

# 劣化の発生しやすい部位と推奨補修方法

建物には、中性化や塩害に侵されやすい部位があります。  
各部位の劣化実例とリバンによる推奨補修方法をご紹介します。

## CASE1 RC階段上裏

～かぶり不足～

RC階段でコンクリートを打設する際は、底面・上面・側面を型枠で囲って上部から数回に分けて流し込みます。  
施工上、スペーサーを入れにくいので、下部の鉄筋がコンクリートの重さで下方にズレやすく、かぶり厚も薄くなりやすい部位です。

〈推奨仕様〉

【上面】

ビュージスタステップ VPS-2仕様

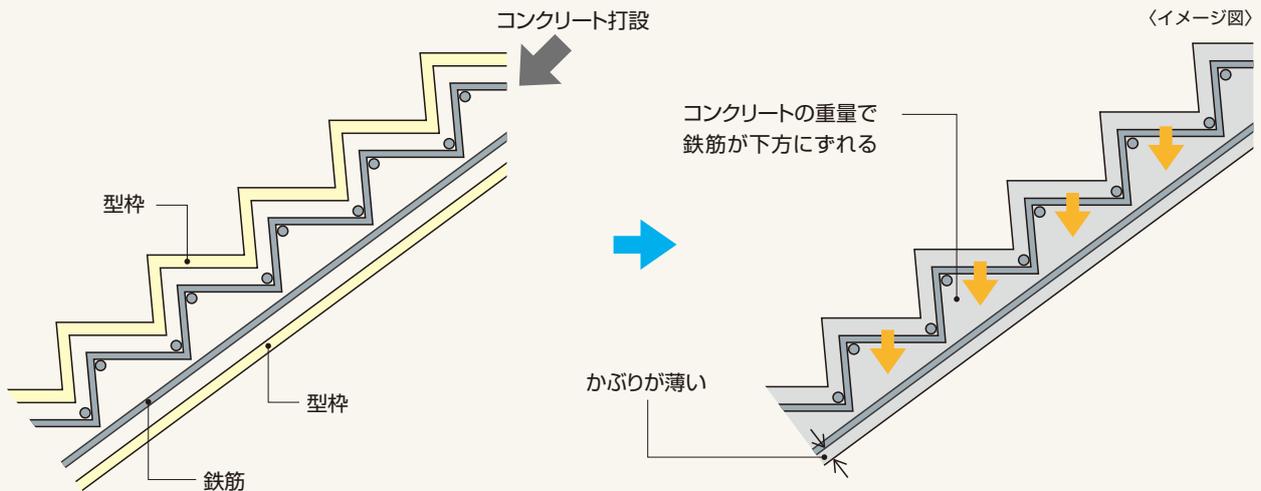
(階段型ビニル床材+ウレタン塗膜防水システム)

【劣化部】

断面修復工法 RV-D-1

【上裏全面】

表面被覆工法 RV-01～03+透湿系各種仕上げ材(ウレタン系以外)

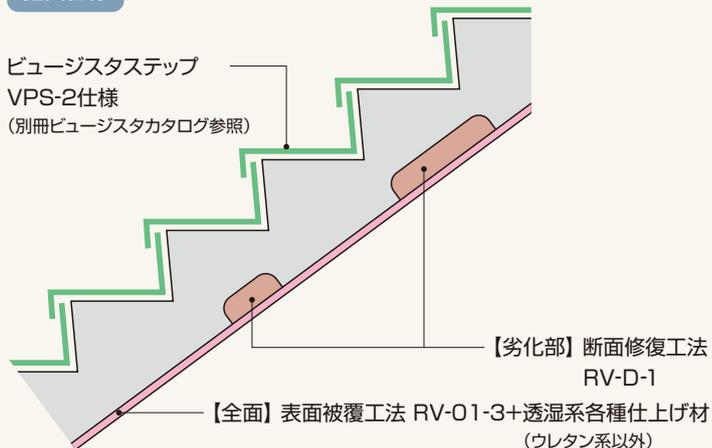


### 推奨仕様

ビュージスタステップ

VPS-2仕様

(別冊ビュージスタカタログ参照)



## CASE2 軒天 水切目地周辺部

～かぶり不足～

軒天は水分がたまりやすいため、透湿性の高い仕上げ(リシン仕上げなど)が多く、他の部位より中性化しやすい部位といえます。更に鼻先部は伝い水を切るための水切溝があることで、かぶりが薄くなりやすく、劣化が出やすい部位です。

〈推奨仕様〉

【上面】

ビュージスタ VP-2仕様

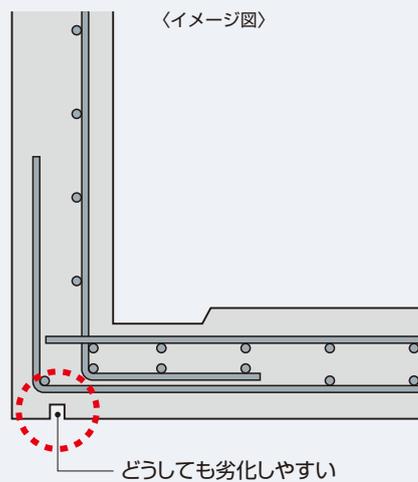
(ビニル床材+ウレタン塗膜防水システム)

【劣化部】

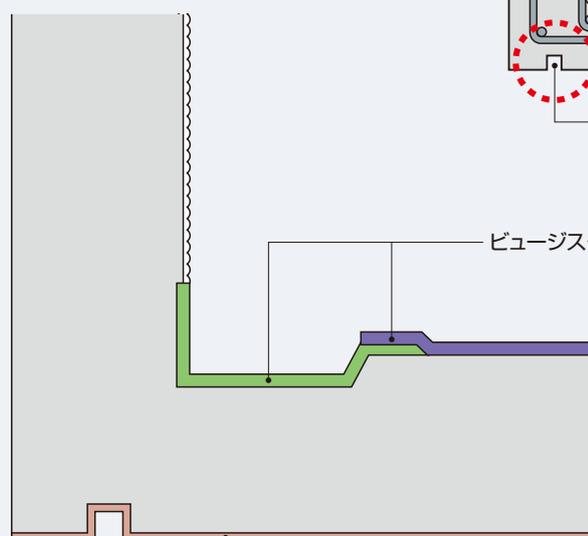
断面修復工法 RV-D-1

【軒天全面】

表面被覆工法 (仕様には劣化状況により選択します)



推奨仕様



【全面】

表面被覆工法 RV-01-3+透湿系各種仕上げ材  
(ウレタン系以外)

