

長期効果
を実証

実暴露試験で27年
経過しても中性化ほぼゼロ!!

リバンプ工法 + リバンプコート

鉄筋コンクリート造建築物の長寿命化に向けて

状態に応じた躯体補修工法の選定

田島ルーフィング株式会社
市場開発部
コンクリートエンジニアリング



Copyright 2019 TAJIMA ROOFING INC.

はじめに 鉄筋コンクリート造建築物の耐久性劣化



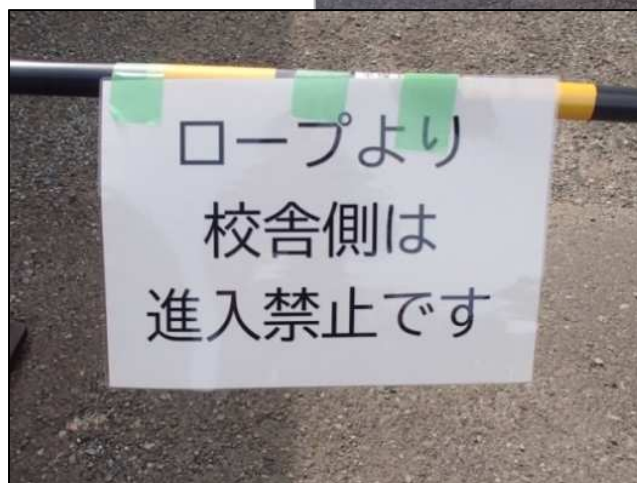
「鉄筋コンクリート造の構造体・部材の構造安全性の低下は、一般的には、**鉄筋の腐食によって決定される。**」(JASS5(2015) 解説P157)

「鉄筋コンクリート造構造物の寿命は、**鉄筋腐食に起因する例が大半である。**」
(JAMS4-RC(2021) P43)

はじめに 鉄筋コンクリート造建築物の耐久性劣化

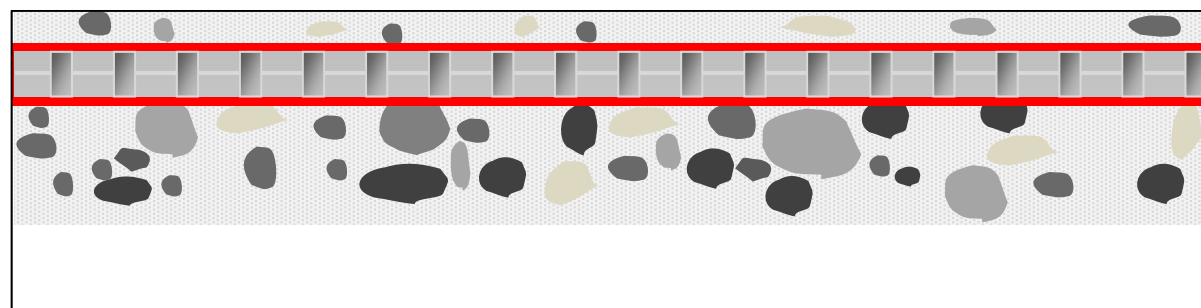


鉄筋の腐食を誘発する原因は何か？



はじめに 鉄の不動態皮膜について

不動態皮膜があれば「水と酸素」が来ても鉄筋は錆びない



不動態皮膜



厚さ：2～6nm（ナノメートル：1mの10億分の1）
色：透明。不可視の皮膜

★一般的なコンクリート中の鉄筋

pH 12～13の高アルカリ環境下

→ 鉄筋表面に酸素が化学吸着

→ **不動態皮膜形成「不動態化」**

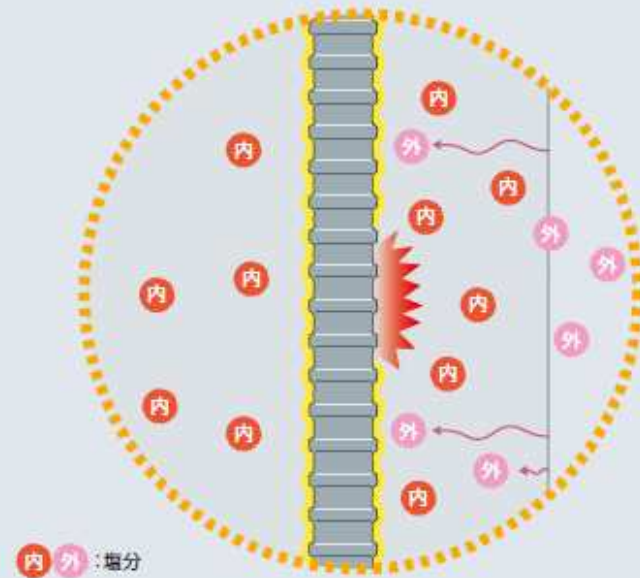
この状態にある金属は、腐食がほぼゼロになる

はじめに 不動態皮膜の破壊要因と数値的目安

塩分 >>> 塩害 の原因

コンクリートを打設する際に元々練り込まれていた塩分(内在塩分)や、沿岸地域などにおける海水や潮風による飛来などによりもたらされた塩分(外来塩分)が、鉄筋近傍に一定量以上達することで、不動態皮膜を破壊します。

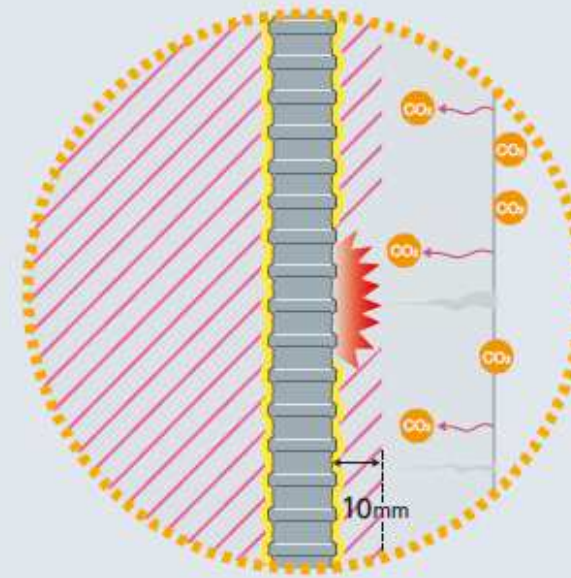
[塩化物イオン量 1.6kg/m³ 以上が目安*]



二酸化炭素 >>> 中性化 の原因

空気中の二酸化炭素がコンクリートに浸透すると、コンクリート中の水酸化カルシウムが化学反応して中性化(pH10以下)されます。中性化が鉄筋から10mmより近い範囲まで進行すると、不動態皮膜が破壊されます。

[中性化残り 10mm が目安*]



※コンクリート標準示方書の記載内容を参考に設定

そして 鉄筋腐食が始まる⇒耐久性の低下

中性化・塩害により、鉄筋まわりの不動態皮膜が壊れ、「水と酸素」が供給されると・・・

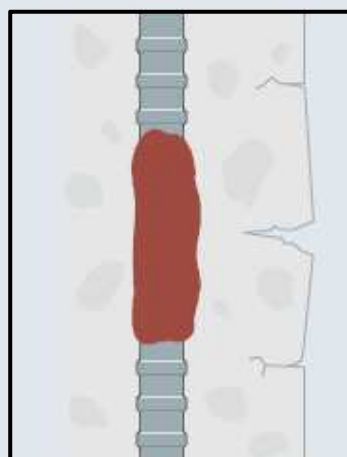
鉄筋が錆びてコンクリートが破壊されるまで

塩害や中性化などによってコンクリート内部の鉄筋が錆びると、やがてコンクリートを破壊する事態に至る場合もあります。



①不動態皮膜が破壊された部分から、錆が発生

不動態皮膜が破壊された所に水分と酸素が供給されると、鉄筋は腐食を開始します。



②錆の膨張
錆びた鉄は元の



損壊・剥離
れ、錆がどんどん

耐久性の低下

コンクリートの断面欠損

鉄筋の質量減少



鉄筋腐食による劣化ステージ

| 劣化ステージ | 潜伏期 | 進展期 | 加速期前期 | 加速期後期 | 劣化期 |
|--------|--|--|--|--|--|
| | 変化なし | | 変化あり | | |
| 外観 |   |   |   |   |   |
| 状態 | 腐食発生限界値に至っていない | 腐食発生限界値を超えている ↓ 内部では腐食が開始している | 鉄筋腐食 ↓ ひび割れ発生 ↓ 錆汁 | 腐食膨張、ひび割れが成長 ↓ 部分的にコンクリートの剥落 | 大面積でのコンクリート剥落 及び 鉄筋の断面の減少 |
| 劣化因子 | <p>二酸化炭素 CO_2 不動態皮膜破壊</p> <p>塩化物イオン Cl^- 不動態皮膜破壊</p> | <p>二酸化炭素 CO_2 腐食進行スピード加速</p> <p>塩化物イオン Cl^- 腐食進行スピード加速</p> | 水分 相対湿度75～90% (含水率40%以上) 腐食進行要因 | | |

不動態皮膜の破壊
 中性化深さ > 残り 10mm
 塩化物イオン量 > 1.6 kg/m³

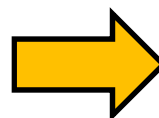
← 潜伏期まで戻し、維持することで長寿命化を図る

調査 内容と方法 ～知りたい情報

【目的】

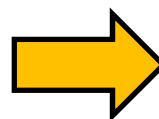
鉄筋の腐食発生限界値との数値比較

- ① かぶり厚
- ② 中性化深さ



鉄筋までの
中性化残り
(10mm以下か)

- ③ 塩化物量



鉄筋付近の
全塩化物イオン量
(1.6kg/m³以上か)

調査内容と方法 ～中性化残り

① かぶり厚 (鉄筋探査)



② 中性化深さ (コア法)



中性化深さ



フェノールフタレイン
1%溶液



腐食発生
限界値

かぶり厚 - 中性化深さ = 鉄筋までの中性化残り

vs 10mm

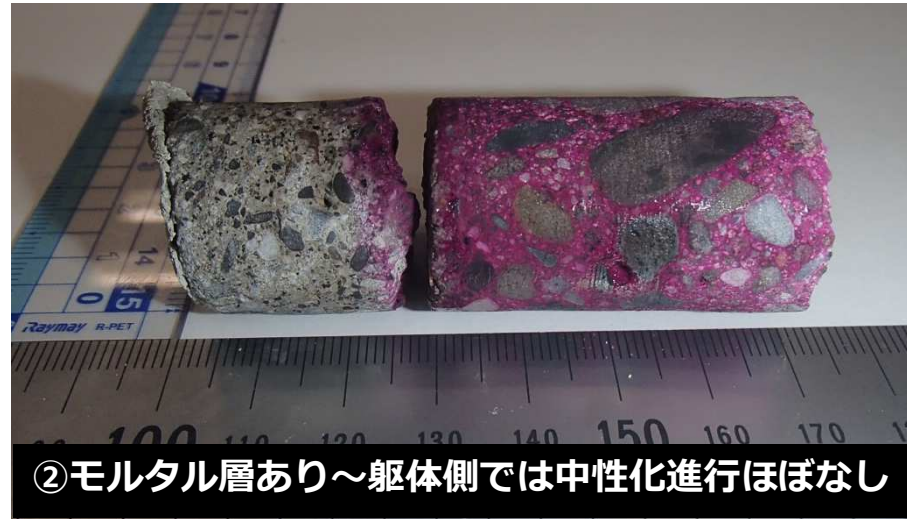


調査 内容と方法 ～中性化残り (簡易測定)

② 中性化深さ (ドリル法)



モルタル層を有する場合はコア法にて



調査 内容と方法 ～塩化物イオン量

③塩化物イオン量 (コンクリート紛体採取～ラボ測定)

塩化物イオン量 測定(簡易測定方法)

17mmφのドリルを用い、表面～2cm、2～4cmと深度別にドリル粉を採取します。(10mm削孔で約5g取れる)
 (表層にモルタル層など仕上げがある場合、その部位を除いた地点から深度を設定します)



