

コンクリートの表面被覆による複合劣化抵抗性の向上

Improvement in Combined Deterioration Resistance of Concrete by Surface Covering

室蘭工業大学 正員 菅田 紀之 (Noriyuki Sugata)
室蘭工業大学大学院 学生員 ○田中 健司 (Kenji Tanaka)
株式会社フジメック 赤坂 里志 (Satoshi Akasaka)

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無機系の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/m³, 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系の 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 は無機の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 (20℃) 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中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および動弾性係数を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 無機系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

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
		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
無機系コーティング剤 1 2 液タイプ (C1)	オルガノポリシロキサン 架橋剤, 硬化触媒
無機系コーティング剤 2 1 液タイプ (C2)	オルガノシロキサン
ポリマーモルタル 1 (PM1)	酢酸ビニル系ポリマー モルタル
ポリマーモルタル 2 (PM2)	酢酸ビニル系ポリマー 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

し、160 サイクル以降で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、コーティング剤にひび割れが生じると効果はなくなるといえる。図-2 は、No.1～3 の供試体の凍結融解サイクルと相対動弾性係数の関係を示したものである。No.1～3 のどのケースも相対動弾性係数は 100%以上であり、コンクリートの表面の劣化は進んでいるが、内部まで劣化は進行していないということがわかる。

3.2 ポリマーモルタルによる表面被覆の効果

図-3 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無機系コーティング剤の併用効果

図-4 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。

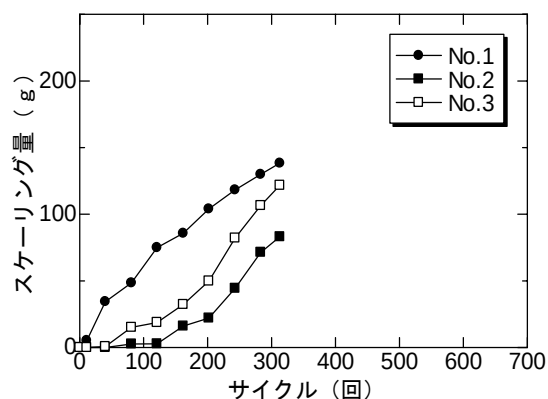


図-1 No.1～3 のスケーリング量

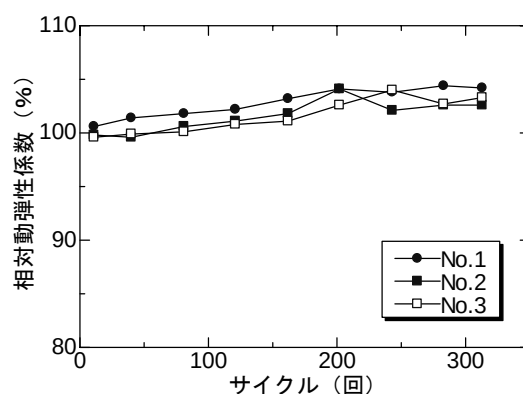


図-2 No.1～3 の相対動弾性係数

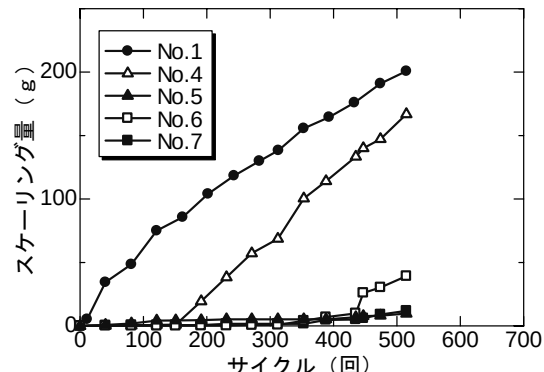


図-3 No.1 および No.4～7 のスケーリング量

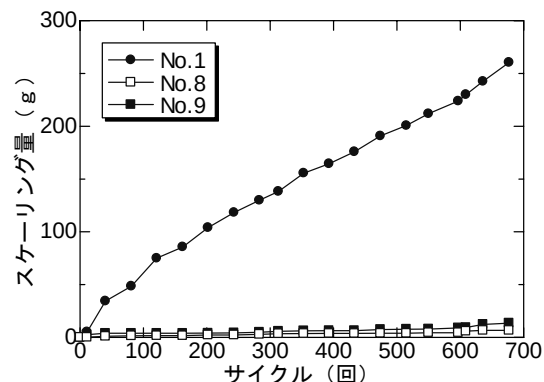


図-4 No.1 および No.8～9 のスケーリング量