

常温硬化型 超高強度繊維補強コンクリートの諸物性について

宇部興産 (株) 正会員 ○桐山 宏和
 宇部興産 (株) 正会員 吉田浩一郎
 宇部興産 (株) 正会員 丸屋 英二
 (株) 大林組 正会員 平田 隆祥

1. はじめに

近年、優れた強度発現性とじん性を有し、高耐久性を併せ持つ超高強度繊維補強コンクリート (Ultra high strength Fiber reinforced Concrete : 以下 UFC と称す) が実用化されている。この UFC は通常、蒸気養生等の熱養生が必要であるため、製造設備や運搬に伴う寸法の制約があり、また、熱養生の際に多くのエネルギーが必要となる。これに対し、常温養生により熱養生と同等の高強度を実現できれば、設計の自由度が増すとともに、熱養生に伴うコストを削減できると考えられる。本報告では、早期の強度発現に優れる鉱物組成を有するセメントからなるプレミックス材を用いて UFC を製造し、常温養生下での強度発現性を検討するとともに、諸物性を確認した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用材料は、水、ポゾラン質微粉末等を含むプレミックス材 (以下、プレミックス)、高強度材料に適した粒径 5mm 以下の細骨材、ポリカルボン酸系の高性能減水剤、および鋼繊維 (直径 0.16mm、長さ 13mm、張力 2000N/mm²以上) とした。なお、結合材に用いたセメントは、表-1 に示す鉱物組成の異なる 2 種類とした。セメント I の鉱物組成は、セメント II よりも C₃S が多く、C₃A が少ない。

2.2 配合および製造

表-2 に UFC の配合を示す。事前の確認試験において、同程度の流動性が得られるように配合試験を行ったところ、No.2 は水結合材比が No.1 よりも 2.0% 大きくなった。練混ぜは、二軸強制練りミキサ (容量 55L) を使用し、1 回の練混ぜ量を 40L とした。まず、プレミックスと細骨材を投入し 30 秒空練りした後、水および減水剤を投入し 10 分間練り混ぜた。その後、鋼繊維を投入しさらに 3 分練り混ぜてから、排出した。

2.3 試験方法

表-3 に試験項目を示す。圧縮強度用の供試体は、5 および 20℃ の水中で養生した。自己収縮用の供試体は封緘養生とし、温度 20℃ の環境で測定した。また、促進中性化、塩分浸透および凍結融解試験を行った。

表-1 セメントの種類

No.	鉱物組成 (%)				ブレン比表 面積 (cm ² /g)
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	
I	63.5	15.5	1.6	13.3	3320
II	33.5	44.0	5.9	8.7	3360

表-2 配合

No.	W/B (%)	単用量 (kg/m ³)			高性能 減水剤 (B × %)	鋼繊維 (vol%)
		水	プレミックス	細骨材		
1	14.0	220*	1982	176	3.0	3.0
2	16.0	220*	1901	225		

※ 高性能減水剤中の水分も含む

表-3 試験項目

モルタルフロー (0 打)	JIS R 5201 に準じる
空気量	JIS A 1128 に準じる
圧縮強度	供試体寸法 : φ50 × 100 mm JIS A 1108 に準じる 試験材齢 : 56 日まで
自己収縮	供試体寸法 : 300 mm 角 埋込みゲージによって測定
促進中性化	JIS A 1152, 1153 に準じる
塩分浸透	JSCE-G572-2003 に準じる
凍結融解	JIS A 1148 に準じる

表-4 モルタルのフレッシュ性状

No.	モルタルフロー (mm)	空気量 (%)	温度 (°C)
1	174	2.7	24
2	151	2.3	24

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート、高強度、鋼繊維、耐久性

連絡先 〒755-8633 山口県宇部市大字小串字沖の山 1-6 宇部興産(株) 技術開発研究所 TEL0836-22-6157

3. 実験結果

3.1 フレッシュ性状

表-4 に、各配合のフレッシュ性状を示す。No.1 は水結合材比が小さいが、No.2 よりもフローはやや大きくなった。セメント I はセメント II よりも流動性に優れ、水結合材比を小さくできることが分かった。繊維分散の程度は変わらなかった。

3.2 圧縮強度

図-1 に圧縮強度試験の結果を示す。材齢 7 および 28 日では、養生温度にかかわらず、圧縮強度は No.1 の方が No.2 よりも高くなった。

養生温度 5°C では、No.1 が材齢 56 日で 180N/mm² に達したのに対し、No.2 は達しなかった。低温環境における強度差の原因として、C₃S 量の影響が考えられ、セメント I は低温環境での水和反応がセメント II に比べて進みやすいと考えられる。

