

酢酸カルシウム・酢酸マグネシウム系凍結防止剤が コンクリートのスケーリングに及ぼす影響

岩手大学 非会員 ○ 菅野華果
岩手大学 正会員 羽原俊祐
岩手大学 正会員 小山田哲也
(株)ネクスコ・エンジニアリング東北 非会員 早坂洋平

1 はじめに

塩化ナトリウム等の凍結防止剤の使用が、コンクリートのスケーリング劣化を助長している。一方、酢酸カルシウム・マグネシウム（CMA）はスケーリング劣化が発生しにくく、純水と同等であるとの報告¹⁾がある。本研究では、CMAによるスケーリングへの影響が小さい原因を明らかにするため、端成分である酢酸カルシウム及び酢酸マグネシウムを用い、小片凍結融解試験法²⁾にて結果の比較を行った。

2 実験方法

(1) 試験用供試体

使用した材料及び配合を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³）を使用し、細骨材は表乾状態の宮古市閉伊川産川砂（粗粒率：2.78）を用いた。供試体はAE剤を用いないモルタルとした、4×4×16cmの角柱供試体について、材齢28日まで水中養生を行った後、ダイヤモンドカッターを用いて1辺が8mmになるように切断し、試験片とした。

(2) 小片凍結融解試験法

(1)で作成した試験用供試体1組3粒（約4g）を、容量100mlのポリプロピレン容器に入れ、溶液と試料の質量比を10：1

として、濃度3mass%の凍結防止剤溶液に浸漬させ、フタをして凍結融解試験を行った。使用した凍結防止剤の種類を表-2に示す。温度条件は、供試体を-20度の冷凍庫内で12時間、15度の室内で12時間を1サイクルとし、1、3、5、7、10、15回の凍結融解繰返しを与えた。所定のサイクルの後、容器を取り出し、ろ紙(5B)にて溶液と試料を分離し、純水で洗浄した。分離した試料は40度恒温乾燥機にて乾燥し、乾燥後試料の2.5mmふるい上の質量残存率を求めた。1回の測定には上記試料を3組使用した。質量残存率は3組のうちの中央値を使用した。

(3) 空隙径分布の測定

2.5mmふるい上に留まった質量残存率測定後の供試体をそのまま用い、水銀圧入式ポロシメーターにより空隙径分布の測定を行った。

3 実験結果および考察

3.1 小片凍結融解試験

2.5mm質量残存率とサイクル数の関係を図-1に示す。純水、CMAでは15サイクルにおいて、ほとんど質量変化がみられない。この傾向は、既往の結果¹⁾と一致する。一方、塩化ナトリウム、酢酸カルシウム(CA)では、段階

表-1 使用した材料及び配合

セメント	普通ポルトランドセメント
細骨材	宮古市閉伊川産川砂
水セメント比	0.55
砂セメント比	3

表-2 使用した凍結防止剤

名称	略称
純水	—
塩化ナトリウム	NA
酢酸カルシウム	CA
酢酸マグネシウム	MA
酢酸カルシウムマグネシウム	CMA

キーワード：凍結融解抵抗性、スケーリング、凍結防止剤、CMA、酢酸カルシウム、酢酸マグネシウム

連絡先：岩手大学 工学部社会環境工学科 建設材料学研究室（〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5）

的に質量残存率が低下し、10 サイクルで 10%以下となった。酢酸マグネシウム(MA)では、ほとんど劣化しないことが分かった。

凍結融解後の試験片の劣化状況を図-2 に示す。CA は劣化が著しく、1 サイクルにおいても隅角部が損傷し、サイクル毎に残存量は減少して 10 サイクルで供試体の形を成さない。MA は、15 サイクルにおいても劣化はみられず、CMA とほぼ同程度である。以上のように、質量残存率は、供試体の劣化の状況を捉えており、小片凍結融解試験法では、10 サイクルで劣化の判断ができるといえる。

3.2 空隙径分布

各サイクルにおける硬化体の空隙径分布の変化を図-3 に示す。劣化がみられた塩化ナトリウム、CA では、サイクルが進むにつれて、1 μ m 以上の空隙量が多くなり、逆に 50nm-1 μ m の空隙は減少した。50nm-1 μ m の粗い毛細管空隙は、セメントペーストと骨材との界面に存在することが知られており、サイクルの進行とともに、この空隙が破壊されて、1 μ m 以上の空隙になったと考えられる。MA、CMA では、50nm-1 μ m 及び 1 μ m 以上の空隙には、凍結融解サイクルを通じて 0 サイクルの供試体と変化がないことが分かる。

