

V-52

融雪剤による高炉セメントを用いたコンクリートのスケーリング性状に関する検討

日本大学工学部 正会員 ○子田 康弘
日本大学工学部 二瓶 一嘉
日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

近年、スパイクタイヤの全面使用禁止の法制化を受けて、冬期間の車両通行の安全性確保のため融雪剤の使用量が年々増加している¹⁾。その結果、融雪剤(主として NaCl)によるコンクリートのスケーリング劣化が顕在化している。一方、平成 13 年グリーン購入法の品目指定を受けたことに伴い寒冷地においても高炉セメントが積極的に使用されるようになり、高炉セメントコンクリートのスケーリング劣化も懸念される。

本研究では、高炉セメントコンクリートのスケーリング劣化を検討するために、RILEM-CDF 法²⁾に準じた凍結融解試験を行なった。本実験では、高炉セメントコンクリートの硬化性状が養生条件の影響を受け易いことを考慮し、養生条件を実験パラメータとした。さらには、スケーリング劣化の進行過程とコンクリート中の骨材の関係について考察を加えた。

2. 実験の概要

本実験のコンクリートは、セメントの種類を高炉セメント B 種および普通セメントとした W/C=60% の AE コンクリート(BB60 および OPC60)である。表-1 には、コンクリートの示方配合を示す。供試体は、φ150×100mm の円柱であり、試験面には型枠底面を用いた。また、供試体の周囲は、試験溶液の浸透を防ぐためエポキシ樹脂系接着剤でコーティングしている。なお、コンクリートのフレッシュ性状に関しては、BB60 がスランプ=11.5cm、空気量=4.8%、OPC60 がスランプ=7.5cm、空気量=4.8%であった。

供試体の養生条件として、図-1 の実験計画に示すように、RILEM-CDF 法に準じた基本養生(BB60-O と OPC60-O)と、基本養生および標準養生後に 21 日間の気中養生期間を設けた 2 条件(BB60-A と BB60-W)の計 3 条件を設定した。また、凍結融解試験に先立つ試験溶液(融雪剤)の浸漬期間は、14 日間であり、試験溶液として濃度 3% の NaCl 水溶液を用いた。なお、これら養生および試験溶液の浸漬は、全て恒温恒湿室(20℃, 60%RH)にて行なっている。

図-2 に実験概要を示す。NaCl 水溶液は、試験面より 5mm の位置まで注ぎ入れた状態で管理した。凍結融解試験は、凍結融解サイクルを+20℃～-20℃の範囲で 1 日 2 サイクルとし、60 サイクルまで行った。スケーリング採取は、6 サイクル毎に行い、スケーリング量は、乾燥後の採取量を試験面の面積で除して求めた。また、本実験では、スケーリング劣化によって露出した粗骨材の面積を併せて測定した。その方法は、6, 18, 42, 60 サイクル時に各養生条件で 3 供試体の粗骨材面積を画像解析により測定するものである。

表-1 示方配合

記号	G _{max} (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	Unit content (kg/m ³)				
						W	C	S	G	AE
BB60	20.0	10±2	60.0	5.0	45.0	170	283	804	1016	250
OPC60	20.0	10±2	60.0	5.0	45.0	170	283	807	1066	210

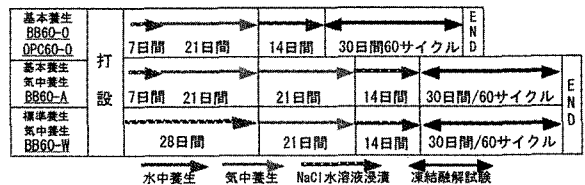


図-1 実験計画

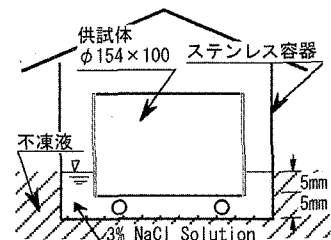


図-2 実験概要

3. 実験結果および考察

図-3は、スケーリング量の測定結果を示したものである。基本養生を行なったBB60-OとOPC60-Oを比較すると、明らかにBB60-Oのスケーリング量が大きく、BB60はOPC60に比べスケーリング抵抗性が低いことがわかる。次に、養生方法の異なるBB60-O、BB60-W、BB60-Aの比較から、60サイクル終了後のスケーリング量はBB60-Aが最も多く、次いで、BB60-W、BB60-Oであった。本実験では、気中養生期間の違いによるスケーリング量の差異、すなわち乾燥とその後の吸水によるスケーリングの促進が認められたが、水中養生期間の長さによる違い大きな違いは生じなかった。

