

塩水を用いたコンクリートのスケーリング試験における塩分濃度の影響

弘前大学 正会員 ○上原子 晶久

弘前大学 鎌田 貴大

東日本高速道路(株) 正会員 鈴木 貴洋

(株)ネクスコエンジニアリング東北 正会員 曾田 信雄

1. はじめに

東北地方の積雪寒冷地における高速自動車道では、冬季に多量の塩分を散布する。その散布量は、多い箇所では年間 1km 当り 90ton という調査結果¹⁾がある。そのため、この塩分に由来して凍害と塩害を受ける鉄筋コンクリート製の道路構造物が多数存在する。この研究では、高速自動車道の橋梁に供試体を暴露するのと並行して、塩水を用いたスケーリング試験を実験室内で実施している。将来において、両者の結果を統合して塩害と凍害が複合作用(塩凍害)する場合の劣化外力を推定する手法の構築を目指している。本稿では、室内試験の結果について報告する。

2. 使用材料と供試体

表-1 にコンクリートの示方配合を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。水セメント比は 65% と一般的な比率よりも高めに設定した。これは、東北地方の高速自動車道では、橋梁の下部工における塩凍害による被害が深刻なため、施工当時に下部工に適用したと推定される水セメント比に倣ったためである。

図-1 に供試体であるコンクリート角柱の概要を示した。

スケーリング試験に利用している環境試験装置の槽内寸法の都合で、コンクリート角柱の寸法を 90mm×90mm×180mm とした。試験体には、長さ 150mm の D13 鉄筋を中央に設置した。かぶり深さは 20mm である。作製した供試体の一覧を表-2 に示す。試験のパラメータは、湛水する塩水濃度(3%・10%)と凍結融解作用の有無である。後者については、湛水する塩水濃度が 10%のみで検討した。凍結融解作用を与えない供試体については、常温下で塩水湛水を行った。その他条件は、凍結融解作用を与えた場合と同様である。

3. スケーリング試験方法

図-1 に示したように、打設底面を上面にして塩水を湛水した。湛水寸法は 90mm×150mm であり、その深さ

表-1 コンクリートの示方配合

目標 スランプ (cm)	W/C (%)	目標 空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材 AE
12	65	5	40.6	158	240	778	1160	0.0204

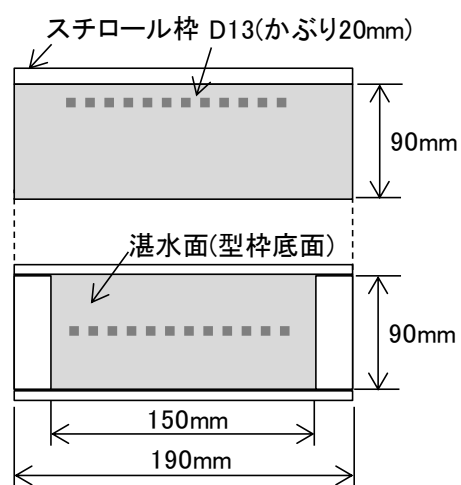


図-1 供試体の概要

表-2 供試体の一覧

供試体	塩水濃度	凍結融解作用
No. 1	3%	○
No. 2		
No. 3		
No. 4	10%	
No. 5		
No. 6		
No. 7		
No. 8		
No. 9	×	