※鉄筋露出などの劣化部がある場合は、断面修復工法RV-D-1処理



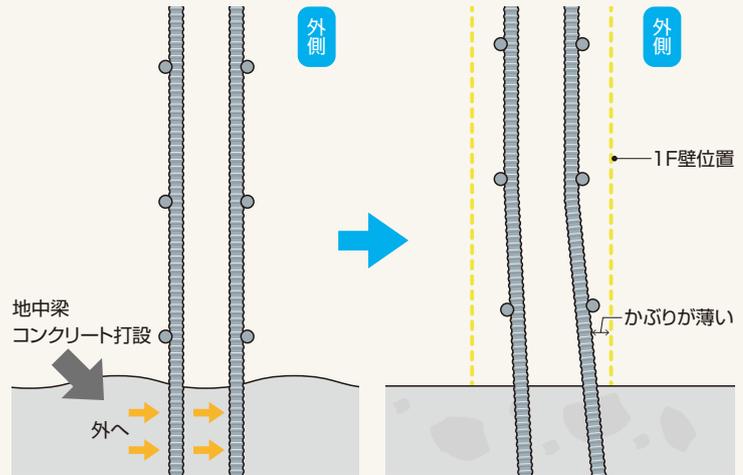
## CASE3 1階壁

### ～かぶり不足～

地中梁から上に延ばした鉄筋がコンクリート打設時に、外側へ押される場合があります。その場合、かぶり厚が薄くなりがちです。



＜イメージ図＞



＜推奨仕様＞

1. 全面的に劣化している場合

【劣化部】

断面修復工法 RV-D-1

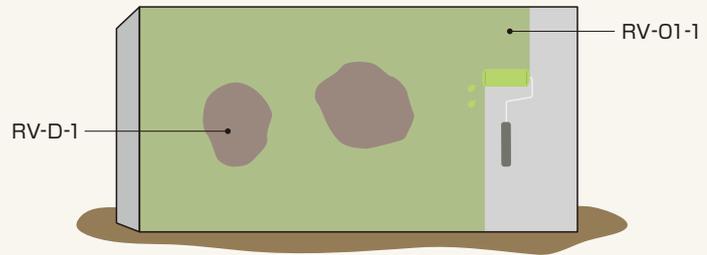
【全面】

表面被覆工法（仕様は劣化状況により選択します）  
（塗装などの仕上材は、原則撤去をします）

2. 部分的に劣化している場合

【劣化部】

断面修復工法 RV-D-1, RV-D-2, RV-D-3



## CASE4 コールドジョイント

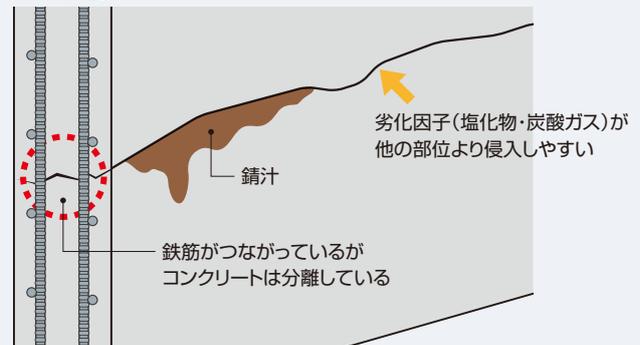
### ～貫通クラック～

新築のコンクリート打設時に適正な打継時間を過ぎてコンクリートを打ち継いだため、コンクリートが一体化していない状況です。

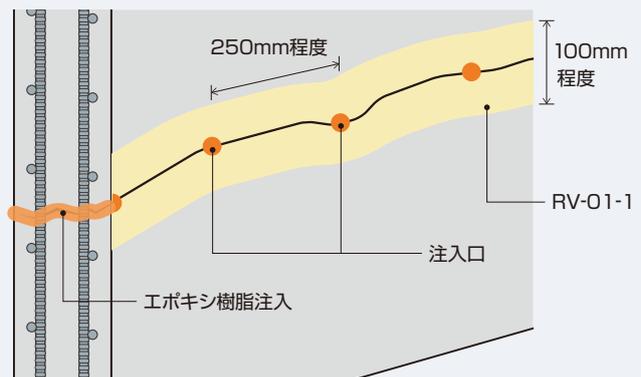
補修をかけても、元々一体化できていないため、二酸化炭素や塩化物などの劣化因子が侵入しやすく、部分的な劣化を招きやすい部位です。



＜イメージ図＞



推奨仕様



＜推奨仕様＞

（エポキシ樹脂低圧注入などのひび割れ処理一般工法）

+塗り幅100mm 表面被覆工法 RV-O1

※鉄筋露出などの劣化部がある場合、断面修復工法RV-D-1処理

## CASE5 窓廻り・開口部

### ～入隅部のひび割れ～

コンクリートの乾燥収縮が生じると、縮む方向に変形しようとする力が発生し、その際に拘束力が均一であれば、力は均等に分散されますが、周りを柱・梁などで強く拘束された面にある開口部・窓廻りは力が強くかかるため、入隅部にひび割れが入りやすい部位です。



#### 〈推奨仕様〉

【0.2mm以上のひび割れの場合】

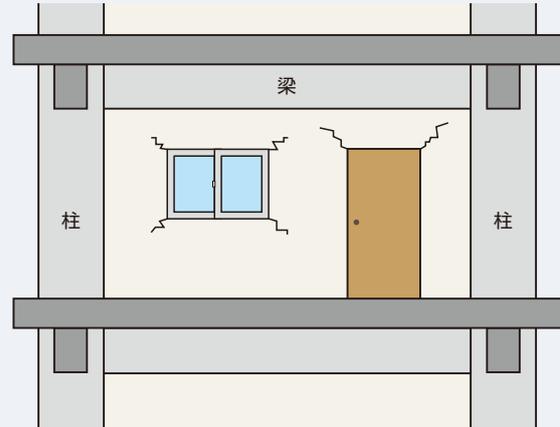
（エポキシ樹脂低圧注入などのひび割れ処理一般工法）+塗り幅100mm表面被覆工法 RV-01

【0.2mm未満のひび割れの場合】

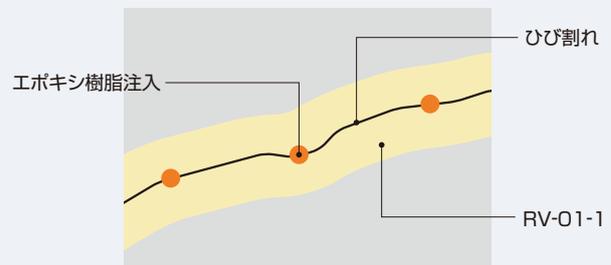
ペーストすり込み処理 表面被覆工法 RV-01

※鉄筋露出などの劣化部がある場合は、断面修復工法RV-D-1処理

〈イメージ図〉



ひび割れ部は、二酸化炭素や塩化物が侵入しやすいため、部分的な劣化が発生しやすい部位です。



## CASE6 パラペットのあご裏

### ～打放し～

パラペットは防水の納まり上、特に重要な機能を担う部位です。しかし、上裏部分は水分が集まりやすい部位でもあることから、コンクリート打放しになっていることが多いです。寸法的にかぶり厚も薄くなりがちのため、特に中性化による劣化が発生しやすい部位です。



#### 〈推奨仕様〉

【上裏】

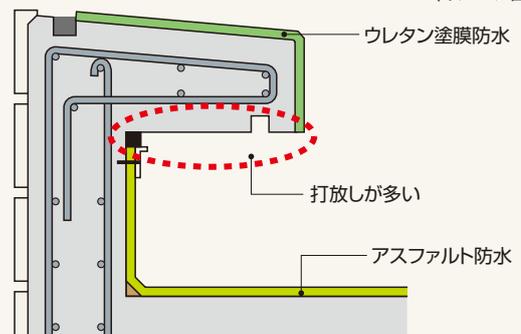
表面被覆工法 RV-01-2

鉄筋露出などの劣化部がある場合は、断面修復工法RV-D-1処理

※通常の施工と比較して、潜り込んでの施工となるため、割増価格となります。

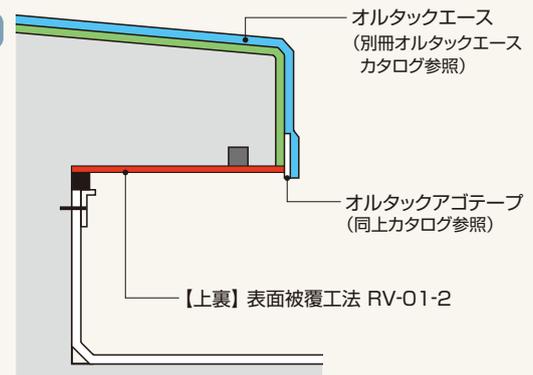
また、200mm未満の高さしかない場合は、施工そのものが難しい場合があります。

〈イメージ図〉



この部位で鉄筋露出などの劣化を生じると、吹き込みの強い雨の際に漏水する可能性が高くなります。

#### 推奨仕様



# 応用編 よくあるこんな劣化にも効果的です

亜硝酸リチウムの特性は通常では処理しにくい部位で活躍します。

## Other1 鉄骨階段

### ～踏み面がモルタル仕上げ～

雨水や結露水がモルタル下に溜まりやすい構造のため、防錆・防水処理をしても上裏に錆が発生・進行することが多い部位です。

#### ＜推奨仕様＞

既存モルタルハツリ+亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルRVモルタル充填

#### 【仕上げ】

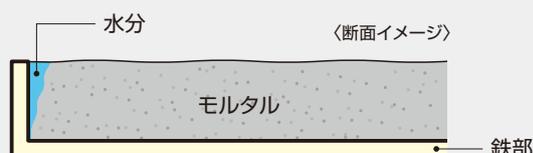
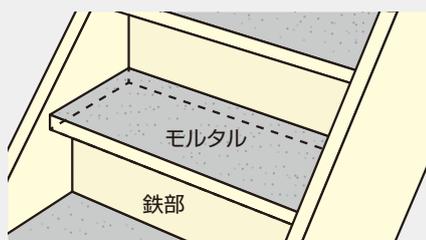
チャンネルシート+ビュージスタステップ VST

#### 【効能】

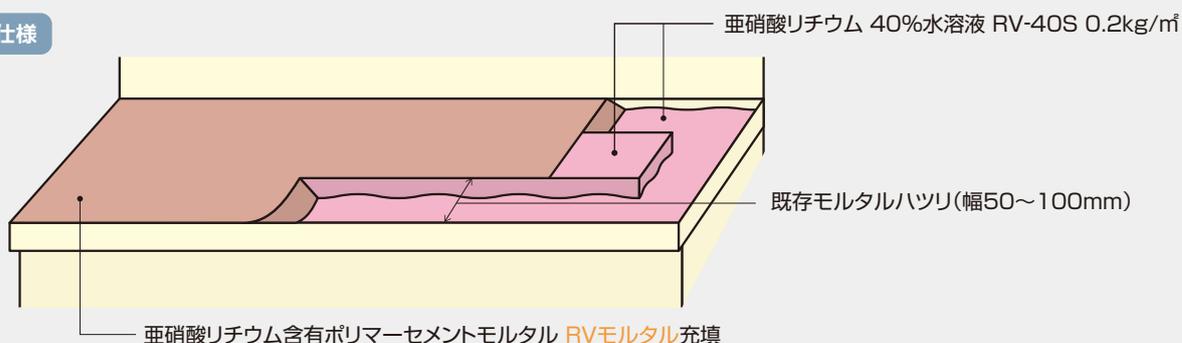
亜硝酸リチウムが隣接している部分のモルタルにも浸透し、亜硝酸がモルタル下面に拡散浸透することで既に錆びている部位でも不動態皮膜を形成、錆の進行を抑制します。



