

膨張材を添加した高流動コンクリートの基礎的検討

太平洋マテリアル（株）正会員 ○倉形 公悦

太平洋マテリアル（株）正会員 長塩 靖祐

太平洋マテリアル（株）正会員 竹下 永造

1. はじめに

近年、建設現場の生産性向上が掲げられており、各方面において様々な取り組みが行われている。生産性向上の一つの試みとして、高流動コンクリートの使用が挙げられると考えられる。高流動コンクリートの使用は打込み、締固めの省力化に貢献でき、生産性向上にも寄与できると思われる。しかしながら、高流動コンクリートは一般的に粉体量が多くなることから、硬化収縮や乾燥収縮などの収縮ひび割れが懸念される。その改善策の一つとして膨張材の使用が考えられる¹⁾が、高流動コンクリートに膨張材を使用した場合について、膨張材の添加量や圧縮強度に及ぼす影響などの検討例はほとんど認められない。

そこで本研究は高流動コンクリートに膨張材を使用した場合の特性について基礎的検討を行ったものである。

2. 試験概要

(1) コンクリートの使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント(C, 密度:3.16g/cm³)を、細骨材には静岡県産山砂(S, 表乾密度:2.59g/cm³)、粗骨材には茨城県産砕石(G, 表乾密度:2.65g/cm³)、膨張材には石灰系低添加型膨張材(標準添加量:20 kg/m³) (EX, 密度:3.16g/cm³)、混和剤にはポリカルボン酸エーテル系の高性能 AE 減水剤 (Ad1) を AE 剤にはロジン系の界面活性剤 (Ad2) を使用した。

(2) コンクリート配合

コンクリート配合を表-1に示す。コンクリートの配合設計は、土木学会「高流動コンクリートの配合設計・施工指針[2012年版]、以下、指針」に記載されているランク 2 の規格を目標に設計した。材齢 28 日の目標強度としては 60N/mm²とした。コンクリートの配合は、膨張材が使用していない水準 (PL)、セメント置換で膨張材の標準添加量である 20kg/m³ (EXin20) と膨張材量を 25kg/m³とした水準 (EXin25)に加え、水セメント比 35%で 60N/mm²を超えるような高強度コンクリートで膨張材を添加した際に、圧縮強度が PL に比べ低下した事が確認された報告²⁾もあることから、セメント量確保を目的に、細骨材置換で標準添加量の 20kg/m³ (EXout20) と 25kg/m³に増やした (EXout25) 計 5 水準とした。スランプフローは 650±50mm、空気量は 4.5±1.5%となるように P (=C+EX) に対し、高性能 AE 減水剤および AE 剤を添加した。

表-1 コンクリート配合

	W/P	単位量 (kg/m ³)						
		W	C	EX	S	G	Ad 1	Ad 2
PL	35.0	170	486	-	796	859	4.86	0.97
EXin20	35.0	170	466	20	796	859	4.86	0.97
EXin25	35.0	170	461	25	796	859	4.86	0.97
EXout20	33.6	170	486	20	780	859	5.06	1.01
EXout25	33.3	170	486	25	775	859	5.11	1.02

(3) 試験項目

フレッシュ性状として、スランプフロー (JIS A 1150 に準拠)、500 mmフロー到達時間 (JSCE-F 516 に準拠)、空気量 (JSCE-F 513 に準拠) と凝結時間 (JIS A 1147 に準拠) を実施した。また、膨張材添加量が多い EXin25、EXout25 と比較用の PL については、ボックス形容器 (障害 R2) による充填試験 (JSCE-F 511 に準拠)、V ロートを用いた流下試験 (JCSE-F 512 に準拠) を実施した。拘束膨張ひずみは、JIS A 6202 附属書 B (参考) A 法とし、測定材齢は 1, 2, 7 および 14 日で実施した。硬化性状は圧縮強度試験 (JIS A 1108 に準拠) を材齢 7, 28 日で実施した。

3. 試験結果

(1) フレッシュ性状

フレッシュ性状の結果を表-2に示す。スランプフローは目標値を満足する結果となった。膨張材を使用すると、

キーワード 膨張材, 高流動コンクリート, 高強度, 拘束膨張率, 圧縮強度

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋マテリアル(株) TEL 043-498-3921

500 mmフロー到達時間や流下時間は、やや早くなる傾向にあったが、指針のランク2の目標値内であった。充填試験は、測定したすべての水準で目標値である 300 mm以上を満足し、膨張材の有無による違いはなかった。

