

早強セメントと早強型膨張材を併用したコンクリート製品に関する研究

東海大学 学生会員 ○平部 一樹
 東海大学 学生会員 飯塚 拓也
 鶴見コンクリート(株) 正会員 丸山 貴吉
 東海大学 正会員 伊達 重之

1. 目的

コンクリート製品は締め作業に伴う騒音対策や打設時の省人化だけでなく、初期欠陥の少ない密実なコンクリートを打設できることから、高流動コンクリートの採用が増加しているが、水結合材比が小さく自己収縮が大きくなることや、ケミカルプレストレス導入による外圧強度の確保などから膨張材を用いる場合が多い。

一方、製造面ではコスト削減ならびに生産効率の向上から、製造工程を1日2回転以上とする場合があるが、脱型強度確保を目的とした過度な養生温度の上昇はコンクリート製品の耐久性低下を招く恐れがある。本研究は、コンクリート製品の早期強度確保に早強セメントを用いた場合における各種膨張材の膨張量について検証した。

2. 実験概要

(1) 使用材料と配合

本研究で使用した材料を表-1に示す。膨張材は、早強ポルトランドセメントとの併用により短時間材齢での強度促進効果が大きい²⁾とされる早強型石灰系膨張材と、高炉スラグの反応により石膏が消費され、膨張量の減少³⁾が懸念される従来型エトリンガイト系膨張材の2種類を比較することとした。

配合は表-2に示す。エトリンガイト系(E1-50)を基準に石灰系の添加量およびW/Bを変えた。石灰系蒸気養生の設定を図-1に示す。なお、材齢の起点は注水時とした。

(2) 試験

拘束膨張率の供試体に用いた拘束器具を図-2に示す。拘束膨張率の測定は、打設直後から脱型までの極初期のひずみを精度良く計測する必要があることから、拘束器具の拘束棒中央位置(上下2箇所)に貼り付けたひずみゲージにより測定を行った。

3. 結果

圧縮強度の試験結果を図-4に示す。圧縮強度は結合材量の多い順で大きく、強度発現速度はほとんど同程度で

表-1 使用材料

材料名	記号	物性値他
早強セメント	C	密度 3.14 g/cm ³
高炉スラグ微粉末	BFS	密度 2.89 g/cm ³
エトリンガイト系膨張材	Ex1	密度 2.93 g/cm ³
早強型石灰系膨張材	Ex2	密度 3.19 g/cm ³
細骨材 (川砂)	S	密度 2.63 g/cm ³
粗骨材 (碎石)	G	密度 2.61 g/cm ³

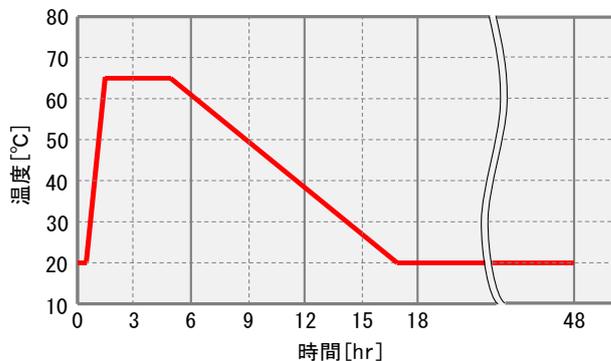


図-1 養生温度の設定

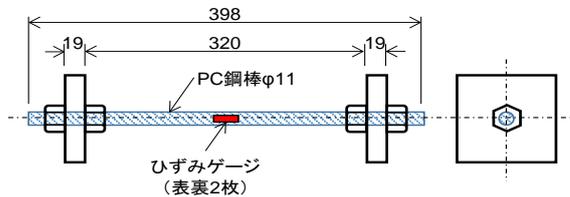


図-2 拘束器具

表-2 コンクリートの配合

No.	SL.Flow (cm)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
				W	HPC	BFS	Ex1	Ex2	S2	G2	Ad
E1-50	50	29.4	47	168	261	261	50	-	768	860	6.01
E2-50							-	50	770	862	6.01
E2-35							-	35	770	861	5.72
E2-35-35		35	48		223	223	-	35	825	886	4.80

