

# コンクリート構造物の 健康寿命を延ばすための 亜硝酸リチウムの活用

---

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/>

## 1. 亜硝酸リチウム

- 亜硝酸リチウムの効果
- 必要量の考え方

## 2. 亜硝酸リチウムを用いた補修工法

- 亜硝酸リチウムを用いた各種補修工法
- 一般的な補修工法との使い分け、比較検討
- 各種補修工法の概算工事費

## 3. 適用事例と効果検証

- 各種補修工法の施工実績
- 各種補修工法の適用事例
- 効果検証の方法
- 維持管理シナリオを考慮した補修工法の選定

はじめに

## 【亜硝酸リチウムの供給は不安定？】

⇒いいえ。

コンクリートメンテナンス協会員が施工する補修工事において、亜硝酸リチウムの調達に問題が生じたことはない。

今後も安定的に供給されると確約されている。

## 【亜硝酸リチウムの価格が値上がりしている？】

⇒はい。

価格は2023年4月1日出荷分より値上げ。

今後価格が変動する可能性あり。

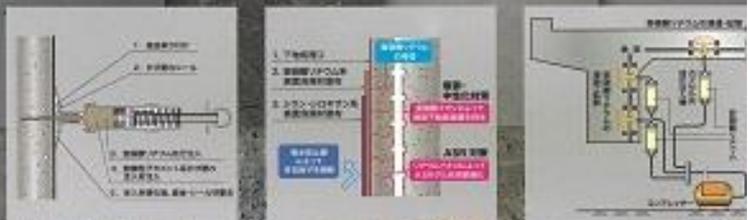
現時点で見積有効期限は6ヶ月としている。

# 亜硝酸リチウム関連図書

## 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 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, 梶田佳寛, 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

## 【共通編】

- 1章 総則
- 2章 亜硝酸リチウムの特性
- 3章 亜硝酸リチウムを用いた補修工法選定の考え方

## 【工法別マニュアル編】

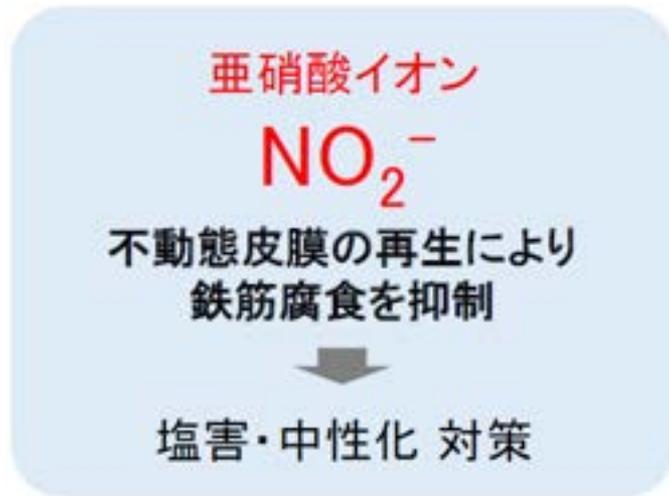
1. 亜硝酸リチウム併用型表面含浸工法の設計・施工
2. 亜硝酸リチウム併用型表面被覆工法の設計・施工
3. 亜硝酸リチウム併用型断面修復工法の設計・施工
4. 亜硝酸リチウム併用型ひび割れ注入工法の設計・施工
5. 亜硝酸リチウム内部圧入工法の設計・施工
6. 簡易型亜硝酸リチウム内部圧入工法の設計・施工

