

主催：一般社団法人 コンクリートメンテナンス協会
コンクリート構造物の補修・補強に関するフォーラム2022
～コンクリート構造物の健康寿命の延ばし、脱炭素社会を目指す～

亜硝酸リチウムによる補修設計 および施工指針(改訂版)の概説

十河 茂幸

近未来コンクリート研究会 代表

一般社団法人コンクリートメンテナンス協会 顧問

工学博士 コンクリート診断士

亜硝酸リチウムを用いた 補修の設計・施工指針(改訂版)

- 亜硝酸リチウムを用いた補修の設計・施工の方法の提案
- 劣化レベルに応じた適切な亜硝酸リチウムの適量の選定方法
- 劣化状況に応じた各種の補修工法の提案



大きな変更はないが・・・改善しました。

設計・施工指針の作成へのご協力に謝意

- 亜硝酸リチウムの活用が本格化
- 頼りになる指針の作成が必要では？ との声
- そこで、編集委員会を結成
 - 委員長、幹事長、幹事団、編集委員が立案
- アドバイスを求めて
 - 宮川豊章先生、ほか多くの先生方のご指導を頂き、感謝しかありません。
- 完成は、2020年4月(案)、2022年4月改訂版を作成
さらに、試行錯誤しながら充実を図る予定です。

改訂した内容

- **亜硝酸リチウム水溶液の1種類にした。**
理由：粘度の違いは小さく、浸透性を優先
- **断面修復工法を見直した。**
理由：合理的な断面修復工法に変更

指針の概要について

- **亜硝酸リチウムの効能と品質**
- **鉄筋の腐食・ASRによる劣化の補修方法**
- **劣化因子の量に対応した補修設計方法**
- **劣化程度に応じた各種工法の紹介**

共通編 と 工法別マニュアル編

共通編の内容

1章 総則

本指針(案)の構成、全章を通じた用語の定義など

2章 亜硝酸リチウムの特性

亜硝酸リチウムの基本情報、劣化抑制メカニズム、品質規格等

3章 亜硝酸リチウムを用いた補修工法選定の考え方

塩害、中性化による鉄筋腐食抑制に着目した補修工法選定

アルカリシリカゲル膨張抑制に着目したASR補修工法選定

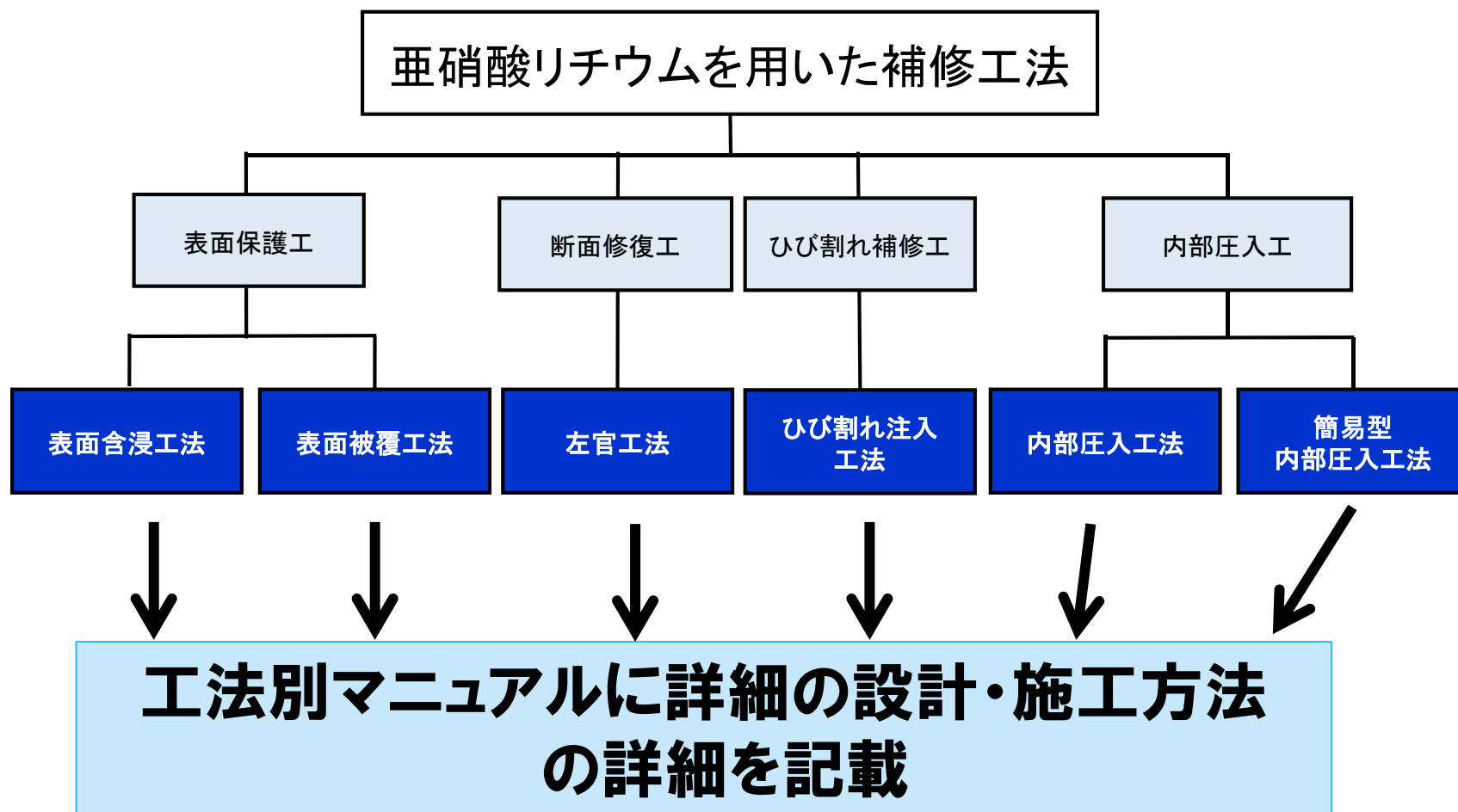
補修工法選定の考え方のフロー

劣化過程と適用可能な補修工法との関係

工法別マニュアルの内容

1. 亜硝酸リチウム併用型**表面含浸工法**の設計・施工
総則、使用材料、設計、施工、施工管理基準 ⇒ P.49
2. 亜硝酸リチウム併用型**表面被覆工法**の設計・施工
総則、使用材料、設計、施工、施工管理基準 ⇒ P.67
3. 亜硝酸リチウム併用型**断面修復工法**の設計・施工
総則、使用材料、設計、施工、施工管理基準 ⇒ P.88
4. 亜硝酸リチウム併用型**ひび割れ注入工法**の設計・施工
総則、使用材料、設計、施工、施工管理基準 ⇒ P.113
5. 亜硝酸リチウム**内部圧入工法**の設計・施工
総則、使用材料、設計、施工、施工管理基準 ⇒ P.129
6. **簡易型**亜硝酸リチウム**内部圧入工法**の設計・施工
総則、使用材料、設計、施工、施工管理基準 ⇒ P.163

亜硝酸リチウムを用いた補修工法(共通編 1章)



亜硝酸リチウムの効能と品質（共通編2章）

詳細は、
9頁参照

□ 亜硝酸リチウムの効能

亜硝酸イオン $[\text{NO}_2^-]$ による鉄筋防食
リチウムイオン $[\text{Li}^+]$ によるアルカリシリカ反応
に伴うひび割れ抑制

□ 亜硝酸リチウムの品質

亜硝酸リチウムの高濃度(40%)の水溶液
劣化の程度に応じた必要量の設定
安全性は安全データシート(SDS)に従う。

亜硝酸リチウム(LiNO_2) の特性

亜硝酸イオンとリチウムイオンがイオン結合した化合物



亜硝酸リチウム
水溶液は、浸透
性の高い1種と
しました。

亜硝酸リチウムの外観

濃度が40%(質量%)の水溶液として製品化

亜硝酸リチウム水溶液の品質と用途

外観と濃度 ⇒

成分	亜硝酸リチウム
有効成分量（濃度）	40±1%
外観	黄色透明 

品質 ⇒

項目	規格値
密度	1.25±0.05 g/cm ³
pH	9.0±1.0
粘度	20mPa・s以下

用途：表面含浸工法、表面塗布工法、断面修復工法
ひび割れ注入工法
内部圧入工法、簡易型内部圧入工法

亜硝酸リチウム(LiNO_2)の効能

亜硝酸イオン



不動態皮膜の再生により
鉄筋腐食を抑制



塩害・中性化 対策

リチウムイオン



アルカリシリカゲルを
非膨張化



ASR 対策

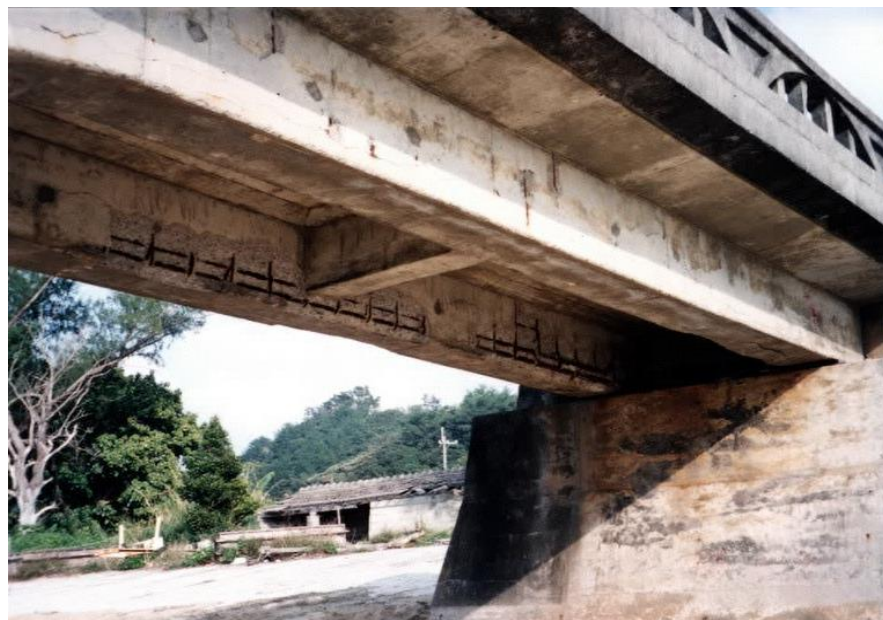
鉄筋の防食とASRの非膨張化の両方に効く材料

詳細は、
10頁参照

塩化物イオンによる鉄筋の腐食抑制対策

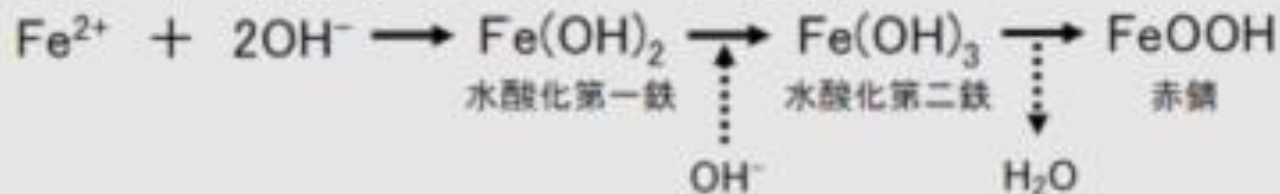
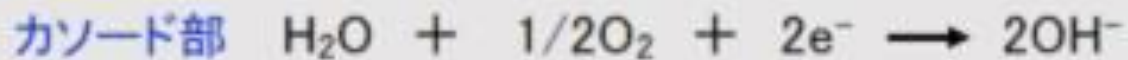
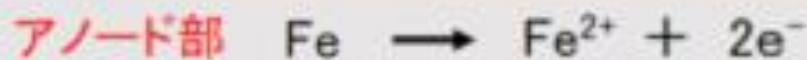
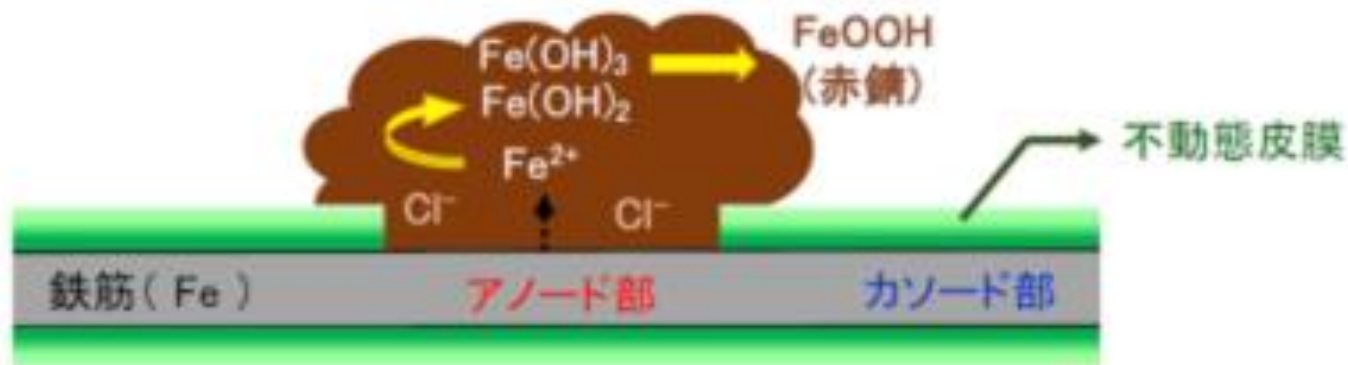


