

膨張材，収縮低減剤の添加が超高強度繊維補強コンクリートの収縮・力学特性に及ぼす影響

大成建設 生産技術開発部 正会員 ○橋本 理 正会員 渡部 孝彦
正会員 武田 均 正会員 武者 浩透

1. はじめに

著者らはこれまで、プレキャストセグメント工法の接合部に適用する現場打ちの超高強度繊維補強コンクリート（以下、UFC）について検討を行ってきた。一般的な UFC を接合部に適用した場合、自己収縮が大きいことから、外部拘束に起因するひび割れの発生や UFC の長所である浸水抵抗性が損なわれることが懸念される。本研究では、膨張材（以下、EX）、収縮低減剤（以下、SRA）および両者併用時における UFC の収縮低減効果について検討を行うとともに、EX および SRA の添加が凝結時間や強度、細孔径分布に及ぼす影響を評価した。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

表-1 に使用した EX および SRA を、表-2 に UFC の配合を示す。表中、W は練混ぜ水、P はプレミックス粉体、S は珪砂、F は鋼繊維（直径 0.16mm、長さ 13mm、引張強度 2,700N/mm² 以上）、SP はポリカルボン酸系の高性能減水剤である。表-2 の N は、著者ら¹⁾により早期の強度発現性を高めた UFC 配合であり、その他は N をベースとして、EX および SRA の添加の有無や添加量をパラメータとした配合である。SRA および SP は W の一部として内割置換で使用しており、SP の添加量は所要のフロー値が得られるよう決定した。

(2) 実験方法

練混ぜは 20℃の恒温室内で、二軸強制練りミキサーを使用して行った。フレッシュ性状評価のためフロー試験（JIS R 5210 落下なし）を行い、90 秒後のフロー値が 270±20mm の範囲内であることを確認した後、所定の型枠に打ち込んだ。供試体寸法は、圧縮強度試験用が φ50×100mm、割裂引張強度試験用が φ100×110mm、自己収縮測定用が □100×100×400mm、細孔径分布の試料採取用が φ50×100mm（繊維なし）

表-1 膨張材および収縮低減剤

種類	記号	成分等
膨張材	EX	石灰系早強型膨張材 比表面積 5040cm ² /g, 密度 3.19g/cm ³ JIS A 6202 適合品
収縮低減剤	SRA	低級アルコールアルキレンオキシド付加物, 易溶性, 密度 1.02g/cm ³

表-2 UFC の配合

記号	単位量 (kg/m ³)						
	W	P	EX	S	SRA	F	SP
N	216	1,427	0	650	-	118	21
SR					15		
E15					-		
SRE15		1,412	15		15		23
SRE25		1,405	25				
SRE35		1,395	35				

である。打込みから 24 時間で脱型した後、所定の材齢に達するまで封緘養生（20℃）とした。割裂引張強度試験では、ひび割れ発生時の荷重を測定しひび割れ発生強度（以下、 f_{cr} ）を算出した。また、自己収縮ひずみは供試体中央に打ち込み直後から長さ変化を測定可能な埋込み型ひずみ計を設置して測定を行った（20℃、封緘）。

3. 実験結果および考察

表-3 にフロー試験、凝結試験および材齢 28 日における圧縮強度（以下、 f_c' ）および f_{cr} を示す。凝結の始発時間は SRA を添加すると遅くなり、EX を添加すると早くなった。

図-1 は自己収縮の経時変化を示したものである。材齢 1 年における自己収縮ひずみで比較すると、N は 830μ, SRE35 は 40μ となっており、大幅に自己収縮ひずみが低減された。また、SRE35 に着目すると材齢 100 日以降から僅かに膨張傾向を示している。これは、マトリックス内における未水和の EX が緩やかに水和反応を続けているためと推察される。

キーワード：超高強度繊維補強コンクリート，膨張材，収縮低減剤，自己収縮，圧縮強度，ひび割れ発生強度

連絡先：〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター生産技術開発部 TEL:045-814-7219

表-3 フロー・凝結・強度試験結果

配合	90秒 フロー (mm)	凝結時間 (h-m)		f_c' (N/mm ²)	f_{cr} (N/mm ²)
		始発	終結		
N	269	4-04	6-13	172	6.63
SR	284	5-40	8-14	168	7.20
E15	267	3-54	6-05	168	6.92
SRE15	266	5-26	8-02	166	8.00
SRE25	271	5-03	7-34	171	8.48
SRE35	273	4-48	7-15	176	8.27

図-2 は各配合における f_c' を N の f_c' で除すことにより求めた圧縮強度比を示したものである。材齢 3 日以降, EX の添加量が多い配合ほど f_c' は大きくなっているが, 材齢 28 日以降では N の f_c' の伸びが最も大きく, 材齢 56 日では N の f_c' が最大となった。

