

CFRPより線の付着特性に関する実験的研究

長崎大学大学院 学生会員 ○ 元山浩二
 長崎大学 正会員 原田哲夫
 長崎大学大学院 学生会員 坂田祥文
 長崎大学 学生会員 田中陸義

1 はじめに

CFRP を PC 緊張材として用いる場合、一般的に HEM 定着法が用いられている。HEM 定着法は HEM の膨張圧管理が重要であり、CFRP 緊張材を用いたグラウンドアンカーの場合、工場で製作・管理されている。HEM 定着は、現場管理より工場管理の方が望ましいため、ポストテンション PC 部材に適用する時には、両端部が工場製作された HEM 定着を用いると、それを通すための大きなシースが必要となる。現場では、図 1 のように片側をコンクリートとの付着定着ができれば、施工性と耐久性の向上が図れることになる。

そこで、本研究では現場への適用性を目的として CFRP の付着特性を実験的に検討した。

2 実験概要

本実験での試験体の寸法は、長さ 300～500mm、縦 200mm、横 200mmとした。図 2 のようにスパイラル筋と緊張材を中央に配置し、高強度のモルタルを打設した。モルタルの水セメント比は 36%である。一週間程度の養生で所定の強度を得ることができ、モルタルの平均強度は 59N/mm^2 であった。CFRP の材料特性を表 1 に示す。¹⁾

CFRP のスパイラル筋の直径は 5mm であり、ピッチは 20mm と 40mm の二通りとした。スパイラル筋は内径が 140mm のシングル配置と、さらに内側に内径 70mm のスパイラル筋を加えたダブル配置の試験体がある。荷重端側には、HEM 定着具を用いた。モルタルに埋め込まれる CFRP の状態として、解撚を施さない場合と解撚した場合の二通りとした。解撚の状態を写真 2 に示す。モルタル内部の解撚部の長さは撚りの 1 ピッチに相当する 200mm とした。CFRP の径は 17.2ϕ である。解撚は手作業で簡単にでき、現場での作業性には問題ない。試験体は図 3 のようにセットし、引抜試験を行った。荷重端にクリップ

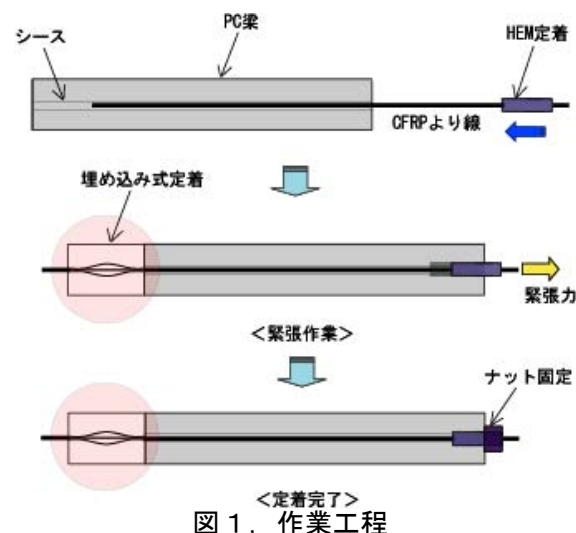


図 1. 作業工程

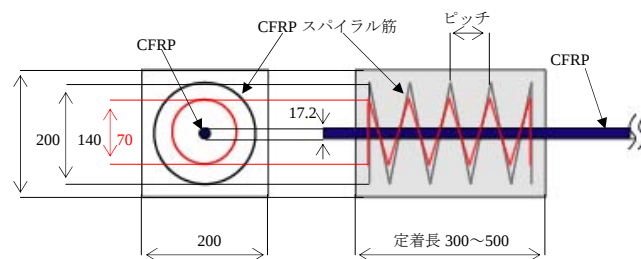


図 2. 試験体概要



写真 1. 解撚なしの状態



写真 2. 解撚ありの状態

表 1. 材料特性

呼称	直径(mm)	保証破断荷重(KN)	撚りピッチ(mm)	解撚なしの付着面積(mm ²)	解撚ありの付着面積(mm ²)
1×7 17.2φ	17.2	262	200	21600	32400

