

超高強度繊維補強コンクリートの打重ね部の一体性確保に関する基礎的実験

鹿島建設(株) 正会員 ○青山 達彦, 柳井 修司, 渡邊 有寿, 石橋 靖亨
電気化学工業(株) 正会員 栖原 健太郎

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート(以下, UFC)¹⁾は, 圧縮強度 150N/mm²以上, ひび割れ発生強度 4N/mm²以上, 引張強度 5N/mm²以上の高い特性値を有する材料である. UFCは, プレキャスト製品を中心に市場に展開されてきたが, 場所打ち施工への展開を考えた場合には, 部材の形状や大きさあるいは打込み方法によって, 多くの水平打重ね部が生じることが想定される. また, 水平打重ね部を作らないように, 仕切り板などで打込み面積の拡大を抑え, 鉛直打重ねを行いながら打ち込むことも想定される. 本報では, 水平および鉛直打重ね部における UFC の一体性確保の手法について基礎的検討を行ったので, その結果について述べる.

2. 実験概要

2.1 水平および鉛直打重ね部における UFC の一体性の評価方法

水平および鉛直打重ね部における UFC の一体性は, 以下に示す試験において, 打重ね部のない「一体成型供試体」と比較することで評価した.

- (1) 水平打重ね部: 割裂引張強度試験(割裂面に打重ね部を設けた供試体を割裂引張強度試験に供する)
- (2) 鉛直打重ね部: 曲げ強度試験(支間中央に打重ね部を設けた供試体を曲げ強度試験に供する)

本実験では, モルタルマトリクス一体性をひび割れ発生強度(以下, f_{cr})で評価し, 繊維の架橋効果を割裂引張強度および曲げ強度(以下, f_t および f_b)で評価した. なお, 「曲げ強度試験におけるひび割れ発生強度」は, UFC 指針に従い, 「割裂引張強度試験におけるひび割れ発生強度」に換算して評価した.

2.2 供試体の作製

評価はエトリンサイト生成系 UFC(以下, AFt系 UFC)²⁾を対象とした. AFt系 UFC の配合を表-1に示す. 本実験でのモルタルフローの目標値は 300±20mmとした. 各供試体の作製方法を図-1示す.

(1) 水平打重ね部

水平打重ね部を設けた供試体は, 打重ね部が割裂面となるように, 横打ちが可能な鋼製円柱型枠(φ100×200mm)を用いて作製した(図-1(a)). 作製方法は, 型枠半分まで一層目を打ち込み, 所定の打重ね時間間隔が経過した後, 二層目を打ち重ねる方法とした. 実験要因と水準は, 表-2に示すように, 打重ね面における乾燥防止処置の方法(シートの密着/水の噴霧)と, 打重ね時間間隔(1.5時間/2.5時間)とした. なお, 打重ね部は, 突き棒を用いて1回/10cm²の頻度で計20回, 前層に届くように突いてかき乱した.

表-1 AFt系 UFC の配合

モルタルフロー (mm)	空気量 (%)	水結合材比 (%)	単位量(kg/m ³)			高性能減水剤 (B×%)	鋼繊維 (Vol%)
			水※	結合材	細骨材		
300±20	2.0	15.2	195	1287	905	2.8	1.75

※ 高性能減水剤中の水分を含む

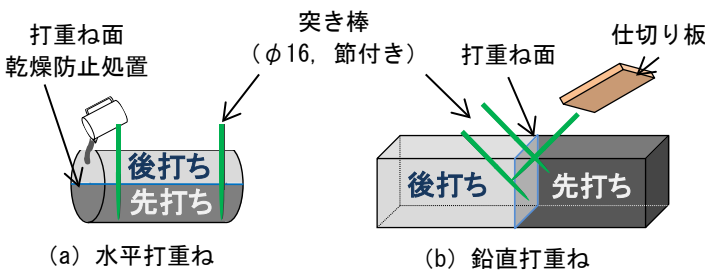


図-1 供試体制法

表-2 実験要因と水準(水平)

水平打重ね部	乾燥防止処置方法	打重ね時間間隔
なし	-	-
あり	シート※1密着 水噴霧※2	1.5時間 2.5時間

※1 ポリプロピレン製透明シート
※2 表面が乾燥しない程度の水⇒0.05g/cm²

表-3 実験要因(鉛直)

鉛直打重ね部	かき乱し※3	打重ね時間間隔
なし	あり	-
あり	あり なし	2.5時間

※3 突き棒で打重ね面を斜め45度の角度で突き, かき乱しを行った。

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 打重ね, 割裂引張強度, 一体性

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社 技術研究所 土木材料 Gr. TEL 042-489-6752

(2) 鉛直打重ね部

鉛直打重ね部を設けた供試体は、支間中央に仕切り板を設置した鋼製型枠（100×100×400 mm）を用いて作製した（図-1（b））。作製方法は、型枠の片側にUFCを打ち込み、2.5時間後に反対側を打ち込んだ後、仕切り板を引き抜く方法とした。実験要因は、表-3に示すように打重ね部のかき乱しの有無とした。かき乱しは、突き棒を用いて±45°の斜め方向に、1回/10cm²の頻度で、計10回突くことで行った。

