

蒸気養生を行った高炉セメントコンクリートのスケーリング評価に関する検討

日本大学大学院 学生会員 ○高山 徳仁
日本大学 正 会 員 子田 康弘
日本大学 正 会 員 岩城 一郎

1. はじめに

高炉セメントは、平成13年度にグリーン購入法の品目指定を受けたことに伴い、一旦は需要が増加したものの、その後は横ばいの傾向を示している。また、東北での高炉セメントの需要量は、10%未満と全国平均(約25%)と比較し依然低い。その一因は、高炉セメントコンクリートに本来期待されている性能が十分に発揮されない事例が報告されていることによる。本研究では、東北地方のような寒冷地において、融雪剤(NaCl)の影響を受けるような構造物に高炉セメントコンクリートによるプレキャスト製品を用いた場合を想定し、蒸気養生を行ったこの種のコンクリートのスケーリング劣化がその耐久性および美観に及ぼす影響を評価することを目的とした。なお、試験は、RILEM-CDF法¹⁾(1998)に準じた毛管浸透法による凍結融解試験にて検討した。

2. 実験概要

実験水準は、水中養生と蒸気養生の2種類の初期養生方法と、表-1の示方配合に示す通り、普通ポルトランドセメントおよび高炉セメントB種を用いたW/C=55%の2種類のAEコンクリート(OPC55およびBB55)を組み合わせた4ケースである。なお、コンクリートのフレッシュ性状は表-2に示す通りである。

供試体形状は、φ150×100mmの円柱で、試験面には型枠底面を用いた。コンクリートの養生は、水中養生が、水中養生7日間、気中養生21日間であり、蒸気養生が、打設後に図-1に示す規定の温度履歴で蒸気養生した後、水中養生6日間、気中養生21日間を行った。供試体の水中養生、気中養生(以下、水中養生は水中、蒸気養生を蒸気とする)、および凍結融解試験に先立つ7日間の塩水浸漬は、恒温恒湿室(20℃60%R.H)にて行った。また、塩水は、濃度3%のNaCl水溶液を用い、供試体の周囲はNaCl水溶液の浸透を防ぐためエポキシ樹脂でコーティングした。図-2は供試体の設置状況を示す図であり、NaCl水溶液は試験面より5mmの位置まで浸漬させた。

図-3は、凍結融解サイクルを示したものである。凍結融解サイクルは、温度設定が+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、採取量を供試体断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サイクル毎に各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

	Gmax (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	Unit Content(kg/m ³)				
						W	C	S	G	AE
OPC55(水中)	20	10±2.5	55	5.0	45	172	313	813	1049	0.844
OPC55(蒸気)										0.969
BB55(水中)								808	1043	1.09
BB55(蒸気)										1.19

表-2 フレッシュ性状

	スランプ (cm)	空気量 (%)
OPC55(水中)	12.0	4.5
OPC55(蒸気)	9.5	4.4
BB55(水中)	10.5	4.6
BB55(蒸気)	11.0	5.0

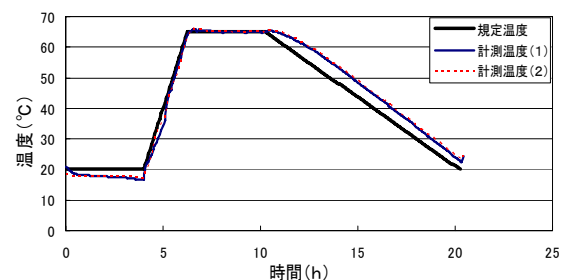


図-1 蒸気養生時の温度履歴

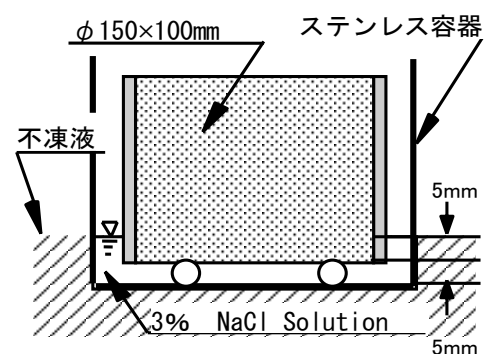


図-2 供試体設置状況

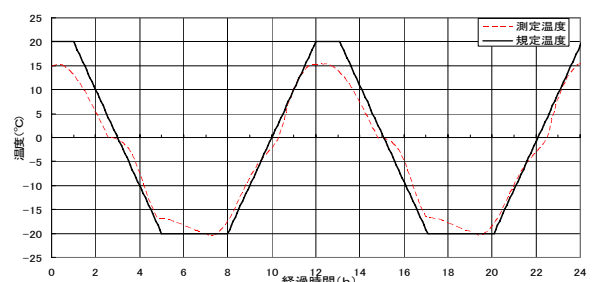


図-3 凍結融解サイクル (RILEM-CDF 法)

3. 実験結果および考察

図-4にOPC55とBB55の2種類の養生方法における圧縮試験結果を示す。初期強度を比べるとOPC55の方がBB55よりもやや強度が大きい。材齢が経つにつれてBB55の強度が増していることがわかる。また、蒸気養生におけるコンクリートの初期強度は、水中養生に比べ大きいものの、試験開始時(材齢35日)にはほぼ同等となっている。

