

コンクリートのスケーリング劣化に及ぼす凍結防止剤の種類およびその濃度の影響

岩手大学 非会員 ○高橋 拓真
 岩手大学 非会員 丹後谷 勇樹
 岩手大学 正会員 小山田 哲也
 岩手大学 正会員 羽原 俊祐

1. 目的

積雪寒冷地域で冬期の路面凍結を予防するために散布される凍結防止剤が、コンクリートのスケーリング劣化を助長する事例が、近年顕在化している。凍結防止剤は、様々な種類が使用されているものの、コンクリートのスケーリング劣化に及ぼす影響を検討している例は数少ない。そこで本研究では、コンクリートのスケーリング劣化に及ぼす影響を、凍結防止剤の種類とその濃度に着目して整理することとした。

2. 実験概要

実験条件を表-1 に示す。セメントには市販の普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³）を使用し、細骨材には宮古市閉伊川産川砂（表乾密度：2.67g/cm³、FM:2.68）を用いた。供試体はモルタルとし、配合は、水：セメント：細骨材を 0.55：1：3 の質量割合とした。

1 日間湿空養生し、27 日間の水中養生後、実験に供した。本研究で使用した凍結防止剤を表-2 に示す。一般に用いられている凍結防止剤は、イオンで大別でき、使用実績が多いものとして、陰イオンでは Cl⁻と CH₃COOH を、陽イオンでは Na⁺、Ca²⁺および K⁺をそれぞれ組み合わせた化合物の計 6 種類を実験の対象とした。各凍結防止剤について、1,3,6%の質量パーセント

濃度で試験を実施した。凍結融解試験は、これまでの研究¹⁾と同一の方法で行った。

3. 実験結果および考察

スケーリング量の推移を図-1 に示す。なお、濃度 6%の縦軸は拡大して示している。濃度に着目すると、蒸留水では、ほとんどスケーリングが生じていないのに対し、1%、3%では、いずれの溶液の場合でもスケーリングが生じている。しかし、6%ではスケーリングが小さく、蒸留水よりもスケーリングが生じない。また、1%と比較し、3%でスケーリングが多く発生しており、本実験でも、既往の研究¹⁾で述べられているスケーリングの特徴と一致する結果が得られた。ただし、同一の質量パーセント濃度であっても、凍結防止剤の種類により、スケーリング量とその推移には大きな違いがある。この傾向を濃度 3%の場合で整理してみることにした。

図-2 に、図-1 から 50 サイクル終了時の最終スケーリング量を示した結果である。陰イオンについては、塩化物系と比較し、酢酸系でスケーリング量が多い特徴がある。また、陽イオンでは、概ねナトリウム、カリウム、カルシウムの順にスケーリングが大きくなる。この傾向をさらに細分して検討する。

図-3 に凍結融解試験の始めと終わりから 10 サイクルの区間での 1 サイクルあたりのスケーリング量を示す。この値は、図-1 のそれぞれのサイクルにおける傾きに相当し、劣化速度が検討できる。10 サイクルまでの変化の割合は酢酸ナトリウムおよび塩化カリウムで大きい。ただし塩化カリウムは、50 サイクルのスケーリングはそれほど多くはならない特徴がある。一方 40~50 サイクルでは、塩化物系より酢酸系で値が大きくなる。

キーワード 耐凍害性, スケーリング劣化, 凍結防止剤

連絡先 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4 丁目 3-5 岩手大学 工学部 社会環境工学科 TEL 019-621-6442

表-1 実験条件

セメント	W/C	C/S
普通ポルトランドセメント	0.55	1/3

表-2 使用凍結防止剤

凍結防止剤	濃度 (mass%)	記号
塩化ナトリウム	1,3,6	◆
塩化カリウム		▲
塩化カルシウム		■
酢酸ナトリウム		◇
酢酸カリウム		△
酢酸カルシウム		□
蒸留水	—	×

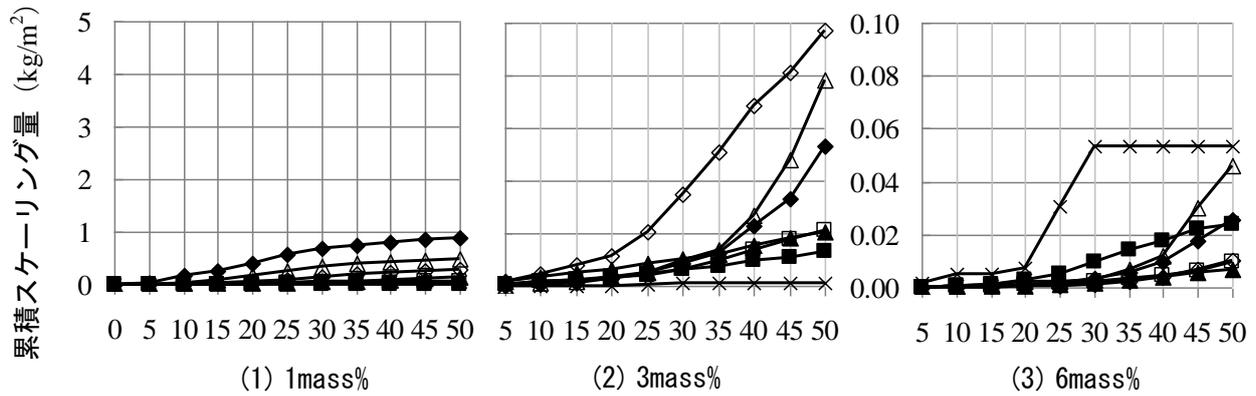


図-1 スケーリング量の推移

図-4 に塩化カリウムと塩化カルシウムを使用した場合の剥離片の状況を示す。0~5 サイクルでは、塩化カリウムで大きな薄片が多く剥がれ、塩化カルシウムでは小さなものが剥がれる。結果は割愛するが他の凍結

