

## 床版上面増厚工法用超速硬型超高性能繊維補強コンクリートの配合設定

株式会社大林組 正会員 ○富井孝喜 正会員 青木峻二  
宇部興産株式会社 正会員 玉滝浩司 藤野由隆

## 1. はじめに

道路橋梁床版の経年劣化が進む中、床版取替えによる大規模更新や床版上面増厚工法による大規模修繕工事が盛んに行われている。床版上面増厚工法では従来、ひび割れ抑制効果、曲げ・引張強度の増加、じん性の改善効果などが期待できる超速硬型の鋼繊維補強コンクリート (Steel Fiber Reinforced Concrete : 以下、SFRC) が使用されているが、鋼材腐食や疲労による浮きやはく離が問題となってきている。そこで、筆者らは、SFRCの代替材料として、高強度かつ緻密性を有する超速硬型の超高性能繊維補強コンクリート (Ultra-High Performance Fiber Reinforced Concrete : 以下、UHPRFC) の適用性を検討した。本報告では、検討した UHPRFC に関する配合設計および環境温度による可使用時間の調整方法と強度発現について報告する。

## 2. 実験の概要

## (1) 基本配合および使用材料

UHPRFC の基本配合を表-1 に、使用材料を表-2 に示す。「UFC 設計・施工指針 (案)」<sup>1)</sup> に準拠した材料をベースとし、早期の強度発現性を実現するために急硬材を使用した。また、可使用時間と流動性を調整するために、遅延剤と高性能減水剤を使用した。

表-1 UHPRFC の基本配合

W/P (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	
	W	P	S	SP* <sup>1</sup>	HA* <sup>2</sup>	SF	CR
16	210	1327	837	8~30	120~160	157	4~10

※1 : 練混ぜ水に含む ※2 : P に含む

表-2 UHPRFC の使用材料

種類	記号	備考
練混ぜ水	W	上水道水
プレミックス材	P	高強度用プレミックス結合材
細骨材	S	珪砂
混和剤	SP	高性能減水剤
補強用鋼繊維	SF	φ 0.16 × 13mm
急硬材	HA	粉体系
遅延剤	CR	粉体系

## (2) 試験項目および目標値

モルタルフロー (JIS R 5201) の経時変化 (練上り直後、15~45 分) を測定した。練上り直後のモルタルフローは、道路勾配および施工性を考慮して 200mm、経過時間 15~45 分では、可使用時間の下限値として 150mm を目標とした。また、φ50×100mm の供試体で材齢 3 時間および標準水中養生 28 日における圧縮強度 (JIS A 1108) を測定した。目標とする圧縮強度は、材齢 3 時間で 24N/mm<sup>2</sup> 以上、材齢 28 日で 130N/mm<sup>2</sup> 以上とした。

## 3. 実験結果

## (1) 配合選定

W/P および急硬材の添加量は、3 時間強度で検討した。W/P と急硬材添加量の 3 時間強度との関係を図-1 に示す。W/P と 3 時間強度には反比例関係があり、急硬材添加量には比例関係があることがわかった。ばらつきを考慮して、W/P を 16%、急硬材の添加量を 140kg/m<sup>3</sup> とすることで、目標強度を満足した。

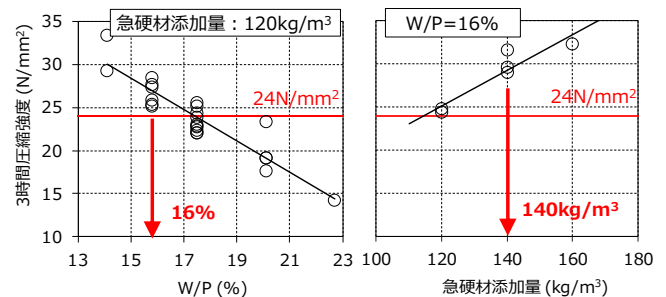


図-1 材齢 3 時間の圧縮強度

## (2) フレッシュ性状

前段で定めた配合において、運搬距離や施工時間を考慮して遅延剤添加率を 3 水準定め、さらに、施工性や道路勾配による変形を考慮して高性能減水剤添加率を各遅延剤添加率で 3 水準定めた計 9 水準について、環境温度 5~40°C の範囲で 5°C 毎に試験を実施した。環境温度 20°C における経過時間とモルタルフローとの関係を図-2 に、経過時間に伴うモルタルフローの変化を写真-1 に示す。同等の初期フローを得るための高性能

キーワード UHPRFC, 床版上面増厚工法, 鋼繊維補強コンクリート, 超速硬化

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 生産技術本部 リニューアル技術部 TEL03-5769-1332

減水剤添加率は、遅延剤添加率の増加に伴い多くなった。また、初期フローが大きい場合、同一遅延剤添加率の場合でも、可使時間がやや長くなる傾向であった。環境温度と遅延剤添加率との関係を目標可使時間毎に図-3 に示す。所要の可使時間を確保するための遅延剤添加率は、環境温度が高いほど多くなった。各環境温度における可使時間保持時間の調整も遅延剤添加率の調整により管理できることから、目標フローの設定およ

