

収縮低減剤を用いたプレキャストコンクリート用高強度モルタルの配合検討

(株) 大林組 正会員 ○川西 貴士
(株) 大林組 正会員 平田 隆祥
(株) 大林組 正会員 高橋 敏樹
(株) フローリック 正会員 西 祐宜

1. はじめに

近年，コンクリート構造物の施工において，生産性向上のニーズが高まる中，プレキャストコンクリート（以下，PCa 部材と呼称）を用いた急速施工事例が増加している．PCa 部材には，薄肉化，耐久性の向上および早期脱型などの目的で，高強度モルタルの使用が求められる．しかし，高強度モルタルは，水セメント比の低減により自己収縮が増大するとともに，部材の薄肉化により乾燥収縮の影響を受け易い．そのため，供用後にひび割れの発生が懸念される．

そこで，本研究では，大型で薄肉の PCa 部材を対象として，収縮低減剤を用いた高強度モルタルの配合検討を行った．本実験で検討した収縮低減剤に関しては，日本建築学会から指針¹⁾が発刊されており，水セメント比が 40% までの収縮低減効果に関する知見がまとめられている．しかし，40% 以下のデータは記載されていない．また，収縮低減剤の混入により，凝結遅延や圧縮強度の低下を招く場合があると指摘している．そこで，収縮低減剤の混入量を変化させた練混ぜ実験を行い，凝結時間や圧縮強度に及ぼす影響と収縮ひずみの低減効果を確認した．

2. 実験概要

実験に使用した材料を表-1 に示す．収縮ひずみの低減を目的として，細骨材には石灰砕砂を使用し，かつ，グリコールエーテル系の収縮低減剤を使用した．また，ひび割れの抑制を目的として有機繊維を混入した．高強度モルタルの配合を表-2 に示す．目標とする圧縮強度は 60N/mm² とし，水セメント比は 28% とした．収縮低減剤の混入量は 5，10 および 15kg/m³ の 3 水準とし，それぞれ練混ぜ水に内割置換した．

練混ぜは公称容量 60L の強制二軸ミキサを使用し，

練混ぜ容量は 50L とした．練混ぜ時間は 3 分とし，繊維投入後さらに 1 分練り混ぜた．

試験項目として，凝結時間，圧縮強度，自己収縮ひずみ（以下，自己収縮と呼称）および長さ変化率（以下，乾燥収縮と呼称）を確認した．目標とするスランプフローは 60cm，空気量は 4.5% とした．20℃ の環境下で練混ぜを行い，練上り温度は 25℃ であった．試験項目の一覧を表-3 に示す．

表-1 使用材料

項目	記号	種類，成分および品質
水	W	水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/m ³
細骨材	S	石灰砕砂 密度 2.68g/m ³ ，吸水率 0.56%，粗粒率 2.47
混和剤	SP	ポリカルボン酸系高性能減水剤
	SR	グリコールエーテル系収縮低減剤
補強繊維	OF	有機繊維

表-2 配合

配合 No.	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m ³)			SP (kg/m ³)	SR (kg/m ³)	OF (vol.%)
			W	C	S			
SR5	28.0	1.66	220	786	1303	10	5	1.3
SR10							10	
SR15							15	

表-3 試験項目

試験項目	準拠規格	備考
凝結時間	JIS A 1147	練上り直後に試料を採取
圧縮強度	JIS A 1108	試験体寸法：φ100×L200mm 試験材齢：7，28日
自己収縮	JCI指針法	測定時期：（初期値：始発） 材齢2,3,7,14,21,28,42,56,91日
乾燥収縮	JIS A 1129 ※レーザー法	測定時期：（初期値：材齢7日） 乾燥開始から7,14,21,28,56,91日

キーワード プレキャストコンクリート，高強度モルタル，収縮低減剤，石灰砕砂，自己収縮，乾燥収縮
連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株) 大林組 技術研究所 生産技術研究部 T E L 042-495-1012

3. 実験結果および考察

凝結試験および圧縮強度試験結果を表-4 に示す。収縮低減剤の混入量の増加に伴い、凝結の始発の遅延が認められた。また、材齢 7 日、28 日ともに収縮低減剤の混入量の増加に伴い、圧縮強度が低下する傾向が認められ、既往の知見と同様な傾向を示した¹⁾。SR15 は、SR5 に比べて圧縮強度が 1 割程度低下した。目標とする圧縮強度を 60N/mm^2 とし、水セメント比を 28% とする場合、収縮低減剤を 15kg/m^3 混入しても十分に強度を確保できることが判った。

