

V-198 凍結防止剤の作用を受けるコンクリートのスケーリング劣化に及ぼす細孔構造の影響

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 阿部 勝彦
北海道開発局 開発土木研究所 正会員 堺 孝司

1. はじめに 近年、スタッドレスタイヤの普及に伴い、道路の路面管理のために凍結防止剤の使用量が急激に増加している。そのため、近い将来コンクリート構造物に鉄筋の腐食、スケーリング劣化などの被害が発生することが予想される。本研究では、コンクリートの細孔構造と凍結防止剤によるスケーリング劣化との関係について検討した。試験には小型供試体に加えて大型供試体から切り出したものを用いた。

2. 実験概要 セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材は苫小牧樽前産海砂（比重2.71、吸水率0.89%）、粗骨材は小樽見晴産砕石（比重2.68、吸水率1.42%）を使用した。混和剤は、水セメント比25、35%では高性能AE減水剤、空気連行剤および消泡剤、45、55、65%ではAE減水剤および空気連行剤を使用した。コンクリートの配合を表-1に示す。目標空気量は $4.5 \pm 1\%$ 、スランプは $8 \pm 2.5\text{cm}$ とした。また、粗骨材の最大寸法は25mmとした。

表-1 コンクリートの配合

水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単用量 (kg/m ³)			
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
25	39	128	512	703	1087
35	41	133	380	780	1111
45	43	140	311	835	1095
55	45	143	260	890	1076
65	47	147	226	937	1045

供試体には図-1のような小型供試体および大型供試体を用いた。図-2に養生条件を示す。なお、ASTM C672-91に準拠した供試体は、コンクリート打設から4時間後にブリーディング除去のため表面処理を行った。

凍結融解試験は、ASTM C672-91に準じて行った。試験水には、 $\text{CaCl}_2 3\%$ 溶液を用いた。小型供試体については、打設面および底面を試験面とした。大型供試体については、上部、中部、下部の各部位から $22 \times 22 \times 10\text{cm}$ の寸法で切り出したものの表面部を用いた。試験に用いた供試体は、いずれも試験面に幅25mm、高さ20mmのモルタル製の土手を築き、材令21日で供試体の試験面以外の部分をエポキシ樹脂でコーティングした（図-3）。

試験は、材令28日で供試体上面に深さ6mm程度の試験水を張り、 -18°C で16時間、 23°C で8時間の24時間1サイクルで凍結融解試験を行い、スケーリング量を測定した。スケーリング量は、剥離したコンクリートを採取し、 110°C で24時間乾燥させて質量を測定した。

細孔分布は、供試体の各部位において、表面部（表面より深さ0～0.5cm）および内部（表面より深さ5～5.5cm）から材令28日で試料を採取し、水銀圧入法により測定を行った。

3. 実験結果および考察 小型供試体の凍結融解試験結果

を図-4に示す。水セメント比が大きいほどスケーリング量が多くなることがわかる。打設面を試験面とした場合比較的スケーリングが多く見られたが、底面を試験面とした場合水セメント比に拘わらずスケーリングがほとんど見られなかった。ASTMに準拠した場合について見ると、打設面を試験面とした場合と比べて全体にスケーリング量は若干少なくなった。これは、ASTMに準拠した場

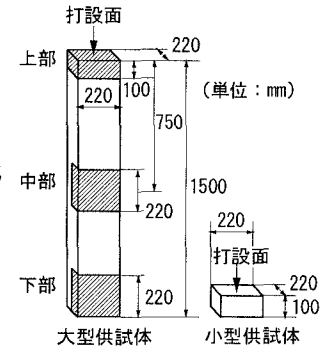


図-1 供試体

(材齢) 0h 24h 3日 14日 28日

小型供試体	打設面	湿気養生	湿った麻袋による養生	脱型	気中放置*
	底面	湿気養生	脱型	封緘養生	気中放置*
大型供試体	ASTM準拠	湿気養生	脱型	封緘養生	気中放置*
		湿気養生	脱型	封緘養生	気中放置*

* 温度 20°C 、湿度60%

図-2 養生条件

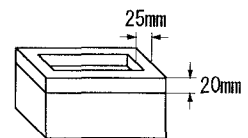


図-3 凍結融解試験用供試体

合は、コンクリート打設後にブリージング除去などの表面処理を行うこと、湿潤養生期間が長いことによると考えられる。大型供試体の凍結融解試験結果を図-5に示す。中部のスケーリング量が比較的多く、上部および下部のスケーリング量は、同程度となった。また、小型供試体の場合と比べると、初期サイクルにおけるスケーリング量が少なく、直線状に増加する傾向がある。

