

コンクリートのスケーリング抵抗性に及ぼす表面含浸材の影響

岩手大学 理工学部

正会員 ○小山田 哲也

(株)ネクスコ・エンジニアリング東北

正会員 皆川 翔平

岩手大学 理工学部

正会員 羽原 俊祐

1. 研究背景

凍害は積雪寒冷地域のコンクリートの主たる劣化要因の1つである。特に道路構造物に散布される凍結防止剤によるスケーリング劣化は、長期耐久性を確保する上で重要な課題となっており、抜本的な対策が必要である。本研究では、構造物のスケーリング劣化の予防策として表面含浸材の効果について検討した。表面含浸材は、塗布により含浸し、コンクリートの耐久性を高めるものとされており、中性化や塩害などには効果が確認されている。しかし凍害に関しては、製品ごとの効果が相違することから、適用するには検討が必要と考えられている。本研究では表面含浸材を塗布したコンクリートのスケーリング抵抗性を実験的に検討するとともに、効果の相違の要因を検討した。

2. 実験概要

使用したセメントは普通ポルトランドセメントである。細骨材は陸砂および砕砂を使用した。表乾密度はそれぞれ 2.54g/cm^3 、 2.65g/cm^3 である。粗骨材には表乾密度 2.94g/cm^3 の砕石を用いた。フレッシュコンクリートのスランプおよび空気量は高機能型 AE 減水剤および AE 助剤により $8\pm 1.5\text{cm}$ および $4.5\pm 0.5\%$ となるよう調整した。表面含浸材のコンクリートへの浸透は、コンクリートの緻密性に関連すると考えられる。そこで本研究では、対象構造物を橋梁と想定し、上部工に相当する水セメント比 40% と下部工に相当する水セメント比 55% の 2 水準のコンクリートを用意した。コンクリートの単位水量はそれぞれ 165kg/m^3 、 170kg/m^3 である。コンクリートは直径 153mm の塩化ビニル管に高さ 10cm まで打込み、底面をスケーリング試験面とした。

塗布した表面含浸材は、水セメント比 55% では、シラン系で 3 種類、ケイ酸塩系で 1 種類、養生系で 1 種類とし、無塗布を含めて 6 水準を対象とした。また水セメント比 40% では、シラン系を 1 種類した以外は 55% と同様とし、4 水準とした。シラン系およびケイ酸塩系は、一般的な材料で、北海道などですでに施工実績の大きいものを選定して使用した。養生系とは、シランを主成分としているが、初期材齢での水分の散逸を防ぐ成分も混合して初期養生の性能を向上させたものである。

コンクリートに 14 日間の水中養生を施し、14 日間 20°C RH60% の恒温恒湿室で気中養生を行った後、表面塗布剤を塗布した。すべての表面含浸材の塗布量は、推奨塗布量に基づき 200g/m^3 とした。塗布は 100g/m^3 ずつ 2 回に分けて刷毛で行い、2 回目の塗布は 1 回目の塗布表面が乾燥した 2 時間後に実施した。

スケーリング抵抗性の評価は、ASTM C672 法に準拠して行った。

スケーリング抵抗性の相違について検討するため、含浸深さ試験およびモルタル小片による吸水率試験を実施した。含浸深さの試験は JSCE-K 571-2010 に準拠した。また吸水率試験は、水セメント比 40%、55% のコンクリートの配合から粗骨材を取り除いてモルタル単独で練り混ぜて作製した。フレッシュモルタルは $4\times 4\times 16\text{cm}$ の角柱で成型し、材齢 28 日まで養生した後、モルタルカッターを使用して 8mm 角に切断し、これを供試体とした。このモルタル小片を 40°C で質量が変わらなくなるまで乾燥させ、表面含浸材を塗布して、14 日間 20°C RH60% の恒温恒湿室内で養生して、粗骨材の吸水率を求める方法と同様に求めた。

3. 実験結果および考察

橋梁上部工および下部工を想定した水セメント比 40% および 55% のコンクリート供試体のスケーリング促進試験の結果を図 1 に示す。水セメント比 55% では、無塗布の場合、材齢 5 サイクルから劣化が顕著であり、20 サイクルまで劣化が単調に継続し、それ以降、劣化の速度が遅くなる。表面の脆弱層が早期に剥離したた

キーワード 表面含浸材, スケーリング劣化, 含浸深さ, 吸水率, 水セメント比

連絡先 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学理工学部 システム創成工学科 TEL 019-621-6442

めと考えられる。一方、塗布したすべてのケースで、20 サイクル目まではスケーリングが抑えられているものの、それ以降はシラン系の2種類でスケーリング量が急増する傾向が見られた。ただしシラン系の他の1種類では、スケーリングが抑制されており、効果の優劣が明確に表れる結果となった。また養生系およびケイ酸塩系の表面含浸材は、50 サイクルでは無塗布より効果が見られた。