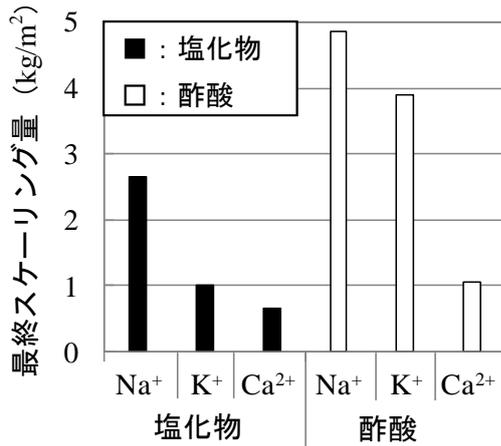


図-2 最終スケーリング量

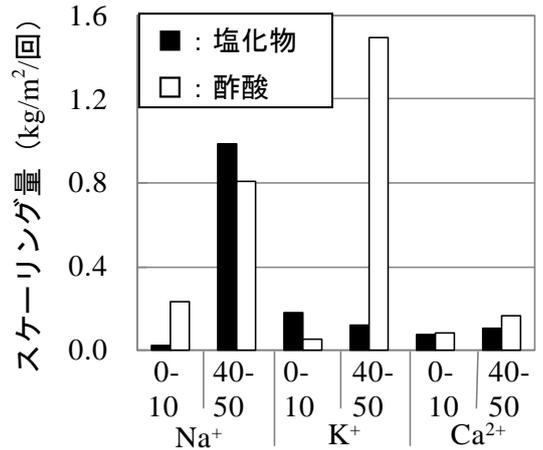


図-3 1サイクル当たりのスケーリング量

防止剤でも検討した結果、図-3 において、10 サイクルまでの変化量が多いのは、大きい薄片が剥離する傾向にあり、これが凍結融解試験開始当初のスケーリング量に影響するものと考えられる。このように陽イオンの種類により剥離の形状には相違がみられる。一方で 45~50 サイクルでは粒径の大きな細骨材はほぼ単独で剥がれ、凍結防止剤の種類による差はほとんどない。サイクルの進行に伴い、ペースト骨材界面にひび割れが生じ、骨材とセメントペーストを分離しているものと考えられ、図-3 において、40~50 サイクルで酢酸系のスケーリング量が多くなるのは、酢酸系で骨材界面のひび割れが多く発生するためと考えられる。

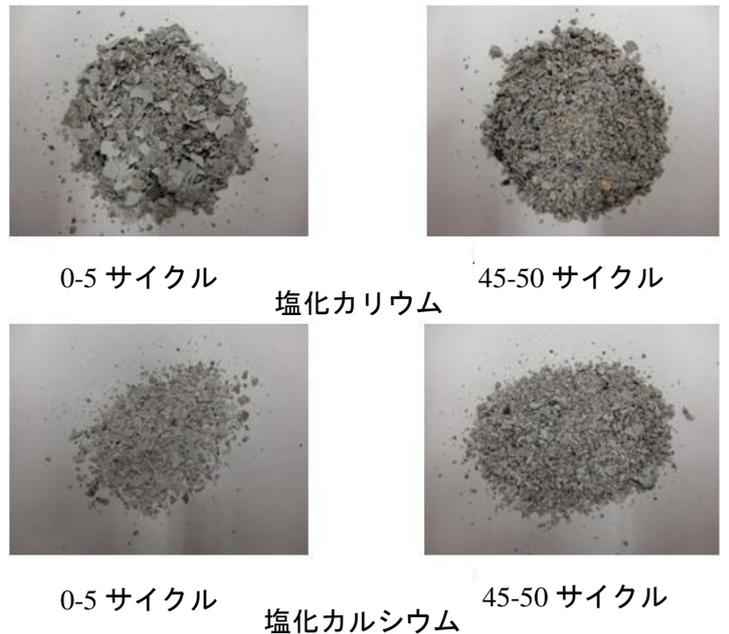


図-4 剥離片の状況

4. まとめ

本研究を以下にまとめる。

- (1) スケーリング劣化は溶液濃度 1%~3% で生じやすく、3% で最大、6% では生じない。
- (2) 凍結防止剤の陽イオンの種類により、剥離片の形状が異なる。
- (3) 50 サイクルの累積スケーリング量は、塩化物系と比較し、酢酸系で多くなるが、剥離片を観察した結果、凍結融解繰返しに伴い、骨材界面のひび割れが多く発生すること原因と考えられる。

参考文献：1) 浅野慎吾、小山田哲也、羽原俊祐：融雪剤の種類がコンクリートの耐凍結融解抵抗性に及ぼす影響、土木学会東北支部技術研究発表会、V-8、(2008)