

V-196 モルタル中のイオンの移動とASR

建設省土木研究所 正 河野 広隆
正 石井 良美

1. まえがき

アルカリシリカ反応（ASR）に対するセメント中のアルカリ金属イオンの影響は、多くの研究により次第に明らかにされてきており、それらの成果をもとに試験方法やASR抑制手法が確立されつつある。一方、塩害発生地域等では、外来塩分のNaイオンのASRへの影響が懸念されている。このため、ここでは外から来るイオンのASRへの影響に関する基礎データを得るための実験を行った。

2. 実験概要

ASR反応のある安山岩質骨材2種と反応性のない硬質砂岩1種を用い、「骨材のアルカリシリカ反応性試験モルタルバー法建設省暫定（案）」に準じ、セメント中のアルカリ量をNaOHで調整し0.6%、0.8%、1.2%に変化させたモルタルバーを製作し、38℃で28日間養生した。それぞれの骨材とアルカリ量の組み合わせのモルタルバーを表1のように呼ぶことにする。このモルタルバーを、なるべく溶液を吸って溶液中の塩をモルタル中に濃縮するように、図1のように1/3～1/2の部分まで、水、CaCl₂ 19%溶液、NaCl 20%溶液につけ、上面は乾燥するようにして、38℃の高温室に置き、経時的な長さ変化を測定した。CaCl₂溶液はASRへのCl⁻イオンの影響をみるため、NaCl溶液と同じCl⁻イオン濃度となるよう調整したものである。約4ヶ月の長さ変化測定後、モルタル中のNa、K、Clイオンの全量をそれぞれの供試体のA、Bの位置で（図1参照）分析した。Clは微粉砕したモルタルを硝酸抽出後、硝酸銀滴定を行い、NaとKは過塩素酸抽出後、炎光光度法で定量分析した。

3. 実験結果および考察

図2にモルタルバーの膨張量を示す。材令28日までの湿潤養生では、EおよびF骨材を用いアルカリ量1.2%のものだけが、それぞれ0.03～0.05、0.15～0.24%前後の膨張量を示しているが、その他はほとんど膨張していない。28日以降に水中に漬けたものでは、水およびCaCl₂溶液では、上面の乾燥の影響が卓越しているためか、ほとんど膨張量に変化がないが、NaCl溶液に漬けたものでは、初期にアルカリ量の差がみられるものの、いずれも28日以降膨張量が大きく増大していて、明らかにしみこんだNaイオンが影響していることがわかった。このときモルタル中にNa、K、Clイオンがどのくらいしみこんだのかをみるため、供試体の上部のA位置と下部のB位置それぞれで分析を行った結果を図3に示す。今回の実験ではKイオンは初期にモルタル中にあったものの以外は外部から入るものはない。このため絶対量は少ないが、Kイオンは、A、Bの位置でほとんど変化がなく、濃縮も溶出もあまりないようである。しかし、特にD骨材では、セメントから来るKイオンの量よりかなり高い量のKがみられる。これは、骨材中のKがかなり多いためと考えられる。Naイオンは、水およびCaCl₂溶液につけたものでは、A、Bの位置でかなり差がみられ、上部に濃縮しているようである。NaCl溶液に漬けたものでは、特にE骨材のA位置で濃度が高いようで、反応と関係があるものと考えられる。ClイオンはNaCl、CaCl₂溶液のどちらでもかなり高濃度になっているが、CaCl₂溶液では膨張量の増加がみられず、今回の実験条件ではClイオンはAS

表1 モルタルバーの種類

		骨 材		
		砂 岩	安山岩 I	安山岩 II
初期アルカリ量 (%)	0.6	a	d	g
	0.8	b	e	h
	1.2	c	f	i

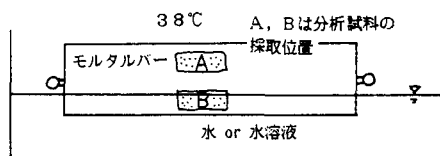


図1 モルタルバーの漬水状況

Rに全く影響していない。また、ASRを生じていないa b cとASRを生じているg h iではClのモル数はNaのモル数の2割ほど多く、ClのほうがNaよりモルタル中に入り易いようである。モルタルにしみこんだClイオンの量は、モルタルの1~2%であり、NaClに換算すると1.5~3%にも達する。この量は塩害を受けたコンクリート桁のごく表面でみられる最も高い塩分量の数倍の量であり、今回の実験は非常に厳しい条件であったといえる。

