高温養生を行った常温硬化型 UFC の強度特性について

(株)大林組　技術研究所　正会員　○平田　隆祥
(株)大林組　技術研究所　正会員　石関　嘉一
宇部興産（株）技術開発研究所　正会員　桐山　宏和
宇部興産（株）技術開発研究所　正会員　吉田浩一郎
宇部興産（株）技術開発研究所　正会員　玉滝　浩司

１．はじめに

超高強度繊維補強コンクリート（UFC）は，その多くが工場生産による PCa 部材用の材料として用いられている。この材料は，セメントの水和の過程で，温度の影響を受けることが知られている。一方，現場施工を目指して開発された常温硬化型の超高強度繊維補強コンクリート（UFC）は，高温養生を行うことで,PCa 部材の生産効率も高めることが期待できる。しかし，高温養生を行った場合の強度特性は明確になっていない。本報告は，オートクレーブ養生や高温養生を行った常温硬化型の超高強度繊維補強コンクリート（UFC）の基礎物性である圧縮強度，引張強度を確認した。

２．常温硬化型 UFC

(1) 構成材料

常温硬化型 UFC のモルタル部分は，セメント等の反応性微粉末と微粉細骨材を混合したプレミックス粉体，水，細骨材，および高性能減水剤（SP）で構成される。配合を**表-1** に示す。

(2) 圧縮強度と温度依存性

常温硬化型 UFC は高強度かつ高じん性で，圧縮強度 180N/mm^2 以上，引張強度 8.8N/mm^2 以上の材料強度を有している [1)]。常温硬化型 UFC の養生温度の違いによる圧縮強度の違い [2)] を**図-1** に示す。

養生温度が一定の場合，**図-1** に示すように養生温度が高くなるほど，同一材齢の圧縮強度も高くなる傾向にある。

20℃環境の場合,材齢 28 日までに 180N/mm^2 以上の圧縮強度が得られる。また，180N/mm^2 到達材齢をみると，養生温度 20℃の場合が，材齢 21 日となるのに比較して，養生温度が 40℃以上の場合，3 日以内と短くなる。

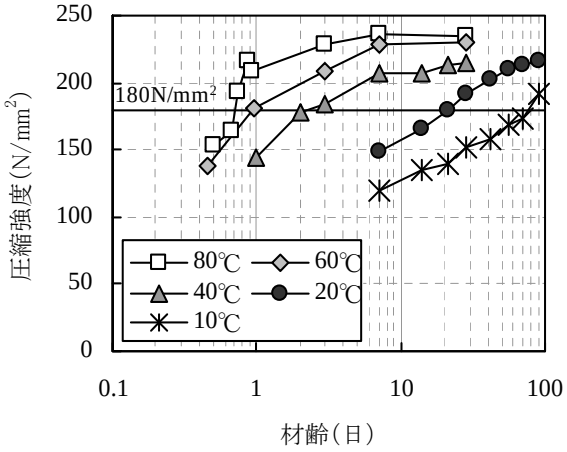
圧縮強度は，200N/mm^2 を超えた辺りで頭打ちとなる現象が見られ，最終到達強度は 240N/mm^2 程度と推測できる。

表-1 常温硬化型 UFC の標準配合

種類	単位量（kg/m^3）				補強繊維 (kg)
	水	ﾌﾟﾚﾐｯｸｽ	細骨材	減水剤	
標準	230※1	1830	330※2	32	157

※1　水の単位量は混和剤の水分を含む

※2　骨材は表乾状態の単位量



図－1　養生温度と圧縮強度（円柱供試体）[4)]

３．配合および養生条件

本実験の常温硬化型 UFC の配合を**表-2** に，養生条件を**表-3** に示す。配合 No.1 は，オートクレーブ養生を行い，併せて標準養生も実施した。配合 No.2 は，オートクレーブ養生を，No.3 は高温養生を行った。

キーワード　超高強度繊維補強コンクリート，PCa，UFC，強度特性，温度依存性，常温硬化
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　TEL042-495-1012

表-2 実験配合

No.	W/P※1 (%)	単位量 (kg/m³)				鋼繊維 (kg)
		W	P※1	S	SP	
1	12.6	230	1830	330	20.8	157
2	8.9	180	2015	319	49.1	157
3	9.7	200	2000＋70SF※2	196	59.3	118