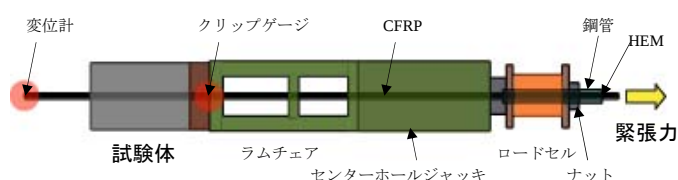


図 3. 実験方法

ゲージを取り付けて荷重端変位を測定し、変位計により自由端変位を測定した。

3 実験結果および考察

実験結果を表 2 に示す。解撚なしの場合は、定着長 300mm の試験体において、123kN 程度の荷重で引抜けた。これは、CFRP の保証破断荷重 (262kN) の 47% であり、平均付着強度は 5.7N/mm² 程度である。定着長 500mm の試験体においては 251kN で引抜けており、保証破断荷重の 96% であった。なお、平均付着強度は次式で求めた。

$$\tau = \frac{T}{UL}$$

τ : 平均付着強度, U : CFRP の周長, L : 定着長さ

図 4 に自由端変位のグラフを示す。解撚の有無や試験体の定着長に関係なく、自由端変位に変化があらわれた後に引抜けた。この自由端変位が急激に増加し始める荷重を一つの引抜荷重と見なしている。

解撚ありでは、試験体 5 の場合では荷重が 245kN に達すると急激に自由端変位が増加し、軸方向に割裂ひび割れが発生した。割裂ひび割れ発生後は、急激に荷重が低下することなく自由端変位は増加しながら徐々に荷重も増加し、最終的に 295kN でモルタルが破壊した。

上記のような破壊を防止することと引抜荷重を増加させるために、ダブルスパイラル補強した試験体 7 では、引抜荷重は 284kN ($\phi 17.2$ CFRP 保証破断荷重の 108%) であり、試験体 5 に比べて約 40kN 増加した。引抜開始後も、わずかながら荷重が増加し、最終的に 335kN で破壊に至った。最終破壊形状は写真 3 のように軸直角方向にひび割れた。上記の実験より、解撚を施すことによる付着面積の増加と、くさび効果によって、引抜荷重が増加したことが考えられ、ダブルスパイラル補強が効果的であることがわかった。

4 まとめ

- (1) 解撚を施すことによって、引抜荷重が増大する。
- (2) 解撚を施し、ダブルスパイラルで補強すれば CFRP の保証破断荷重の 108% (284kN) まで定着できる。
- (3) 効果的な CFRP スパイラル筋のピッチは 20mm である。

表 2. 実験結果

試験体名称	試験体 (mm)	解撚	らせん筋の状態	最大引抜荷重 (kN)	自由端変位から推定される引抜荷重(kN)	平均付着強度 (N/mm ²)
試験体1	300	なし	シングル	126	126	5.83
試験体2				121	121	5.61
試験体3				123	123	5.68
試験体4				217	217	6.69
試験体5		あり		295	245	9.11
試験体6	500	なし		251	251	6.97
試験体7	300	あり	ダブル	335	284	10.3

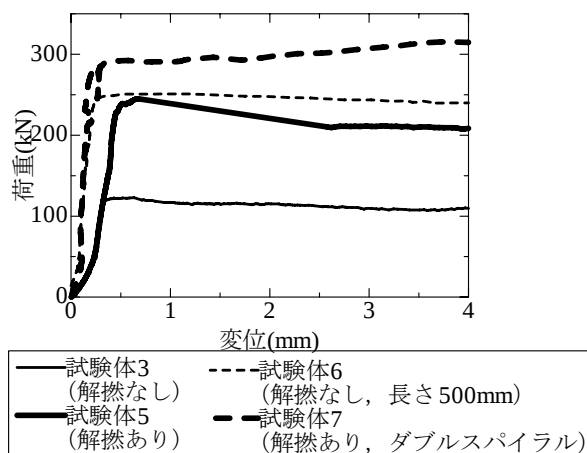


図 4. 荷重 - 自由端変位曲線



写真 3. ひび割れ状態 (試験体 7)

(4) 自由端変位が増加した後も直ちに荷重は低下することはないことがわかった。

参考文献

- (1) 土木学会, 連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針 (案), コンクリートライブラリー, 1996

謝辞

本実験にご協力頂いた長崎大学工学部構造工学科技術職員の永藤政敏氏に、深く感謝致します。