採取試料は、密閉容器(フィルムケース・ガラス瓶・ファスナー付ビニール袋など)に入れます。

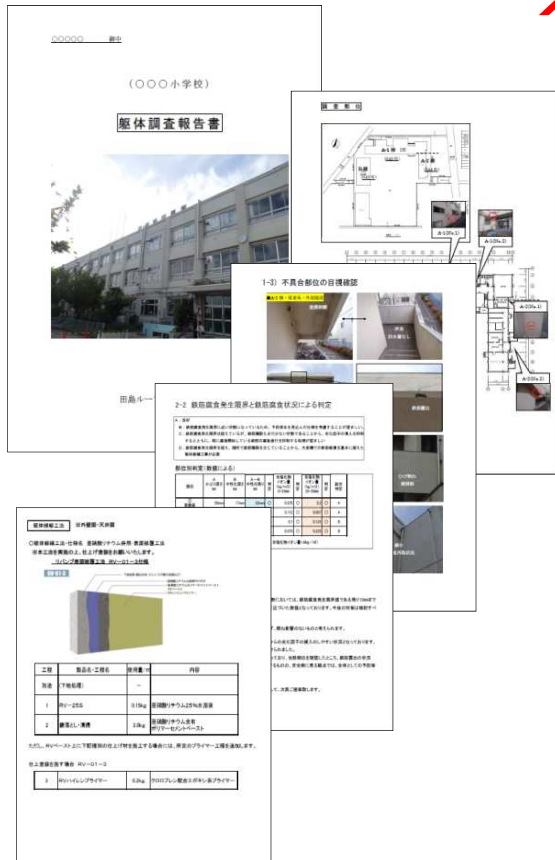


測定装置・・・ソルメイト 100/H

腐食発生限界値との比較 vs 1.6kg/m³

調査 得られた「数値」から

→ 「不動態皮膜の状態把握」



- 中性化残り 10mm
- 塩化物イオン量 1.6kg/m³

中性化残りが概ね×

| 部位 | A かぶり深さ (最小)mm | B 中性化深さ (平均)mm | A-B 中性化残り mm | 全塩化物イオン量 (kg/m ³) 0-20 mm | 全塩化物イオン量 (kg/m ³) 20-40 mm | 総合判定 |
|----|----------------|----------------|-------------------|---------------------------------------|--|------|
| ① | 28.0 mm | 24.8 mm | 3.2 mm 【判定×】 | 0.400 【判定○】 | 0.137 【判定○】 | C |
| ② | 13.0 mm | 29.2 mm | -16.2 mm 【判定×】 | 0.250 【判定○】 | | C |
| ③ | 36.0 mm | 22.1 mm | 13.9 mm 【判定△】 | 0.187 【判定○】 | 0.162 【判定○】 | B |
| ④ | 39.0 mm | 31.2 mm | 7.8 mm 【判定×】 | 0.225 【判定○】 | 0.100 【判定○】 | C |

中性化残りは問題なし

塩分は多めに入っている

| 部位 | A かぶり深さ (最小)mm | B 中性化深さ (平均)mm | A-B 中性化残り mm | 全塩化物イオン量 (kg/m ³) 0-20 mm | 全塩化物イオン量 (kg/m ³) 20-40 mm | 全塩化物イオン量 (kg/m ³) 40-60 mm | 総合判定 |
|-----------|----------------|----------------|-------------------|---------------------------------------|--|--|------|
| No.1 搭屋北 | 51.0 mm | 8.17 mm | 42.83 mm 【判定○】 | 2.698 【判定×】 | 2.673 【判定×】 | 1.236 【判定△】 | B |
| No.2 1 F北 | 54.0 mm | 4.80 mm | 49.20 mm 【判定○】 | 1.224 【判定△】 | 1.586 【判定△】 | 1.186 【判定△】 | B |
| No.3 1 F西 | 55.0 mm | 7.93 mm | 47.07 mm 【判定○】 | 1.624 【判定×】 | 1.386 【判定△】 | 1.074 【判定△】 | B |

調査

一般部の調査結果とは異なる、
「劣化のしやすい部位」も確認すべき



アゴ裏



軒先



上裏



階段下



外壁面にくらべ

上裏面はかぶり厚が薄く、仕上げ塗装も通気性

⇒鉄筋までの中性化残り少なくなりがち

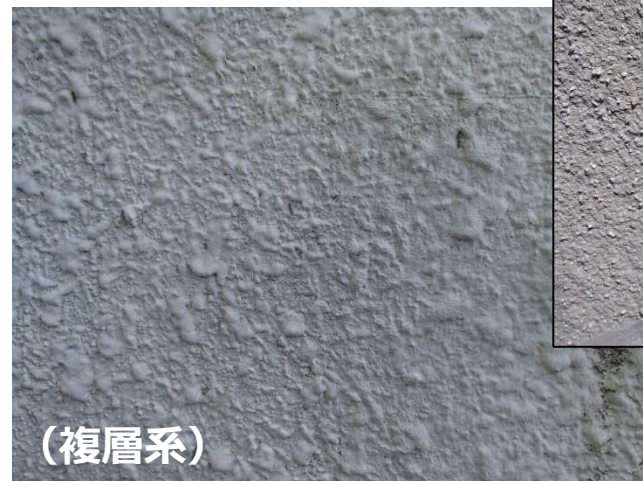


(リシン系)

水をかけてみると…
染みこむ



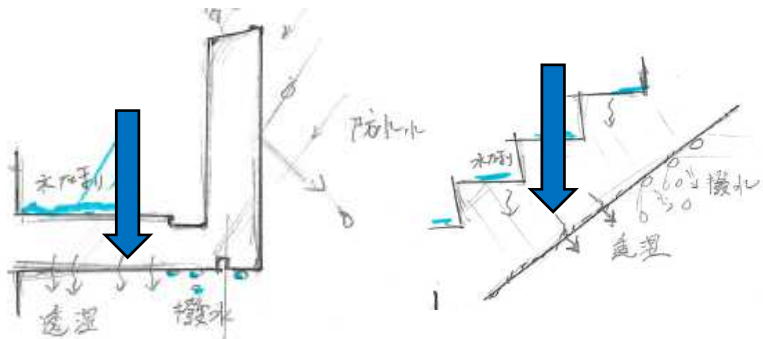
劣化因子抑制性能が低い



(複層系)

「上裏面」は劣化のしやすい部位

- ①外壁面と異なり、上部からの水の影響を受けやすい
⇒鉄筋腐食に必要な「水と酸素」が供給されやすい



庇、バルコニー、外部階段、最上階の天井面など

- ②上裏面は、もともとかぶり厚が薄い



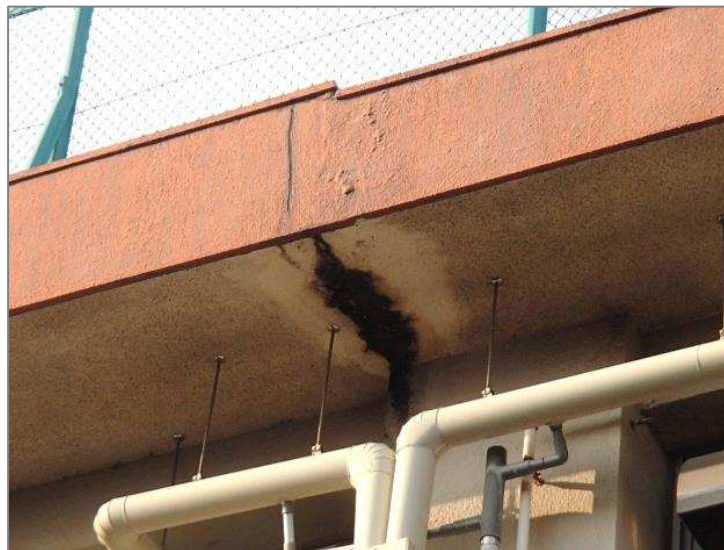
- ③仕上塗装は「通気性」～強固な仕上材を施すと
⇒上部からの水の影響で膨れてしまう
⇒劣化因子(水、CO2、塩化物など)が侵入しやすい



- ④劣化が進むと⇒鉄筋腐食膨張～コンクリート剥落
⇒躯体の耐久性の低下のみでなく、**人身被害の恐れ**



特に「漏水が絡む」と劣化進行が早まる



点

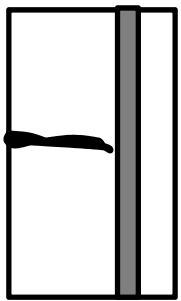
部分劣化について

通常の大規模修繕工事
(築15～30年)でのRC躯体劣化

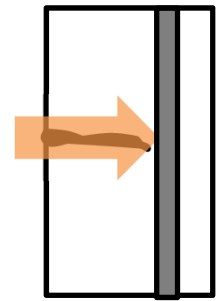
「点」での劣化が多い ⇨ 部分断面修復 でOK。

① 先に亀裂が入って、そこから劣化 (鉄筋腐食・剥落)

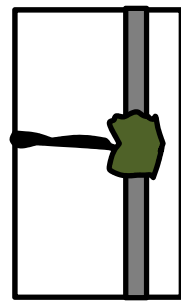
ひび割れ先行型



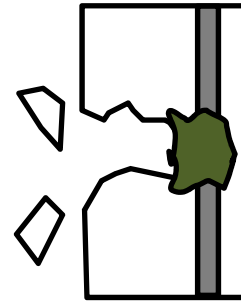
乾燥収縮や挙動で
亀裂が入る



亀裂からCO₂や
塩分が入る



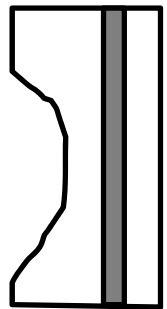
部分的に不動態皮膜が
破壊し、鉄筋腐食開始



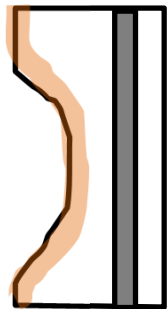
剥落



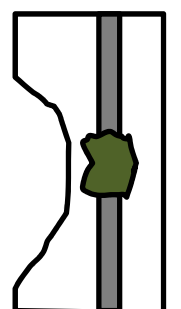
② 部分的にかぶり厚が薄くて、そこだけ劣化 (鉄筋腐食・剥落)



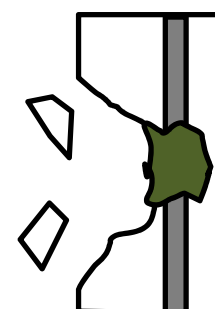
施工精度や納まりの問題で
部分的にかぶり厚が薄くなる



表面から等速に
劣化が進む



部分的に不動態皮膜が
破壊し、鉄筋腐食開始



剥落



面

全体劣化について

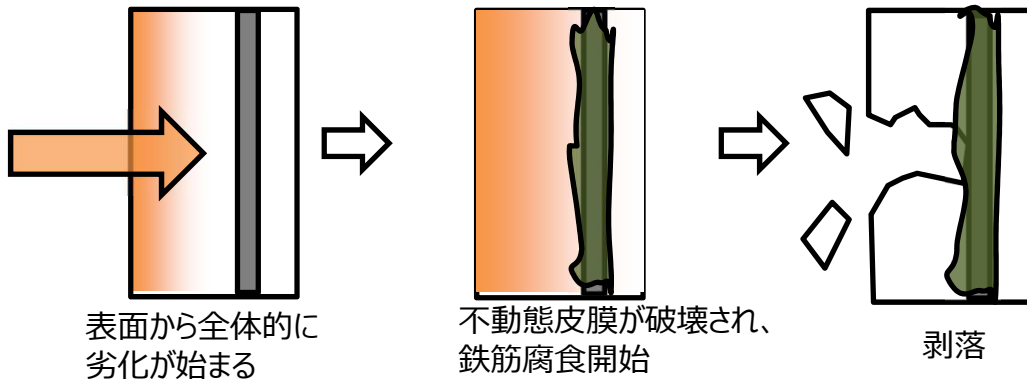
長寿命化改修工事
(築40年以上) の場合

「面」での劣化が多い



まだ顕在化していないが
内部では
鉄筋腐食の可能性あり

⇒ 剥落していない箇所も腐食が始まっている



通常の部分断面修復
だけでは、
マクロセル腐食
が発生する可能性が高い！

マクロセル腐食とは



グレーの部分（過去に補修した部位）

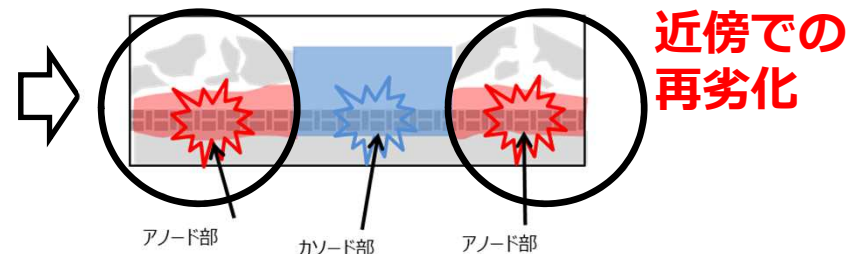
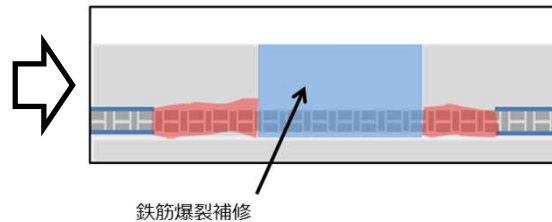
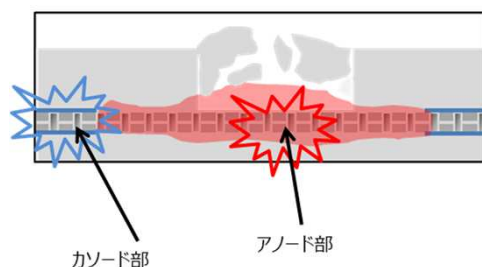
骨材のある部分
（元のコンクリート＝未補修部位）

