

亜硝酸リチウム併用型表面含浸工法 『プロコンガードシステムS』

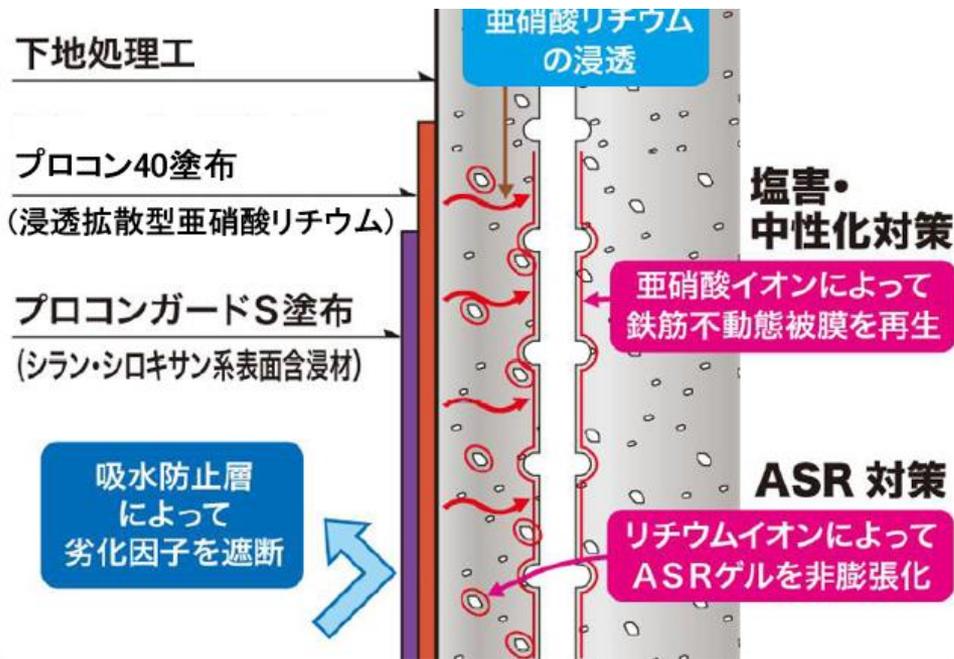
CG-190024-A

一般社団法人コンクリートメンテナンス協会

江良 和徳

<https://www.j-cma.jp/>

新技術の概要



工法概要

亜硝酸リチウムとシラン・シロキサン系含浸材を組み合わせた、付加価値を持った表面含浸工法

期待される効果

基本性能：『シラン・シロキサン系含浸材による劣化因子の遮断』

付加価値：『亜硝酸イオンによる鉄筋腐食抑制』
『リチウムイオンによるASR膨張抑制』 } **新規性**

何について何をする技術なのか？

塩害や中性化で劣化している構造物の補修を目的とした表面含浸工法



- ・ 外部からの劣化因子の浸入を遮断する
- ・ 鉄筋腐食反応を抑制する



塩害・中性化による構造物の劣化進行を
より効率的に抑制する

ASRで劣化している構造物の補修を目的とした表面含浸工法



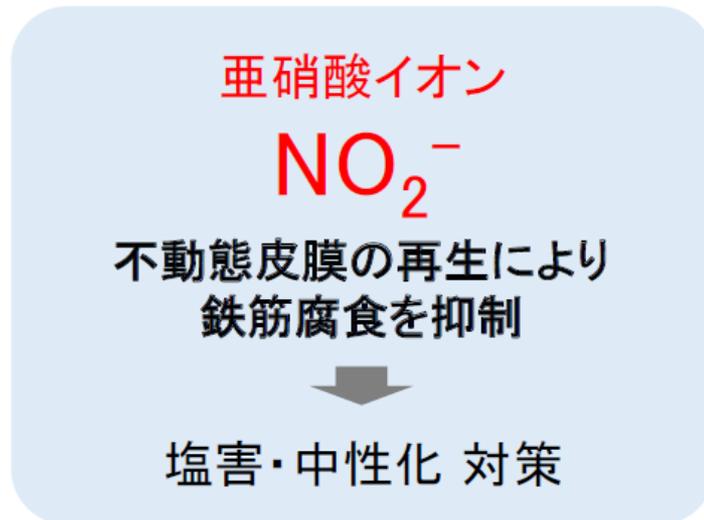
- ・ 外部からの劣化因子の浸入を遮断する
- ・ アルカリシリカゲルの膨張を抑制する



