

# レディーミクストコンクリート工場における超高強度繊維補強コンクリートの安定・連続製造

宇部興産（株） 正会員 ○玉滝 浩司  
 宇部興産（株） 正会員 吉田浩一郎  
 （株）大林組 正会員 石関 嘉一  
 （株）大林組 正会員 平田 隆祥

## 1. まえがき

高温の熱養生を行うことなく、早期に高い性能が得られる超高強度繊維補強コンクリート（以下、常温硬化型 UFC と表記）は、その特長から市中のレディーミクストコンクリート工場で製造し、アジテータトラックで運搬して現場施工が可能である。しかしながら現在まで、常温硬化型 UFC を長期にわたり連続して製造・供給した事例はなかった。本報告は、約 4 ヶ月間にわたる製造実績と品質管理試験結果をとりまとめたものである。

## 2. 製造概要

### 2.1 常温硬化型 UFC の構成材料と配合

製造した常温硬化型 UFC の配合を表-1 に示す。常温硬化型 UFC は、プレミックス材、粒径 5mm 以下の細骨材、高性能減水剤、および補強用鋼繊維で構成されている。補強用繊維には、引張強度が 2,000N/mm<sup>2</sup> を超える鋼繊維を使用し、混入率は 2.0vol% とした。

### 2.2 品質管理項目等

製造時の計量および品質管理項目を表-2 に示す。

プレミックス材および高性能減水剤は、計量機の都合上、数回に分けて計量した。その際、製造システム上、計量記録が印字できないことも考えられたため、計量モニタの撮影を行った。また、鋼繊維はミキサ上部の投入口から手投入し、投入量は計量された鋼繊維の箱数で確認した。

表-1 常温硬化型 UFC の配合

| 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |         |     |        | 鋼繊維 (kg) |
|--------------------------|---------|-----|--------|----------|
| 水                        | プレミックス材 | 細骨材 | 高性能減水剤 |          |
| 230                      | 1830    | 330 | 20~24  | 157      |

注) 水の単位量は減水剤の水分を含む。  
 高性能減水剤は出荷時期に応じて適宜調整した。  
 細骨材の表面水率（製造期間中 0.5~1.5%）

## 3. 製造結果

### 3.1 実機製造結果

製造量は、1 日当たり 8.0~10.0m<sup>3</sup> とし、累計製造量は 140m<sup>3</sup> であった。製造実績を図-1 に示す。いずれの材料も計量誤差は、許容範囲内であった。

練混ぜ量とミキサ電流の最大値の関係を図-2 に示す。ミキサ電流は練混ぜ量の増加に伴って大きくなる傾向が認められた。ミキサの性能を考慮して、最大練混ぜ量は 2.0m<sup>3</sup> (ミキサ容量の 80%) とした。

なお、1 バッチ当たりの練混ぜに要した時間は、繊維投入を含めて約 20 分であった。

表-2 品質管理項目等

| 管理項目 |          | 管理値                                                  | 頻度     | 管理・試験方法等                                                                    |
|------|----------|------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 製造時  | 計量記録     | —                                                    | 全バッチ   | 計量モニタの撮影により確認                                                               |
|      | 計量誤差     | プレミックス材：1%以内<br>細骨材：3%以内<br>高性能減水剤：2%以内<br>練混ぜ水：1%以内 |        | JIS A 5308 を参考                                                              |
|      | 鋼繊維投入量   | —                                                    |        | 空箱の数量により確認                                                                  |
|      | フロー値     | 260±30mm                                             | 1 回製造日 | JIS R 5201（落下なし）                                                            |
| 荷卸し時 | 空気量      | 3.5%以下                                               |        | JIS A 1128 に準拠                                                              |
|      | コンクリート温度 | 10℃以上                                                |        | JIS A 1156 に準拠                                                              |
|      | 圧縮強度※1   | 180N/mm <sup>2</sup> 以上                              |        | JIS A 1108 を参考 φ50×100mm                                                    |
|      | 引張強度※1   | 8.8N/mm <sup>2</sup> 以上                              |        | JIS A 1106 の試験結果を用いて UFC 指針 <sup>1)</sup> の関係式より算出<br>引張強度=(曲げ強度-1.54)/2.59 |

※1：標準養生 材齢 28 日で管理

### 3.2 品質確認および品質管理

出荷時におけるフロー値と空気量を

図-3 に示す。出荷時のフロー値は 272~295mm であった。出荷時のフロー値の変動は、運搬中のフローロスを考慮したためである。出荷時に採取したコンクリートの圧縮強度を図-4 に示す。圧縮強度の平均値は 199N/mm<sup>2</sup> (191~205N/mm<sup>2</sup>) であり、変動係数は 2.1% であった。

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート，レディーミクストコンクリート工場，安定供給，品質管理

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

荷卸し時のコンクリート温度は、外気温に伴って低下する傾向が認められたものの、製造期間中はいずれも管理範囲内（10℃以上）であった（図-5）。フロー値の平均は、275mm（265～283mm）であり（図-6）、運搬（40～60分）によるフローロスが若干認められたものの、いずれも管理値（ $260 \pm 30\text{mm}$ ）を満足した。

荷卸し時に採取したコンクリートの圧縮強度を図-7 示す。平均値は  $200\text{N/mm}^2$ （ $195 \sim 206\text{N/mm}^2$ ），変動係数は1.6%であり，ばらつきも小さいことを確認した。

