

連続バサルト繊維複合ロッドの付着性能に関する解明

茨城大学 学生会員 ○TRAN VAN THAI

茨城大学 正会員 呉 智深

茨城大学 学生 FAKHRUR REZUAN BIN MAHAMAD

1. はじめに

島国である日本は、世界 3 位の面積あたり海岸線延長を有しており、RC 構造物の腐食劣化が懸念される。対策として、鉄筋を軽量で引張強度と耐腐食性に優れた連続バサルト繊維複合ロッド (Basalt Fiber Reinforced Polymers Rod : 以下 BFRP ロッドとする) に置き換える方法がある。しかし、BFRP ロッドとコンクリート間の付着性能に関する研究成果が構造物への実用化に至らない現状である。

そこで、本研究では、BFRP ロッドの適用した構造物の実用化に向け、BFRP ロッドとコンクリート間の付着性能の解明を目的とした。

2. 複合コンクリート構造物における材料間の付着³⁾

補強材とコンクリート間の付着があることは、複合コンクリートの成立条件であり、付着が十分にあることが前提として設計法が確立される。また、異なる材料が共同して外力に抵抗するためには、材料間で応力が伝達される必要がある。短軸引張を受ける複合コンクリートの変形挙動を図-1 に示すように、補強材とコンクリート間の付着性状は非常に重要な要素であるのは、付着の良否が部材の変形に影響を与えるためである。

3. BFRP ロッドとコンクリート間の付着性能の評価

BFRP ロッドとコンクリート間の付着性能を解明する必要となる。そのため、付着試験を行った。

3.1 引抜きによる付着強度試験概要

本試験は、「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 (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 (JSCE-G503)」を参考にし、試験概要図を図-2 に示すように万能試験機を用いて行った。

実験に用いた補強材について表-1, 図-3 に示す。BFRP ロッドの種類は、表面形状および径による付着性能の差異を検討するため、径 8 mm, 10 mm, 12 mm の通常

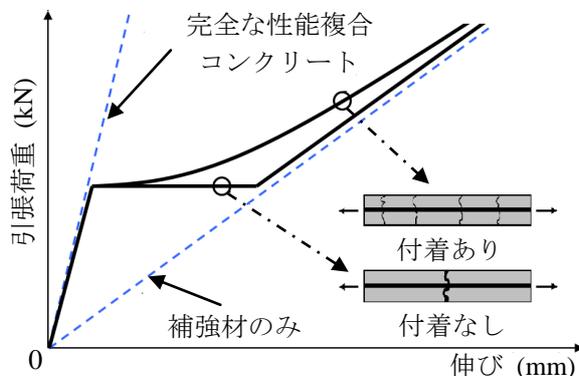


図-1 短軸引張を受ける場合の変形挙動³⁾

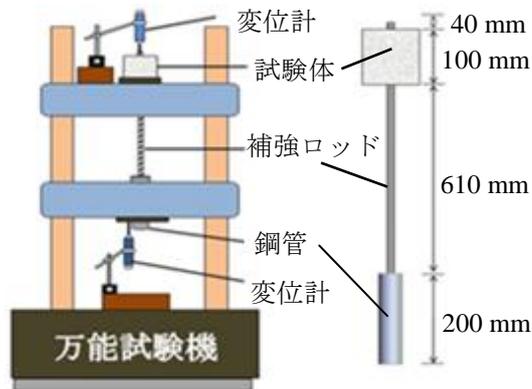


図-2 付着強度試験の概要図

表-1 各補強ロッドの諸元

名称	補強材	直径 (mm)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
D10	異形鉄筋	9.53	510	200
B8	通常 BFRP	8	1072	47.2
B10		10	1113	47.3
B12		12	1115	49.0
BD8	異形 BFRP	8	1091	45.2



図-3 各補強ロッドの表面形状

キーワード 連続バサルト繊維複合ロッド, 異形 BFRP ロッド, 付着強度, 最大すべり量

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:0294-38-526

BFRP ロッドと高い節を有する径 8 mm の異形 BFRP ロッド (BD8) とした。また基準とした鉄筋と比較するため、径 10 mm の異形鉄筋 (D10) とした。供試体の寸法は、100×100×100 mm とした。計測項目は載荷荷重及び自由端側補強材の変位とした。本試験により得た各補強材の付着強度を図-4 に、各補強材の最大すべり量を図-5 に、付着応力-すべり量曲線を図-6 に示す。

3.2 補強材の種類と付着強度の評価

図-4 により異形鉄筋 D10 と比べて、通常 BFRP ロッドが低い付着強度を、異形 BFRP ロッドが高い付着強度を示した。これは断面形状による付着面積の差であり、表面にある節の高さの高い順は、異形 BFRP、異形鉄筋、通常 BFRP となるので、付着強度も同じ高い順になると考えられる。しかし、通常 BFRP ロッドにおいても、設計付着強度を十分に満たすことより、BFRP ロッドは、コンクリート構造物への適用性を示した。