以上の結果を整理すると、CMA のスケーリングの劣化低減効果には MA の成分が関係していると考えられる。

4 まとめ

本研究では、CMA を使用した場合、スケーリング量が少ない原因を明らかにするため、端成分に着目した。小片凍結融解試験の結果から、酢酸カルシウム(CA)溶液の場合、塩化ナトリウムと同等にスケーリングは大きい。一方、酢酸マグネシウム(MA)では純水や CMA と同等で、スケーリングは小さい。空隙径分布から、劣化した硬化体では、50nm-1 μ m の空隙量が減少し、1 μ m 以上の空隙量が増加する。劣化しない硬化体では空隙径分布は変化は小さく、硬化体組織の崩壊は起こっていない。

参考文献

- 1)小山田哲也，高橋拓真，羽原俊祐，藤原忠司：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とセメントの種類の影響，セメント・コンクリート論文集，No.63，pp.450-457，2009
- 2)小山田哲也，羽原俊祐，高橋拓真，高橋俊介：スケーリング劣化を考慮した新しい凍結融解試験法の検討，コンクリート工学年次論文集，vol.33，pp.935-940，2011

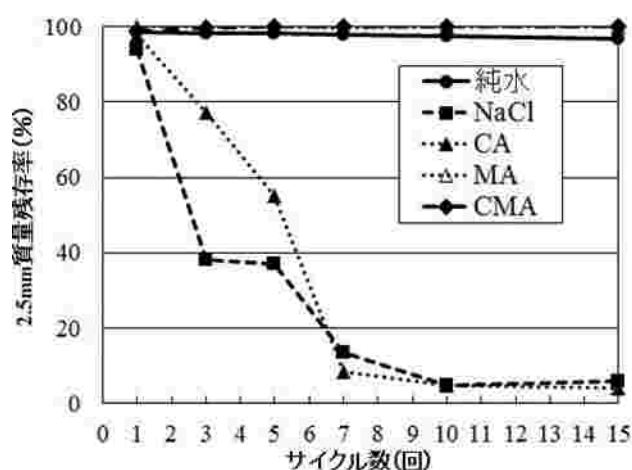


図-1 2.5mm 質量残存率とサイクル数の関係

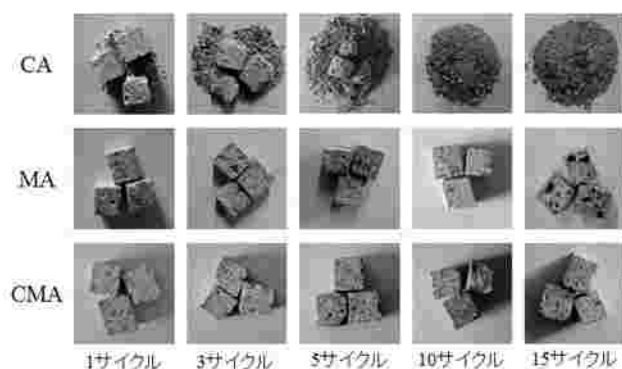


図-2 凍結融解後の試験片

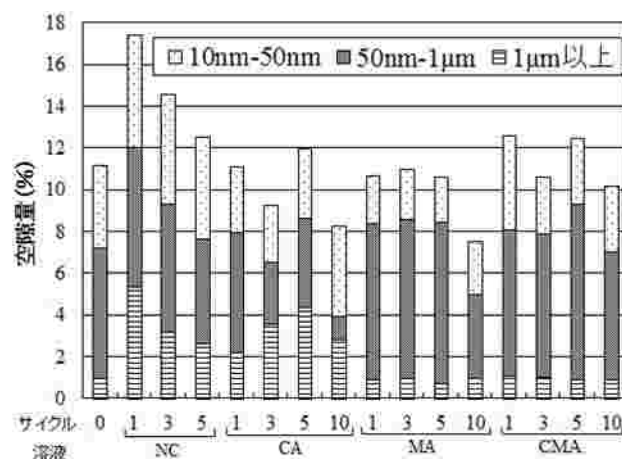


図-3 空隙径分布の変化