曲げ強度試験結果から算定される推定引張強度を図-8 に示す。推定引張強度の平均値は  $12.7\text{N/mm}^2$ （ $11.5 \sim 14.5\text{N/mm}^2$ ）となり，管理下限値である  $8.8\text{N/mm}^2$  を満足した。

荷卸し時の硬化物性は，いずれも管理値を満足しており，また圧縮強度は，出荷時と比べて差が認められないことから，アジテータトラックによる運搬の影響は小さいと考えられる。

#### 4. まとめ

約4ヶ月にわたり，累計  $140\text{m}^3$ （80 バッチ）を製造した結果，外気温にかかわらず，フレッシュ性状および硬化性状の安定した常温硬化型 UFC を連続的に供給することが可能であることを確認した。

**謝辞：** 常温硬化型超高強度繊維補強コンクリートの製造にあたり，ユタカコンクリート工業株式会社の皆様にご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

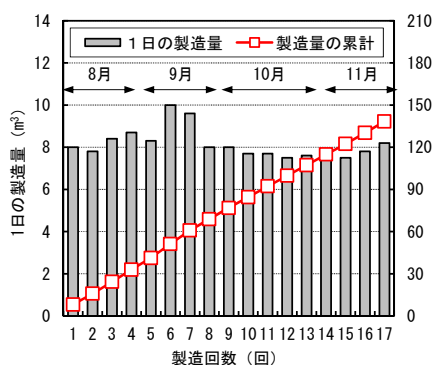


図-1 製造実績

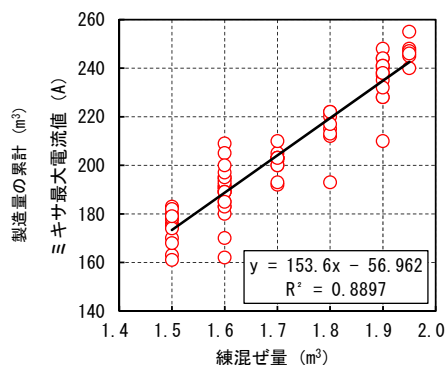


図-2 練混ぜ量とミキサ最大電流値

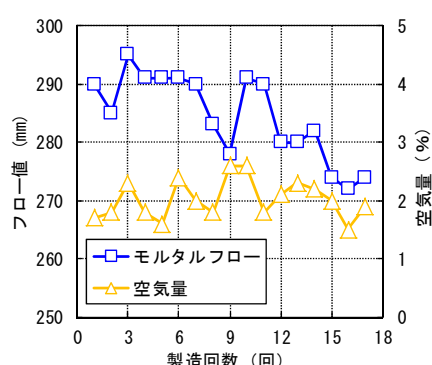


図-3 フレッシュ性状(出荷時)

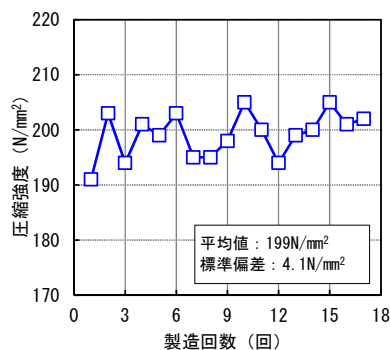


図-4 圧縮強度(出荷時採取)

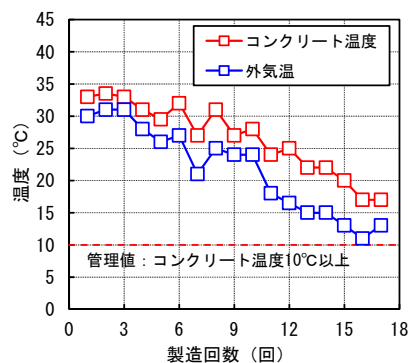


図-5 コンクリート温度(荷卸し時)

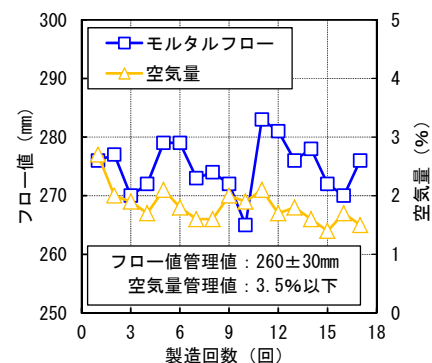


図-6 フレッシュ性状(荷卸し時)

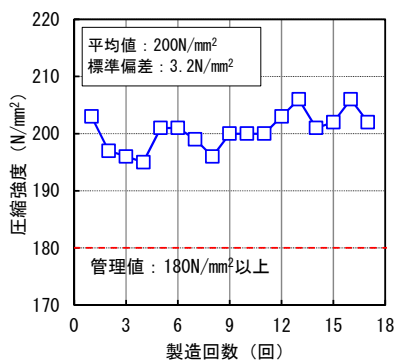


図-7 圧縮強度(荷卸し時採取)

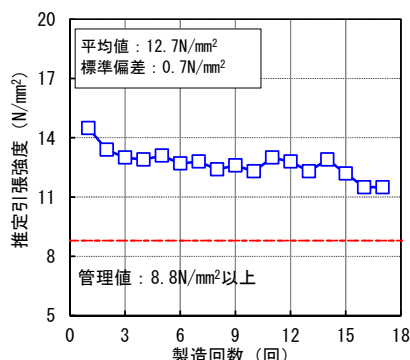


図-8 曲げ強度から推定した引張強度



写真-1 荷卸し状況

#### 参考文献

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），コンクリートライブラリー113，2004