

## 地山補強土の芯材へのガラス繊維 FRP ロッドの適用性

矢作建設工業(株) 正会員 ○桐山 和也 長沼 明彦 武藤 裕久  
(株)テクノサポート 西尾 信行 大津鉄工(株) 加藤 晃士

### 1. はじめに

近年、社会資本ストックの維持管理や更新費の増大に伴い、構造物を長く使いこなすことが重要な課題となっている。通常、地山補強土の芯材には鋼材を用いるが、この鋼材は塩害や酸性地盤等の環境下では腐食しやすくなる。このため、高強度で耐食性に優れた特性を持つ連続繊維補強材の活用は、耐久性向上のための有効な方策の一つであると考えられる。

そこで本研究では、ガラス繊維製 FRP ロッドを地山補強土の芯材として利用することを考え、材料試験を実施して機械的性質を把握した後、専用の接続具を作製してその性能を検証した。

### 2. GFRP ロッドの概要

本研究で用いた GFRP ロッドは、 $24\mu\text{m}$  のガラス繊維を紐状にして、ビニルエステル樹脂を含浸して固化した複合体である。ガラス繊維の含有率は 75% である。ロッドを写真-1 に示す。その外観はロープネジ形状で、ネジピッチは 10mm の左ネジである。

土木学会規準 (JSCE-E131-2013) に準拠して測定したロッドの断面積は  $444.7\text{mm}^2$ 、径は  $23.8\text{mm}$ 、単位質量は  $937\text{g/m}$  であった。

### 3. 実験概要

材料試験では、引張試験、耐アルカリ試験、コンクリートとの付着強度試験を実施した。引張試験と耐アルカリ試験では試験部の長さを  $100\text{mm}$  とし、端部定着具に鋼管を用い、これに静的破砕剤を充填して鋼管とロッドを定着した。アルカリ水溶液は JIS A 1193 の溶液 A を使用し、浸漬温度は  $60^\circ\text{C}$ 、浸漬期間は 28 日間とした。付着強度試験では、供試体の一边の長さを  $150\text{mm}$  とし、粗骨材の最大寸法が  $25\text{mm}$  のコンクリートを用いた。供試体には、補強用のらせん鉄筋を設置していない。

接続具は、内面をロープネジ加工したスリーブナット ( $\phi 33\text{mm}$ ) と六角ボルト (M30) を摩擦接合して作製した。接続具を写真-2 に示す。接続具の試験では、スリーブとロッドのネジ締結部への樹脂系接着剤充填の有無について比較した。その性能は、引張試験により評価した。引張試験の供試体を図-1 に示す。引張試験には  $1000\text{kN}$  の万能試験機を使用し、鋼管と S インサートで両端を掴んで供試体に加力した。



写真-1 GFRP の外観



写真-2 接続具

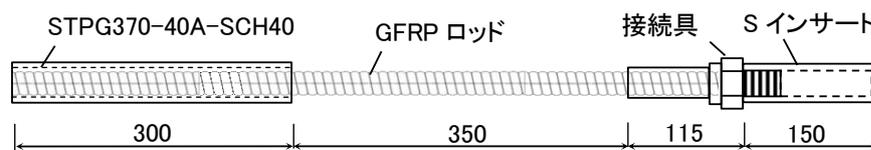


図-1 接続具の引張試験供試体

キーワード ガラス繊維, FRP ロッド, 地山補強土

連絡先 〒461-0004 名古屋市東区葵 3-19-7 矢作建設工業(株)エンジニアリングセンター TEL052-935-2413

#### 4. 実験結果

引張試験の結果について、アルカリ浸漬の有無で整理したものを表-1に示す。結果より、アルカリ浸漬後のロッドの荷重保持率は90%となり、顕著な変化は見られなかった。ちなみに公称断面積で算定した引張強度は、アルカリの浸漬なしが832N/mm<sup>2</sup>、浸漬ありが751N/mm<sup>2</sup>であった。

付着強度試験の供試体に使用したコンクリートの品質<sup>1)</sup>は、スランプ9.0cm(規準10±2cm)、空気量4.7%、材齢28日の圧縮強度32.0N/mm<sup>2</sup>(規準30±3N/mm<sup>2</sup>)であった。付着強度試験の結果を図-2に示す。

