

骨材種類および骨材の表面水率変動が超高強度繊維補強コンクリートに及ぼす影響

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
宇部興産(株) 正会員 桐山 宏和
宇部興産(株) 正会員 大西 利勝

1. はじめに

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) の適用事例は増えつつある。現在, 常温環境下で早期に高強度を得る UFC が開発され, 生コン工場での製造や, アジテータ車での運搬が可能となった。よって, 直接型枠に打設することが可能となり, UFC の適用範囲が拡大した¹⁾。生コン工場で UFC を製造する場合, 細骨材種類や表面水率の誤差が品質に及ぼす影響が懸念される。このため, 生コン工場での製造を想定し, 各種細骨材を UFC に用いた場合の物性と細骨材の表面水率を誤って設定した場合の影響を確認した。

2. 実験概要

2.1 使用材料, 配合および試験条件

UFC を構成する材料は, ポズラン材等を含むプレミックス材, 細骨材 (粒径 5 mm 以下), ポリカルボン酸系の高性能減水剤, および補強用鋼繊維 (直径 0.16 mm, 長さ 13 mm, 引張強度 2000N/mm² 以上) である。モルタルへの鋼繊維の添加は外割りで 2.0vol% とした。なお, 高性能減水剤の単位量は一定とした。

実験に用いた細骨材を表-1 に, モルタル配合を表-2 に示す。細骨材種類の影響確認には計 10 種を用い, 骨材種類を変える場合には容積が一定となるよう単位量を調整した。また, 表面水率の誤差による影響確認には細骨材 C を用い, 表面水率が±3.0% の範囲で, 設定を誤った場合を想定した。

2.2 練混ぜ

練混ぜは, 強制二軸練りミキサ (容量 55L) を使用し, 1 回の練混ぜ量を 40L とした。まず, プレミックス材と細骨材を投入し, 30 秒間空練りした後, 水および高性能減水剤を投入してから 10 分間練り混ぜた。その後, 鋼繊維を投入して, 更に 3 分間練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。流動性はモルタルフローによって確認した (写真-1 参照)。圧縮強度用供試体は, 脱型後 20℃水中で養生を行った。自己収縮測定用供試体は, 写真-2 に示す型枠に打込んだ後, 20℃環境で封緘養生を行った。なお, 静弾性係数は圧縮強度試験時に測定した。

表-1 実験に用いた細骨材

細骨材	岩種	産地	D _s	Q	F.M.	A
A	陸砂	北海道	2.68	1.86	2.76	2.4
B	輝緑岩	東北	2.86	1.65	3.01	4.4
C	安山岩	関東	2.62	2.50	2.80	3.3
D	硬質砂岩	関東	2.60	1.55	2.87	2.0
E	硬質砂岩	関東	2.64	1.30	2.92	2.2
F	硬質砂岩	関東	2.68	1.62	3.02	2.2
G	山砂	関東	2.59	1.78	2.13	0.4
H	硬質砂岩	関西	2.58	1.73	2.80	3.3
I	硬質砂岩	中国	2.67	1.85	2.92	5.7
J	角閃岩	九州	2.89	1.41	2.81	2.0

※D_s: 表乾密度 (g/cm³), Q: 吸水率 (%), F.M.: 粗粒率, A: 微粒分量 (%)

表-2 モルタル配合

W/B (%)	単位量 (kg/m ³)			
	水	プレミックス	細骨材	高性能減水剤
15.5	230※1	1830	325~364※2	32

※1: 高性能減水剤中の水分も含む
※2: 細骨材容積が一定となるよう単位量を調整

表-3 試験項目および方法

試験項目	試験方法
モルタルフロー (0 打)	JIS R 5201 に準拠
空気量測定	JIS A 1128 に準拠
圧縮強度	供試体寸法: φ50×100 mm JIS A 1108 を参考
静弾性係数	JIS A 1149 に準拠
自己収縮※3	供試体寸法: 100×100×400 mm 埋込みゲージによって測定

※3: 材齢 91 日における圧縮強度が 200N/mm² 以上となった水準について測定を実施

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 骨材, 圧縮強度, 静弾性係数, 自己収縮, 表面水
連絡先 〒135-0061 東京都江東区豊洲 4-11-3 宇部興産(株) 技術開発研究所 TEL 03-5547-5356

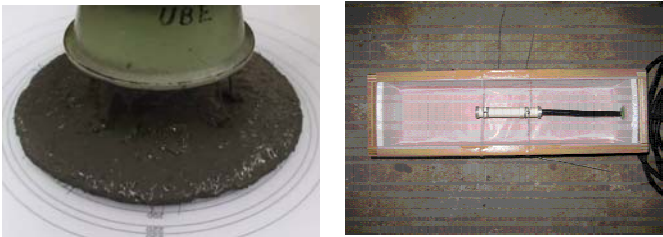


写真-1 モルタルフロー試験の状況 写真-2 ひずみゲージの設置状況

3. 実験結果

3.1 各種細骨材を用いた場合の物性

細骨材の各物性とモルタルフローとの関係は、微粒分量が最も影響を及ぼしていた（図-1 参照）。また、練上り直後の空気量は 2.2～2.8% となり、細骨材種類による影響は認められなかった。