「面」で劣化している時に、普通の部分断面修復をしてしまうと
下記のような作用で、2年程度で再劣化してしまうケースも

①不動態皮膜が破壊されている箇所の
錆が進行して、鉄筋爆裂

②一般工法で、部分的に鉄筋爆裂を補修

③補修部のみ良い環境となり、周辺部との差が大きくなってしまふ



鉄筋腐食による劣化ステージ

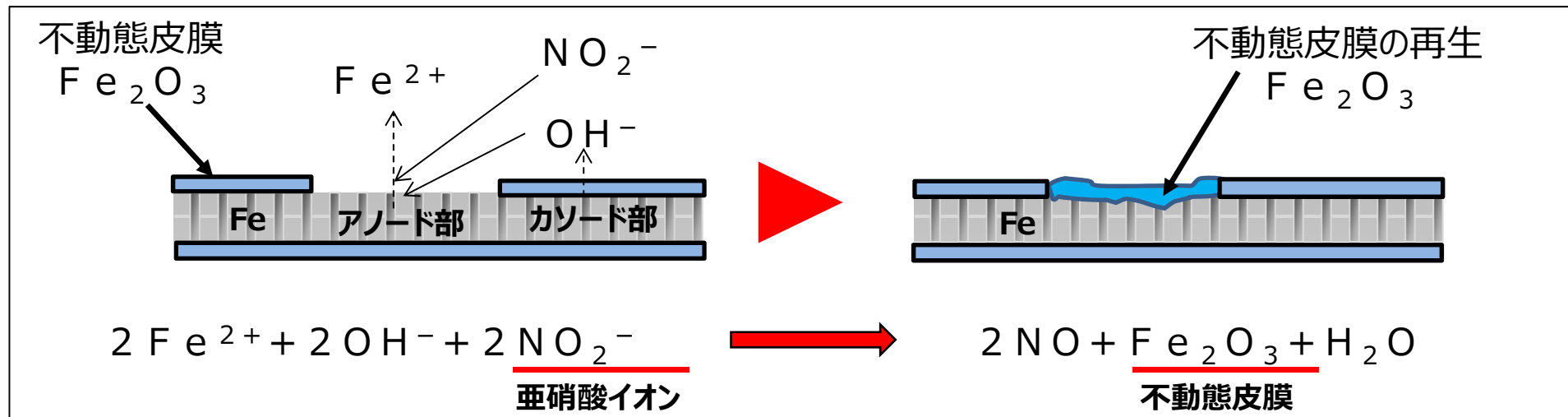
| 劣化ステージ | 潜伏期 | 進展期 | 加速期前期 | 加速期後期 | 劣化期 |
|--------|---|--|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | 変化なし | | 変化あり | | |
| 外観 | | | | | |
| 状態 | 腐食発生限界値に至っていない | 腐食発生限界値を超えている ↓ 内部では腐食が開始している | 鉄筋腐食 ↓ ひび割れ発生 ↓ 錆汁 | 腐食膨張、ひび割れが成長 ↓ 部分的にコンクリートの剥落 | 大面積でのコンクリート剥落 及び 鉄筋の断面の減少 |
| 劣化因子 | 二酸化炭素 CO_2 不動態皮膜破壊 塩化物イオン Cl^- 不動態皮膜破壊 | 二酸化炭素 CO_2 腐食進行スピード速 塩化物イオン Cl^- 腐食進行スピード速 水分 相対湿度75～90% (含水率) | 再び劣化が進む | | |

不動態皮膜の破壊
 中性化深さ> 残り10mm
 塩化物イオン量> 1.6kg/m³

← 目に見える「点」での補修のみでは
 進展期に戻ったのみ

リバンプ工法について

亜硝酸リチウムによる不動態皮膜の再生



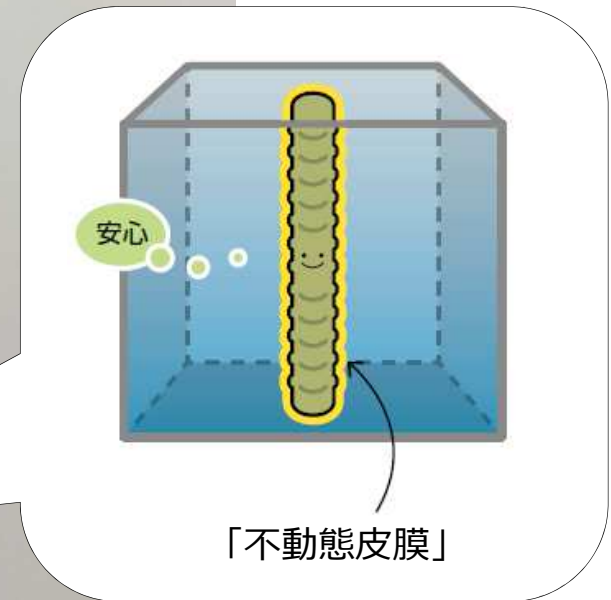
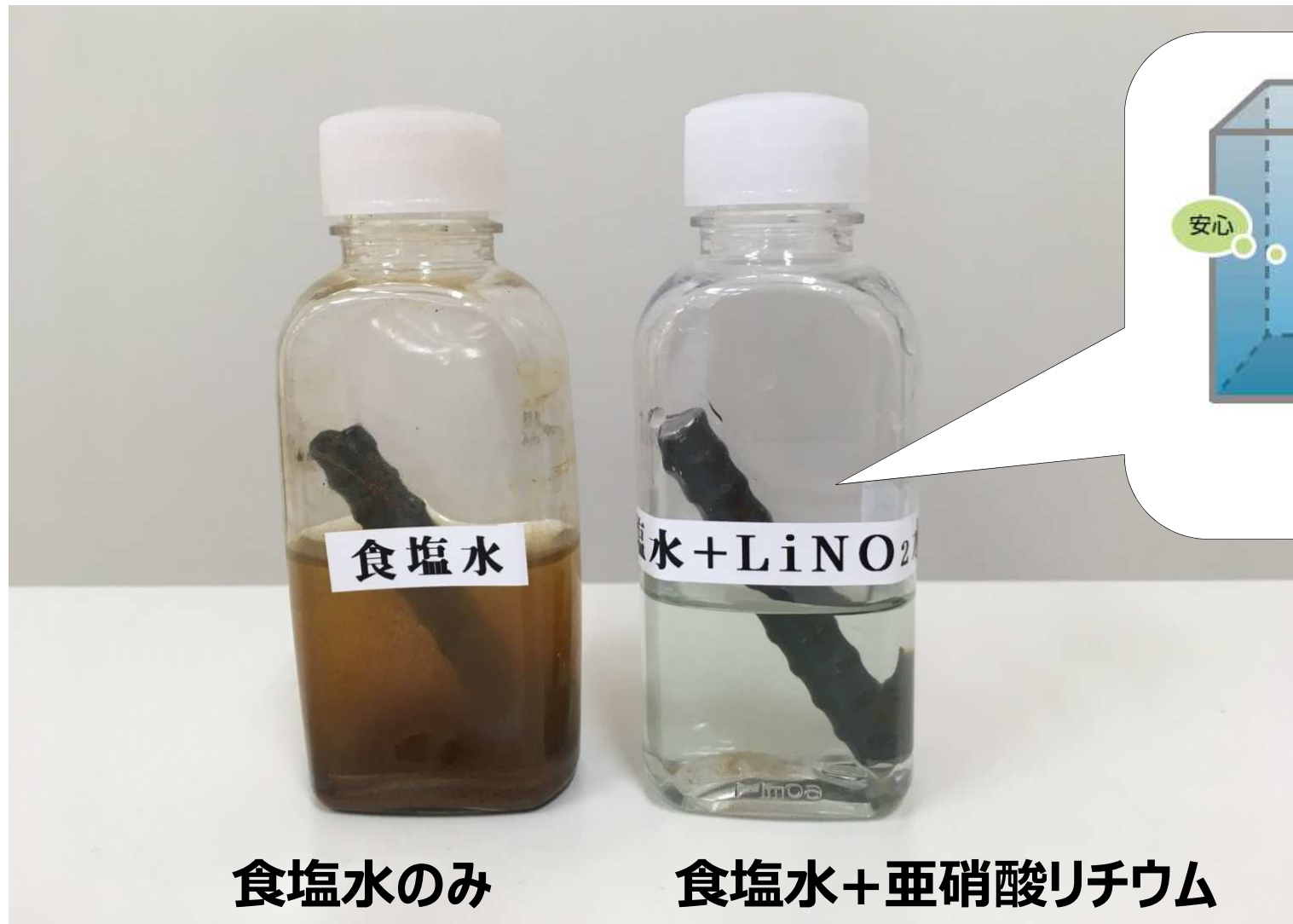
亜硝酸イオン (NO_2^-) が、アノード部から溶けてくる2価鉄イオン (Fe^{2+}) と化学反応

不動態皮膜が再生！

鉄筋表面に錆があっても、鉄に直接作用します。

亜硝酸イオン濃度を高くする ➡ 『防錆環境』 形成 ➡ 亜硝酸イオンがある限りずっと**不動態化**
 (注：中性化したコンクリートをアルカリ回復するわけではない！)

不動態皮膜は無色透明～維持・再生イメージ



リバンプ工法

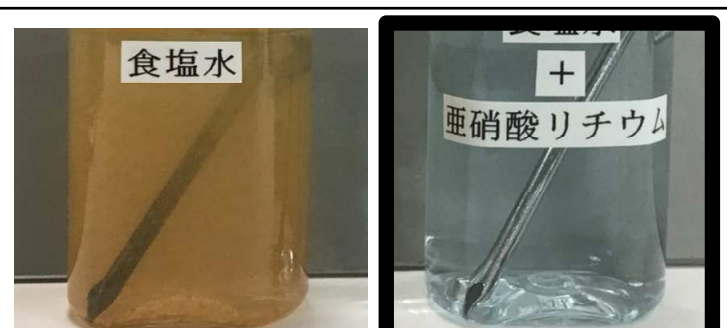
防錆効果お試しセット取扱説明書

目的

亜硝酸リチウムの不動態皮膜の再生・維持効果により海水と同じ塩分濃度3.5%の過酷な環境下であっても鉄が錆びない事を確認いただける観察セットです。

セット内容物の確認

- ・『食塩水』ラベルの付いた容器 1本
- ・『食塩水+亜硝酸リチウム』ラベルの付いた容器 1本
- ・脱脂綿 1枚
- ・釘2本入り 1袋
- ・塩1g入り 2袋



亜硝酸リチウム入りの方はいつまで経っても錆びません
不動態皮膜の再生・維持



0時間



24時間



72時間



1時間



48時間

リバンプ工法の効果確認 「錆びる錆びない」

柱A 外観

無塗布

無処理

RVM 塗布

リバンプ施工

柱A 浮き部ハツリ後

錆びていない

リバンプ施工範囲

カタログ内の技術資料より

vol.6

リバンプ工法 2つの工法と処方の場面

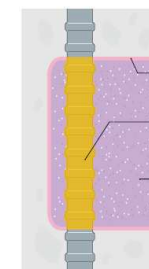
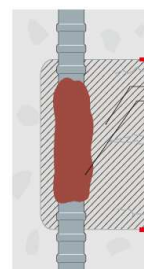
劣化症状が現れた後の処方

点 **すでに鉄筋露出～断面欠損の部位の「部分補修」**



リバンプ断面修復工法 ～亜硝酸リチウム併用～

RV-D-1



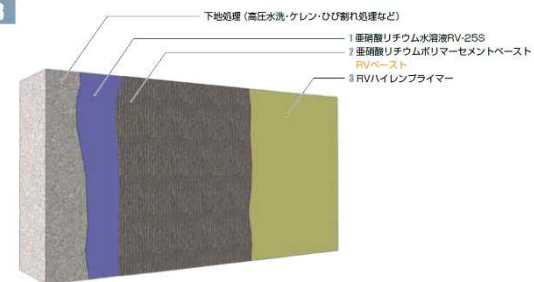
劣化症状が現れる前の処方

面 **鉄筋露出に至る前に予防的に「全面補修」**



リバンプ表面被覆工法 ～亜硝酸リチウム併用～

RV-01-3

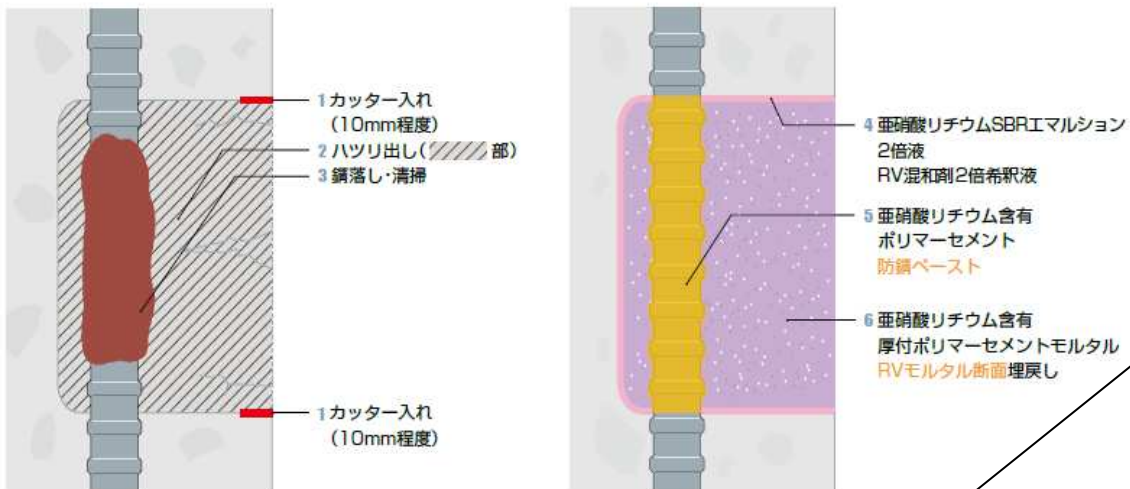


① 躯体補修～断面修復工法 【事後保全】



断面修復工法 RV-D

RV-D-1



1 ハツリ範囲全周※2
カッター入れ(深さ10mm程度)