ASRによる構造物の劣化進行を
より効率的に抑制する

亜硝酸リチウムによる劣化補修メカニズム

- (1) 亜硝酸イオンによる鉄筋腐食抑制効果
- (2) リチウムイオンによるASR膨張抑制効果

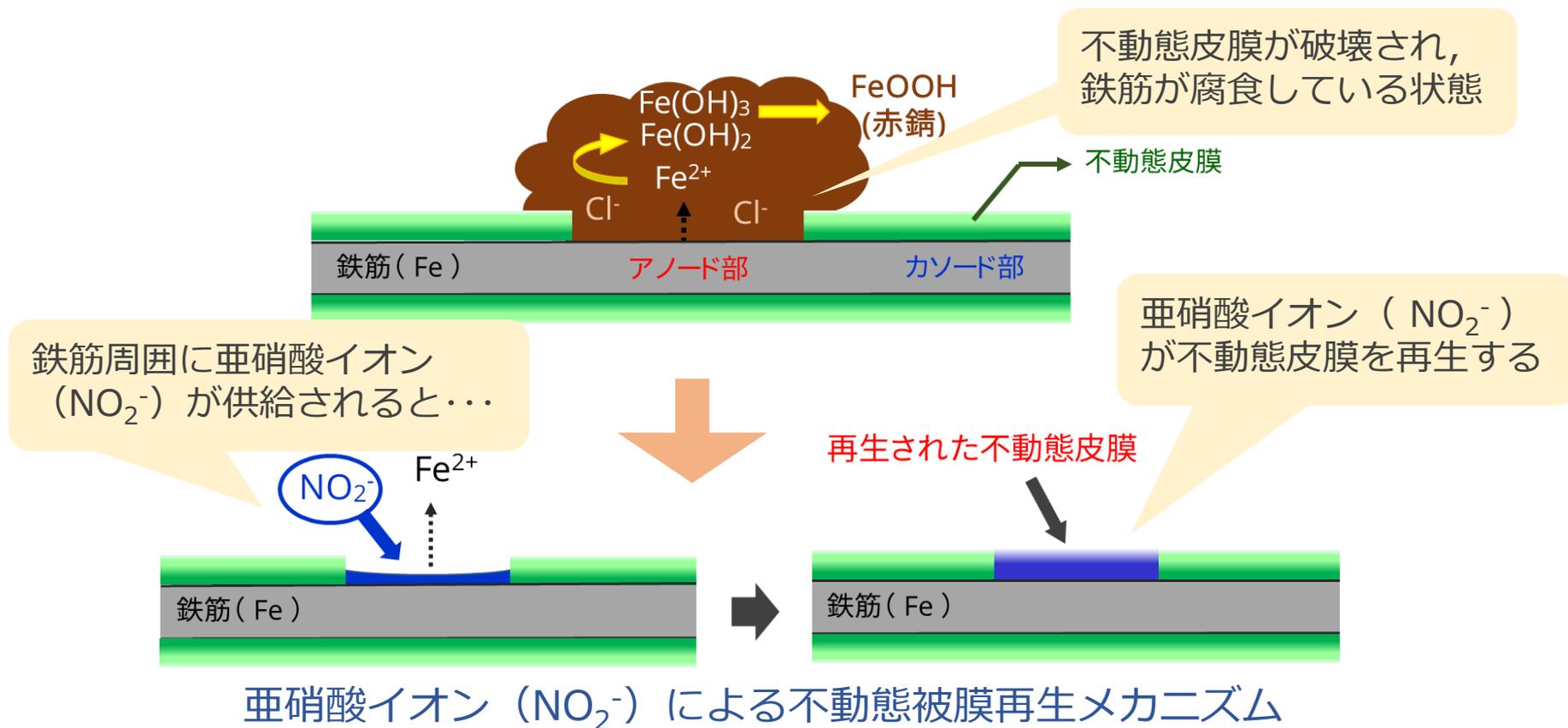


- ・ 亜硝酸イオン、リチウムイオンを含有する水溶液
- ・ 原材料は「天然ガス」と「リシア輝石」
- ・ 濃度は40%（限界濃度）

Lithium Nitrite ; LiNO_2



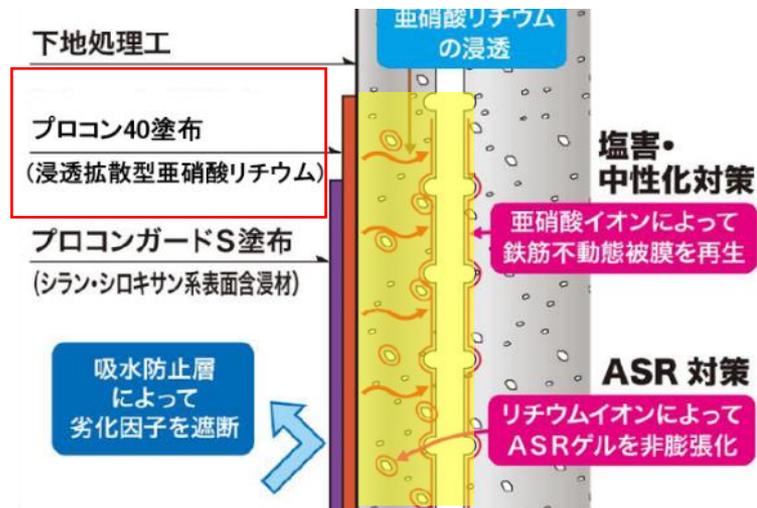
(1) 亜硝酸イオンによる鉄筋腐食抑制効果



- ・ 亜硝酸イオンの存在により、鉄筋の腐食を抑制することができる
- ・ あとは、鉄筋位置に亜硝酸イオンを供給する手段を考えればよい！

⇒ 亜硝酸リチウムを用いた各種補修工法

亜硝酸リチウムの設計塗布量



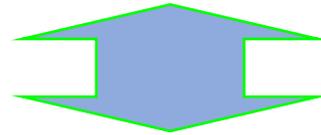
- 亜硝酸リチウム標準塗布量 0.3kg/m^2
- 塩害の場合には、 $[\text{NO}_2^-]/[\text{Cl}^-]$ モル比 = 1.0 で必要量を算定できる。
- 塗布した亜硝酸リチウムが鉄筋位置まで浸透した状態を仮定して塗布量を決める。