自己収縮および乾燥収縮の測定結果を図-1 に示す。自己収縮および乾燥収縮ともに、収縮低減剤の混入量の増加に伴い、収縮ひずみは低減された。特に、自己収縮の低減効果が大きく、SR15 は SR5 に比べて 6 割以上低減した。低水セメント比の場合、自己収縮の増大とともに、単位水量の減少により乾燥収縮の影響は受けにくくなる。そのため、乾燥収縮より自己収縮のひずみの低減効果が大きい結果となったと考える。

材齢 7 日まで湿潤養生とし、その後気中に晒した場合を想定し、材齢 7 日時点の自己収縮に乾燥収縮を加算した値を「合計ひずみ」として算出した。結果を図-2 に示す。SR15 は SR5 に比べて合計ひずみが 6 割程度低減できる可能性があることを確認した。

一般的なコンクリートは、6 か月時点の乾燥収縮の目安や規準が定められている。2007 年制定の土木学会の示方書²⁾には目安として 1000×10^{-6} が限界値として示され、日本建築学会の仕様書³⁾には 8×10^{-4} 以下とするよう記載されている。今回の実験で石灰砕砂を使用し、収縮低減剤を 10kg/m^3 以上入混入することで、合計ひずみにおいても、乾燥開始から 6 か月の段階で 800×10^{-6} を十分に下回る結果が得られた。これにより、高強度モルタルを用いた PCa 部材においても、一般的なコンクリートと同等の収縮量に抑制でき、ひび割れを防止できると考える。

4. まとめ

大型で薄肉のプレキャストコンクリート用に高強度モルタルの配合検討を行った。ひび割れを防止するために石灰砕砂と収縮低減剤を用いた高強度モルタルについて各種試験を行った結果、以下の知見が得られた。

(1) 収縮低減剤の混入量の増加に伴い、凝結の始発が遅くなり、圧縮強度の低下が認められた。

表-4 凝結試験および圧縮強度試験結果

配合No.	凝結時間 (h:min)		圧縮強度 (N/mm^2)	
	始発	終結	材齢 7 日	材齢 28 日
SR5	1:43	4:17	67.8	79.4
SR10	1:50	4:13	64.2	73.6
SR15	2:16	4:08	61.6	71.7

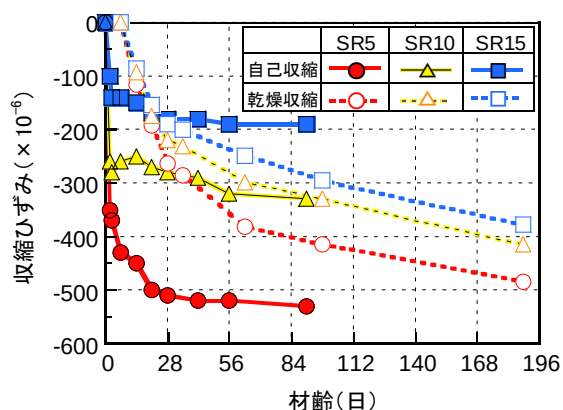


図-1 自己収縮および乾燥収縮の測定結果

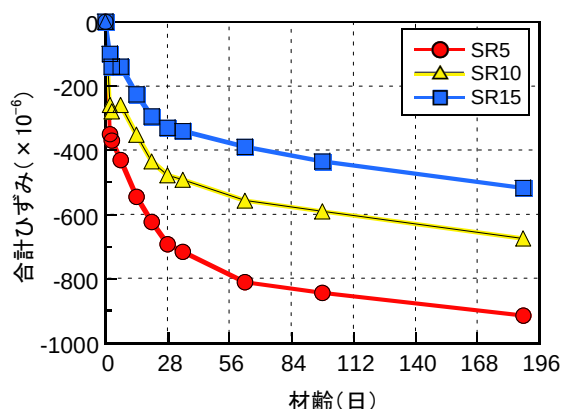


図-2 合計ひずみの算出結果

(2) 収縮低減剤の混入量の増加に伴い、乾燥収縮ひずみおよび自己収縮ひずみともに低減された。特に、自己収縮ひずみの低減効果が大きい。

(3) 一般的なコンクリートと同等の収縮量に抑制でき、ひび割れのないプレキャストコンクリートが製造可能と考える。

参考文献

- 1) 日本建築学会：膨張材・収縮低減剤を使用するコンクリートの調合設計・製造・施工指針（案）・同解説，2017.2
- 2) 土木学会：2007 年制定コンクリート標準示方書[設計編]，2008.3
- 3) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事，2018.7