

凍結防止剤によるコンクリートのスケーリング評価のための基礎検討

日本大学工学部 正会員 原 忠勝

日本大学工学部 正会員 子田 康弘

1. まえがき

本研究は、凍結融解サイクル（以下F - Tサイクルと称す）がコンクリートのスケーリング劣化に及ぼす影響について検討を行うものである。ここでは、スケーリング劣化評価のため、既往の試験方法を各大学で分担した実験のうち、本学で行ったRILEM CDF - 1998¹⁾、と東北大学で行ったASTM C - 666²⁾および八戸工業大学で行ったASTM C - 672³⁾に基づいて行った結果を述べたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実験には、水セメント比（以下、W / Cと称す）を55%と65%とした2種類のコンクリートを用いた。配合は、表 - 1 に示すように、普通ポルトランドセメント（比重3.16）、川砂（比重2.56）、砕砂（比重2.65）、Gmax = 20 mmの砕石（比重2.70）、および混和剤には高性能AE減水剤を使用した。

2.2 供試体作製および実験方法

RILEM用およびASTM C - 666用供試体（φ154 × 105mm）は、硬質塩化ビニル管を側枠とした。CDF - 98の場合、コンクリートが硬化したときに5 mmのスペースができるように作製した。またASTM C - 666用には、100 × 100 × 400mmの角柱供試体を作製した。各供試体は、材齢7日まで水中養生を行い、その後試験日材齢まで恒温恒湿室中（室温20℃、R.H.70～80%）に保管した。

実験では、スケーリング用供試体を各条件につき5体用い、NaCl水溶液の濃度を3%とした。また凍結融解試験に先立っては、恒温恒湿室において供試体をNaCl水溶液に7日間浸漬させ、内部が十分飽和した状態にした。また、試験日材齢のコンクリート強度は、表 - 2 に示すとおりである。

RILEM - CDF法に準じた凍結融解試験では、図 - 1 の上に示すように、NaCl水溶液を試験面より5 mmの位置まで注ぎ入れた状態で行った。凍結融解の繰返しは、1日2サイクルとして、60回まで行った。なお、スケーリング量の測定は、約12サイクルを目安として行った。また、ASTM C - 672に基づいた凍結融解試験は、1日1サイクルとして、60回まで行い、スケーリング量の測定は、5サイクルを目安として行った。一方、ASTM C - 666では、A法に準じた温度条件で300サイクルまで凍結融解を繰返した。

表 - 1 示方配合表

Slump (mm)	Air (%)	W / C (%)	s / a (%)	Unit Content (kg / m ³)					A.D. (kg)
				W	C	River S	Crashed S	G	
100.0	4.0	55.0	47.8	168.0	306.0	561.0	247.0	1005.0	3.060
127.0	5.8	65.0	47.8	168.0	259.0	599.0	263.0	989.0	2.590

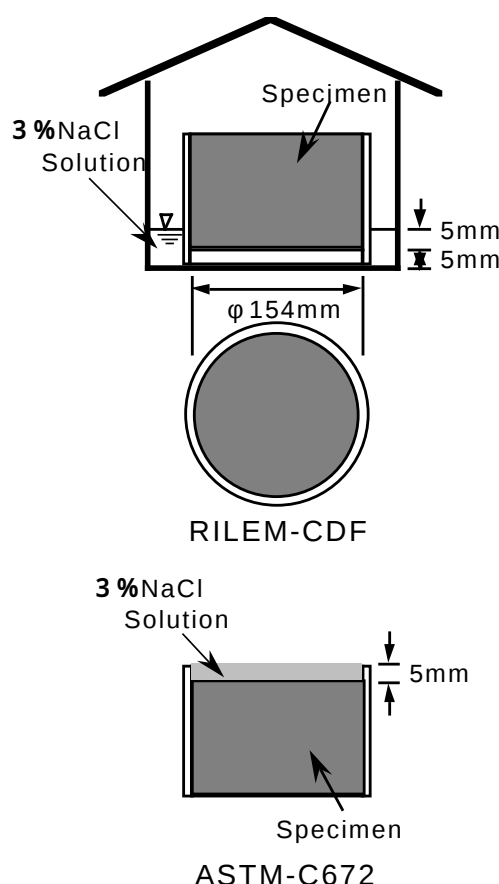


図 - 1 供試体の形状寸法と浸漬方法

表 - 2 強度試験結果

Type of Concrete	f' _c (N/mm ²)	f _t (N/mm ²)	f _{tpo} (N/mm ²)
W/C=55	24.9	2.35	1.81
W/C=65	18.3	1.95	1.65

キーワード：凍結防止剤、凍結融解、スケーリング、RILEM - CDF、ASTM

福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 TEL&FAX:042-956-8721

3. 実験結果および考察

図 - 2 は、RILEM - CDF法とC - 672の凍結融解試験中のNaCl水溶液の温度変化の状態を示したもので、ほぼ、+20 ~ -20 の温度条件であった。また、氷点降下温度は、RILEM - CDF法が大体 -4 前後に対して、C - 672が0 付近となった。