- 下表にて簡易に設定することもできる。

『目標含浸深さ』と『塩化物イオン量』をパラメータとした設計塗布量の目安

塩化物イオン量 深さ	2.0kg/m ³ 未満	2.0~3.0kg/m ³	3.0~4.0kg/m ³	4.0~5.0kg/m ³	5.0kg/m ³ 以上
20mm 未満	0.30kg/m ²	0.30kg/m ²	0.30kg/m ²	0.40kg/m ²	要検討
20~30mm	0.30kg/m ²	0.40kg/m ²	0.50kg/m ²	0.60kg/m ²	要検討
30~40mm	0.30kg/m ²	0.50kg/m ²	0.60kg/m ²	0.80kg/m ²	要検討
40~50mm	0.40kg/m ²	0.60kg/m ²	0.80kg/m ²	1.0kg/m ²	要検討
50mm 以上	要検討	要検討	要検討	要検討	要検討

従来の表面含浸工法

- 種類
- ・ シラン系含浸材
 - ・ けい酸ナトリウム系含浸材（反応型けい酸塩系）
 - ・ けい酸リチウム系含浸材（固化型けい酸塩系）
- 目的
- ・ 劣化因子の遮断



プロコンガードシステムS

- 種類
- ・ 亜硝酸リチウム+シラン・シロキサン系含浸材
- 目的
- ・ 劣化因子の遮断
 - ・ 亜硝酸イオンによる鉄筋腐食抑制
 - ・ リチウムイオンによるASR膨張抑制

