

連続バサルト繊維ロッドによる FRP コンクリート梁部材の基本性状に関する研究

茨城大学 学生会員 ○山本 誠也
茨城大学 正会員 呉 智深

1. はじめに

近年, 他の FRP と比べて安価な連続バサルト繊維材料 (Basalt Fiber Reinforced Polymers: 以下 BFRP とする) が開発されている. また, 東日本大震災により沿岸部の構造物は甚大な被害を受け, 強固な新設構造物の需要が増している. そのためコンクリート構造物に BFRP を適用するための基礎的研究が必要であると考え.

基礎的研究の第一として, BFRP ロッドとコンクリート間の付着力が十分であるか検証する. さらに BFRP ロッドが従来の設計法に適用できるか検討する必要がある.

2. 引抜き試験によるコンクリートとの付着強度試験

2-1. 試験方法

表-1 に本試験に用いた補強材の諸元を, 表-2 にコンクリートの材料物性を, 図-1 に引抜き試験概要図を示す. なお, 試験方法は, コンクリート標準示方書 土木学会規準引抜きによる連続繊維補強材とコンクリートとの付着強度試験方法 (JSCE-E539), 引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法 (JSCE-G503) に準じた. 計測項目は載荷荷重及び自由端側補強材の変位とした. 結果から付着強度径関係を得た.

2-2. 試験結果

図-2 に引抜き試験により得られた付着強度-径関係を示す. 既往の研究¹⁾ 結果と同様に, 断面形状の差異から BFRP ロッドより異形鉄筋の値の方が大きくなった. しかし, D6 の値が BFRP の値よりも低く出てしまっている. これは D6 の形状が他の鉄筋と異なり, 斜めぶしのため断面形状が付着強度に影響し, 強度の低下したものと考えられる. 結果から BFRP ロッドの付着強度は鉄筋には劣るが, 付着強度基準値を超える付着力は有していることが分かる.

3. コンクリート梁の 2 点載荷曲げ試験

3-1. 試験方法

図-3 にコンクリート梁の寸法図を示す. コンクリート梁に用いた主筋材およびコンクリートは, 引抜き試験によるコンクリートとの付着強度試験と同様に設定した. 試験方法はコンクリート標準示方書[規準編: 土木学会規準及び関連基準], コンクリートの曲げ強度試験方法 (JIS A 1106) を参考に行った.

計測項目は載荷荷重, 中央部での変位及び載荷点・中央部でのひび割れ幅とした. 結果から荷重変位関係, 曲げ破壊荷重, ひび割れ性状を得た.

表-1 補強材の諸元

補強材呼び名	補強材種類	公称径 (mm)	断面積 (mm ²)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
BD6	BFRP ロッド	6	28.3	1031	47.1
BD10	BFRP ロッド	10	78.5	1113	47.3
BD12	BFRP ロッド	12	113	1115	49.0
D6	異形鉄筋	6.53	33.5	490	200
D10	異形鉄筋	9.53	71.3	490	200
D13	異形鉄筋	12.7	127	490	200