供用制限された橋梁



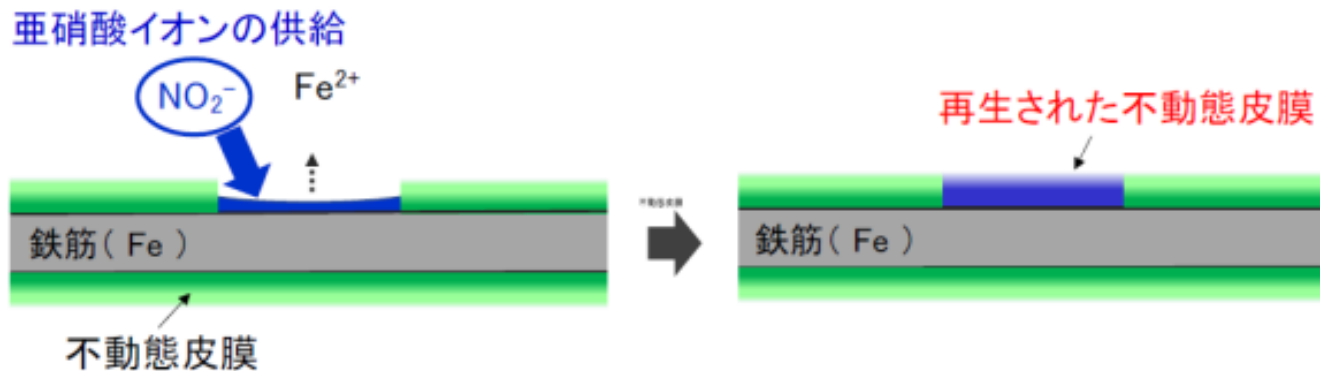
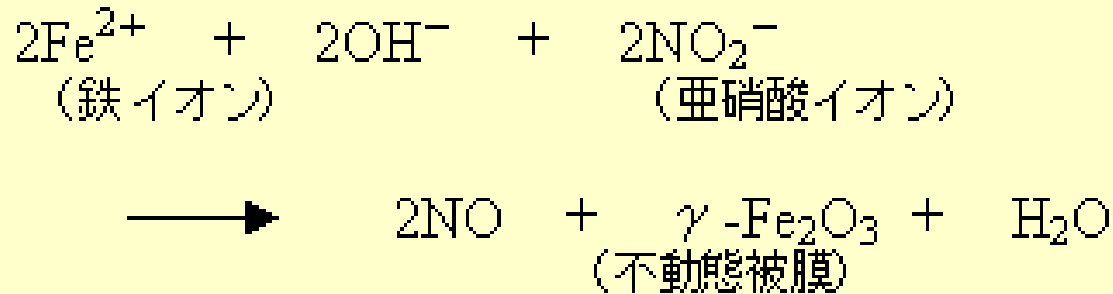
こうなる前に補修を！

コンクリート中における鉄筋の腐食の概念



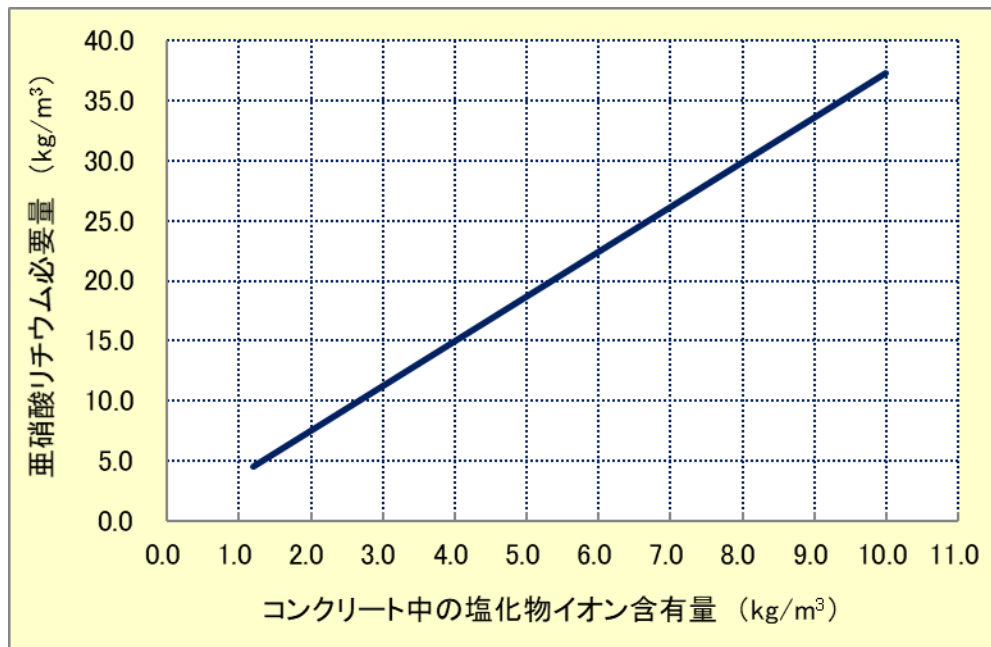
塩化物イオンの浸透により不動態皮膜が破壊され、鉄イオンが酸化して腐食が進展。

亜硝酸リチウムによる鉄筋の防食効果



鉄イオンに亜硝酸リチウムが存在すると、破壊された不動態皮膜が再生される。

どの程度の量の亜硝酸リチウムが必要？



コンクリート中の塩化物イオン量に対する
亜硝酸リチウムの必要量は、
 $[\text{NO}_2^-]/[\text{Cl}^-]$ モル比=1.0

計算例 塩化物イオン量 $2.0\text{kg}/\text{m}^3$ の場合

詳細は、
13頁参照

1) 算出に使用する原子量、式量は以下の通り

Clの原子量:35.5

LiNO_2 の式量:52.9 (Li=6.94、 $\text{NO}_2=46.0$)

2) コンクリート中の塩化物イオン(Cl^-)モル数を k_1 とすると、式2-1より、

$$k_1 = 2.00 / 35.5 = 0.0563$$

3) 必要となる亜硝酸イオン(NO_2^-)のモル数を k_2 、必要量を x_1 とすると、

$$k_2 = x_1 / 46.0$$

ここで、 $[\text{NO}_2^-]/[\text{Cl}^-]$ モル比を1.0とするため、 $k_2 = k_1 = 0.0563$ となり、

$$0.0563 = x_1 / 46.0$$

$x_1 = 2.59 \dots$ 亜硝酸イオンの必要量

4) 亜硝酸リチウム(LiNO_2)の必要量 x_2 に換算すると、

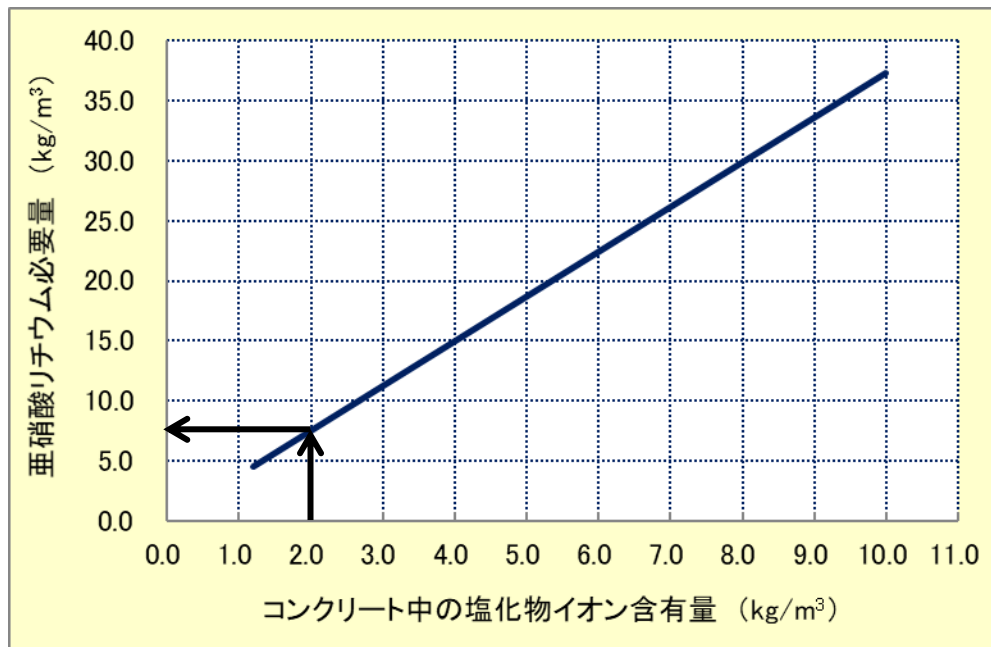
$$x_2 = 2.59 \times 52.9 / 46.0 = 2.98 \dots$$
 亜硝酸リチウムの必要量

5) 亜硝酸リチウム40%水溶液の必要量 x_3 に換算すると、

$$x_3 = 2.98 / 0.40 = 7.45 \dots$$
 亜硝酸リチウム水溶液の必要量

⇒ 亜硝酸リチウム40%水溶液の必要量は、 $7.45\text{kg}/\text{m}^3$

どの程度の量の亜硝酸リチウムが必要？

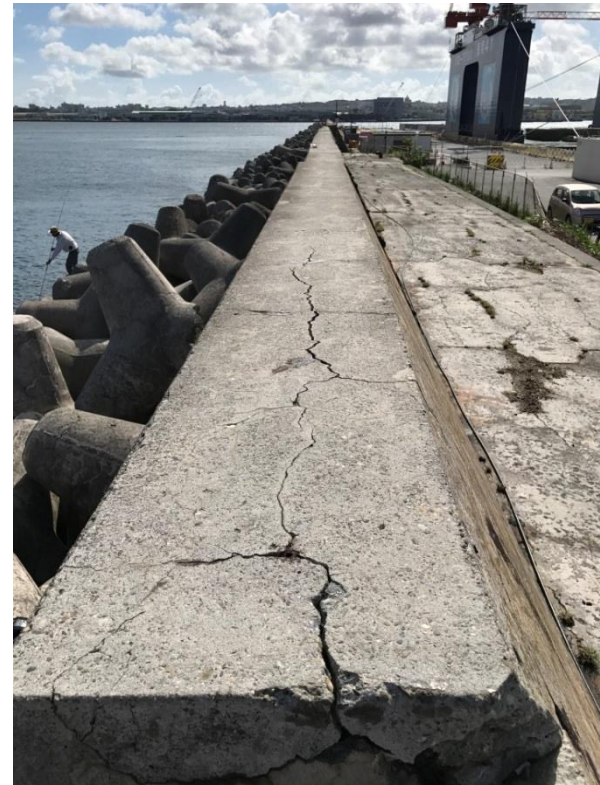


コンクリート中の塩化物イオン量 2.0 kg/m^3
に対する亜硝酸リチウム水溶液の必要量は、
[NO₂⁻]/[Cl⁻]モル比 = 1.0 で **7.45 kg/m^3**

