

凍結及び融解時間が異なる場合のスケーリング抵抗性に及ぼす固形パラフィンの影響

福岡大学大学院 正会員 ○丸田 浩 正会員 添田 政司 学生会員 下河 初美
福岡大学 正会員 樋原 弘貴

1. はじめに

寒冷地において、凍結防止剤が散布される環境では、スケーリングによるコンクリート構造物の劣化が一つの問題となっている。現在、耐凍害性を有する材料として、主成分を固形パラフィンとした混和剤が提案されており、スケーリングを抑制する効果が確認されている¹⁾。他方で、現在のスケーリング試験方法は、室内における促進試験としているため、凍結融解の時間が短く、実環境とは異なることが考えられる。そこで、本研究では凍結及び融解時間が異なる凍結融解作用を与えた場合のスケーリング抵抗性および塩化物イオン浸透性に及ぼす固形パラフィンの影響について検討した。

2. 試験概要

2. 1 使用材料およびコンクリート配合

表－1にコンクリート配合を示す。セメント（C）には普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³）、細骨材（S）には山砂（表乾密度 2.57g/cm³）、粗骨材（G）には硬質砂岩（表乾密度 2.65g/cm³）、混和剤には AE 減水剤（Ad）、消泡剤（DF）を用いた。なお、固形パラフィン（PE）は、固形分 30%のエマルジョンの形態で用い、単位水量の内割で混和した。本試験では、スランブは 15±2.5cm、空気量は施工工程において空気量が減少したことを想定し、空気量を連行しない NonAE コンクリートとして 3.0±1.0%に調整した。

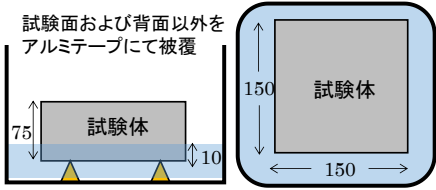
2. 2 試験項目および方法

スランブ試験は JIS A 1101、空気量試験は JIS A 1128 に準拠した。圧縮強度試験は JIS A 1108 に準拠して材齢 28 日まで水中養生した試験体を用いて行った。スケーリング試験は、図－1に示す通り 150×150×75mm の試験体を用い、凍結媒体

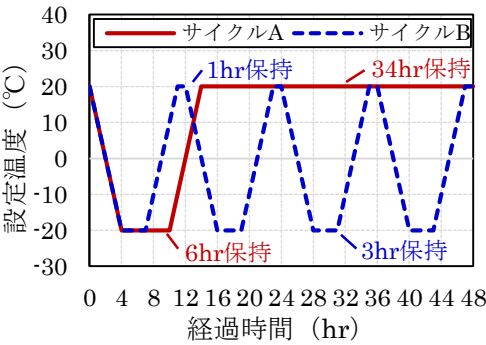
を 3%NaCl 水溶液とし、下面吸水状態（深さ 10mm）で行った。試験体は、材齢 7 日まで水中養生を行い、その後材齢 28 日まで気中養生とし、試験面とその背面以外の 4 面をアルミテープにて被覆し、凍結融解作用を与える前に 3%NaCl 水溶液に 7 日間下面吸水させた。凍結融解サイクルは、図－2に示すサイクル A、サイクル B（RILEM CDF 法）の 2 通りで実施した。凍結融解作用を与えた場合の塩化物イオン濃度の測定は、サイクル A では 75 サイクル目（150 日）、サイクル B では 100 サイクル目（50 日）で測定した。凍結融解作用を与えない場合の塩化物イオン濃度は、JSCE-G 572 に準じて、φ100×200mm の試験体を φ100×150mm にカットし、10%NaCl 水溶液に 150 日間浸漬させて測定した。それぞれの塩化物イオン濃度の測定は、深さごとに採取した試料について、JCI-SC4 に準じて行った。なお、サイクル B は Fick の拡散係数方程式より算出した塩化物イオン拡散係数から 150 日相当に換算した塩化物イオン濃度分布で評価した。

表－1 使用材料

配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (kg/m ³)		
			W	C	S	G	Ad	DF	PE
PL	55	49.2	167	304	874	929	4.56	0.030	—
Pa4.5							5.17	0.046	4.5
Pa13.5							5.17	0.060	13.5



図－1 スケーリング試験状況



図－2 凍結融解パターン

キーワード スケーリング、パラフィン、塩化物イオン、拡散係数
連絡先 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1、TEL：092-871-6631

3. 試験結果

表-2 にフレッシュ性状および圧縮強度試験結果を示す。固形パラフィンを混和することにより、流動性は PL よりも若干低下する傾向となり、空気量は増加することが確認された。圧縮強度は、Pa13.5 で PL よりも 1 割程度の低下が確認された。