#### ＜イメージ図＞



#### 推奨仕様



#### 工程例

##### RV-40S塗布



##### RVモルタル充填



## Other2 アルミ手摺支柱ベースプレート廻り

### ～先付工法の場合～

先付工法では支柱固定のため、所定の位置のコンクリートを凹にしておき、ベースプレートを埋め込みます。

その後、補強材を溶接固定して、モルタル充填して平滑にしています。モルタル下に水が溜まりやすく、錆の発生が多い部位です。

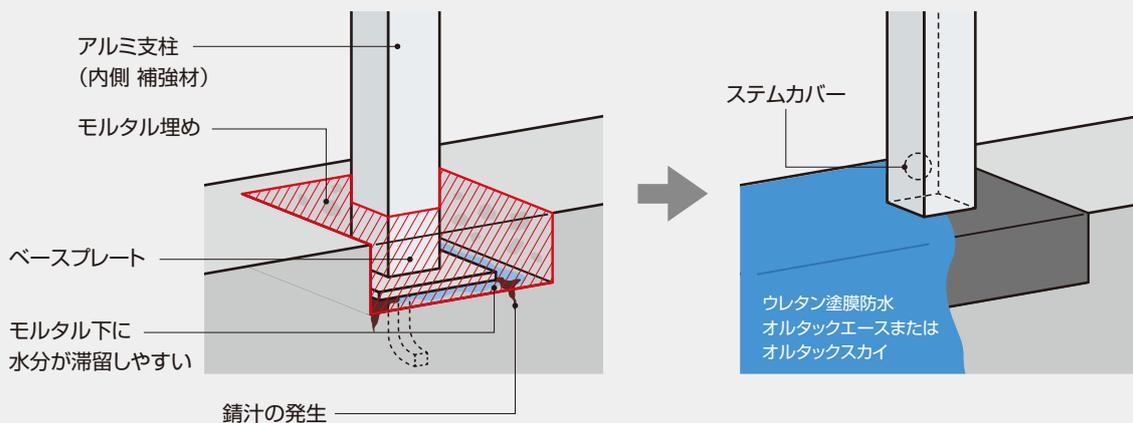
#### 〈推奨仕様〉

通常はステムガード工法(別冊 防水下地処理ガイドブック参照)で支柱内に溜まった水を支柱から排出し、特殊エポキシ樹脂を注入処理します。

ベースプレート廻りの錆がひどい場合は、モルタルハツリ処理+「防錆環境」型防錆工法RV-N-2工法+ウレタン塗膜防水 オルタックエースまたはオルタックスカイ(別冊 オルタックエースまたはオルタックスカイカタログ参照)処理します。



#### 〈イメージ図〉

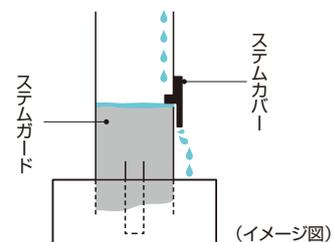


### 【ステムガード工法】

ステムガードは、アルミ手摺支柱部からの雨水浸入を防ぐ充填材です。

経年劣化等により、手摺のすき間から入る水は支持ボルト等の部材周辺から防水層裏にまわってしまうことがあります。ステムガードをフェンス支柱内に充填することで手摺上部のすき間から入る水はステムカバーの切欠きから外に排水されます。

※現場状況により充填度合いが異なります。



穴あけ



ステムガード装填



注入



ステムカバー設置

## I. 亜硝酸リチウムについて

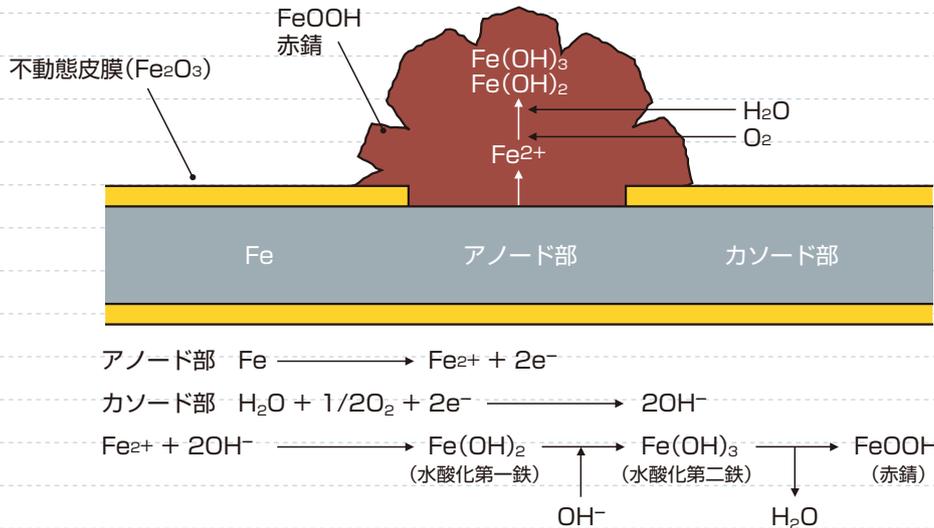
亜硝酸リチウム(LiNO<sub>2</sub>)は、亜硝酸イオン(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)とリチウムイオン(Li<sup>+</sup>)がイオン結合した物質で、水に溶けやすい性質を持っています。亜硝酸イオンは化学反応により鉄筋表面に不動態皮膜を再生する効能を持ち、塩害や中性化など鉄筋腐食環境下の鉄筋補修材料に適しています。

一方、リチウムイオンはコンクリート中の反応性骨材とアルカリ金属の反応によって形成されたアルカリシリカゲルに作用することで、ゲルの膨張を抑制する効能があります。

### I-1 亜硝酸イオンによる「防錆環境」形成 不動態皮膜の再生について

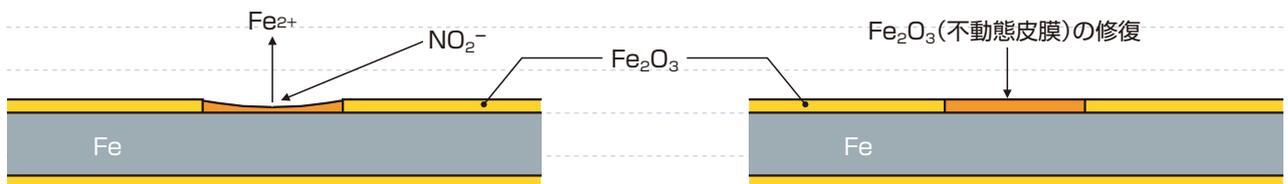
#### ① 鋼材の腐食

中性化や塩害などの影響で鋼材表面の不動態皮膜が破壊され、水分と酸素が作用すると、下図のような仕組みで発錆します。



#### ② 亜硝酸イオンによる不動態皮膜の再生

亜硝酸イオン(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)は、アノード部から溶出される2価鉄イオン(Fe<sup>2+</sup>)とカソード部で生成される水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)と化学反応して、鋼材表面に不動態皮膜を着床、アノード部からのFe<sup>2+</sup>の溶出を防止し、腐食の進行を抑制します。



