

界面活性剤と塩分の複合作用がコンクリートの凍害へ及ぼす影響

東北学院大学大学院      学    生    員      菅井   貴洋

東北学院大学工学部      正    会    員      武田   三弘

東北学院大学工学部      フェロー会員      大塚   浩司

1. はじめに

近年、アスファルト舗装下のコンクリート床版上層部において、コンクリートが土砂化状態になる現象が生じ、問題となっている。土砂化現象の原因は、交通量の増加に伴う繰り返し載荷による影響、冬期における凍結融解作用や融雪剤による影響等が複合して影響すると考えられる。また、土砂化現象が発生した箇所のコンクリートから、界面活性剤が検出されている。1)この界面活性剤による影響もコンクリート土砂化現象の原因の一つではないかと考えられる。本研究室では、これまでに陰イオン系界面活性剤（アルキルベンゼンスルホン酸）を用いて実験を行った結果、コンクリートの劣化傾向を発見している。2)しかし、この傾向は、用いた界面活性剤が強酸性であったため、酸による劣化ではないかとも考えられた。そこで、本研究は、中性及び弱アルカリ性の家庭用洗剤（界面活性剤）を用いて、コンクリートの凍害に与える界面活性剤と塩分との複合作用の影響を調べることを目的としたものである。

2. 実験方法

実験に使用した洗剤は、中性 2 種類、弱アルカリ性 2 種類及びウインドウォッシャー液(以下 WW 液)の計 5 種類を用いた。

表-1 は実験に用いた洗剤を示したものである。これらの洗剤を用いて、コンクリートに及ぼす影響について調べるために浸漬実験を行った。また、冬期における融雪剤との複合劣化を考慮し、凍結融解実験も行った。

2.1 浸漬実験

水セメント比 60%、圧縮強度 30N/mm<sup>2</sup>、空気量 4.2%の角柱供試体(100×100×400mm)を打設し、φ30×100mmのコア供試体を作製する。作製したコア供試体を 900ml の濃度 1%、5%及び 10%洗剤水溶液に浸漬させ、一週間毎に目視観察、供試体質量測定を行った。

2.2 凍結融解実験

2.1 同様の角柱供試体をスライスし厚さ 20mm に加工した供試体 (100×100×20mm) の上へ、シリコン製のプールを高さ 20mm 立ち上げる。そのプールの中へ 1%洗剤塩水溶液 {溶媒 : NaCl(3%)水溶液} を入れ、汎用大型冷凍庫と恒温恒湿室を使用し凍結融解実験を行った。

3. 実験結果

3.1 浸漬実験結果

図-1 は、一例として各洗剤水溶液（1%）に浸漬させた供試体の相対質量変化率と浸漬日数との関係を表したグラフである。この図からは、供試体質量の減少は見られず、増加傾向を示したことが分かる。また、洗剤の種類により増加傾向が異なることから、洗剤に含まれる界面活性剤がコンクリートの吸水量に影響していると考えられる。

表-1 使用洗剤一覧

| 洗剤名      | 含まれる界面活性剤            | イオン系  |
|----------|----------------------|-------|
| 中性 A     | アルキルグルコシド            | 非イオン系 |
| 中性 B     | 脂肪酸アミド<br>プロピルベタイン   | 両イオン系 |
| 弱アルカリ性 A | アルキルベンゼン<br>スルホン酸塩   | 陰イオン系 |
| 弱アルカリ性 B | 高級アルコール              | 非イオン系 |
| WW 液     | ポリオキシエチレン<br>硫酸エステル塩 | 陰イオン系 |

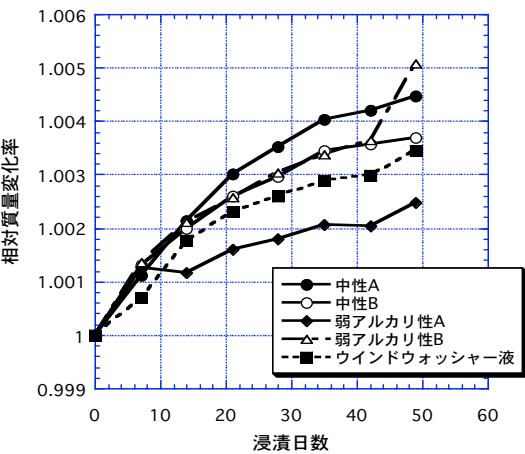


図-1 相対質量変化率と浸漬日数との関係

**キーワード**：相対質量変化率、界面活性剤、複合劣化、スケーリング、凍結融解

**連絡先**           ：〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 TEL 022-368-7479 FAX 022-368-7479

写真-1 は、弱アルカリ性 A に浸漬させた供試体の外観変状を示したものである。写真に示すように、コンクリート供試体の表面に白い析出物が付着した。析出物は供試体の粗骨材部分には付着せず、モルタル部分のみに付着した。また、洗剤濃度が高い程、多く析出する傾向が見られた。