本指針（案）の目次構成

# 1 . 亜硝酸リチウム

# 亜硝酸リチウムの効果

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

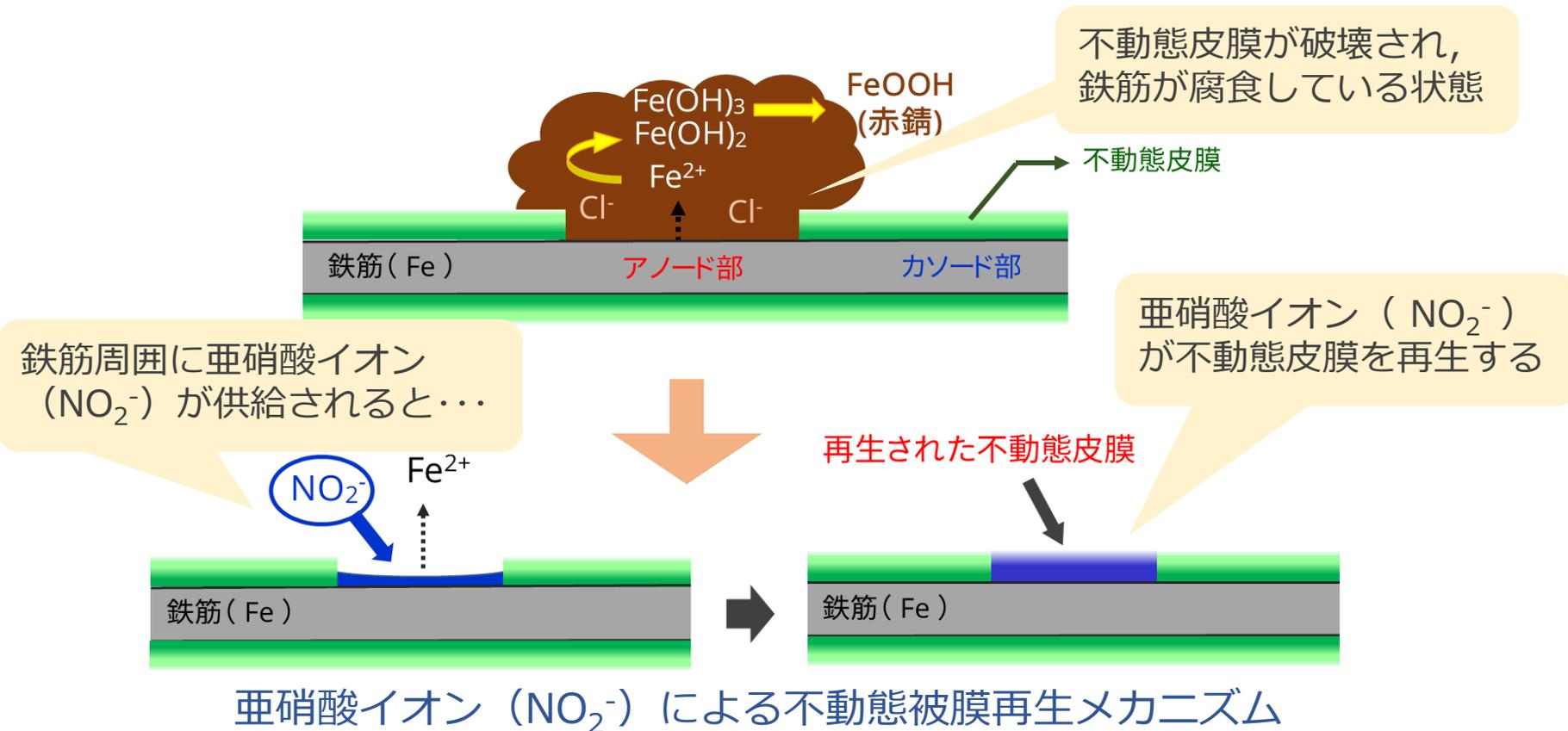


- ・ 亜硝酸イオン、リチウムイオンを含有する水溶液
- ・ 原材料は「天然ガス」と「リシア輝石」
- ・ 濃度は40%（限界濃度）

Lithium Nitrite ;  $\text{LiNO}_2$



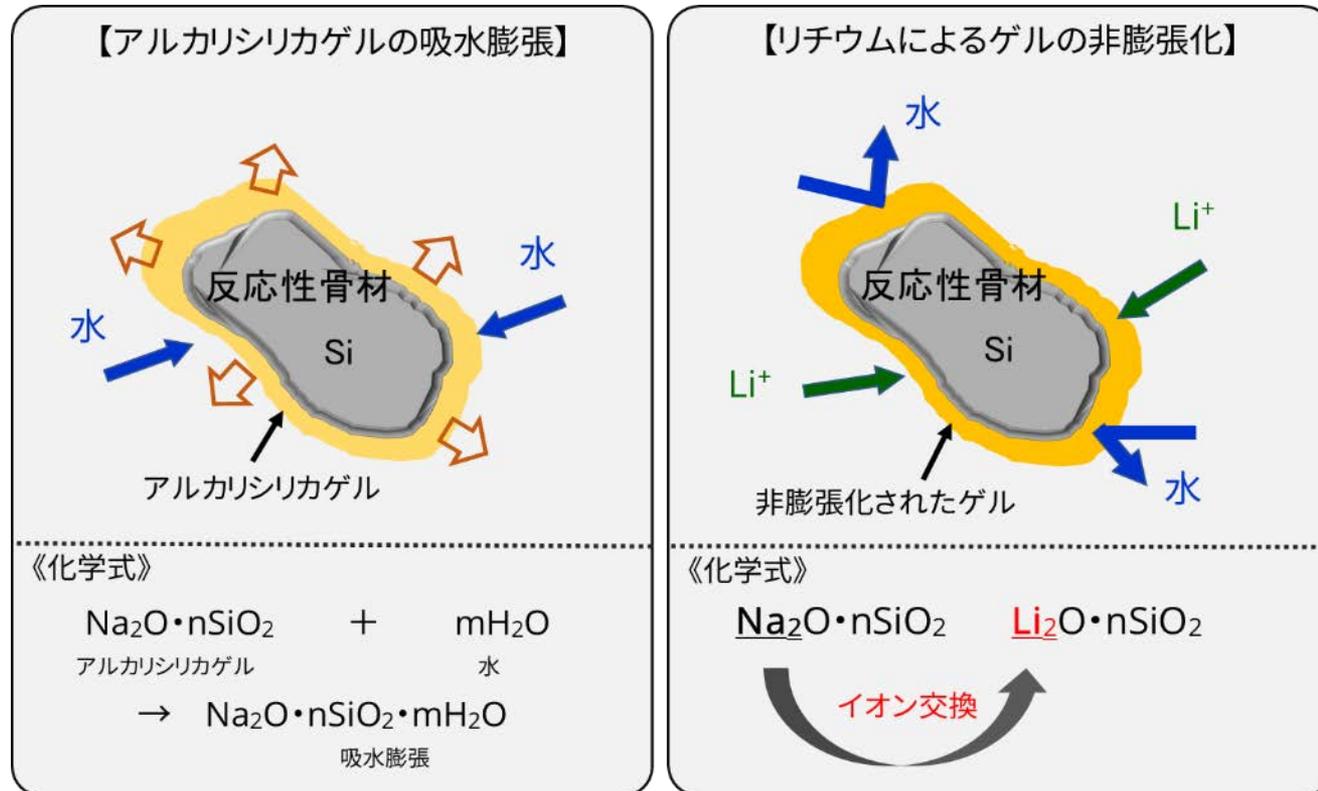
# 亜硝酸リチウムの効果（亜硝酸イオン）



- ・ 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

# 亜硝酸リチウムの効果（リチウムイオン）



リチウムイオン (Li<sup>+</sup>) によるアルカリシリカゲルの非膨張化

- ・ リチウムイオンの存在により、アルカリシリカゲルが非膨張化する
- ・ あとは、ゲルにリチウム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