## 亜硝酸リチウムの防錆性能実験

亜硝酸リチウムの防錆性能を視覚化・比較することを目的に、簡単な実験を行ないました。

**試験内容** 以下の水溶液に鉄棒を浸漬させ、発錆状況(7日間)を観察しました。

供試体	①	②	③
水溶液	水道水	1%食塩水	食塩1%+亜硝酸リチウム1% 水溶液
鉄棒片	無処理	無処理	無処理

## 試験結果

1日目



7日目



7日目を比較すると、1%食塩水のみ鉄棒片発錆状態②と比べ、亜硝酸リチウムを加えた③は明らかに発錆量が抑えられていることが確認できます。

## 【アノードとカソードについて】

金属の腐食反応は電気化学式で表され、+をアノード、-をカソードと呼びます。

アノード反応(陽極反応)とは、反応の前後で鉄(Fe)の原子価が $0 \rightarrow +2$ に増加するので酸化反応となります。

カソード反応(陰極反応)とは、式反応の前後で酸素(OH)の原子価が $0 \rightarrow -2$ 減少するので還元反応となります。

金属の腐食は酸化反応と還元反応が同時に起こることで生じます。

## I-2. 亜硝酸イオンの浸透・作用について

リバンプ各工法の基幹を担うのは、亜硝酸イオンのコンクリートへの浸透力です。

亜硝酸イオンはその浸透力により、断面修復部位のみならずその近傍を「防錆環境」にする効果もあります。

### ① 亜硝酸イオン作用の効果検証

塩化物を含有させて腐食環境となっているモルタルの表面に、亜硝酸イオンを含んだRVモルタル処理を行うことで、モルタル内の鉄筋腐食状況が抑制されるかを検証しました。

**試験内容** A、B、C 3種類の各表面被覆材を施した塩化物含有モルタル中の鉄筋に発生する腐食減量の相違を確認しました。

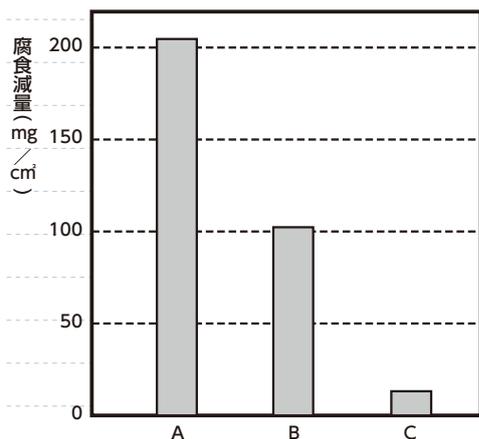
供試体の形状



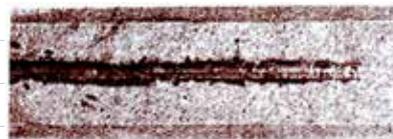
表面被覆材 …… A:被覆無し B:ポリマーセメントモルタル5mm(SBR系) C:RVモルタル5mm

塩化物含有モルタル:NaCl%/モルタル=1.0% (塩化物イオン量として換算して、おおよそ21.8kg/m<sup>3</sup>に相当)

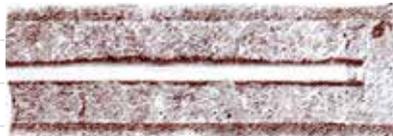
### 試験結果



供試体B ポリマーセメントモルタル



供試体C RVモルタル



AよりBのほうが良い結果が出たのは、ポリマーセメントモルタルで表面被覆することによって、水・酸素が抑制された結果と推測されます。

Cで一番良い結果が出たのはRVモルタル中に含まれる亜硝酸イオンが内部浸透し、鉄筋の不動態皮膜を再生する効果が発揮されたからです。

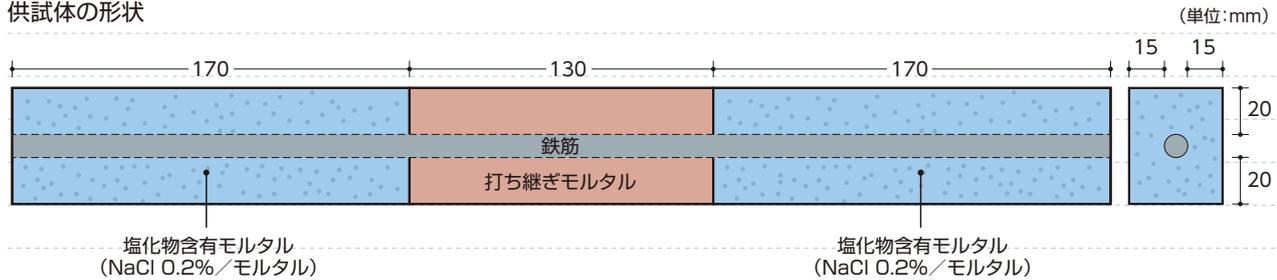
※ (70℃-RH90%以上-48hr/15℃-RH60%-48hr) × 15サイクル後の鉄筋の腐食減量

## ② マクロセル腐食※による再劣化への効果検証

リバンプ断面修復工法が亜硝酸イオンの浸透効果により、断面修復部位の近傍を「防錆環境」にすることを検証しました。

**試験内容** 打ち継ぎモルタルの種類を変えることによって、鉄筋の腐食及びその抑制状況を比較しました。

### 供試体の形状



### 試験結果

	打ち継ぎモルタル	鉄筋の腐食状況			腐食面積率(%)		
		170	130	170	左	中	右
A	塩化物含有モルタル NaCl 0.2%/モルタル				100	81	79
B	ポリマーセメントモルタル				72	13	97
C	RVモルタル				0	0	41

※(70℃-RH90%以上-48hr/15℃-RH60%-48hr)×15サイクル後の鉄筋の腐食状態

一般のポリマーセメントモルタルで打ち継ぎをしている供試体Bでは、ポリマーセメントモルタル部の鉄筋は腐食抑制されているものの、近傍部の鉄筋は腐食したままです。一方RVモルタルで打ち継ぎしている供試体Cでは、近傍部の鉄筋も防錆されていることが確認できます。この効果は、RVモルタルに含有している亜硝酸イオンの浸透力によるものです。

この結果から、リバンプ断面修復工法は、近傍の鉄筋防錆効果によってマクロセル腐食が発生しにくい環境をつくると判断できます。

※局部腐食のことをマクロセル腐食と呼ぶ。これに対し、全面均一腐食をミクロセル腐食と呼ぶ。

# 技術資料

## ③ コンクリート表面からの亜硝酸イオンの浸透力

外来塩分の影響が強いと想定される海岸沿いに実際の鉄筋コンクリート構造体を作製し、長期間暴露。

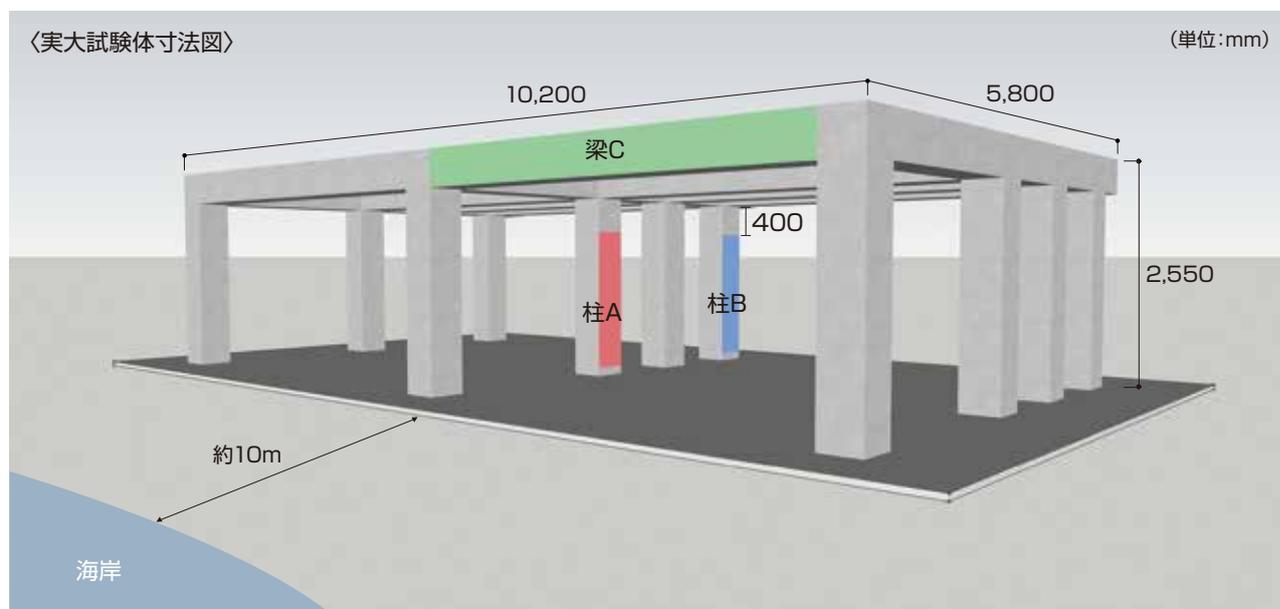
亜硝酸イオンの浸透・拡散性能を検証しました。

### 試験内容

沖縄の辺野喜海岸から約10mの距離に、水セメント比63%コンクリートの実大構造体を作製。柱と梁に表面被覆工法を施工。

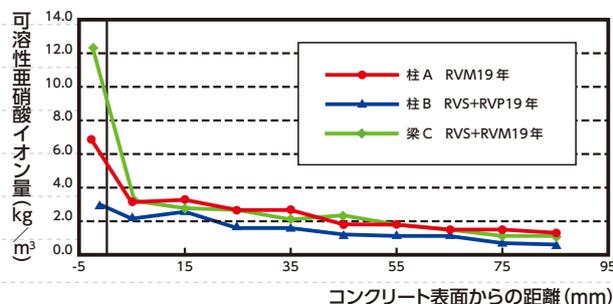
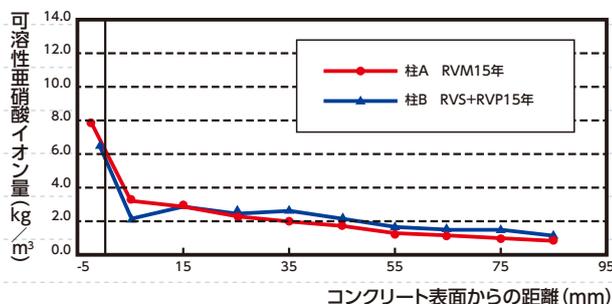
表面被覆工法は、以下の3仕様