図-3 は各配合における f_{cr} を N の f_{cr} で除すことにより求めたひび割れ発生強度比を示したものである。SRE15, SRE25, SRE35 で f_{cr} が N に比べて大きくなった。河野ら²⁾によれば, 収縮ひずみを低減した UFC の f_{cr} が大きくなるのは, 鋼繊維が母材の収縮変形を拘束することにより発生する引張応力が緩和されるためと考察されており, 今回の結果も同様のメカニズムであると考えられる。

図-4 は材齢 28 日の細孔径分布 (3nm-10 μ m) を示したものである。EX の添加量が多い程, 空隙率が大きくなっているが, 表-3 を参照すると材齢 28 日の f_c' では SRE35 が最大となっている。これは, 脱型までの 24 時間の間にケミカルプレストレスが作用し, その影響度合いが空隙率の差を上回ったためと推察される。

4. まとめ

UFC に EX, SRA を添加することで自己収縮ひずみを大幅に低減できることが分かった。また, EX の添加量に応じて空隙率は大きくなるものの, 強度の低下は確認されなかった。

参考文献

- 1) 橋本理ら: 常温環境下での強度発現性を高めた超高強度繊維補強コンクリートの強度発現性状, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, V-387, pp.773-774, 2017
- 2) 河野克哉ら: 超高強度繊維補強コンクリートを用いた RC はりのせん断特性に及ぼす高級アルコ

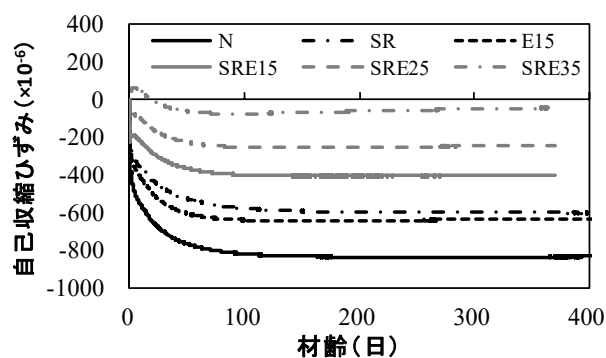


図-1 自己収縮ひずみの経時変化

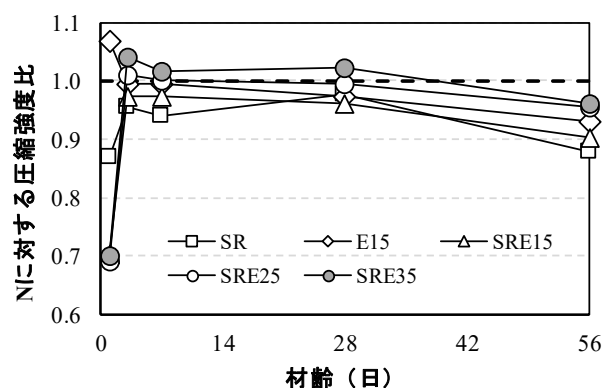


図-2 Nに対する圧縮強度比

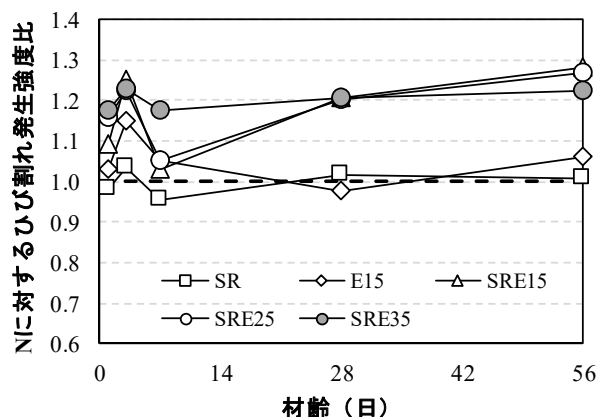


図-3 Nに対するひび割れ発生強度比

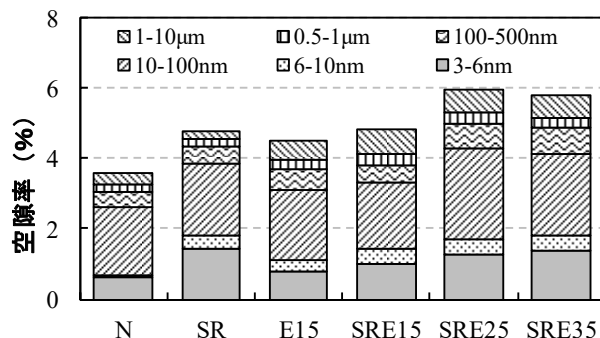


図-4 細孔径分布

ール系収縮低減剤の効果, コンクリート工学年次学術論文集, Vol.34, No.2, pp.1273-1278, 2012