

ASR膨張の水ガラスカレットによる検討

愛知工業大学 学生会員 ○関口 達也
 愛知工業大学 正会員 岩月 栄治
 愛知工業大学 フェロー会員 森野 奎二

1. はじめに

ASRの膨張は、反応生成物の $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ (シリカ・アルカリ比)によって異なり、この比率によって、粘性や流動性が異なり、コンクリートの膨張量も異なるといわれている¹⁾。このことは、ASRのメカニズムを検討する上で重要であるが、天然の反応性骨材を用いた実験では、これらの生成物の性質を把握することは容易でない。

そこで、ASRのモデル材料として $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ の異なる水ガラスカレット(以下カレット)及びパイレックスガラスを用いてモルタルバーを作製し、膨張率と $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ の関係を調べた。また、カレットに含まれている Al_2O_3 の含有量によってモルタルの膨張量に違いが現れたことから、カレットに含まれる Al_2O_3 の含有量とモルタルの膨張率についても、比較・検討した。

2. 実験方法

2.1 使用材料

使用材料を表1に示す。セメントは、セメント協会のASR研究用普通ポルトランドセメント(Na_2O 等量0.55%)を用いた。骨材は、化学法とモルタルバー法ともにも無害と判定される粒径0.15~0.075mmの光学硝子用珪砂を用いた。この珪砂と混合して用いる反応性物質は、 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ の異なる9種類のカレットと、比較用にパイレックスガラス(No. 7440)を用いた。反応性物質の化学組成を表2に示す。

2.2 モルタルバーの作製方法

モルタルの配合は、セメント:(カレット+珪砂)の比を1:2.25とし、W/Cは70%とした。カレットはセメント質量の5%を内割りで混入した。モルタルのアルカリ量は、セメントの0.55%と、NaOH試薬を添加して0.70%とした。供試体寸法は28×28×140mmとし、両端に膨張率測定用のゲージプラグを埋め込んだ。供試体の貯蔵は、温度40℃、湿度RH95%以上とした。

3. 結果及び考察

カレットを混入したモルタルの膨張挙動を図1に示す。図では、アルカリ量0.55%と0.70%のいずれにおいても同じ傾向を示している。すなわち、 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 2.6

表1 使用材料

種類	性質	
普通ポルトランドセメント	密度3.15(g/cm ³)、Na ₂ O等量0.55%	
光学硝子用珪砂	密度2.65(g/cm ³)、粒径0.3mm以下	
水酸化ナトリウム	特級試薬	
水ガラスカレット SiO ₂ /Na ₂ Oの異なる9種類	Na ₂ O・1.2 SiO ₂	粒径0.3～ 0.15mm に調整して 使用
	Na ₂ O・2.6 SiO ₂	
	Na ₂ O・2.9 SiO ₂	
	Na ₂ O・3.4 SiO ₂	
	Na ₂ O・3.6 SiO ₂	
	Na ₂ O・4.5 SiO ₂	
	Na ₂ O・4.6 SiO ₂	
	Na ₂ O・4.7 SiO ₂	
	Na ₂ O・6.0 SiO ₂	
パイレックスガラス	JIS R3503に準拠したガラス	

表2 反応性物質の化学組成

反応性物質	水ガラスカレット									パイレックスガラス
$\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ の比率	1.2	2.6	2.9	3.4	3.6	4.5	4.6	4.7	6.0	22.6
SiO_2 (%)	41.5	65.2	68.9	68.9	74.4	78.3	78.5	79.3	83.2	91.8
Na_2O (%)	34.1	25.5	24	20.1	20.6	17.4	17	16.8	13.9	4
Al_2O_3 (%)	0.8	0.3	0.3	7.8	0.4	0.4	1.7	0.3	0.4	3
CaO (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
MgO (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
K_2O (%)	0.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
BaO (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Sb_2O_3 (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
P_2O_5 (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cl (%)	0.3	0.4	0.8	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
1000℃強熱減量 (%)	22.4	8.4	5.6	2.7	4.2	3.2	2.3	3.1	2	0.6