図には、鉄筋の付着強度試験<sup>1)</sup>で付着応力度を算定するすべり量0.002Dと、コンクリートの圧縮強度に基づいた異形鉄筋の付着応力度の算定値<sup>2)</sup>を点線で示している。結果より、GFRPロッドの微小すべり発生時における初期付着応力度は、異形鉄筋の算定値と同程度の値を示した。

接続具の試験では、2液混合型のエポキシ樹脂接着剤(密度1.18g/cm<sup>3</sup>、引張強度50N/mm<sup>2</sup>、可使用時間20分)を使用した。

接続具の引張試験結果を表-2に、供試体の破壊状況の一例を写真-3に示す。結果より、接着剤充填の有無にかかわらず、いずれの供試体もロッド部分で破壊した。その状況は、スリーブ端部で表面繊維のズレが発生し、ロッド部が縦に裂けて繊維が外周方向へ広がっていた。破壊荷重をみると、ネジ締結部へ接着剤を充填したものは、未充填のものに比べて約1.24倍の破壊荷重を示した。これは、ネジ締結部への接着剤の充填により、各ネジ山への荷重分担不均<sup>3)</sup>の状態が改善されたためであると考えられる。

なお、接続具試験の破壊荷重は、鋼管定着したロッドの破壊荷重の約76%となった。これは接続具を取り付けたロッドでは、ネジ締結部の表面繊維に応力が集中しやすいためであると考えられる。

#### 5. まとめ

塩害で腐食しないGFRPロッドは、耐アルカリ性に顕著な変化は見られず、初期付着応力度は異形鉄筋と同程度であるという特徴を持っており、地山補強土の芯材の耐久性向上のために有効な材料である。

#### 参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 規準編，2018年制定
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書 設計編，2017年制定
- 3) 竹増光家：ねじ締結体のかかえる問題を全て解決できる極めて緩みにくい転造二重ねじボルト、塑性と加工、vol.47、No.541、pp.110～114、2006.2

表-1 ロッドの引張試験結果

種別	アルカリ浸漬*		
	①なし	②あり	②/①
破断荷重(kN)	370	334	0.90
引張強度(N/mm <sup>2</sup> )	832	751	—
弾性係数(kN/mm <sup>2</sup> )	53.7	51.8	0.96
終局ひずみ(%)	1.60	1.48	0.93

※アルカリ水溶液のpHは13.1

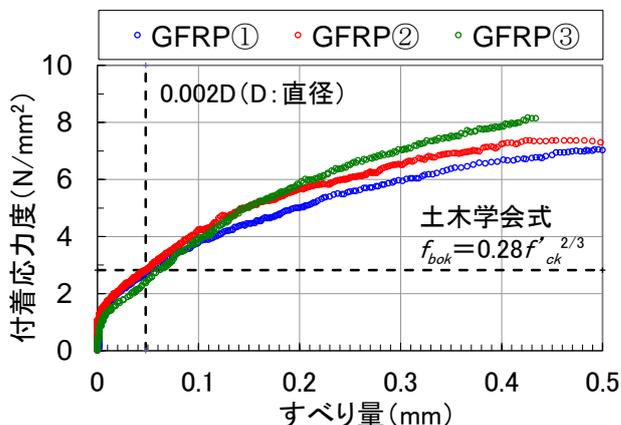


図-2 すべり量と付着応力度の関係

表-2 接続具の引張試験結果

種別	項目	接着剤充填	
		なし(3体)	あり(9体)
破壊荷重(kN)	平均値(Av)	227	281
	標準偏差(σ)	6.4	6.2
引張強度(N/mm <sup>2</sup> )	平均値(Av)	511	631
	標準偏差(σ)	14.5	13.9

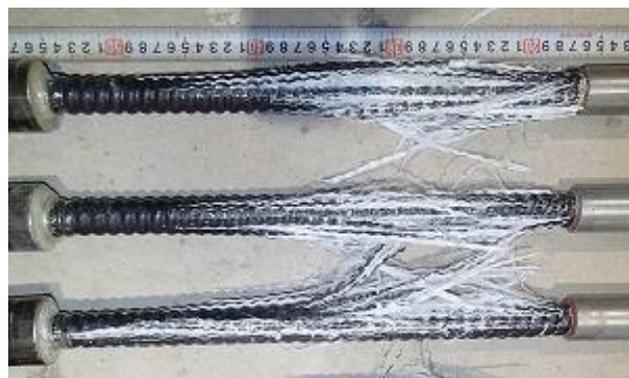


写真-3 接続具の引張試験後の供試体