

新たな非塩化物系凍結防止剤がスケーリング劣化に与える影響

興栄コンサルタント ○正会員 畑佐 陽祐

岐阜大学 正会員 木下 幸治

岐阜大学大学院 学生会員 蓮池 里菜

1. はじめに

従来わが国では、冬季の道路凍結防止のために、塩化ナトリウム等の塩化物が散布されてきた。これら塩化物は、鋼材腐食やコンクリートのスケーリング劣化を促進し、構造物の耐久性を低下させている。その対策の1つとして、非塩化物系凍結防止剤の利用が考えられる。そこで著者らは、近年提案された非塩化物系凍結防止剤であるプロピオン酸ナトリウム¹⁾に着目し、プロピオン酸ナトリウムが鋼材やコンクリートに与える影響についての研究を進めている。本研究では、プロピオン酸ナトリウムの濃度の違いがコンクリートのスケーリング劣化に与える影響および、他のカルボン酸ナトリウム塩との違いを明らかにすることを目的とし、凍結融解試験を実施した。

2. 試験方法

本研究では、小片凍結融解試験²⁾を参考に凍結融解試験を行った。試験方法は以下のとおりである。

実験に供した試験片は、材齢28日まで湿潤養生を行った後、約1年間気中に暴露したφ10×20cmのモルタル供試体を、1辺が8mmになるようにダイヤモンドカッターで切断して作製した。

使用した凍結防止剤を表-1に示す。プロピオン酸ナトリウムの濃度を1%、3%、6%に変化させたものと、他の非塩化物系凍結防止剤として提案されているカルボン酸ナトリウム塩である酢酸ナトリウム、蟻酸ナトリウム及び、現在多く用いられている凍結防止剤である塩化ナトリウムそれぞれの3%濃度を対象とした。各溶液に対し、3組の試験を実施した。

凍結融解試験は、溶液と試料の質量比が10:1となるよう、溶液と試験片(1組3粒)をポリプロピレン容器に入れ、フタをして行った。容器に入れた供試

体に対し、-18度の冷凍庫内で12時間、室内で12時間を1サイクルとし、10サイクルの凍結融解繰返しを与えた。10サイクル終了後、ろ紙にて試料を分離し、純水で洗浄した。洗浄した試料は乾燥させた後ふるいで分級し、ふるい上に残った試料の質量残存率によりスケーリングへの影響を評価した。

3. 試験結果

試験前後の試験片の写真を図-1に示し、質量残存率の測定結果を表-1に示す。本研究で対象とした凍結防止剤の中では、通常道路の凍結防止剤に用いられている塩化ナトリウムが最も質量残存率が低く、最もスケーリング劣化が激しい結果となった。なお、著者らが以前に行った実験結果³⁾と比べると、質量残存率が倍程度となっており、試験結果のばらつきが見られた。また、スケーリングは通常角部から進行するが、本研究では平面部から進行している場合

表-1 質量残存率

凍結防止剤	化学式	濃度	No	質量残存率
プロピオン酸ナトリウム	CH ₃ CH ₂ COONa	1%	1	87%
			2	87%
			3	92%
		3%	1	95%
			2	97%
			3	95%
		6%	1	100%
			2	100%
			3	100%
酢酸ナトリウム	CH ₃ COONa	3%	1	95%
			2	95%
			3	91%
蟻酸ナトリウム	HCOONa	3%	1	90%
			2	76%
			3	92%
塩化ナトリウム	NaCl	3%	1	81%
			2	76%
			3	77%

キーワード スケーリング, 凍結融解, 凍結防止剤, プロピオン酸ナトリウム

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市中鶉4丁目11番地 株式会社興栄コンサルタント TEL058-274-2697

