

広島大学 学生員 橋本 聖三
 広島大学 正会員 田澤 栄一
 広島大学 正会員 宮沢 伸吾
 広島大学 佐藤 剛
 広島大学 学生員 三浦 智哉

1. はじめに

セメントペーストの自己収縮 (Autogenous Shrinkage) は水結合材比を小さくすると極めて大きくなることは既に報告している¹⁾。一方、コンクリート構造物の耐久性の向上を目的として、高炉セメントの使用が近年増加しており、またマスコンクリートの発熱低減を目的として、高炉スラグ微粉末を多量に混入した二成分系や三成分系の低発熱セメントを用いる場合がある。本研究ではセメントペーストの自己収縮に及ぼす高炉スラグ微粉末の影響について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

表1に示すように高炉セメントB種(スラグ混入率48%)及び低熱型高炉セメントC種(スラグ混入率70%)、比較用に普通ポルトランドセメントを使用した。また、表2に示すように粉末度の異なる(3380, 4060, 8360 cm^2/g)3種類の高炉スラグ微粉末を置換率0, 25, 50, 70, 90%で混入した。高炉スラグ微粉末には SiO_2 換算で含有率が約2%になるように2水せつこうを添加した。また、水結合材比25%の場合のみナフタリン系高性能減水剤を固形分で0.75%添加した。

2.2 自己収縮ひずみの測定方法

セメントペーストを図1に示すような発泡スチロール製の型枠に打ち込み、水分の蒸発を防ぐためにビニールシートで表面を覆いダイヤルゲージにて凝結時から材令24時間までの自己収縮を測定した。長期にわたる測定では、セメントペーストを鋼製型枠に打設後材令24時間で脱型し、直ちにアルミ泊粘着テープ(厚さ0.05mm)で全面シールし、両側面に貼り付けたコンタクトチップを用いて測定した。

2.3 硬化収縮率の測定方法

300cc三角フラスコにセメントペーストを20~30g程度打ち込み直ちに水を加え、試験中に浸透していく水量を上部にセットしたピペットの目盛りより経時的に測定し、水和に伴う硬化収縮率とした。

3. 実験結果及び考察

図2は、水セメント比が0.40の場合の硬化収縮率を示したものである。低熱高炉セメントC種では硬化収縮率が小さく水和反応速度が小さいことを示している。図3は、水セメント比0.40の場合について、普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種、及び低熱高炉C種を用いたセメントペーストの自己収縮ひずみの測

表1 セメントの物理的性質

項目	種類	普通ポルトランドセメント	高炉セメントB種	低熱高炉セメントC種
比重		3.15	3.04	2.99
比表面積(cm^2/g)		3260	3780	4060
水分(%)		28.5	29.2	30.8
凝結	始発(h-min)	2-21	3-20	4-31
	終結(h-min)	3-25	4-37	6-53
安定性		良	良	良
圧縮強さ(kgf/cm^2)	3日	167	133	67
	7日	278	230	144
	28日	491	423	265

表2 高炉スラグ微粉末の性質

粉末度(cm^2/g)	比重	化学分析(%)							塩基度
		SiO_2	Al_2O_3	FeO	CaO	MgO	S		
3380	2.90	34.6	13.9	0.2	42.7	5.9	0.8	1.81	
4060	2.90	34.4	14.1	0.2	42.8	6.1	0.8	1.83	
8360	2.90	34.2	13.9	0.2	42.7	6.1	0.8	1.83	