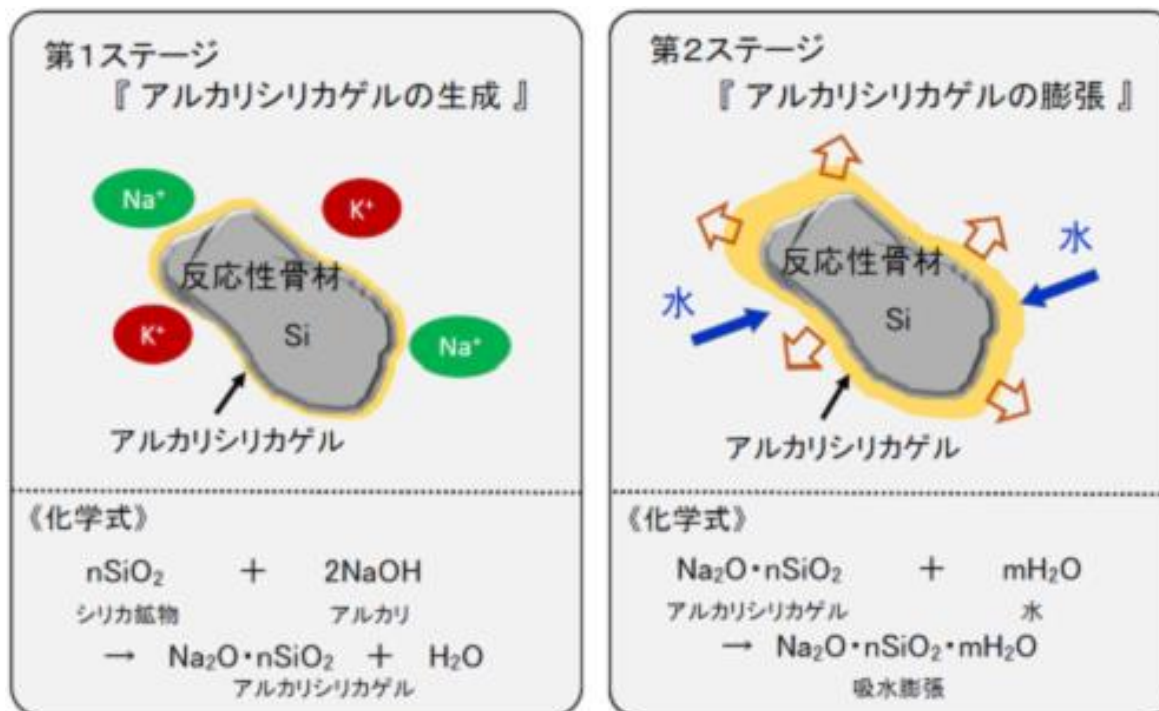
アルカリシリカ反応による劣化防止対策



詳細は、
15頁参照

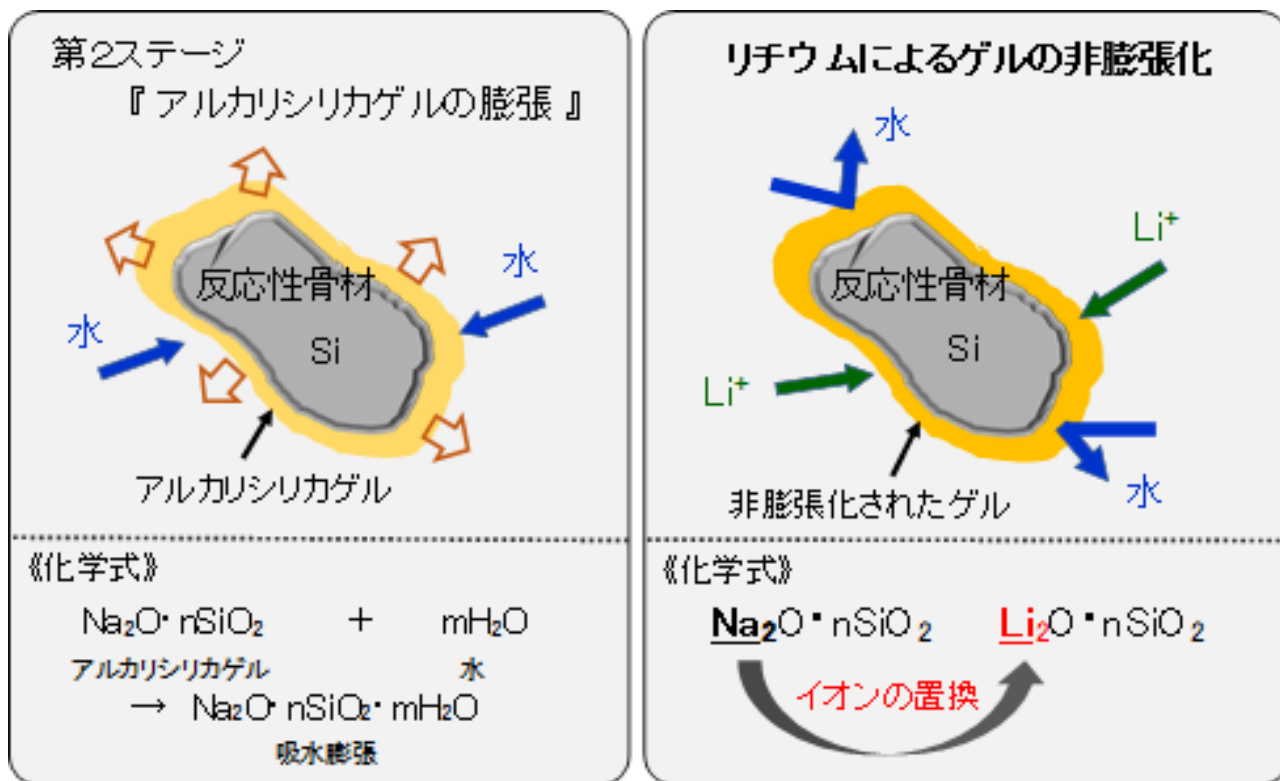


ASRによる膨張の概念



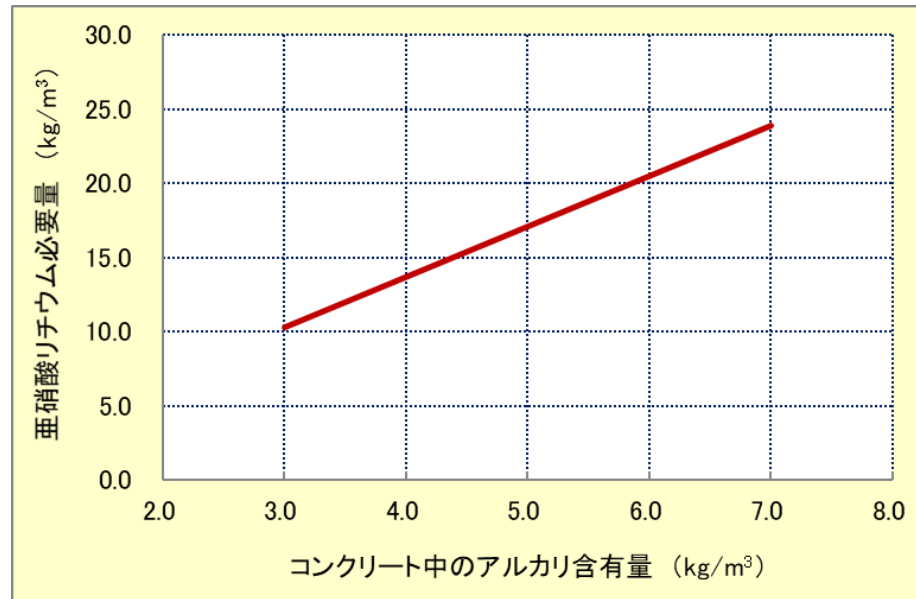
- ① アルカリ反応性骨材の使用によるアルカリシリカゲルの生成
- ② アルカリシリカゲルの吸水膨張
(⇒ ひび割れ発生)

ASRによる膨張反応の抑制効果



アルカリシリカゲルの Na_2 を Li_2 に置換
⇒ 非膨張化

アルカリ含有量に対する亜硝酸リチウムの必要量



コンクリート中のアルカリ含有量に対する
亜硝酸リチウムの必要量は、
[Li]/[Na]モル比=0.8

計算例 アルカリ含有量 $4.0\text{kg}/\text{m}^3$ の場合

詳細は、
18頁参照

1) 算出に使用する分子量、式量は以下の通り

Na_2O の分子量:62.0 (Na=23.0、O=16.0)

LiNO_2 の式量:52.9 (Li=6.94、 $\text{NO}_2=46.0$)

2) コンクリート中の Na_2O のモル数を k_1 とすると、式2-1より、

$$k_1 = 4.00 / 62.0 = 0.0645$$

Na_2O の中にNaは2つ存在するため、 Na^+ のモル数を k_2 とすると、

$$k_2 = k_1 \times 2 = 0.129$$

3) 必要となるリチウムイオン(Li^+)のモル数を k_3 、必要量を x_1 とすると、

$$k_3 = x_1 / 6.94$$

[Li]/[Na]モル比を0.8とするため、 $k_3 = k_2 \times 0.8 = 0.103$ となり、

$$0.103 = x_1 / 6.94 \quad x_1 = 0.71 \quad \dots \text{リチウムイオンの必要量}$$

4) これを亜硝酸リチウム(LiNO_2)の必要量 x_2 に換算すると、

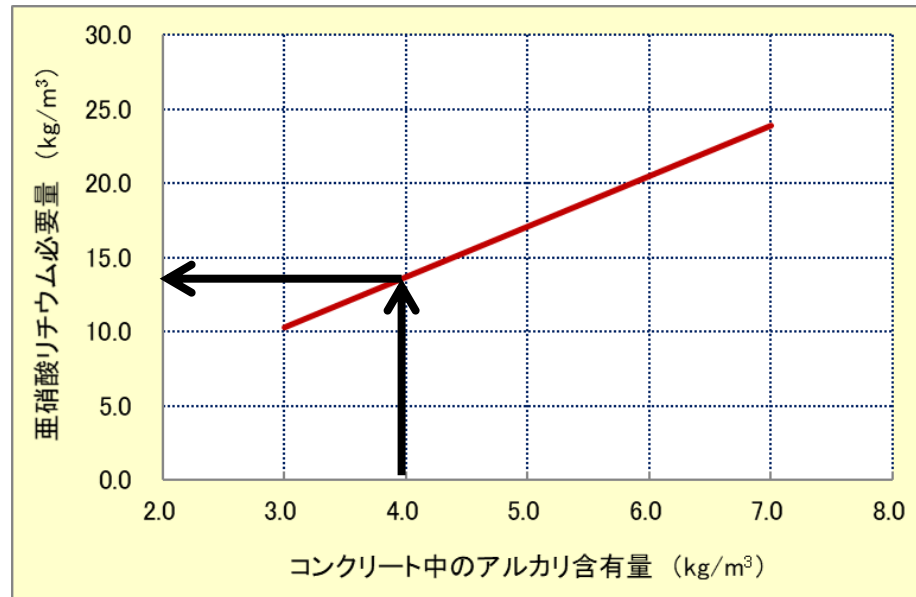
$$x_2 = 0.71 \times 52.9 / 6.94 = 5.41 \quad \dots \text{亜硝酸リチウムの必要量}$$

5) これを亜硝酸リチウム40%水溶液の必要量 x_3 に換算すると、

$$x_3 = 5.415 / 0.40 = 13.5$$

⇒ 亜硝酸リチウム40%水溶液の必要量は $13.5\text{kg}/\text{m}^3$

アルカリ含有量に対する亜硝酸リチウムの必要量



コンクリート中のアルカリ含有量 **4.0 kg/m³** に対する
亜硝酸リチウム水溶液の必要量は、

[Li]/[Na]モル比 = 0.8 で **13.5 kg/m³**

詳細は、
25頁参照

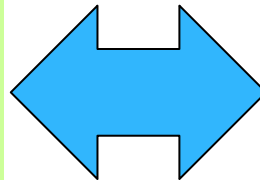
劣化因子と劣化レベルに応じた補修工法選定方法

共通編 3章

塩害による劣化
(3.1)

中性化による劣化
(3.2)

ASRによる劣化
(3.3)



表面含浸材による補修
(工法別1)

表面被覆による補修
(工法別2)

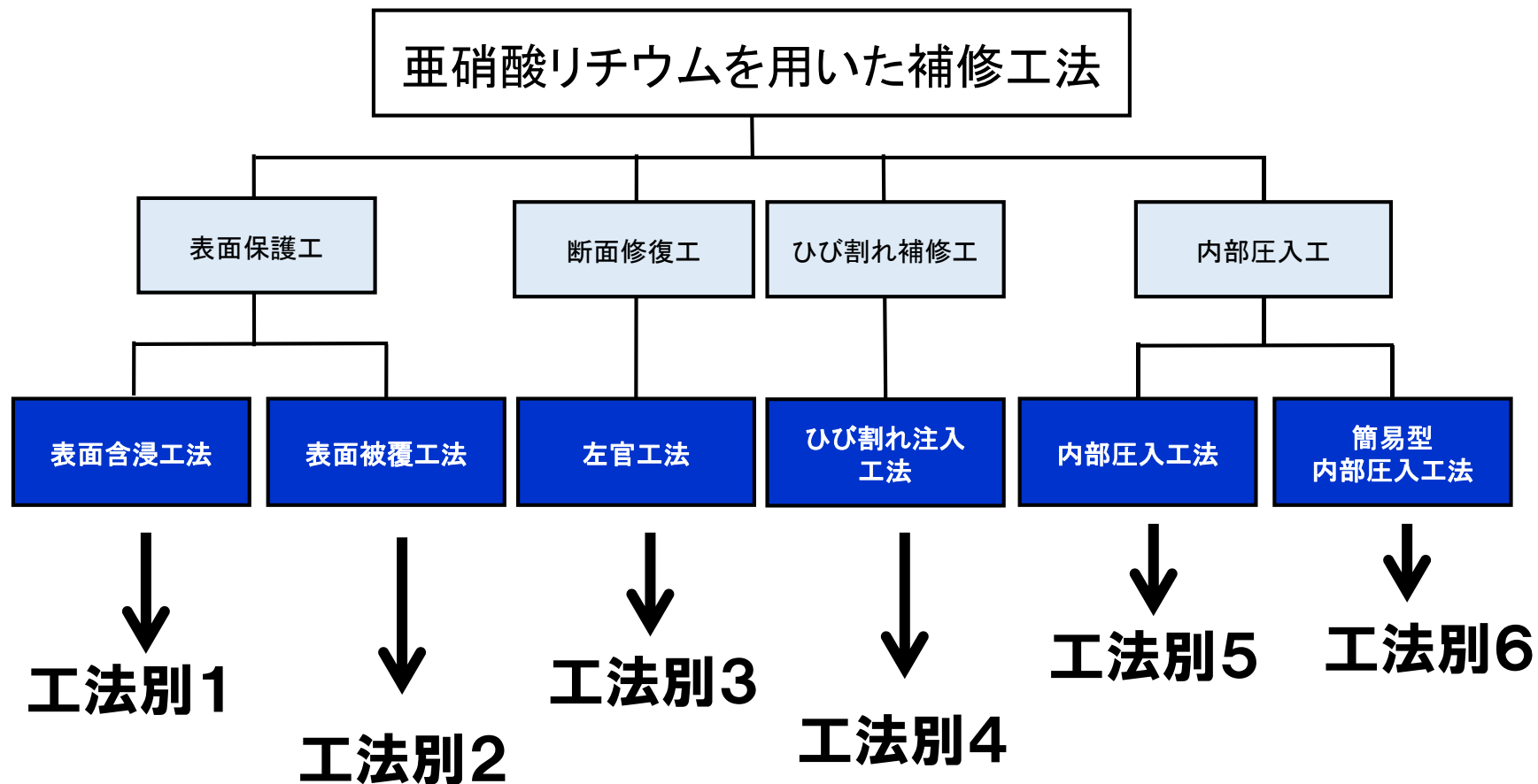
断面修復による補修
(工法別3)

ひび割れ注入による補修
(工法別4)

圧入工法による補修
(工法別5)