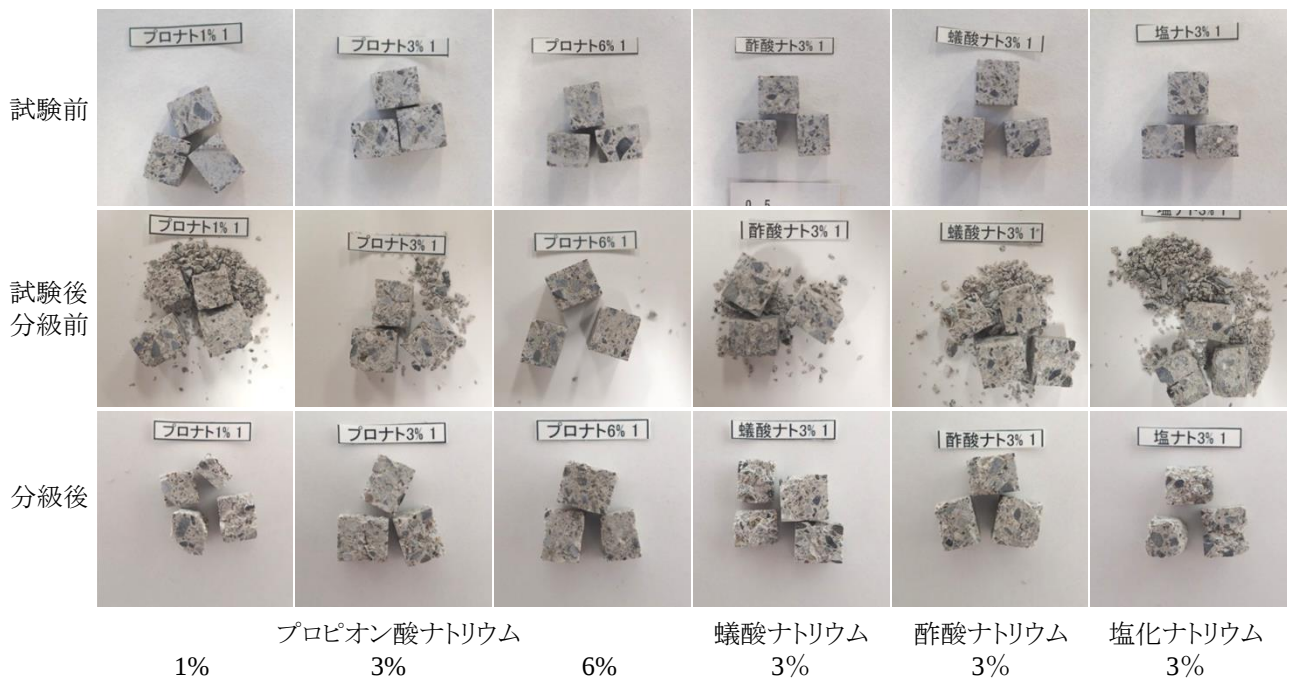


図-1 外観変化

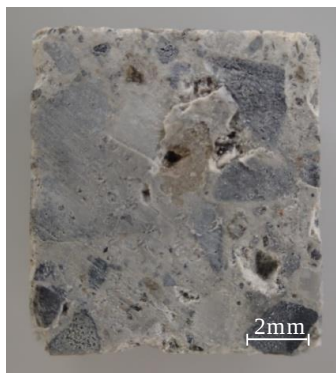


図-2 プロピオン酸ナトリウム 6%の試験結果

が多い事や、2つに割裂している試験片が存在する等、特異な結果となっている。

プロピオン酸ナトリウムの濃度の違いに着目すると、濃度が濃いほど質量残存率が高く、6%ではほとんど質量変化が起こっていないことが分かる。図-2に拡大写真を示すとおり、6%の試験片は、多少表面の骨材の脱落やひび割れの発生が確認されるものの、質量に影響するほどの劣化は生じていない。また、既往の研究²⁾では、酢酸塩のスケーリング劣化は3%の時に最も大きくなる結果となっているが、プロピオン酸ナトリウムでは傾向が異なる結果となった。

同じカルボン酸ナトリウム塩である、蟻酸ナトリウム、酢酸ナトリウム、プロピオン酸ナトリウムの違いに着目すると、同じ3%濃度の場合、陰イオンの大きさが大きいほど劣化が抑制されることが分かる。これは、陰イオンが大きいほどイオンの移動が難し

くなり、コンクリート細孔中の溶液濃度が上がりにくくなるためと考えられる。しかし前述したように、プロピオン酸ナトリウムと酢酸ナトリウムでは、スケーリング劣化が大きくなる濃度が異なる等、性質が異なっていると考えられるため、今後さらなる検討が必要と考える。

4. 結論

- ・本研究で対象としたすべての非塩化物系凍結防止剤は、塩化ナトリウムに比べ、スケーリング劣化に与える影響が小さい。
- ・プロピオン酸ナトリウムのスケーリング劣化に与える影響は、濃度が1%、3%、6%では、濃度が低いほど影響が大きく、6%ではほとんど質量変化が生じないことが分かった。
- ・カルボン酸ナトリウム塩は、同濃度の場合陰イオンが大きいほど劣化が抑制されることが考えられる。

参考文献

- 1) 佐藤ら：新たな非塩化物系凍結防止剤の開発に関する研究，北海道の雪氷 NO34，pp119-120，公益社団法人日本雪氷学会，2015
- 2) 羽原ら：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影響，セメント・コンクリート論文集 No.67, PP.95-101，2014.2
- 3) 畑佐ら，非塩化物系凍結防止剤がスケーリング劣化に与える影響，日本材料学会東海支部第10回学術講演会論文集，2017.3