活用の効果（コスト試算例）

新技術	プロコンガードシステムS		100	m ² 当たり	
費目・名称	形状・寸法	数量	単位	単価	金額
労務費					
土木一般世話役		2.0	人	29,000	58,000
特殊作業員		6.0	人	25,600	153,600
普通作業員		2.0	人	21,900	43,800
材料費					
亜硝酸リチウム系表面含浸材	プロコン40相当品	33.0	kg	6,900	227,700
シラン・シロキサン系表面含浸材	プロコンガードS相当品	19.8	kg	9,700	192,060
諸雑費					
労務費計×5%		5	%	255,400	12,770
合計				100m ² あたり	687,930
				1m ² あたり	6,879

活用の効果（コスト試算例）

従来技術	シラン系表面含浸工法		100	m ² 当たり	
費目・名称	形状・寸法	数量	単位	単価	金額
労務費					
土木一般世話役		1.0	人	29,000	29,000
特殊作業員		5.0	人	25,600	128,000
普通作業員		2.0	人	21,900	43,800
材料費					
シラン・シロキサン系表面含浸材		22.0	kg	8,100	178,200
諸雑費					
労務費計×5%		5	%	200,800	10,040
合計				100m ² あたり	389,040
				1m ² あたり	3,890

活用の効果（従来技術との比較検討例）

	けい酸塩系含浸材	シラン系含浸材	プロコンガードシステムS
概念図	<p>① 下地処理工(サンダーケレン) ② ケイ酸ナトリウム系表面含浸材</p>	<p>① 下地処理工 (サンダーケレン) ② シラン系表面含浸材 (標準塗布量：0.2kg/m²)</p>	<p>下地処理工 プロコン40塗布 (浸透拡散型亜硝酸リチウムの浸透) プロコンガードS塗布 (シラン・シロキサン系表面含浸材)</p> <p>塩害・中性化対策 亜硝酸イオンによって鉄筋不動態被膜を再生</p> <p>ASR対策 リチウムイオンによってASRゲルを非膨張化</p> <p>吸水防止層によって劣化因子を遮断</p>
特長	組織の緻密化、改質	撥水効果、吸水防止	鉄筋腐食抑制 撥水効果、吸水防止
長所	劣化因子を遮断 微細なひび割れは閉塞	劣化因子を遮断 実績が豊富	劣化因子を遮断 不動態皮膜の再生あり
短所	不動態皮膜の再生なし	不動態皮膜の再生なし	2工程となる
適用範囲	基本的に『潜伏期』	基本的に『潜伏期』	『進展期』、『加速期前期』
経済性	4,000～5,000円/m ²	3,000～4,000円/m ²	6,800円/m ²

公共工事のどこに適用できるのか?

下記に示すコンクリート構造物の維持管理・補修工事に適用できる。

- ・ 橋梁のRC上部工、PC上部工
- ・ 橋梁の橋脚、橋台
- ・ 壁高欄や地覆
- ・ 擁壁・栈橋、トンネル、ダム
- ・ RC建築物、PC建築物
- ・ その他コンクリート構造物全般

適用条件・適用範囲

①自然条件

- ・ 施工時の外気温が0℃～40℃の範囲内
- ・ 降雨、降雪での施工は不可

②現場条件

- ・ 足場が設置できること
- ・ 施工面に滞水のないこと

③技術提供可能地域

- ・ 技術提供地域については制限なし

④関係法令等

- ・ 特になし

※適用できない範囲

- ・ 水中での施工は不可。
- ・ 既に鉄筋腐食が著しく進行しており、鉄筋の断面減少または広範囲のコンクリート浮き、はく離が生じている構造物に対しては適用不可。