2 ハツリ出し

3 錆落とし・清掃

4 コンクリート面 RV混和剤2倍希釈液 0.15kg/m²

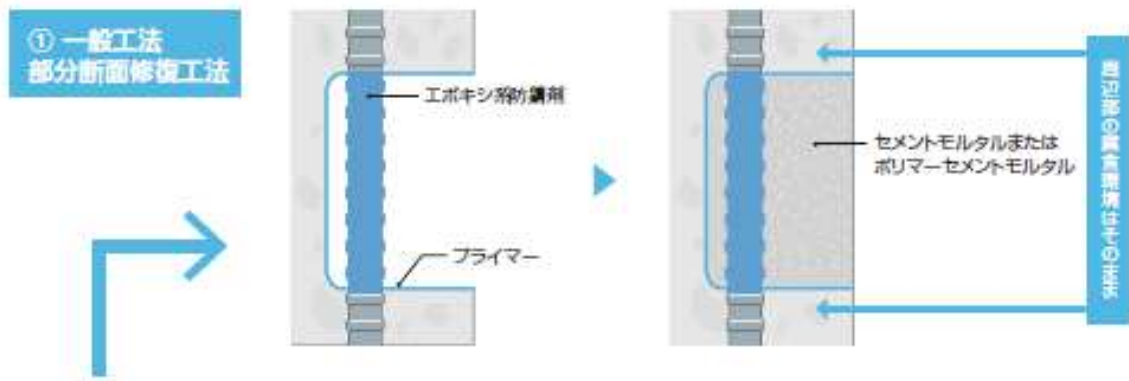
5 鉄筋 防錆ペースト刷毛塗り

6 RVモルタル断面埋戻し

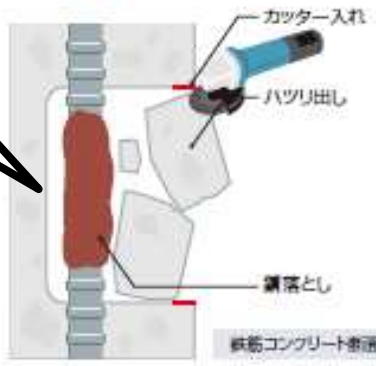
7 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ



RV-D 断面修復工法のメリット

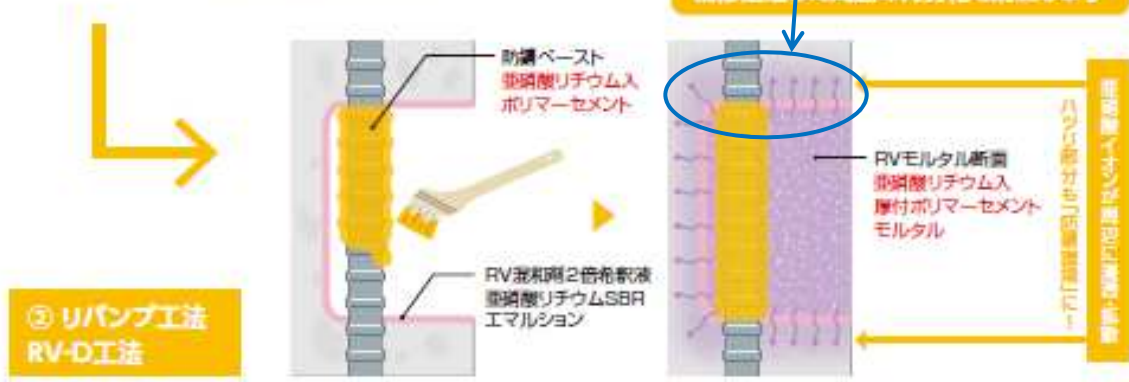


無理な裏ハツリをせ
ずとも防錆効果を期
待できる



亜硝酸イオンの浸透効果がポイント

マクロセル腐食対策に適する

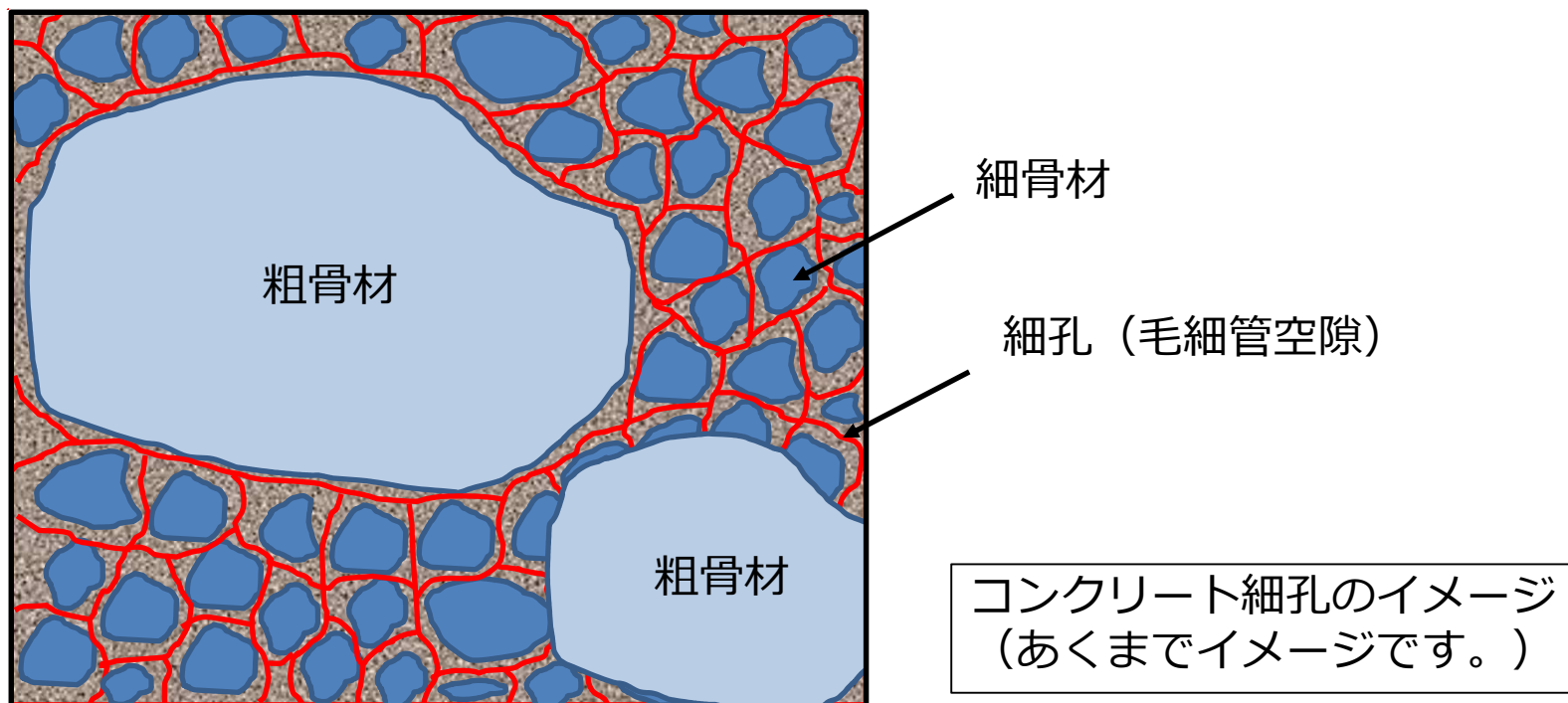


イオンの浸透について①

1. コンクリートの細孔について

『細孔』 コンクリートに多数空いている非常に微細な空隙
(大きさ:数nm~250μm)

『細孔溶液』 細孔内にある水分。この溶液はコンクリート内部全体に通じている。



イオンの浸透について②

2. 濃度勾配によるイオン拡散

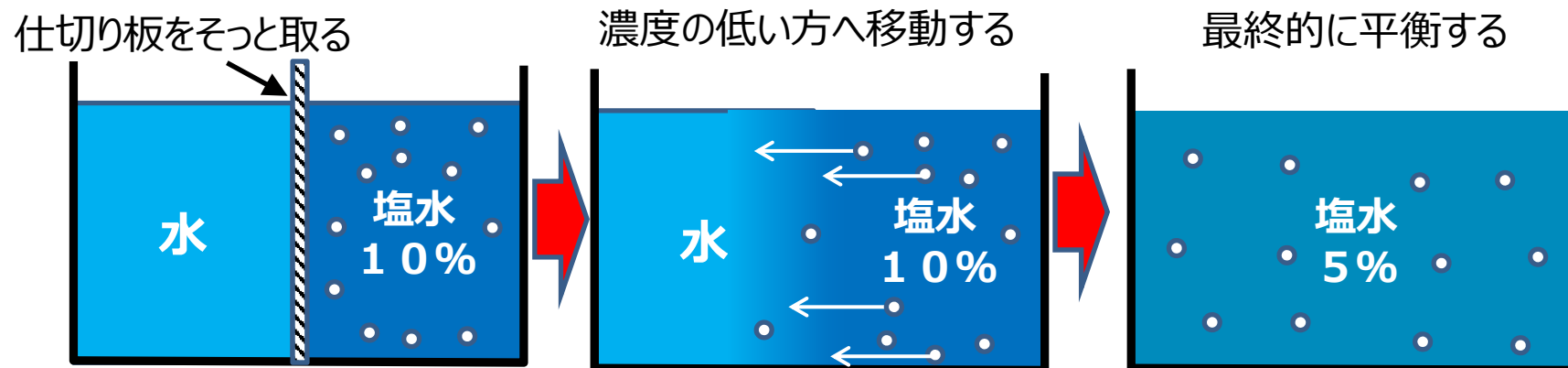
『濃度勾配によるイオン拡散で浸透する』

濃度の高い方から濃度の低い方への成分移動すること

イオン拡散スピード

亜硝酸イオン > 塩化物イオン ≫ リチウムイオン

※コンクリート表面に付着した塩化物イオンが内部浸透するのも、コンクリート表面に塗布した亜硝酸リチウム入り樹脂モルタルから亜硝酸イオンが内部浸透するのも、この原理で浸透します。



断面修復工法 RV-D 小ロット現場向け

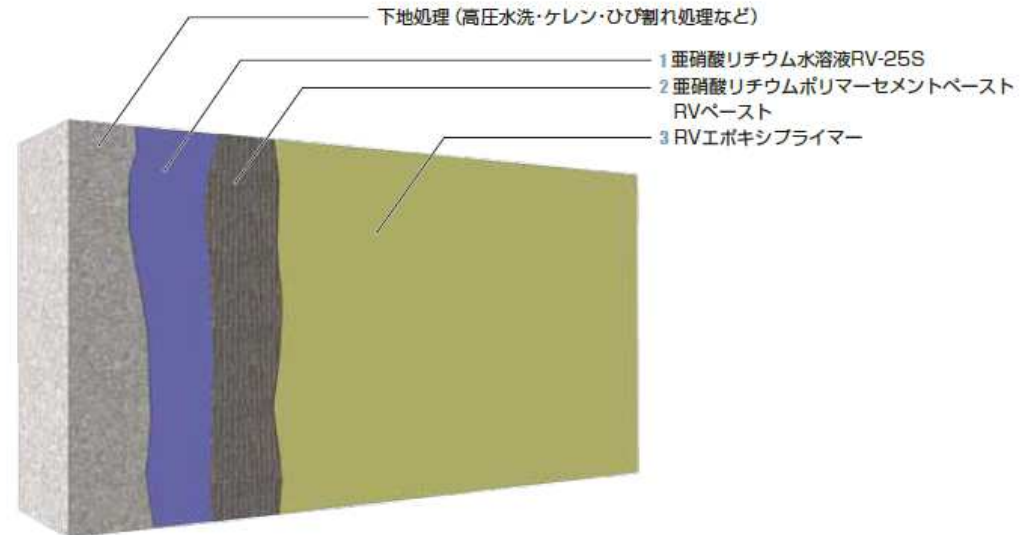


② 躯体補修～表面被覆工法 【予防保全】



亜硝酸リチウム併用 表面被覆工法

面全体を守りつつ、治す



RV-01

※1 仕様設計仮条件
 かぶり厚30mmとして
 塩化物イオン量1.9kg/m²までの効果
 塩化物イオン量1.6kg/m²として
 かぶり厚38mmまでの効果

下地処理(別途)※4

| | | |
|---|----------------------|-----------------------|
| 1 | RV-25S | 0.15kg/m ² |
| 2 | RVペースト 1.5mm厚 | 3.0kg/m ² |
| 3 | 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ | |

RV-02

※1 仕様設計仮条件
 かぶり厚30mmとして
 塩化物イオン量2.7kg/m²までの効果
 塩化物イオン量1.6kg/m²として
 かぶり厚58mmまでの効果※2

下地処理(別途)※4

| | | |
|---|----------------------|-----------------------|
| 1 | RV-40S | 0.15kg/m ² |
| 2 | RVペースト 2.0mm厚 | 4.0kg/m ² |
| 3 | 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ | |

