

アルカリ化合物の種類とアルカリ骨材反応との関係について

日本大学 正会員 杉浦孝三

〃 〃 村田吉晴

〃 〃 相本泰宏

1. まえがき

近年わが国においても、近畿、中国、その他で、コンクリート構造物にアルカリ骨材反応が原因であると推察される損傷がしばしば発生するようになり、これに伴ってアルカリ骨材反応に関する試験や研究が国内でも漸く活発となり、その報告件数も急激に増加している。

これらの試験や研究において、実際に膨張を測定する方法としては、そのほとんどがASTM C227 (モルタルバー方法) を採用している。その際反応を促進する手段の一つとして、普通、モルタル中のアルカリ量を増加させているが、そのために添加するアルカリ化合物の種類としてはNaOHを用いている場合が最も多く、時にはアルカリ元素の相果による効果を知るためにKOHを用いたり、また海砂使用の場合の塩分としてNaClを用いている。

筆者らの実験は、モルタル中のアルカリ量を増加するために添加するアルカリ化合物として、セメント中のいわゆる水溶性アルカリの増加が原因となっている場合を想定して硫酸アルカリを用い、また海砂の使用により付着海水塩の混入が原因となっている場合を想定して合成海水塩(NaClと副成分)を用い、それらの効果を検討したものである。

2. 実験

セメントは市販普通ポルトランドを用いた。その化学組成を表1に示す。

モルタル中のアルカリ量を増加させ

るために添加するアルカリ化合物としては、セメント中の水溶性アルカリが増加したことが原因となる場合を想定してNa₂SO₄、あるいはK₂SO₄、あるいはNa₂SO₄とK₂SO₄と、また海砂の使用により付着海水塩が混入したことが原因となる場合を想定して合成海水塩(NaClと副成分の諸化合物)をそれぞれ用いた。表1に示すように、何れの場合もセメント中の全アルカリ含有量として1.31% (Na₂O当量) となるようにした。合成海水塩の場合も、同じアルカリ濃度で比較を行う目的で、2NaCl → Na₂Oとして扱い、セメントベースで同様の量となるようにした。

表1 普通ポルトランドセメントの化学組成(%)

ig. loss	insolm.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	total	比表面積 (cm ² /g)	比重
0.7	0.1	21.6	5.2	2.9	64.2	1.5	2.0	0.39	0.46	99.1	3,280	3.17

* Na₂O当量としては0.30

表2 アルカリ化合物の種類、添加量、および添加後のアルカリ含有量(%)

	アルカリ化合物の種類と添加量*		添加後のアルカリ含有量(Na ₂ O当量)**		
			Na ₂ O	K ₂ O	合計
1	無添加		0.39	0.30	0.69
2	Na ₂ SO ₄ 1.42		1.01	0.30	1.31
3		K ₂ SO ₄ 1.74	0.39	0.92	1.31
4	Na ₂ SO ₄ 0.61	K ₂ SO ₄ 1.00	0.66	0.66	1.32
5	NaCl 1.17	MgCl ₂ 0.14	1.01	0.30	1.31
	MgSO ₄ 0.10	CaSO ₄ 0.06			

* ** セメント量をベースとして示した。

活性砂としては鹿児島県硫黄島産の

“オパール”を用いた。硫黄島産の

“オパール”は、X線回折試験によると、実はクリストバライトを主体としていることが判明した。安定砂とし

てはセメント協会の標準砂を使用した。両者の配合は、安定砂を5%間隔、最大25%まで活性砂で置換した6組成とした。

これらの材料を用い、ASTM C227 (モルタルバー法) に従って材令6ヶ月までの長さ変化を測定し、添加したアルカリ化合物の相異によるアルカリ骨材反応への効果を検討した。

3. 実験結果

実験結果を要約すると次のとおりである。

(1) 活性砂として硫黄島産の“オーバー”を使用し、セメント中の全アルカリ含有量を1、3% (海水塩混入の場合もセメントに対し同じアルカリ量比) としたとき、添加したアルカリ化合物に関係なく、安定砂の5%を活性砂で置換した英がベシマム組成となることを示した (図1, 2参照)

(2) 海水塩とセメント中の水溶性アルカリ化合物のアルカリ骨材反応への効果を同じアルカリ量について比較すると、前者の方が著しく大きいことがわかった。海水塩の場合は、主成分である NaCl の効果のみでなく、少量ではあるが共存する MgCl_2 、その他の化合物との相乗効果があられることを示しているのかも知れない (図3参照)。

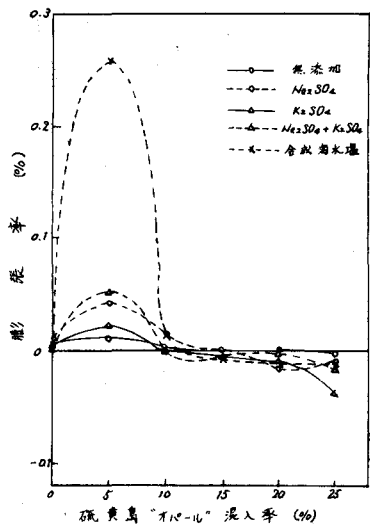


図1. 各種アルカリ化合物を添加した場合の硫黄島産“オーバー”混入率と膨張率との関係

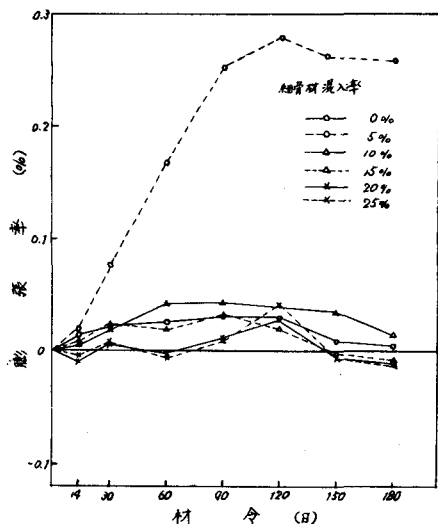


図2. 合成海水塩を添加した場合の材令と膨張率との関係

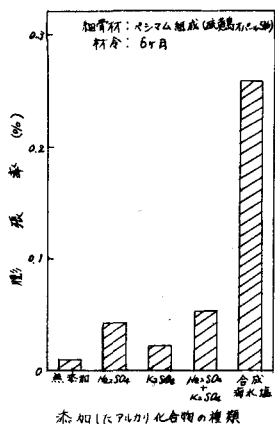


図3. 添加したアルカリ化合物の種類と膨張率との関係

* 化学分析は日本セメント(株)中央研究所で実施して載いた結果であり、また、測定方法に関しては、同研究所の御指導を戴いた。

厚く御礼申し上げます。なおこの研究は、日本大学工学部学生、石原 修二、研究室 隆郎、林 知若、井生 朗 諸君の協力に依ったものであることを付記する。