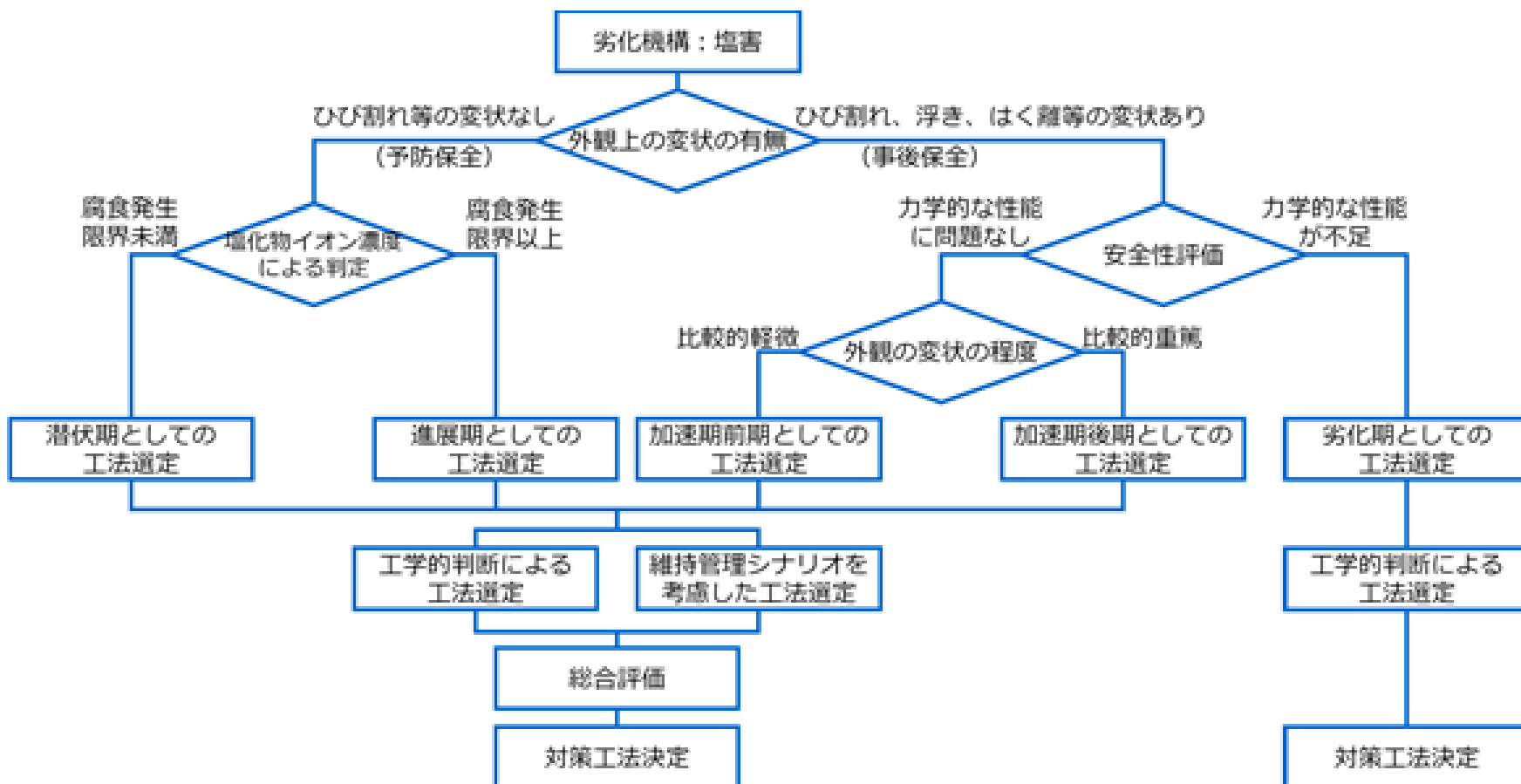
簡易型圧入工法による補修
(工法別6)

亜硝酸リチウムを用いた補修工法



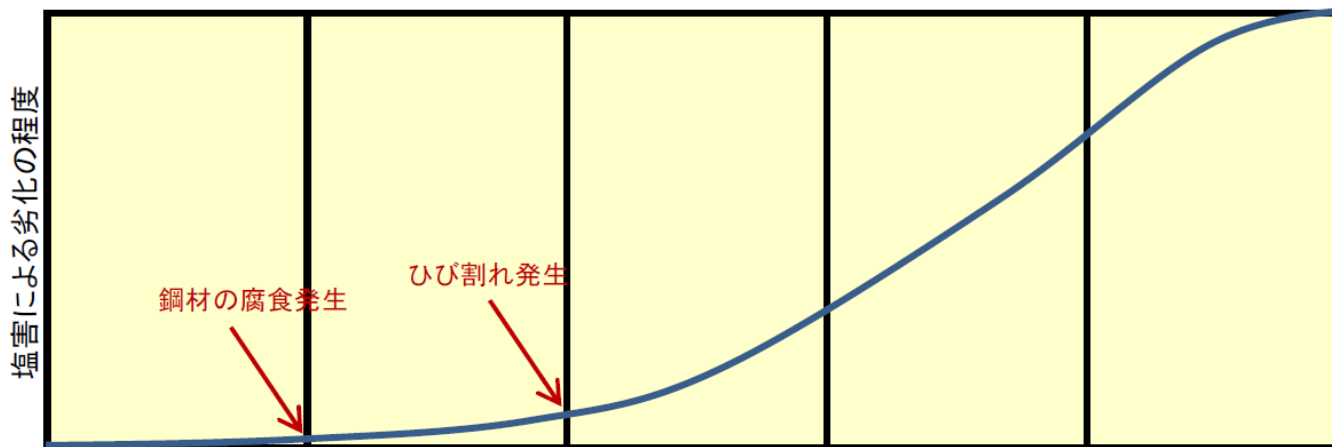
塩害対策のフロー（3.1）

詳細は、
25頁参照



劣化過程に応じて補修工法を選択

塩害による劣化過程と補修工法の選定

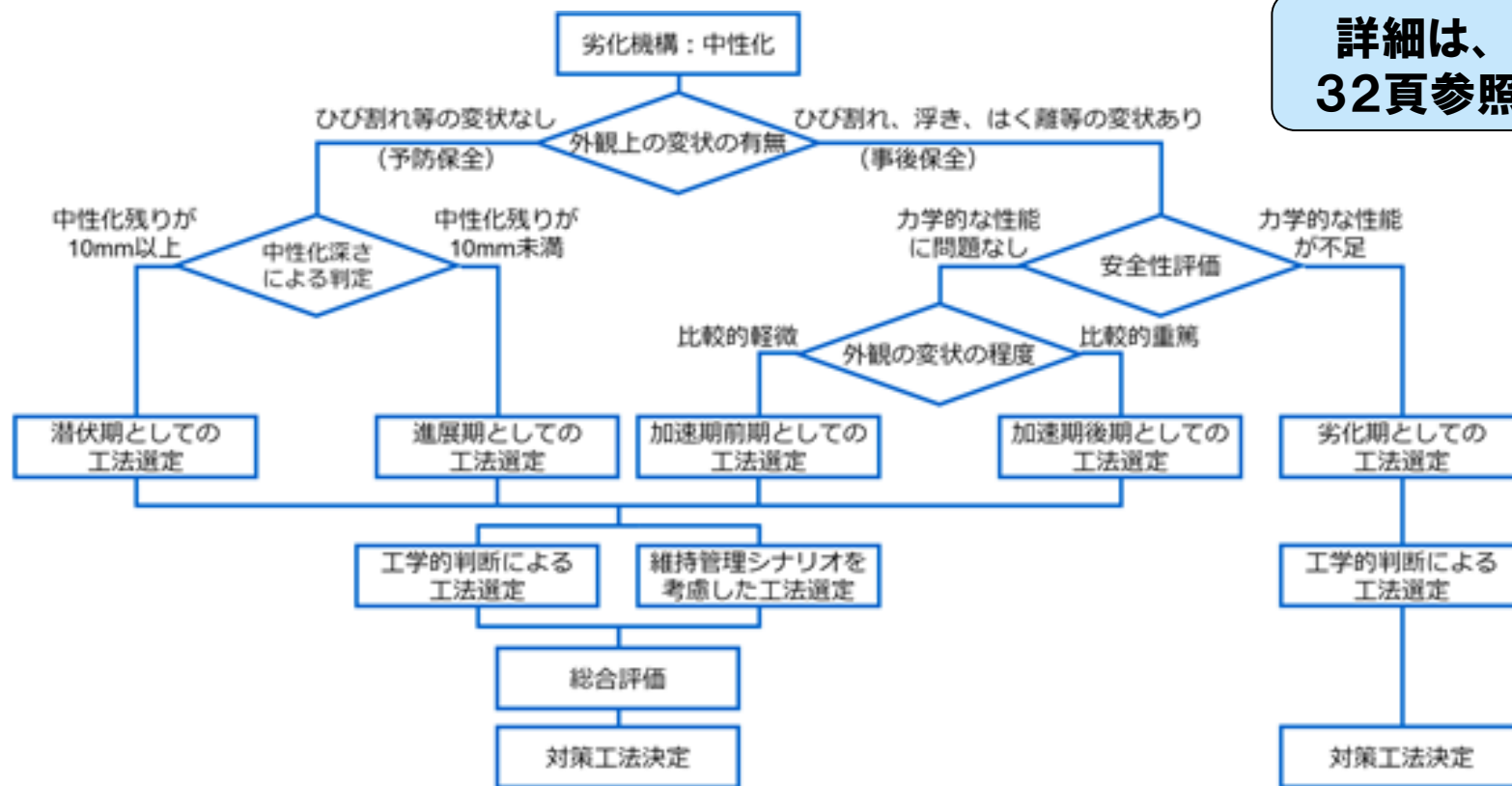


	潜伏期	進展期	加速期前期	加速期後期	劣化期
劣化の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・外観上の変化なし ・塩化物イオン濃度が腐食発生限界未滿 	<ul style="list-style-type: none"> ・外観上の変化なし ・塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超え、鉄筋腐食が開始 	<ul style="list-style-type: none"> ・腐食ひび割れ発生 ・錆汁 ・コンクリートの浮き 	<ul style="list-style-type: none"> ・腐食ひび割れが大きく進展 ・コンクリートの部分的な剥離、剥落 ・鋼材の著しい断面減少は見られない 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な剥離、剥落 ・鋼材の著しい断面減少 ・変位、たわみ
工法選定の例	<ul style="list-style-type: none"> ・存置、経過観察 ・表面含浸工法 ・表面被覆工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・存置、経過観察 ・表面含浸工法 ・表面被覆工法 ・断面修復工法 ・脱塩工法 ・(内部圧入工法) ・(電気防食工法) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ注入工法 ・表面含浸工法 ・表面被覆工法 ・断面修復工法 ・内部圧入工法 ・電気防食工法 ・(脱塩工法) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ注入工法 ・表面被覆工法 ・断面修復工法 ・内部圧入工法 ・電気防食工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面修復工法 + 各種補強工法 ・撤去、新設 ・供用制限

