

V-35

アルカリ骨材反応に及ぼす凍結防止剤の影響

岩手大学 学生員 ○ 松嶋 知明
 岩手大学 正 員 帷子 國成
 岩手大学 正 員 藤原 忠司

1. まえがき

スパイクタイヤ規制に伴い、凍結防止剤の大量散布が予想される。これにより、凍結防止剤に塩化ナトリウム (NaCl) を使用している地域では、コンクリート構造物に NaCl が浸透する場合、アルカリ骨材反応の必須条件の一つであるアルカリイオン (ナトリウムイオン) が増加し、使用骨材によってはアルカリ骨材反応が促進されることが懸念される。そこで、本研究では、環境条件としての NaCl 濃度を变化させ、凍結防止剤によるアルカリ骨材反応促進の可能性を検討してみた。

2. 実験概要

凍結防止剤がアルカリ骨材反応に及ぼす影響については、モルタルバー法によって確認する。この試験は、JIS A 5308に準拠した。骨材には、表-1に示す2種類の砕石を破碎したものを使用した。化学法により、砕石Aは潜在的に無害でない、砕石Bは無害と判定されたものである。セメントには、等価Na₂O当量 (アルカリ量) 0.6% の普通ポルトランドセメントを使用した。また、あらかじめモルタルに含まれるアルカリ量は、0.6% (セメントのみ) のほか、NaOH を添加することによって1.2%, 2.0%の条件も設定した。図-1に示すように、2.0%の高アルカリでは、材令12週の膨張量は、砕石Aの場合、著しい値を示したが、砕石Bはほとんど膨張しなかった。すなわち、砕石Bは、それ自体には、反応を引き起こす性質がないことが認められる。以下、砕石Aを反応性骨材、砕石Bを非反応性骨材と呼ぶ。実験は、表-2に示す環境条件に従って行なった。

3. 実験結果および考察

図-2は、反応性骨材を使用し、モルタル内部のアルカリ量0.6% (セメントのみ) で、環境条件を (a)~(g) としたときの、材令12週におけるモルタルの膨張量を示したものである。(a)~(e)の条件の場合に、膨張がほとんど認められないのに対し、NaCl 12% 水溶液中浸漬 (f) と NaCl 粉末付着 (g) は、相当な膨張量を示しており、モルタル内アルカリが少なくても、環境の NaCl 濃度が高ければ、有害な膨張量を示すことが認められる。アルカリ量を1.2%にすると、図-3に示されるように、NaCl 9% 水溶液中浸漬 (e) においても、有害な膨張量を示した。アルカリ量を2.0%にすると、図-4に示されるように、膨張量は、NaCl濃度の違いにより差が生じ、総体的に、濃度が高くなるにつれ、大きくなる傾向が見られる。しかし、低濃度の NaCl の場合は例外であり、たとえば NaCl なし (a) よりも NaCl 3%水溶液中浸漬なし (c) の方が、小さな膨張量を示した。

表-1 使用骨材

砕石	A	B
表乾比重	2.73	2.84
吸水率 (%)	1.41	1.71

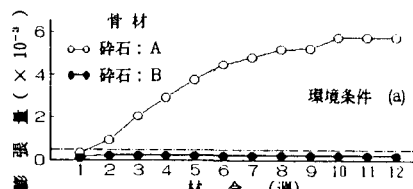


図-1 使用骨材のモルタルバー法による膨張量 (アルカリ量: 2.0%)

表-2 モルタルの環境条件

貯蔵: 40±2℃, RH=100%の湿気箱中		
骨 材	塩化ナトリウム条件	No.
反 応 性 砕 石 A	なし (通常の貯蔵)	(a)
	(a)と(c)の繰り返し (1日おき)	(b)
	水溶液中浸漬 濃度 3%	(c)
	濃度 6%	(d)
	濃度 9%	(e)
	濃度 12%	(f)
	粉末を表面に付着	(g)
非反応性 砕石 B	なし (通常の貯蔵)	(a)
	粉末を表面に付着	(g)

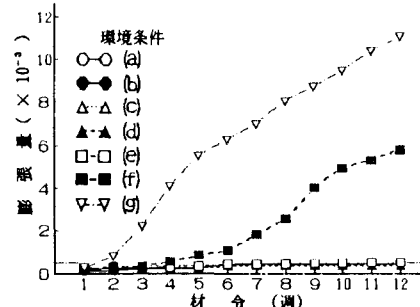


図-2 凍結防止剤の影響 (骨材: A アルカリ量: 0.6%)

