

プレストレス内部補強工法に用いる炭素繊維複合材ケーブル（CFCC）の定着性能

極東興和（株） 正会員 ○手嶋 萌
 極東興和（株） 正会員 三原孝文
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1 はじめに

既設コンクリート部材にくさび形の拡径削孔を施し、セメント系の先端部充填材を用いて PC 鋼材を固定定着し内部からプレストレスを導入する補強工法が開発された¹⁾。腐食環境下における適用を想定し、緊張材に炭素繊維複合材ケーブル（CFCC）の使用を検討し、内部定着構造に用いる先端加工方法として解撚式の適用性が検証された²⁾。本研究では、解撚式 CFCC を拡径部に定着することを想定し、その適用に向けた実験および解析を行った。最適な CFCC の配置間隔を調査するため、コンクリート部材寸法をパラメータとして引抜き力に対する固定定着部の定着性能について調べた。また、長期的な定着性能を調査するため、約 1 年間のプレストレス導入試験を行った。

2 引抜き実験および有限要素解析方法

引抜き実験では、φ12.5mm の CFCC（7 本より線）を定着した異なる寸法のコンクリート供試体を用いた。使用したコンクリート部材寸法の組合せを表-1 に示す。固定定着部の定着耐力を調べる目的で、緊張材の引張破壊が先行するように各緊張材の規格引張荷重値（ P_u ）以上の引抜き力を載荷した（図-1）。緊張材として検討した CFCC は、PC 鋼棒と比べて先端加工が困難であるため、先端ストランドを解く解撚式一房加工を施した（図-2）。また、固定定着部周辺のコンクリート表面に長さ 60mm のひずみゲージを緊張材の軸方向および周方向に貼付した。充填材には既往の研究において十分な定着性能が確認されている高強度モルタルを用いた。引抜き実験の結果を踏まえ、FEM ソフトウェア（ANSYS）を用いて実験供試体と同寸法のモデルを作成し、プレストレス力の伝達挙動について有限要素解析（以下、FE 解析）

表-1 要素供試体一覧

緊張材	CFCC
	7 本より線 φ12.5
規格引張荷重	192.5kN
150×150×800mm	3 体
200×200×800mm	3 体

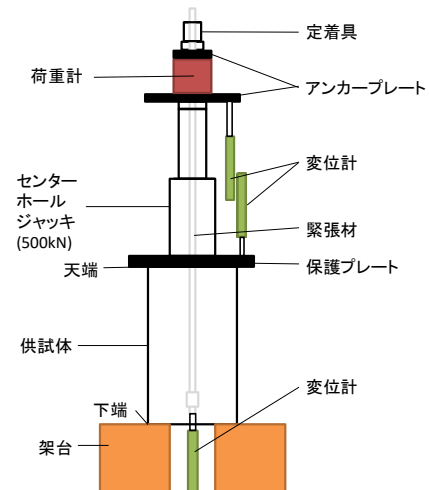


図-1 CFCC の引抜き実験



図-2 解撚式一房の CFCC

表-2 材料物性値

材料	ヤング係数 (GPa)	ポアソン比	圧縮強度
			割裂強度
コンクリート	26.9	0.19	30.6MPa
			2.3MPa
モルタル	41.1	0.22	113MPa
			6.3MPa
CFCC	155	0.30	

を行った。FE 解析に用いた材料物性を表-2 に示す。

3 実験および解析結果

引抜き実験について各供試体の最大引抜き荷重の

キーワード 補強, プレストレス, 炭素繊維

連絡先 〒732-0052 広島県広島市東区光町 2 丁目 6-31 極東興和株式会社 TEL082-261-1207

結果を表-3に示す。断面150mmの供試体1体で固定定着部の抜け出しが発生し、定着部抜け出し後は供試体表面にひび割れが発生した。他の2体の供試体においても緊張材の P_u 以下の荷重でコンクリート部にひび割れが生じた。断面200mmの供試体においては2体で固定定着部が P_u を上回る耐荷力を有することが確認された。200mm供試体1体についてはグラウトの偏りなどの施工の問題が考えられる。断面200mm供試体3体の最大引抜き荷重の平均は194.9kNとなり、CFCCの規格引張荷重を上回った。コンクリートの周方向ひずみについて、部材寸法2種類を比較した結果を図-3に示す。引抜き荷重が $0.8P_u$ の時、断面150mm供試体のひずみが断面200mm供試体のひずみより大きくなった。このことから、本工法を実造物に適用する際には200mm以上の間隔で施工するのが望ましいものと考えられる。

