

複数本 BFRP ロッドの緊張接着による RC 梁に対する導入プレストレスに関する研究

名城大学大学院 学生会員 ○金 天玉
名城大学 理工学部 正会員 岩下健太郎
(株)富士ピー・エス 正会員 八木 洋介
(株)富士ピー・エス 正会員 吉田 光秀

1. 目的

全国に供用から 50 年以上を経た老朽化 PC の構造物が数多くあり、支間長 5～10mm 程度の小規模な橋梁にも老朽化したものが多数見受けられる。これらの中には補強や補修を行う際、プレストレスの導入が効果的なものもあるが、小規模な橋梁を対象とした補強工法は見受けられない。そこで、BFRP ロッドを緊張接着する補強工法の開発が進められている¹⁾。本研究では、複数本の BFRP ロッドを緊張接着することによる RC 梁に対する導入プレストレスを実験と曲げ理論に基づく算定により検討した。

2. 実験方法

本研究では、300mm×200mm の矩形断面を有し、全長 2m の RC 梁を 2 体作製した。圧縮、引張鉄筋として D13 の SD295A 鉄筋を各 2 本配置し、スターラップとして D10 の SD295A 鉄筋を矩形に折り曲げた上で、80mm 間隔で配置した。RC 梁の詳細寸法を図-1 に示す。コンクリートの材齢 28 日における圧縮強度は 30.8N/mm² である。また、主な材料の物性値を表-1 に示す。本研究で用いる BFRP ロッドはバサルト繊維とエポキシ樹脂により、ロッド状に成形されたものであり、その繊維含有率 V_f は 50% 程度である。本研究では直径 8mm、6mm の 2 種類を用いた。これらの BFRP ロッドを RC 梁の下面に 3 本ずつ緊張接着し、緊張力により RC 梁の各所に生じるひずみを測定する実験を行った。ここで、RC 梁の 1 体には 8mmBFRP ロッド 3 本を、もう 1 体には 6mmBFRP ロッド 3 本をそれぞれ接

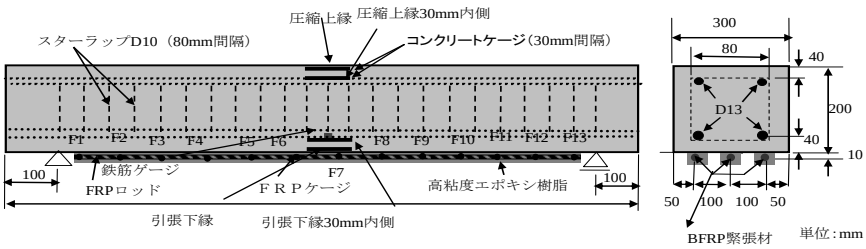


図-1 BFRP ロッド緊張接着補強供試体の詳細寸法

表-1 材料の物性値一覧

コンクリート	圧縮強度 f'_c (N/mm ²)	30.8
	ヤング係数 E_c (kN/mm ²)	28.2
	割裂引張強度 f_t (N/mm ²)	2.10
BFRP ロッド	直径 ϕ_f (mm)	6, 8
	繊維含有率 V_f (%)	50%
	ヤング係数 E_c (N/mm ²)	45000

着した。また、これ以降、各 RC 梁をそれぞれ R8mm 供試体、R6mm 供試体と呼称する。BFRP ロッドの緊張に際し、反力を受け持つ鋼製フレーム、油圧ジャッキ、荷重測定のためのロードセルを接続した緊張装置（図-2）を用いた。まず、BFRP ロッドの両端は膨張セメントにより鋼管に定着した上で緊張装置に固定し、BFRP ロッドの引張強度の 20% に相当する緊張力を与えた。RC 梁の BFRP ロッドを接着する箇所は、事前にコンクリートの表面をディスクサンダーで削って骨材を露出させたうえで、エポキシ樹脂を塗布する方法により、表面処理を行った。また、BFRP ロッドの接着端部の接着力を向上させることを目的として、BFRP シートをエポキシ樹脂により接着した。そして、RC 梁をロッドの直上に移動した上で、BFRP ロッドとコンクリート表面が密着するように型枠を設置し、内部に粘性 3000 Pa・s 程度の高流動性エポキシ樹脂を充填することにより BFRP ロッド

