

V - 360

海洋構造物におけるアルカリ・シリカ反応に関する基礎的研究

東北大学○学生員 金 昌吉

東北大学 正会員 三浦 尚

東北大学 学生員 内藤 雅仁

1. はじめに

コンクリート構造物中に外部から NaClが持続的に供給される場合、ASRが促進されると報告されている[1]。しかし、骨材によってはコンクリートが硬化した後、外部から供給されたNaCl濃度が同じ場合であっても養生条件によって ASRの膨張率が異なったり、NaClの濃度が高い環境下では ASRの初期過程で大きな膨張率を示すことが考えられる。

本研究では、NaClが供給される環境における ASRの反応特性を究明することを目的として反応性骨材が使われたコンクリートを一定期間水中養生した後、NaCl水溶液を供給してその膨張量を調べたり、あるいはNaClの濃度を変えてその影響を調べたりした。また、シリカヒューム（セメント重量当りで置換）による ASRの抑制効果を検討した。

2. 材料および実験方法

本研究で使用したセメントとシリカヒュームの化学組成は表-1に示した。骨材は反応性である安山岩を使う

表-1 セメントとシリカヒュームの化学的組成

成分(%)	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	C	ig.loss
普通セメント	64.40	21.80	4.90	3.00	1.40	0.38	0.48	1.90		1.40
シリカヒューム		89.60	0.87	1.30	2.22	0.48	2.15	0.62	1.92	3.50

用した。実験方法はJIS A-5308 附属書8 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）に従ったが、本実験では供試体を浸す水は水道水の代わりに海水、あるいは濃度が異なるNaCl水溶液を使用した。

3. 結果および考察

3.1 水中養生後 NaClを供給した場合のモルタルバーの膨張

図-1は 0,7,14,28日間水中養生した後、NaCl 20%水溶液にモルタルバーを浸して膨張率を比較した結果である。水中養生期間中の膨張率(NaClを供給する前の測定値)は養生後、1~2週まではほとんど変化が認められなかったが、4週では反応性骨材 3ヶ月判定値である 0.05%を越えており、水中養生中でも材齢が長くなると膨張率が増加する傾向を示した。しかし、このように水中養生中に膨張した供試体にNaClが供給された時、実験直後から2週まで収縮した。一方、脱型後水中養生なしにNaClを供給したものは実験開始直後から膨張率が大きく増加して水中養生後NaClを供給したものとは異なる反応形態を示した。

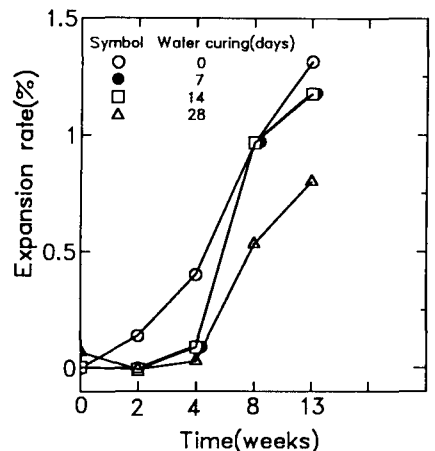


図-1 水中養生後NaClを供給した場合のモルタルバーの膨張率

3.2 NaCl濃度別モルタルバーの膨張率

図-2は コンクリート硬化後、海水および濃度が異なるNaCl水溶液に浸してモルタルバーの膨張率を比較したものである。ここでNaCl濃度2.8%は海水と同じ濃度を意味する。図から分かるように、NaCl溶液に浸したモルタルバーは実験開始直後から膨張率が大きく増加し、2週で反応性骨材6ヶ月判定値である0.1%を越えた。その後も、膨張率が大きく増加し、水道水に浸したものより大きい膨張を示した。このような膨張率の増加はNaCl濃度が高いほど大きい傾向を示した。しかし、水道水の場合 8週目に発生したクラックがNaCl水溶液においての 4週目で発生した二方向性の亀甲状のクラックよりも幅がかなり大きかったため、8週で測定を中止した。