2.3 養生方法

AFt系UFCは通常、給熱養生を基本とするが、本実験では、現場で実現可能な養生方法を想定して、養生条件を15℃-2日、30℃-10日とした。

3. 実験結果

実験結果を図-2、図-3に示す。なお、通常の成型方法で作製した円柱供試体を前述の方法で養生した圧縮強度は161 N/mm²であった（材齢12日）。

(1) 水平打重ね部

図-2に示すとおり、一体成型供試体では、 f_{cr} が6.2 N/mm²、 f_t が19.9 N/mm²であった。打重ね面にシートを密着させて乾燥防止処置を行った場合では、打重ね時間間隔によらず、 f_{cr} および f_t は、一体成型供試体と同等であり、強度低下は確認されなかった。これは、シートによって打重ね面が確実に湿潤状態に保たれており、かき乱し（突固め）によって試料が一体化したものと考えられる。一方、水を噴霧して処置を行った場合では、打重ね時間間隔が1.5時間では、 f_{cr} および f_t ともに顕著な強度低下は確認されなかった。しかし、2.5時間においては f_{cr} および f_t ともに、わずかながら強度低下していることが確認された。これは、時間の経過に伴い打重ね面が乾燥し、かき乱し（突固め）の効果が得られにくくなったからと考えられる。このため、水を噴霧する場合には、一体性確保のために、断続的に水を噴霧して打重ね面の湿潤状態を保持することが重要であると判断された。

(2) 鉛直打重ね部

図-3に示すとおり、一体成型供試体の f_{cr} は6.8 N/mm²であった。また、打重ね部を設けた供試体においても、かき乱しの有無によらず同等の f_{cr} を有し、UFCの特性値を満たした。しかし、 f_b では、かき乱し「あり」の場合は3.3 N/mm²、かき乱し「なし」の場合は8.7 N/mm²の強度低下が生じた。これは、UFCの打重ね部において、モルタルマトリクスの一体性は確保できているものの、今回のかき乱し方法では、ひび割れ発生後の繊維の架橋効果が十分に発揮されなかったためと考えられる。このことから、UFCに鉛直打重ね部を設ける際は、確実に繊維が架橋するようにかき乱しの方法（頻度、方向等）を十分に配慮する必要があることが改めて確認された。なお、本実験では、供試体レベルの検討ではあるが、かき乱しを行っても f_b が低下する結果となった。このため、施工においては、鉛直打重ね部を極力設けないことや、かき乱し方法を入念に考慮した施工管理をする必要があると判断された。

4. まとめ

UFCの水平および鉛直打重ね部を供試体レベルで再現し、強度試験に供することで以下の知見を得た。

- 1) 水平打重ね部において一体性を確保するために、シートを密着、または水を噴霧して常に乾燥を防止することが重要であり、打重ね部を入念にかき乱すことで一体性を確保できる。
- 2) 鉛直打重ね部では十分にかき乱しを行わないと繊維の架橋効果が得られにくく、入念な施工管理が必要である。

参考文献

- 1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），2004
- 2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「サクセム」の技術評価報告書，No.3，pp.13，2006.11

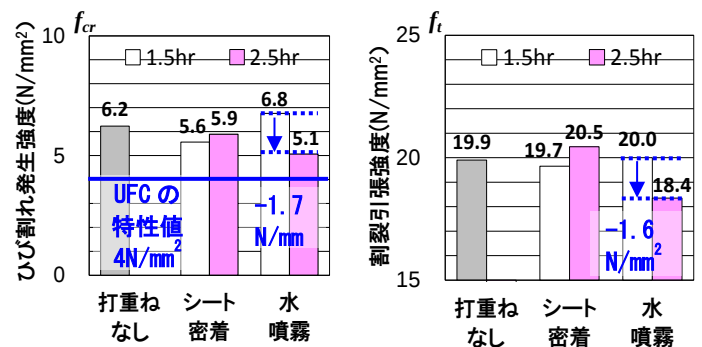


図-2 割裂引張強度試験結果（水平）

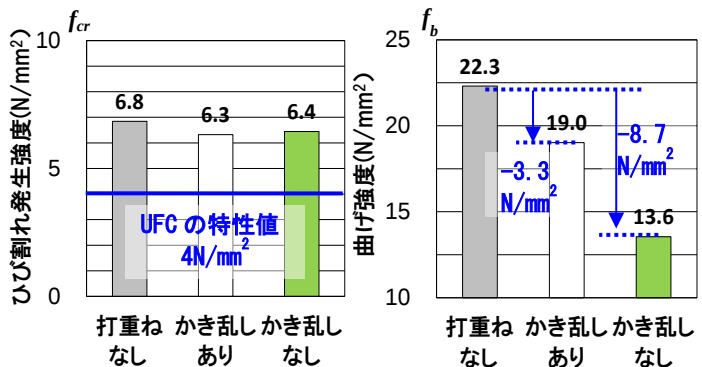


図-3 曲げ強度試験結果（鉛直）