図-5 はスケーリング量-サイクル数の関係を示したものである。初期の6サイクルではBB55 蒸気におけるスケーリング量が他のスケーリング量と比べて著しく多かった。また、OPC55の水中と蒸気の結果を比べるとほぼ同じ傾向が見られた。一方、BB55 水中では、初期のスケーリングの進行が遅く、次第に増加し、OPC55を上回る傾向を示した。ただし、この結果は槽内の温度が必ずしも一定ではないため、初期に規定温度に達しない温度履歴下で試験を行った影響が現れたためと思われる。参考値として扱う。このことを勘案しても、OPC55 に比べBB55 でスケーリングが促進されていることは明らかであり、本試験の範囲ではBB55 蒸気をもっともスケーリング抵抗性が低い結果となった。またOPC55 については養生方法の影響が小さいという結果が得られた。BB55 蒸気では、表面に微細なひび割れ²⁾が観測され、このことがスケーリング劣化の促進につながったものと推察される。

図-6 は 60 サイクル時における各供試体の粗骨材の露出状況を示したものである。図より、BB55 蒸気の粗骨材露出面積は、他の3 ケースと比べ明らかに多く、美観上の問題となりうる結果となった。また、OPC55 においては、水中と蒸気の粗骨材露出面積に顕著な違いは見られなかった。

以上のことから、一般的な蒸気養生方法では、高炉セメントコンクリートのスケーリング抵抗性を顕著に低下させることが考えられるため、配合および温度履歴を見直す必要性が示唆された。

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に比べスケーリング抵抗性が低く、この傾向は蒸気養生を行うことでより顕在化し、美観上の問題ともなりうる可能性が示唆された。

今後は、各コンクリート表面部分の気泡性状、および塩分浸透性に関する評価を行い、セメントの種類および養生方法がスケーリング抵抗性に及ぼす影響を総合的に検討していく予定である。

【参考文献】

- 1) Sertzer,M.J.etal.:Capillary Suction-Internal damage and Freeze thaw test Betonwerk+Fertigtigteil Technik,BF4,PP.9 4-105 (1998)
- 2) 大塚浩司, 庄谷征美, 小関憲一, 阿波稔: コンクリートの蒸気養生過程で発生する表面微細ひび割れの性状に関する研究, 土木学会論文集 NO.520, V-28, pp.143-155, (1995)

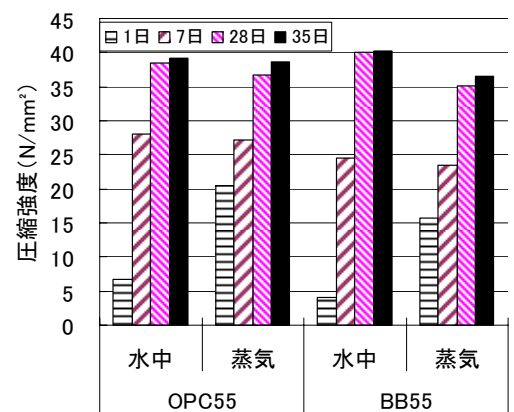


図-4 圧縮強度試験結果

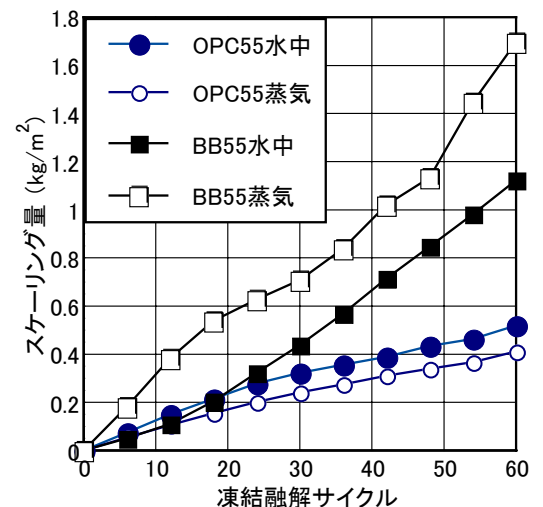


図-5 サイクル数とスケーリング量

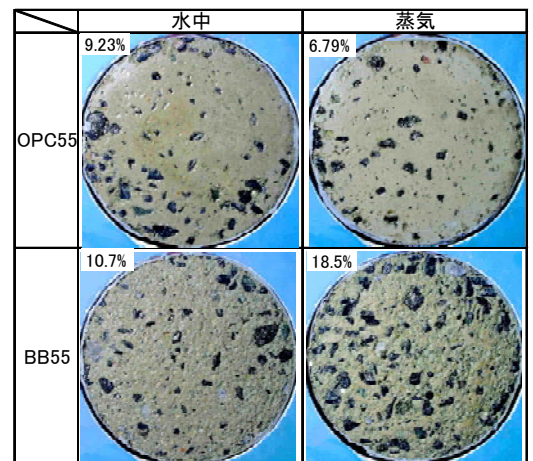


図-6 スケーリング劣化状況と粗骨材露出面積率 (60 サイクル)