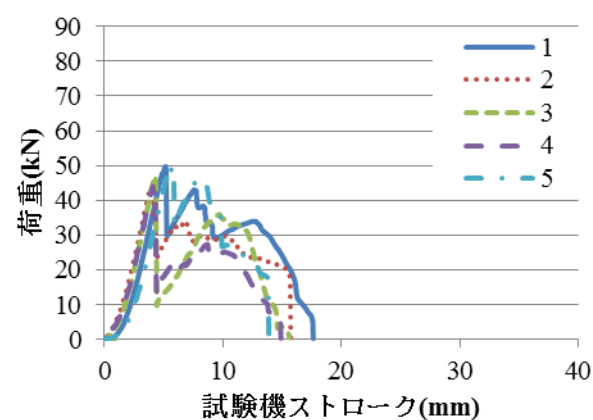


図-5 鉄筋入り試験体 (接着剤あり)

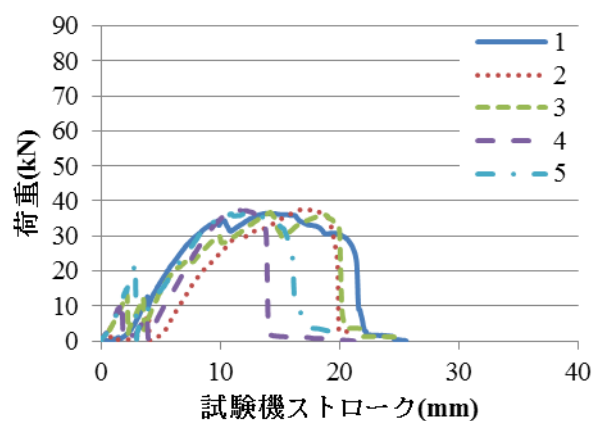


図-6 鉄筋入り試験体 (接着剤なし)