

金沢大学工学部 正会員 川村 満紀
 真柄建設(株) 正会員○竹内 勝信
 金沢大学工学部 学生員 小阪 拓哉

1. はじめに

外部よりNaClが供給される環境下においては、コンクリートにおけるアルカリシリカ反応による膨張が促進されることが指摘されてきた^{1), 2), 3)}。NaClが供給される環境条件としては、融氷剤や海水の影響が考えられ、コンクリート中におけるNaClの移動による濃縮現象も考慮すれば、実際に外部より供給されるNaClの濃度は多様である。本研究は、種々のアルカリ量を有するモルタル供試体を1N, 3Nおよび飽和NaCl溶液に浸漬し、その膨張挙動を明らかにすることによって、NaCl溶液の濃度がアルカリシリカ膨張におよぼす影響について検討したものである。

2. 実験の概要

2-1. 使用材料: セメントは、表-1に示す等価Na₂O量0.97%の高アルカリセメントと0.48%の低アルカリセメントを用いた。反応性骨材は、石川県赤瀬産のオパール岩石を破碎し、ふるい分けて粒径範囲0.3~1.2mmのものを使用した。このオパールの化学法によるアルカリ反応性は、Rc=158mmol/l、Sc=558mmol/lである。また、非反応性骨材には豊浦標準砂を使用した。

2-2. 実験方法: モルタルの配合は、セメント:水:骨材(標準砂+オパール)=1:0.4:0.75(重量比)で、予備実験によって得られたベシマム量よりオパール/骨材比=0.26でオパール量を一定とし、アルカリ量を変化させた。アルカリ量は、アルカリ/オパール比=0.05以下では高アルカリセメントと低アルカリセメントを混合することによって調整し、アルカリ/オパール比=0.0764以上では高アルカリセメントにNaOHを加えて調整した。モルタル供試体(25.3×25.3×285.5mm)は、38°C, R.H.100%の湿気槽で28日間養生した後、同一温度の1N、3Nおよび飽和NaCl溶液に浸漬し、材令に伴う長さの変化を測定した。

表-1 セメントの化学組成(%)

	高アルカリセメント	低アルカリセメント
Ig. loss	0.7	1.3
Insol.	0.1	0.2
SiO ₂	21.1	21.9
Al ₂ O ₃	4.9	5.5
Fe ₂ O ₃	3.1	2.9
CaO	65.1	63.1
MgO	1.4	1.7
SO ₃	2.0	2.3
Na ₂ O	0.50	0.29
K ₂ O	0.72	0.29
TiO ₂	0.28	0.35
P ₂ O ₅	0.10	0.05
MnO	0.05	0.17

3. 実験結果および考察

図-1は、アルカリ/オパール比=0.03のモルタルの、膨張量と材令の関係を浸漬したNaCl溶液の濃度別に示したものである。各モルタルは、湿気槽で養生中の28日間は全く膨張しない。しかし、NaCl溶液に浸漬すると、3Nおよび飽和溶液のモルタルは浸漬直後より膨張を開始し、3Nのモルタルはその後膨張量が急激に増大するが、飽和溶液のモルタルは、材令約60日付近から膨張量があまり増加しなくなる。一方、1NのNaCl溶液に浸漬したモルタルは、浸漬後やや遅れて膨張を開始するが、いったん膨張を開始するとその進行はかなり

