

表面含浸材が劣化した構造物の耐久性に与える効果の検証

芝浦工業大学 学生会員 ○石川 巧
芝浦工業大学院 学生会員 松崎 晋一朗
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 背景

土木構造物はコンクリートの打ち放しが多く、塩化物イオンやCO₂ガス等による耐久性の低下が問題視されている。そのような構造物の耐久性を向上させる手法の1つとして、表面含浸工法が提案されている。これはコンクリート表面に含浸材を塗布することでコンクリート表層部を改質し、比較的簡単に劣化因子の侵入を抑制することができる手法である。しかし、表面含浸材は基本的に新設構造物への適用が事実上限定されており、既設構造物への適用に関する研究は十分に行われていない。そこで本研究では、事前にある程度劣化したコンクリートに表面含浸材を塗布し、その後の劣化進行挙動に着目して検討した。

2. 実験概要

2-1 使用含浸材および配合・養生条件

本実験では、撥水層を形成するシラン系、脆弱部を固化するけい酸リチウム系、表層を緻密化するけい酸ナトリウム系の3種類の表面含浸材を使用した。なおこの3種類と比較するため、無機系被覆工法としてセメントペースト(W/C=40%)も使用した。

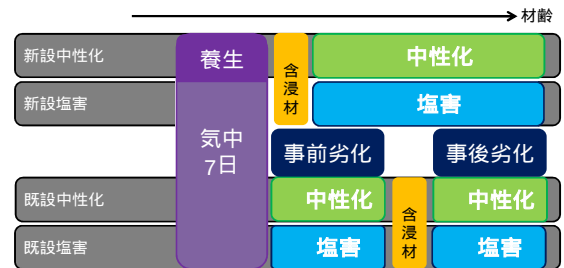
供試体作製に際し、配合は表-1のように水セメント比60%の角柱供試体(10×10×10cm)とし、打設1日後に脱型し、6日間実験室にて暴露し気中養生した。養生終了後、供試体側面にエポキシ樹脂を塗布し2面開放とした。なお、含浸材塗布については開放面の片面とし、塗布なしの面と劣化深さを比較した。

エポキシ樹脂塗布後の工程を、①事前劣化、②含浸材塗布、③事後劣化の3段階にわけ、①と③の工程では中性化促進試験または塩水浸漬試験を行った。そして表-2のように組み合わせて、新設構造物を模擬した供試体と、既設構造物を模擬した供試体を作製した。

表-1 コンクリートの示方配合

水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	空気量 Air (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	N	BFS	S	G
60	47	4.5	172	287	0	833	998
				287			

表-2 試験概要



2-2 中性化促進試験

中性化促進試験については、JIS A 1153 を参考に、温度 20℃、湿度 60%、CO₂ 濃度 5%の環境とした。また中性化深さの測定は、JIS A 1152 に基づいた。

2-3 塩水浸漬試験

塩水浸漬試験については、塩分濃度 3%、温度 20℃の塩水に浸漬した供試体を材齢経過後に割裂し、割裂面に硝酸銀水溶液を噴霧した。深さの測定は 2-2 と同様に行った。

なお試験材齢は劣化作用期間を同一として、中性化・塩害ともに新設は 6 週と 17 週、既設は 9 週と 20 週とした。

3. 実験結果

3-1 新設への表面含浸材の適用効果

試験結果を図-1 (中性化) と図-2 (塩害) に示す。中性化については、劣化 6 週では大きな違いは見られないが、劣化 13 週以降すべての含浸材が塗布なしに比べて中性化の抑制効果が見られた。塩害については、シラン系が最も抑制効果が高い傾向を示した。これは、撥水層の影響で、塩水が浸透しなかったためと考えられる。浸漬 17 週では塩化物イオンの侵入が見られなかった。リチウム系とナトリウム系についても塗布なしに比べて抑制効果が見られ、ペース

キーワード コンクリート、表面含浸材、中性化、塩害

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 Tel:03-5859-8356 E-mail:h07010@sic.shibaura-it.ac.jp

ト被覆については浸漬17週で塗布なしとほぼ同じ値になった。

3-2 既設への表面含浸材の適用効果

事前劣化（10.17cm）した供試体の劣化期間と中性化深さの関係を図-3 に示す。それぞれ大きな値の差はでなかったが、9 週~20 週の劣化速度に着目すると、表面含浸材を塗布した供試体は塗布なしとペースト被覆した供試体に比べて比較的劣化速度を抑制することができた。

