

凍結防止剤浸漬下のコンクリートのスケーリング量と F/Tサイクルに関する実験的検討

日本大学工学部 正会員 ○原 忠勝
 日本大学工学部 学生員 子田 康弘
 八戸工業大学 正会員 庄谷 征美

1.はじめに

近年、スパイクタイヤの禁止により、比較的積雪量が少ない地域でも凍結防止剤の散布が一般的に行われるようになった。しかし、凍結防止剤の使用増加は、人為的に凍結融解の回数を多くし、コンクリートの凍結融解による劣化を自然状態よりも促進させる結果となる。

本研究は、凍結融解サイクル（以下F/Tサイクルと称す）が凍結防止剤NaClの温度変化に影響を与える[1]事より、F/Tサイクルパターンが凍結防止剤浸漬下のコンクリートの劣化に及ぼす影響について検討を行った。ここでは、W/C=55%の供試体について、凍結防止剤として塩化ナトリウム（NaCl）を使用し、F/Tサイクルを1, 3, 6 サイクルと変化させた場合におけるスケーリング量を比較検討した。

2.実験概要

（1）使用材料および配合

本実験には、普通ポルトランドセメント（比重3.16）、陸砂（比重2.57）、 $G_{max}=20mm$ の硬質砂岩（比重2.67）、また、混和剤には高性能AE減水剤を使用した。これら材料を用いたコンクリートの配合は、表-1に示すとおりである。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤 (g)
20	16.6	5.0	55	46	184.0	334.5	780.5	952	3345

（2）供試体作製方法

使用コンクリートの養生は、材令1日で脱型し、材令28日まで水中養生を行い、その後試験日材令まで恒温恒湿室（20℃、60%RH）で気中養生を行った。そして、供試体には、気中養生中に100×100×400mmの角柱を100×100×80mmに成形したものとφ150×300mmの円柱をφ150×80mmに成形したものを使用した。また供試体は、カット面を試験面とし、側面はエポキシ樹脂系接着剤でシーリングを施した。

（3）実験方法

本実験では、角柱供試体3個と円柱供試体2個用い、またNaCl水溶液濃度は3%とした。凍結融解試験は、供試体を図-1に示すようにステンレス容器の高さ1cmのスペーサー上に試験面を下にして設置し、NaCl水溶液を試験面より5mmの位置まで注ぎ入れた状態で行った。そして、F/Tサイクルは1日1, 3, 6 サイクルとして、凍結融解を60回行った。このときの各F/TサイクルにおけるNaCl水溶液の温度変化は、図-2に示した通りであり、この温度条件下凍結融解試験を行った。なお、凍結融解試験に先立って、恒温恒湿室（20℃60%RH）において供試体にNaCl水溶液を7日間浸透させ、内部が十分飽和した状態にした。スケーリング量の測定は、1サイクル/日の場合は6サイクルおきに、3, 6 サイクル/日の場合は12サイクルおきに行った。なお、試験日材令のコンクリート強度は、 $f_c=35.4N/mm^2$ 、 $f_t=3.42N/mm^2$ であった。

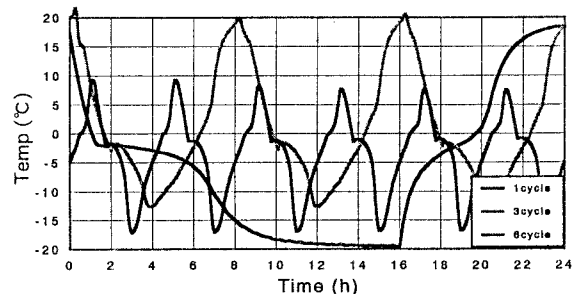
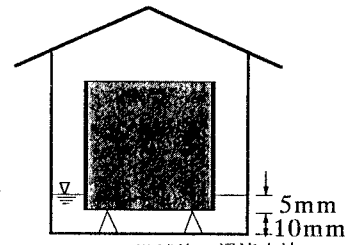


図-2 F/Tサイクルの温度条件

3. 結果および考察

3.1 表層部の性状

本実験に使用したコンクリート表層部の性状を表-2に示した。まず、接着引張強度 f_p は 2.41N/mm^2 であり、引張強度よりも小さい値であった。次に、

簡易透気速度は $3.48 \times 10^{-2}(\text{hPa/cm}^2 \cdot \text{sec})$ となり、簡易吸水係数は $11.18 \times 10^{-4}(\text{cm/sec}^{1/2})$ であった。この値は、月永らの同じW/Cにおける実験結果[2]に比べ大きな値であった。

