

# バサルトFRPロッド（熱硬化型）を用いたスラブ版の載荷試験による曲げ性能

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○土屋正宏 岩田 秀治 高橋 佑斗

## 1. はじめに

FRP (Fiber Reinforced Plastics) は、鋼材と比較して高い引張強度と優れた耐食性を有し、軽量であるため施工性にも優れている<sup>1)</sup>。これらの特徴をいかして、コンクリート内への短繊維補強材やコンクリートの補強用シート材のほか、耐久性や施工性の向上を目的としてPC長大橋の緊張材にFRPを適用した事例などがある。以下では、鉄筋の代替として、環境に配慮された材料として注目されてきているバサルト繊維を用いたFRPロッドをスラブ版に用いた載荷試験による曲げ性能を示す。

## 2. 試験概要

### 2. 1 使用材料

#### (1) バサルトFRPロッド（熱硬化型）

試験に使用したバサルトFRPロッド（以下、BFRP）は、玄武岩を1500℃で熔融・押出して得られる繊維を熱硬化性樹脂で強化したものである。BFRPと鉄筋SD345の引張強度試験結果を表1に示す。引張強さは、鉄筋と比べてBFRPが2.04倍、弾性率は0.21倍である。また、BFRPは鉄筋と異なり降伏点がない特性がある。質量比は、約1/5である。

#### (2) スラブ版試験体

BFRPと鉄筋の双方のスラブ版の形状寸法と配置状況を図1に示す。スラブ版試験体寸法は、スラブ幅1,000mm×厚み300mm×長さ6,200mm、圧縮・引張側のロッド配置はφ13@300、φ13@200の2ケース、また鉄筋D13@200の1ケース、計3ケースとした。スラブ版の設計かぶり厚は、RC標準<sup>2)</sup>を基準に定めた。スラブ版には、設計基準強度27N/mm<sup>2</sup>の普通セメントを用いた。初期ひび割れは見られず、BFRPは鉄筋と比べて軽量であるため製作時の施工性の向上が図れることを確認した。

### 2. 2 試験方法

載荷方法を図2に示す。載荷は、支点上に試験体を設置して載荷ジャッキで中央部を鉛直方向に載荷して、荷重とスパン中央変位を計測した。

## 3. 実験結果および考察

### 3. 1 BFRPと鉄筋のスラブ版曲げ性能の比較

図3に荷重-変位(図4は図3の変位0~10mmを拡大したもの)を示す。同じ配筋量の鉄筋D13(4@200mm)

キーワード バサルト, FRP, 熱硬化型, 載荷試験

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山1545番33 東海旅客鉄道(株)総合技術本部技術開発部 TEL 0568-47-5370

表1 バサルトFRPロッドの特性

	規格	公称径 mm	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	弾性率 GPa	繊維含有量 %
BFRP	φ13	13	1163	44.1	65
鉄筋	SD345	13	571	206	—

