

超速硬性を付与した床版補修向け UHPFRC に関する検討

太平洋セメント株式会社 正会員 〇藤澤竜, 茨木泰介, 石井祐輔, 石田征男

1. はじめに

国内の高速道路における橋梁は、長年の供用に加え、大型車交通量の増加、車両総重量の増加、凍結防止剤の散布などにより、劣化や変状が顕在化しており、大規模更新・修繕が実施されている。このような状況において著者らは、床版補修用の材料として、高強度・高緻密な特性を有するセメント系複合材料(以下、UHPFRC)を開発してきた。本検討では、早期交通開放を目的に、速硬性を有する UHPFRC の処方を検討し、各種物性の評価を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本検討に使用した材料を表-1 に示す。本検討では、市販の UFC 用材料に加え、カルシウムアルミネート系の速硬性混和材および可使時間の調整を目的として遅延剤を使用した。コンクリートの配合を表-2 に示す。本検討では、水粉体比(W/P)を 17.5%で一定とし、初期の強度発現性と可使時間を確保可能な条件を明らかにする目的で、速硬性混和材の単位量を変化させて行った。

2.2 実験項目および目標値

実験項目を表-3 に示す。フロー試験および圧縮強度試験は、環境温度 5℃、20℃および 30℃の試験室で製造したコンクリートを使用して行った。コンクリートの練混ぜ直後における流動性は、JIS R 5201 に規定される 15 回の落下運動後におけるフロー値 (以下 15 打フロー) により評価し、目標値を 170±30mm とした。また、打込みが可能な 15 打フローの下限値を 130mm とし、下限値になるまでの時間(以下、可使時間)は、30 分以上を目標とした。圧縮強度試験は、寸法が φ50×100mm の供試体により行った。供試体は、練混ぜ直後に作製し、練混ぜを行った温度環境下にて、型枠内で封緘養生を行った。圧縮強度の目標値は、早期交通開放性と高強度・高耐久性を付与するこ

表-1 使用材料

種類	記号	備考
練混ぜ水	W	上水道水
UFC 用 プレミックス材	A	結合材を主体とした混合粉体
	B	細骨材を主体とした混合粉体
速硬性混和材	R	カルシウムアルミネート系
補強用鋼繊維	FM	UFC 専用鋼繊維 φ 0.22×15mm
混和剤	SP	UFC 専用高性能減水剤
遅延剤	Re	—

表-2 コンクリートの配合

W/P (%)	単位量(kg/m³)				
	W	A	B	R	FM
17.5	200	1143	910~980	80~170	154

表-3 実験項目

試験項目	試験方法	備考
流動性	JIS R 5201 (15 打フロー)	測定：練混ぜ直後,15 分,30 分,45 分,60 分
圧縮強度	JSCE-G 505	材齢：3h,24h,7d,28d
自己収縮	超流動コンクリート 研究委員会報告書を参考	打込み完了時を起点として測定

とを目的として、材齢 3 時間において 24N/mm² 以上、材齢 28 日では 130N/mm² 以上とした。自己収縮ひずみの測定は、環境温度 20℃の試験室で練り混ぜたコンクリートについて、寸法 100×100×400mm の角柱供試体の中央に埋込み型ひずみゲージを設置し、打込み完了時を起点として行った。自己収縮測定用の供試体は、材齢 24 時間で脱型後、アルミテープによる封緘処理を行い、環境温度 20℃の試験室で静置した。

3. 実験結果

3.1 速硬性混和材の添加量

材齢 3 時間における圧縮強度と速硬性混和材量の関係を図-1 に示す。ここでは、練混ぜ直後の 15 打フローおよび可使時間が目標値を満足するように高性能減水剤および遅延剤の使用量を調整して行った結果を示している。いずれの温度環境下でも材齢 3 時間強度と速硬性混和材量の関係は直線関係であり、目標強度を満足するための速硬性混和材添加量は、5℃では 160kg/m³、20℃では 110kg/m³、30℃では

キーワード UHPFRC, 超速硬, 強度特性, 自己収縮, 床版, 補修
連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2
太平洋セメント株式会社 中央研究所 TEL : 043-498-3915

