

常温硬化型 UFC の引張軟化特性およびクリープ特性

(株)大林組 正会員 ○石関 嘉一 (株)大林組 正会員 平田 隆祥  
 (株)大林組 正会員 佐々木 一成 (株)大林組 フェロー 野村 敏雄  
 宇部興産(株) 正会員 吉田 浩一郎 宇部興産(株) 正会員 玉滝 浩司

1. はじめに

近年, 超高強度かつ高じん性な複合材料 (以下 UFC) は優れた材料特性を有しているため、構造部材に適用することにより、断面の縮小による使用材料の減少や長期耐用年数の確保など、多くの合理化を図ることが可能であり、次世代建設材料として期待されている。

現行の UFC は給熱養生により硬化させるのに対して、常温硬化型 UFC は給熱養生を行わない。そのため、硬化物性に影響を及ぼすマトリックスの構造が現行の UFC とは異なると考えられる。そこで、常温硬化型 UFC の硬化物性が現行の UFC と同等以上であることを確認するために以下のような検討を行った。

本論は常温硬化型の UFC の硬化物性を確認する目的で、UFC の特性を最も簡便・明確に評価できる試験である、引張軟化特性試験およびクリープ試験を実施し、「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」(以下 UFC 指針)<sup>1)</sup>と常温硬化型 UFC の性能の違いを評価した。

2. 試験概要

(1) 使用材料および配合

使用材料および配合を表-1, 2 に示す。練混ぜは強制二軸ミキサを用いて実施し、モルタルの練り上がり後鋼繊維を添加した。養生は材齢 28 日の標準水中養生とした。なお、常温硬化型 UFC は、圧縮強度 180N/mm<sup>2</sup>、引張強度 8.8N/mm<sup>2</sup>以上の硬化物性を有している。

(2) 試験方法

試験項目および方法を表-3 に示す。引張軟化特性試験は、JIC-S-002 に準拠して 100mm×100mm×400mm の試験体中央の下面に深さ 30mm 幅 5mm の切かきを施し載荷を行った。試験結果は荷重とパイ型ゲージにて計測したひび割れ幅の関係を JCI-S-001 に準拠して整理した。また、曲げ強度試験を実施し、引張軟化特性試験結果と比較した。クリープ試験は、

表-1 使用材料

材料	仕様
水	上水道水
プレミックス	常温硬化型 UFC 用プレミックス
細骨材	常温硬化型 UFC 用骨材
減水剤	ポリカルボン酸系特殊品
補強繊維	常温硬化型 UFC 用鋼繊維

表-2 配合

W/B (%)	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )				補強繊維 (kg)
	水	プレミックス	細骨材	減水剤	
15.5	230	1830	330	32	157

表-3 試験方法

試験項目	試験方法
引張軟化特性試験	JCI-S-002 に準拠
曲げ強度試験	JIS A 1113
クリープ係数	UFC 指針に準拠

φ75mm×150mm の試験体を用いた。クリープ試験の圧縮応力は UFC 指針に準拠し、100, 85, 70N/mm<sup>2</sup>とした。

3. 試験結果

(1) 引張強度

試験状況を写真-1 に示す。引張軟化曲線は図-1 に示すようにひび割れ発生後、鋼繊維の架橋効果により応力が増加する領域と、開口幅の増大に伴って応力が緩やかに低下していく領域に分けられる。これらの挙動は UFC 指針の標準材料と同様である。また、試験結果より得られた引張軟化曲線が UFC 指針の引張軟化曲線モデルを上回っている。よって、今回使用した常温硬化型 UFC は UFC 指針のモデルを用いて設計可能であることが確認できた。

