



Technical Guide

含浸性コンクリート表面保護材 **RCガード** 技術資料

ABC shokai

無機建材事業部
RCガード営業部

■「RCガード」の機能・特長

「RCガード」は、無機質で安全性の高いナトリウム・カリウムシリケートを主成分にした含浸性コンクリート表面保護材です。

コンクリートの「ひび割れ」に添って深く内部に浸透して、コンクリートに含まれている水酸化カルシウムと反応し、プリン状ゲル（ケイ酸カルシウム水和物）をつくり、コンクリート内部の細孔をふさぎます。これにより、酸性雨や炭酸ガスの浸入を抑制します。

時間の経過とともにプリン状ゲルは、ケイ酸カルシウムとして不溶化して安定し、更に塩害・凍害・中性化等の抑制効果が得られます。さらにコンクリートの細孔をふさぐ事により水密性が高まり防水・止水効果も生じます。

「RCガード」は、浸透した初期の段階ではプリン状ゲル（ケイ酸カルシウム水和物）の状態乾燥、湿潤、反応を繰り返し「ひび割れ」に添って浸透して行きます。このプリン状ゲルは、時間の経過とともにケイ酸カルシウムを形成し、細孔をふさぎ、劣化因子の往来を抑制します。RCガード処理後に発生した微細なひび割れは、コンクリート内部に滞留している、未反応の「RCガード」が降

雨などに溶解して、再浸透・再反応、プリン状ゲル化を繰り返し、再び、細孔をふさぎます。

これらの効果は複数のアルカリシリケートをバランス良く配合し「亀裂自己修復作用」が「初期」「中期」「長期」と効果的に働くようにした画期的なメカニズムを備えた、「RCガード」の特長です。



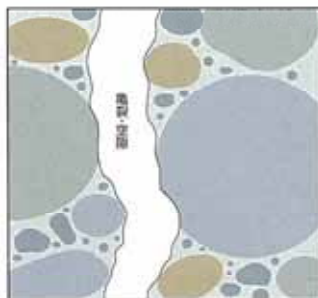
微細クラックの拡大写真(1000倍)



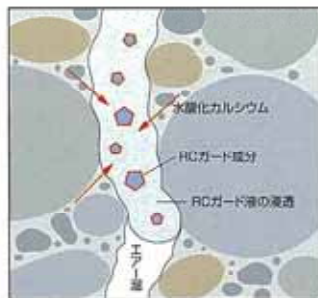
微細クラックを閉塞したRCガード(1000倍)

■「RCガード」のひび割れ閉塞メカニズム

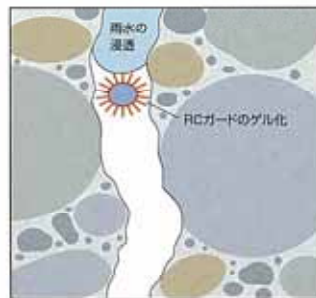
「RCガード」は、コンクリートの内部に浸透し、コンクリート中の水酸化カルシウムと反応しプリン状ゲルを形成します。コンクリート内部に水酸化カルシウムがある限り反応を繰り返しますので、新たにひび割れが発生しても、ひび割れから侵入してきた雨水により、再活性、コンクリート内部の細孔(0.2mm未満)をふさぐことができます。



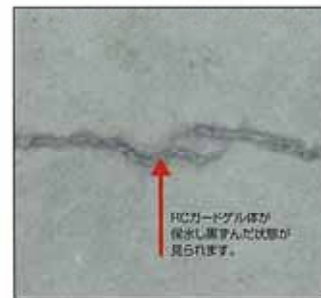
1 コンクリート内部にはさまざまな空隙があり、雨水等の劣化要因の侵入口となります。



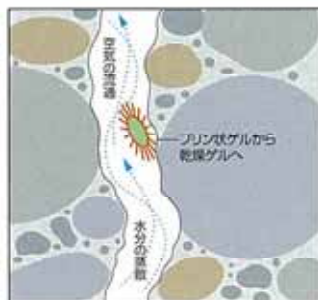
2 RCガードを塗布するとコンクリート内部に水と一緒には浸透してきます。



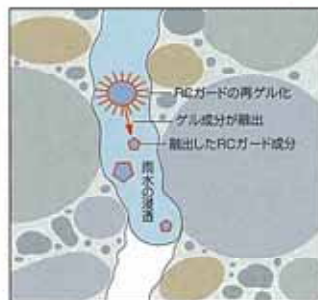
3 コンクリート内部に浸透したRCガードが、コンクリート中の成分である水酸化カルシウム等と反応し、プリン状ゲルを生成、空隙をふさぎます。コンクリート細孔に水分がある場合はプリン状ゲルの状態を保ちます。