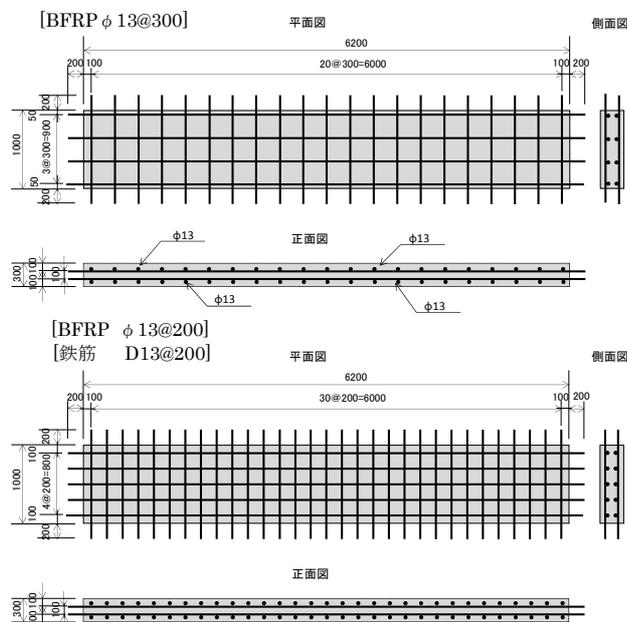


図1 試験体の形状および寸法

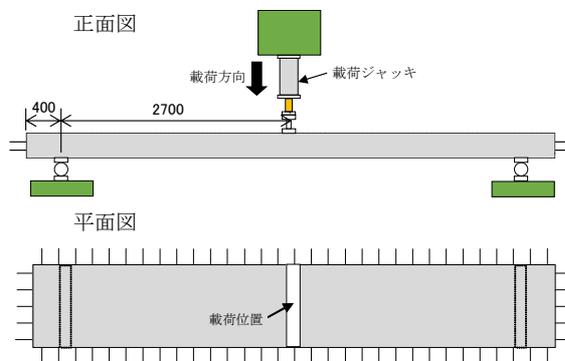


図2 載荷方法

と比較した場合、最大変位はBFRPが239.9mm、鉄筋が144.5mm、最大荷重はBFRPが83.9kN、鉄筋が57.4kNとなり、BFRPが変位、荷重ともに大きくなることを確認した。図4より、BFRPと鉄筋の初期ひび割れ発生時の変位は2mm付近と同等となった。試験体にひび割れが発生すると荷重が低下し、再び荷重増加とひび割れを繰り返すサイクルにおいて、鉄筋よりBFRPはひび割れ発生毎の変位の増加量が大きくなることを確認した。これは、BFRPが鉄筋と比べて弾性率が小さく、引張力に対する変位が大きいためと考えられる。

### 3. 2 ロッド量の違いによるスラブ版曲げ性能の比較

図3に試験体①(3@300mm)と試験体②(4@200mm)の比較を示す。また、図5、図6に載荷状況を示す。ロッド量が異なるスラブ版の荷重-変位を比較した場合、最大変位は試験体①が198.5mm、試験体②が239.9mm、最大荷重は試験体①が54.6kN、試験体②が83.9kNとなり試験体②(4@200mm)が変位、荷重ともに大きくなることを確認した。また、ひび割れが発生すると荷重が低下し、再び荷重が増加するサイクルにおいてロッド量が多い試験体ほど、ひび割れが分散して、ひび割れ発生ごとの荷重低下が小さくなることを確認した。また、試験体①と②のロッド量の比に対して、試験体①の最大荷重が試験体②の0.65倍と小さくなっているのは、ひび割れの拡大が試験体中央付近(載荷点直下)に集中してBFRPの破断に至ったためと考えられる。

### 4. まとめ

BFRPを鉄筋代替として用いたスラブ版に関して、ロッド量を変化させた時の曲げ破壊性状や終局曲げ強度について検討を行った。また、BFRPと鉄筋で同じ配筋量の試験体において荷重-変位関係を比較した。その結果として、ロッド量が増加するほどひび割れの分散性が大きく終局時の荷重も大きくなった。また、同じ配筋量のBFRPと鉄筋で比較した場合、BFRPが最大荷重、最大変位ともに大きくなることを確認した。今後は、BFRPスラブ版における耐久性の検討、熱硬化型よりも生産サイクルが短く加工性に優れる、BFRP(熱可塑性)による低コストな構造材料を開発していく。

### 参考文献

- 1) 土木学会：FRPによるコンクリート構造の補強設計の現状と課題，丸善，2014.11
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)，丸善，2004.4

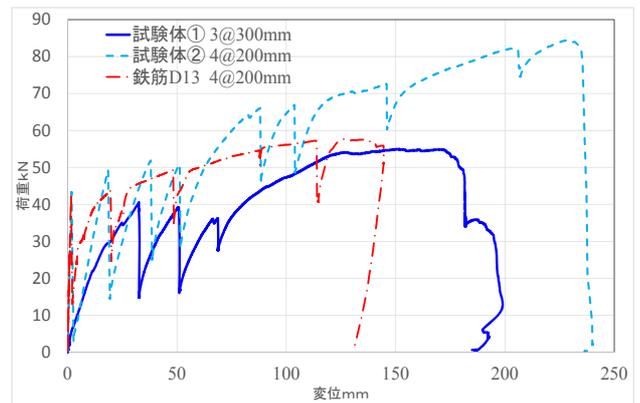


図3 荷重-変位関係 (BFRP・鉄筋)

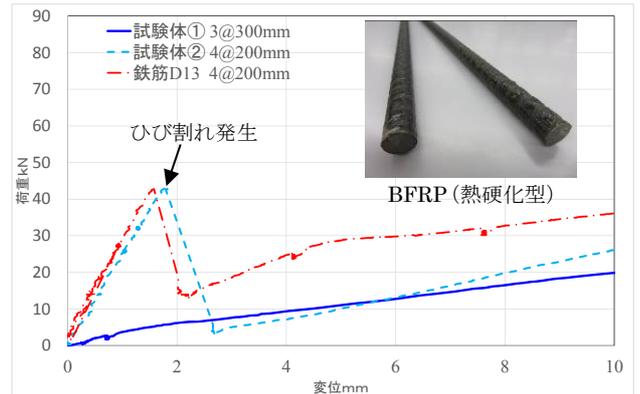


図4 荷重-変位関係 (図3の拡大図)



図5 載荷状況 (最大荷重)



図6 載荷状況 (全景)