- ・柱A：RVM (RVモルタル5mm)
- ・柱B：RVS+RVP (RV-40S 200g/m<sup>2</sup>+RVペースト2mm)
- ・梁C：RVS+RVM (RV-40S 200g/m<sup>2</sup>+RVモルタル5mm)



注：上図と左写真は向きが正反対になっています。

**試験結果** 15年後および、19年後に試験体よりコアを採取し、可溶性亜硝酸イオン量の測定を行いました。



コンクリート表面からの距離と可溶性亜硝酸イオン量

距離(mm)		-2.5	-1.0	5	15	25	35	45	55	65	75	85
可溶性亜硝酸イオン量 (kg/m³)	柱A 15年	7.79		3.22	2.76	2.30	1.96	1.73	1.27	1.08	1.04	0.78
	柱B 15年		6.72	2.05	2.76	2.30	2.53	2.07	1.77	1.50	1.40	1.15
	柱A 19年	6.79		3.17	3.22	2.58	2.62	1.98	1.93	1.54	1.50	1.28
	柱B 19年		3.06	2.28	2.53	1.76	1.68	1.29	1.10	1.12	0.76	0.70
	梁C 19年	12.32		3.50	2.81	2.77	2.14	2.33	1.69	1.50	1.23	1.27

亜硝酸イオンは表面被覆層からコンクリート内部へ良好に浸透しており、施工時に添加した亜硝酸イオン量の80%強が検出されました。

また分析評価の結果、添加した亜硝酸イオンが19年後も保持されていることが確認できました。

**【亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル表面被覆工法における亜硝酸イオン有効浸透率】**

上記実験結果より、亜硝酸リチウムを高濃度に添加したポリマーセメントモルタルを用いた表面被覆工法は、亜硝酸イオンを長期安定的に供給する層となることが確認できます。これは、ポリマーセメントモルタル層から外部への亜硝酸イオンの拡散が小さいことが寄与していると考えられます。

また、実験結果を基に、RVM、RVPのコンクリート内部への亜硝酸イオン浸透量から計算・考察すると、亜硝酸イオン有効浸透率を約70%と設定することが可能です。また、RVM、RVPと併用し用いられる亜硝酸リチウム水溶液(RVS)は、RVM、RVPにより被覆されることで外部への拡散ロスがなくなるため、亜硝酸イオン有効浸透率を100%と設定することが可能です。※

※有効浸透率は、亜硝酸リチウム添加ポリマーセメントモルタルの配合(亜硝酸リチウム含有量、使用するポリマーの種類と含有量など)により、異なってきます。

## Ⅱ. 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルについて

亜硝酸リチウムを高濃度に添加したポリマーセメントモルタルおよびペーストを用いた表面被覆工法は、塩化物イオンの浸透を長期に渡り抑制し、さらに中性化の進行を抑制する効果もあることが明らかになっています。

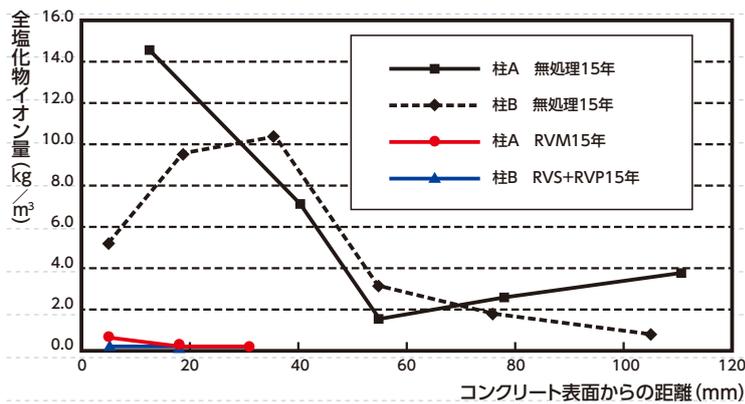
### Ⅱ-1 塩害抑制効果

亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルの長期暴露後の塩化物イオン浸透抑制効果の検証

**試験内容** 長期暴露は前述と同じ実大構造物にて、同方法にて実施し、経年後の状態を確認しました。

#### 試験結果 ① 全塩化物イオン量の測定結果

柱A、Bの表面被覆工法とその上部の無塗布部よりコアを採取し、15年後の全塩化物イオン量を測定しました。



コンクリート表面からの距離と全塩化物イオン量

距離 (mm)		5	13	18	31	35	40	55	76	78	105	111
イオン塩化物量物 (kg/m³)	柱A 無処理15年		14.47				7.09	1.64		2.53		3.92
	柱B 無処理15年	5.18		9.46		10.42		3.15	1.78		0.81	
	柱A RVM15年	0.63		0.18	0.13							
	柱B RVS+RVP15年	0.29		0.12								

無塗布部は飛来する塩化物イオンの浸透と、鉄筋腐食によるクラックの影響を受け、内部まで高濃度の塩化物イオンが浸透していました。

これに対し表面被覆工法 施工部は、コンクリート内部への塩化物イオンの浸透が少なく、飛来する塩化物イオンの浸透が抑制されていることが確認できました。



### 〈塩化物イオン量 簡易測定サービスのご案内〉

亜硝酸リチウム併用表面被覆工法の仕様決定に際しては、被覆対象となる表面～鉄筋位置までのコンクリートの塩化物イオン量を測定する必要があります。弊社では現場で採取した試料提供に対しての、簡易的な塩化物イオン量測定サービスを行なっております。

#### ●試料採取方法

ドリル法では表面～2cm、2～4cm、4～6cmと深度別にドリル粉を採取します。

その際、表層にモルタル層などがある場合は、その部位は除いた部分から深度を設定し、ドリル粉を採取します。

試料は、密閉容器(フィルムケース・ガラス瓶・チャック付ビニール袋など)に入れて、弊社担当者にお渡しください。

#### ●塩化物測定方法

測定装置……CL-1b(理研計器株式会社)

測定方法

- ①採取試料をよく混合・微粉砕し、その中より必要量を容器に入れ、次いで精製水を定められた割合で加え、50℃で転倒震倒し、30分間可溶性塩分を抽出する。
- ②イオン電極はあらかじめ水に浸しておき、標準液を使って調整を行なう。
- ③試料溶液中に電極部を浸し、数値が安定したところの濃度を測定値として採用する。
- ④下式に基づき、測定値よりコンクリート中の塩化物イオン量を計算する。

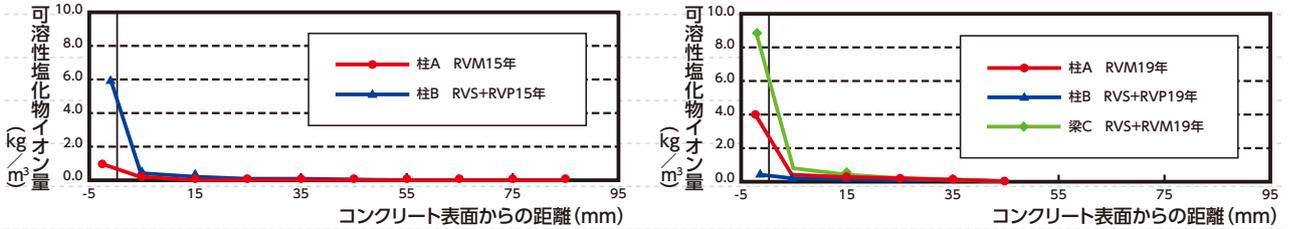
(計算条件:コンクリート中の塩化物イオン量全体の内、55%が可溶性塩分と設定)

測定 (%)	×	(精製水重量 / 試料重量)	=	可溶性塩分 (%)
可溶性塩分 (%)	×	1.81	=	コンクリート中の全塩化物イオン量 (%)
コンクリート中の全塩化物イオン量 (%)	×	2,300 (kg/m <sup>3</sup> )	=	コンクリート中の全塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )
				(コンクリートの単位容積質量を2,300kg/m <sup>3</sup> とする)

※詳細については、弊社担当まで、お問い合わせください。

## 試験結果 ② 可溶性塩化物イオン量の測定結果

15年後および、19年後に表面被覆工法よりコアを採取し、可溶性塩化物イオン量の測定を行いました。



コンクリート表面からの距離と可溶性塩化物イオン量

距離(mm)		-2.5	-1.0	5	15	25	35	45	55	65	75	85
可溶性塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	柱A 15年	0.82		0.18	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
	柱B 15年		6.09	0.23	0.18	0.11	0.09	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03
	柱A 19年	4.12		0.29	0.23	0.16	0.18	0.14				
	柱B 19年		0.56	0.18	0.16	0.16	0.14	0.11				
	梁C 19年	8.93		0.56	0.29	0.23	0.16	0.18				