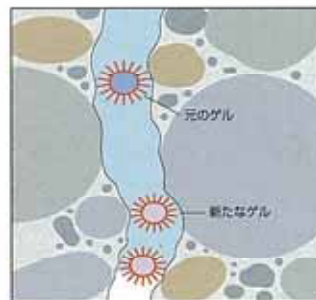
4 ひび割れ周囲の細孔をふさぎ、水の浸透を抑制しています。



5 コンクリート細孔内の水分が蒸散すると、プリン状ゲルが徐々に乾燥ゲルに変化します。乾燥ゲルの時にはコンクリートの表層部分は程やかな通気状態になります。



6 乾燥ゲルは雨水の浸透でプリン状ゲルにもどるほか、未反応でコンクリート中に留まっていたRCガードが水溶化し、水酸化カルシウム等と再反応し、さらに新たなプリン状ゲルを生成、再び空隙をふさぎます。



7 プリン状ゲル、乾燥ゲルを繰り返しながらコンクリート内部へ徐々に浸透し、複数のゲルが空隙をふさぎ、劣化因子の侵入を抑制します。

■「RCガード」の改質メカニズム

「RCガード」はナトリウムシリケート (Na_2SiO_3 ケイ酸ナトリウム) とカリウムシリケート (K_2SiO_3 ケイ酸カリウム) 及び水 (H_2O) が主成分です。

カリウムシリケートの反応過程を例に、ケイ酸カルシウム水和物生成までを模式図にすると右記の通りとなります。

- ①カリウムシリケート (K_2SiO_3) は、水溶液の中では図-1 のように、 $\text{K}^+ \cdot \text{OH}^- \cdot \text{SiO}_3$ として分離した状態にあります。
- ②コンクリート内の細孔に浸透したカリウムシリケートは $\text{Ca}^{++} \cdot \text{HO}-\text{OH}$ として存在している水酸化カルシウムの2本の腕にSiと反応結合し、図-2 のようになります。
- ③反応結合により図-3 のようにケイ酸カルシウム (CaSiO_3) と水 (H_2O) が生成されプリン状ゲル体となり細孔内をふさぎます。
- ④生成された水 (H_2O) は時間を経て蒸散が進み図-4 のようにケイ酸カルシウム化合物が互いに絡み合った状態でアルカリカリウムシリケートになり劣化に強いコンクリートに改質します。

ナトリウムシリケートについても、速度の違いはありますが同様の反応を示します。「RCガード」はこのカリウムとナトリウムの反応速度の差を利用して「初期」「中期」「長期」の反応を繰り返すよう設計されています。

「RCガード」の浸透によってコンクリートの表層および表層より連続した細孔 (ひび割れ) は、下記の通り改質します。

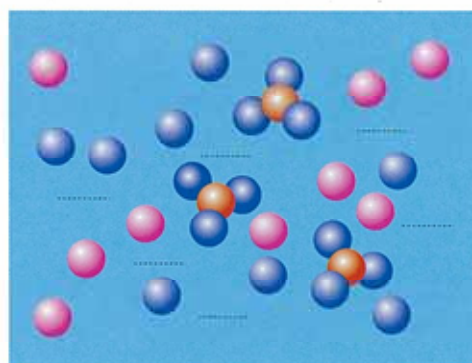
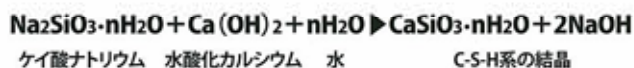