※ ()内は維持管理シナリオによって選択される可能性のある工法を示す
 赤文字は亜硝酸リチウムを併用可能な工法を示す

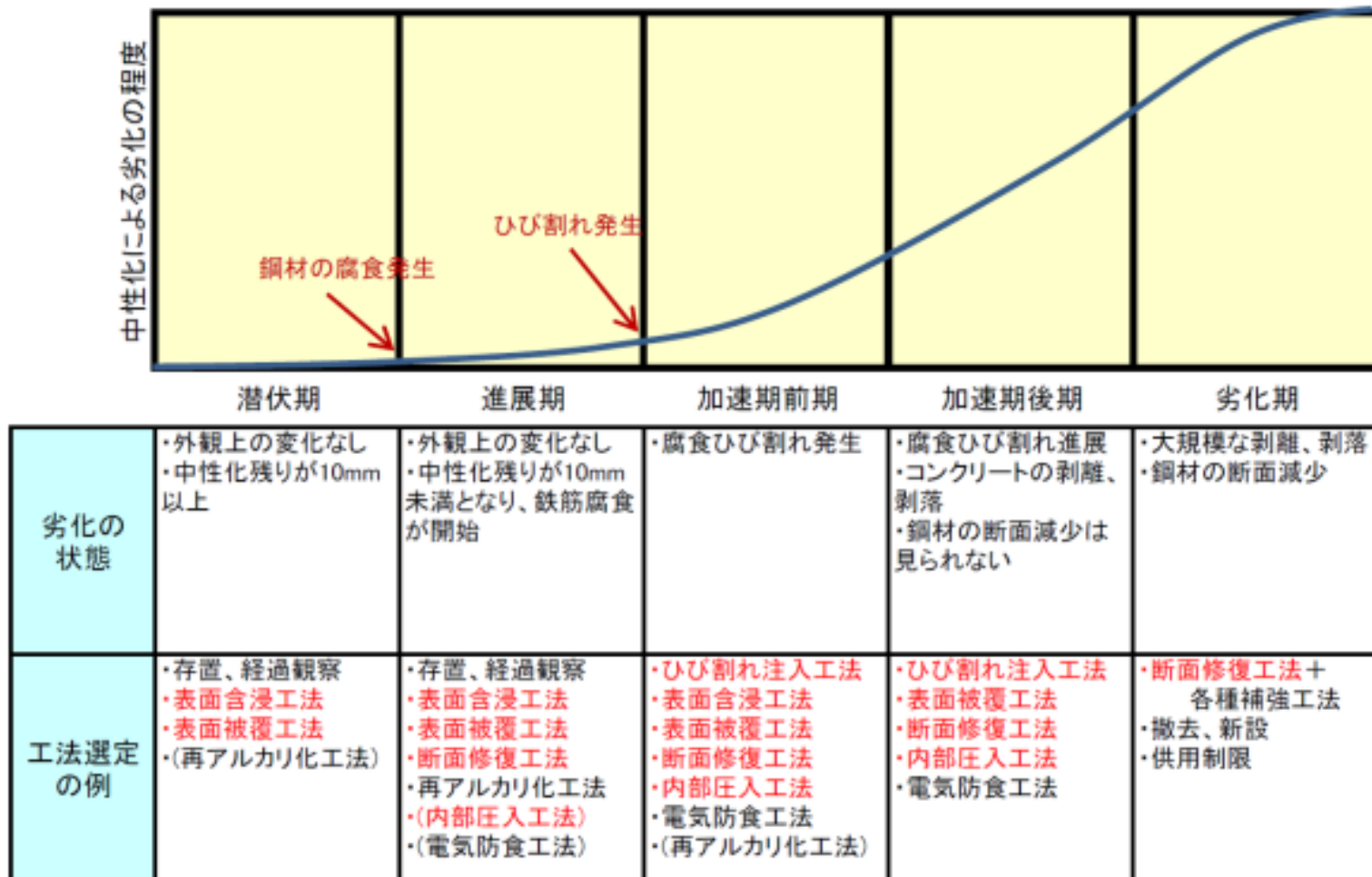
中性化による鉄筋防食のフロー（3.2）

詳細は、
32頁参照



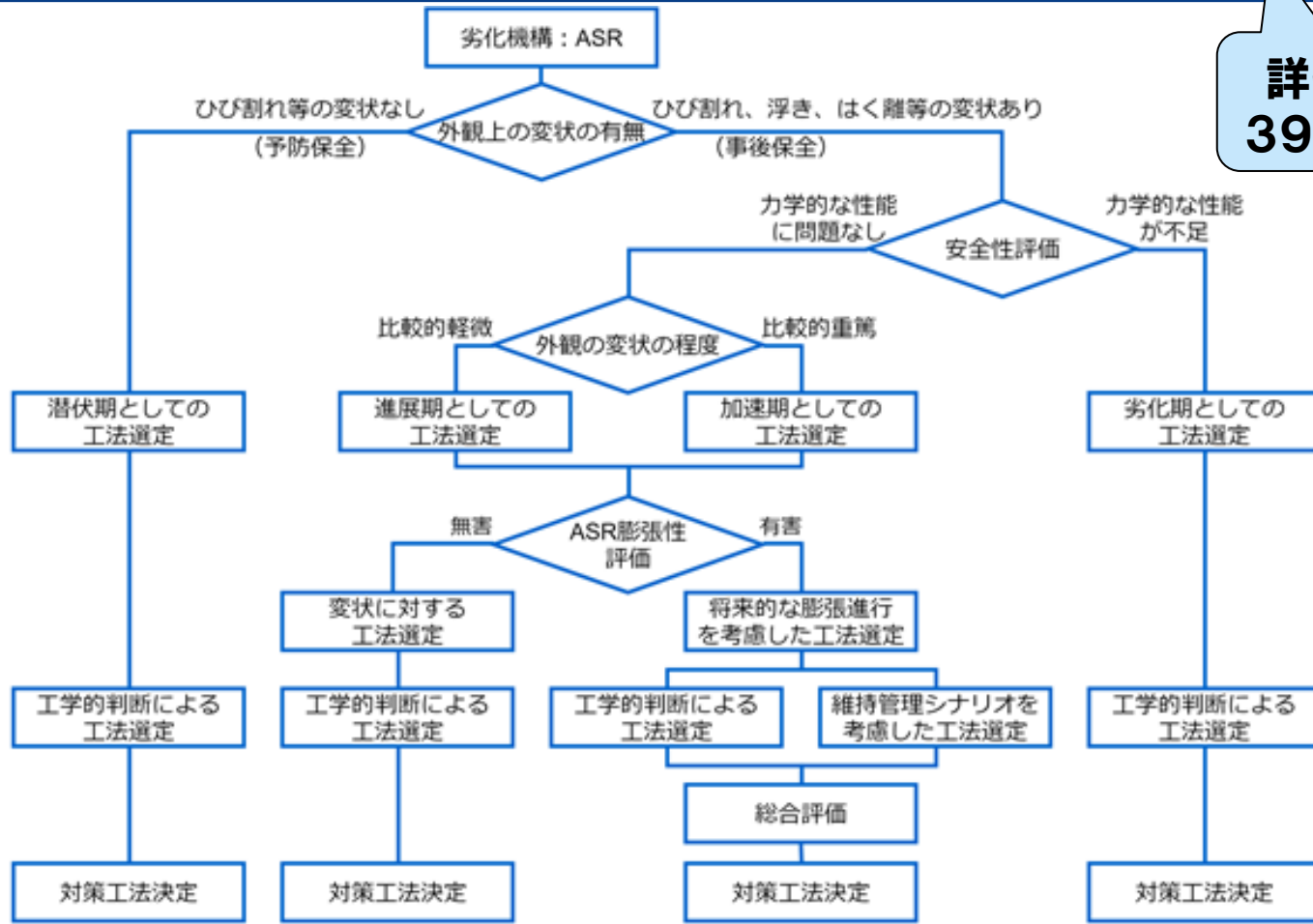
劣化過程に応じて補修工法を選択

中性化による被害の過程と補修工法



※ ()内は維持管理シナリオによって選択される可能性のある工法を示す
 赤字は亜硝酸リチウムを併用可能な工法を示す

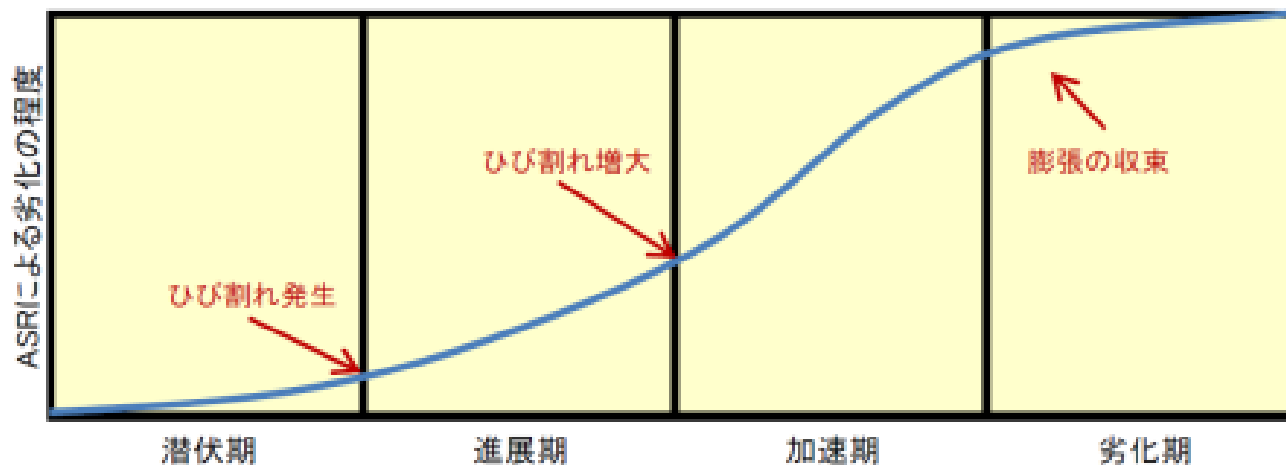
ASRによる劣化対策フロー (3.3)



詳細は、
39頁参照

劣化過程に応じて補修工法を選択

ASRによる劣化過程と補修工法の選定



	潜伏期	進展期	加速期	劣化期
劣化の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・外観上の変化なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・膨張ひび割れ発生 ・ゲル滲出 	<ul style="list-style-type: none"> ・膨張ひび割れの進展 ・ひび割れ幅、密度、範囲の増大 ・強度、弾性係数の低下 ・鋼材腐食による錆汁 	<ul style="list-style-type: none"> ・膨張ひび割れ増大 ・ずれ、段差 ・強度、弾性係数の著しい低下 ・剥離、剥落 ・鉄筋破断 ・変位、変形
工法選定の例	<ul style="list-style-type: none"> ・防水工 ・表面被覆工法 ・表面含浸工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・防水工 ・表面被覆工法 ・表面含浸工法 ・ひび割れ注入工法 ・内部圧入工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・防水工 ・表面被覆工法 ・表面含浸工法 ・ひび割れ注入工法 ・内部圧入工法 ・補強による膨張拘束 	<ul style="list-style-type: none"> ・防水工 ・断面修復工法＋各種補強工法 ・鉄筋破断箇所の補修

※ あらゆる劣化グレードにおいても水処理は実施すべきである
 赤字は亜硝酸リチウムを使用可能な工法を示す

劣化要因別の補修工法の紹介 (共通編・工法別マニュアル編参照)

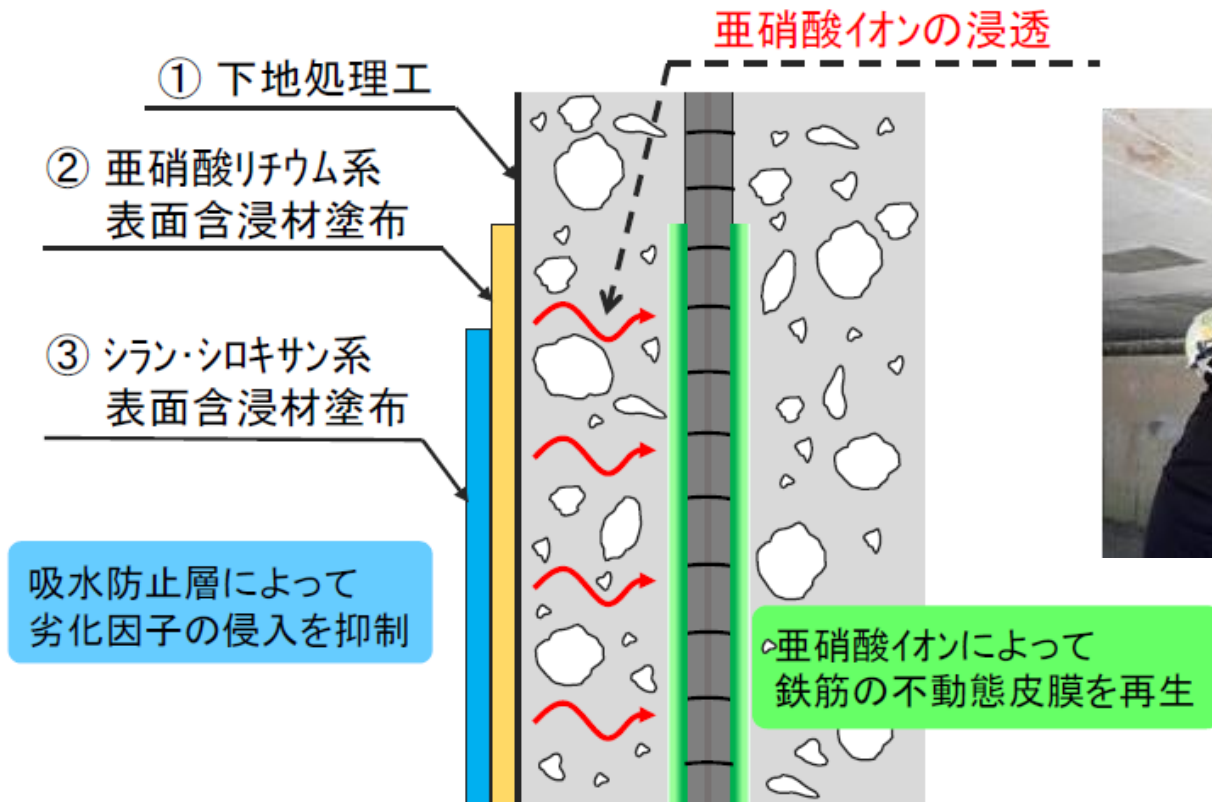
□ 鉄筋の防食として (塩害・中性化対策)

表面含浸工法、表面被覆工法、断面修復工法
ひび割れ注入工法、簡易型内部圧入工法

□ ASR対策として

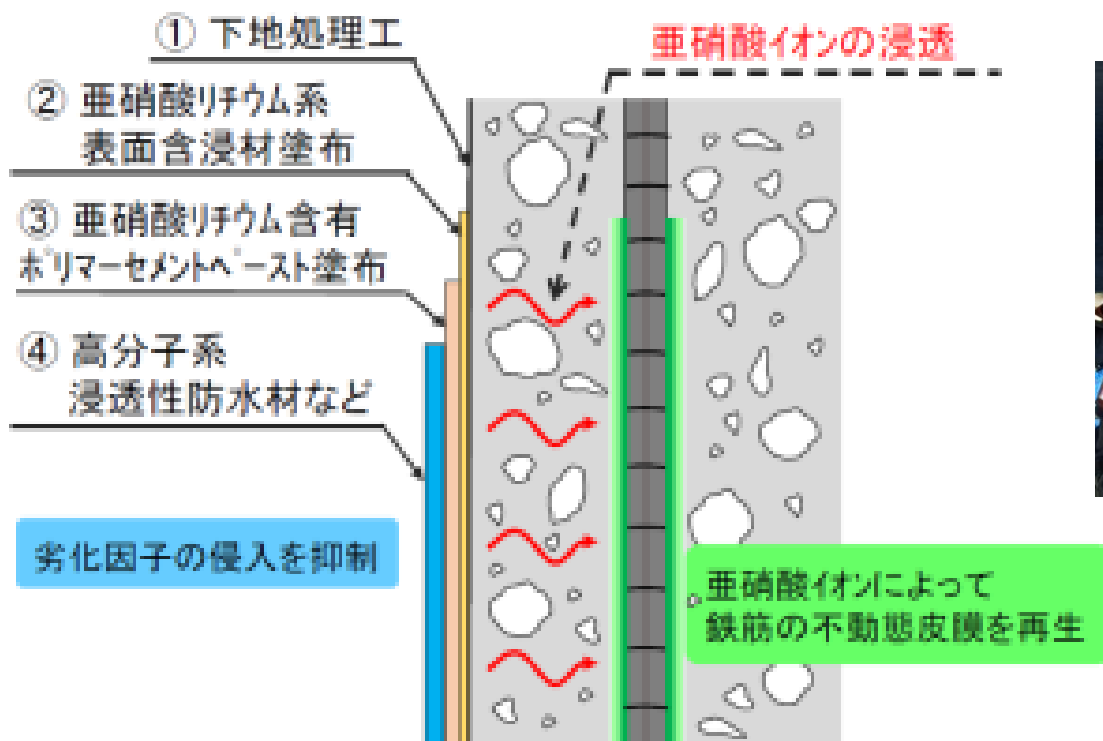
表面含浸工法、表面被覆工法、ひび割れ注入工法
内部圧入工法

表面含浸工法(鉄筋の防食)