(2)凝結試験

凝結試験の結果を図-1に示す。膨張材を使用すると、PLと比較して、凝結時間が早くなる傾向にあった。EXout25はPLよりも1時間程度早くなる結果となった。

(3)拘束膨張試験

拘束膨張試験の結果を図-2に示す。材齢7日において、膨張材を添加したすべての水準が収縮補償コンクリートの範囲内 ($150 \sim 250 \times 10^{-6}$) となった。また膨張材のセメント置換と細骨材置換による違いは認められなかった。ただし、標準添加量となる 20 kg/m^3 では、 150×10^{-6} をやや超える結果となったことから、高流動コンクリートで高強度となる場合、例えば収縮補償の範囲の中心値 (200×10^{-6}) を得るためには、膨張材の添加量として 25 kg/m^3 程度必要となる可能性もあることが伺えた。従って、膨張材の添加量は試し練り等によって適切にその量を確認する必要があると考えられる。

(4)圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を図-3に示す。すべての水準で、材齢28日の目標強度である 60 N/mm^2 を超える結果となった。材齢7、28日の結果から、膨張材をセメントに置換した水準は、PLに対し両材齢共に5~10%程度、圧縮強度が低くなる結果となった。一方、膨張材を細骨材に置換した水準では、膨張材の添加量に関わらず、PLと同等となった。

本研究のような高流動コンクリートで高強度となる場合に膨張材を適用する際、膨張材の添加については本結果の範囲内となるが、拘束膨張ひずみと圧縮強度の両者を確保するには、セメント置換ではなく細骨材置換で使用することが好ましいと考えられた。

4. まとめ

高流動コンクリートに膨張材を使用した場合の特性について基礎的検討を行った。その結果、フレッシュ性状、拘束膨張ひずみおよび圧縮強度の特性について把握した。

【参考文献】

(1)谷村, 市村, 兵頭, 下山, 石森: 膨張材を混和した高強度コンクリートの自己収縮特性, 土木学会第55回年次学術講演会, V-280, pp.560-561, 2000

(2)松本, 谷村, 佐竹: 水セメント比の異なる膨張コンクリートの基礎的性状, 日本建築学会学術講演梗概集(関東), pp.223-224, 2006

表-1 コンクリートの配合

	スランブ フロー (mm)	フロー 到達時間 (秒)	流下 時間 (秒)	充填 試験 (mm)
PL	640×635	10.8	11.9	325
EXin20	695×675	6.7	—	—
EXin25	695×690	7.6	10.5	335
EXout20	700×680	7.9	—	—
EXout25	680×660	7.5	8.7	340

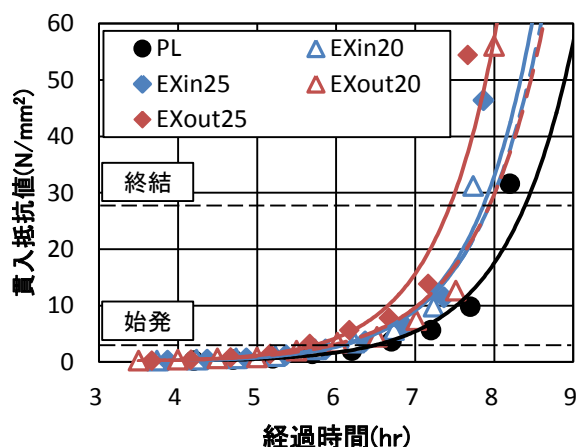


図-1 凝結試験結果

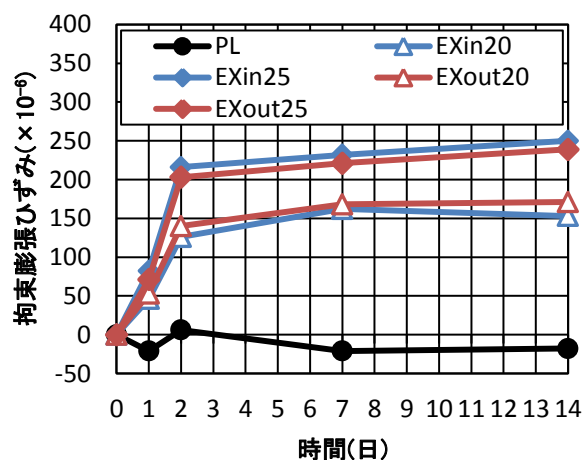


図-2 拘束膨張ひずみ

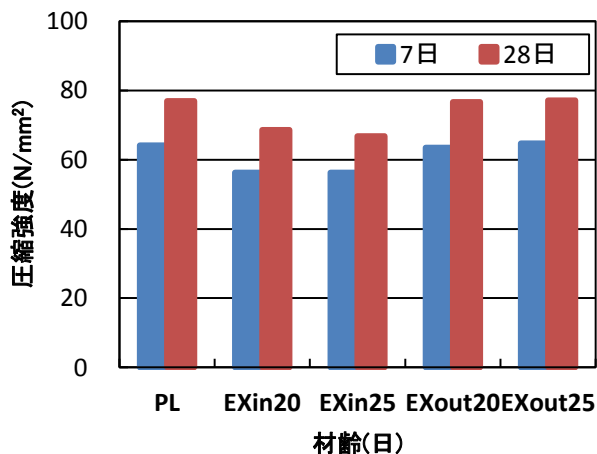


図-3 圧縮強度結果