プロコンガードシステムSの施工手順

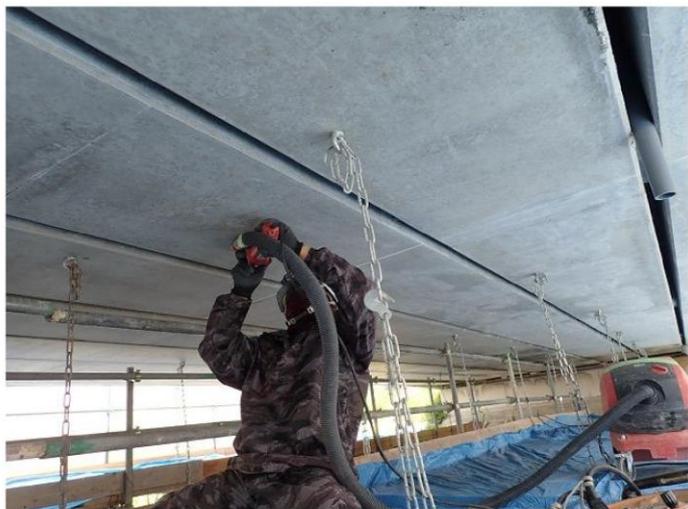


写真 4-1 下地処理工の施工状況



写真 4-2 亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布工の施工状況



写真 4-3 コンクリート表面水分率の測定状況

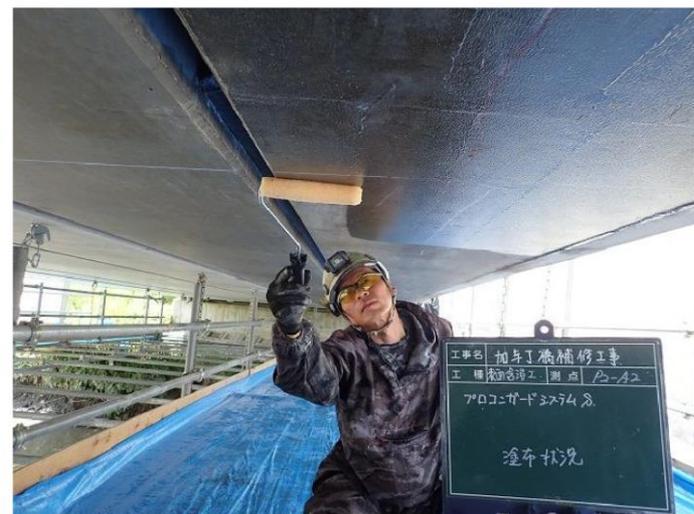


写真 4-4 シラン・シロキサン系表面含浸材塗布工の施工状況

活用実績

発注者	件数
国土交通省	16
県・市町村	352
民間その他	14
計	382

コンクリート構造物を対象とした 亜硝酸リチウムによる 補修の設計・施工指針（案）

第2版

- 亜硝酸リチウムの特性
- 亜硝酸リチウムを用いた補修設計の考え方
- 亜硝酸リチウムを用いた各種補修の設計・施工



2022年4月

一般社団法人 コンクリートメンテナンス協会

委員長：十河茂幸
幹事長：江良和徳
幹事：徳納 剛, 峯松昇司
編集委員：竹田宣典, 濱崎 仁, 牛島 栄, 小椋明仁,
岡田繁之, 真鍋英規, 福田杉夫, 須藤裕司,
勘田泰邦
アドバイザー：宮川豊章, 榊田佳寛, 添田政司, 松田 浩,
鎌田敏郎, 久田 真, 小林孝一, 上田隆雄,
久保善司, 山本貴士, 黒田 保, 井上真澄,
李 春鶴, 富山 潤, 川崎佑磨, 樋原弘貴,
高谷 哲, 平田隆祥, 谷口秀明, 野村昌弘,
内田博之, 堀 孝廣

編集委員会の構成

総ページ数：196頁
定価：¥3,800円

亜硝酸リチウム併用型表面含浸工法『プロコンガードシステムS』

NETIS : CG-190024-A

REHABILI
プロコンガード
リハビリ工法

亜硝酸リチウムとシラン・シロキサン系表面含浸材を併用した塩害・中性化・ASR補修技術

亜硝酸リチウム併用型表面含浸工法

プロコンガードシステムS

NETIS:CG-190024-A

プロコンガードシステムSとは

プロコンガードシステムSは、亜硝酸リチウムを主成分とする含浸材『プロコン40』と、シラン・シロキサン系主成分とする含浸材『プロコンガードS』を組み合わせた亜硝酸リチウム併用型表面含浸工法です。