以上の実験より、外来の塩分中のNaは、ASRに影響しClは無関係であることがわかったが、このような現象は寸法効果が非常に大きい。このため、寸法による影響を検討する必要がある。過去に筆者らはNaイオンは等価のKイオンよりASRによる膨張を増加させる傾向が大きいことを明らかにしているが、この現象の原因のひとつとして、両イオンの移動の難易が関係しているのではないかと推測される。今回の実験ではセメント中のKイオンの量が少なく、断定的なことがいえないため、今後検討したい。

この研究に対しては、昭和60年度の吉田研究奨励金が授与された。ここに感謝の意を表したい。

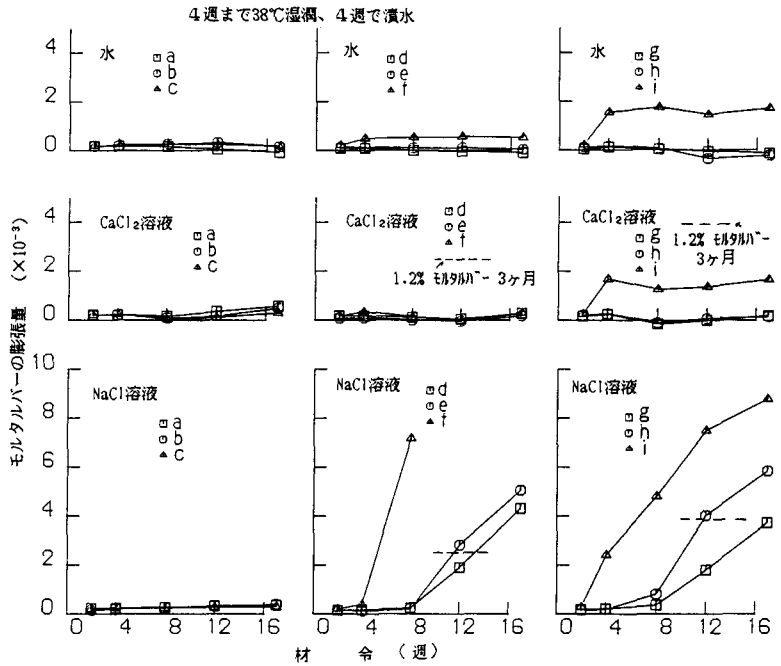


図2 塩水溶液漬水モルタルバーの膨張量

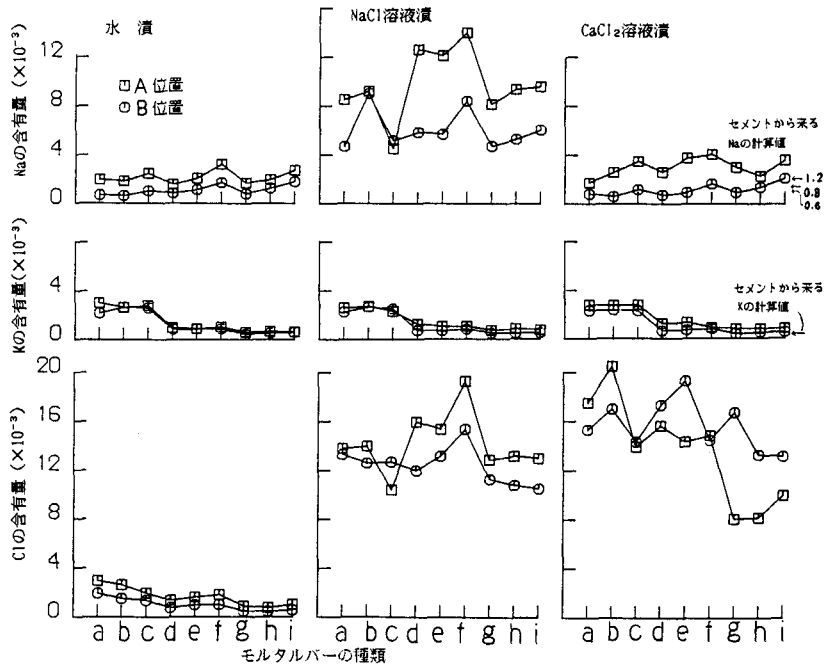


図3 モルタルバー中のNa、K、Clの分析結果

(参考文献) 小林、小野、河野、肥沼;「ASRモルタルバー膨張量に影響する要因に関する2、3の考察」第8回コンクリート工学年次講演会、1986