各種細骨材を用いた場合の圧縮強度を図-2 に示す。細骨材 B, C, D, H および I を用いた場合は材齢 91 日の圧縮強度が 200N/mm² 超となった。なお、細骨材種類が強度発現に及ぼす傾向は認められず、岩種によって骨材を選定することは困難であると考えられる。静弾性係数は 4.6～4.8×10⁶ となり、細骨材種類による影響は認められなかった。

自己収縮の測定結果を図-3 に示す。打込みから 6 か月後の自己収縮は 590～680×10⁻⁶ となり細骨材種類の影響は認められなかった。細骨材の単位量が少ないため、細骨材種類による影響は小さいと考えられる。

3.2 細骨材の表面水誤差による影響

細骨材の表面水率を誤って設定した場合のフレッシュ性状および圧縮強度を表-4 に示す。細骨材の表面水率を 1.5% 以上小さく設定した場合には、流動性が低下し、圧縮強度が小さくなった。一方、細骨材の表面水率を大きく設定した場合には、本実験の範囲内では、流動性と強度への影響は小さかった。

4. まとめ

生コン工場での製造を想定し、各種細骨材を UFC に用いた場合の物性と細骨材の表面水率を誤って設定した場合の影響を確認した結果、以下の知見を得た。

- (1) 細骨材の微粒分量によって流動性が異なる。また、細骨材の種類によって、強度発現は異なるが静弾性係数と自己収縮は大差がない。
- (2) 細骨材の表面水率を -1.0～1.5% の範囲で、誤って設定した場合には、フレッシュ性状や圧縮強度への影響は小さい。

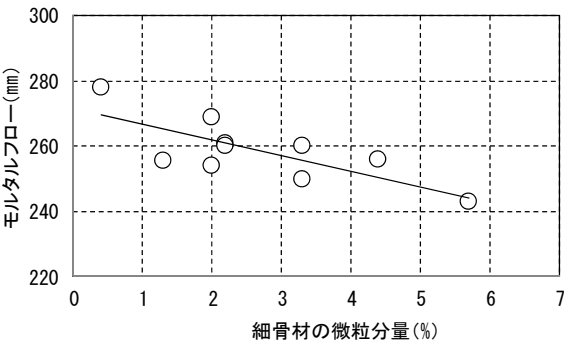


図-1 微粒分量とモルタルフローとの関係

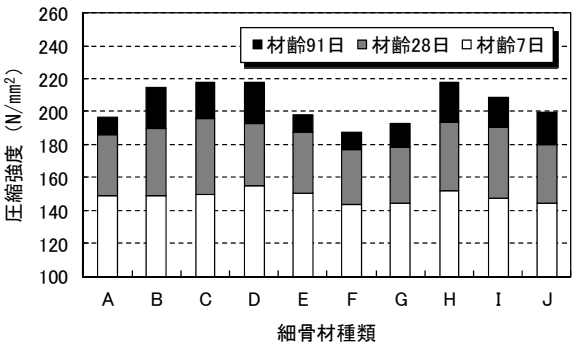


図-2 各種細骨材を用いた場合の圧縮強度

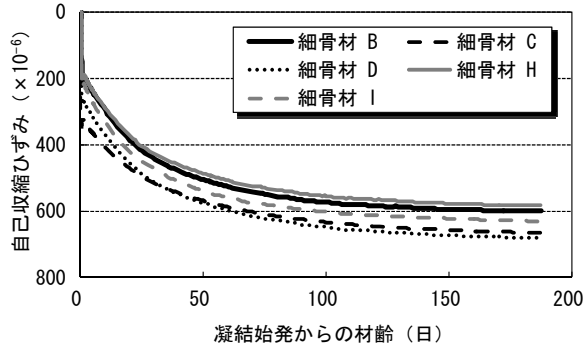


図-3 各種細骨材を用いた場合の自己収縮

表-4 表面水率の誤差が及ぼす影響

表面水率の誤差 (%)	W/B (%)	モルタルフロー (mm)	材齢 28 日 圧縮強度 (N/mm ²)
-3.0	14.8	軟化せず	
-1.5	15.2	215	172
-1.0	15.3	248	190
-0.5	15.4	254	195
0.0	15.5	260	202
+0.5	15.6	262	200
+1.5	15.8	262	195
+3.0	16.2	274	194

参考文献

1) 玉滝浩司他：超高強度繊維補強コンクリートによる大型部材製造（その1 製造方法の検討），土木学会第66回年次学術講演概要集，pp.413-414，2011.9