図-1 溶液中成分

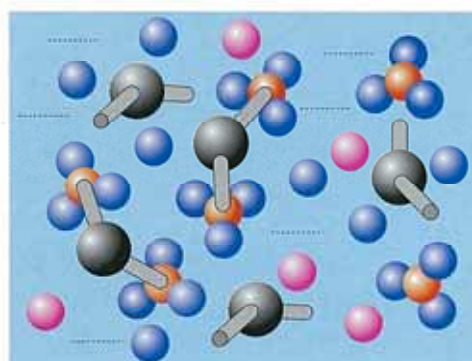


図-2 コンクリート細孔水での反応

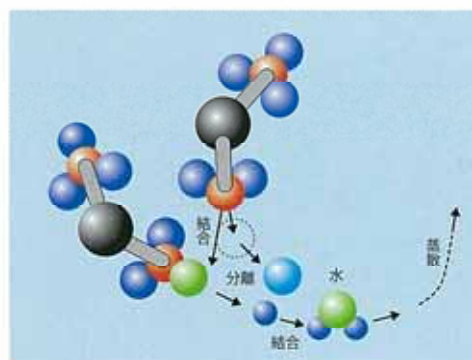


図-3 ゲル化

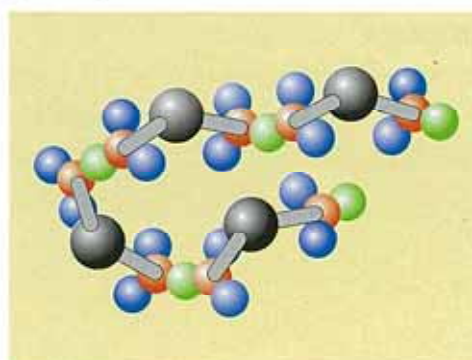


図-4 針状結晶体

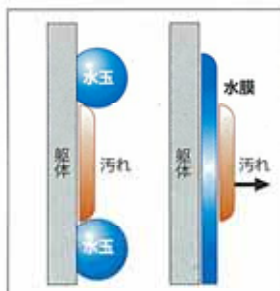
Mechanism

RCガード／メカニズム

■「RCガード」の効果

防汚効果

「RCガード」はコンクリート表面を緻密にして、汚れや水の浸入を許しません。また、親水性の効果により、付着した汚れを降雨の力で洗い流します。表面に残った水は非常に薄い膜のため、すぐに乾燥して、風などにより運ばれた汚れがコンクリート表面に付着することを防ぎます。



シリコン系・シラン系等の撥水材は、水玉による雨筋の跡が表面に残り汚れが目立ちます。同時に表面に残った水玉は厚みがあり水分が蒸発しにくいために、風などにより運ばれた汚れが付着しやすくなります。

撥水性※1 = 汚れやすい **親水性※2 = 汚れにくい** 「RCガード」(親水)を施すことにより、コンクリート表面の汚れが少なくなります。

養生効果

「RCガード」を施工したコンクリート表面は、セメントの水和反応を促進させてコンクリート表面の脆い部分を減少させます。親水性にすぐれ、表面の吸湿効果が高いために養生効果にすぐれています。

これにより、乾燥収縮を防ぎ、コンクリート打設初期に多く発生する微細なひび割れを大幅に低減します。

凍害(凍結融解)抑制効果

凍害とは冬期間、コンクリート表面より染込んだ水分が凍結膨張し、コンクリートを破壊して行く現象です。「RCガード」を施工したコンクリート表面の細孔は緻密で、水の進入を防ぎ※3凍害を抑制します。

塩害抑制効果

海風・温泉・下水・融雪材等に含まれる塩化物イオン(Cl^-)がコンクリート内部に浸入し、コンクリート中の鉄筋表面の不動態皮膜水酸化第一鉄($\text{Fe}(\text{OH})_2$)を破壊して腐食に対する抵抗性を低下させます。

(電導値を低下させ、鉄イオン(Fe^{2+})の流れをともなう反応を促進させます。)

「RCガード」が浸透したコンクリートの細孔内にはケイ酸カルシウム水和物が存在しアルカリ成分の溶出を抑制してアルカリ性を保つため、不動態皮膜の溶解が起こりにくく塩化物イオンの拡散を防ぎ塩害抑制効果があります。

中性(炭酸)化抑制効果

セメントの水和反応が終了すると水和生成物の成分の約60%がC-S-Hゲル※4、約25%が水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)で占められます。コンクリート中に水酸化カルシウムが存在する限りはpHが12以上の高アルカリ性環境に保たれ、鉄筋は腐食から保護(不動態皮膜)されています。コンクリートの中性化とは、主に二酸化炭素(CO_2)が雨水などの水分に溶解し、コンクリート中の水酸化カルシウムと化学的に反応(炭酸化反応)することです。

