

塩の種類と濃度がモルタル表面での塩分吸収に及ぼす影響

金沢工業大学 学生会員 ○八木一樹

金沢工業大学 正会員 宮里心一

1. はじめに

海からの飛来塩分や降雪時に散布する凍結防止剤が原因で、鉄筋コンクリートでは塩害が発生する。ここで例えば凍結防止剤による劣化では、雪が溶けることで発生する水や、気温の高い時の降雨により、凍結防止剤中の塩分に対する溶媒の量が異なり、溶液の濃度は変化する。さらに凍結防止剤に含まれる塩分の種類も複数ある¹⁾。

また、塩害の進行は、コンクリート表面から塩分が吸収することで開始する。その現象を評価することは重要であり、図1に示すモデルが挙げられる²⁾。しかしながら、その検討は少ない³⁾。

以上の背景を踏まえて本研究では、海水の塩分の多くを占めている塩化ナトリウム(以下、NaCl)と凍結防止剤に含まれている塩化カルシウム(以下、CaCl₂)が、モルタル表面での塩分吸収に及ぼす影響を評価するため、モルタル供試体を使用し実験的検討を行った。

2. 実験手順

2.1 供試体概要と実験ケース

供試体の概要を図2に示す。早強セメントを使用し、W/Cが0.50のモルタルを作製した後、100×100×50mmの大きさに切断した供試体を用いた。切断面を暴露面として、56日および91日間に亘り、表1に示す30℃の水溶液中へ浸漬した。

2.2 測定方法

所定の期間の浸漬後、暴露面から5mmの厚さをコンクリートカッターにより切り出した。その中心部から1gの試料を採取し、それを乳鉢により粉末状にした後、可溶性塩化物イオン量(kg/m³)を測定し、全塩化物イオン量(kg/m³)へ換算した⁴⁾。なお本研究では、モルタル表層部の5mmに含有される全塩化物イオンを、モルタル表面での吸収塩化物イオンと称する。

2.3 モデル化のための解析方法

今後コンクリート表面での塩分吸収現象をモデル化する場合のデータとなることを期待して、次式²⁾に示す吸収平衡係数 a を求めた。なお、 W_s は飽和吸収塩化物イオ

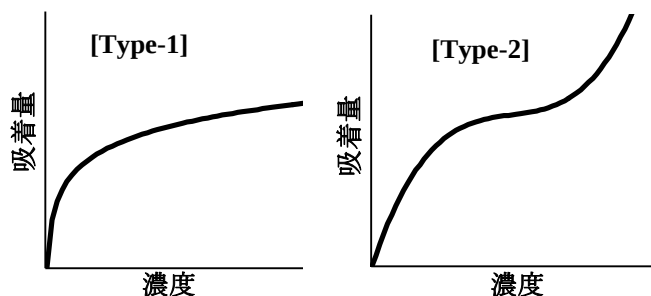


図1 吸収現象の基本モデルの例²⁾

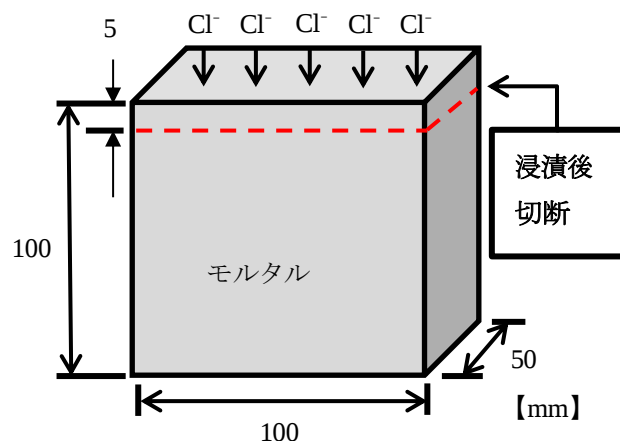


図2 供試体概要

表1 塩の種類と濃度

塩の種類 Cl ⁻ 濃度(%)	NaCl	CaCl ₂
0.0	○	
1.8	○	○
3.6	○	○
7.2	○	○

ン量(kg/m³), W は吸収塩化物イオン量(kg/m³)および C は水溶液中のCl⁻濃度(%)である。

$$W = \frac{aW_s C}{1 + aC} \quad (1)$$

3. 実験結果および考察

3.1 塩の濃度の違いによる影響

図3にNaCl水溶液中のCl⁻濃度と吸収塩化物イオン量の関係を示す。これによれば、Cl⁻濃度の増加と暴露期間

キーワード：塩化ナトリウム、塩化カルシウム、塩分濃度、モルタル表面、吸収塩分量、吸収平衡係数

連絡先：〒924-0838 石川県白山市八束穂 3-1 地域防災環境科学研究所 TEL076-274-7733

の増加に伴い、吸収塩化物イオン量は増加することが認められる。また、この傾向は図1の吸収現象の基本モデルの中のType-1のLangmuir型に類似する。

図4に CaCl_2 水溶液中の Cl^- 濃度と吸収塩化物イオン量の関係を示す。これによっても、 Cl^- 濃度の増加と暴露期間の増加に伴い、吸収塩化物イオン量は増加することが認められる。また、この増加の傾向も、 NaCl と同様に、図1中のType-1のLangmuir型に類似する。