小型供試体の細孔分布測定結果を図-6に示す。凍害劣化を受けやすいと言われている細孔径領域100~2000nmについて見れば、水セメント比が大きいほど細孔容積は大きくなっている。これは凍結融解試験の結果に対応している。また、打設面に比べて底面の細孔容積は全体に小さくなっており、また細孔分布のピークは細孔径の小さな方へシフトしている。このように、底面の細孔組織は、打設面と比べて緻密になっており、このことがスケーリングをほとんど発生させなかった原因と考えられる。

大型供試体の細孔分布測定結果を図-7に示す。細孔径がおよそ100~2000nmの領域について見ると、内部においては中部および下部に比べて上部の細孔容積が大きくなっている。これは、ブリーディングの影響により中部および下部に比べて上部の細孔組織が粗くなっていることを意味する。表面部においては、全体に内部に比べて細孔容積がかなり大きくなっている。また、各部位の表面部における細孔分布を比較すると、中部の細孔容積は、他部位より突出した領域がある。これは凍結融解試験結果のスケーリング量に対応している。この原因として、中部の表面付近には粗骨材が多いため内部からの水分供給を受けづらいこと、および型枠側面に沿って上昇するブリーディング水により中部の表面組織が粗くなったことが考えらる。

以上の結果より、コンクリートのスケーリング量は水セメント比、供試体の寸法および大型供試体の部位により異なること、およびコンクリート表面部における細孔分布はスケーリング劣化と密接な関係があることが明らかとなった。

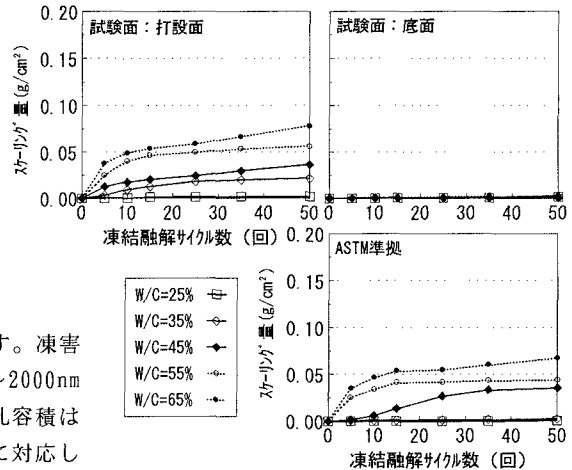


図-4 小型供試体の凍結融解試験結果

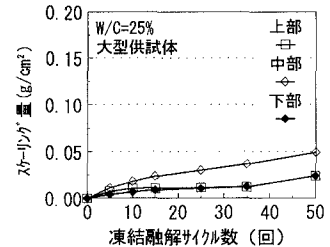


図-5 大型供試体の凍結融解試験結果

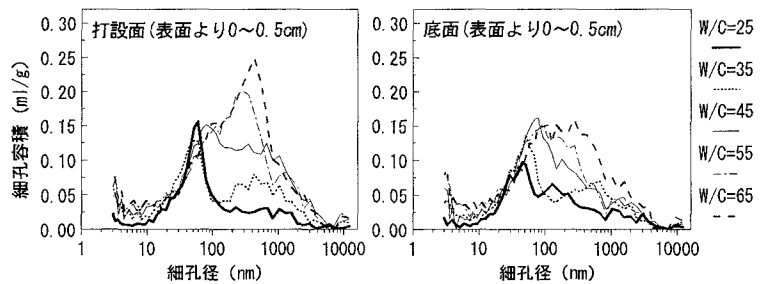


図-6 小型供試体の細孔分布測定結果

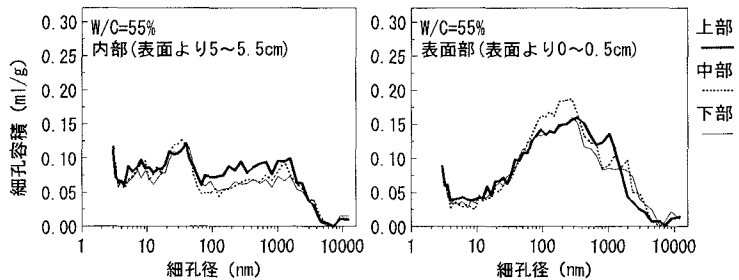


図-7 大型供試体の細孔分布測定結果