

アルカリ・シリカ反応における添加アルカリと膨張量の関係

鴻池組 技術研究所 正会員 ○金光 真作
同 上 正会員 三浦 重義
同 上 正会員 川西 順次

1. まえがき

アルカリ・シリカ反応の試験に際し行われるアルカリ量の調整は、一般的には水酸化ナトリウムか、もしくは塩化ナトリウムが用いられる。しかし、試験の目的によってはセメント中に含まれているカリウム分を考慮して、調整用アルカリの一部を水酸化カリウムで代替えしたり、また海砂中の塩分量を考慮して海砂相当のアルカリ量を塩化ナトリウムで代替えすることもある。アルカリ成分と膨張に関する研究は、中野¹⁾らが火山岩系骨材 (Bronzite Andesite) について水酸化ナトリウム、塩化ナトリウム等の他に 6 種類のアルカリ化合物を用いた実験を行い、塩化ナトリウムと亜硝酸ナトリウムが水酸化ナトリウムを含む他のアルカリ化合物に比べ、一段と大きい膨張を示したと報告している。他方、片山²⁾らは堆積岩系 (チャート、粘板岩) 等の骨材を用いた実験において、塩化ナトリウムに比べ水酸化ナトリウムの方が膨張促進効果が大きいと報告しており、骨材の成因によって膨張の発現特性が異なることを窺わせている。この様な場合、調整用アルカリの選定に当たっては、岩種かまたは成因が特定されている骨材であれば、試験目的に合わせ調整用アルカリを選ぶことが可能であるが、特定されていない場合は岩種の影響を受けない調整用アルカリの使用が望ましい。

そこで、本実験では用いられる機会が比較的多い調整用アルカリについて膨張特性を調べるとともに、水酸化ナトリウムと塩化ナトリウムを混ぜ合わせた混合アルカリについて、混合比と膨張の関係を調べた。実験の結果 2、3 の知見が得られたので報告する。

2. 実験方法

モルタルバーの配合は水：セメント：骨材 = 0.5 :

1 : 2.25 とし、モルタルバーの作製、養生及び長さ変化の測定方法は ASTM C 227 に従って行った。実験に使用した骨材は、火山岩系骨材 (潜在的有害骨材) と非反応性骨材を 1 : 3 の割合で混ぜ合わせた混合骨材と、堆積岩系骨材 (有害骨材) のみの 2 種類である。骨材の性質を表-1 に示し、アルカリの調整方法を表-2 に示す。

3. 実験結果

図-1、2 にアルカリの種類と膨張量の関係を示す。図によると (1) 文献¹⁾、2) に報告されているように、火山岩系骨材には NaCl が、堆積岩系骨材には NaOH がそれぞれ他アルカリ成分に比べ膨張の発現量が一段と大きい。(2) 海砂を考慮した調整用アルカリの場合は、膨張量は火山岩系、堆積岩系

表-1 骨材の性質

骨材番号	骨 材	岩石種別	化学法の結果 *		判 定 結 果
			Sc	Rc	
1	反 応 性 骨 材(1)	火山岩系	676	195	潜 在 的 有 害 骨 材
2	反 応 性 骨 材(2)	堆積岩系	58	38	有 害 骨 材
3	非 反 応 性 骨 材	石 英 砂	29	22	無 害 骨 材

*Sc: 溶解性シリカ量, Rc: アルカリ濃度減少量 (mmol/l)

表-2 アルカリ量の調整方法

No.	アルカリの調整法 (Na ₂ O換算)	添加量 (%)	アルカリの構成 (%) (Na ₂ O換算)			
			セメント	NaCl	NaOH	KOH
1	NaCl : NaOH = 0 : 100	1.2	0.88	0.0	0.52	—
		1.5	"	0.0	0.82	—
2	NaCl : NaOH = 25 : 75	1.2	"	0.13	0.39	—
		1.5	"	0.205	0.615	—
3	NaCl : NaOH = 50 : 50	1.2	"	0.26	0.26	—
		1.5	"	0.41	0.41	—
4	NaCl : NaOH = 75 : 25	1.2	"	0.39	0.13	—
		1.5	"	0.612	0.205	—
5	NaCl : NaOH = 100 : 0	1.2	"	—	—	—
		1.5	"	0.82	0.0	—
6	海砂の塩分を考慮*2	1.5	"	0.12	0.70	—
7	セメントのカリウム分考慮*3	1.5	"	—	0.386	0.434

