

## 凍害および塩害を受けるコンクリートの表面被覆による耐久性の向上

室蘭工業大学大学院 学生員 ○田中 健司  
 室蘭工業大学 正員 菅田 紀之  
 株式会社フジメック 赤坂 里志

## 1. はじめに

北海道のような積雪寒冷地では、道路交通の安全性確保のために塩素系の凍結防止剤が散布されており、周辺の構造物は凍害および塩害による複合劣化作用を受けている。また、海洋構造物でも同様の作用を受け、劣化が促進される例が出てきている。そこで、本研究では表面被覆を施した供試体を塩化ナトリウム水溶液中に浸漬させた状態で凍結融解試験を行い、表面剥離の挙動から表面被覆材によるコンクリートの複合劣化に対する耐久性向上効果を検討した。

## 2. 実験概要

## 2.1 コンクリートの配合および使用材料

本研究で用いたコンクリートは普通コンクリートであり、使用材料はセメント（C）として普通ポルトランドセメント、細骨材（S）として陸砂、粗骨材（G）として碎石 2005 である。コンクリートの示方配合は表-1 に示す通りである。水セメント比（W/C）を 55%，単位水量（W）を 146 kg/m<sup>3</sup>，細骨材率（s/a）を 45% とし、スランプが 8cm，空気量が 4.5% 程度になるように天然樹脂酸塩の AE 剤（AE）を添加した。

## 2.2 表面被覆材および処理方法

コンクリートの表面被覆材の成分は表-2，表面処理方法は表-3 に示す通りである。コーティング剤 C1 および C2 はシリコン系のものであり、コンクリート表面にホーロー被膜を形成する。PM1 および PM2 は酢酸ビニル系ポリマーとモルタルを混合したもので柔軟性、伸縮性に優れている。なお、表面被覆処理は 20±1℃ に制御された水槽で 14 日間水中養生した後、恒温室において 7 日間乾燥させた供試体について行った。供試体表面をワイヤーブラシで細骨材が現れる程度まで削った後、表面被覆材を塗布した。No.4～9 のポリマーモルタルの被膜厚は 1mm 程度である。また、No.4 と No.5 は表面被覆剤塗布時の母材コンクリート表面が乾燥状態であるか、湿潤状態であるかの違いであり、No.6 と No.7 も同様である。No.8 および No.9 はポリマーモルタルとコーティング剤を併用したものである。

## 2.3 凍結融解試験方法

供試体は断面が一辺 100 mm の正方形で、長さ 400 mm の角柱である。材齢 35 日から表面被覆を施した供試体を 10% 塩化ナトリウム水溶液に浸漬させ凍結融解試験を行った。1 サイクル 4 時間、表面温度が -18℃ ～ +5℃ になるように設定し、約 40 サイクルごとにスケーリング量を測定した。

表-1 示方配合

| W/C<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      |      |
|------------|------------|--------------------------|-----|-----|------|------|
|            |            | C                        | W   | S   | G    | AE   |
| 55         | 45         | 266                      | 146 | 878 | 1057 | 0.04 |

表-2 表面被覆材の成分と特徴

| 被覆材                    | 成分等                      |
|------------------------|--------------------------|
| コーティング剤1<br>2液タイプ (C1) | オルガノポリシロキサン<br>架橋剤, 硬化触媒 |
| コーティング剤2<br>1液タイプ (C2) | オルガノシロキサン                |
| ポリマーモルタル1<br>(PM1)     | 酢酸ビニル系ポリマー<br>モルタル       |
| ポリマーモルタル2<br>(PM2)     | 酢酸ビニル系ポリマー<br>モルタル, カーボン |

表-3 処理方法

| No | 処理方法            |
|----|-----------------|
| 1  | 無処理             |
| 2  | C1 - 3回塗布       |
| 3  | C1 - 6回塗布       |
| 4  | PM1 (母材表面湿潤)    |
| 5  | PM1 (母材表面乾燥)    |
| 6  | PM2 (母材表面湿潤)    |
| 7  | PM2 (母材表面乾燥)    |
| 8  | PM1 + C1 - 3回塗布 |
| 9  | PM1 + C2 - 3回塗布 |

キーワード：凍害，塩害，表面被覆材，コーティング剤，ポリマーモルタル，スケーリング

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5220 FAX 0143-46-5221

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 コーティング剤による表面被覆の効果

図-1はNo.1～No.3の供試体の凍結融解サイクルとスケーリング量の関係を示したものである。表面被覆を行っていない供試体No.1では試験開始直後からスケーリングが始まり、ほぼ一定の割合でスケーリングが進み、313サイクルでのスケーリング量は約140gであった。No.2は、120サイクルまでスケーリングはほとんどなく、160サイクルからスケーリング量が増加し、200サイクル以降は無処理の場合とほぼ同様の増加率でスケーリングしている。313サイクルのスケーリング量は約80gであった。No.3は80サイクルからスケーリング量が増加し、160サイクル以降は無処理の場合以上の増加率でスケーリングしている。313サイクルでのスケーリング量は約120gであった。以上より、80～120サイクル程度まではコーティング剤の防水効果によりスケーリングを防ぐことができるが、表面にひび割れが生じると効果はなくなる。