表-2 コンクリートの材料物性

普通ポルトランドセメント	
圧縮強度 (MPa)	30
弾性係数 (GPa)	28
圧縮ひずみ	0.0035

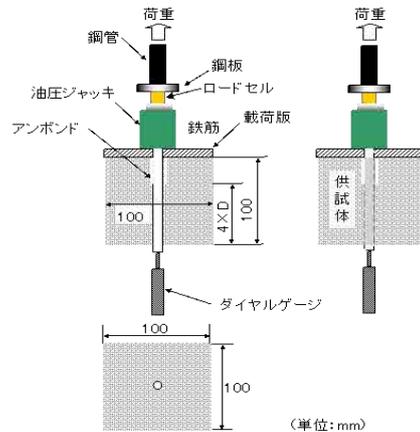


図-1 引抜き試験概要図

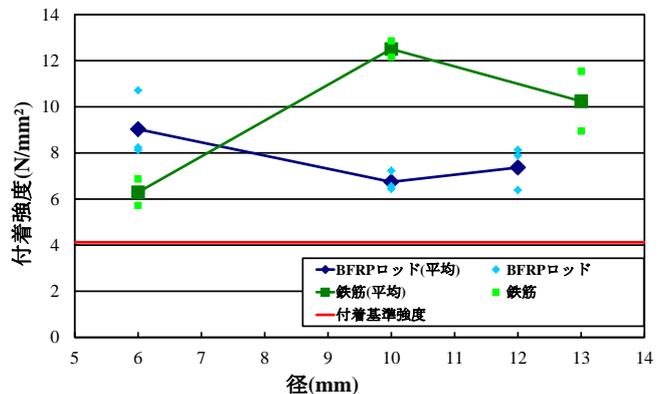


図-2 付着強度径関係

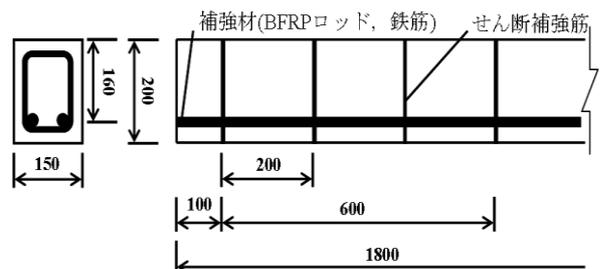


図-3 載荷曲げ試験体寸法図

キーワード: FRP ロッド, BFRP, 梁の曲げ試験, 付着強度

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 TEL: 0294-38-5004 FAX: 0294-38-5268

3-2. 試験結果

図-4 に BFRP ロッドを用いた梁の荷重変位関係を、図-5 に鉄筋を用いた梁の荷重変位関係を示す。結果から、耐力は同等の径でも異形鉄筋より BFRP ロッドを用いた方が大きくなる事が分かる。また、BD6 と BD10 で一時的な荷重低下が確認出来る。これは BFRP ロッドの弾性係数が低いため、ひび割れ発生に伴い梁の剛性が低下したためと考えられる。

図-6 に実験で得られたロッドのひずみから、平面保持の仮定によって求めた BFRP ロッドの荷重変位関係(計算値)と実験値の比較を示す。計算値は実測値と同様の挙動を示していることが分かる。しかし、最大荷重点の付近を見ると計算値の方が大きく出ており、実測値の傾きは徐々に緩やかになってくる。これは付着力の低さから BFRP ロッドが引き抜けを起こし、外力が上手く伝わらなかったためだと考えられる。

図-7 に梁のひび割れ性状を示す。ひび割れの長さを見ると BFRP ロッドを用いた梁のひび割れは、鉄筋コンクリート梁に比べて上方まで伸びている。続いて破壊性状を見ると、BFRP ロッドで作製した梁は BD6 を除いてコンクリート圧縮破壊を起こした。これらの原因は BFRP ロッドの弾性係数が低いため、中立軸の位置が上昇し圧縮側面積が小さくなるためと、曲げ剛性の低下で変形が大きくなるためコンクリートが圧壊を起こしたものと考えられ、これらは既往の研究²⁾とも一致する。

4. 結論

- 1) BFRP ロッドの付着力は鉄筋には劣るが、付着強度基準を満たす付着力を有している。
- 2) BFRP ロッドを用いた梁では耐力が高くなるが、径が小さくなるとひび割れ発生時の荷重低下が顕著になる。
- 3) BFRP ロッドを用いた梁では、概ね平面保持の仮定が成り立つが、付着力が低いため荷重が大きくなると徐々にロッド引き抜けが起こる。
- 4) BFRP ロッドを用いた梁の方のひび割れは、鉄筋を用いた場合に比べて上方まで伸びる。
- 5) BFRP ロッドを用いた梁の破壊性状はコンクリート圧壊になる傾向がある。

5. 今後の課題

BFRP ロッドを用いた梁の荷重が徐々に緩やかになったことから、付着力を上げる必要がある。またコンクリート圧壊したためコンクリートそのものを変更し、強度等を改善する必要がある。

参考文献

- 1) 睦好宏史：FRP を補強筋に用いたコンクリート部材の耐熱性状に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 25, No.1, pp. 329-334, 2003
- 2) 小沢一雅：FRP で補強したコンクリートはりの曲げ疲労性状，コンクリート工学年次報告集，Vol. 9, No.2, pp. 269-274, 1987

