

高炉水砕スラグ粉末及びフライアッシュのASR長期抑制効果

愛知工業大学 学生員 皿井 剛典
愛知工業大学 正会員 岩月 栄治
愛知工業大学 正会員 森野 奎二

1. はじめに

アルカリシリカ反応(ASR)による膨張抑制を目的として、現在最も多く行われている方法は、高炉水砕スラグ粉末等の混和材の使用である。しかし、ASRは長期間にわたることから、混和材の抑制効果についても長期間のデータの蓄積が必要である。本研究は、反応性鉱物としてシリカ鉱物を用い、混和材として高炉水砕スラグ粉末及びフライアッシュを混入したモルタルバーの貯蔵13年における膨張率測定を行い、それらの長期間の膨張抑制効果について検討した。

2. 実験方法

使用したモルタルバーは1984年にASTM C227に準じて作製したもので、形状は28×28×286mmである。反応性骨材として、鹿児島県硫黄島産の赤色を呈したクリストパライト、トリジマイト及びオパールからなる極めて反応性の高い鉱物(以下シリカ鉱物と称す)を用いた。ASTM C289化学法の試験結果は「潜在的有害」となり、JIS A 5308では「無害でない」に区分される。非反応性骨材は矢作川川砂を用いた。表-1に使用骨材の比重、吸水率、化学法試験結果を示す。シリカ鉱物の骨材に対する混入比は5, 10, 15, 20, 25, 30及び100%である。セメントは普通ポルトランドセメント(アルカリ量、Na₂O換算0.81%)を使用した。混和材はセメントと置換して用い、置換率は高炉水砕スラグ粉末では50, 70, 90%、フライアッシュでは20, 30, 40%である。表-2に各混和材の物理化学的性質を示す。混和材置換によるアルカリ量の低下についてはNaOH(1級試薬)を添加して調整(混和材のアルカリ量は無視)した。貯蔵は底部に水を入れた密閉容器を用い、それを8ヶ月までは38℃の恒温室内、以後は実験室内(約10～25℃)に設置した。

表-1 使用骨材の比重、吸水率、化学法試験結果

骨 材	比重	吸水率 (%)	化学法(mmo/l)		構 成 鉱 物
			Sc	Rc	
シリカ鉱物	1.88	14.7	1202	335	クリストパライト、トリジマイト、オパール
矢作川川砂	2.55	0.65	19	103	石英、長石、雲母

表-2 高炉水砕スラグ粉末及びフライアッシュの物理化学的性質

混 和 材	比重	比表面積 cm ² /g	化 学 成 分 (%)								
			Igloss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
高炉水砕スラグ粉末	2.90	3750	—	33.9	14.0	0.75	42.4	5.6	—	0.31	0.35
フライアッシュ	2.21	3220	1.8	56.0	29.0	4.2	4.4	2.0	0.7	—	—

3. 結果及び考察

3.1 シリカ鉱物混入モルタルバーの膨張挙動

図-1にシリカ鉱物混入モルタルバーの貯蔵13年間の膨張挙動を示す¹⁾。シリカ鉱物混入率5%のみが貯蔵13年を経過しても膨張を示している。このことから、ペシマムの状態²⁾では長期にわたって膨張が継続することがわかる。

3.2 高炉水砕スラグ粉末によるASR長期抑制効果

図-2に高炉水砕スラグ粉末を混入したシリカ鉱物混入モルタルバーの膨張挙動を示す。高炉水砕スラグ粉末50%置換では、シリカ鉱物混入率5%の貯蔵13年時の膨張率は0.075%であり、十分に膨張抑制されているが、現在でも若干ではあるが膨張を示している。また、高炉水砕スラグ粉末70%及び90%置換では、シリ

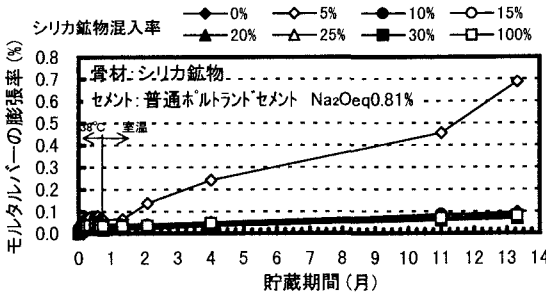


図-1 シリカ鉱物混入モルタルバーの貯蔵13年間の膨張挙動

カ鉱物混入率5%の膨張率は0.05~0.06%であり、更に膨張抑制されており、また膨張収束傾向を示している。これらのことから、ベシマムでは高炉水砕スラグ粉末の置換量が50%であっても、長期にわたって膨張が継続すると考えられる。しかし、それらは0.1%以下である。