事前劣化（14.17cm）した供試体の劣化期間と塩分浸透深さの関係を図-4 に示す。塗布の有無による差はあまり見られなかった。そこで、含浸材の浸透深さを検証するため、事後劣化 17 週後のシラン系を塗布した供試体で撥水層試験をしたところ、撥水層が確認できなかった。つまり、コンクリート内部に存在する水分が含浸材の浸透を阻害し、所定の塗布量を満たせなかったことが考えられる。

3-3 含浸材性能評価

劣化 17 週の時点で、含浸材塗布なしの劣化深さに対する抑制率をまとめたものを表-3、表-4 に示す。シラン系、リチウム系の 2 種類については中性化、塩害ともに新設シリーズでより高い抑制率を発揮した。ナトリウム系については中性化、塩害の両方で新設と既設が同等の抑制率を発揮し、ペースト被覆については全体的に低い値であった。「表面含浸工法設計施工指針(案)」より、本研究で使用した含浸材の性能評価を行ったところ、中性化ではナトリウム系が新設、既設の両方で A グレードに適合し、塩害ではシラン系の新設で A グレードに適合した。

4. まとめ

1. 表面含浸材は、新設に対しては塩害・中性化ともに抑制効果がみられた。しかし、既設に対しては、中性化に対してはある程度の抑制が可能であるが、塩害に対しては効果が得られなかった。
2. 既設構造物への適用に対し、表層が乾燥状態でも内部に水分が存在するコンクリートについては検討が必要であると考えられる。今後、このような条件下での含浸材の適用方法と含浸材の浸透深さを判断する手法が求められる。
3. シラン系、リチウム系は新設で大きな抑制効果を発揮し、ナトリウム系、ペースト被覆では新設、既設で同等の抑制効果を発揮することができる。

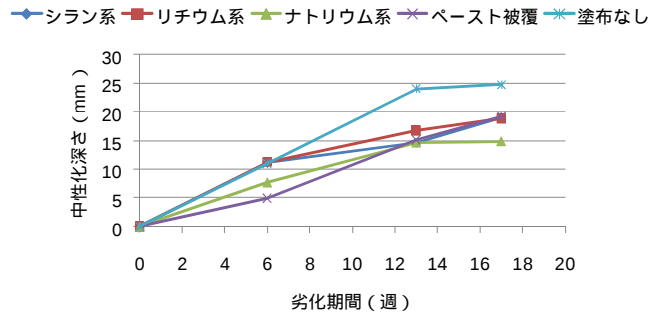


図-1 新設・中性化促進試験

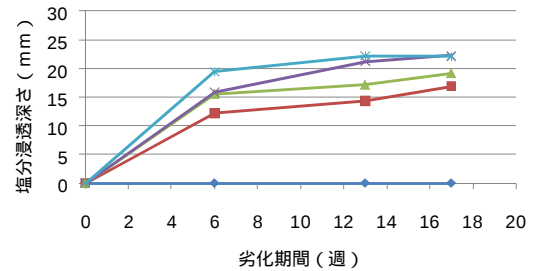


図-2 新設・塩水浸漬試験

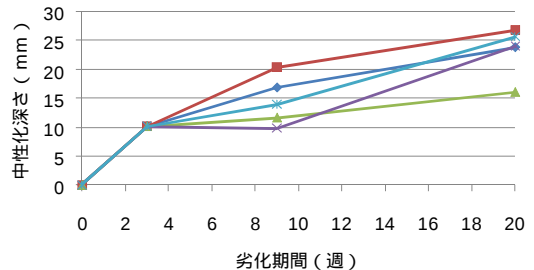


図-3 既設・中性化促進試験

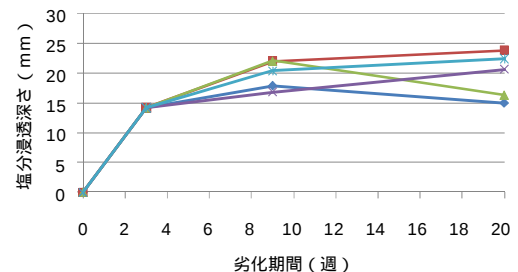


図-4 既設・塩水浸漬試験

表-3 中性化に対する含浸材性能評価

(mm)	シラン系	リチウム系	ナトリウム系	ペースト被覆	塗布なし
新設	19.08	18.91	14.79	19.19	23.56
抑制率	19%	20%	37%	19%	
既設	21.86	24.98	14.87	20.10	
抑制率	7%	-6%	37%	15%	

Aグレード

Bグレード

Cグレード

表-4 塩害に対する含浸材性能評価

(mm)	シラン系	リチウム系	ナトリウム系	ペースト被覆	塗布なし
新設	0.00	16.89	19.14	22.23	23.00
抑制率	100%	27%	17%	3%	
既設	15.77	23.32	17.88	19.59	
抑制率	31%	-1%	22%	15%	