

劣化した構造物への表面含浸材の塗布が耐久性に与える効果の検証

芝浦工業大学院 学生会員 ○原沢 蓉子
元芝浦工業大学 石川 巧
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、塩化物イオンや二酸化炭素等の侵入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、表面含浸材を使用した研究では、劣化前のコンクリートを対象とする場合が多く、劣化後のコンクリート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、再び劣化環境下に静置した後の劣化進行挙動の把握を目的として研究を行った。

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)として打込み、翌日に脱型した。その後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、開放した2面のうち1面を含浸材塗布、もう1面を塗布なし面として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段階に分け、①と③の工程では中性化促進試験および塩水浸漬試験を行った。そして図-1に示すように組み合わせ、新設構造物ならびに既設構造物をそれぞれ模擬した供試体を作製し、試験を行った。

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(%)	単位水量(kg/m ³)			
			W	N	S	G
60	47	4.5	172	287	833	998

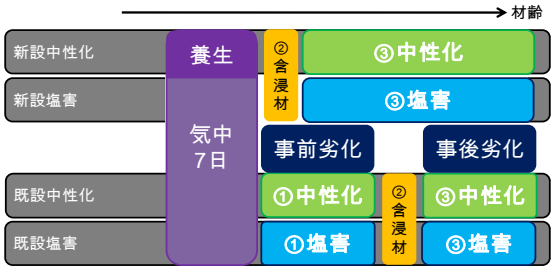


図-1 試験概要

2-2 中性化促進試験

中性化促進試験は、JIS A 1153 を参考に、温度 20℃、湿度 60%、CO₂ 濃度 5% の環境下で行った。また中性化深さの測定は、JIS A 1152 に準拠して実施した。

2-3 塩水浸漬試験

塩水浸漬試験では、塩分濃度 3%、温度 20℃ の塩水に浸漬させ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。呈色部分を塩分浸透深さとし、浸透深さの測定は 2-2 と同様に行った。

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-2 (中性化) と図-3 (塩害) に示す。中性化、塩害ともに材齢 17 週の時点で全ての含浸材が塗布なしに比べて抑制効果を示した。特に塩害では、シラン系が最も高い抑制効果を示した。これは、撥水層の影響により、塩水が浸透しなかったためと考えられる。リチウム系とナトリウム系についても塗布なしと比べ抑制効果が見られ、ペースト被覆については材齢 17 週で塗布なしとほぼ同じ値となった。

キーワード 表面含浸材、中性化、塩害、劣化

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:me13070@shibaura-it.ac.jp

3-2 既設への表面含浸材の適用効果

中性化環境下にて、2週間事前劣化（10.17cm）させた供試体の中性化深さの結果を図-4に示す。ペースト被覆では、事前劣化終了時から9週の時点まで劣化の進行は確認できなかった。また、9週から20週の劣化速度に着目すると、ペースト被覆と塗布なしでは11～14mm程度劣化が進行したのに対し、含浸材を塗布すると4～6mm程度となり、劣化の進行速度を抑える結果となった。その中でもナトリウム系が最も高い抑制率を示した。これは、ナトリウム系が未中性化域まで含浸し、改質したためと考えられる。

図-5に塩水中で2週間事前劣化（14.17cm）した塩分浸透深さの結果を示す。シラン系、ナトリウム系では、ほとんど事前劣化からの劣化の進行が見られず、大きな抑制効果を発揮した。リチウム系においては抑制効果は見られなかった。

3-3 含浸材性能評価

表-2（中性化）、表-3（塩害）に、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示す。なお、表では、既設は事後劣化での劣化進行分において、塗布なしに対する抑制率を示す。シラン系は塩害に対する抑制率が高く、中性化に対しては低い値となった。リチウム系については他の含浸材に比べ抑制率が低い結果となった。ナトリウム系は、内部に含浸し、空隙を緻密化することで劣化因子の侵入を防ぐため、新設ならびに既設において大きな効果を示した。ペースト被覆については長期的な劣化の抑制は難しいと考えられる。

4. まとめ

- 1. 表面含浸材は、新設に対しては塩害、中性化いずれにおいても抑制効果を示した。しかし、既設では、中性化に対してはある程度の抑制効果を示したが、塩害に対しては効果を得られなかった。
- 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。

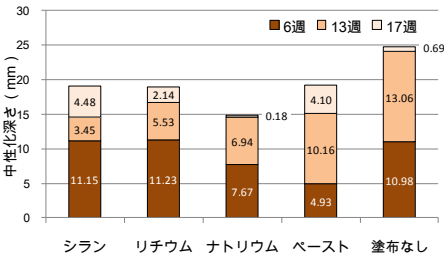


図-2 新設・中性化促進試験

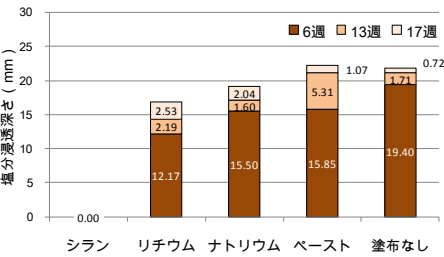


図-3 新設・塩水浸漬試験

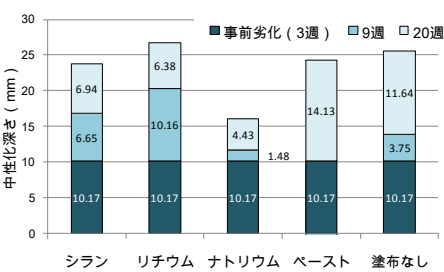


図-4 既設・中性化促進試験

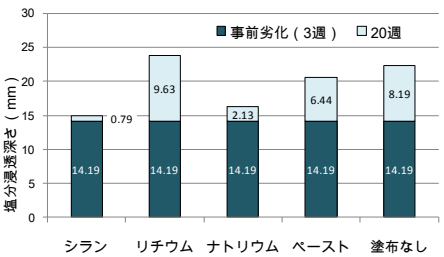


図-5 既設・塩水浸漬試験

表-2 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	11.19	13.62	4.87	11.64	12.67
抑制率	12%	-7%	62%	8%	

表-3 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	0.65	7.93	1.75	5.30	6.74
抑制率	90%	-18%	74%	21%	