*1 セメントのアルカリ分の構成: Na₂O=0.32%, K₂O=0.54%

*2 骨材質量の 0.1%相当分の塩分をNa₂Oに換算した。

*3 セメント中のアルカリ分とが同比率となるよう調整した。

Shinsaku KANAMITSU, Shigeyoshi MIURA, Junji KAWANISHI

骨材ともに明らかな違いが見られない。

(3) KOHを調整用アルカリの一部に用いた場合は、火山岩系、堆積岩系骨材ともに、NaOHを単独で用いた場合に比べ膨張量が小さくなる傾向がみられる。

次に、調整用アルカリとして、NaClとNaOHを混合した場合を図-3に示す。図によると、火山岩系骨材の場合はNaClの占める割合が50%付近で、膨張量がほぼ最大に達している。一方、堆積岩系の場合はNaClの占める割合が25%のとき最も大きい膨張量を示し、50%のときはNaOHのみの場合より僅かに小さい。以上の結果から、成因の異なる両骨材からほぼ最大に近い膨張量を引き出すアルカリの混合比は、NaCl:NaOHが1:1付近の場合であると考えられる。

4. まとめ

実験の結果をまとめると次のようである。

(1) 火山岩系骨材にはNaClが、堆積岩系骨材にはNaOHの使用がそれぞれ大きい膨張を引き起こす。

(2) 海砂を考慮し、NaClを調整用アルカリの一部に用いた場合の膨張量は、NaOHのみで調整した場合とほぼ等しい。

(3) セメント中のカリウム分相当のアルカリをKOHで代替えた場合の膨張量は、NaOHのみで調整した場合に比べ小さい。

(4) 火山岩系、堆積岩系の両骨材から大きい膨張を引き出すアルカリの混合比は、NaCl:NaOH=1:1の場合であった。

参考文献

1) 中野、小林、長岡、有本；反応性骨材の膨張に及ぼすアルカリ化合物の影響；セメント・コンクリート No.446, Apr. 1984, pp24~30

2) 片山、草野、小堀；高温常圧養生方法によるアルカリ骨材反応早期判定の可能性とその適用例について；第40回土木学会全国大会講演概要集（V-86）、1985, pp171~172

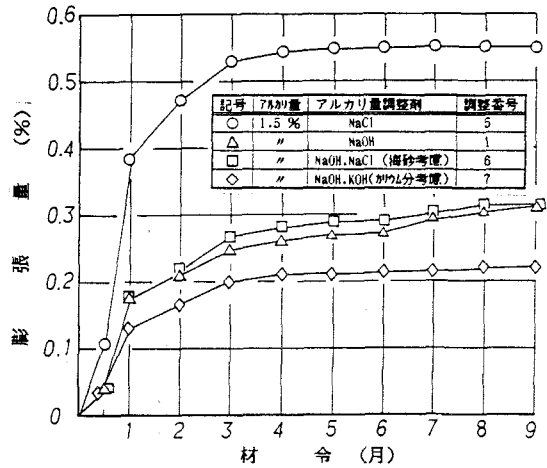


図-1 アルカリの種類別膨張（火山岩系）

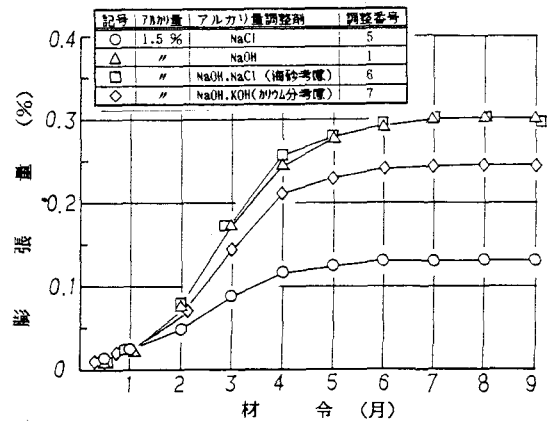


図-2 アルカリの種類別膨張（堆積岩系）

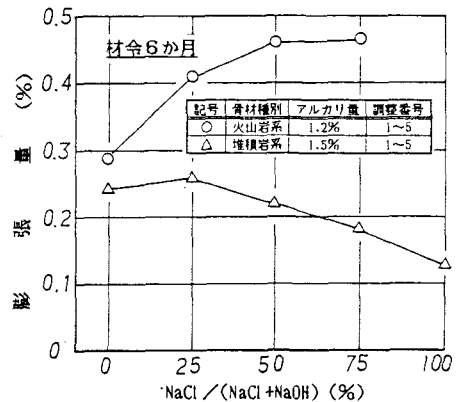


図-3 アルカリの混割合と膨張