図-3 にサイクル A のスケーリング量を、図-4 にサイクル B のスケーリング量を示す。サイクル A における PL のスケーリング量は、50 サイクルで急激に多くなった。一方で、Pa4.5 および Pa13.5 の場合は、急激な増加は認められず、PL よりも少なくなった。固形パラフィンを混和した場合のスケーリング量は、その混和量が多くなるほど、少なくなる傾向であった。サイクル B における PL のスケーリング量は、35 サイクル目から増加が認められた。Pa4.5 の場合は、25 サイクル目までに大きな破片が剥がれたことによりスケーリング量が多くなったが、それ以降に顕著な増加は認められず、100 サイクル目では PL よりも小さくなった。Pa13.5 の場合は、100 サイクルまで顕著な増加が認められなかった。サイクル B のスケーリング量は、サイクル A よりも少なくなる傾向が確認された。

図-5 に各条件における PL の塩化物イオン濃度分布を、図-6 に Pa13.5 の塩化物イオン濃度分布を示す。PL および Pa13.5 の塩化物イオン濃度分布は、凍結融解作用を受けることにより、塩化物イオンが浸透し易くなる傾向が確認された。塩水浸漬の場合、PL と Pa13.5 の塩化物イオン濃度分布に顕著な差は認められなかった。サイクル B の場合においては、PL よりも Pa13.5 の方が塩化物イオン濃度が若干高くなった。一方で、サイクル A の場合の場合は、PL では塩水浸漬の条件と比べて 15mm までの表層部の塩化物イオン濃度が高くなっているのに対し、Pa13.5 では表層部においても塩水浸漬の条件と同程度になることが確認された。これは、前述の通り Pa13.5 のスケーリング量が PL よりも少なくなっていることから、Pa13.5 の表層部の微細ひび割れ発生が少ないことが考えられ、その影響によるものと推察される。なお、サイクル B の場合は、融解期間が短いため、PL と Pa13.5 で顕著な差は認められなかったものと思われる。

4. まとめ

本研究では、凍結及び融解時間が異なる凍結融解作用を与えた場合のスケーリング抵抗性および塩化物イオン浸透性に及ぼす固形パラフィンの影響について検討した。検討の結果、固形パラフィンを混和することにより、スケーリング量は少なくなり、凍結融解の条件によっては塩化物イオンの浸透を抑制する傾向が確認された。

参考文献

- 1) 尾鍋智哉, 小林孝一: 耐久性向上混和剤の添加が蒸気養生コンクリートのスケーリング抵抗性に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.1, pp544-549, 2022

表-2 フレッシュ性状、圧縮強度

配合	スランプ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
PL	16.0	2.2	48.1
Pa4.5	15.0	2.9	47.9
Pa13.5	13.0	3.3	43.3

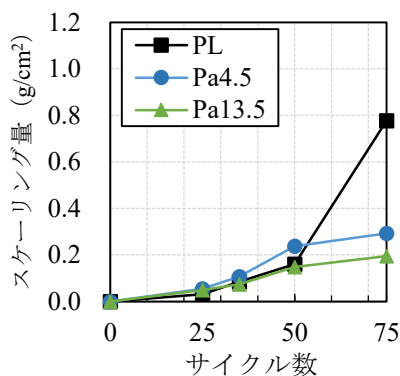


図-3 スケーリング量
(サイクル A)

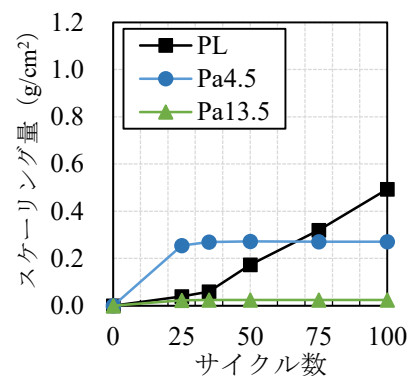


図-4 スケーリング量
(サイクル B)

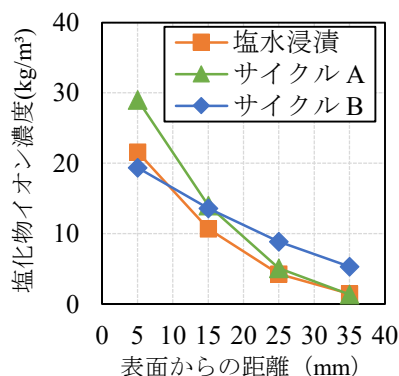


図-5 Cl⁻濃度分布 (PL)

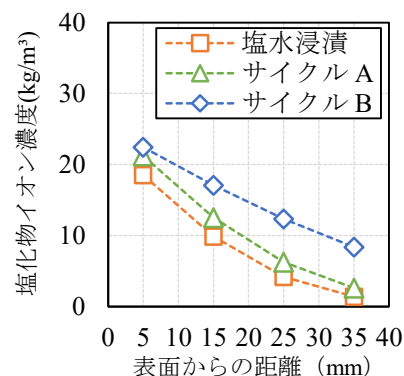


図-6 Cl⁻濃度分布 (Pa13.5)