海水と同一濃度のNaCl水溶液に浸した供試体の膨張率は実験直後から4週まではほとんど差がなかったが、4週以後からはNaCl水溶液に浸したものが大きくなる傾向を表わした。海水には、少量であるが、コンクリートの膨張に影響を及ぼす化学成分が溶存されているのでこれらの成分が ASRの膨張に相乗効果を及ぼすと考えたが、本研究ではNaCl以外の化学成分による膨張の影響は認められなかった。

3. 3 シリカヒュームによる膨張抑制効果

図-3は、シリカヒュームを普通セメントの重量に対して 5、7、9%置換させたモルタルバーを NaCl20%水溶液に浸した結果である。シリカヒュームの置換率別膨張量は、置換率 5%ものでは 4週、7%のものでは 8週でそれぞれ3ヶ月判定値である 0.05%を越え十分な抑制効果は認められなかったが、置換率を 9%としたものは 26週まで膨張を抑制することができた。しかし、膨張の傾向から考えて、アルカリあるいはNaClが持続的に供給される環境下においてのシリカヒュームの ASRの抑制効果に対しては今後も継続的な研究が必要であると思われる。

4. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 水中養生後NaClを供給したモルタルバーは実験開始後から2週まで収縮したが、脱型後すぐに NaCl水溶液に浸したものは実験開始直後から膨張率が大きく増加して ASRの初期過程から反応が促進される。
- (2) 水道水および海水、NaCl 2.8、10、20% 水溶液に浸したモルタルバーの膨張率は水道水および海水よりNaCl水溶液に浸したもののほうが大きくなり、膨張はNaClの濃度が高いほど大きな値を示す。
- (3) シリカヒュームで普通セメントを置換することによる ASRの膨張抑制は、NaCl20% 水溶液を用いた場合、置換率7%以下では十分ではなく、置換率が9%以上でなければ達成されなかった。

【謝辞】本研究において終始ご協力頂いた東北大学工学部土木工学科技官 杉山 嘉徳氏に感謝します。

参考文献

- (1) 三浦尚・山本晃子：外部から侵入する塩化ナトリウムがアルカリ骨材反応に及ぼす影響、第47回セメント技術大会講演集、pp.432～437、1993

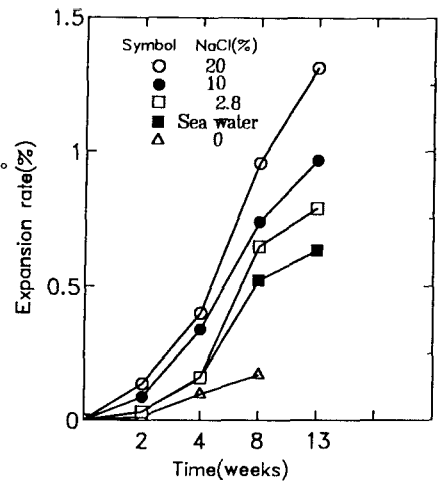


図-2 外部から供給されたNaCl濃度別モルタルバーの膨張率

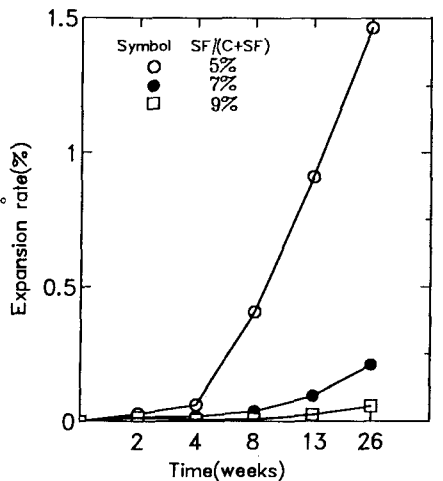


図-3 外部から供給されたNaCl20%溶液におけるシリカヒュームによるモルタルバーの膨張抑制