水セメント比 40%では、いずれの表面含浸材も無塗布と比較して劣化が大きくなる傾向が確認され、いずれも水セメント比 55%よりも劣化が大きくなる傾向が確認された。一般に W/C が小さい程緻密になり耐久性が、向上すると考えられ、矛盾が生じた。また表面含浸材の種類によりスケーリング抵抗性は異なることが分かった。そこで本研究では、この現象を解明するため、表面含浸材の含浸深さに着目した。結果を図2に示す。図には撥水層の境界を赤で示している。水セメント比 55%の場合、表面含浸材が表面から内部に浸透しているのに対し、W/C=40%では、ほとんど浸透していないことが分かった。本研究では、表面含浸材の塗布を材齢 28 日で行っており、水セメント比 40%のコンクリートでは緻密性が高く、表面含浸材が表面付近に留まり、コンクリート内部への水の浸入を防げなかった可能性がある。

そこでモルタル小片の吸水率とコンクリートのスケーリング量の関係を検討した。結果を図3に示す。吸水率とスケーリング量には明確な相関があり、水セメント比 40%では 55%より吸水率が高くなって、スケーリングを招いたものと考えられた。したがってスケーリング抵抗性における表面含浸材の効果は、水の浸入を遮断することにより発揮されるものと言える。

謝辞：本研究の遂行にあたった岩手大学卒業生の白畑圭吾氏（JR 北海道）、伊藤幸太郎氏（NEXCO 東日本）をここに記して謝意を表す。

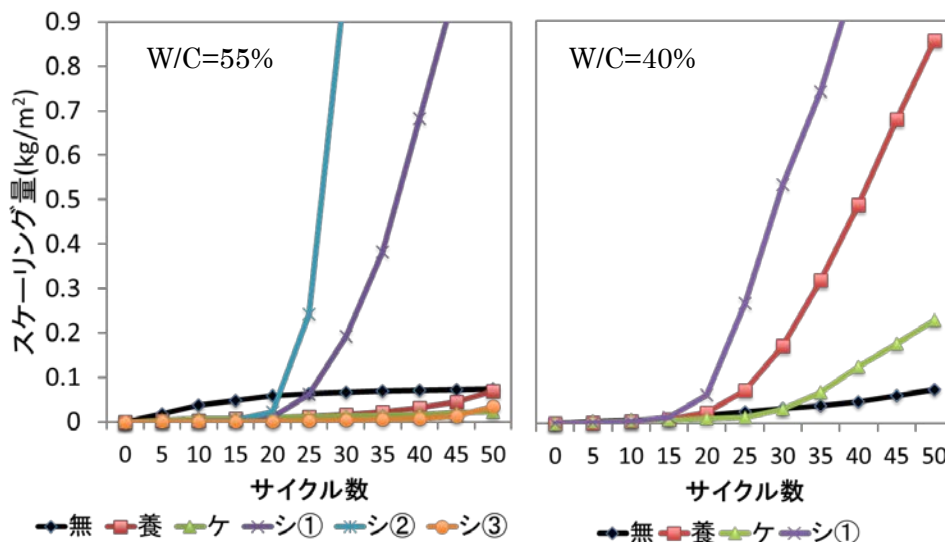


図1 スケーリング量

	養生系 W/C=55%	養生系 W/C=40%
含浸深さ	6.3mm	無
割裂面写真		
スケーリング量	0.1kg/m²	0.9kg/m²

図2 表面含浸材の含浸深さ

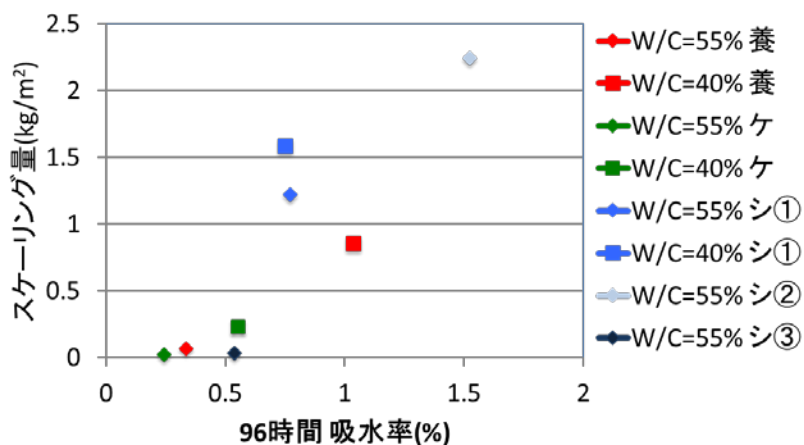


図3 吸水率とスケーリング量の関係