

V-20

表面含浸材を用いたコンクリートの品質に関する基礎的研究

八戸工業大学 学生員 ○荻原 正裕

八戸工業大学 正会員 庄谷 征美

八戸工業大学 正会員 阿波 稔

1. まえがき

寒冷地において凍結融解作用を受けるコンクリート構造物は、コンクリート組織の膨張、緩みあるいはそれに伴うひび割れの発生や崩壊として特徴づけられる、特有の凍害劣化を受けやすい環境下にある。また、近年、凍結防止剤などの塩化物が存在する環境下では凍結融解との複合作用により劣化が促進され、表層部がフレーク（薄片）状に剥げ落ちるスケーリング（表層はく離）が顕在化してきている。さらに劣化が進行した段階では骨材が露出し、著しい場合には、外部劣化因子からの保護層としてのかぶり（表層部）コンクリートの機能が完全に低下し、内部の鉄筋が腐食するケースも多数報告されている。そこで本研究では、タイプの異なる3種類の表面含浸材を用いたコンクリートのスケーリング抵抗性や表層部組織の改善効果について検討することを目的としたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16 g/cm^3 ）である。骨材は細骨材として石灰岩砕砂（密度 2.69 g/cm^3 , F.M. 2.73, 吸水率 1.01%）、粗骨材として石灰岩碎石（密度 2.71 g/cm^3 , F.M. 6.94, 吸水率 0.32%）、混和剤には AE 減水剤および AE 助剤を使用した。コンクリートの配合は、表-1 に示されるように水セメント比は 55% および 60% の 2 ケース、空気量は 3% および 5% の 2 ケースとし、それらの組合せを変化させた 4 種類とした。なお、目標スランブは 10 cm 一定とした。

実験に使用した表面含浸材は、珪酸アルカリを主成分とする水溶液（A・I）と酸化珪素系の水溶液（A・II）の 2 種類を含浸させる含浸材 A、珪酸質系水溶液にポリマーディスパーションを混合した含浸材 B、シリコン系シラン化合物を用いた含浸材 C の 3 タイプである。

表-1 コンクリートの示方配合表

Gmax (mm)	W/C (%)	目標 スランブ (cm)	目標 Air(%)	s / a (%)	単位量(kg/m³)					
					W	C	S	G	AE減水剤	AE助剤
20	55	10±1	3±0.5	50	172	312	906	923	1.56	
			5±0.5	48	162	294	864	954	1.38	0.1
	60		3±0.5	51	172	286	935	915	1.46	
			5±0.5	49	162	270	892	946	1.27	0.1

2.2 試験方法

供試体は、縦打ち方式で(210 $\times$ 210 $\times$ 80 mm) 試験面は側面とし、材齢 28 日まで水中養生後(20 $^{\circ}\text{C}$)、恒温室(20 $^{\circ}\text{C}$ 、60%RH)で 2 日間乾燥させ、供試体全面について含浸処理を行った。また、含浸材 A は A・I を含浸後、保護材として A・II を含浸させた。そして、何れのケースも材齢 56 日まで気中養生を行った。なお比較試験用の無処理の供試体は、材齢 28 日まで養生後、封緘し含浸処理した供試体と同一材齢 56 日まで養生を行った。

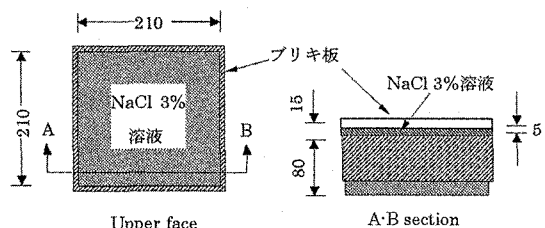


図-1 スケーリング試験用供試体(mm)

コンクリートのスケーリング試験は、ASTM C 672 に準拠して実施したが、温度条件は自動制御方式で行い、試験水には NaCl 3% 溶液を用いた。スケーリング量は、凍結融解 5 サイクル毎に 50 サイクルまで行い、

試験面から剥離したコンクリート片を採取し、105℃で24時間乾燥させ、質量を測定した。

表層部コンクリート（表面より5mm）の組織構造の改善効果を調べることを目的に、水銀圧入式ポロシメータによる細孔径分布および微小硬度計によるヴィッカース硬さの測定を行った。

