

PCa 部材接合部への適用に向けた収縮補償高強度コンクリートの開発

清水建設（株） 正会員 ○南 貴大，清水 和昭，田中 博一，高島 英一

1. はじめに

近年，少子高齢化による建設労働人口の減少に伴い，建設業ではより一層の生産性の向上が求められている．生産性向上の一つとして，プレキャスト（以下，PCa）部材が活用されている¹⁾．PCa 部材は，工場で製作するため，現場施工に比べ品質のばらつきが小さく安定した品質で部材を製作できること，鉄筋加工・組立，型枠作業，コンクリートの打込み，養生など現場での作業量を縮減できるメリットがある．

PCa 部材同士の接合部は現場打ちで施工するが，接合部コンクリートには収縮補償コンクリートが使用される場合がある．一方，接合部幅を小さくし現場作業を最小化するため，接合部コンクリートの高強度化が検討されている．高強度コンクリートとした場合，粘性増大による施工性の低下や自己収縮増大によるひび割れ発生リスクが高まる懸念がある．自己収縮低減策の一つとして，膨張材が効果的であることは過去に多くの報告²⁾があるが，収縮補償高強度コンクリートに関する検討は少ないのが現状である．

本報告では，PCa 部材の接合部コンクリートへの適用を目指し，100N/mm²クラスの収縮補償高強度コンクリートの検討を行った結果について報告する．

2. 実験概要

2.1. 使用材料および配合

使用材料を表-1 に示す．セメントには汎用性及びコスト低減のために中庸熟ポルトランドセメントを使用し，粘性低減のためにシリカフュームを5%添加した．また，膨張材については，既往の研究³⁾で高強度領域において石灰系あるいはエトリンガイト・石灰複合系の膨張材を用いた場合，材齢50日程度から再膨張が生じていることが報告されているため，早強性石灰系の膨張材を使用した．

コンクリートの配合を表-2 に示す．材齢28日の圧

縮強度を100N/mm²程度とするため水結合材比は24%とし，膨張材量を，20kg/m³，30kg/m³，40kg/m³の3水準に設定した．混和剤の使用量は，膨張材の単位量によらず一定とした．練混ぜには螺旋アーム式二軸強制練りミキサを使用し，細骨材と混和材，セメントで空練15秒後，水と混和剤を添加し120秒練り混ぜた後，粗骨材を投入し90秒練り混ぜた．1バッチの練混ぜ量は30Lとした．

表-1 使用材料

材料	記号	物性
セメント	C	中庸熟ポルトランドセメント 密度3.21g/cm ³ ，比表面積3120cm ² /g
シリカフューム	SF	密度2.28g/cm ³ ，比表面積18.70m ² /g
膨張材	E	早強性石灰系 密度3.17g/cm ³ ，比表面積5300cm ² /g
細骨材	S	密度2.63g/cm ³ ，吸水率1.78%
粗骨材	G1	密度2.64g/cm ³ ，吸水率0.92%
	G2	密度2.65g/cm ³ ，吸水率0.74%
混和剤	AE	高性能AE減水剤

表-2 コンクリートの配合

記号	W/B	s/a	単位量(kg/m ³)								結合材×(%)
	(%)	(%)	W	C	SF	E	S	G1	G2	AE	
M24-EX20	24.0	45.0	170	653	25	20	697	428	429		1.2
M24-EX30	24.0	45.0	170	643	25	30	697	428	429		1.2
M24-EX40	24.0	45.0	170	633	25	40	697	428	429		1.2

2.2. 試験方法

試験項目，測定方法及び目標値を表-3 に示す．PCa 部材の接合部で使用することから勾配対応できるように練混ぜ直後のスランプは21±2.0 cmとした．また，PCa 部材の接合部については現場施工であり，スランプの経時保持性が必要であるため，練混ぜ60分後のスランプも計測した．

膨張材による圧縮強度の低減の可能性について初期材齢・長期材齢材齢で把握するために圧縮強度試験は，材齢1，7，28，56，91日で実施した．

キーワード PCa 接合部，高強度コンクリート，膨張材，収縮補償
連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 T E L 03-3820-5504

膨張コンクリートの拘束膨張及び収縮試験の JIS A 6202 における A 法に準拠して材齢 7 日における長さ変化率を計測した。

表-3 試験項目，測定方法及び目標値

区分	試験項目	測定方法	目標値	備考
フレッシュ	スランプ(cm)	JIS A 1101	21±2.0	60分経時保持
	空気量(%)	JIS A 1128	2.0以下	—
	コンクリート温度(℃)	JIS A 1156	—	—
硬化	圧縮強度 (N/mm ²)	JIS A 1108	100 程度	標準水中養生 材齢1,7,28,56,91日
	拘束膨張試験 (×10 ⁻⁶)	JIS A 6202	150～250	収縮補償

