

塩化ナトリウムの浸入によって促進されたアルカリ骨材反応に関する研究

東北大学 学生員 ○内菌 雅仁
 東北大学 正会員 三浦 尚
 東北大学 学生員 金 昌吉

1. はじめに

外部から塩化ナトリウム(NaCl)がコンクリート中に浸入すると、コンクリートのアルカリ骨材反応(以下 AARと略す)が促進されることが近年指摘されている。凍結防止剤が使用されるような地域や、海洋コンクリート構造物では外部からのNaClの浸入を防ぐことは難しく、このような環境下におけるコンクリート構造物の AARが促進される可能性が非常に高くなるものと考えられる。

本研究では外部から浸入するNaClが AARに与える影響を検討するために、外部から浸入するNaCl濃度を変化させてNaCl濃度の違いが AARへ与える影響を調査した。また、そのような環境下での AARを抑制することを目的として、シリカヒュームおよび高炉スラグ微粉末(粉末度8000)を用いた抑制策とその効果について検討した。

2. 実験概要

本研究で使用したセメント、シリカヒューム、高炉スラグ微粉末の化学組成を表-1に示す。モルタルの配合および供試体の作製はJIS A 5308 附属書8のモルタルパー法に従った。尚、外部から供給する溶液を水道水の代わりにNaCl水溶液として実験(促進試験)を行った。

表-1 セメント、シリカヒューム、高炉スラグ微粉末の化学的組成

化学成分(%)	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	C	ig.loss
普通セメント	64.40	21.80	4.90	3.00	1.40	0.38	0.48		1.40
シリカヒューム		89.60	0.87	1.30	2.22	0.48	2.15	0.62	3.50
高炉スラグ微粉末	42.10	33.20	14.20	0.20	6.80	0.24	0.31		0.10

3. 結果および考察

図-1に、外部から供給する溶液を水道水、海水、NaCl2.8%、20% 水溶液と変化させて促進試験を行った供試体の膨張率を示す。ここでNaCl2.8%という濃度は本実験で使用した海水に含まれるNaClと等しい濃度である。図-1より、NaCl溶液に浸漬した供試体は材齢初期からかなり大きな膨張率を示してその後も膨張率の増加が継続し、水道水に浸漬した供試体と比較して膨張率に明らかな違いが見られた。この傾向は、NaCl濃度が高くなるにつれて顕著に現れており、NaClの浸入によって AARが促進されることが確認されその傾向はNaCl濃度が 20%程度まででは濃度が高いほど大きくなること分かった。また、海水とNaCl2.8%溶液に浸漬した供試体の膨張傾向はほぼ等しく、AARに対する海水の特別な影響はないと考えられるため、海洋コンクリート構造物のように海水によって AARが促進されるような場合でもNaCl単独溶液を用いて AARの検討を行っても良いものと思われる。

図-2は、シリカヒュームをセメント重量に対して5、7、9、10%置換させた供試体をNaCl20% 溶液に浸漬して促進試験を行った結果である。材齢26週における膨張率から置換率7%以下ではNaClの浸入によって促進された AARを抑制することができなかったが、9%以上で十分な抑制効果が認められた。

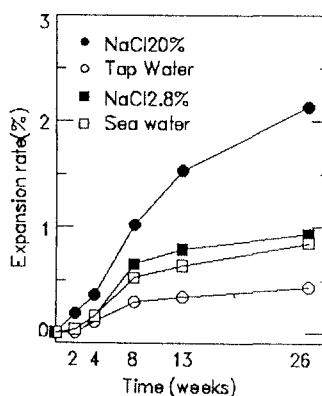


図-1 NaCl濃度別膨張率変化

図-3は、高炉スラグ微粉末をセメント重量に対して40、60、70、80% 置換させた供試体をNaCl20% 溶液に浸漬して促進試験を行った結果である。高炉スラグ微粉末の AAR膨張抑制効果を向上させるためにはスラグの置換率を大きくすること以外に粉末度を上げることが有効な手段であると考えられている¹⁾。本実験に用いた高炉スラグ微粉末の粉末度は8000と高いため、すべての置換率において十分な抑制効果が確認された。しかし、置換率の増加にともない大きく収縮する傾向も見られた。特に置換率 60%以上の供試体は材齢26週以降も収縮する傾向があり逆に問題となることも考えられるため、この点に関しては今後別途の研究が必要である。以上のように、シリカヒュームおよび高炉スラグ微粉末による AAR抑制効果が認められたが、使用する抑制材料によってその効果が異なることに注意する必要がある。

次に、促進試験期間について検討してみる。図-4は、本研究における促進試験(NaCl20%溶液に浸漬)を材齢26週まで行った供試体と、海洋コンクリート構造物の塩化物浸透量を比較した結果である。実構造物の使用年数は1~20年である。図より、本研究における供試体が全塩分量と可溶性塩分量ともに最も多いことがわかる。従って、促進試験を行う期間は26週で十分であると思われる。また、上記のように各種ポズランを用いてNaClの浸入によって促進された AARを抑制する際も、材齢26週までの膨張率でその抑制効果を判断して良いものと考えられる。

4. まとめ

- (1) NaClの浸入によって AARが促進され、膨張率は浸入するNaCl濃度が高い方がより大きくなる。また、海水によっても AARが促進されるがその膨張傾向はNaCl溶液によるものとはほぼ等しいため AARに対する海水の特別な影響はないと考えられる。
- (2) 外部からNaCl 20%溶液を浸入させた場合でも、シリカヒューム(置換率9%以上)、高炉スラグ微粉末(置換率40%以上)を使用して十分抑制することができる。しかし、高炉スラグ微粉末を用いた場合、逆に収縮する傾向があるためこの点に関しては別途研究が必要である。
- (3) AARの促進試験を行う場合、その試験期間は26週で十分であると思われる。また、AARに対する各種ポズランの抑制効果も材齢26週までの膨張率で判断して良いものと考えられる。

<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助手杉山 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

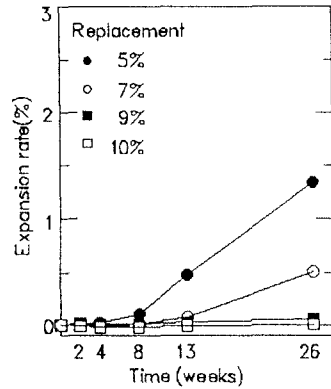


図-2 シリカヒュームの抑制効果

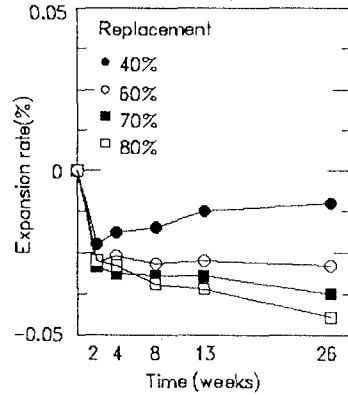


図-3 高炉スラグ微粉末の抑制効果

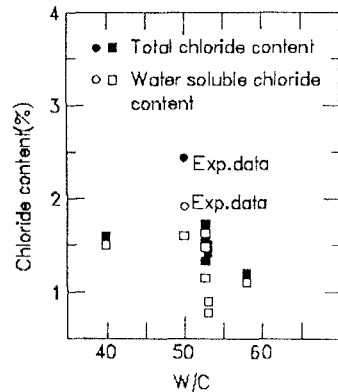


図-4 塩化物浸透量測定結果