中性化によって水酸化カルシウムが炭酸カルシウムに変化した場合pHが8.5~10になります。pHが11より低下すると、鉄筋の不動態皮膜が破壊され鉄筋の腐食が始まります。

「RCガード」の成分(ナトリウム・カリウムシリケート)が雨水などに溶解した二酸化炭素の進入を抑制しますので、炭酸化反応が進まず中性化を抑制します。

※1 表面に水玉を作りはじいてしまう性質

※2 表面に水が広がり、水の薄い膜ができる性質

※3 RCガードの効果でふさがれない大きなひび割れに浸入した水分が凍結により膨張して、コンクリートを破壊することがありますので大きなひび割れや欠損は別途補修願います。

※4 C-S-Hゲル=ケイ酸カルシウム水和物

Test Data

RCガード／試験データ

■コンクリートの中性化阻止性試験

【中性化阻止性試験結果】

日本道路公団 構造物施工管理要領コンクリート塗装材の品質規格試験方法 (JHS417-1999) に準じ、30日間の中性化阻止性試験を行いました。

〈試験機関：(財) 日本塗料検査協会〉

	無処理	RCガード処理済
1		
2		
3		

【中性化深さ測定結果】

上の写真は、無処理とRCガード処理済を比較したものです。赤い色の個所が中性化していない、健全なコンクリートで、色の付いていない個所が、中性化してしまった部分です。RCガードがコンクリートの中性化を抑制している事がわかります。

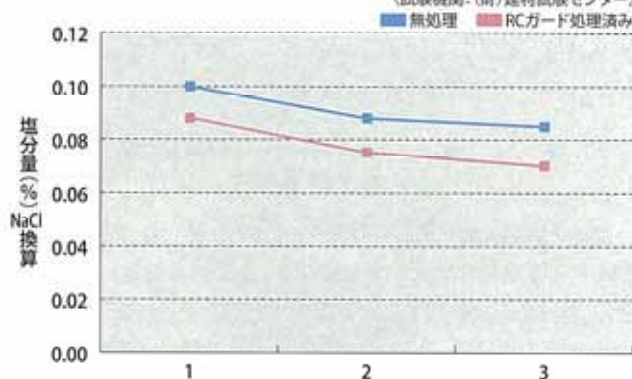
	無処理	RCガード処理済
中性化深さ 平均値 (mm)	0.55	0.36

■コンクリートの塩分量・塩化物イオン浸透深さ試験

【塩分量(全塩分)測定結果】

日本コンクリート工学協会 JCI-SC4「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」全塩分定量方法の硝酸銀滴定法に準じて、 $\phi 150 \times 100$ mmのRCガード処理済と無処理のコンクリートを海水へ6ヶ月間沈積した供試体を用いて、塩分量の測定を行いました。下のグラフは測定結果(塩分量)を表したものです。無処理と比べ、RCガード処理したコンクリートの塩分量が低い事がわかります。

〈試験機関：(財) 建材試験センター〉



【塩化物イオンの浸透深さ】

上記同様に海水へ沈積した供試体を割裂し、割裂面に0.1%フルオレイセンナトリウム水溶液および0.1N硝酸銀水溶液を噴霧し、その時の呈色反応により、塩化物イオンの浸透深さの測定を行いました。