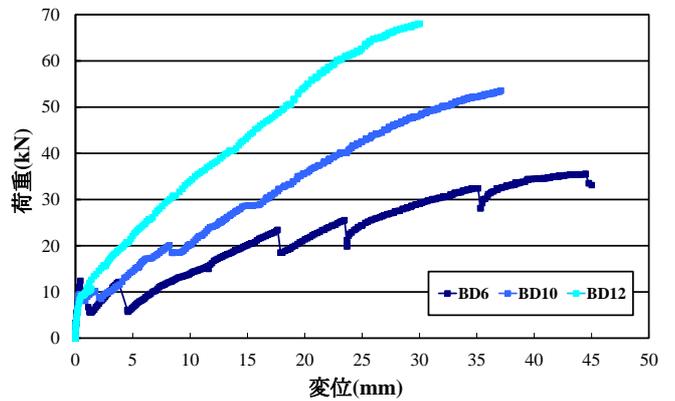


図-4 荷重変位関係(BFRP ロッド)

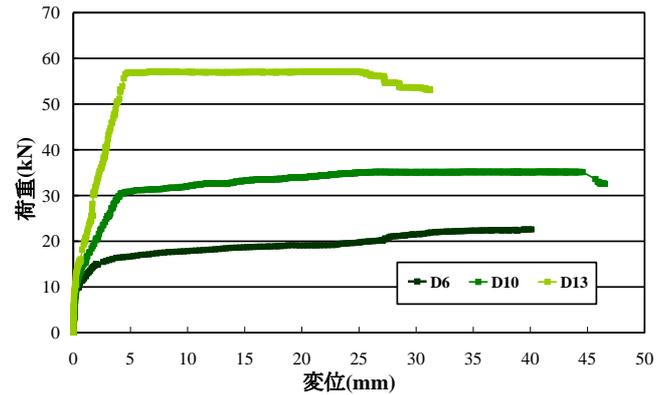


図-5 荷重変位関係(鉄筋)

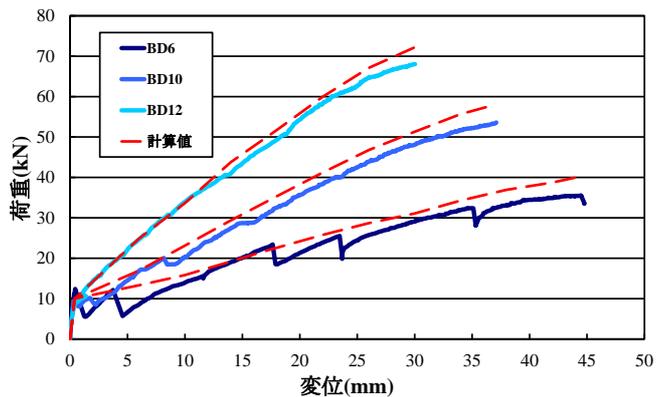
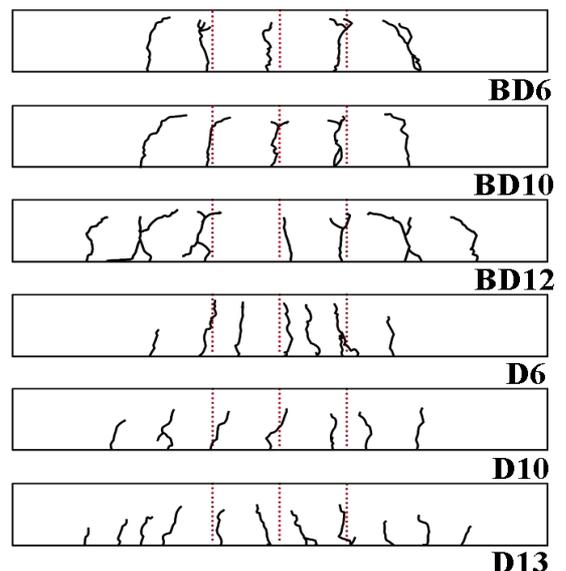


図-6 荷重変位関係(BFRP ロッド：計算値)



※点線は載荷位置及び試験体中央

図-7 梁のひび割れ性状