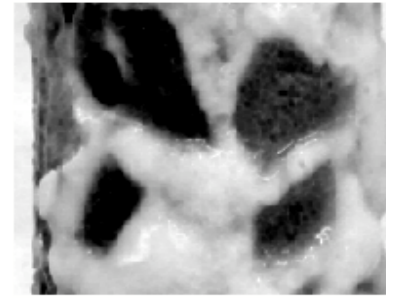


写真-1 浸漬後の供試体の外観変状

### 3.2 凍結融解実験結果

図-2 は、1%洗剤塩水溶液 {溶媒: NaCl(3%)水溶液} の15サイクルまでの総スケーリング量を表したグラフである。この図より、WW液を除く1%洗剤塩水溶液4種類の総スケーリング量は、NaCl(3%)水溶液単独の総スケーリング量に比べ、減少傾向を示した。WW液の場合、NaCl(3%)水溶液単独の総スケーリング量に比べ、約1.1倍に増加した。そこで、今回用いた1%洗剤塩水溶液の中で最も劣化傾向を示したWW液を用いて、コンクリートが最も劣化する濃度を調べた。

図-3 は NaCl(3%)水溶液を溶媒とした濃度別 WW液の総スケーリング量と WW液の濃度との関係を表したグラフである。WW液濃度25%、50%及び100%の総スケーリング量は、NaCl(3%)水溶液単独の総スケーリング量に比べ、減少傾向を示した。また、WW液濃度が0.1~1%の範囲において最も劣化傾向を示した。

図-4 は、NaCl(3%)水溶液を溶媒とした濃度別 WW液の総スケーリング量とコンクリートが最も劣化するWW液の濃度(0.1~1%)付近との関係を表したグラフである。このグラフより、最もコンクリートが劣化するWW液の濃度は、0.3%付近であることが分かる。

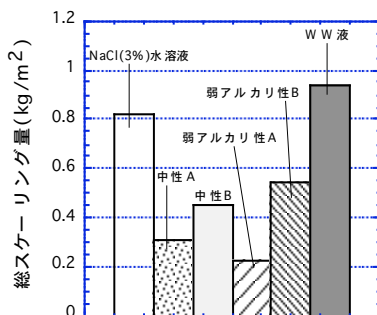


図-2 1%洗剤塩水溶液の総スケーリング量

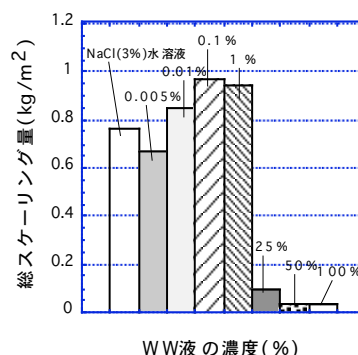


図-3 総スケーリング量とWW液の濃度との関係 (15サイクル終了時)

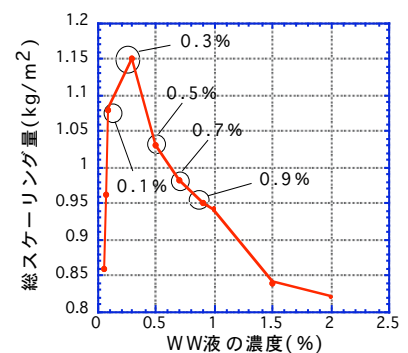


図-4 総スケーリング量とWW液の濃度との関係 (15サイクル終了時)

## 4. まとめ

本実験の範囲内で以下の事が言える。

- (1) NaCl(3%)水溶液に濃度0.1~1%の範囲のWW液が加わった場合の凍結融解作用を受けた時に生じるスケーリング量は、NaCl(3%)水溶液単独の場合に生じるスケーリング量よりも増加する傾向を示した。
- (2) NaCl(3%)水溶液を溶媒としたWW液を濃度別に比較した結果、WW液の濃度が0.3%付近において最も劣化傾向を示した。これは、この濃度付近において、コンクリートと溶液の界面がより活性化され、溶液がコンクリート内部へ浸透しやすくなり、吸水量が増加したためではないかと考えられる。

**謝辞:** 本研究は、平成17年度科学研究費補助金(萌芽研究)による研究の一部であることを付記する。

## 参考文献

- 1) 森吉昭博、田端昌祥、徳光克也: マテリアルライフ(Materials Life), 8[1]pp.41~44, (Jan.1996)
- 2) 高橋武志、武田三弘、大塚浩司: 界面活性剤によるコンクリートの劣化現象に関する実験的研究, 土木学会東北支部技術研究発表会(平成14年度)講演概要, pp.642-643, 2003.3