全塩化物イオン量の結果と同様に表面被覆工法は、可溶性塩化物イオンのコンクリート内部への浸透を抑制しました。

### II-1 まとめ

#### 【拡散係数による評価】

15年後および19年後の可溶性塩化物イオン量を用い、塩化物イオンの拡散方程式により拡散係数を求めてみました。

種類の表面被覆工法の拡散係数は、 $2.0 \times 10^{-3} \sim 8.0 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{年}$ の単位となりました。

一般的なポリマーセメントモルタルの見かけの塩化物イオンの拡散係数は、既存の研究では、ポリマーとして、SBR混入、EVA混入およびPEA混入で、ポリマーセメント比10、20%の結果として、 $0.76 \sim 2.02 \text{cm}^2/\text{年}$ との報告)があります。

また、アクリル系ポリマーセメントを使用した補修用ポリマーセメントモルタルで、見かけの可溶性塩化物イオンの拡散係数として、 $0.4 \text{cm}^2/\text{年}$ との報告)もあります。

それに対し、亜硝酸リチウムを添加した表面被覆工法は、大幅に拡散係数が低く、塩化物イオンの浸透抑制性能が優れています。このように、亜硝酸リチウムを高濃度に添加したポリマーセメントモルタルおよびペーストの表面被覆工法は、塩化物イオンの浸透を長期に渡り、効果的に抑制します。

## II-2 中性化抑制効果

リバンプ表面被覆工法(亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル)がどれくらいの期間、効果を発揮するのかを検証しました。

### 試験内容

実大構造物と同じコンクリートを使用し、同じ場所で同じ期間曝露した小型試験体を用いて、曝露後の中性化進行抑制効果を確認しました。

19年間沖縄の海岸沿いに曝露した小型試験体より試験片を切出し、20℃、60%RH、CO<sub>2</sub>濃度は5%の条件で、各種表面被覆工法の性能比較を行いました。

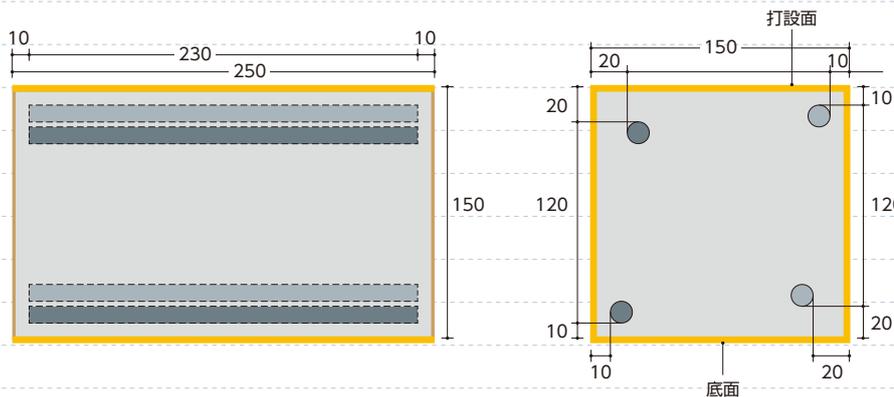
試験体は、下表の6通りを用いました。

### 試験体の記号と仕様

試験体記号	仕様
無処理	無処理
RVM	亜硝酸リチウム添加ポリマーセメントモルタル 5mm
RVS+RVP	亜硝酸リチウム 40%水溶液 200g/m <sup>2</sup> + 亜硝酸リチウム添加ポリマーセメントペースト 2mm
RVS+RVM	亜硝酸リチウム 40%水溶液 200g/m <sup>2</sup> + 亜硝酸リチウム添加ポリマーセメントモルタル 5mm
複層水系	複層仕上塗材(水系上塗材)
複層溶剤系	複層仕上塗材(溶剤系上塗材)



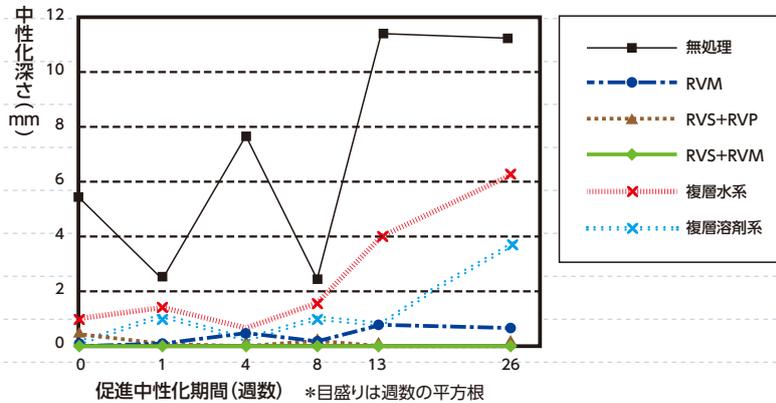
### 〈小型試験体寸法図〉



- 施工部位
- エポキシ樹脂

# 技術資料

**試験結果** 各工法の促進中性化試験結果を示します。



19年曝露後の中性化深さ

中性化深さ(mm)	平均値
無処理 19年	5.5
小型a RVM 19年	0.1
小型b RVS+RVP 19年	0.4
小型c RVS+RVM 19年	0.0

表面被覆工法は、曝露19年経過後もその後の中性化進行抑制効果を有していました。RVS+RVPおよびRVS+RVMは、促進中性化試験で、26週の経過後も中性化の進行は認められず、良好な中性化進行抑制効果を示しました。複層水系および複層溶剤系は、促進期間が進むにつれ中性化深さが進行しました。促進試験で中性化深さが進行した無処理、RVM、複層水系、複層溶剤系について、中性化速度式  $X=A\sqrt{t}-B$  ( $X$ : 曝露後に進行した中性化深さ、 $t$ : 曝露後の促進中性化期間、 $A$ : 中性化速度係数、 $B$ : 沖縄曝露19年間に進行した中性化深さ) で解析しました。

中性化速度式および中性化が進行するまでの期間

試験体記号	中性化速度式	中性化が進行するまでの期間
無処理	$X=1.46\sqrt{t}+3.26$	—
RVM	$X=0.17\sqrt{t}-0.09$	0.28週
RVS+RVP	—	26週以上
RVS+RVM	—	26週以上
複層水系	$X=0.74\sqrt{t}+1.00$	—
複層溶剤系	$X=0.47\sqrt{t}+0.20$	—

## II-2 まとめ

RVMは、19年曝露後の促進中性化試験において、0.28週間後に中性化の進行が始まりました。

RVMも含め表面被覆工法は、沖縄の海岸沿いでの19年間の曝露では中性化の進行は起きませんでした。RVMの中性化速度係数は0.17であり、無処理の中性化速度係数の約1/9となりました。複層水系の中性化速度係数は0.74、複層溶剤系は0.47となりました。上記試験結果より、複層仕上材に比べ表面被覆工法の優れた中性化抑制効果が確認できました。

このように、亜硝酸リチウムを添加したポリマーセメントモルタルおよびペーストの表面被覆工法は、長年に渡り、中性化を効果的に抑制します。

## 【総まとめ】

亜硝酸リチウムを高濃度に添加したポリマーセメントモルタル(RVモルタル、RVペースト)は、塩化物イオンの浸透ならびに中性化進行に対し、優れた抑制効果を発揮します。

塩化物イオンの浸透を抑制する性能は、亜硝酸リチウム添加モルタル層が塩化物イオン水溶液としてコンクリート内部に浸透するのを遮断(拡散係数が小さい)することで発揮されます。

一方、中性化進行を抑制する性能は、亜硝酸リチウム添加モルタル層が中性化の原因となる二酸化炭素をコンクリート内部に侵入しにくくすることで発揮されると考えられています。

既存の研究において、亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルの中性化進行抑制の機構は、以下のように推察されています。

1. 亜硝酸リチウムの持つ保水性により、モルタル内の微細な空隙が水で満たされる。
2. 亜硝酸リチウムを含有させることによって、モルタル内の細孔平均径が小さくなる。
3. 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルの含水率が高いため、コンクリートの乾燥が遅くなる。