# 亜硝酸リチウム必要量の基本的な考え方

## 【塩害の場合】

- ・鉄筋腐食を抑制しうる亜硝酸イオンの量
- ・ $[\text{NO}_2^-]/[\text{Cl}^-]$ モル比 = 1.0となる量
- ・コンクリート中の塩化物イオン含有量（試験値）に応じて算定  
例) 塩化物イオン $5.0\text{kg/m}^3 \Rightarrow$  亜硝酸リチウム $18.67\text{kg/m}^3$

## 【中性化の場合】

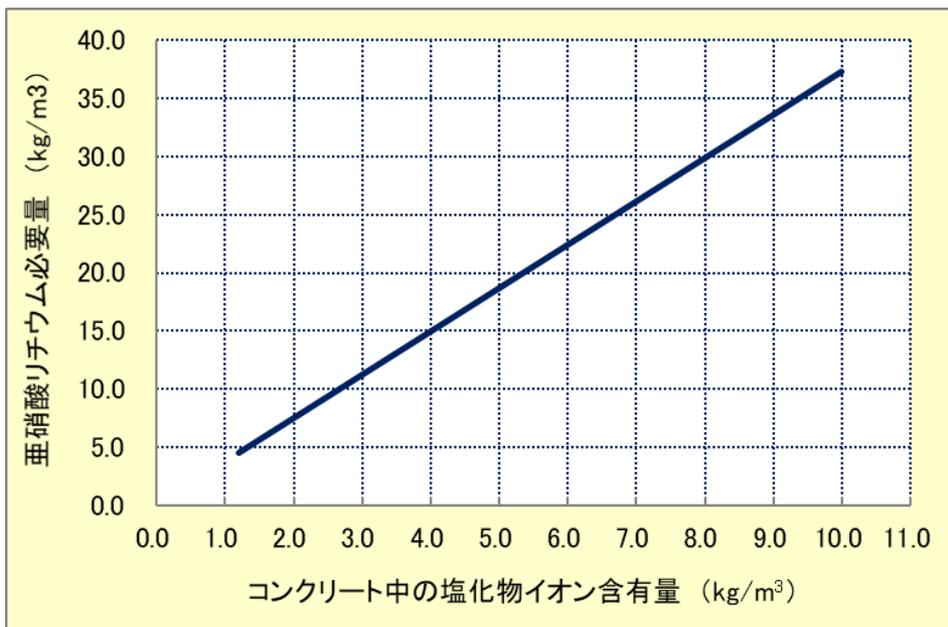
- ・鉄筋腐食を抑制しうる亜硝酸イオンの量
- ・過去の経験により一定量とする
- ・一律で亜硝酸リチウム $7.45\text{kg/m}^3$