3. 実験結果および考察

表面含浸材を用いたコンクリートのスケーリング試験結果を図-2 および図-3 に示す。これらの結果より、同一の水セメント比、空気量で比較すると含浸処理を行ったものは、無処理のものに比べ何れのケースにおいてもスケーリングが抑制される傾向が見られた。また、凍結融解開始直後から含浸材の種類による効果の違いが明瞭に確認できる。その効果は、含浸材 A>含浸材 C>含浸材 B の順に大きく、特に含浸材 A を用いた水セメント比 55%のコンクリートは、空気量が 3%であっても発生したスケーリング量は極めて少なかった。

図-4 は、コンクリート表層部 5 mmより採取したモルタル片より測定した細孔径分布の結果を示したものである。この図に見られるように、含浸材 A および含浸材 B を用いたコンクリートの総細孔容積は、約 35 mm³/g であり、無処理のコンクリートと比べて、3 割程度低下する傾向にある。

図-5 は、コンクリート表面（含浸面）から深さ方向における距離とヴィッカース硬さとの関係を示したものである。これより、含浸材 A を用いたコンクリートは、表層部の密実性の改善効果に加えて、表層強度を大きく改善する傾向にある。なお水セメント比 60%のコンクリートにおいて、表層強度の改善効果は含浸面から 6 mm程度であることが確認された。

以上、コンクリート表層部の組織構造の改善効果により、珪酸アルカリを主成分とする含浸材 A を用いたコンクリートは、スケーリング抵抗性の向上に大きく寄与したものと考えられる。

4. まとめ

本実験で用いた珪酸アルカリを主成分とする含浸材 A はコンクリートのスケーリングの抑制に極めて大きな効果を有するものと考えられる。今後コンクリートの物質透過性に関するプロファイルも含め、さらに詳細な検討を進める必要がある。

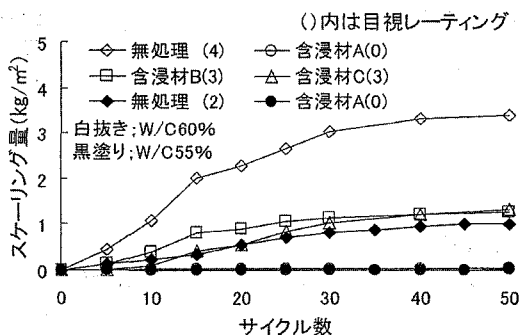


図-2 スケーリング量とサイクル数の関係 (Air5%)

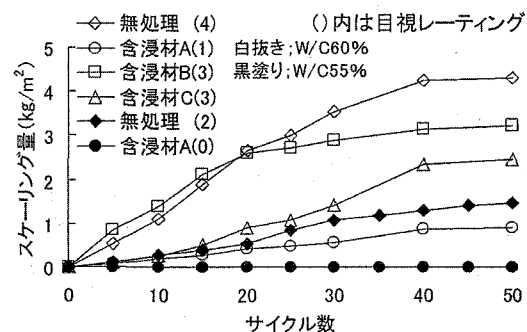


図-3 スケーリング量とサイクル数の関係 (Air3%)

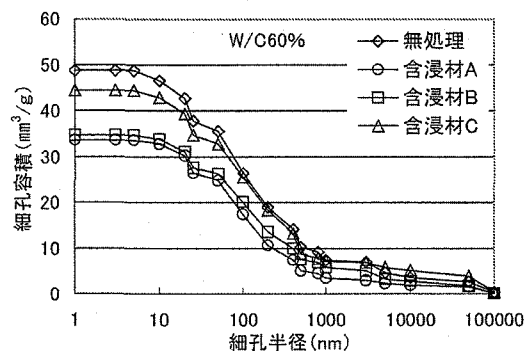


図-4 細孔分布の測定結果 (Air5%)

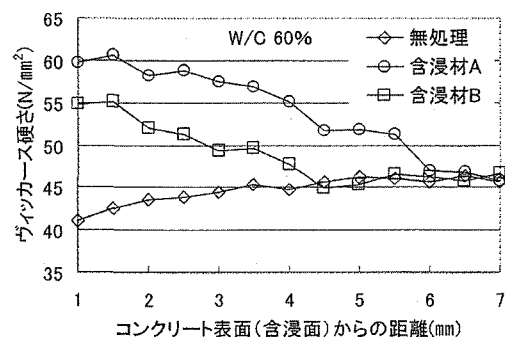


図-5 微小硬度計によるヴィッカース硬さ (Air 5%)