#### 3.2 ポリマーモルタルによる表面被覆の効果

図-2はNo.1およびNo.4～No.7の供試体の凍結融解サイクルとスケーリング量の関係を示したものである。No.4は160サイクルで被覆材の隅角部にひび割れが発生したため、そこからスケーリングが進行したが、No.5～No.7の3ケースは300サイクルにおいてもほとんどスケーリングしておらず、ポリマーモルタル表面にも劣化がほとんど生じていなかった。これは、ポリマーモルタルが優れた柔軟性や伸縮性を持っているため、凍結融解作用によるひび割れなどの発生がなく、塩化ナトリウム水溶液が浸透しなかったためであると考えられる。また、表面被覆処理時における、母材コンクリート表面の乾湿の状態と比較した場合、乾燥状態で塗布したNo.5およびNo.7はともに312サイクルで浮きが現れた。これに対して、

湿潤状態で塗布したNo.4、No.6はそれぞれ81サイクルおよび271サイクルで表面に浮き上がりが発生し、湿潤状態のほうが早く浮きが現れる結果となった。この浮き上がりは劣化につながるものと考えられるため、表面が乾燥状態の時に塗布をしたほうが複合劣化に対する耐久性向上効果を期待できるといえる。

#### 3.3 ポリマーモルタルとコーティング剤の併用効果

図-3は、No.1、No.8およびNo.9の供試体の凍結融解サイクルとスケーリング量の関係を示したものである。No.8およびNo.9は600サイクルを超えてもほとんどスケーリングしておらず、また、表面の浮き上がりも発生していない。このように、ポリマーモルタルとコーティング剤を併用した場合には、大きな耐久性向上効果が得られ、長期にわたる複合劣化に対する耐久性向上効果を期待できるといえる。

### 4. まとめ

- 1) コーティング剤は防水効果により劣化抑制効果を期待できるが、表面にひび割れが生じると効果がなくなる。
- 2) ポリマーモルタルの複合劣化に対する抵抗性は大きく、耐久性向上効果を十分期待できる。
- 3) ポリマーモルタルによる表面被覆処理を施す場合は、表面が乾燥状態であるほうがその効果を期待できる。
- 4) コーティング剤とポリマーモルタルの併用により、複合劣化に対する耐久性がさらに向上する。

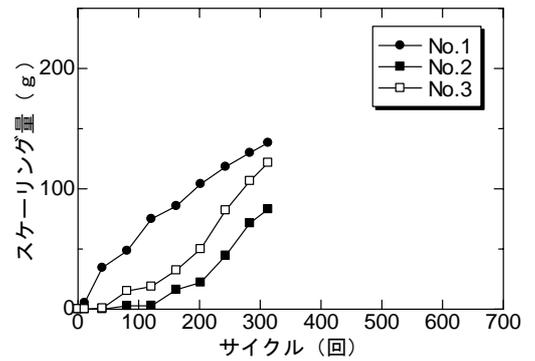


図-1 No.1～3のスケーリング量

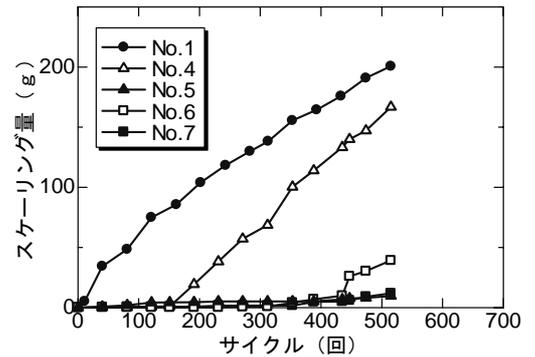


図-2 No.1およびNo.4～7のスケーリング量

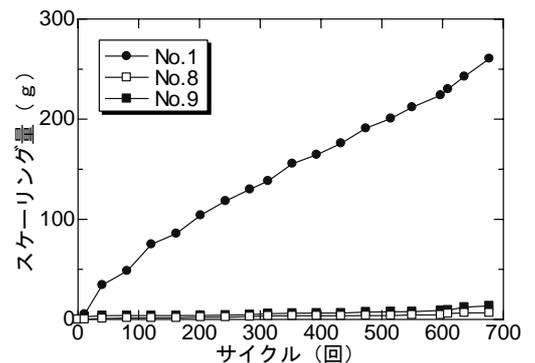


図-3 No.1およびNo.8～9のスケーリング量