〈試験機関：(財) 建材試験センター〉

	無処理	RCガード処理済
塩化物イオン 浸透深さ 4		
塩化物イオン 浸透深さ 5		
塩化物イオン 浸透深さ 6		

RCガード無処理と比べて向上しました。

無処理の塩化物イオン浸透深さ

平均	0.4mm
最大	3.7mm

RCガード処理の塩化物イオン浸透深さ

平均	0.03mm
最大	1.0mm

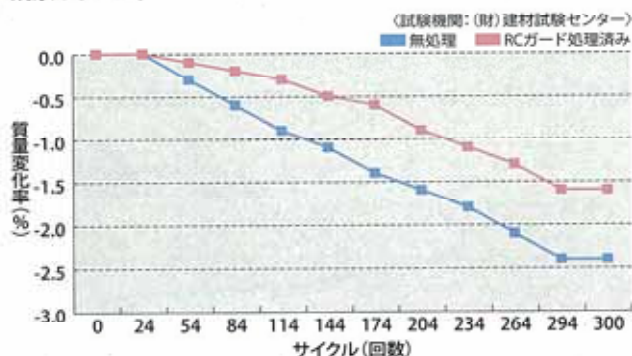
Test Data

RCガード／試験データ

■コンクリートの凍結融解試験

【凍結融解試験結果】

JIS A 6204(コンクリート用化学混和剤)コンクリート凍結融解試験方法に準じて、凍結融解によるコンクリートの状態の変化を観察しました。

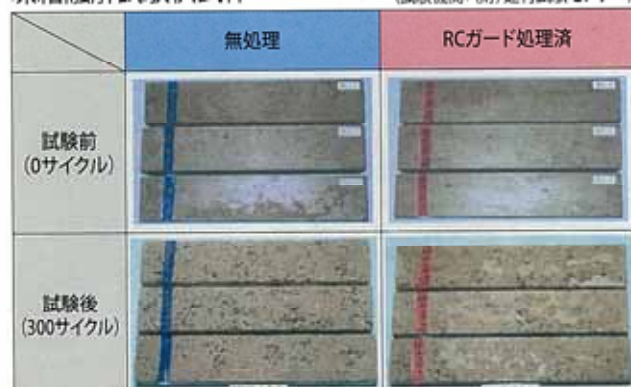


凍結と融解の繰り返しを300サイクル行いました。RCガード処理を行った試験体の方が質量変化率(水分の蒸発量)が低く、さらに、サイクル数が増す毎に安定した効果が見られます。必要以上の水分の蒸発は、コンクリートの収縮を誘発し、空隙やひび割れを発生させます。

下の写真で比べると、RCガード処理したコンクリート表面は健全な部分が多く残っていますが、未処理面では骨材が表れ、表面形状がポーラスになっている状態が見られます。このようにRCガードは凍結融解による、必要以上の水分の蒸発を抑え、コンクリート本来の緻密さを保持させる事により、コンクリートを健全な状態で保つことがわかります。

凍結融解試験供試体

〈試験機関：(財)建材試験センター〉



RCガード無処理と比べて向上しました。

相対動弾性係数

無処理	平均 84%
RCガード処理	平均 88%

質量変化率

無処理	平均 -2.4%
RCガード処理	平均 -1.6%

■モルタルの吸水試験

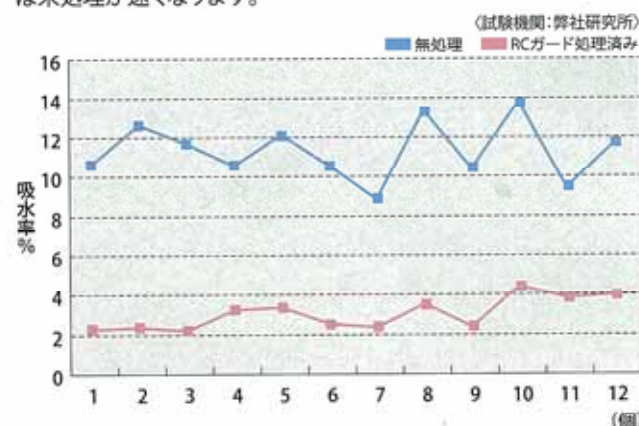
【吸水試験結果】

RCガード処理を行ったモルタルに自然吸水させた場合、吸水率に差が生じるかを観察しました。

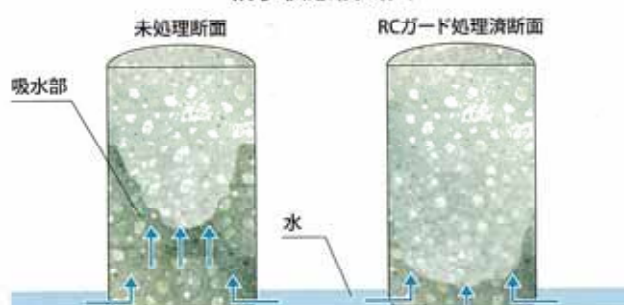
未処理、処理済とも吸水前に重量を測定し、3時間自然吸水後、重量を測定して吸水量を算出しました。供試体はφ50×100mmのモルタル円柱を、7日間養生後、RCガード処理を行いました。