3.2 塩の種類の違いによる影響

図5に暴露91日における水溶液中の Cl^- 濃度と吸収塩化物イオン量の関係を示す。これによれば、 NaCl と CaCl_2 において、 Cl^- 濃度の増加が吸収塩化物イオン量の増加に及ぼす影響は同等であり、塩の種類の違いが塩分吸収に影響を及ぼさないことが明らかになった。

3.3 塩の種類および濃度と吸収平衡係数の関係

図6に暴露91日における Cl^- 濃度と吸収平衡係数の関係を示す。これによれば、何れの塩においても、 Cl^- 濃度が1.8%の時に吸収平衡係数が最大になることを確認できる。これは、水溶液中の Cl^- 濃度が3.6%や7.2%と高い場合には、モルタル表層部の細孔溶液中の Cl^- 濃度が飽和になり、吸収速度が制限されるためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 水溶液中の Cl^- 濃度の増加はモルタル表面での吸収塩化物イオン量を増加させ、その関係はLangmuir型の吸収モデルに類似する。
- (2) 水溶液中での塩の種類は、モルタル表面における塩分吸収に影響を及ぼさない。

謝辞

本研究は、SIP(コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造的機能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発)の一部として行った。

参考文献

- 1) 安藤和彦：凍結防止剤の種類と使用状況，雪氷防災研究会梗概集，Vol.15，pp.37-42，1990
- 2) 日本コンクリート工学会：コンクリート構造物の長期性能照査支援モデルに関するシンポジウム 委員会報告書・論文集，pp.56-57，2004
- 3) 久保田憲ら：モルタル表面における塩分吸着性能の解明，セメント技術大会講演集，Vol.59，pp.112-113，2005
- 4) 後藤年芳ら：硬化コンクリートの全塩化物イオン濃度迅速測定法の開発，コンクリート工学年次論文集，

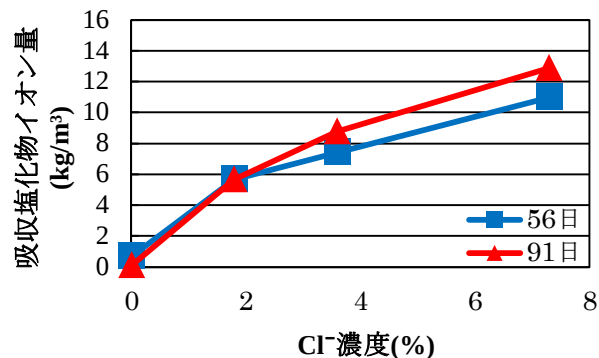


図3 NaCl の Cl^- 濃度と吸収塩化物イオン量の関係

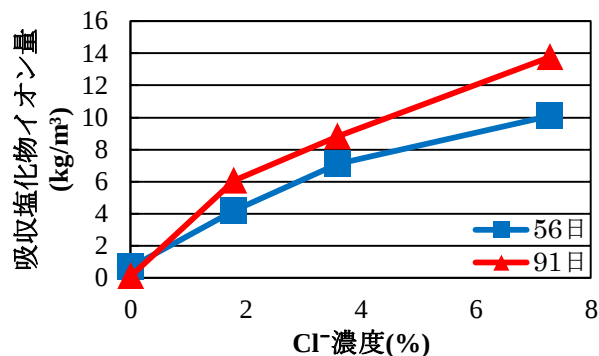


図4 CaCl_2 の Cl^- 濃度と吸収塩化物イオン量の関係

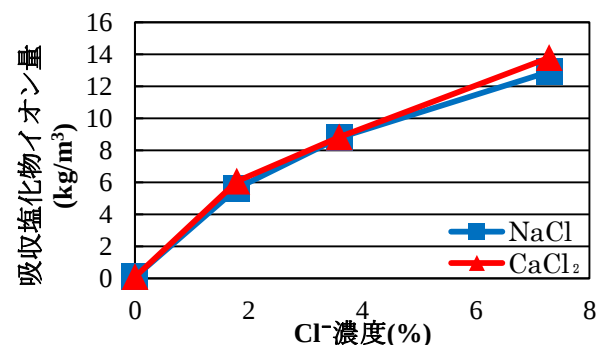


図5 暴露91日における Cl^- 濃度と吸収塩化物イオン量の関係

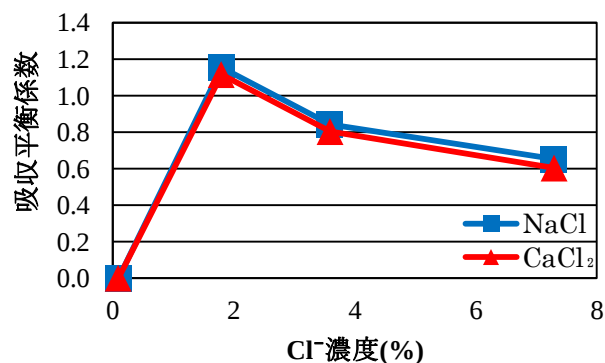


図6 暴露91日における Cl^- 濃度と吸収平衡係数の関係

Vol.32, No.1, pp.785-790, 2010