

浸透性無機質剤によるコンクリートの表面改質効果について

西松建設(株)企画技術部 正会員 西田德行・藤井利侑
日本 RCG(株) 富田 豊・峰 直治

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理の重要性は、広く認識されつつある。コンクリート構造物の劣化要因としては、アルカリ骨材反応や骨材中の塩化物イオンなどコンクリートに内存する因子の他、物質移動の影響による中性化、塩分浸透、化学的浸食、凍害など因子がある。後者の物質移動による劣化抑制にはコンクリート表面の被覆や表面部の改質技術があり、長寿命化を目指した補修材料・工法に関する研究が進められている。

本書では、最近開発したナトリウム・カリウムシリケートを主成分にしたコンクリート表面改質剤とセラミックコーティング剤を用いたコンクリート表面改質工法の概要と改質効果について報告する。

2. 工法概要

本工法の特徴は、主成分のナトリウム・カリウムシリケートをコンクリート(表面下 190mm 程度)に浸透させることであり、施工後にクラックが発生した場合でも、水によりコンクリート内部の水酸化カルシウムと本改質剤が反応し、防水・劣化防止保護層を形成するクラック自己補修が可能である。また、常温硬化型セラミックコーティング剤と組み合わせて使用することで、結露防止、防カビ・抗菌、静電気防止などの効果を発揮する。本工法では、防水・劣化防止効果を長期間発揮できるため、高耐久なコンクリート構造物とライフサイクルコストの低減が実現できると考える。施工フローを図-1に、改質剤の屋上床面への塗布状況を写真-1に示す。

- ①下地処理：コンクリート面を洗浄(高压散水等で、油汚れ、埃、レイタンス等を除去)し、ジャンカなど大きな欠陥は必要に応じて補修する。
- ②コンクリート表面改質剤の吹付けまたは塗布：改質剤原液を水で2倍に希釈して、コンクリート表面に均一に吹付けまたは塗布する。塗布後は、塗布面を乾燥(目安：夏期は30分、冬期は2時間)させる。
- ③浸透散水：散水用ホースで十分な量を低压で1㎡当り0.5～10ℓ程度散水する。
- ④コンクリート表面改質剤の吹付けまたは塗布：4～24時間後に2倍希釈の改質剤を再度、塗布する。
- ⑤定着浸透散水：2回目の塗布後、数時間～24時間以内(定着後)に、さらに低压散水を行い、デッキブラシ等で塗布面を擦り洗いする。
- ⑥セラミックコーティング剤の塗布：コンクリート面の結露防止、静電気防止、防カビ・抗菌が必要な場合は、セラミックコーティング剤を塗布する。

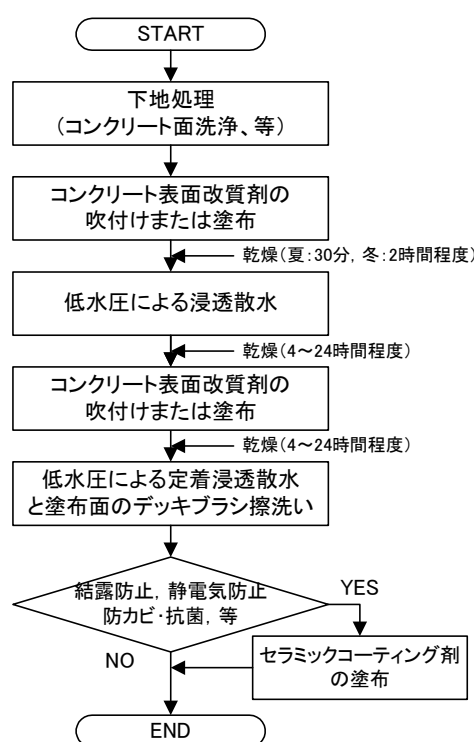


図-1 施工フロー図



写真-1 屋上床面への塗布状況

3. コンクリートの表面改質・防水剤比較と試験結果

(1) 改質・防水剤の比較

コンクリートの表面改質・防水剤として、代表的な材料の特徴を比較したものを表-1に示す。本改質剤は、浸透性で無機質のケイ酸ナトリウムとケイ酸カリウムを主成分とした

キーワード コンクリート, 表面改質, 無機材料, 耐久性, 浸透性

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10 西松建設(株)企画技術部企画技術課 TEL:03-3502-0377