## 〈技術資料 参考文献〉

- 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修(2013)『公共建築改修工事標準仕様書(建築工事編)平成25年版』建築保全センター。
- 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修(2013)『建築改修工事監理指針(建築工事編)平成25年版(上巻)』建築保全センター。
- セメント協会編(2011)『すぐに役立つセメント系補修・補強材料の基礎知識[第2版]』セメント協会。
- 土木学会編(2013)『2012年制定 コンクリート標準示方書[設計編]』土木学会。
- 土木学会編(2013)『2012年制定 コンクリート標準示方書[施工編]』土木学会。
- 土木学会編(2013)『2013年制定 コンクリート標準示方書[維持管理編]』土木学会。
- 日本建築学会編(2015)『JASS5 鉄筋コンクリート工事2015』(建築工事標準仕様書・同解説)日本建築学会。
- 日本建築学会編(2010)『鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説』日本建築学会。
- 福田杉夫、樹田佳寛、鹿毛忠継、亀井雅弘(1997)『中性化した鉄筋コンクリートの補修工法に関する研究』、コンクリート工学年次論文集、Vol.19、No.1、pp.1153~1158。
- 福田杉夫、樹田佳寛、鹿毛忠継(2011)『亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルの塩害抑制効果に関する長期曝露試験』、日本建築学会技術報告集、第17巻、第35号、pp.27~30。
- 福田杉夫、樹田佳寛(2013)『亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルの塩害抑制効果に関する研究』、日本建築学会構造系論文集、第78巻、第684号、pp.251~259。
- 堀孝廣、山崎聡、樹田佳寛(1994)『防錆モルタルに関する研究』、コンクリート工学論文集、第5巻、第1号、pp.89~97。
- 堀孝廣、北川明雄、中村裕二:亜硝酸塩含有モルタルの中性化抑制効果、セメント・コンクリート論文集、NO.45、pp.550~555、1991
- 福田杉夫、樹田佳寛:亜硝酸リチウム含有モルタルの中性化抑制に関する研究、日本建築学会学術講演概要集、pp.1319~1320、2014.9

# 施工手順

## リバンプ表面被覆工法(RV-01~03工法)

### ①下地処理・清掃

コンクリート表面の塗膜・モルタルを電動工具又は超高压水洗浄等を用いて、撤去・ケレン清掃を行ないます。  
また、脆弱部を撤去します。

### ②ひび割れ処理

ひび割れ幅に応じ、適切に処理します。

### ③コンクリート劣化部(鉄筋腐食部)処理

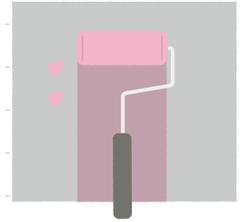
鉄筋腐食膨張により、浮き・剥離が生じている部位は、RV-D-1工法で処理します。

### ④亜硝酸リチウム水溶液(RV水溶液)の塗布

施工面の乾燥を確認した上で、ハケ・ローラー等を用いて、RV水溶液を原液のまま所定量塗布します。

※1回の塗布量は、0.2kg/m<sup>2</sup>までとし、塗り重ねる場合は指触乾燥後に塗り重ねます。

※1日の塗布量は、0.35kg/m<sup>2</sup>までとします。



### ⑤亜硝酸リチウム含有ポリマーセメント材の塗布(RVペースト/RVモルタル)

RV水溶液塗布後、原則3時間以上のオープンタイムをとり、指触乾燥を確認した上で、セメント材の塗布を行ないます。

金ゴテ等を用いて塗工し、平滑仕上とします。

※次工程までのオープンタイムを必ず取ってください。

塗布厚2mm以下:36時間 2mm~5mm:48時間(10℃以上)

### ⑥プライマー処理(RV-〇〇-1工法は除く)

施工面の乾燥を確認した上で、ハケ・ローラー等を用いて、プライマーを0.2kg/m<sup>2</sup>塗布します。

### ⑦仕上材の施工

施工面の乾燥を確認した上で、仕上材の施工を行ないます。

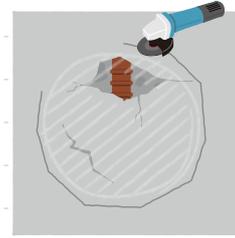
#### ○パラペットアゴ裏施工の場合

1. 下地にプライマーや塗料がはみ出したものが付着していることがありますので、その際はケレン処理をお願いします。
2. 立上り高さ、パラペット形状によっては施工が難しい場合があります。
3. 工事期間中に仕上り面に直火が当たると、亜硝酸成分の喪失、モルタルの剥離が発生する可能性があります。  
トーチ工法など直火を用いる防水改修を予定している際は、工程の調整をお願いします。

## リバンプ断面修復工法(RV-D工法)

### ①不良部の決定・カッター入れ

目視・打検等により、不良部を確認、ハツリ範囲を決定してマーキングを行ないます。  
ハツリ範囲の周囲に沿って、深さ10mm程度カッター入れを行ないます。



### ②ハツリ出し

電動ピック、ウォータージェット等を用いて、不良部のハツリ除去を行ないます。  
剥落部のみではなく、脆弱部も完全に除去します。  
発錆が生じている深さまでハツリ除去を行ないます※。

### ③錆落とし・清掃

ワイヤーブラシ・電動工具等を用いて、鉄筋の浮き錆を除去します。  
錆落とし後、高圧水洗等で下地清掃を行ないます。

### ④亜硝酸リチウムSBRエマルジョン(RV混和剤)の塗布

施工面の乾燥を確認した上で、ハケ等を用いて、ハツリ面にRV混和剤2倍希釈液を所定量塗布します。

### ⑤鉄筋 防錆ペーストの塗布

RV混和剤ならびに鉄筋が乾燥していることを確認した上で、防錆ペーストを鉄筋にハケ塗りします。  
その際、異形鉄筋の凹凸をつぶさないように注意します。



### ⑥埋め戻し処理

防錆ペースト塗布後、未硬化のうちに、金ゴテ等を用いてRVモルタル断面をハツリ面に埋め戻し、平滑に仕上げます。  
必要に応じて、ステンレスアンカーピンやステンレスワイヤーで補強します。

### ⑦プライマー処理(RV-〇〇-1工法は除く)

オープンタイムを48時間以上(10℃以上)取り、施工面の乾燥を確認した上で、ハケ・ローラー等を用いて、プライマーを0.2kg/m<sup>2</sup>塗布します。

※亜硝酸イオンの浸透効果がありますので、浮き錆がなければ必ずしも鉄筋の裏側までハツリを入れる必要はありません。

# 材料紹介

## RV-25S/RV-40S

F☆☆☆☆



特許製法により製造された亜硝酸リチウムの高濃度水溶液です。  
 亜硝酸リチウムは40%が水溶限界濃度となっており、必要量に応じて25%水溶液(RV-25S)と40%水溶液(RV-40S)を使い分けます。

RV-25S 20kg/缶、4kg/缶  
 RV-40S 20kg/缶

## RV混和剤

F☆☆☆☆



特殊ゴムラテックス(SBR)に亜硝酸リチウムを高濃度に添加したエマルジョンです。(亜硝酸リチウム16% SBR16%含有)RVパウダー類と混練し、亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントペースト/モルタルを作ります。また、2倍希釈してRVモルタル断面のプライマーとしても用います。

20kg/缶、1kg/缶

## RVパウダー類

RVパウダー-N  
薄塗用



F☆☆☆☆

RVパウダー-N  
厚塗用



F☆☆☆☆

RVパウダー  
断面S



F☆☆☆☆

RVパウダー類は、リパンプ工法用にマッチするよう設計された特殊プレミックスパウダーです。  
 薄塗用、厚塗用、断面の3種類があり、用途に合わせて使い分けれます。

RVペースト用  
防錆ペースト用  
20kg/袋

RVモルタル用  
20kg/袋

RVモルタル断面用  
20kg/袋

## RVエポキシプライマー

F☆☆☆☆



RVモルタル類の上にウレタン系の材料を施工する際に用いるプライマー。

標準塗布量 0.2kg/m<sup>2</sup>  
 15kg/セット(A剤:12kg、B剤:3kg)  
 ※受注生産品:納期約1週間

## RVハイレンプライマー

F☆☆☆☆



RVモルタル類の上に塗装材料を施工する際に用いるプライマー。

標準塗布量 0.2kg/m<sup>2</sup>  
 9kg/セット(A液:4kg、B液:1kg、C液:4kg)  
 ※受注生産品:納期約1週間

## ステムガードセット(黒色・銀色)

F☆☆☆☆



アルミ手摺の支柱から浸入する雨水対策として用いる「ステムガード工法」用材料です。  
 既に溜まっている雨水を専用充填剤を注入することで、支柱内から追い出し、専用カバーとの組み合わせで新たな雨水の浸入を抑制します。  
 ※詳細は別冊「防水下地処理ガイドブック」をご参照ください。

# RVモルタル類

## 防錆ペースト・RVペースト・RVモルタル・RVモルタル断面

### －亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントペースト／モルタル－

RVモルタル類は、「RV混和剤」と「RVパウダー類」を混練して使用する、化学機能を持ったポリマーセメントペースト／モルタルです。

### 主な機能

「防錆環境」形成	中性化抑制	塩害抑制
既に鋼材腐食が始まってしまっても、鋼材周りに亜硝酸イオン高濃度環境を形成することで、不動態皮膜の再生できる環境を長期に渡り維持します。	亜硝酸リチウム含有により、 1 モルタル内の微細な空隙が水で満たされる 2 モルタル内の細孔の平均径が小さくなる 3 含水率が高くなり湿潤環境になることで高い炭酸ガス透過抵抗性を持った層を形成します。	亜硝酸リチウム含有により、塩化物イオンの拡散係数はコンクリートの場合の0.15～0.6%という極めて小さい数値となり、塩分浸透を抑制する層を形成します。