下グラフは、RCガード処理と未処理それぞれ12個の吸水率を表したものです。RCガードを処理したモルタル円柱は、すべて吸水率が低いことが解ります。また、吸水状態模式図はモルタル円柱の吸水状態の進み具合を示します。未処理のモルタル円柱は抵抗無く吸水され、円柱表層部は全体的に均衡を保ちながら吸い上がってきます。RCガード処理のモルタル円柱は、円柱の表層に生じたゲルの抵抗を受けながら円柱表層を不均衡な状態で吸い上がってきます。吸い上がり速度は、RCガード処理と未処理では未処理が速くなります。



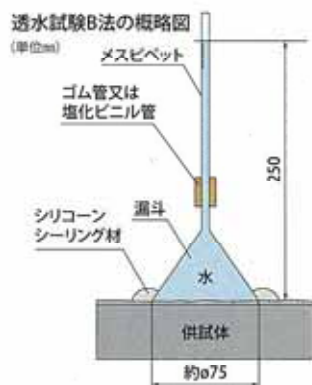
吸水状態模式図



■コンクリートの透水試験

【透水試験B法】

JIS A 6909 (建築仕上塗材)
透水試験B法により、透水量を測定しました。



【透水試験B法結果】

RCガード無処理と比べて33.3%向上しました。

試験機関: (財) 日本塗料検査協会

無処理	0.78mL
RCガード処理	0.52mL

【壁面での現場透水試験を行う場合】

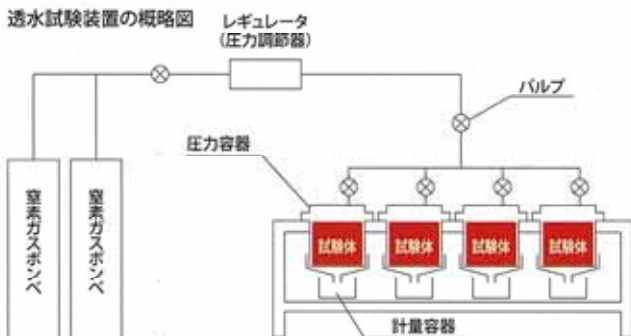
現場透水試験は、透水試験B法のL字のメスピットを用いて壁面に固定し、透水試験を行います。ガラス製の漏斗をシール材などで固定すれば取り外しが可能で、再利用する事ができます。