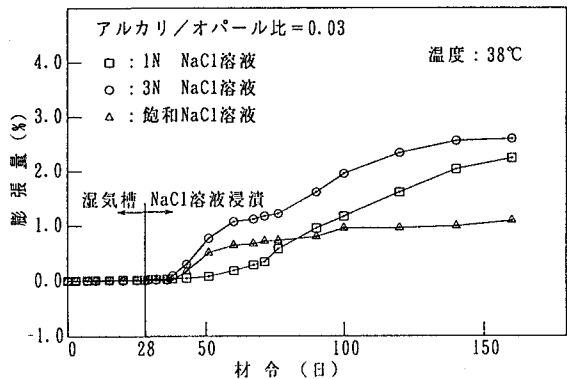


図-1 材令と膨張量の関係

急で、材令約90日(浸漬後約60日)において飽和NaCl溶液の膨張量より大きくなる。これらの事実は、NaCl溶液に浸漬したオパール含有モルタルの膨張挙動が溶液の濃度に大きく影響されることを意味している。図-2は、アルカリ/オパール比=0.0764のモルタルの膨張量の経時変化を溶液の濃度別に示したものである。各モルタルは、湿気槽で養生中の28日間に約0.4%膨張し、各濃度の溶液に浸漬後も同じように少しずつ膨張を続ける。図より、NaCl溶液の濃度による膨張挙動の相違はほとんど認められない。図-3は、材令160日(浸漬後132日)におけるアルカリ/オパール比と膨張量の関係を濃度別に示したものである。1N, 3Nおよび飽和NaCl溶液に浸漬したモルタルのアルカリ/オパール比のベシマム値は、それぞれ0.03, 0.04および0.0764であり、溶液の濃度によって値が異なることがわかる。図より、アルカリ/オパール比=0.05以下の膨張量は、飽和, 1N, 3Nの順に大きくなる。また、アルカリ/オパール比ごとの膨張量は、アルカリ/オパール比の低い範囲(0.025~0.05)ではNaCl溶液の濃度の変化に敏感であるが、アルカリ/オパール比の高い範囲(0.0764~0.15)ではアルカリ/オパール比=0.15を除いてNaCl溶液の濃度差による違いはあまり大きくない。さらに、図-3より明らかなように、NaCl溶液に浸漬したモルタルの膨張量は、飽和溶液より1Nおよび3Nの方がアルカリ/オパール比の変化に対して敏感である。以上のことは、アルカリシリカ反応による実際のコンクリート構造物の損傷が、外部より供給されるNaClの濃度とコンクリート中のアルカリ量によって大きく変化することを示唆している。

4. まとめ

濃度の異なるNaCl溶液に浸漬したオパール含有モルタルの膨張試験の結果、以下の結論を得た。

- (1) NaCl溶液に浸漬したモルタルのアルカリ/オパール比のベシマム値は、溶液の濃度によって値が異なり、アルカリ/オパール比=0.05以下の膨張量は、飽和, 1N, 3Nの順に大きくなる。
- (2) アルカリ/オパール比ごとの膨張量は、アルカリ/オパール比の低い範囲(0.025~0.05)ではNaCl溶液の濃度の変化に敏感であるが、アルカリ/オパール比の高い範囲(0.0764~0.15)ではアルカリ/オパール比=0.15を除いてNaCl溶液の濃度差による違いはあまり大きくない。
- (3) NaCl溶液に浸漬したモルタルの膨張量は、飽和溶液より1Nおよび3Nの方がアルカリ/オパール比の変化に対して敏感である。

参考文献

1) Jensen, A. D., Chatterji, S. et al.: Cement and Concrete Research Vol. 12, No. 5, pp. 641~648, 1982
 2) 西林 新蔵, 矢村 潔, 林 昭男: 土木学会第42回年次学術講演会, 講演概要集第5部, pp428~429, 1987
 3) 川村 満紀, 竹本 邦夫, 寺嶋 永昌: セメント技術年報, Vol. 12, pp327~330, 1988

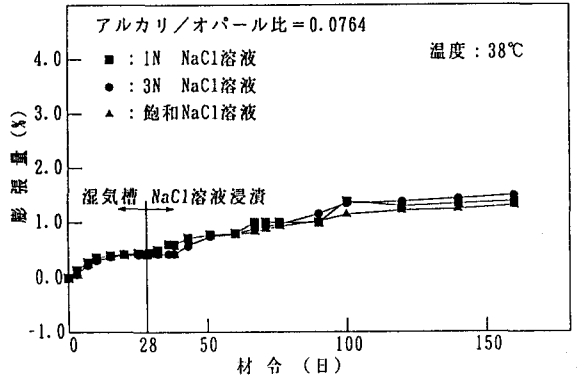


図-2 材令と膨張量の関係

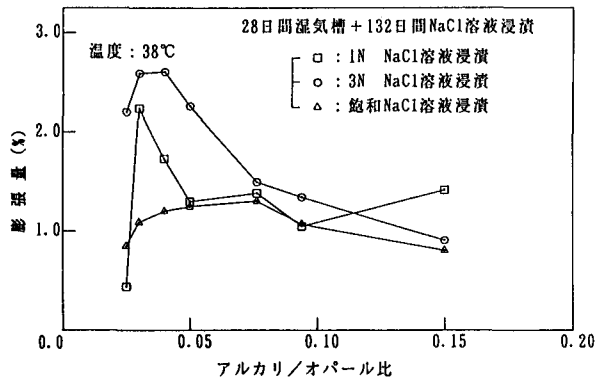


図-3 アルカリ/オパール比と膨張量の関係