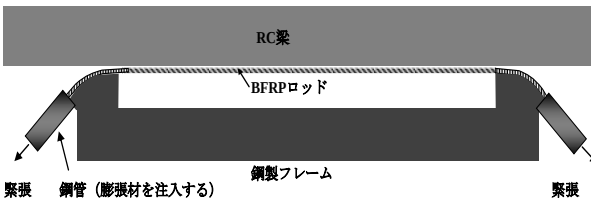
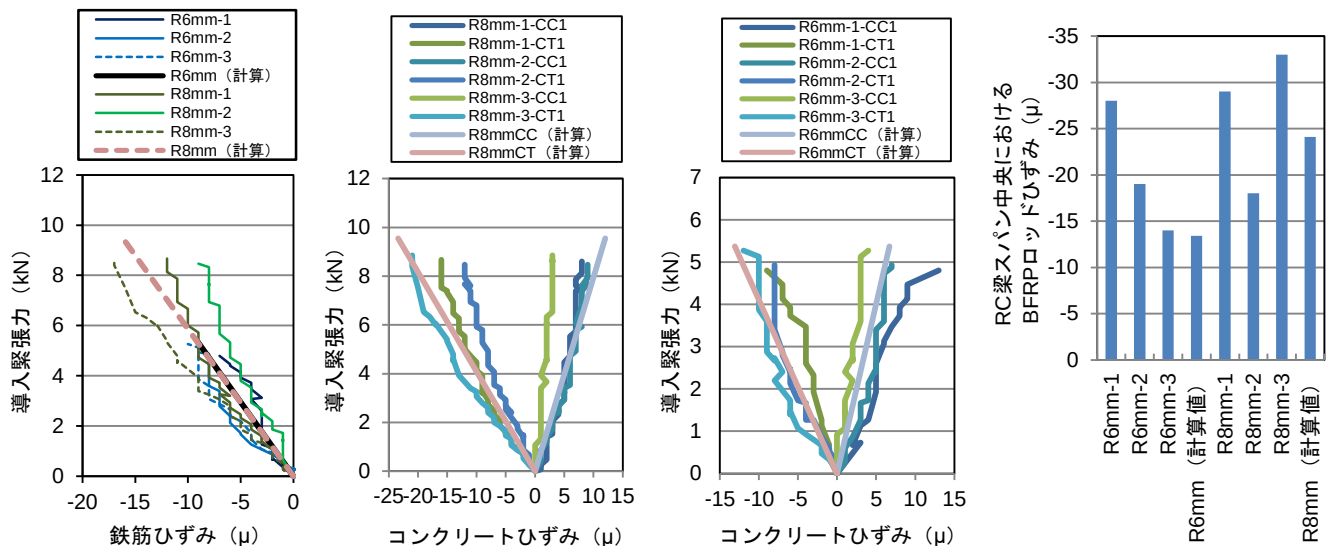


図-2 BFRP ロッドの緊張装置の概念図

キーワード BFRP ロッド, RC 梁, 緊張接着, 導入プレストレス

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学大学院理工学研究科 TEL 052-832-1151



(a) 鉄筋ひずみ (b) コンクリートひずみ (8mm) (c) コンクリートひずみ (6mm) (d) BFRP ひずみ

図-3 各ひずみと導入緊張力の関係

をコンクリート表面に接着した。そして、エポキシ樹脂の養生期間として2日程度後に、BFRP ロッドに導入された緊張力を解放した。

3. 簡易算定方法

導入プレストレスにより RC 梁に生じるひずみを算定する。まず、等価断面積 A_g を式 (1) から求め、次に、中立軸位置 x_g を式 (2) から求めた。また、断面 2 次モーメント I_g を式 (3) から求めた。そして、以上の値を用いて梁のスパン中央における上縁ひずみ ε_c を式 (4) から、下縁ひずみ ε_t は式 (5) から、引張鉄筋ひずみ ε_s は式 (6) から、それぞれ算出した。

$$A_g = b \cdot h + n_s(A_{s1} + A_{s2}) + n_f \cdot A_f \quad (1) \quad x_g = ((b \cdot h^2)/2 + n_s(A_{s1} \cdot d_1 + n \cdot A_{s2} \cdot d_2) + n_f \cdot A_f \cdot h) / A_g \quad (2)$$

$$I_g = [b \cdot \{x_g^3 + (h - x_g)^3\}] / 3 + n_s \cdot A_{s1} \cdot (d_1 - x_g)^2 + n_s \cdot A_{s2} \cdot (x_g - d_2)^2 + n_f \cdot A_f \cdot (d_3 - x_g)^2 \quad (3)$$

$$\varepsilon_c = -P_{tf} / A_g + P_{tf} \cdot (h - x_g) / I_g \cdot x_g \quad (4) \quad \varepsilon_c = -P_{tf} / A_g + P_{tf} \cdot (h - x_g) / I_g \cdot (h - x_g) \quad (5) \quad \varepsilon_c = -P_{tf} / A_g + P_{tf} \cdot (h - x_g) / I_g \cdot (d_2 - x_g) \quad (6)$$

ここで、 b は梁の幅、 h は梁せい、 n_s と n_f はヤング係数比 ($n_s = E_s / E_c$, $n_f = E_f / E_c$)、 A_{s1} , A_{s2} , そして A_f はそれぞれ圧縮、引張鉄筋、BFRP ロッドの断面積を表す。

4. 実験および算定結果

実験と算定の結果、得られた各ひずみと導入緊張力の関係を図-3 (a) ~ (d) にそれぞれ示す。同図内、(a) において、供試体の識別番号として供試体番号の後ろにロッドの 1~3 本目いずれのものかを示し、(b), (c) において、さらにその後ろに圧縮縁のものは CC1, 引張縁のものは CT1 と表記した。実験値と算出値の差は、算出値を基準としてコンクリート上縁ひずみに関して $-9\mu \sim 6.3\mu$, コンクリート下縁ひずみに関して $-11.4\mu \sim 1.1\mu$, 鉄筋ひずみに関して $-7.3\mu \sim 0.9\mu$, そして BFRP ひずみに関して $-14.6\mu \sim 6.1\mu$ であり、両者は概ね同様の挙動であることが確認された。

5. まとめ

本研究では、複数本の BFRP ロッドを緊張接着することによる RC 梁に生じるひずみを測定する実験を行い、簡易算定結果と比較検討した結果、両者は概ね同様の挙動となつて折り想定している緊張力が導入されていることが確認された。今後は RC 梁に生じたひずみの経時変化を検討する。

参考文献

- 1) K. Iwashita, Y. Yagi, M. Yoshida, X. Wang, T. Kajiura and Z. Tang, Flexural behavior of RC/PC beams strengthened with prestressed basalt FRP rods, The 12th International Symposium on Fiber Reinforced Polymers for Reinforced Concrete Structures (FRPRCS-12) & The 5th Asia-Pacific Conference on Fiber Reinforced Polymers in Structures (APFIS-2015) Joint Conference, Nanjing, China, CD-ROM, 2015.12