図 - 3 は、スケーリング量と凍結融解の繰返し回数の結果を示したもので、標準偏差も併記した。スケーリング量は、各試験法とも、W/C = 55%の方が少なく、60サイクル目がほぼ同程度 (1200g/m²) となる傾向が示された。一方、W/C = 65%の場合、C - 666が一番多く、次いでRILEM - CDF、およびC - 672の順で、試験法による違いが見られた。また、RILEM - CDF法の場合、スケーリング量がほぼ直線的に増加する傾向があった。これに対してC - 672の場合、30サイクル付近まではRILEM - CDFと同様、直線的な増加傾向にある。しかし、30サイクル以降、この増加率が減少し始め、50サイクル付近よりほぼ一定となるような傾向が示された。

図 - 5 は、各スケーリング量の測定に関する変動係数の平均値と、その標準偏差の範囲を各試験法について比較したものである。図に示すように、C - 666の平均変動係数が小さく、次いでRILEM - CDF、C - 672の順であった。CDF法やC - 672の変動係数が大きい原因としては、供試体に塩化ビニール管を側枠としているが、コンクリートの収縮により側枠との間に隙間が生じ、そこでのスケーリングが起きたからではないかと考えられる。

4. まとめ

本実験の範囲内で結果をまとめると以下ようになる。

スケーリング量は、W/C = 55%の場合、試験法による違いが少ないが、W/C = 65%の場合、C - 666が多く、次いでRILEM - CDF、C - 672の順となった。またC - 672の場合、サイクル数が増えるとスケーリング量が少なくなり、50回付近から定常状態になる様な傾向が示された。これは、熱伝達方法の違いによるものと思われるが、今後検討する必要がある。次に、RILEM - CDF法やC - 672の平均変動係数が大きかったのは、型枠を残存させたことにより試験面以外でもスケーリングが生じ易かったためと思われ、スケーリング試験においては、供試体側面をエポキシ樹脂等の接着剤でシールする方法が良いように思われる。

【謝 辞】 本研究は、JCI - 融雪剤委員会 (委員長：三浦東北大学教授) の凍害WG活動の一貫として行われたもので、板橋 洋房 (東北大学)、月永 洋一 (八工大) の両先生に感謝致します。

【参考文献】

- 1) Setzer, M.J. et al. : Capillary Suction - Internal Damage and Freeze Thaw Test, Betonwerk + Fertigteil Technik, Vol.64, Heft 4, pp.94-100, 1998
- 2) 土木学会 : [平成8年度制定] コンクリート標準示方書 - 規準編 - (JSCE-G 501-1986)、1996
- 3) ASTM C-672-84 : Standard Test Method for Scaling Resistance of Concrete Surface exposed Deicing Chemicals, Annal Book of ASTM Standards, Vol.04.02, pp.332-334, 1989

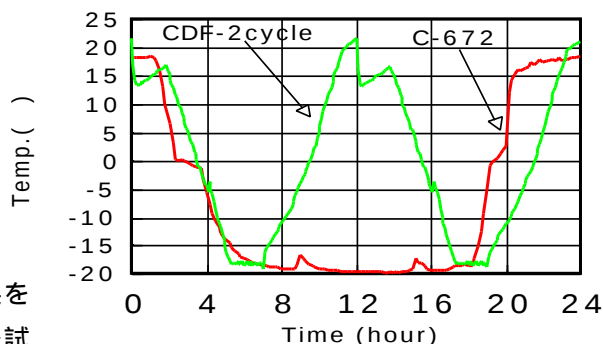


図 - 2 NaCl水溶液の温度変化

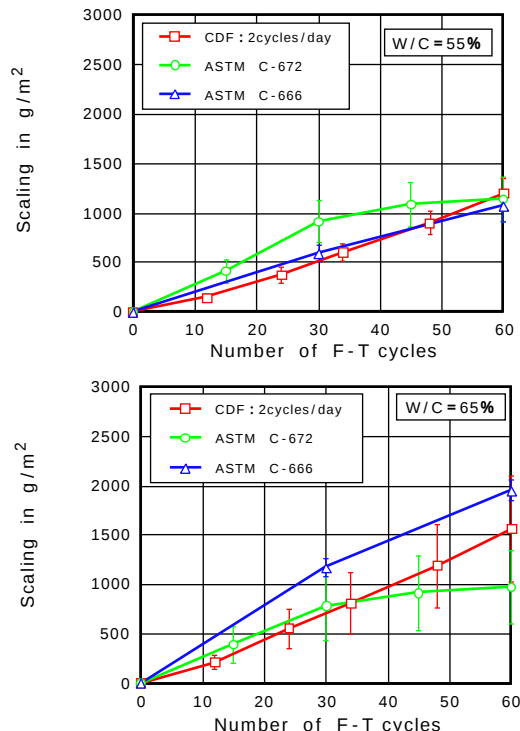


図 - 3 各試験のスケーリング量

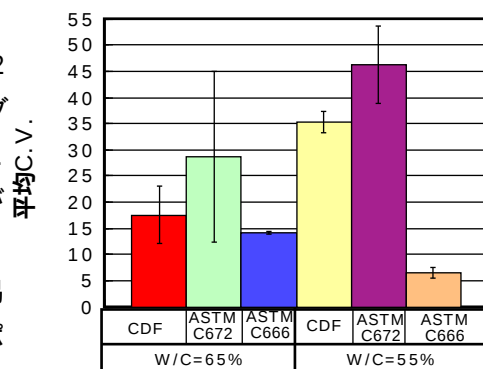


図 - 4 平均変動係数