RV-03^{※3}

※1 仕様設計仮条件
 かぶり厚30mmとして
 塩化物イオン量4.1kg/m²までの効果
 塩化物イオン量1.6kg/m²として
 かぶり厚93mmまでの効果※2

下地処理(別途)※4

| | | |
|---|----------------------|-----------------------|
| 1 | RV-40S | 0.15kg/m ² |
| 2 | RVモルタル 5.0mm厚 | 10.0kg/m ² |
| 3 | 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ | |

| ※5 枝番号 | (RV-00)-1 | (RV-00)-2 | (RV-00)-3 |
|--------|------------|----------------------------------|----------------------------------|
| プライマー | - | RVエポキシプライマー 0.2kg/m ² | RVハイレンプライマー 0.2kg/m ² |
| 仕上材 | 「-2」「-3」以外 | ウレタン系材料、およびウレタン基を有する材料(シーリング材含む) | 一般塗装材料(白・淡彩色) |

～物件毎の必要な亜硝酸イオン量に応じ仕様選定

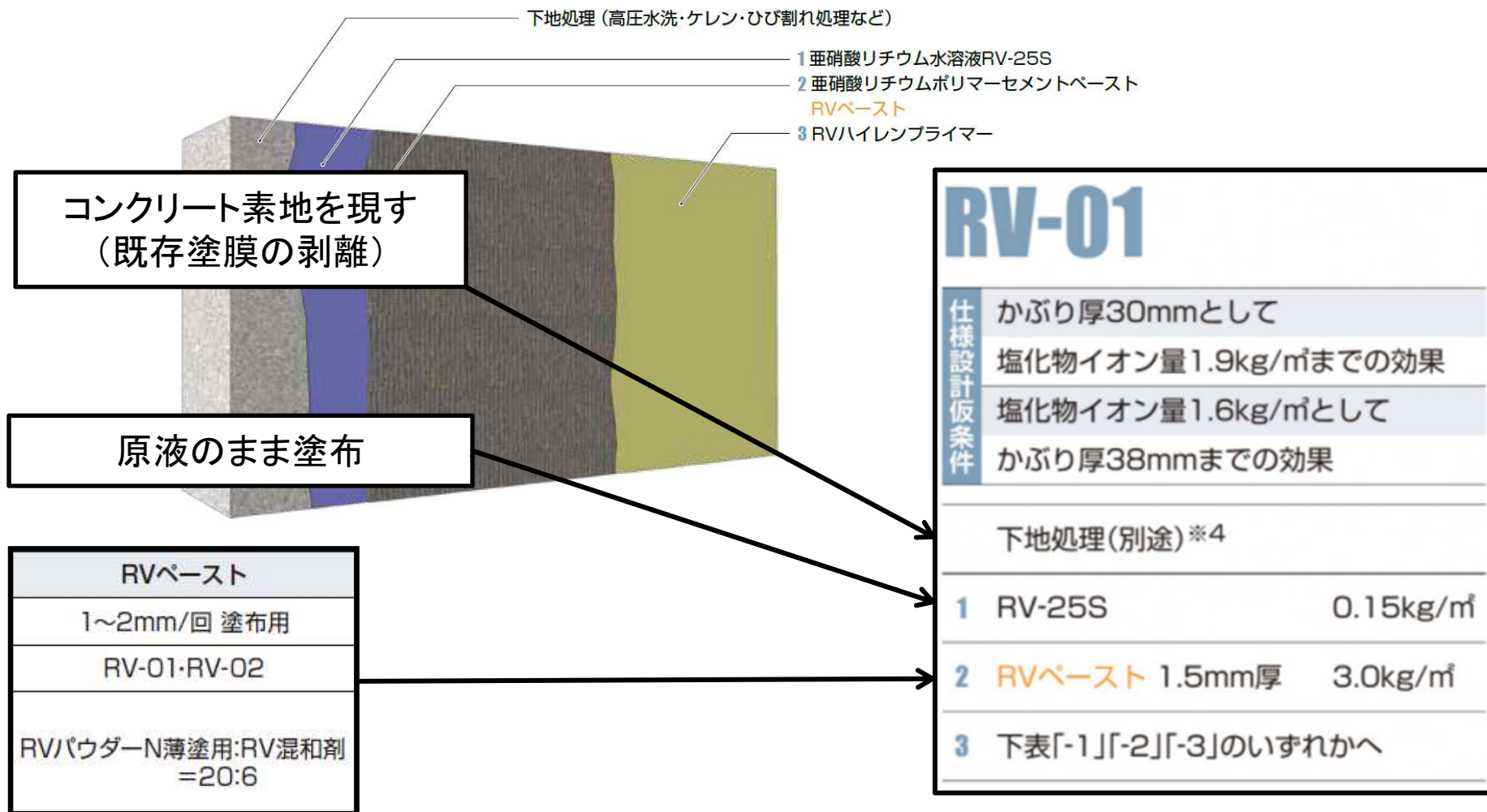
リバンプ表面被覆工法 塩化物イオン量/有効かぶり厚 仕様選定表 (概略)

塩化物イオン量 (kg/m³)

| | | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 3.0 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 有効かぶり厚 (mm) | 10 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | | |
| | 15 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | |
| | 20 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 25 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-03 | RV-03 |
| | 30 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-03 | RV-03 | RV-03 | RV-03 | RV-03 | RV-03 |
| | 35 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 40 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 45 | RV-01 | RV-01 | RV-01 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 50 | RV-01 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 55 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 60 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 65 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 70 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| | 75 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 |
| 80 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | |
| 85 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | |
| 90 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | |
| 95 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | |
| 100 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | RV-02 | |

| 仕様設計仮条件 | RV-01 | RV-02 | RV-03 ^{※3} |
|---------|--|--|--|
| ※1 | かぶり厚30mmとして 塩化物イオン量1.9kg/m ³ までの効果 塩化物イオン量1.6kg/m ³ として かぶり厚38mmまでの効果 | かぶり厚30mmとして 塩化物イオン量2.7kg/m ³ までの効果 塩化物イオン量1.6kg/m ³ として かぶり厚58mmまでの効果 ^{※2} | かぶり厚30mmとして 塩化物イオン量4.1kg/m ³ までの効果 塩化物イオン量1.6kg/m ³ として かぶり厚93mmまでの効果 ^{※2} |
| | 下地処理(別途) ^{※4} | 下地処理(別途) ^{※4} | 下地処理(別途) ^{※4} |
| | 1 RV-25S 0.15kg/m ² | 1 RV-40S 0.15kg/m ² | 1 RV-40S 0.15kg/m ² |
| | 2 RVペースト 1.5mm厚 3.0kg/m ² | 2 RVペースト 2.0mm厚 4.0kg/m ² | 2 RVモルタル 5.0mm厚 10kg/m ² |
| | 3 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ | 3 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ | 3 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ |
| ※5 | | | |
| 枝番号 | (RV-00)-1 | (RV-00)-2 | (RV-00)-3 |
| プライマー | - | RVエポキシプライマー 0.2kg/m ² | RVハイレンプライマー 0.2kg/m ² |
| 仕上材(別途) | 「-2」「-3」以外 | ウレタン系材料、およびウレタン基を有する材料(シーリング材含む) | 一般塗装材料(白・淡彩色) |

表面被覆工法 RV-01



亜硝酸リチウム併用工法の施工①含浸材

◆亜硝酸リチウム水溶液の施工



亜硝酸リチウム併用工法の施工②被覆材

◆亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル類の施工



20 : 6

(重量比)

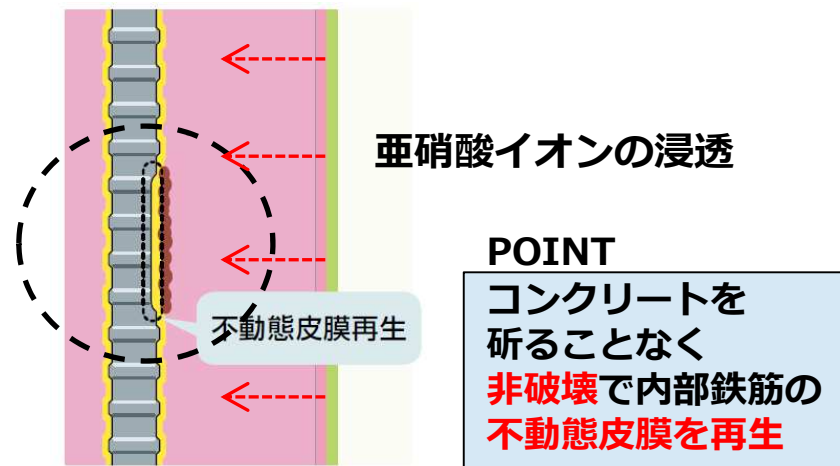


効能 リバンプ工法の目的「鉄筋を錆びさせないこと」 「亜硝酸リチウム」の2つ効能

①鉄筋まわりを防錆環境に

不動態皮膜の再生・維持

※コンクリートのアルカリ回復や除塩作用はないが、そのような環境下にあっても不動態皮膜を維持できる。



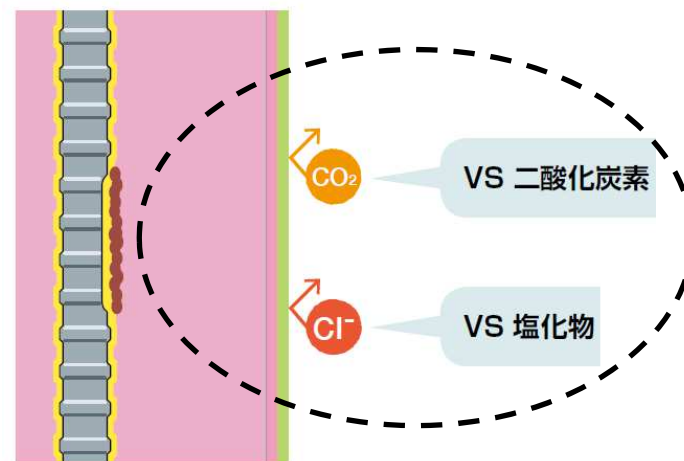
②中性化や塩害の進行を抑制

劣化因子の抑制

二酸化炭素や塩化物イオンを大幅にシャット

POINT

劣化因子抑制性能の観点では、
かぶり厚不足対策としても有効



中性化・塩害【長期抑制効果】 **何年持つのか？**

沖縄での実暴試験による効果の検証



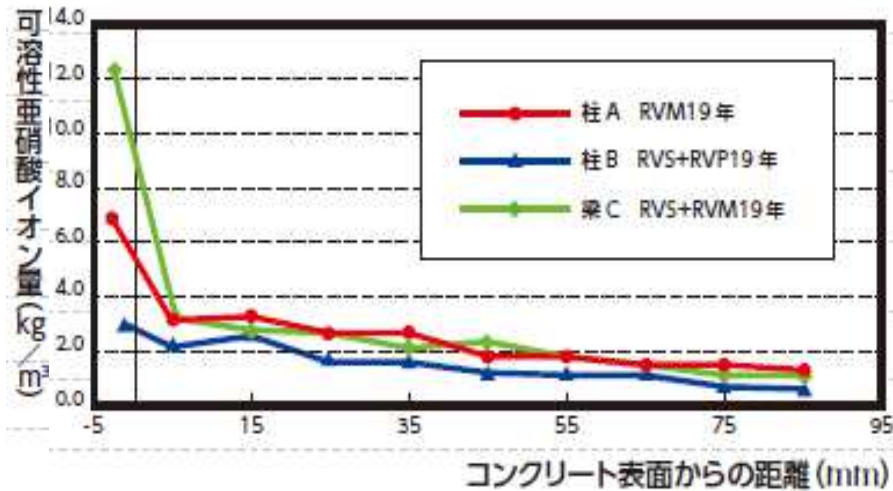
沖縄沿岸部にて、実大構造物及び小型試験体により、長期に渡りリバンプ工法の効果を実験継続中です（1992年より実施）。
現在、**19年経過後**が最新データとなります。