現場透水試験B法器具

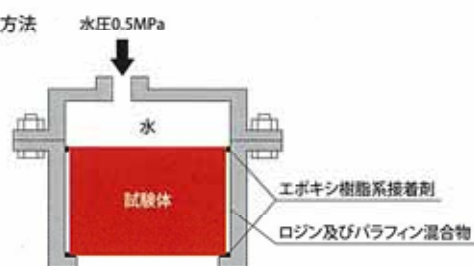


【透水試験(透水圧試験)】

下記の装置で強制的に圧力をかけて、透水試験を行いました。
透水試験装置の概略図



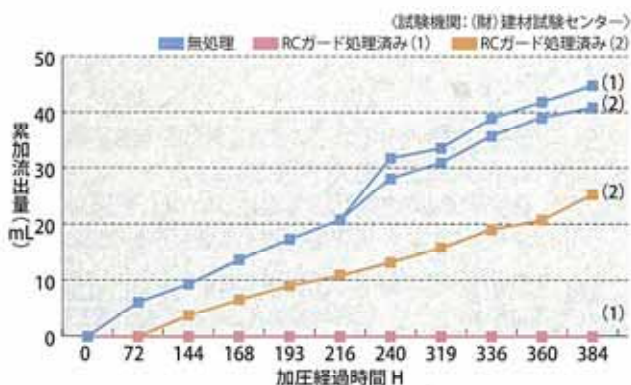
圧力容器への設置方法



加圧時間は、供試体裏面から水の流量がほぼ一定となるまでの期間とし、16日間としました。

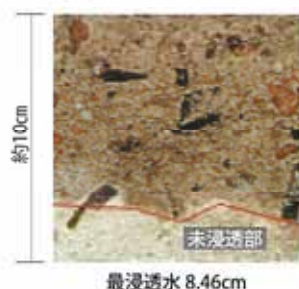
【透水試験結果】

下記のグラフから無処理の試験体に比べRCガード処理を行なった試験体(1)～(2)とも透水量が少ない結果がわかります。



【透水試験後割裂結果】

水の流出が見られない試験体(1)の割裂断面では、水の透水が加圧面より最深8.46cmで止まり未透水となっています。



Test Data

RCガード／試験データ

■コンクリートの表面強度試験

【表面強度試験(シュミットハンマー)】

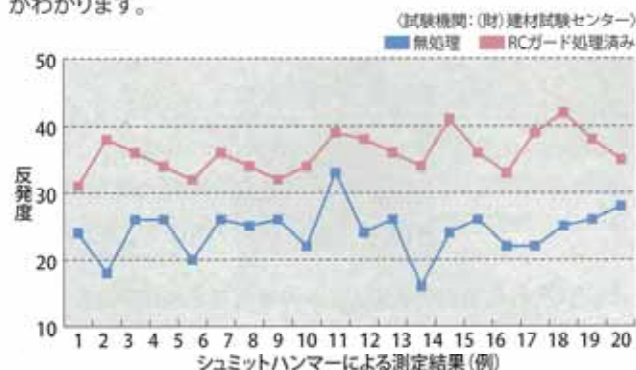
RCガードを処理したコンクリートと無処理のコンクリートで表面強度の測定を行いました。



【表面強度試験結果】

試験を行ったコンクリートは、水路のボックスカルバート内壁で、試験を行う前は常時水没した状態でした。また、施工後20余年経過しており、新設時に18N/mm²で打設されたものです。

下のグラフからRCガード処理したコンクリートの表面強度は、およそ140%以上の強度向上が見られ、すぐれた値であることがわかります。



コンクリート内部に浸透したRCガードは湿潤または乾燥ゲル状態となり、この結晶がコンクリートを緻密にして表層部分の強度向上に貢献しています。

処理前と処理後と比較すると、強度の発現状態が均一化している事がわかります。

■RCガードの有害成分試験

【浸出試験結果】

JWWA Z 108 (2000)「水道用資機材・浸出試験方法」により溶出試験を行いました。

(試験機関: (財) 日本食品分析センター)

項目	結果	検出限界 (mg/L)
カドミウム	検出せず	0.001
水銀	検出せず	0.00005
セレン	検出せず	0.001
鉛	検出せず	0.001
ヒ素	検出せず	0.001
六価クロム	検出せず	0.005
シアン	検出せず	0.001
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	検出せず	0.2
フェノール類	検出せず	0.005
有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	0.5mg/L以下	—
味	異常なし	—
臭気	異常なし	—
色度	0.5度以下	—
濁度	0.05度以下	—
残留塩素の減量	0.1mg/L以下	—

供試体はRCガード施工済コンクリート試験片で行いました。RCガード処理を行ったコンクリートから有害物が溶出することはありませんでした。

【RCガード組成及び成分】

RCガードの成分はナトリウム・カリウムシリケートが主成分で、自然の鉱物資源で構成されており、人体へ無害で環境を汚染する心配がありません。詳細はMSDSをご請求ください。



注意

- 有機溶剤を含む商品、強アルカリ性の商品等がありますので、施工前に必ず各商品の施工仕様書・注意事項等をお読みの上、正しく安全に施工してください。
- 使用済みの内容物や容器については、都道府県知事の許可を受けた専門の廃棄物処理業者に廃棄を委託してください。
- 予告なしに仕様等を変更する場合がありますので、予めご了承ください。

ABC shokai

カタログ掲載商品 問い合わせ TEL 03-3507-7480 FAX 03-3507-7481
無機建材事業部 RCガード営業部(直通) MAIL info-09@abc-t.co.jp
その他のご案内は TEL 03-3507-7132 FAX 03-3581-4944
株式会社 エービーシー商会 本社: 〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-12-14

official homepage: www.abc-t.co.jp

■特約販売店

ショールームへご来場ください。

東京ショールーム
東京都千代田区永田町2-12-14 本社ビル 2F・3F
〒100-0014 TEL 03-3507-7117

大阪ショールーム
大阪府中央区谷町2-6-4 谷町ビル1F
〒540-0012 TEL 06-6944-4903

日本交通興業株式会社



JAPAN TRAFFIC ENTERPRISE CO., LTD.

〒937-0811
富山県魚津市三田480番地1
TEL 0765-23-0700
FAX 0765-23-0401
URL: www.jte-k.co.jp