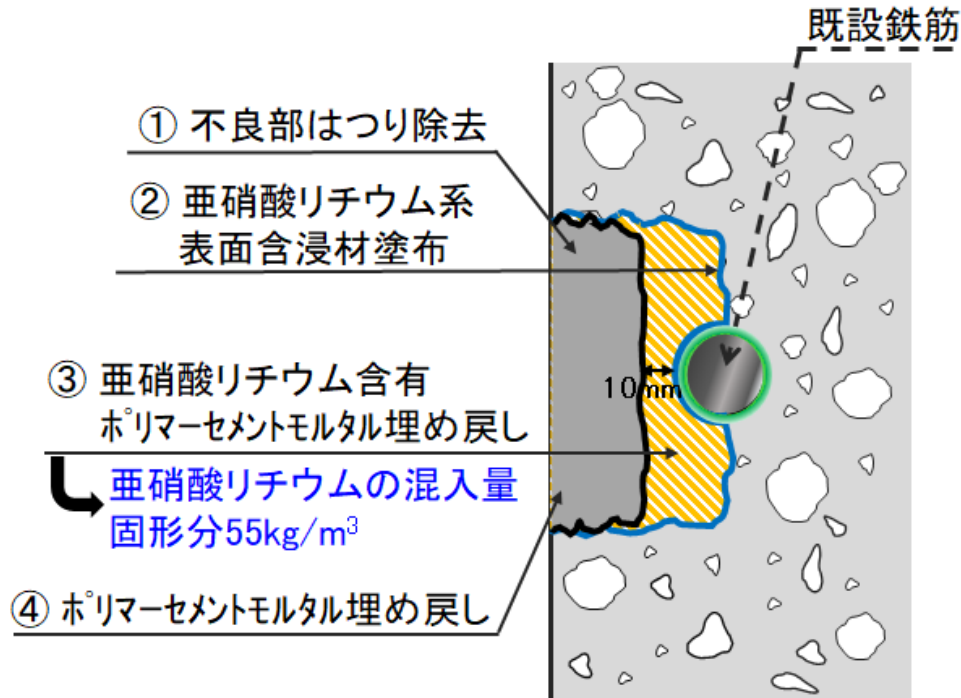
- ② 亜硝酸リチウム系表面含浸材の塗布により鉄筋の不動態皮膜を再生する工法
- ③ シラン・シロキサンは劣化因子の侵入抑制

表面被覆工法(鉄筋の防食)



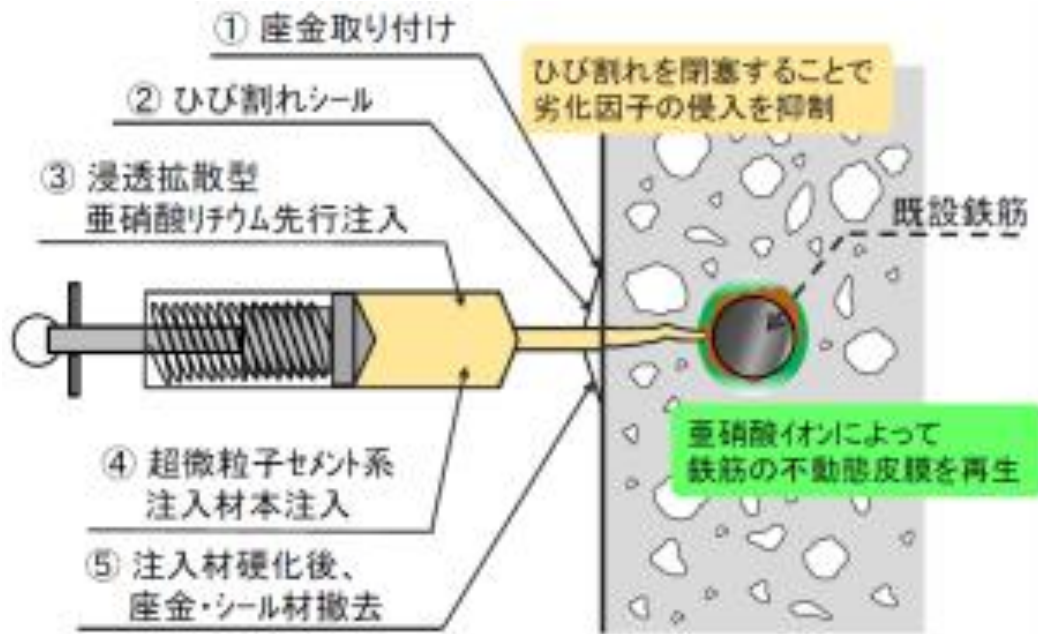
- ②③ 亜硝酸リチウム系表面含浸材の塗布
および同材含有のポリマーセメントペースト塗布
により鉄筋の不動態皮膜を再生
- ④ 高分子系浸透性防水材料は劣化因子の侵入抑制

断面修復工法(鉄筋の防食)



- ②③ 亜硝酸リチウム系表面含浸材の塗布
および同材含有のポリマーセメントペースト塗布
により鉄筋の不動態皮膜を再生
- ④ 埋め戻し材は亜硝酸リチウム含有モルタル

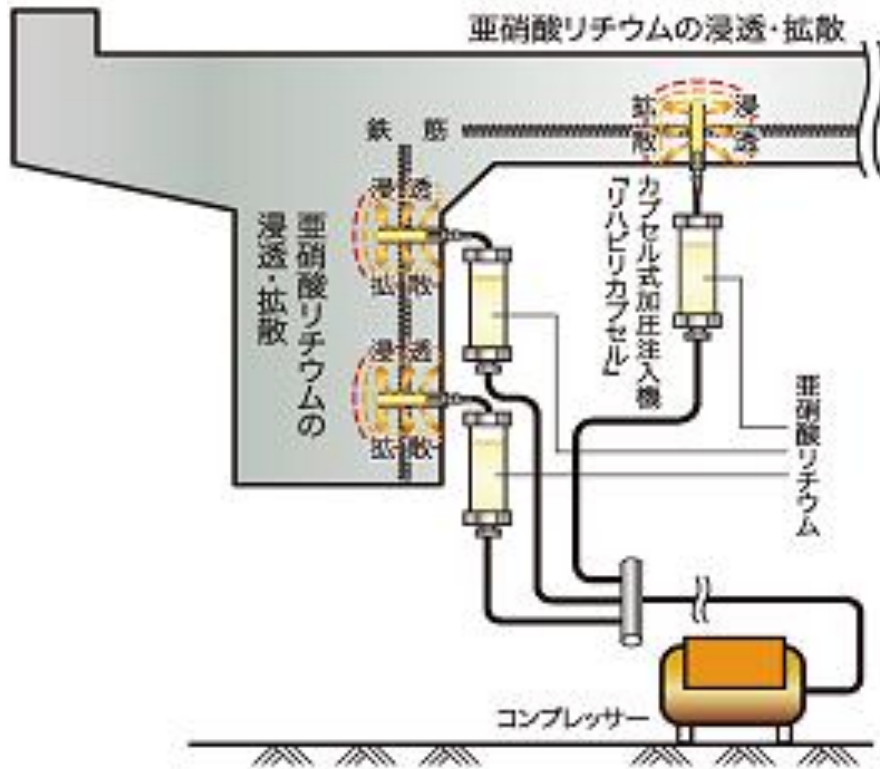
ひび割れ注入工法(鉄筋の防食)



③浸透拡散型亜硝酸リチウムの先行注入
により鉄筋の不動態皮膜を再生

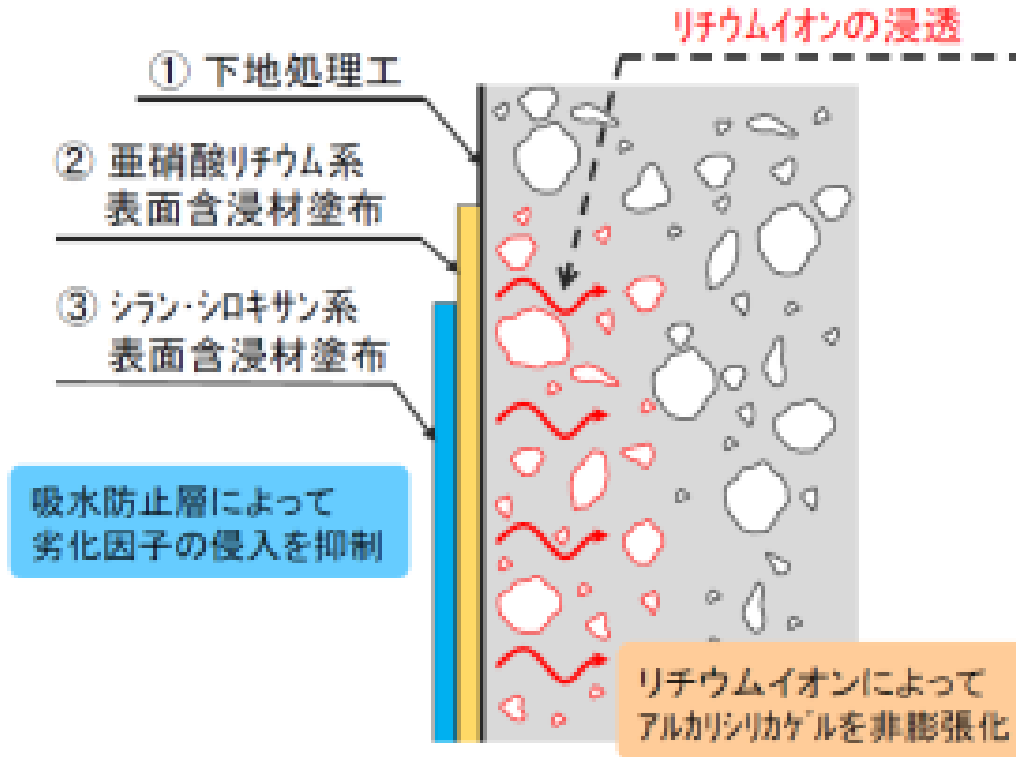
④超微粒子系注入材は劣化因子の侵入防止

簡易型内部圧入工法(鉄筋の防食)



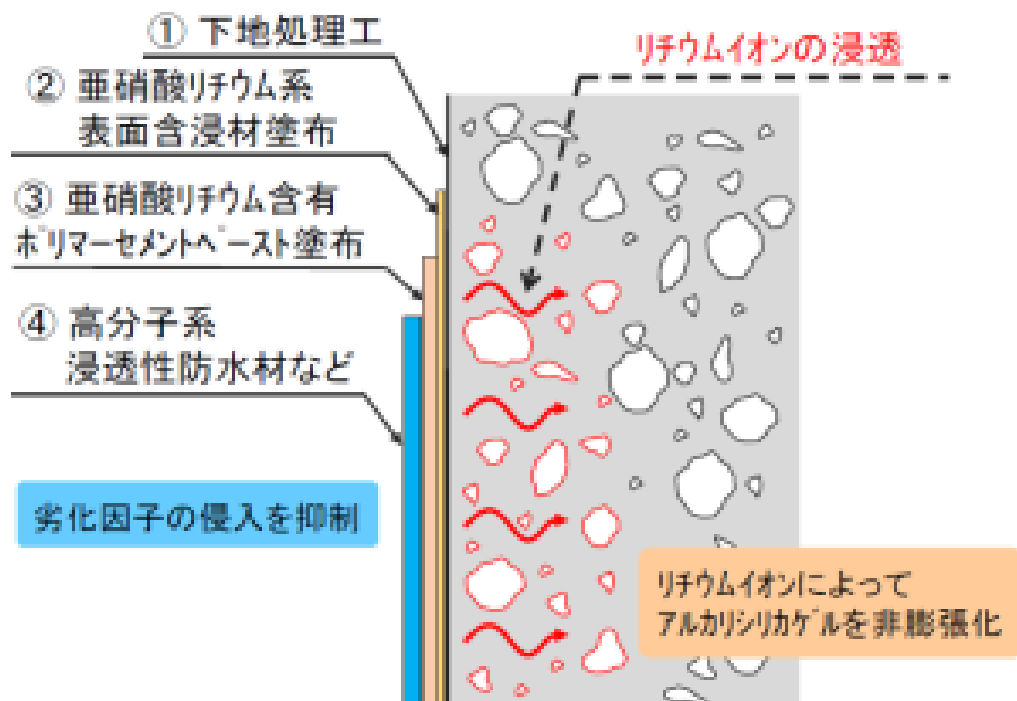
浸透拡散型亜硝酸リチウムの圧入により
鉄筋の不動態皮膜を再生

表面含浸工法(ASR対策)