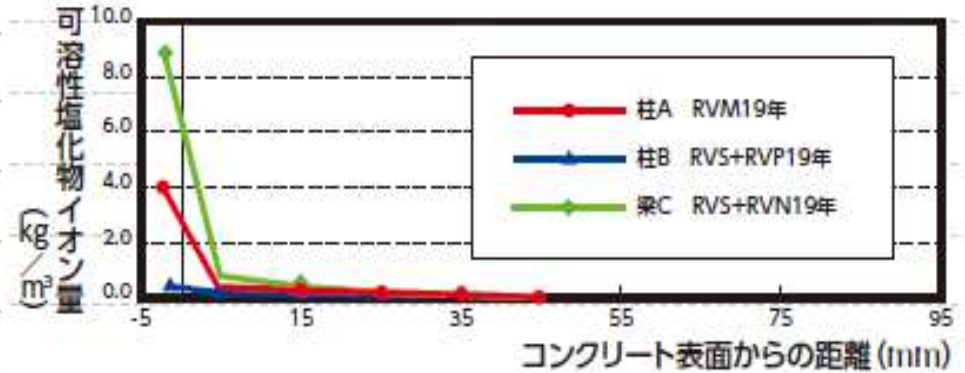
中性化・塩害【長期抑制効果】

何年持つのか？

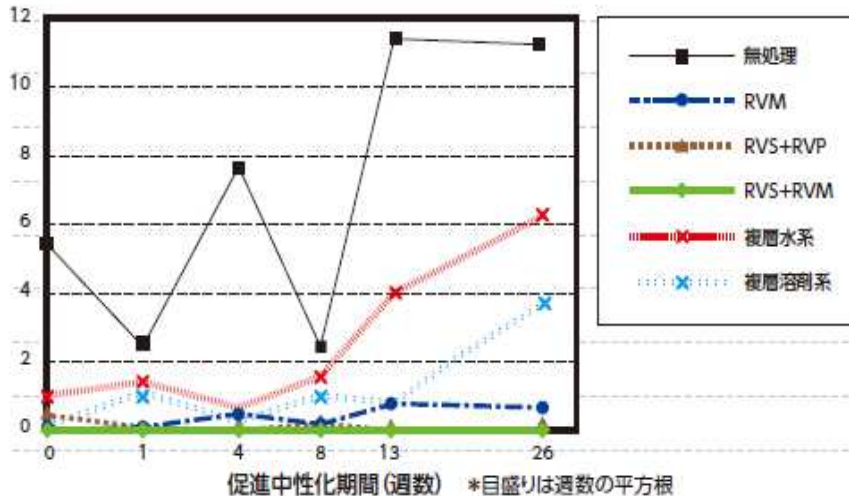
① 亜硝酸イオンの浸透力



② 塩害抑制効果



③ 中性化抑制効果



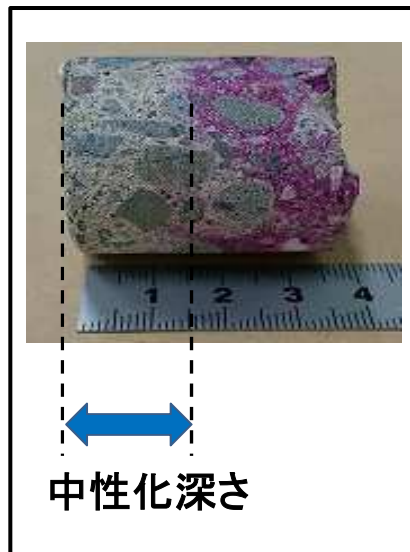
19年間の長期曝露後も、亜硝酸リチウム併用表面被覆工法は高い中性化・塩害抑制性能を維持していることが確認されます。

劣化因子の抑制

中性化・塩害【長期抑制効果】 沖縄での実暴試験による効果の検証

【最新 27年目 での検証】 ※2019年

通常は...



27年経過後でも「中性化と塩害」を抑制中

亜硝酸リチウム併用 表面被覆工法

1) 亜硝酸イオン浸透による「不動態皮膜回復」

①既に錆び始めている鉄筋の不動態皮膜を回復し、錆の進行をストップ

2) 表面被覆層により「劣化因子の浸透抑制」効果

①複層弾性塗装と同等以上の中性化抑制性能・塩害抑制性能

②かぶり不足の面でも、わずかな厚みで高い遮蔽効果

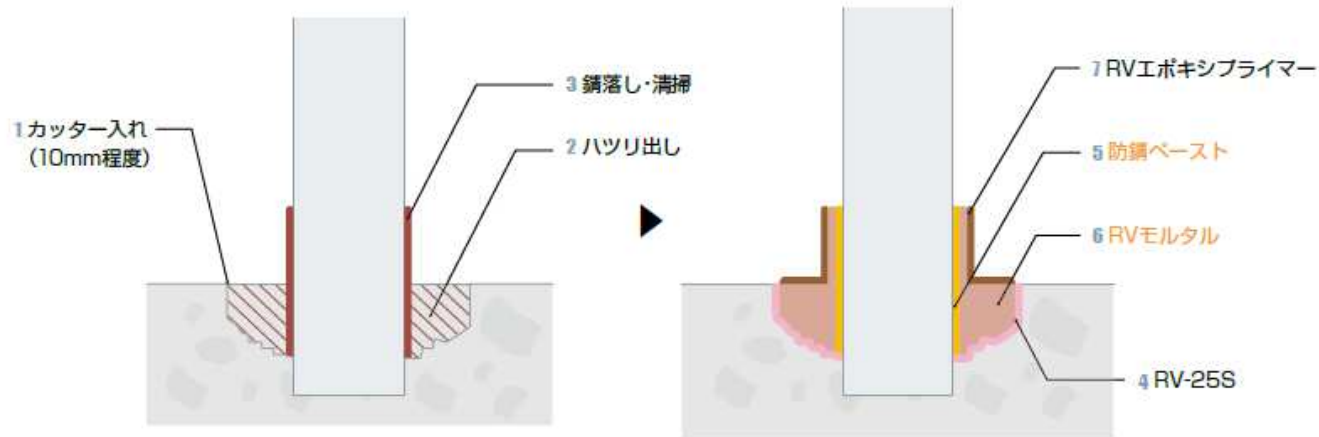
3) スーパー無機系被覆材として機能

①上裏でも膨れにくい

②多少凹凸のある下地でも施工可能



応用 手摺根元など鉄部埋め込み部



応用 鉄骨階段の踏み面モルタル

RV-40S塗布



RVモルタル充填



①モルタル撤去

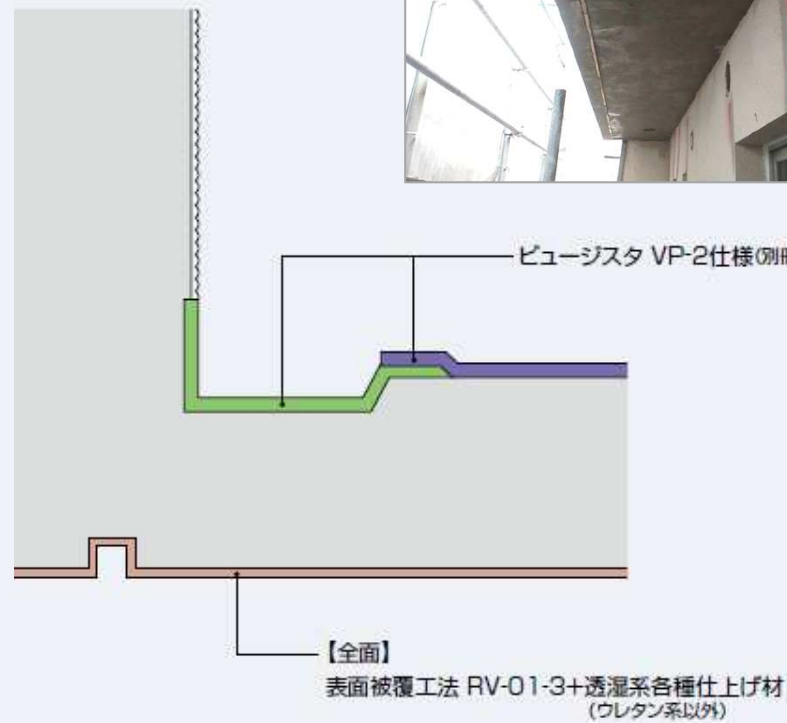
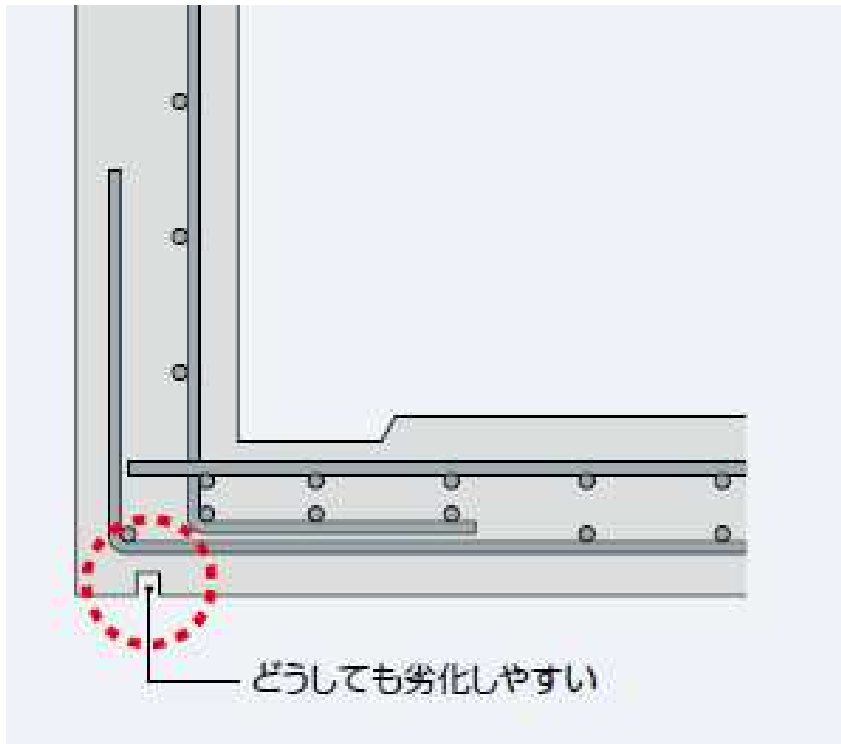