従来の表面含浸材は主に劣化因子の遮断を目的としており、その適用範囲は各劣化機構の潜伏期に相当する期間とされています。

プロコンガードシステムSは、劣化因子の遮断に加え、亜硝酸リチウムによる鉄筋防錆効果とアルカリシリカゲル膨張抑制効果を付加価値として備えています。したがって、劣化過程が潜伏期だけでなく、既に鉄筋腐食やASR膨張が生じつつある進展期や加速期前期などの段階であっても、1歩踏み込んだ予防保全対策として適用することができます。プロコンガードシステムは他の表面含浸工法と同様にコンクリートの外観を変えることはありませんので、施工後の経過観察、モニタリング性に優れています。

特徴

劣化因子の遮断

■プロコンガードS(シラン・シロキサン系含浸材)がコンクリート表層部で、吸水防止層を形成して、水分・塩化物イオン、二酸化炭素などの劣化因子の侵入を防ぎます。

劣化抑制メカニズム

■塩害、中性化の補修の場合、プロコン40(亜硝酸リチウム系含浸材)に含まれる亜硝酸イオンが鉄筋位置まで浸透、拡散することで、鉄筋の不動態被膜を再生して防錆環境を形成し、以後の鉄筋腐食の進行を抑制します。

■特に塩害補修の場合には、亜硝酸イオン供給量(プロコン40塗布量)を塩化物イオン量に応じて定量的に設定することができます。

■ASR補修の場合、プロコン40(亜硝酸リチウム系含浸材)に含まれるリチウムイオンが浸透、拡散したコンクリート表層部では、アルカリシリカゲルが非膨張化され、以後のASR膨張の進行を抑制します。

期待される効果

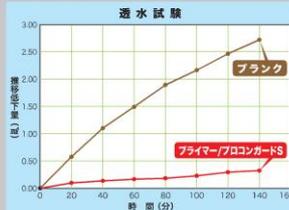
- 塩害補修:劣化因子(塩化物イオン)の侵入遮断+鉄筋腐食抑制(不働態皮膜再生)
- 中性化補修:劣化因子(二酸化炭素)の侵入遮断+鉄筋腐食抑制(不働態皮膜再生)
- ASR補修:劣化因子(水分)の侵入遮断+ASR膨張抑制(ゲルの非膨張化)

施工手順

- ①下地処理
サンダーケレン及び高圧水洗い等でコンクリート表面の脆弱層や汚れを除去する。
- ②『プロコン40』の塗布
刷毛及びローラー等で規定量(標準塗布量0.3kg/m²)を塗布する。
- ③『プロコンガードS』の塗布
刷毛およびローラー等で有効成分規定量(標準塗布量0.18kg/m²)を塗布する。

施工の注意点

- 『プロコン40』は規定量を必ず塗付して下さい。
- 『プロコン40』塗布後、乾燥状態を確認して下さい。(水分率6%以下)
- 0℃以上で施工して下さい。

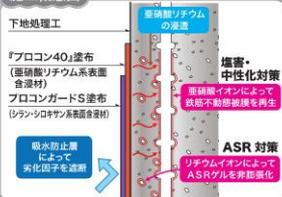


性能・試験結果

土木学会 表面含浸材の試験方法(案) JSCE-K 571-2013による試験結果

試験項目	基準(グレードA)	実測値
含浸深さ試験	—	16.2mm
透水量試験	80%以上	84%
吸水率試験	80%以上	86%
透湿度試験	80%以上	64%
中性化に対する抵抗性試験	30%以上	100%
塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験	80%以上	100%

施工概念図



性能・試験結果

土木学会 表面含浸材の試験方法(案) JSCE-K 571-2013による試験結果

試験項目	基準(グレードA)	実測値
含浸深さ試験	—	16.2mm
透水量試験	80%以上	84%
吸水率試験	80%以上	86%
透湿度試験	80%以上	64%
中性化に対する抵抗性試験	30%以上	100%
塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験	80%以上	100%



ご清聴ありがとうございました



一般社団法人

コンクリートメンテナンス協会

<https://www.j-cma.jp/>

【問合せ窓口】

担当者：徳納 新也

Mail：info@j-cma.jp

TEL：082-541-0133