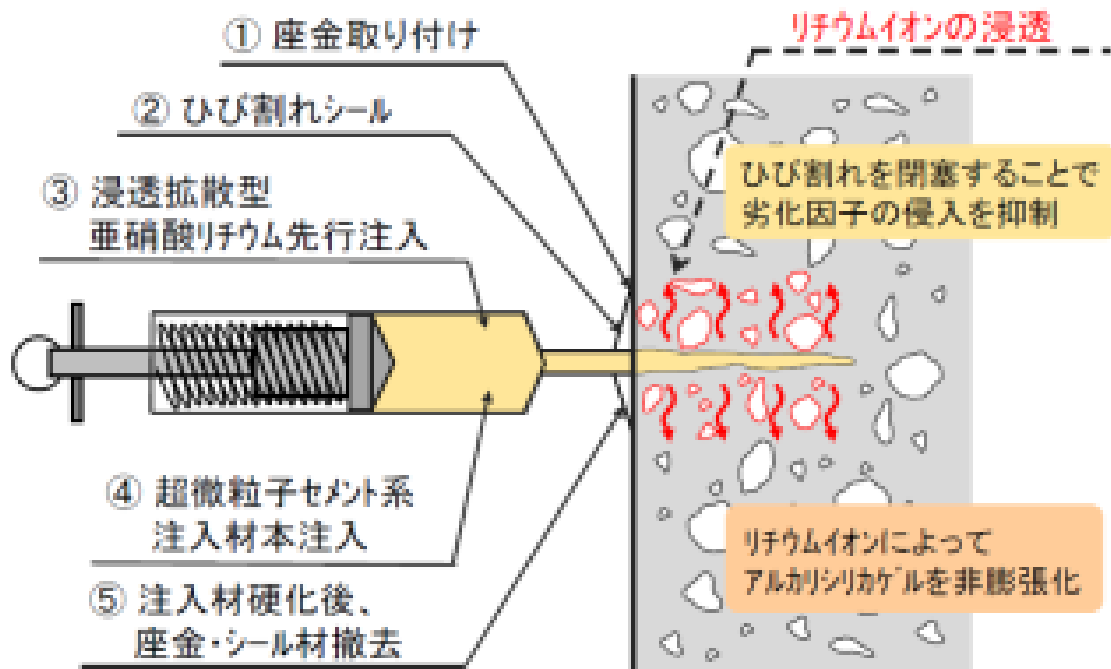
- ② 亜硝酸リチウム系表面含浸材の塗布によりアルカリシリカゲルの非膨張化する工法
- ③ シラン・シロキサンは劣化因子の侵入抑制

表面被覆工法(ASR対策)



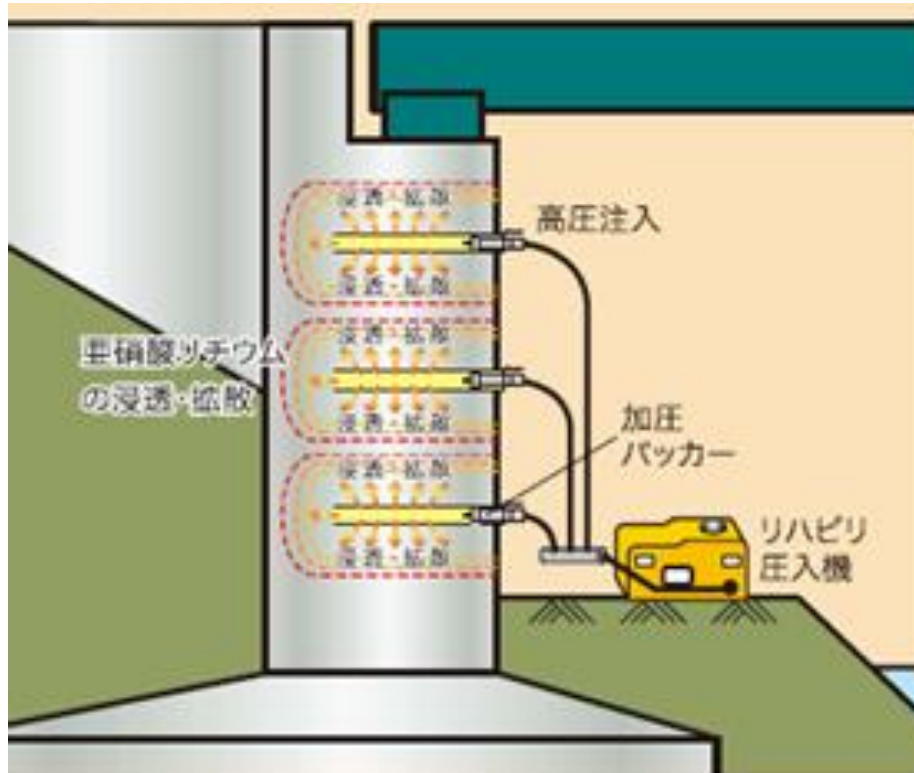
- ②③ 亜硝酸リチウム系表面含浸材の塗布
および同材含有のポリマーセメントペースト塗布
によりアルカリシリカゲルを非膨張化
- ④ 高分子系浸透性防水材料は劣化因子の侵入抑制

ひび割れ注入工法(ASR対策)



- ③ 浸透拡散型亜硝酸リチウムの先行注入によりアルカリシリカゲルを非膨張化する工法
- ④ 超微粒子系注入材は劣化因子の侵入防止

内部圧入工法(ASR対策)



浸透拡散型亜硝酸リチウムの圧入により
アルカリシリカゲルを非膨張化

工法別の補修工法（工法別マニュアル編）

□ 表面含浸工法

詳細は、
49頁参照

使用材料、設計値、施工管理の事例

□ 表面被覆工法と管理の事例

詳細は、
67頁参照

□ 断面修復工法と管理の事例

詳細は、
88頁参照

□ ひび割れ注入工法の事例

詳細は、
113頁参照

□ 内部圧入工法の事例

詳細は、
129頁参照

□ 簡易型内部圧入工法の事例

詳細は、
163頁参照

表面含浸工法の設計、施工と管理の事例 (工法別マニュアル 1)

詳細は、
49頁参照

使用材料： 亜硝酸リチウム水溶液

シラン・シロキサン表面含浸材

設計量の計算：

標準塗布量 0.3kg/m²

施工方法

下地処理 ⇒ 亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布

⇒ 養生(表面水分率6%以下)

⇒ シラン・シロキサン系表面含浸材塗布


⇒ 養生

表面含浸工法用 亜硝酸リチウム水溶液

成分	亜硝酸リチウム
有効成分量（濃度）	40±1%
外観	黄色透明 

項目	規格値
密度	1.25±0.05 g/cm ³
pH	9.0±1.0
粘度	20mPa·s以下

シラン・シロキサン系表面含浸材

成分	シラン・シロキサン系
有効成分量（濃度）	90%以上
外観	白色ジェル状 

項目	規格値
粘度	1000±400mPa・s
密度	0.88±0.02 g/cm ³

塩害に対する標準塗布量 0.3 kg/m^2 の根拠

- この工法は、進展期、加速期前期に適用される。
- したがって、塩化物イオン量は 2.0 kg/m^3 以下と推定。
- 塩化物イオン量が 2.0 kg/m^3 の場合に
亜硝酸リチウム量(40%濃度)は、 7.45 kg/m^3 となる。
コンクリート表面からの深さ40mmまで浸透させるとして
$$7.45 \times 0.04 = 0.298 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 0.3 \text{ kg/m}^2$$

したがって、50mmまで浸透させる場合は、
$$7.45 \times 0.05 = 0.373 \text{ kg/m}^2$$

$$\Rightarrow 0.4 \text{ kg/m}^2 \quad \text{となる。}$$

塩化物イオン量に対しての設計塗布量

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

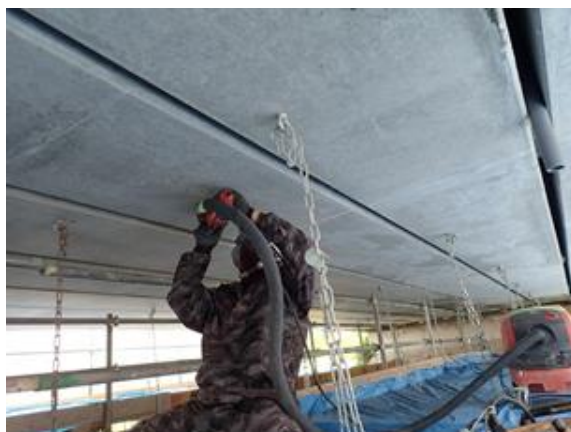
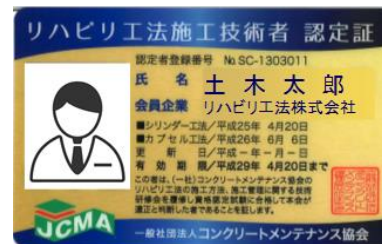
標準塗布量 0.3 kg/m²
塩化物イオン量に応じて増量

中性化深さの応じた設計塗布量

浸透深さ	塗布量
20mm未満	0.30kg/m ²
20~30mm	0.30kg/m ²
30~40mm	0.30kg/m ²
40~50mm	0.40kg/m ²
50mm以上	要検討

標準塗布量 0.3 kg/m²
中性化深さが大きい場合は増量

施工手順



下地処理



12時間以上養生後に表面水分率測定 (6%以下)



亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布



シラン・シロキサン系表面含浸材塗布

養生 12時間

品質管理・出来形管理

品質管理項目

工種	管理項目	管理方法	管理基準	備考
亜硝酸リチウム系含浸材	材料品質	ミルシート	メーカー規格	材料搬入毎 製造ロット毎
シラン・シロキサン系含浸材	材料品質	ミルシート	メーカー規格	材料搬入毎 製造ロット毎

出来形管理項目

工種	管理項目	規格値	測定方法	備考
【使用材料】				
材料検収	亜硝酸リチウム系表面含浸材	設計数量以上	納入・空缶数確認	
	シラン・シロキサン系表面含浸材	設計数量以上	納入・空缶数確認	
【表面含浸工】				
表面含浸工	塗布面積	設計値以上	スケールによる測定	

表面被覆工法（工法別マニュアル2）

この工法は、進展期、加速期前期、加速期後期の適用される。

- 下地処理 ⇒ 亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布
- ⇒ 養生(12時間以上)
- ⇒ 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル塗布
- ⇒ 養生(12時間以上)
- ⇒ 高分子系浸透性防水剤塗布
- ⇒ 養生(12時間以上)

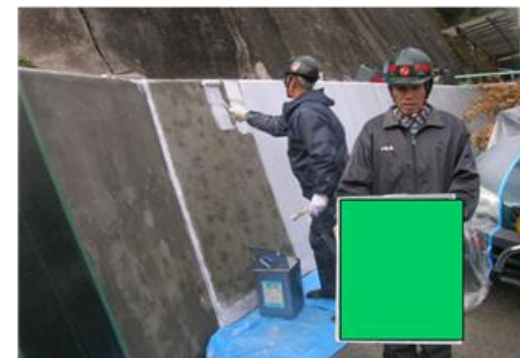
詳細は、
67頁参照



亜硝酸リチウム表面含浸材塗布



亜硝酸リチウムを混入した
ポリマーセメントモルタルを塗布



高分子系浸透性防水剤塗布

詳細は、
75頁参照

表面被覆工法の場合の塗布量

- 亜硝酸リチウムの標準塗布量は、 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ とする。
- 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル
標準塗布厚 2mm（標準塗布量 $4.0\text{kg}/\text{m}^2$ ）
- 高分子系浸透性防水剤の塗布量 $0.25\text{kg}/\text{m}^2$

根拠：

前提条件 塩化物イオン量 $3.0\text{kg}/\text{m}^3$

鉄筋防錆効果が必要な深さ 50mm

亜硝酸リチウム混入ペースト濃度 3.7%




同 1mm厚さ当りの質量 2.0kg

⇒ 2mmの塗布で、 $4.0\text{kg}/\text{m}^2$ の塗布量

断面修復工法（工法別マニュアル 3）

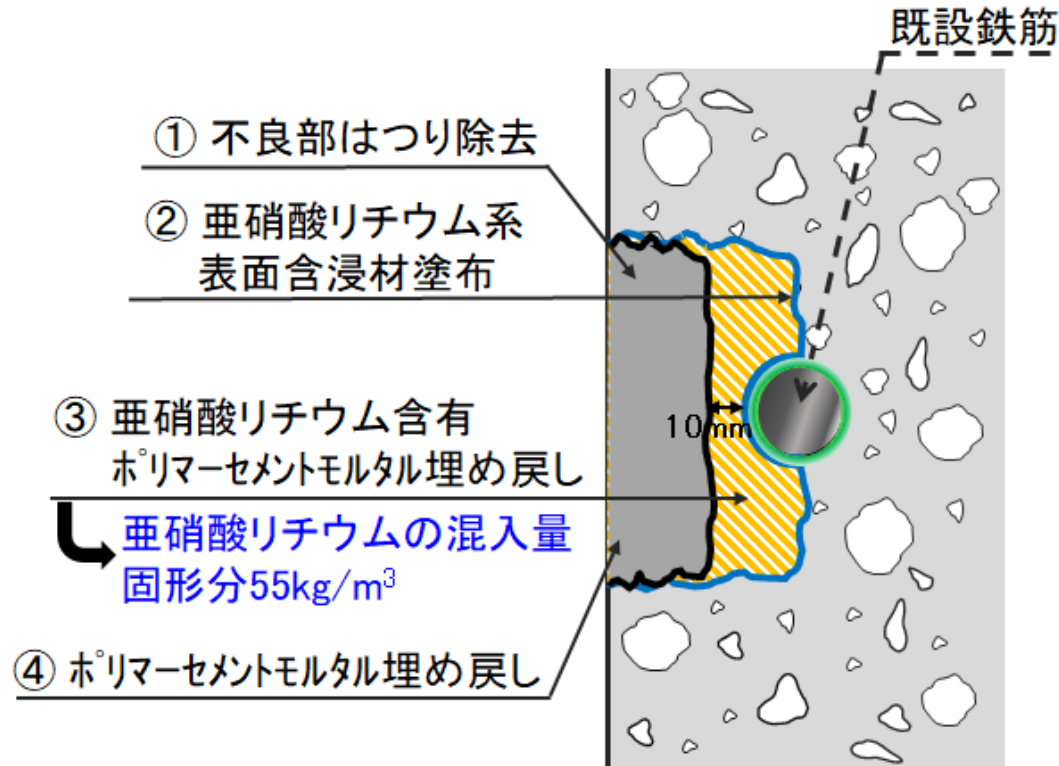
この工法は、塩害の加速期、劣化期に適用される。

詳細は、
88頁参照

	左官工法	充填工法	吹付け工法
概要	断面修復材を左官コテを用いて塗布する。断面修復材には、補修箇所に応じて適度な流動性や粘性が求められる。	補修範囲の形状に合わせて型枠を組み、モルタルポンプを用いて断面修復材を充填する。断面修復材には、高い流動性が求められる。	断面修復材を圧縮空気により吹付けて施工する。断面修復材には、適切な作業時間が確保できる凝結特性などが求められる。
施工状況			
適用範囲	小規模の断面修復に適する。	小～大規模の断面修復に適する。	大規模の断面修復に適する。