踏み面に対し
表面被覆工法

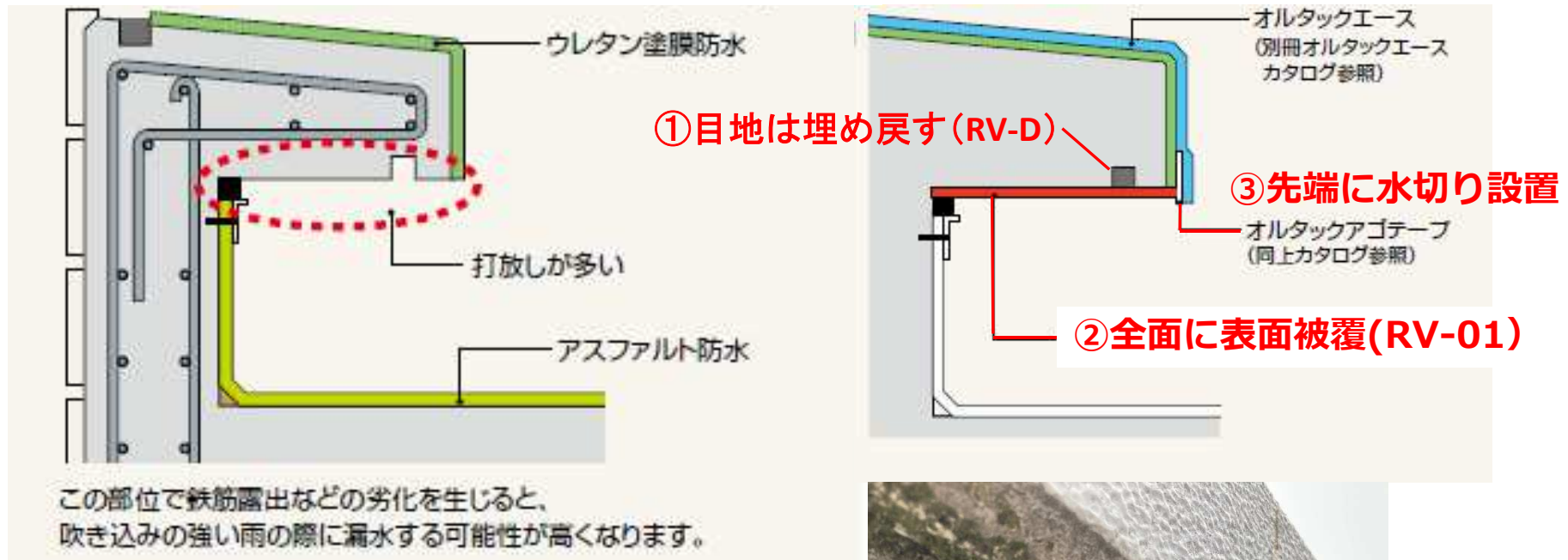
②モルタル非撤去

応用

上裏面などの水切り目地部



応用 アゴ下などの水切り目地部



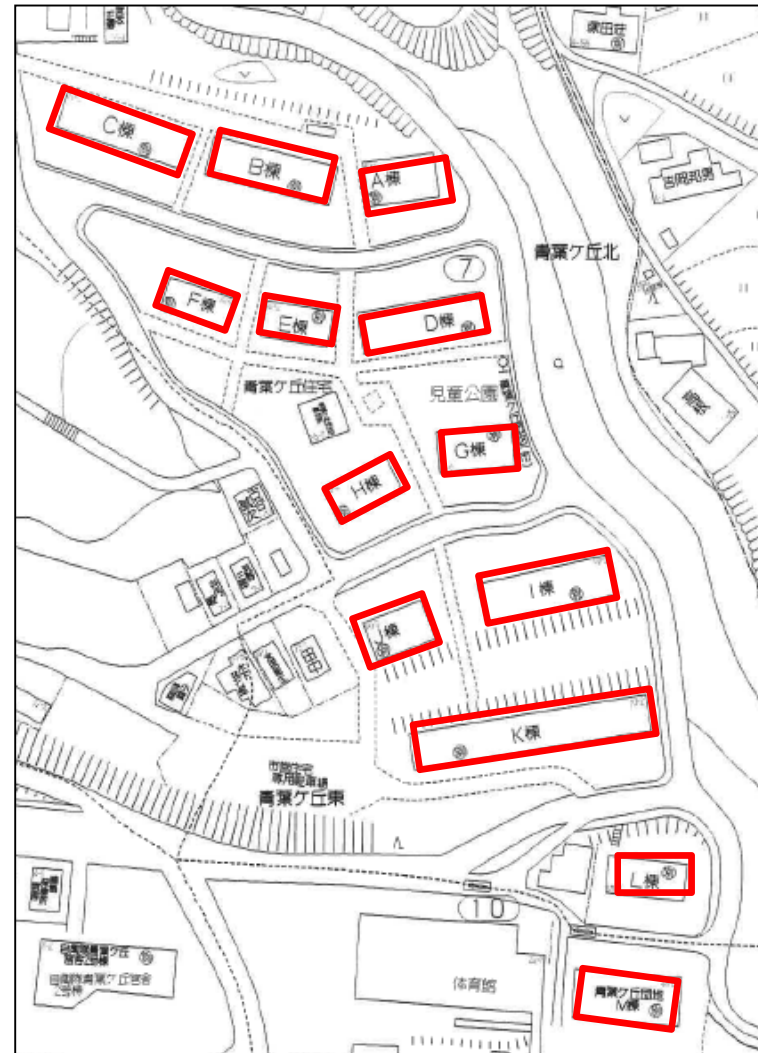
水切り目地部でのかぶり厚不足



事例

表面被覆工法による全体補修

A市営住宅 市営住宅での施工事例



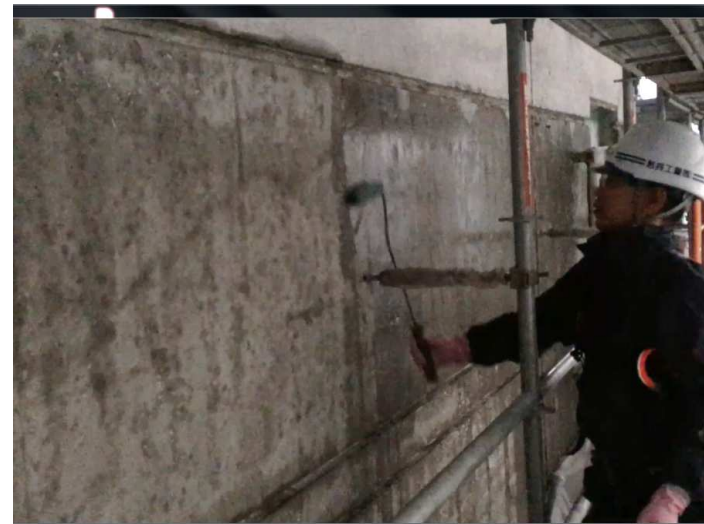
事例

既存塗膜の剥離



事例

RV-40S 塗布

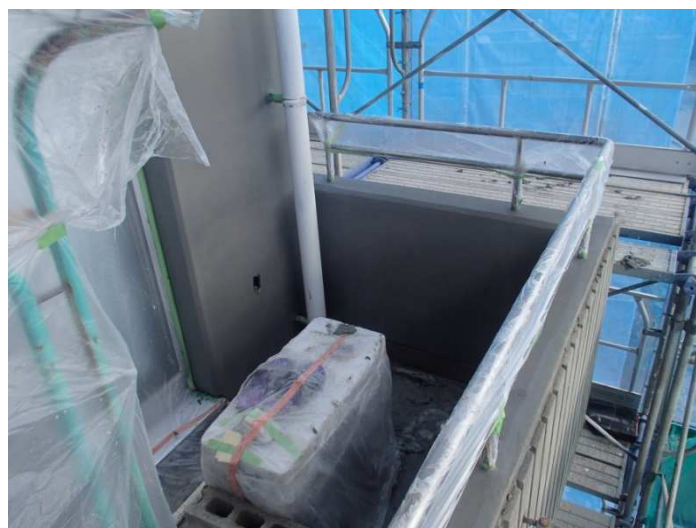


事例

RV-ペースト 塗布



20 : 6
(重量比)



注意

仕上げ材を施す場合のポイント

亜硝酸リチウムの「特性を理解・注意点」

RV-01

※1 仕様設計仮条件

| |
|--------------------------------------|
| かぶり厚30mmとして |
| 塩化物イオン量1.9kg/m ² までの効果 |
| 塩化物イオン量1.6kg/m ² として |
| かぶり厚38mmまでの効果 |
| 下地処理(別途)※4 |
| 1 RV-25S 0.15kg/m ² |
| 2 RVペースト 1.5mm厚 3.0kg/m ² |
| 3 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ |

RV-02

仕様設計仮条件

| |
|--------------------------------------|
| かぶり厚30mmとして |
| 塩化物イオン量2.7kg/m ² までの効果 |
| 塩化物イオン量1.6kg/m ² として |
| かぶり厚58mmまでの効果※2 |
| 下地処理(別途)※4 |
| 1 RV-40S 0.15kg/m ² |
| 2 RVペースト 2.0mm厚 4.0kg/m ² |
| 3 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ |

RV-03^{※3}

仕様設計仮条件

| |
|-------------------------------------|
| かぶり厚30mmとして |
| 塩化物イオン量4.1kg/m ² までの効果 |
| 塩化物イオン量1.6kg/m ² として |
| かぶり厚93mmまでの効果※2 |
| 下地処理(別途)※4 |
| 1 RV-40S 0.15kg/m ² |
| 2 RVモルタル 5.0mm厚 10kg/m ² |
| 3 下表「-1」「-2」「-3」のいずれかへ |

※3

| 枝番号 | (RV-00)-1 | (RV-00)-2 | (RV-00)-3 |
|---------|------------|----------------------------------|----------------------------------|
| プライマー | - | RVエポキシプライマー 0.2kg/m ² | RVハイレンプライマー 0.2kg/m ² |
| 仕上材(別途) | 「-2」「-3」以外 | ウレタン系材料、およびウレタン基を有する材料(シーリング材含む) | 一般塗装材料(白・淡彩色) |

本工法施工後の仕上げに応じたプライマーを整備

亜硝酸イオンによる変色（黄変）・仕上材の接着不良

適切なプライマー処理を怠ると、黄変などの影響が出ることがあります



【ウレタン系材料】



【塗装面での染出し(成分移行)】

専用保護仕上げにより～【仕様選定範囲を網羅】

「水」を考慮した保護仕上材

防水性

透湿性

撥水性

「亜硝酸リチウム」適合

亜硝酸リチウム下地に適合



躯体補修
「リバンプ工法」

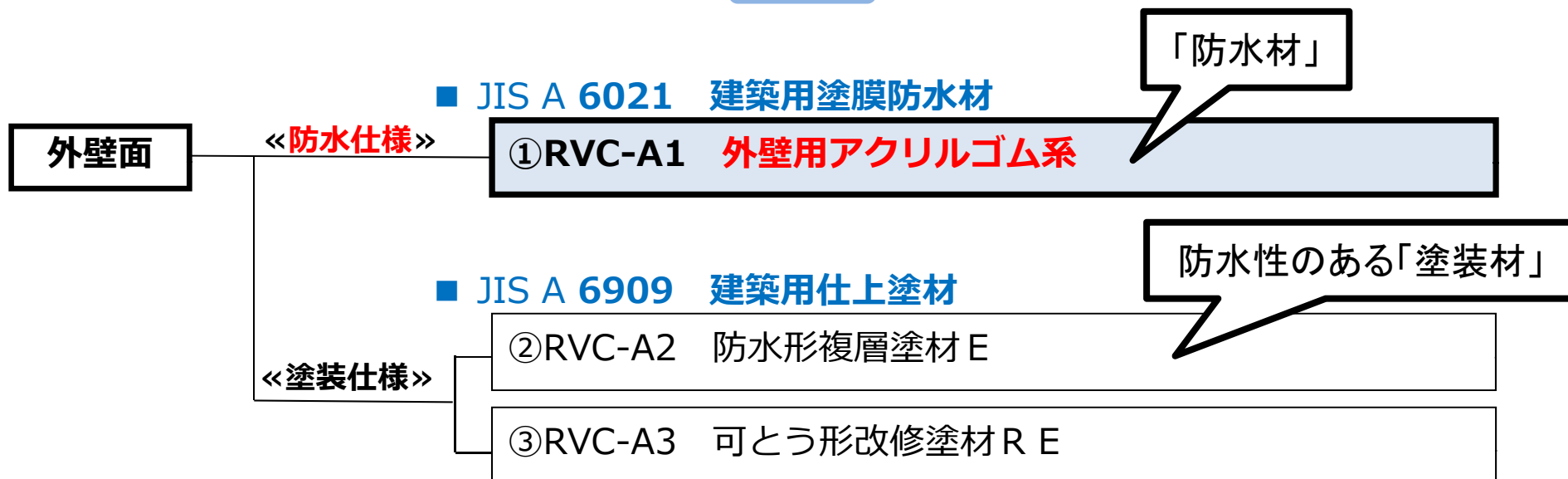
+

保護仕上
「リバンプコート」

+α 部位に応じた
機能性を付与



リバンプコートの仕様 RVC-Aシリーズ 防水性

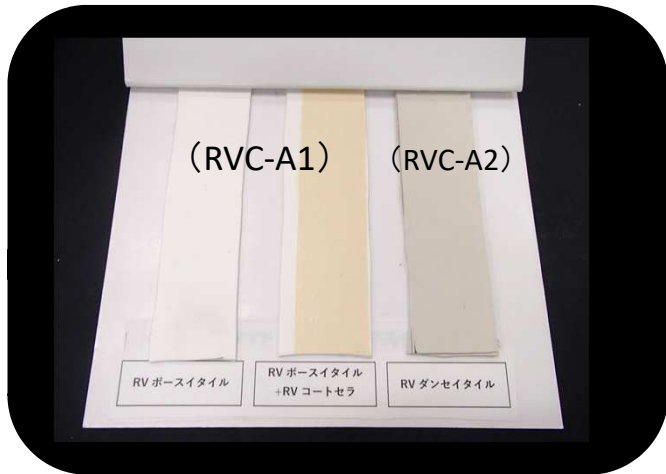


防水性 = ひび割れ追従性

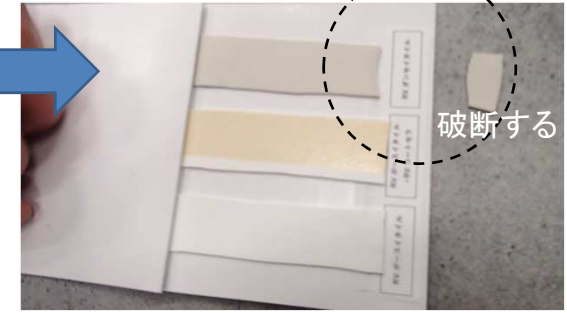
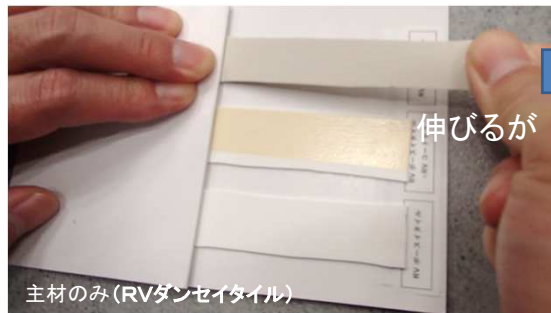


リバンプコートの仕様 RVC-Aシリーズ 防水性

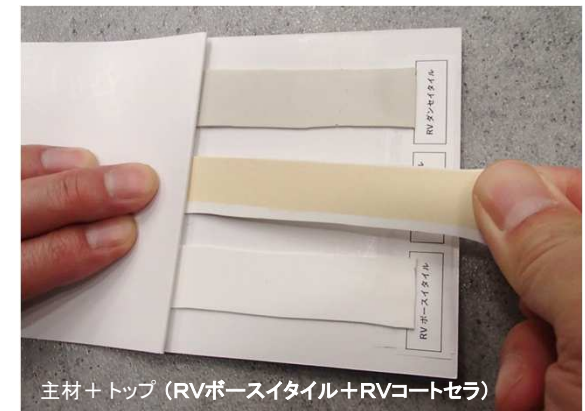
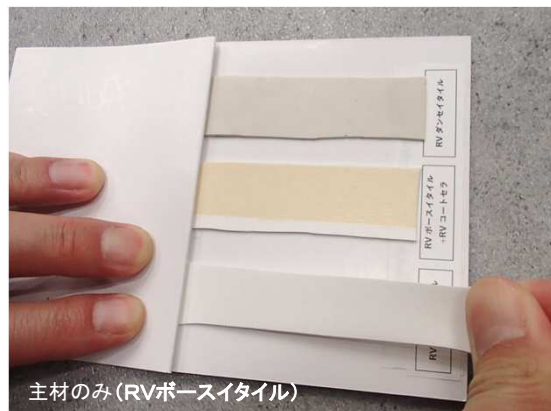
リバンプコート **伸び** 体感サンプル