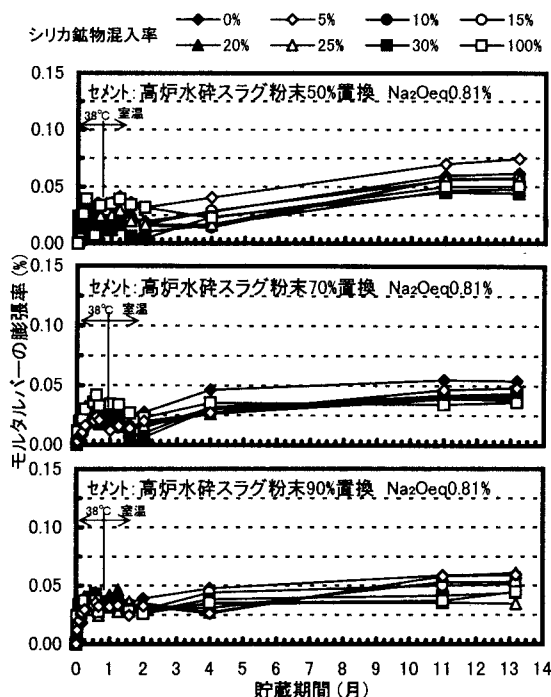


図-2 高炉水砕スラグ粉末を混入したシリカ鉱物混入モルタルバーの貯蔵13年間の膨張挙動

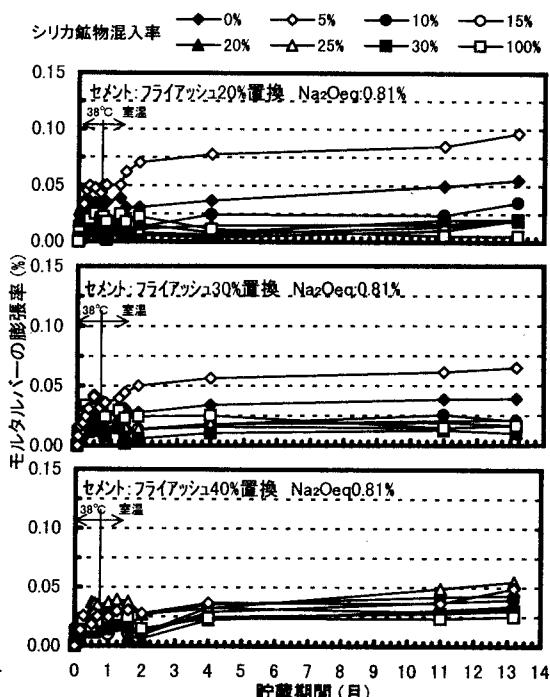


図-3 フライアッシュを混入したシリカ鉱物混入モルタルバーの貯蔵13年間の膨張挙動

3.3 フライアッシュによるASR長期抑制効果

図-3にフライアッシュを混入したシリカ鉱物混入モルタルバーの膨張挙動を示す。フライアッシュ20%置換では、シリカ鉱物混入率5%の貯蔵13年時における膨張率は0.097%であり、今後も膨張が継続する傾向にある。また、フライアッシュ30%置換でも、シリカ鉱物混入率5%では膨張率0.065%であり、わずかではあるが膨張傾向を示している。図-4に貯蔵13年時の膨張率と混和材置換率との関係を示す。

ベシマム状態であるシリカ鉱物混入率5%と比較すると、高炉水砕スラグ粉末の方が大量に使用することが可能なので、フライアッシュよりも抑制効果が高いといえる。

4. まとめ

モルタルバーの貯蔵13年間の膨張率測定結果から次のことがいえる。①反応性の高いシリカ鉱物を用いた場合でも、ベシマム以外は膨張は起こらなかった。②ただし、ベシマム状態では、本実験で使用した高炉水砕スラグ粉末50%置換、フライアッシュ30%置換においては長期間にわたり微少(貯蔵13年目で0.1%以下)ではあるが膨張が継続した。

【参考文献】

1) 岩月栄治、森野奎二：長期間貯蔵したアルカリ骨材反応供試体の膨張、微細構造及び強度性状、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.1, pp.849~854, 1996

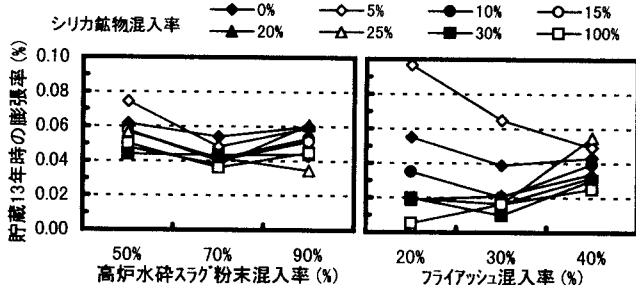


図-4 貯蔵13年時のモルタルバー膨張率と混和材置換率の関係