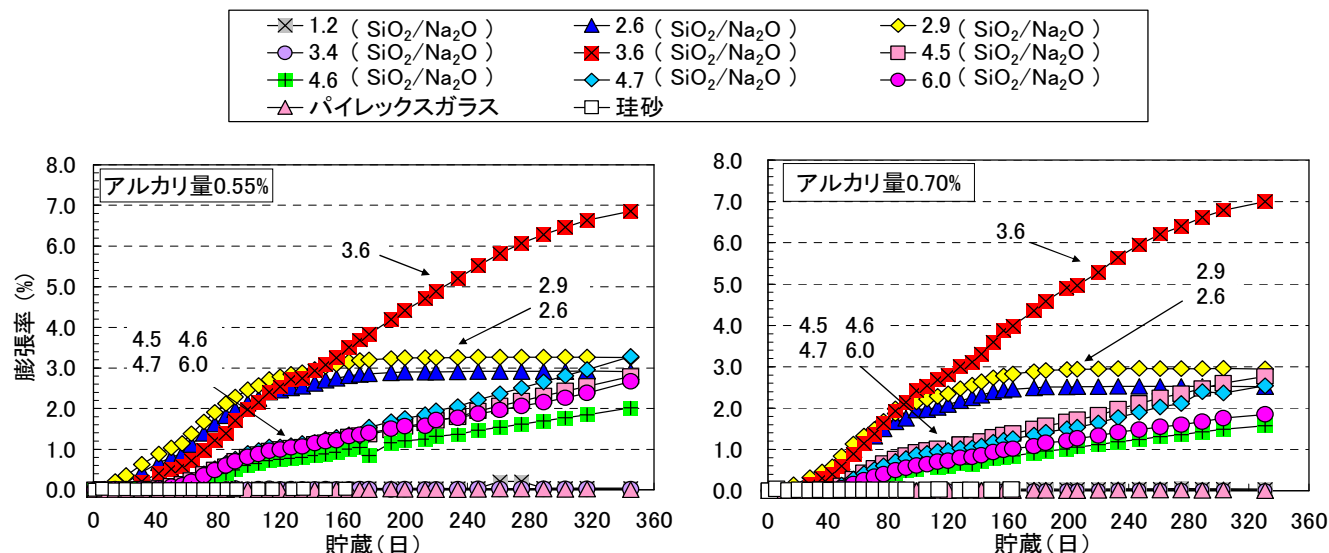


図1 水ガラスカレットを混入したアルカリ量 0.55%と 0.70%のモルタルの膨張挙動

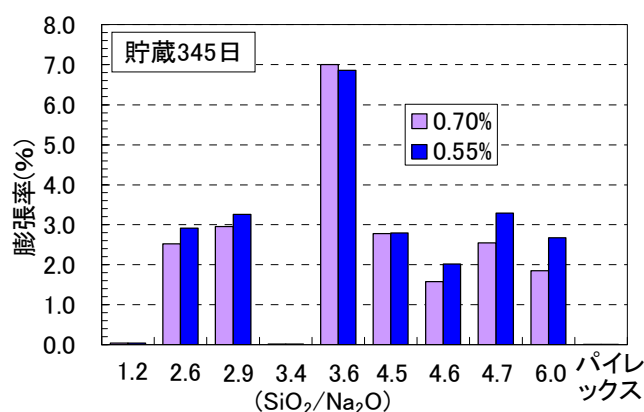
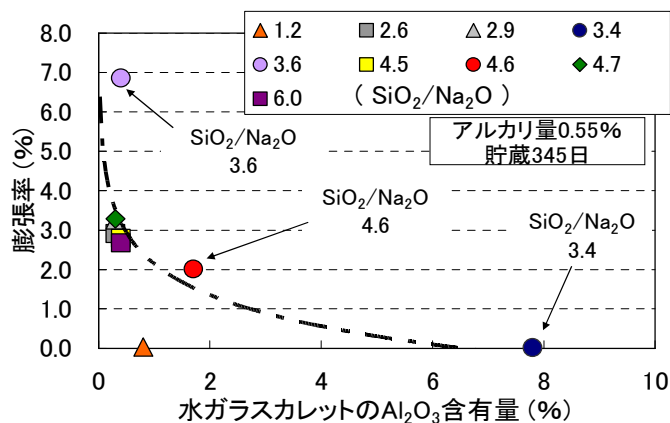


図2 貯蔵 345 日のモルタルの膨張率

図3 水ガラスカレットに含まれている Al_2O_3 の含有量とモルタルの膨張率の関係

及び 2.9 の膨張は、貯蔵 14 日からみられ、160 日では、横這いになっている。一方、 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 3.6 の膨張は、貯蔵 28 日から示し 345 日でも継続している。また、 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 4.5, 4.6, 4.7 及び 6.0 では、さらに遅れて、貯蔵 50 日から膨張し始め、345 日でも膨張し続けている。

貯蔵 345 日のモルタルの膨張率を図 2 に示す。アルカリ量 0.55% と 0.70% とともに、 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 3.6 が最も高い膨張を示しており、この付近で高い膨張を示す。しかし、その前後に膨張の異常に低い比率がみられる。それらは 3.4 と 4.6 である。特に低い 3.4 に注目すると、表 2 で Al_2O_3 の含有量が 7.8% と突出しており、また、比が 4.6 の場合においても、その前後の比と較べて膨張率が低い、この場合も Al_2O_3 は 1.7% と多い。これらの全体的な傾向を示すと図 3 のようになり、カレットの Al_2O_3 の含有量が高くなるほど膨張率が低く

なっている。このことは、 Al_2O_3 が膨張に関与していると指摘した既報¹⁾の結果が再確認されたともいえる。

4. まとめ

- (1) 水ガラスカレットを混入したモルタルでは、 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 3.6 付近に高い膨張を示した。このことよりシリカ・アルカリ比が、膨張には深く関与しているといえる。
- (2) 水ガラスカレットに含まれている Al_2O_3 の含有量が多いモルタルでは、膨張量が低くなる傾向を示した。

参考文献

- 1) 森野奎二, 春名淳介: 種々のアルカリ反応性物質を使用したモルタルの膨張とひび割れ, コンクリート工学年次論文報告集, pp. 735-740, Vol. 13, No. 1, 1991