プレストレス中に導入される緊張力 $0.8P_u$ の時、部材寸法200mmのコンクリート側面の周方向引張ひずみは最大 25.7×10^{-6} であり、コンクリートの割裂引張強度から推定した限界ひずみ(86×10^{-6})を大幅に下回る値であった。これよりコンクリート部にプレストレスを導入できると考えられる。

4 長期定着性能と実験方法

長期定着性能試験では、 $\phi 12.5\text{mm}$ のCFCC（7本より線）を定着した $200 \times 200 \times 1000\text{mm}$ 供試体2体を作成した。1体には、 $0.7P_u$ 程度まで引抜き力を導入し、定着ナットで荷重を保持したのち、PCグラウトを充填した。PCグラウトの強度を確認したうえで100kN程度まで荷重を増加し、定着ナットを緩めて緊張力の解放作業を行った。コンクリート表面と緊張側定着部付近のひずみを測定した。また、もう1体をコンクリートの乾燥収縮・温度ひずみを計測するための無載荷供試体とした。1年間のひずみ変化を図-4に示す。引抜き力導入後170日程度まで遷移クリープが見られ、その後は一定の定常クリープが見られた。現段階までに大きな抜け出し等はみられなかったため、本工法の有用性が確認された。

5 まとめ

(1) 引抜き試験より、断面200mm供試体の最大引抜き荷重の平均はCFCCの規格引張荷重を上回っ

表-3 最大引抜き荷重(kN)

	1	2	3	平均	規格荷重
□150 ^{a)}	199.7	164.2	182.9	182.3	192.5
□200 ^{b)}	183.5	199.4	201.9	194.9	

a)150×150mm b)200×200mm

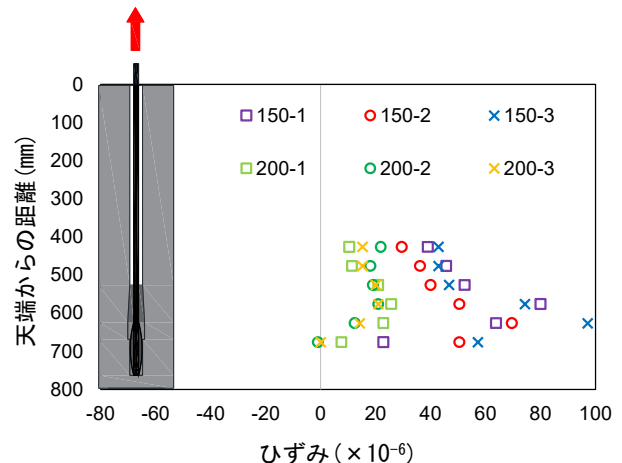


図-3 コンクリート表面の周方向ひずみ (引抜き荷重 $0.8P_u$ 時点)

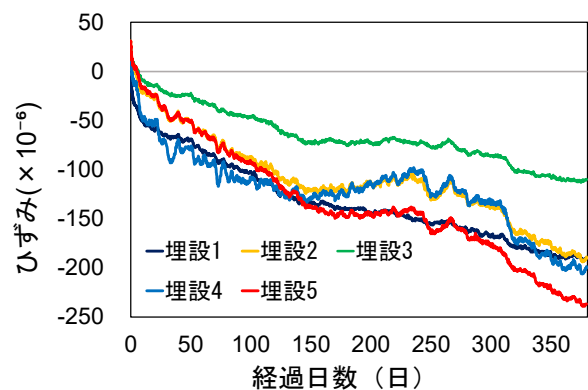


図-4 長期ひずみ挙動

たこと、周方向引張りひずみが限界ひずみを大きく下回ったことから、最適なCFCCの配置間隔は200mm以上が望ましい。

- (2) 本研究のFE解析によりコンクリート断面寸法によらずプレストレス力の伝達挙動を確認できた。
- (3) 長期定着性能試験より、1年間の実験で大きな抜け出し等はみられなかったことから、CFCCを用いた本工法の有効性が確認できた。

【参考文献】

- 1) 三本竜彦（2017）既設コンクリート部材内に固定定着したPC鋼棒を用いたプレストレス補強工法の開発，山口大学大学院理工学研究科博士論文
- 2) 三原孝文（2021）内部固定定着部を用いたプレストレス補強工法の適用性の向上，山口大学大学院創成科学研究科博士論文