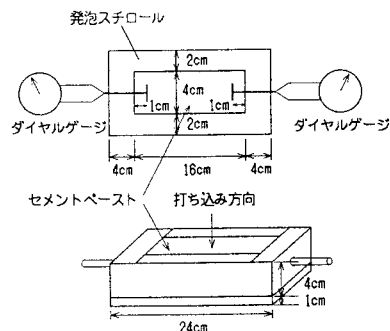


図1 自己収縮ひずみの測定方法

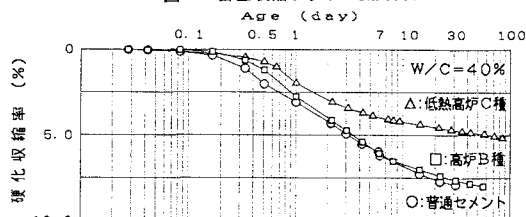


図2 硬化収縮率に及ぼすセメントの種類の影響

定結果を示したものである。いずれの高炉セメントも、普通セメントと比べて長期材令での収縮速度が大きくなった。特に、低熱高炉C種は3ヶ月で 1800×10^{-6} 程度と極めて大きな自己収縮ひずみを生じた。従って、硬化収縮率と自己収縮ひずみには一定の相関関係は認められず、自己収縮は反応率のみならず硬化体組織の違いの影響を大きく受けると言える。図4は粉末度が $8360 \text{ cm}^2/\text{g}$ の高炉スラグ微粉末を混入したセメントペーストの水結材比0.40及び0.25における硬化収縮率を示したものである。混入率が90%のものがブレンより硬化収縮率が小さくなっており、反応速度が遅いことがわかる。図5は、高炉スラグ微粉末(粉末度 $8360 \text{ cm}^2/\text{g}$)を混入したセメントペーストの打ち込み直後からの自己収縮ひずみの測定結果である。水結材比が0.40のものでは高炉スラグ微粉末の混入により自己収縮ひずみは増大しており、水結材比が0.25のものでは凝結直後から大きな自己収縮ひずみを生じている。図6より、高炉スラグ微粉末の粉末度が $3380 \text{ cm}^2/\text{g}$ の場合には混入率の増加とともに自己収縮ひずみが若干減少しているのに対し、 $4060 \text{ cm}^2/\text{g}$ 以上の場合混入率が50~70%で自己収縮ひずみが最大になっている。図7に示すように、粉末度の高い高炉スラグ微粉末を混入すると細孔径が小さくなり、自己収縮ひずみが大きくなった原因と考えられる。

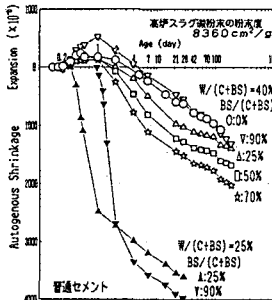


図5 自己収縮に及ぼす高炉スラグ微粉末の影響

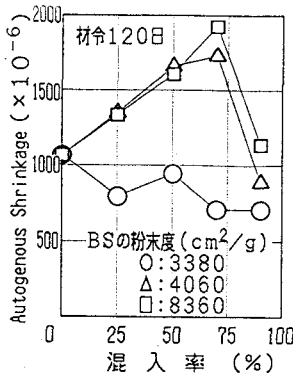


図6 自己収縮に及ぼす高炉スラグ微粉末の影響

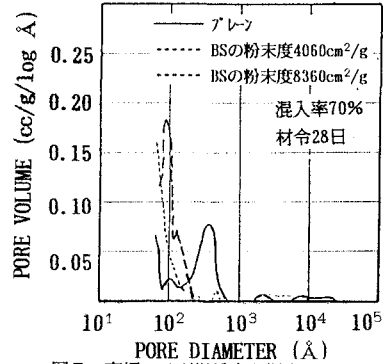


図7 高炉スラグ微粉末を混入したセメントペーストの細孔径分布

4. まとめ

高炉セメントB種及び低発熱型高炉セメントC種を用いたセメントペーストの自己収縮ひずみは、普通セメントを用いた場合と比べて著しく大きくなった。また、粉末度の高い高炉スラグ微粉末を混入することによりセメントペーストの自己収縮ひずみは増大し、混入率が50~70%で最大となった。

【謝辞】本研究の一部は、平成4年度の文部省科学研究費補助金及びセメント協会研究奨励金により行われた。記して感謝の意を表す次第である。

【参考文献】1) Ei-ichi Tazawa and Shingo Miyazawa: AUTOGENOUS SHRINKAGE CAUSED BY SELF DESICCATION IN CEMENTITIOUS MATERIAL, 9th International Congress on the Chemistry of Cement, New Delhi, pp. 712-718, 1992.11

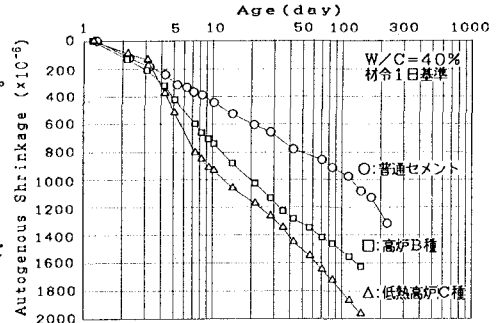


図3 自己収縮に及ぼすセメントの種類の影響

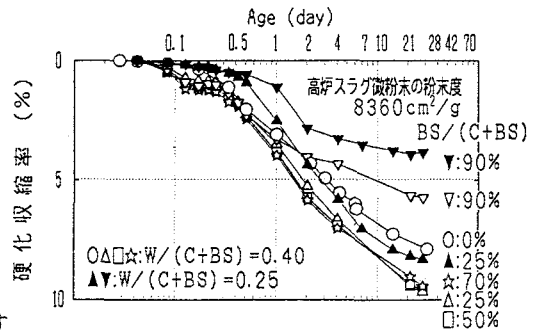


図4 硬化収縮率に及ぼす高炉スラグ微粉末の影響