※1 P は常温硬化型 UFC のプレミックス材

※2 SF はシリカフューム。外割添加

表-3 養生の条件

種類	目 的
標準養生	脱型後，20℃水中養生。
オートクレーブ養生	一次養生は，最高温度 65℃で 4 時間等温蒸気養生した。その後 9 日間存置し，二次養生は最高温度 180℃，最高蒸気圧力 10.7 気圧で 9 時間等温等圧養生。
高温養生	打込み後，30℃で 3 日蒸気養生した後，90℃の温水で 6 日養生。

4．実験結果

実験の結果，**図-2, 図-3** のように W/P12.6%の標準配合で作製した寸法φ50×100mm の供試体の圧縮強度は，標準養生の場合 203N/mm² であったが，オートクレーブ養生を行うことで，167 N/mm² と強度低下した。しかし，引張強度の低下はなかった。一方，オートクレーブ養生でも，W/P8.9%とすると，圧縮強度と引張強度の両方を増加できることが確認できた。

次に，シリカフュームを添加し，W/P9.7%として高温養生を行った場合，標準養生に比べて圧縮強度が 35 N/mm² 増加したが，引張強度は 4.8 N/mm² 低下した。この引張強度の低下は，鋼繊維の添加量を標準養生に比べて 2/3 と低減したためと考えられる。

5．まとめ

オートクレーブ養生や高温養生は，早期に材料の強度を発現する目的で実施される場合が多い。そこで，常温硬化型 UFC について実験を行った結果，以下のことが明らかとなった。

本実験では，常温硬化型 UFC の標準配合の材料をオートクレーブ養生とした結果，強度低下の傾向があることが明らかとなった。しかし，配合を低 W/P とし，空気量が低減できれば，オートクレーブ養生や高温養生を行うことで圧縮強度を改善できる。

表-4 フレッシュ試験の結果

No.	条件	モルタルフロー(mm)	練上り温度 (℃)	空気量 (%)	単位容積質量 (g/cm³)
1	標準	275	24.2	2.6	2.51
2	低 W/P	215	35.5	4.5	2.56
3	SF	249	30.5	4.7	2.45

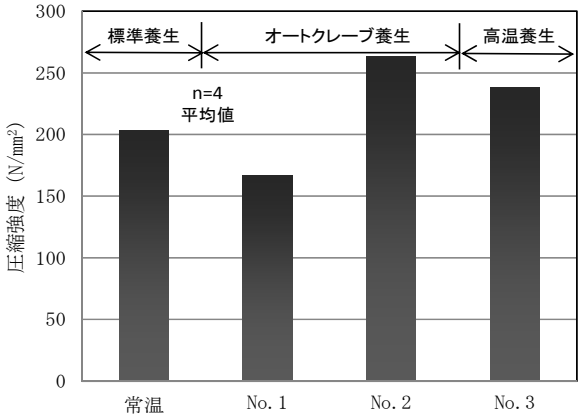


図-2 圧縮強度試験結果(JIS A 1108)

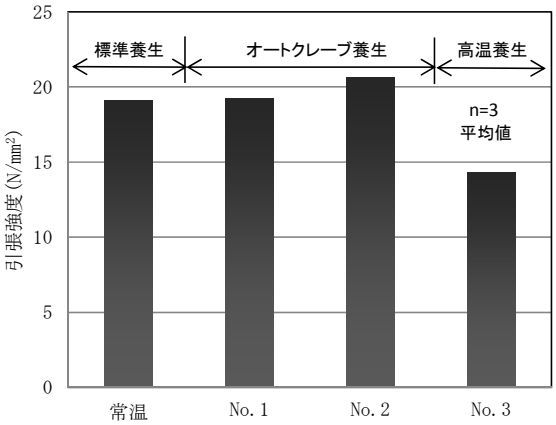


図-3 割裂引張強度試験結果(JIS A 1113)

参考文献

1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート」に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリーNo.10，土木学会，2012.3
2) 桐山宏和，丸屋英二，大西利勝，平田隆祥：等価材齢を用いた超高強度繊維補強コンクリートの強度発現性評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.34, No.1, pp.238-234, 2012
3) 丸屋英二，歳谷一雄，高橋俊之，平田隆祥：超高強度繊維補強コンクリートの流動性及び強度に及ぼすセメントの鉱物組成の影響，第 66 回年次講演会概要集，vol.66，V-497，pp.993-994，2011