3.3 自己収縮

図-2 に自己収縮の測定結果を示す。供試体中心の最高温度は No.1 は 60°C、No.2 は 48°C となった。両配合の収縮ひずみの差は小さく、セメント種類や配合による影響は認められなかった。

3.4 促進中性化

促進期間 26 週における中性化深さは、両配合とも 0.01mm 以下となった。

3.5 塩化物イオンに対する抵抗性

図-3 に浸せき期間 1 年における塩化物イオン濃度分布を示す。塩化物イオン濃度は、EPMA による面分析結果から算出した。塩化物イオンの浸透深さは、No.1 が約 2.0mm となり、No.2 は約 3.0mm であった。塩化物イオン濃度の分布より見かけの拡散係数を推定すると、No.1 は 0.0088cm²/年、No.2 は 0.0174cm²/年となり、一般的なコンクリートと比較すると拡散係数は 1~2 桁小さい値となった。No.1 は、水結合材比が小さいため、No.2 よりも塩化物イオンの浸透深さが小さくなったと考えられる。

3.6 凍結融解抵抗性

図-4 に凍結融解試験の結果を示す。両配合とも凍結融解 300 サイクルにおいて相対動弾性係数の低下は認められなかった。

4. まとめ

常温養生により高強度を実現できる UFC の流動性、強度発現および各種耐久性を確認したところ、セメ

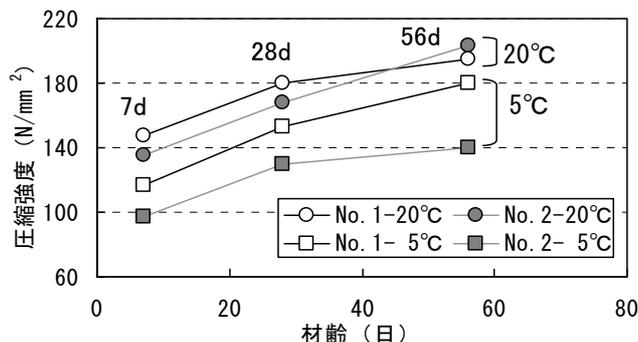


図-1 圧縮強度試験結果

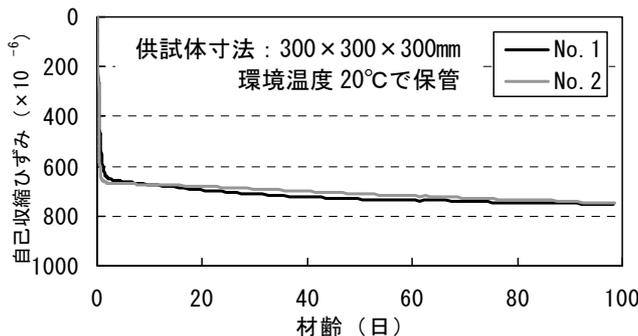


図-2 自己収縮ひずみ

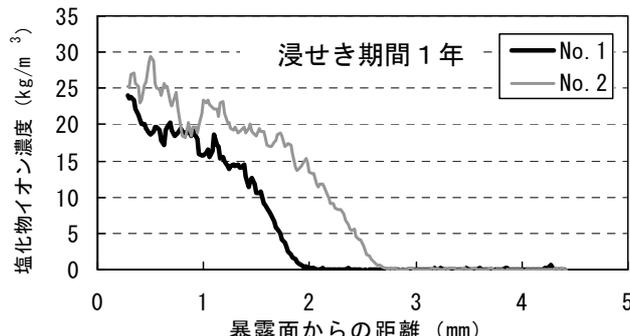


図-3 塩化物イオン濃度分布

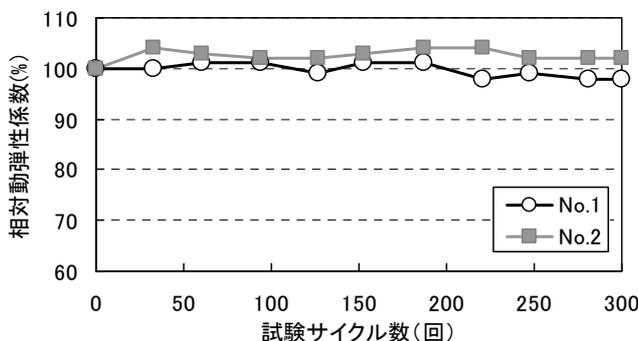


図-4 凍結融解試験の結果

ント I はセメント II よりも流動性に優れるため、水結合材比を小さくでき塩分抵抗性に優れることが分かった。また、低温時の強度発現も良好であることが分かった。