### 用途・配合表

名称	防錆ペースト	RVペースト	RVモルタル	RVモルタル断面
用途	鋼材廻りハケ塗り用	1～2mm/回 塗布用	2～6mm/回 塗布用・埋戻し用	厚付埋戻し用
適用工法	RV-D	RV-01・RV-02	RV-03・RV-N	RV-D
配合	RVパウダーN薄塗用:RV混和剤 =20:7	RVパウダーN薄塗用:RV混和剤 =20:6	RVパウダーN厚塗用:RV混和剤 =20:4	RVパウダー断面S:RV-25S:水 =20: 1.0 :2.3～2.8 RVパウダー断面S:RV-40S:水 =20: 0.6 :2.7～3.2
比重	2.0	2.0	2.0	2.0

### 材料積算表

		面積(m <sup>2</sup> )	×厚み(mm)	×硬化物比重	×配合比	÷全体量	÷荷姿(kg)	=必要数(梱包)
防錆ペースト	RVパウダーN 薄塗用		×	×2.0	×20	÷27	÷20	= 袋
	RV混和剤		×		×7	÷27	÷20	= 缶
RVペースト	RVパウダーN 薄塗用		×	×2.0	×20	÷26	÷20	= 袋
	RV混和剤		×		×6	÷26	÷20	= 缶
RVモルタル	RVパウダーN 厚塗用		×	×2.0	×20	÷24	÷20	= 袋
	RV混和剤		×		×4	÷24	÷20	= 缶
RVモルタル断面(RV-25S)	RVパウダー断面S		×	×2.0	×20	÷23.3	÷20	= 袋
	RV-25S		×		×1.0	÷23.3	÷20	= 缶
	水		×		×2.3～2.8	÷23.3	—	= ℓ
RVモルタル断面(RV-40S)	RVパウダー断面S		×	×2.0	×20	÷23.3	÷20	= 袋
	RV-40S		×		×0.6	÷23.3	÷20	= 缶
	水		×		×2.7～3.2	÷23.3	—	= ℓ

### 試験表

項目	材齢	RVペースト	RVモルタル	RVモルタル断面※	備考
硬化体密度(g/cm <sup>3</sup> )		2.0	2.0	2.0	4×4×16cm供試体を容積256で除した値
フロー(mm)		—	—	160	JIS A 1171:2000に準拠
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	28日	30.6	26.4	49.8	JIS A 1171:2000に準拠 試験条件:標準配合,20°C±2°C封緘養生
曲げ強度(N/mm <sup>2</sup> )	28日	6.7	6.0	9.8	
付着強さ(N/mm <sup>2</sup> )		3.0	2.0	2.7	
長さ変化率(%)		-0.11	-0.07	-0.12	

※RVパウダー断面S 20kg、RV-25S 1.0kg、水 2.5kg 配合時

# 施工者の皆様へ

## 材料取扱い上の注意点

- 絶対に飲用しないでください。また、**誤飲のおそれがある容器(ペットボトル、ビンなど)での保管や輸送は厳禁**です。  
子供や関係者以外の手の届かないところで保管し、余った製品は必ず持ち帰ってください。
- 皮膚に付着するとかぶれる場合がありますので、取り扱いについては、適切な保護具(保護メガネ、ゴム手袋、その他皮膚に付着しにくい作業着等)を着用してください。
- RV水溶液単体でのスプレー塗装・噴霧は行わないでください。(吸い込むと危険です)
- 工法外の製品(補修材)とリバンプ工法材料は混ぜないでください。  
特に酸性物質と亜硝酸リチウム含有材料を接触させると、**NOxガスを発生しますので、絶対に混合・接触させない**でください。
- RV水溶液、RV混和剤が直接、草木にかかると枯れる場合がありますので、十分な養生を行ってください。
- 廃棄処分する場合は都道府県知事の承認を受けた廃棄物処理業者に処理を委託してください(河川や地面等に廃棄しないでください)。
- その他SDS(安全データシート)に記載の内容を遵守願います。

### F☆☆☆☆ 登録製品について

ホルムアルデヒド放散等級自主表示制度に基づき、日本建築仕上材工業会(NSK)および日本ウレタン建材工業会(NUK)にてF☆☆☆☆マーク表示品として登録されています。(2015年11月現在)

登録製品の施工に際しては、建築基準法に定められるホルムアルデヒドに関する内装仕上制限を受けることなく、**室内でも使用が可能です**。

## 〈大規模修繕工事以外でも、今、コンクリートの長寿命化技術が求められています〉

### 老朽化した建物を再生して再活用

老朽化によって、現在の生活スタイルに合わなくなり、陳腐化してしまった建物をスケルトン改修(コンクリート躯体のみ残して、内外装・設備を更新する手法)することで、建替えよりも安いコストで再生する動きが活発になってきています。

### 歴史的建築物の保存

日本でコンクリートが本格的に使われるようになったのは明治以降。

もうすぐ築100年になるとうとするRC建築物も現れてきており、歴史的文化財として保存の必要性が高まってきています。RC建築物を高いレベルで長寿命化するためには、特に以下が重要なポイントとなります。

#### 1 耐震性能

地震に対する安全性を確保 → 耐震診断と耐震改修工事

#### 2 耐久性能

コンクリート・鉄筋の材料としての耐久性を確保

#### 調査

・鉄筋かぶり厚さ ・鉄筋腐食度 ・圧縮強度 ・中性化深さ ・塩化物イオン量

#### 現状態での耐久性を推定

#### 内外躯体補修工事

外部:基本的に全て仕上材を撤去して、躯体補修

内部:全て設備・内装を撤去して、躯体補修

内部は外部よりも中性化が進行しやすい ⇒ 必要な耐久性能まで、性能を向上

※リバンプ工法は、F☆☆☆☆を取得していますので、内部でもご活用できます。詳細については、弊社担当までお問合せください。

躯体補修から仕上げまでのトータルシステムを実現！

躯体補修

# リバンプ工法

+

保護塗料

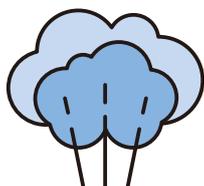
# リバンプコート

リバンプ工法の特長である、亜硝酸リチウムによる有効な躯体補修に加え、意匠性と機能性を兼ね備えた仕上げ保護塗装までをラインナップしました。

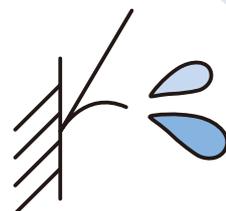
「水」を考慮した保護塗料コンセプト



防水性



透湿性



撥水性

状態に応じた補修工法として活用できる  
中性化・塩害化学療法「リバンプ工法」

+

長寿命化へ寄与する

**躯体保護塗料「リバンプコート」**

リバンプコートは、鉄筋腐食の原因となる「水」を考慮した保護塗料シリーズです。外部からの水分を遮断する「防水性」や「撥水性」、躯体中の水分を外部に排出させる「透湿性」など、建物の部位や状況に適した機能を選択・使用することにより、建物の長寿命化を可能とします。



仕上がりイメージ



北海道防水改修事業センター  
東北防水改修工事協同組合  
関東防水管理事業協同組合  
東海防水改修工事協同組合  
北陸防水改修事業センター  
関西防水管理事業協同組合  
中国防水改修事業センター  
九州防水改修工事協同組合

田島ルーフィング株式会社  
https://www.tajima.jp

東京支店  
〒101-8579 千代田区外神田4-14-1  
TEL 03-6837-8888

大阪支店  
〒550-0003 大阪市西区京町堀1-10-5  
TEL 06-6443-0431

札幌営業所  
〒060-0042 札幌市中央区大通西6-2-6  
TEL 011-221-4014

仙台営業所  
〒980-0021 仙台市青葉区中央1-6-35  
TEL 022-261-3628

北関東営業所  
〒330-0801 さいたま市大宮区土手町1-49-8  
TEL 048-641-5590

千葉営業所  
〒260-0032 千葉市中央区登戸1-26-1  
TEL 043-244-3711

横浜営業所  
〒231-0012 横浜市中区相生町6-113  
TEL 045-651-5245

多摩営業所  
〒190-0022 立川市錦町1-12-20  
TEL 042-503-9111

金沢営業所  
〒920-0025 金沢市駅西本町1-14-29  
TEL 076-233-1030

名古屋営業所  
〒460-0008 名古屋市中区栄1-9-16  
TEL 052-220-0933

広島営業所  
〒730-0029 広島市中区三川町2-10  
TEL 082-545-7866

福岡営業所  
〒810-0041 福岡市中央区大名2-4-35  
TEL 092-724-8111

カタログ掲載上のおことわり

- ・印刷の色味は現物と異なる場合があります。
- ・各材料の寸法と重量は実際の製品と若干異なる場合があります。
- ・各仕様ページの工程図は、工程を分かりやすく示すことを目的としたイメージ図です。下地や材料の形状・寸法・色は実際と異なります。