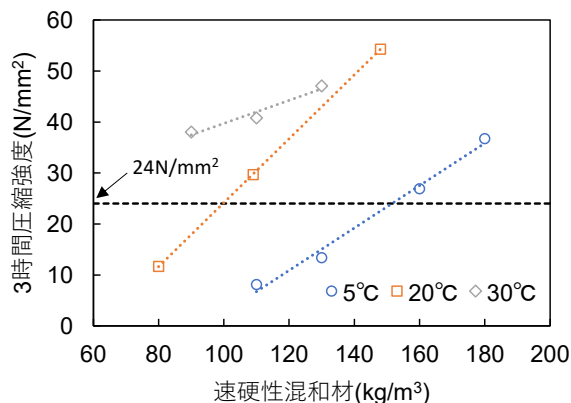


図-1 速硬性混和材と3時間圧縮強度の関係

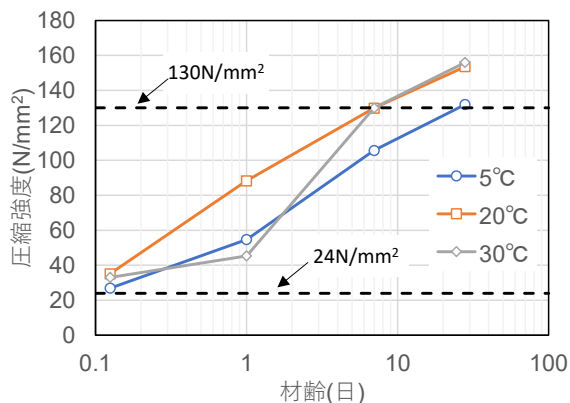


図-3 圧縮強度試験結果

90kg/m³となった。

3.2 フレッシュ性状試験結果

各温度における15打フローの経時変化を図-2に示す。いずれの環境温度でも高性能減水剤および遅延剤の使用量を調整することで、所定の流動性および可使時間を確保することができた。ただし、環境温度30℃では、環境温度5℃および20℃と比較して、高性能減水剤および遅延剤の使用量が多くなった。

3.3 圧縮強度

圧縮強度試験結果を図-3に示す。いずれの環境温度においても、速硬性混和材および遅延剤の量を調整することで、材齢3時間および28日における圧縮強度の目標値を満足したが、環境温度5℃の場合は、材齢7日および28日の圧縮強度が、20℃および30℃の場合よりも小さくなった。これは低温環境下においてセメントの水和の進行速度が遅くなったことによると考えられる。また、環境温度30℃では材齢1日における圧縮強度が45N/mm²程度と最も低くなる結果となった。これは、練混ぜ後の可使時間を確保するために5℃および20℃の場合よりも速硬性混和材量が少なく、遅延剤量が多くなったことが影響した可能性が挙げられる。ただし、材齢7日以降では20℃

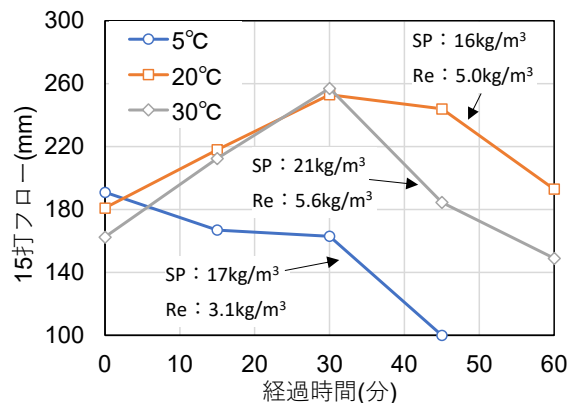


図-2 15打フローの経時変化

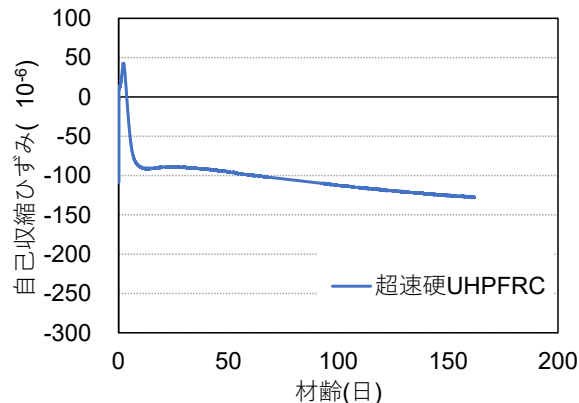


図-4 自己収縮ひずみ

と30℃で同程度の圧縮強度となっていることから、速硬性混和材や遅延剤の使用量が長期的な硬化性状に及ぼす影響は小さいと考えられる。

3.4 自己収縮

自己収縮ひずみの測定結果を図-4に示す。材齢180日で 130×10^{-6} 程度であり、同じ強度レベルであるUHPFRC（例えば2）の 300×10^{-6} 程度と比較して小さい自己収縮ひずみを示した。

4. まとめ

本検討では、超速硬型の特性を有する床版補修向けUHPFRCの各種物性の評価を行った。

- (1) 環境温度に応じて速硬性混和材、減水剤および遅延剤の使用量を調整することで、目標とする可使時間、圧縮強度を確保可能であった。
- (2) 本検討の条件下では、材齢180日で 130×10^{-6} 程度の自己収縮ひずみを示した。

参考文献

- 1) 藤澤ほか：床版の補修・補強を対象としたUHPFRCの施工性および強度特性，土木学会年次学術講演会，Vol76，pp.441-442（2021）
- 2) 海部ほか：超高性能繊維補強コンクリートの化学的および構造特性に関する研究，長崎大学工学研究科研究報告，第48巻，第91号，pp.14-21（2018）