表 - 1 コンクリート表面改質・防水剤の比較

改質(防水)剤	長所	短所	備考
エポキシ系	コンクリートのひび割れ注入剤等に使用される。	紫外線に弱く、柔軟性に欠ける。	有機系パインダー使用。
ラテックス系	表面に塗布することで、コンクリートのひび割れを防ぐ。	気温の変化、塩素に弱い。	有機系パインダー使用。
塩素化ゴム系	比較的湿度に強い。	紫外線に弱く、経時的に汚れ易くなる。	有機系パインダー使用。
ポリウレタン系	水、紫外線に強い。	湿った面には塗布できない。	有機系パインダー使用。
シロキサン系	低粘度の液体で、コンクリート細孔の表面部分に炭化水素が形成され、水分の浸透を防ぐ。浸透しやすい。	湿度の高いコンクリート、気温の変化、紫外線に弱い。揮発しやすい。	ケイ素、酸素、水素の化合物で、SiO結合をもつものの総称。有機系パインダー使用。
シラン系	低粘度の液体で、コンクリート細孔の表面部分に炭化水素が形成され、水分の浸透を防ぐ。揮発しにくい。	湿度の高いコンクリート、気温の変化、紫外線に弱い。浸透しにくい。	Si _n H _{2n+2} をもつ水素化ケイ素の総称。有機系パインダー使用。
ケイ酸ナトリウム	カルシウムと反応することで、ケイ酸カルシウム水和物のゲルを形成する。通常のコンクリートに浸透し、防水効果が向上する。	ゲル化反応が早く、浸透性が小さい。	無機系パインダー使用。
ケイ酸ナトリウム／ケイ酸カリウム	コンクリート中のカルシウムと反応することで、防水保護層を形成する。ケイ酸カリウムの添加により耐熱性が高い。	材料の製造工程が複雑	無機系パインダー使用。

表 - 2 コンクリート表面改質の効果

試験項目	試験方法	含浸あり	含浸なし	考 察	備 考
透水試験	700mm ² 式	0.04ml/h(平均値)	0.12ml/h(平均値)	1時間当りの流出量(経過時間360~384h)は、含浸あり試験体が1/3となった	
凍結融解試験	JIS A 6204	88%(平均値)	84%(平均値)	含浸あり試験体は、含浸なし試験体よりも良い結果となった	300 サイクル時の相対動弾性係数
塩分量	JCI-SC4	0.08%(平均値)	0.10%(平均値)	含浸あり試験体は、含浸なし試験体よりも良い結果となった	
塩化物イオン浸透深さ		0.03mm(平均値)	0.40mm(平均値)	含浸あり試験体は、含浸なし試験体の1/10程度の値となった	

もので、ケイ酸ナトリウムのみを主成分としたものよりも耐熱性が向上するとともにカルシウム分の溶出を抑え、安定した状態を保持することができる。

(2) 本工法の効果

本工法による効果として、表 - 2 に表面改質剤塗布後の透水試験、凍結融解試験、塩分量（全塩分）及び塩化物イオン浸透深さ試験の結果を示す。これより、改質剤を含浸させた供試体は、含浸なしの供試体に比べて透水量が 1/3、塩化物イオン浸透深さが 1/10 と良くなったが、凍結融解及び塩分量での改善効果は少なかった。表 - 3 に、トンネル内覆工コンクリートの補修に本工法を適用した際の表面強度試験結果を示す。シュミットハンマー強度はセラミックコーティング剤を塗布することで 30%程度増す結果となった。さらに、約 70 年前に施工されたコンクリート橋脚部から採取したコア供試体(写真 - 2, 3) に本工法を適用した場合の圧縮強度試験結果は、表 - 4 に示すように 8%程度増強した。

4. まとめ

限られた試験結果ではあるが、本工法を適用することでコンクリートの耐久性が向上することを幾つかの試験結果から確認できた。今後、コンクリート表面部の強度増強が外部からの物質移動を伴う劣化現象にどのように影響するかを明確にする必要があると考える。なお、浸透性のコンクリート表面改質剤を用いた試験方法は確立されていないのが現状であり、試験方法の検討も含めてデータを蓄積して行くことが必要である。

表 - 3 既設コンクリートの表面強度(セラミックコーティング剤)

試験項目	単位	試験結果		評 価
		未加工面	加工面	
シュミットハンマー強度	N/mm ²	40.4	53.8	13.4N/mm ² (33%)の強度増進
表面硬度	鉛筆硬度(H)	2~3	9以上	表面硬度が3倍以上に増進



写真 - 2 コア抜き状況



写真 - 3 コーティング剤塗布状況

表 - 4 既設コンクリートの圧縮強度(セラミックコーティング剤)

	試験結果		評 価
	未加工供試体	加工供試体	
圧縮強度	41.3N/mm ²	44.8N/mm ²	3.5N/mm ² (8.5%)の強度増進