3.2 スケーリング量

F/Tサイクルの違いによるスケーリング量の比較を図-3に示した。図には円柱供試体を用いた場合の実験結果を示した。図-3に示されるように、各F/Tサイクルのスケーリング量を比較して、1サイクル/日の場合が最もスケーリング量が大きくなった。また、3サイクル/日と6サイクル/日のスケーリング量を比較すると、6サイクル/日のスケーリング量の方が若干大きくなる結果となった。これは、今回の凍結融解における温度変化の条件では、6サイクル/日の場合 -20° 近くまで十分低下しているのに対して、3サイクル/日では -15° にも達しないうちに、融解過程に移ってしまっている。すなわち、凍結過程の時間よりも凍結温度がスケーリング量に影響を与えたものだと考えられた。

次に、供試体形状によるスケーリング量の比較を図-4に示した。図には、F/Tサイクルが3サイクル/日の場合のスケーリング量を示した。図-4に示されるように、円柱供試体よりも角柱供試体の方がスケーリング量が大きくなる結果となった。この原因としては、スケーリング面の観察より、角柱供試体はコーナーがある分、そこでのスケーリングが生じ、スケーリング量が大きくなるものと考えた。

4. まとめ

本研究は、F/Tサイクルパターンが凍結防止剤浸漬下のコンクリートの劣化に及ぼす影響について検討を行った。実験結果を求めると以下になる。

- (1) スケーリング量は、1サイクル/日の場合が最も大きくなり、次いで、6サイクル/日、3サイクル/日の順であった。これは、凍結過程の時間よりも凍結時の温度勾配がスケーリング量に影響を与えたものだと考えられた。
- (2) 角柱供試体はコーナーでのスケーリングが生じ易いため、凍結融解試験には円柱供試体が適していると思われた。
- (3) 今後は、同F/Tサイクルにおいて凍結融解の温度勾配を変化させて、スケーリング量の比較を行いたいと考える。

【参考文献】[1]原・子田：凍結防止剤の温度変化に及ぼす凍結融解サイクルの影響，土木学会東北支部技術研究発表会講演概要，pp.580-581，1996年3月

[2]月永ら：「コンクリート表層部の品質評価試験方法に関する基礎的検討」，JCI，コンクリートの非破壊試験法に関するシンポジウム論文集，pp.133-140，1994年4月

表-2 表層部の性状

	接着引張強度 (N/mm^2)	簡易透気速度 ($\text{hPa/cm}^2 \cdot \text{sec}$)	簡易吸水係数 ($\text{cm/sec}^{1/2}$)
W/C=55%	2.41	3.48×10^{-2}	11.18×10^{-4}
変動係数(%)	16.2	28.9	14.3

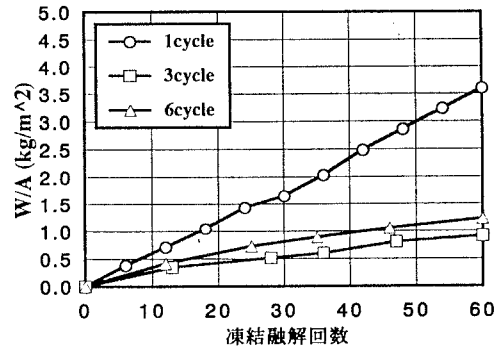


図-3 F/Tサイクルによるスケーリング量

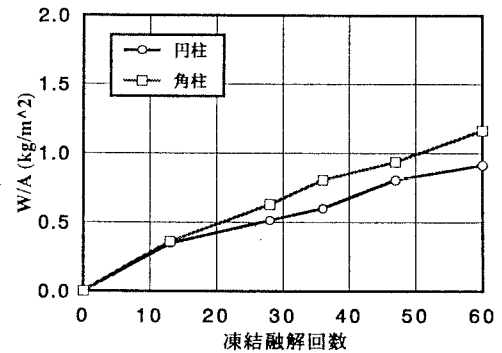


図-4 供試体形状によるスケーリング量