図-4は、1サイクル当りのスケーリング量の変化を示したものであり、換言すれば、スケーリング速度変化を表したものである。図に示すように、スケーリング速度の最大は、BB60が実験水準を問わず6サイクル、OPC60が12サイクルであり、30サイクル以降は、スケーリング速度がほぼ一定に推移している。このことは、セメントの種類および養生条件によるスケーリング量の差異が初期のスケーリング抵抗性に起因することを示している。

図-5は、スケーリングにより露出した粗骨材の面積を試験面に対する露出面積率として表し、これとスケーリング量の関係を示した図である。なお、図-5に示すスケーリング劣化過程を明確にするため、BB60-OとOPC60-Oについて120サイクルまで試験を延長し、その結果も併せて示してある。図-5より、実験水準によらず劣化状況は、3段階に分かれる傾向が見られた。すなわち、I段階がモルタルの剥落のみがスケーリングに寄与した領域、次にII段階としてスケーリングが粗骨材間のモルタルと小さい粗骨材の剥落による状態に移行する領域、最後、III段階ではモルタルと粗骨材の剥落が相互に生じ粗骨材露出面積がほぼ定常に近くなる領域である。また、この劣化状況を図-3のスケーリング量測定結果から見ると、I段階はスケーリング量が 4kg/m^2 程度までで、これはスケーリング増加が顕著な区間であり、II段階は、スケーリング量の直線増加区間、60サイクル以降(III段階)は、比較的大きい粗骨材の剥落とモルタルの剥落を繰り返す状態と示唆される。

4. まとめ

高炉セメントコンクリートは、普通セメントコンクリートよりスケーリング抵抗性が劣り、また、スケーリングに及ぼす乾燥の影響は、初期の凍結融解サイクルで定まる傾向にある。粗骨材面積を指標としたスケーリング評価によりその劣化過程を3段階に分けて捉えることが可能であり、粗骨材がスケーリング抵抗性に及ぼす影響の究明、さらには、供試体形状や試験方法を変えて本手法によるスケーリング劣化の定量化に関する検討を行なう予定である。

謝 辞

本研究は文部科学省学術フロンティア推進事業（日本大学工学部）：「中山間地及び地方都市における環境共生とそれを支える情報通信技術に関する研究（研究代表：小野沢元久）」の一環として実施した。

【参考文献】1)三浦 尚：融雪剤による鉄筋コンクリート構造物の劣化、(社)日本コンクリート工学協会，Vol.38，No.6，pp.3-8，2006

2) Setzer, M.J. et al. : Capillary Suction-Internal damage and Freeze thaw test, Betonwerk+Fertigteile Technik, BFT4, pp.94-105, 1998

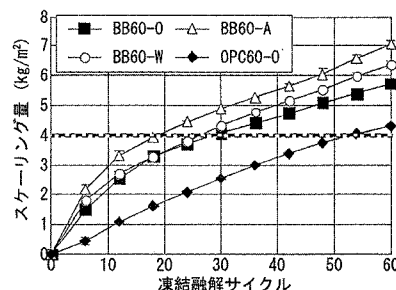


図-3 スケーリング量測定結果

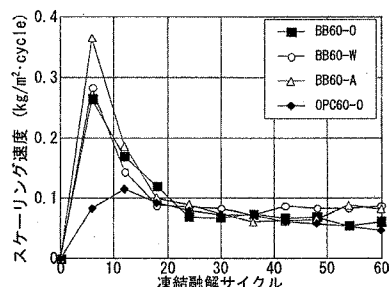


図-4 スケーリング速度と凍結融解回数

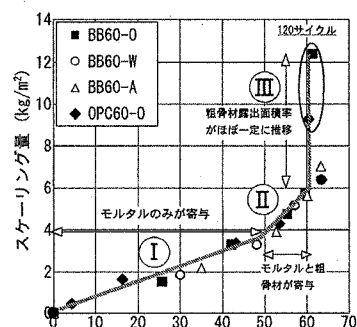


図-5 スケーリング量と粗骨材露出面積