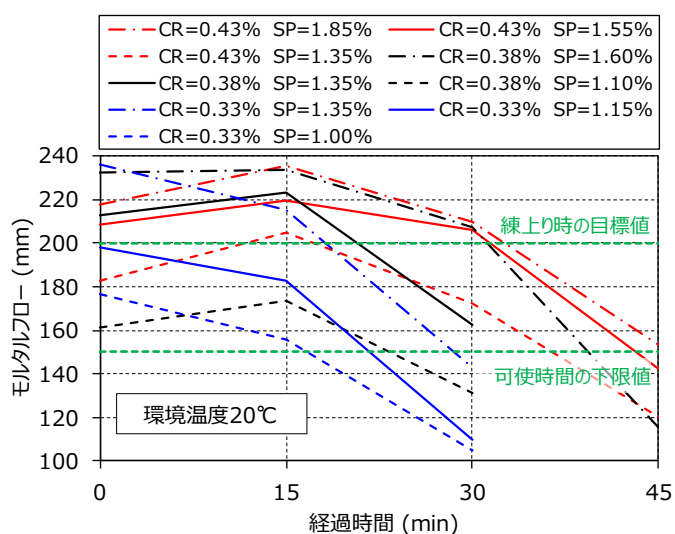


図-2 経過時間とモルタルフローとの関係



写真-1 モルタルフローの状況

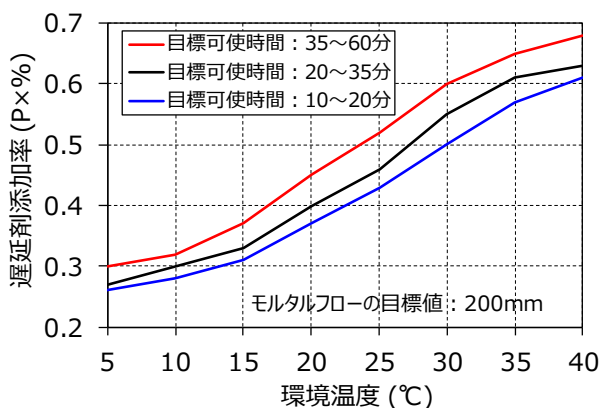


図-3 環境温度と遅延剤添加率との関係

(3) 圧縮強度

圧縮強度の測定結果を図-4 および図-5 に示す。材

齢 3 時間の圧縮強度は、環境温度 5°C および 40°C の強度がやや低いものの、全環境温度の平均値は 30.9N/mm<sup>2</sup> (標準偏差 2.4N/mm<sup>2</sup>) であり、目標値を満足した。一方、材齢 28 日の圧縮強度は、環境温度が高いほどばらつきが大きくなる傾向を示し、強度はやや低下する傾向を示した。これは、環境温度が高いほど、初期の硬化が促進されるため、水和生成物の緻密性が低くなった可能性がある。一般に、材齢初期に高温履歴を受けたコンクリートは、長期の強度発現が小さくなることが知られており、急硬材を用いた超速硬型 UHPFRC においても、同様の現象が生じたと考えられる。しかしながら、全環境温度の平均値は 163N/mm<sup>2</sup> (標準偏差 9.1N/mm<sup>2</sup>) であり、目標値を満足した。

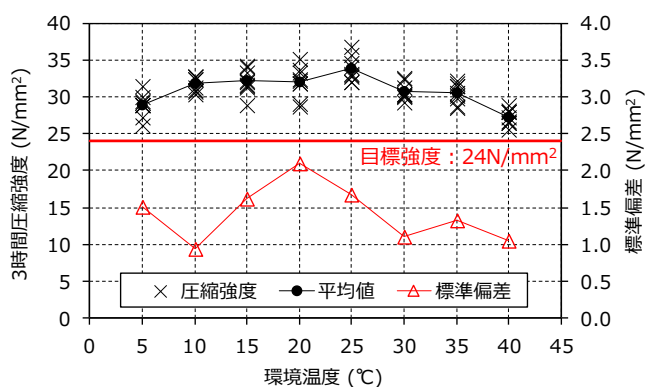


図-4 材齢 3 時間の圧縮強度

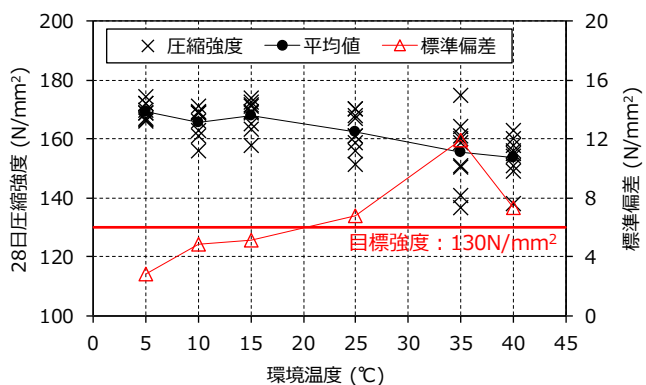


図 5 材齢 28 日の圧縮強度

5. まとめ

本実験の知見を活かし、施工現場における製造では、環境温度に応じて最適な遅延剤添加率と高性能減水剤添加率を設定することで、フレッシュ性状と強度性状の安定した超速硬型 UHPFRC の供給が可能と考えられる。

参考文献

1) 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）、pp.54-58（2004）