3.3 補強材の種類と付着性状の評価

図-5、図-6 により、異形鉄筋と異形 BFRP ロッドは、ほぼ同じ変化挙動を示し、ピーク時における最大すべり量は小さいものの、ピーク以降急激に低下しており、漸近値も小さい。一方、通常 BFRP ロッドの場合は、最大すべり量は大きいがピーク付近の挙動は緩やかで、ピーク以降も異形鉄筋、異形 BFRP ロッドに比べ高い値に漸近する。そのため異形鉄筋と異形 BFRP ロッドより高い靱性を有していることが確認できる。

これは表面形状が影響していると考えられる。異形鉄筋、異形 BFRP ロッドの場合、高い節を有するので、付着切れ発生した際には、節の周辺のコンクリートが急激に割れるため、急激に付着切れが進行し引抜ける。しかし、通常 BFRP ロッドの場合、付着切れが発生した際、コンクリートの急激な破壊が発生せず、材料間の界面が緩やかに滑り合って、引き抜けると考えられる。

4. おわりに

本研究では各種 BFRP ロッドの付着試験を行い、通常 BFRP ロッドとコンクリート間の靱性は鉄筋より高く緩やかな付着切れ破壊を示すことが分かった。しかし、付着強度が設計基準を満たすが、まだ異形鉄筋に劣ることが明らかになった。一方、異形 BFRP ロッドでは、表面に高い節を有するため、鉄筋と同様な付着強度と付着切れ型を示した。しかし、異形 BFRP ロッドの径と表面形状による解明が不十分であるため、今後は、異形 BFRP ロッドの種類を増やし、同じ実験を

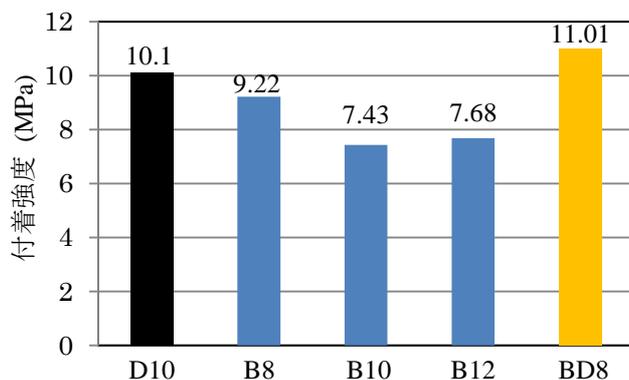


図-4 各補強ロッドの付着強度

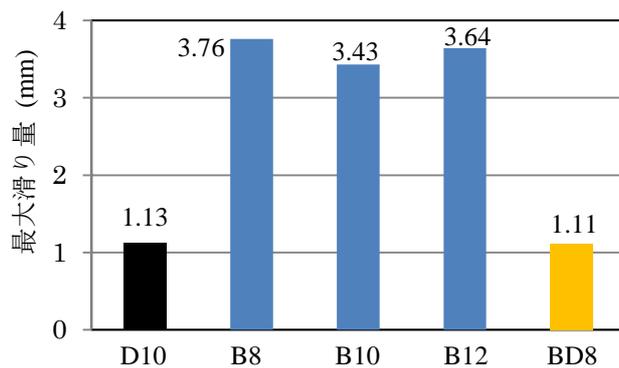


図-5 各補強ロッドの最大すべり量

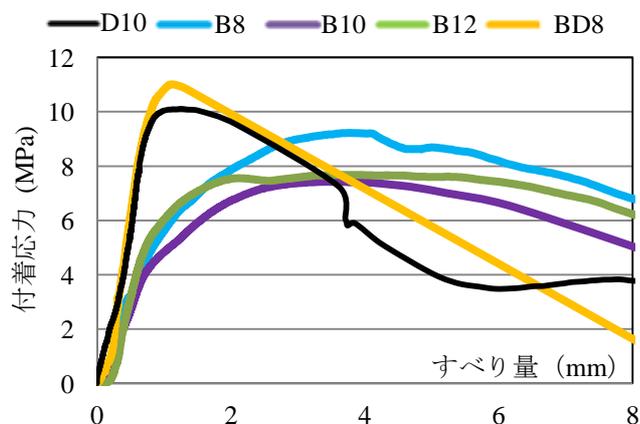


図-6 各補強ロッドの付着応力-すべり量

行う上で、付着性能に関して不充に解明する予定である。更に、実際に曲げ構造物に適用できるような設計手法を構築する予定である。

参考文献

1) 小林一輔：繊維強化複合材料製プレストレストコンクリート用緊張材，生産研究，Vol. 36，No.8，pp. 362，1984。 2) 山本誠也：連続バサルト繊維ロッドによるFRPコンクリート構造の基本性状に関する研究，2013。 3) 吉川弘道：鉄筋コンクリートの設計—限界状態設計と許容応力設計法，丸善株式会社，pp.159，1997。