キーワード UFC, 高強度, 高じん性, 引張軟化, クリープ

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 生産技術研究部 TEL 042-495-0930

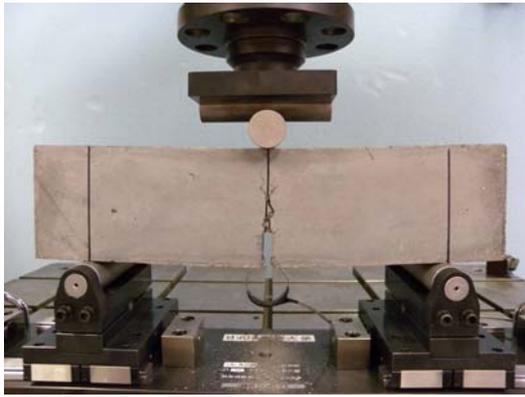


写真-1 引張軟化試験状況

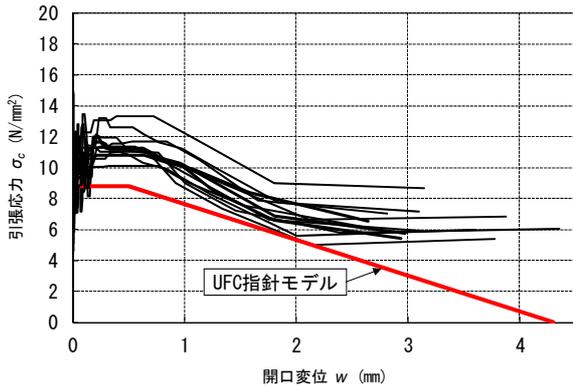


図-1 引張軟化曲線

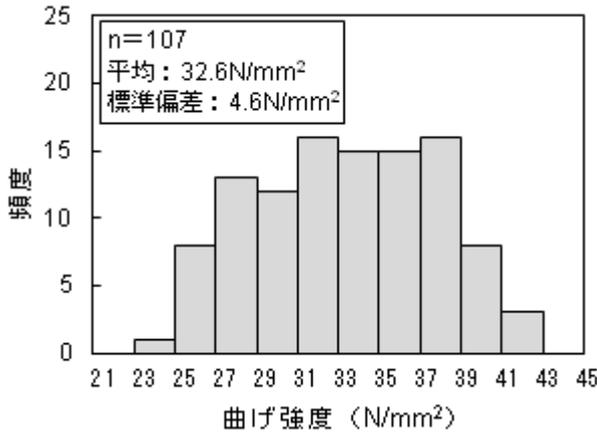


図-2 曲げ強度の度数分布 (n=107)

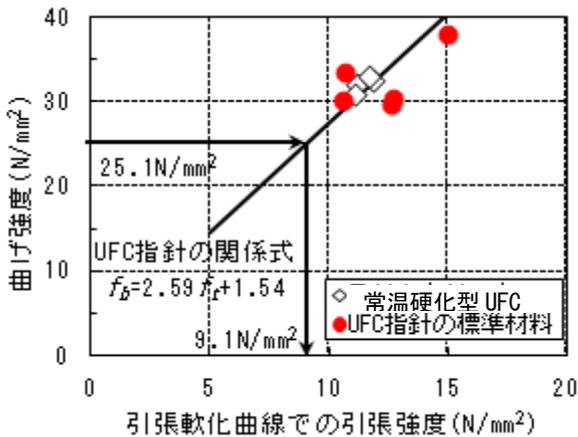


図-3 曲げ強度と引張強度の関係

(2) 曲げ強度

曲げ強度の度数分布 ( $n=107$ ) を図-2 に示す. 曲げ強度の平均値は  $32.6\text{N/mm}^2$ , 標準偏差は  $4.6\text{N/mm}^2$  だった. 正規分布を仮定し, 危険率 5% となる値は  $25.1\text{N/mm}^2$  となった. 図-3 に示す UFC 指針における引張強度と曲げ強度の関係式にこれらの結果を当てはめると, 引張強度は  $9.1\text{N/mm}^2$  と算出できる. よって, 引張強度の特性値は UFC 指針の標準材料と同様に  $8.8\text{N/mm}^2$  を用いることができることを確認できた.

(3) クリープ試験

試験結果を図-4 に示す. 載荷時材齢 56 日で  $100\text{N/mm}^2$  の応力を 1 年間作用させた場合のクリープ係数は 0.8 となった. 設計にクリープを考慮する場合, 図-4 の結果等を参考にして適宜クリープ係数を設定する必要がある. クリープ係数 0.8 は UFC 指針の標準材料のクリープ係数 0.4 に比べると大きい, クリープの影響による緊張材の引張応力度の減少量に大きな差はないと考えられる<sup>2)</sup>.

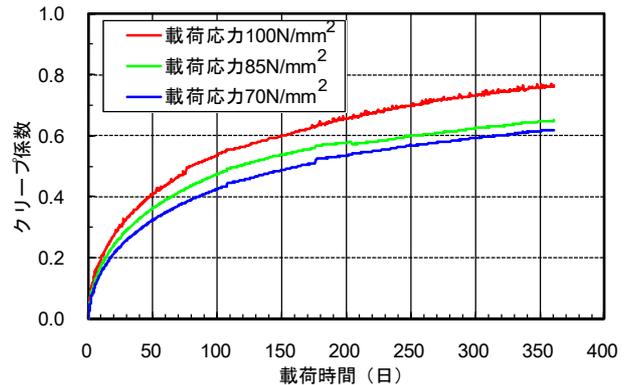


図-4 試験期間とクリープ係数の関係

4. まとめ

- 1) 常温硬化型 UFC は UFC 指針のモデルを用いて設計を行うことが可能である.
- 2) 引張強度の特性値は UFC 指針の標準材料と同様に  $8.8\text{N/mm}^2$  を用いることが可能である.
- 3)  $100\text{N/mm}^2$  の応力を 1 年間作用させた場合のクリープ係数は 0.8 となった.

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー-超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案), 平成 16 年 9 月, pp51
- 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, 技術推進ライブラリー3, pp.14-15, 2006