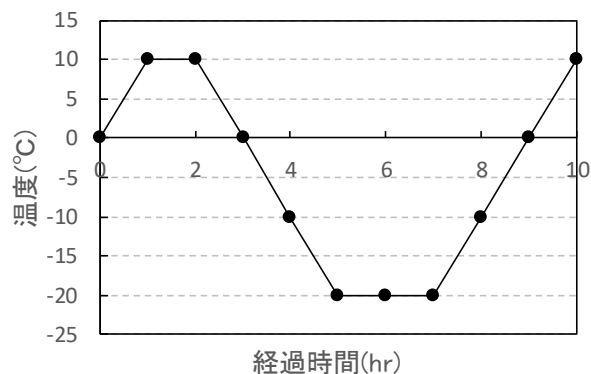


図-2 スケーリング試験の温度履歴

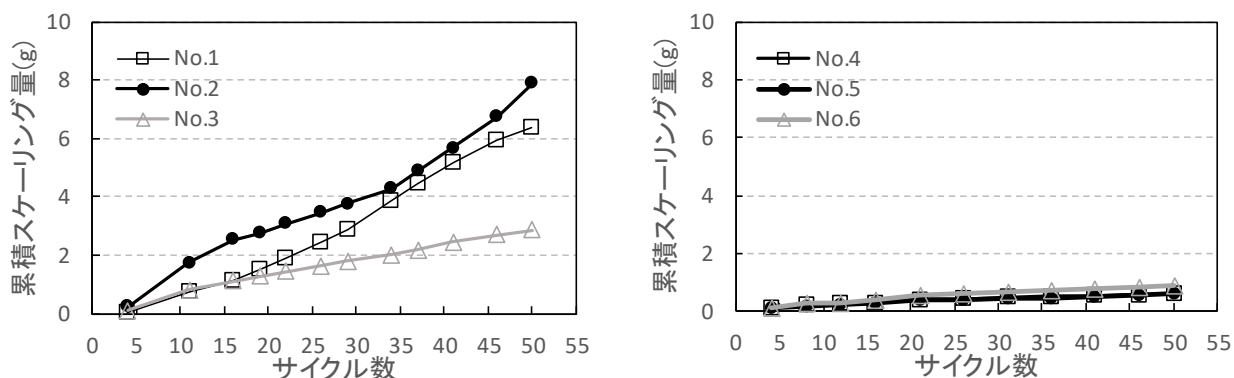


図-3 累積スケーリング量とサイクル数との関係

を8mm程度になるようにした．スケーリング試験における温度サイクルを図-2に示す．温度については，暴露試験を実施している箇所の気象データを参考に決定した．スケーリング量は，概ね5サイクルごとに測定した．なお，暴露試験の環境条件を考慮して，スケーリング量を測定した後に常温で約24時間の乾燥時間を経た後に，スケーリング試験を再開するという手順を繰り返した．スケーリング試験は50サイクルまで行った．スケーリング試験の終了後，深さ50mmまでコンクリートに含まれる塩分量を基準²⁾に基いて測定した．

4. 実験結果と考察

図-3に累積スケーリング量とスケーリング試験のサイクル数との関係を示す．この図より，3%の塩水を湛水した場合のほうが，10%塩水を湛水した場合よりもスケーリング量が多くなる結果を示している．これは，3%塩水では凝固点が約 -2°C であるのに対して，10%塩水では -7°C になるのが原因と推定している．後者において，1サイクルあたりの凍結時間が短いことがスケーリング量に大きな差が生じたと考えられる．

図-4に塩分濃度の分布を示す．この図より，10%塩水湛水+凍結融解あり・10%塩水湛水+凍結融解なし・3%塩水湛水+凍結融解あり，という順で浸透した塩分量が多いことがわかる．10%塩水湛水の場合は，スケーリング量が少ないものの，高濃度の塩水が表面に接触することにより，わずかなスケーリング面から多量の塩分が浸透するものと考えられる．試験終了後，鉄筋をはつりだしてみると，いずれの供試体においても点錆が発生していた．よって，図-4の深さ20mm位置における塩分濃度が，この実験の範囲で得られる発錆限界と考えられる．

今後は，暴露試験と並行してさらなる系統的な実験を行い，劣化外力の推定を進める予定である．

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会東北支部：コンクリート構造物のLCC評価研究委員会報告書，2012．
- 2) 日本非破壊検査協会：硬化コンクリート中の塩化物イオン量の簡易試験方法，2017．

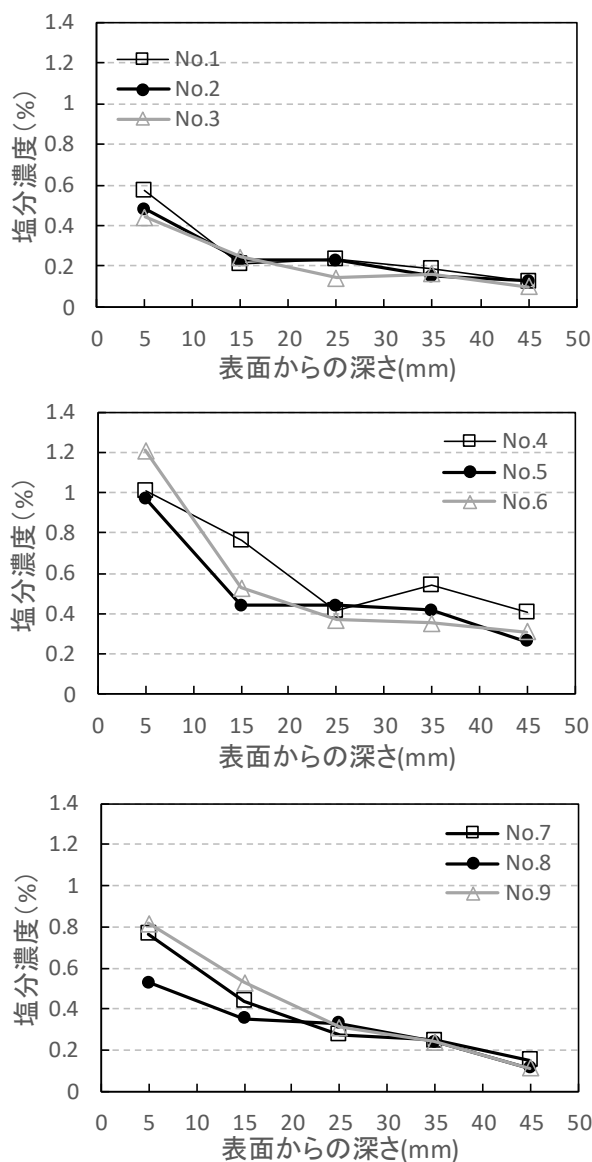


図-4 塩分濃度の分布