これは、NaCl 3 % の水溶液中に含まれるアルカリ量が Na_2O 換算で 1.59 % であり、モルタル内アルカリ量 2.0 % より小さいためであると考えられる。すなわち、外部からアルカリが侵入するというよりは、むしろ内部からアルカリが流出するため、膨張量が小さいと推察される。このように、モルタル内部にあらかじめ含まれているアルカリ量とモルタルのおかれた環境のアルカリ量の違いによって、膨張の仕方が変わってくると思われる。内部のアルカリが環境としてのアルカリに比べ高い場合、たとえば、環境が真水の場合には、膨張は緩和され、逆に環境としてのアルカリが高い場合、たとえば、高濃度の NaCl 水溶液が存在する場合には、膨張が著しくなると考えられる。

図-5 は、反応性骨材で最大の膨張量を示した NaCl 粉末付着 (g) の環境条件で、非反応性骨材の長さ変化を調べた結果である。図-1 の NaCl なし (a) と比較しても、ほぼ同じ長さ変化で、最も厳しいと思われる塩分供給の条件下でも、ほとんど膨張しない。すなわち、塩分浸透そのものが膨張をもたらすわけではないことが認められる。換言すれば、NaCl 環境下で、骨材に反応性のものを用いた場合、有害な膨張を示すのは、NaCl の浸透そのものによるのではなく、NaCl のナトリウムイオンによりアルカリ骨材反応が促進されているためであることがわかる。

図-6 は、モルタル内部のアルカリ量 0.6 % の場合におけるモルタル内部に浸透した塩化物イオン量を測定した結果である。環境としての NaCl 濃度が高いほど、浸透する Cl^- 量も大きな値を示している。また、図-2 も併せて検討すると、 Cl^- 量の増加が著しいものほど、膨張も著しい傾向を示している。 Cl^- 量に対応して、 Na^+ も浸透していくと仮定すれば、この Na^+ によってアルカリ骨材反応が促進されることになる。とくに、NaCl 粉末付着 (g) の場合には、 Na^+ の浸透が著しく、このような状態で NaCl がコンクリートに接するような凍結防止剤の散布は厳にいましめるべきであろう。

膨張はひびわれの発生につながる。NaCl 環境下で、反応性骨材 A の場合、ひびわれ発生のパターンには、NaCl の供給の違いによって差がみられた。すなわち、低濃度の場合には、アルカリ骨材反応に特有な幅の広いひびわれが発生したが、高濃度、とくに NaCl 粉末付着 (g) の場合には、細かいひびわれが多数分散している。これは、濃度が高いほど、反応している骨材が、モルタル中にまんべんなく存在しており、濃度が低い場合には、反応が局部的になる為であると考えられる。

以上の実験結果より、条件によっては、凍結防止剤 (NaCl) によりアルカリ骨材反応が促進される可能性があると言える。よって、凍結防止剤使用には十分な注意を要すると思われる。

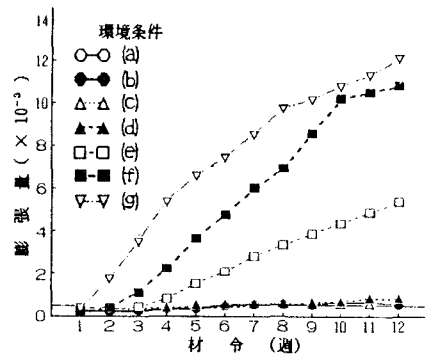


図-3 凍結防止剤の影響
(骨材: A アルカリ量: 1.2 %)

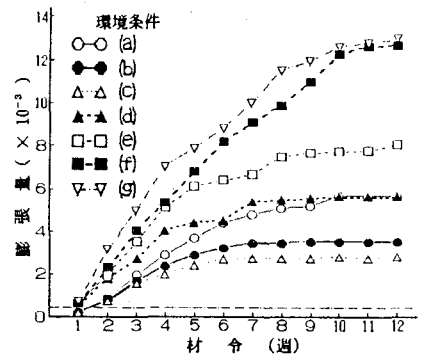


図-4 凍結防止剤の影響
(骨材: A アルカリ量: 2.0 %)

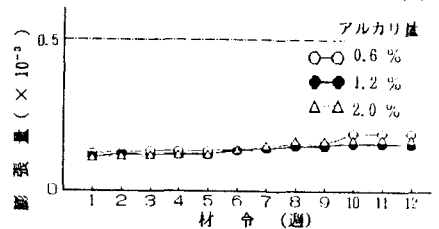


図-5 凍結防止剤の影響
(骨材: B アルカリ量: 0.6, 1.2, 2.0 %)

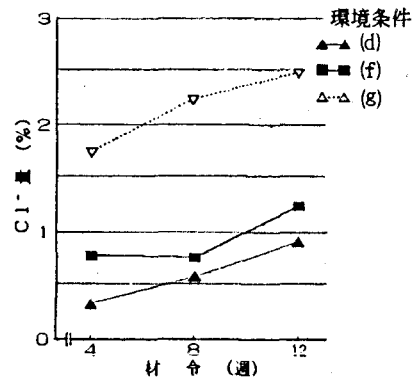


図-6 モルタル内 Cl^- 量
(アルカリ量: 0.6 %)