キーワード コンクリート製品, 蒸気養生, 膨張材, 早強ポルトランドセメント

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学工学部土木工学科 TEL0463-58-1211

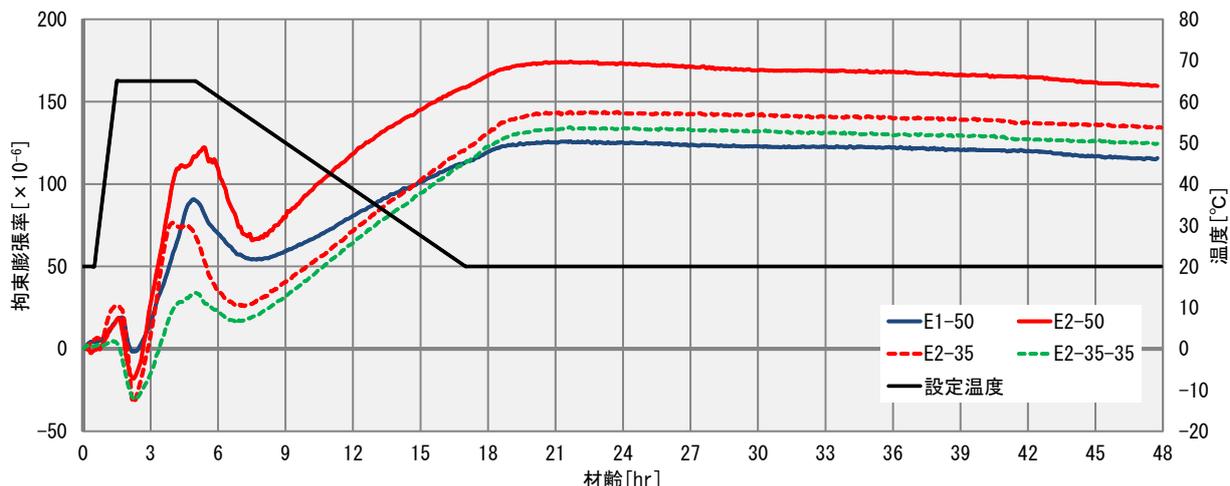


図-3 高流動コンクリートの拘束膨張率

あった。また、基準配合 E1-50 の圧縮強度と同程度となる石灰系膨張材は E2-50 となり、同量の添加量が必要となる結果となった。また、W/B が同じで添加量の違う E2-50 と E2-35 を比較すると強度が 5~10N/mm²程度増加し、明らかな強度促進が見られた。なお、コンクリート製品の脱型強度は一般に 15N/mm²程度必要であるが、W/B=35% (E2-35-35)の配合でも満足することができた。

次に、材齢 2 日までの拘束膨張率と材齢の関係を図-3 に示す。最大膨張ひずみの発生は材齢 20 時間あたりで発生し、基準配合であるエトリングイト系(E1-50)の膨張速度は石灰系膨張材よりも遅く、最大ひずみは 128μとなった。この値は石灰系膨張材で行っているどのケースよりも低い結果となった。

また、図-5 に膨張材の添加量と最大拘束膨張率の関係を示す。膨張材の添加量が増加するに連れて拘束膨張率は増加することが確認できた。また、その膨張量は添加量が同量であればエトリングイト系よりも石灰系の方が大きいことが分かった。

4. まとめ

- 1) 早強ポルトランドセメントに膨張材を添加することで強度発現の促進効果が見られる。
- 2) 早強ポルトランドセメントに膨張材を添加すると拘束膨張率の増加が見られ、膨張量は添加量が同量であればエトリングイト系よりも石灰系の方が大きい。

参考文献

- 1) 辻幸和, 佐久間隆司, 保利彰宏: 高性能膨張コンクリート, 技法堂, 2008
- 2) 佐久間隆司, 辻幸和, 石森正樹: 早強型膨張材の配合設計と適用性に関する研究, コンクリート工学論文集, Vol. 16, No. 1, pp. 67-75, 2005. 1
- 3) 膨張コンクリートによる構造物の高機能化/高耐久化に関するシンポジウム, 日本コンクリート工学協会, 2003

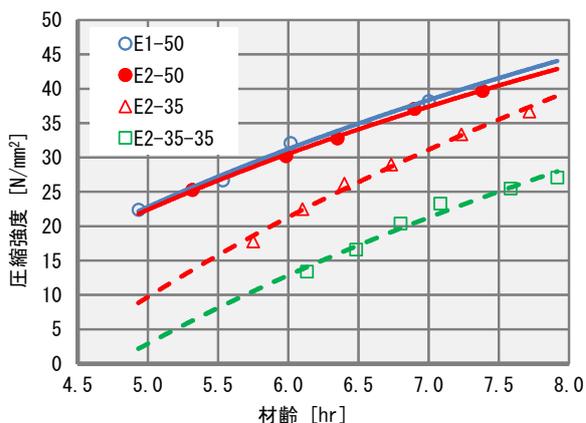


図-4 圧縮強度

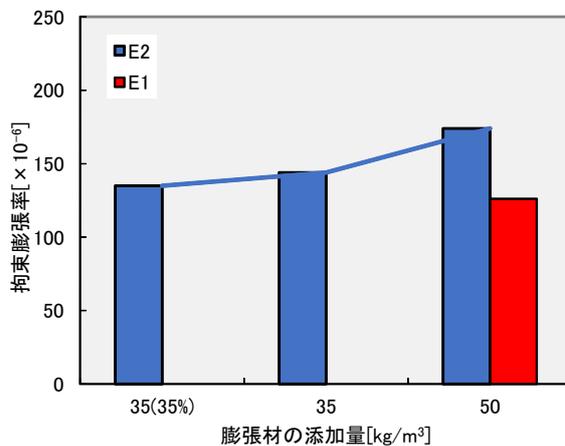


図-5 膨張材の添加量と最大拘束膨張率