3. 実験結果

3.1. フレッシュ性状

スランプ, 空気量, コンクリート温度の測定結果を表-4 に示す. いずれにおいても練混ぜ直後のスランプは目標とする 21±2 cmを満たしており勾配に対応可能であること, また, 60 分後のスランプロスは比較的小さく, 十分な経時保持性があることが確認された。

表-4 フレッシュ性状

配合	練直			60分経時		
	スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)	スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)
M24-EX20	19.5	1.8	25.3	18.5	1.7	24.7
M24-EX30	21.0	2.0	24.5	20.0	1.8	23.2
M24-EX40	20.0	1.8	25.2	17.5	1.1	24.5

3.2. 圧縮強度

圧縮強度の測定結果を図-1 に示す. いずれにおいても材齢 28 日における圧縮強度は 100N/mm²程度であり所定の目標を満足した. また, 膨張材量によらず圧縮強度は同等であり, 今回の検討した膨張材量の範囲においては, 圧縮強度に与える膨張材の影響はほとんどないものと考えられる。

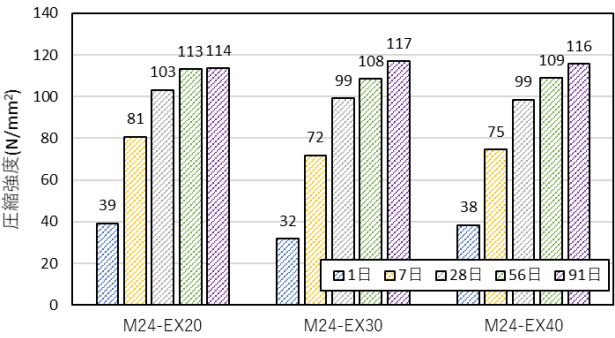


図-1 圧縮強度

3.3. 拘束膨張量

拘束膨張試験の結果を図-2 に示す. 材齢 7 日における長さ変化率は, M24-EX20 で 43×10⁻⁶, M24-EX30 で 200×10⁻⁶, M24-EX40 で 338×10⁻⁶であり, 膨張材量の増加によって長さ変化率が直線的に大きくなる傾向が認められた. 収縮補償コンクリートの長さ変化率の範囲は 150×10⁻⁶以上 250×10⁻⁶以下であることから, 今回の検討範囲では, 収縮補償コンクリートとなる膨張材量は 30kg/m³であると考えられる。

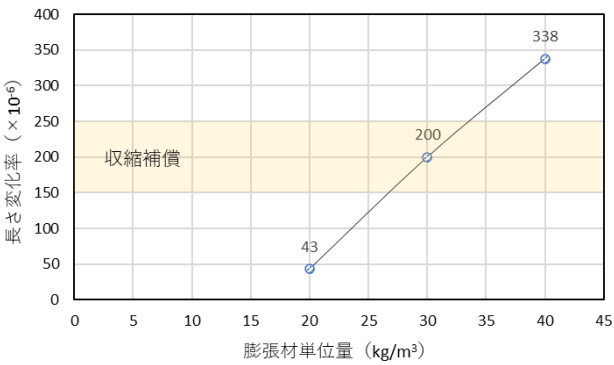


図-2 膨張材量と長さ変化率の関係（材齢 7 日）

4. まとめ

PCa 部材の接合部コンクリートへの適用を目指し, 100N/mm² クラスの高強度領域における収縮補償コンクリートの検討を行った結果, 膨張材量を 30kg/m³とすることで, 所定の施工性, 圧縮強度を満足する収縮補償高強度コンクリートが実現可能であることが明らかとなった。

参考文献

1) 国土交通省：土木構造物設計ガイドライン, 平成 31 年 3 月
<https://www.mlit.go.jp/common/001285058.pdf>

2) 谷村充, 兵頭彦次, 大森啓至, 佐藤良一：高強度コンクリートの収縮応力の低減化に関する実験的検討,コンクリート工学年次論集, 2001, 23(2), p.1075-1080

3) 郭度連, 谷村充, 佐竹紳也, 柴垣昌範：膨張材による超高強度コンクリートの収縮低減, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.1, 2008.