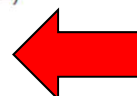
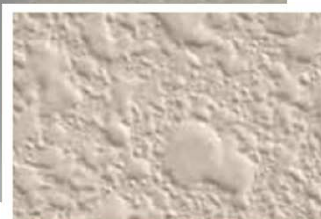
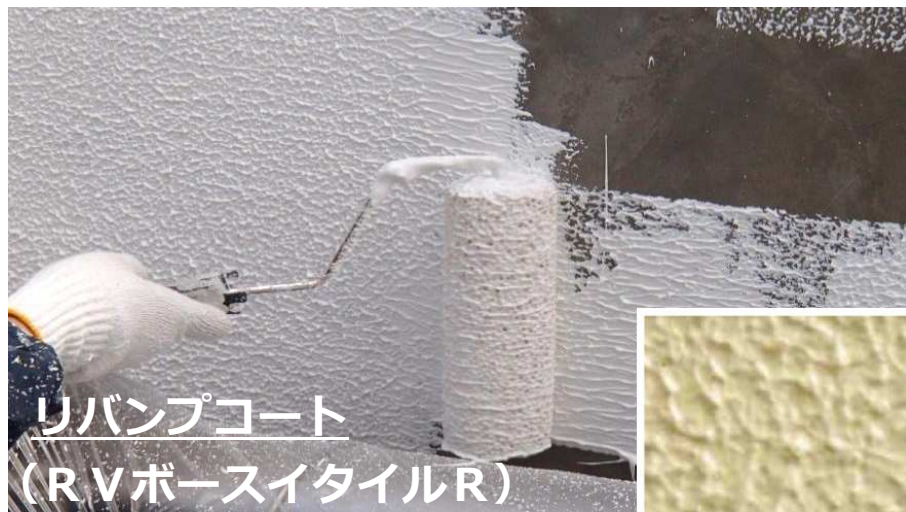


■ JIS A6909 防水形複層塗材E (RVC-A2)



■ JIS A6021 アクリルゴム系塗膜防水材 (RVC-A1) 伸びて戻る※弾性トップも追従





リバンプ工法+リバンプコート

外壁防水 RVC-A1仕様

「外壁面」

JIS A 6021建築用塗膜防水材料
(外壁用アクリルゴム系)



亜硝酸リチウム補修下地にも適合



外壁防水 RVC-A1仕様

リバンプコートの単独使用も可能





外壁防水 RVC-A1仕様

リバンプコートの単独使用も可能

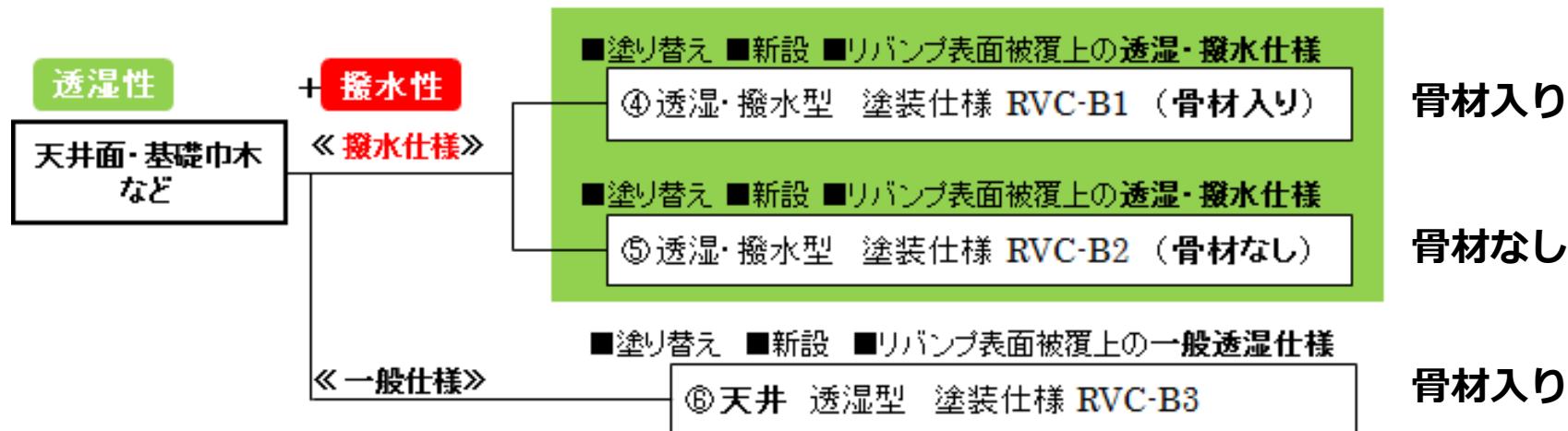


(RVシーラーエポ)



(RVボースイタイルR)

リバンプコートの仕様 RVC-Bシリーズ **透湿性** **撥水性**



RVC-Bシリーズは「透湿性」➡上裏(天井面)、基礎巾木など

その中でも雨がかりになる要素のある部位には、「透湿+撥水」を





【上部側】
～オルタック
(ウレタン塗膜防水)



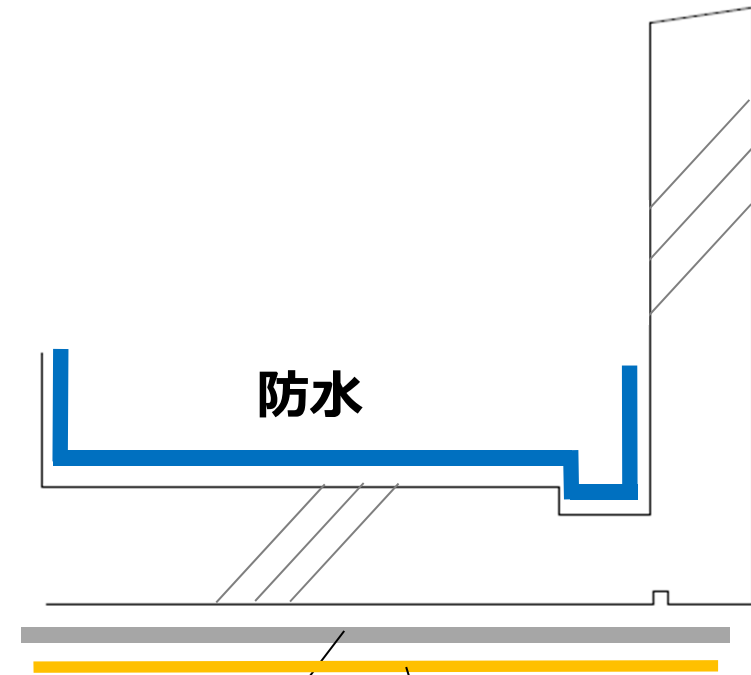
【上裏側】
～リバンプ
+リバンプコート



だからこそ、「躯体補修+防水」

躯体補修 + 水の影響度を総合的に考慮

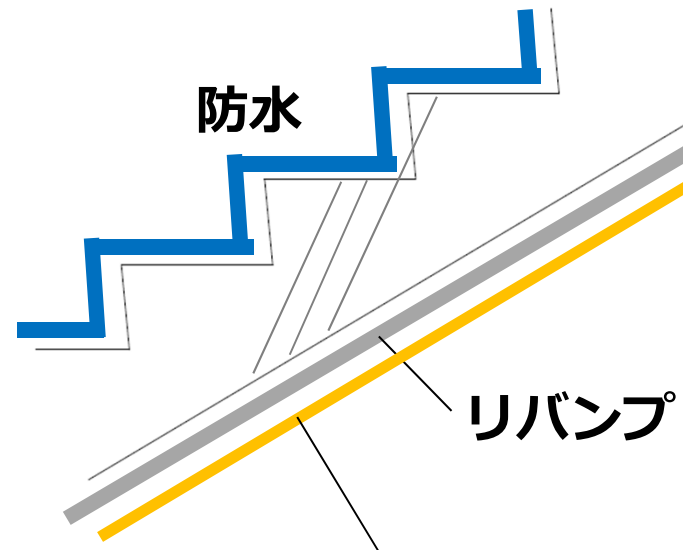
「面の納まり」→「部位の納まり」



リバンプ

リバンプコート(透湿)

透湿性



リバンプコート(透湿+撥水)

透湿性

撥水性

巾木 劣化のしやすい部位

地面と接し、水の影響を受けやすい「基礎巾木」は、水分の排出性能を必要とするため、有効な保護層を設置できず、コンクリート素地や薄塗りモルタル仕上げが多い。

▶ 劣化因子抑制性能が低く、ノーマークになりがちな部位です。



【水の染みこみ】



【塗膜剥離】



【ひび割れ～錆汁】



【鉄筋露出】

巾木



リバンプ工法+リバンプコート 透湿+撥水 RVC-B1仕様

相反する機能を両立

- 入った水分を透過させながら
- 表面では撥水させる
(特に雨がかり部向け)



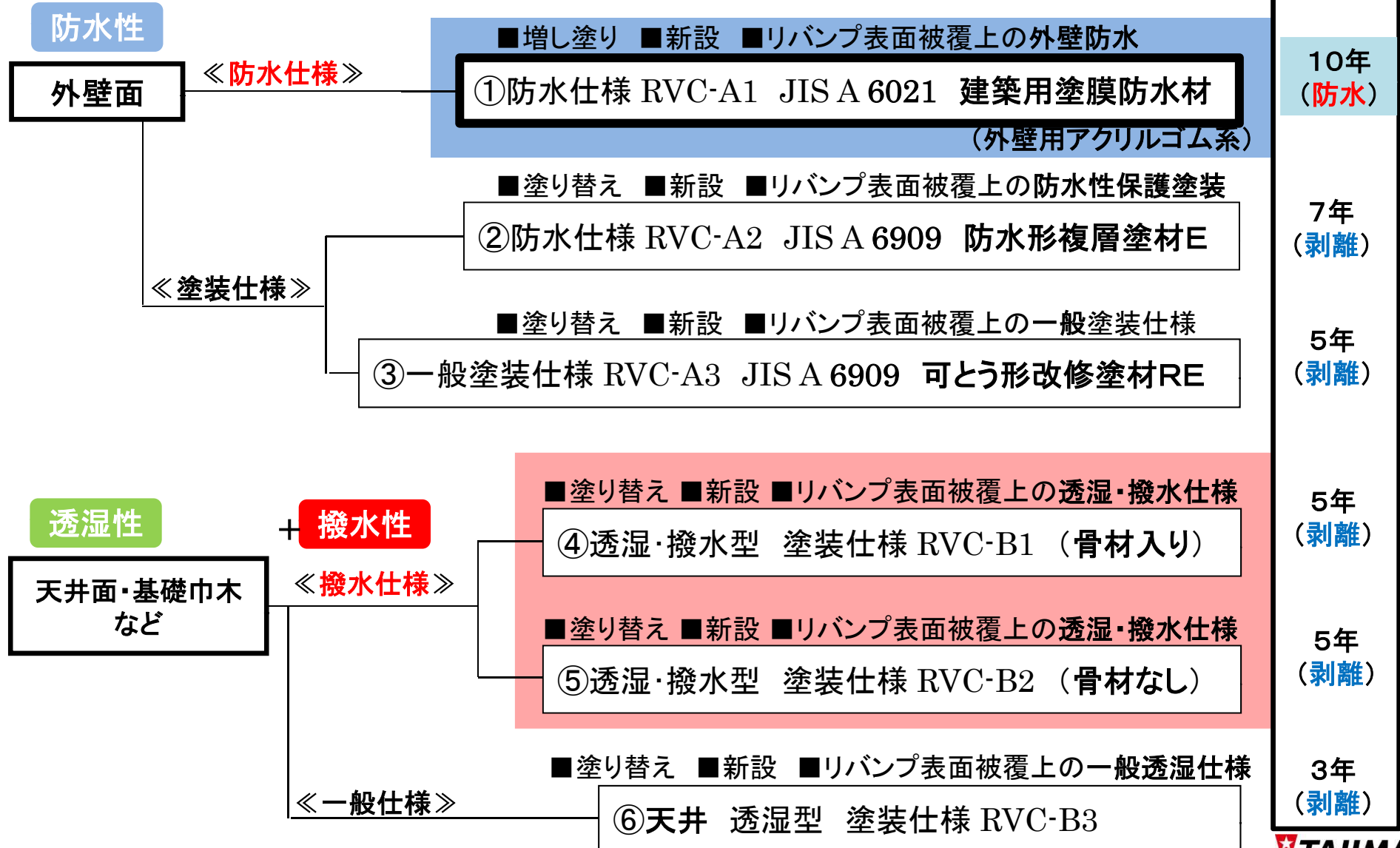
RVC-B1 骨材入り



RVC-B2 骨材無し



保証～年数・内容



| 保証 | |
|-----|------|
| 10年 | (防水) |
| 7年 | (剥離) |
| 5年 | (剥離) |
| 5年 | (剥離) |
| 5年 | (剥離) |
| 3年 | (剥離) |

【外壁面】

防水性

躯体補修～保護仕上までのトータルシステム



【上裏・基礎巾木面】

透湿性

撥水性



長期効果
を実証

実暴露試験で27年
経過しても中性化ほぼゼロ!!

リバンプ^o工法 + リバンプ^oコート

鉄筋コンクリート造建築物の長寿命化に向けて

状態に応じた躯体補修工法の選定

END