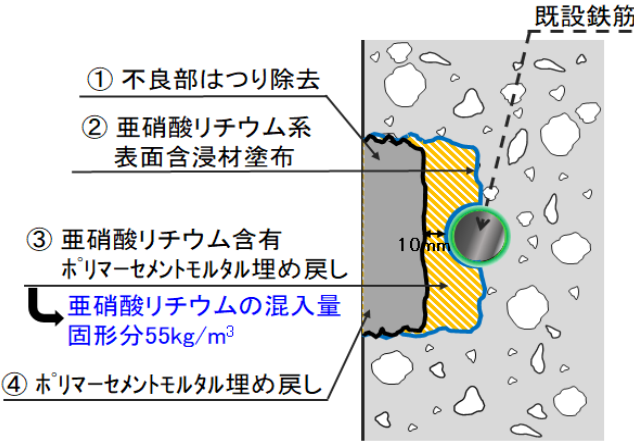
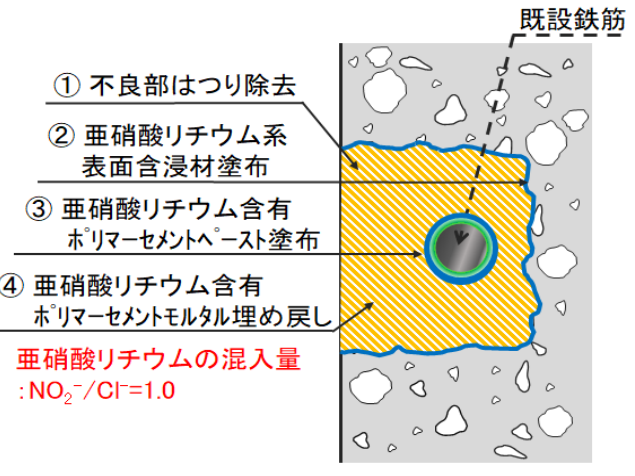
⇒ **左官工法を対象**

断面修復工法(鉄筋の防食)



断面欠損部が比較的小さい場合に適用される。

断面修復工法(鉄筋の防食)

はつり深さ	防錆対象鉄筋の中心部まで	防錆対象鉄筋の背面まで
<p>概念図</p>	 <p>既設鉄筋</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 不良部はつり除去 ② 亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布 ③ 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル埋め戻し 亜硝酸リチウムの混入量 固形分55kg/m³ ④ ポリマーセメントモルタル埋め戻し <p>10mm</p>	 <p>既設鉄筋</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 不良部はつり除去 ② 亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布 ③ 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントペースト塗布 ④ 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル埋め戻し <p>亜硝酸リチウムの混入量 $NO_2^-/Cl^- = 1.0$</p>
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 亜硝酸リチウムを混入（固形分で55kg/m³）するポリマーセメントモルタルの塗布厚さは、防錆対象とする鉄筋表面かぶり厚さ+10mm までの範囲 ・ それより表層側となる範囲にはポリマーセメントモルタルを単体で塗布 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 亜硝酸リチウムを混入（塩化物イオンに対してモル比 1.0）するポリマーセメントモルタルの塗布厚さは、断面修復する全範囲

亜硝酸リチウムの設計混入量

- 亜硝酸リチウム固形分量 $55\text{kg}/\text{m}^3$ を標準
- 塗布厚さ かぶり厚さ から10mm
- 塩害の場合 塩化物イオン量 $5.0\text{kg}/\text{m}^3$ として
ポリマーセメントモルタルで
亜硝酸リチウム水溶液 $18.65\text{kg}/\text{m}^3$
- ASRの場合 アルカリ総量 $4.0\text{kg}/\text{m}^3$ とすると
ポリマーセメントモルタルで
亜硝酸リチウム水溶液 $13.53\text{kg}/\text{m}^3$

詳細は、
100頁参照

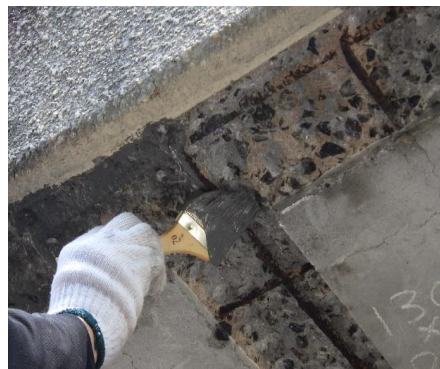
断面修復工法の施工手順

劣化部除去



鋼材の防錆処理工

プライマー工

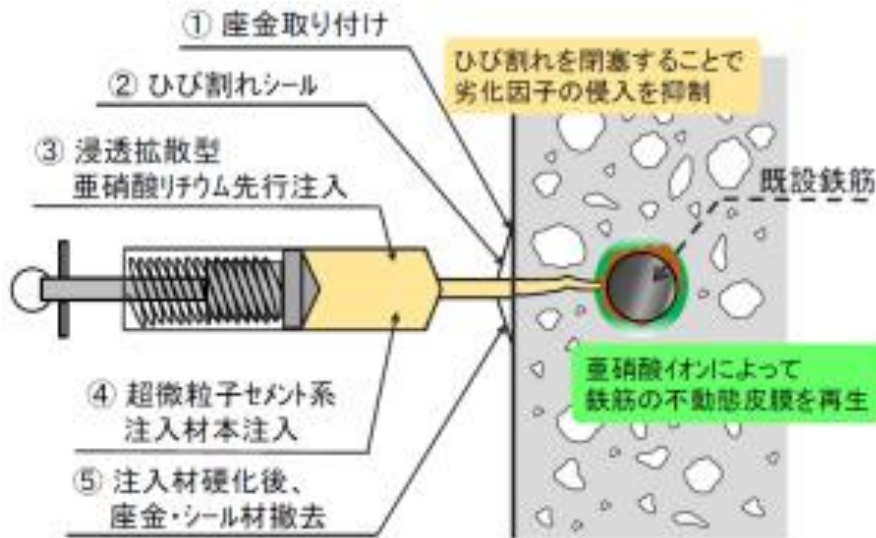


断面修復工

仕上げ・養生工

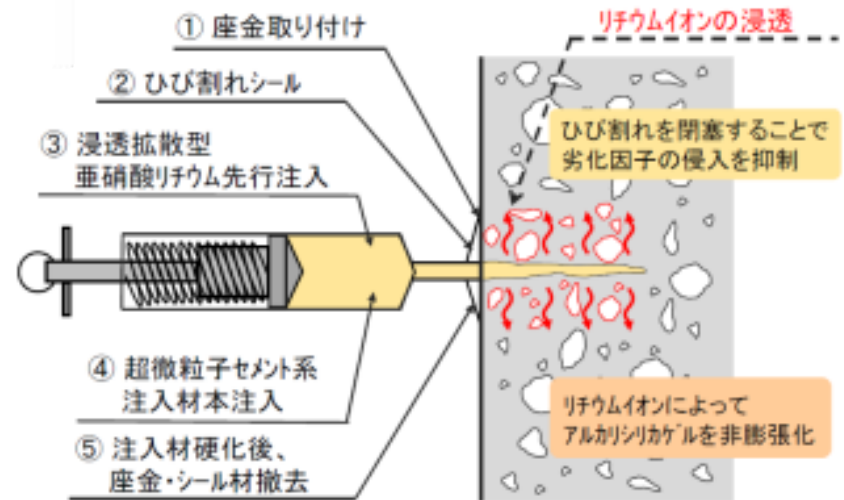
ひび割れ注入工法の事例

この工法は、ひび割れが生じている場合に適用される。



鉄筋が腐食膨張して
ひび割れが生じた事例

ASRにより ひび割れが生じた事例



詳細は、
121頁参照

ひび割れ注入工法の施工手順

□ 下地処理

⇒ 座金取り付け工



⇒ ひび割れシール工



⇒ 浸透拡散型亜硝酸リチウム

⇒ 超微粒子セメント系ひび割れ注入材

先行注入

本注入

⇒ 硬化養生工

⇒ 仕上げ工



詳細は、
129頁参照

内部圧入工法の事例(ASR劣化対象)



橋台のASR補修事例



橋脚(はり部)のASR補修事例



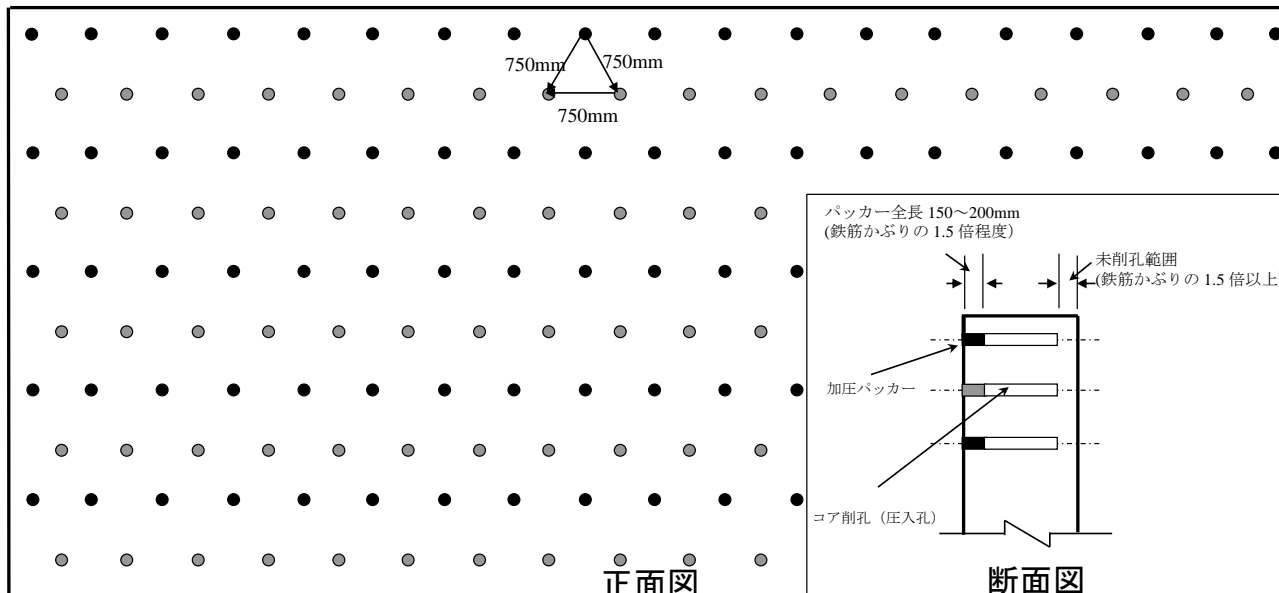
擁壁のASR補修事例



大型供試体によるASR抑制効果検証実験

圧入孔の標準例

種別	削孔長	特長	適用上限部材厚の目安
φ10mm	75~400mm程度	上部工主桁、床版などの部材厚が薄い構造部位に適する	500mm程度
φ20mm	400~3,000mm程度	上部工、下部工、擁壁など、一般の構造部位に広く用いることができる	4,000mm程度



詳細は、
163頁参照

簡易型内部圧入工法の事例



ベビーコンプレッサ
(小型・軽量で可能)

カプセル式内部圧入工法
適用範囲：塩害、中性化による劣化およびASRによる劣化

詳細は、
179頁参照

簡易型内部圧入工法の概要

下地処理工



表面漏出防止工



鉄筋探査工

圧入孔削孔

カプセル式圧入装置設置・圧入

圧入孔充填工

表面仕上げ工

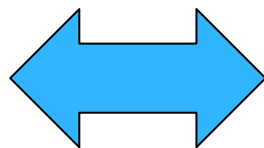


7. おわりに

塩害による劣化

中性化による劣化

ASRによる劣化



表面含浸材による補修

表面被覆による補修

断面修復による補修

ひび割れ注入による補修

内部圧入工法による補修

簡易型圧入工法による補修

劣化因子と劣化グレードに応じて補修工法を選定

参考にして頂ければ幸いです。 十河茂幸