## 【ASRの場合】

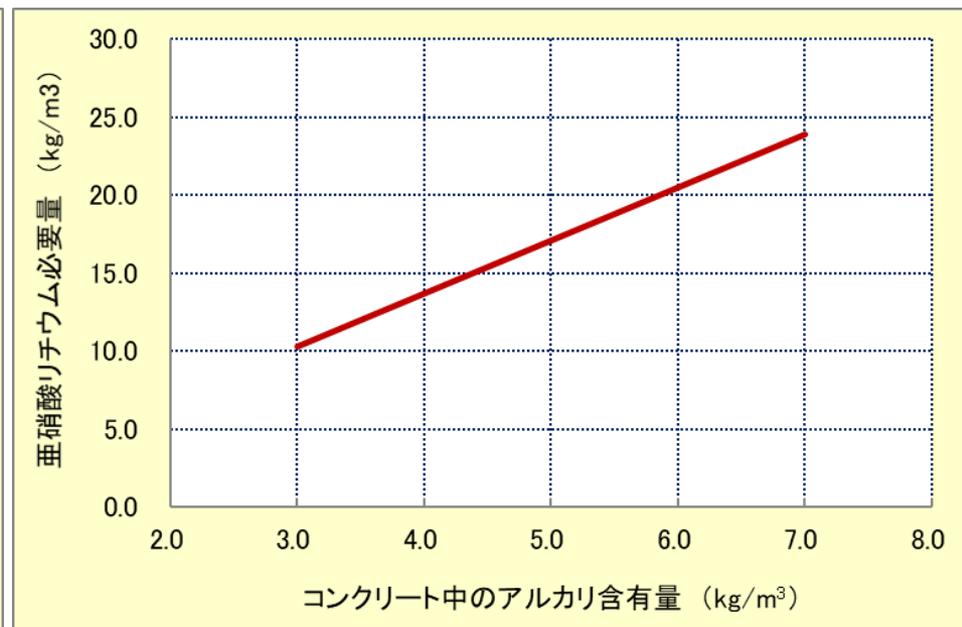
- ・アルカリシリカゲルの膨張を抑制しうるリチウムイオンの量
- ・ $[\text{Li}^+]/[\text{Na}^+]$ モル比 = 0.8となる量
- ・コンクリート中のアルカリ含有量（試験値）に応じて算定  
例) アルカリ含有量 $4.0\text{kg/m}^3 \Rightarrow$  亜硝酸リチウム $13.67\text{kg/m}^3$

※上記の「亜硝酸リチウム」の量は「亜硝酸リチウム40%水溶液」としての量を示す

# 亜硝酸リチウム必要量の基本的な考え方



亜硝酸リチウム必要量【塩害】



亜硝酸リチウム必要量【ASR】

- 塩化物イオン量やアルカリ含有量から、亜硝酸リチウム必要量を算出。
- ただし、補修工法によって亜硝酸リチウムの物理的な供給可能量が異なる。



- 工法毎にどのように亜硝酸リチウムを供給し得るのかを考慮して設計する。

# 2. 亜硝酸リチウム

を用いた補修工法

# 亜硝酸リチウムを用いた補修工法の種類

## 目的および補修グレードに応じた6種類

① 亜硝酸リチウム内部圧入工  
『リハビリ圧入工法』



② 簡易型亜硝酸リチウム内部圧入工  
『リハビリカプセル工法』  
NETIS:CG-120005-VR



③ ひび割れ注入工  
『リハビリシリンダー工法』



④ 断面修復工  
『リハビリ断面修復工法』  
NETIS:CG-220003-A



⑤ 表面被覆工  
『リハビリ被覆工法』



⑥ 表面含浸工  
『プロコンガードシステムS』  
NETIS:CG-190024-A



# 亜硝酸リチウム併用型ひび割れ注入工法 『リハビリシリンダー工法』



**REHABILI** 浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液『プロコン40』を用いた塩害・中性化・ASR補修技術 特許第30110017号

**プロコン40** **ひび割れ低圧注入**

**リハビリ工法** **リハビリシリンダー工法**

**特 徴**

① 3段階による効果的な注入工法

ひび割れ低圧注入『リハビリシリンダー工法』は、浸透拡散型のひび割れ低圧注入剤『プロコン40』を用いたコンクリート中のひび割れを充填・密着させる修復技術です。『リハビリシリンダー』による高圧での低圧注入が可能で、シリンダー内部にセメントとプロコン40を併用して低圧で注入することが可能です。

② 高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤

ひび割れ低圧注入『リハビリシリンダー工法』は、高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤です。そのシリンダー内部がひび割れと繋がっているため、高圧でも壊れずに高圧で注入することが可能です。また、繊維状セメント系注入剤は高圧で注入することによってひび割れ内部の空隙が充填され、注入剤の強度が向上します。

③ 塩害・中性化・ASRによるひび割れに有効

一般のひび割れ注入工法は、ひび割れを充填するだけで済みます。しかし、『リハビリシリンダー工法』は、ひび割れを充填するだけでなく、高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤を注入することで、ひび割れ内部の空隙を充填し、注入剤の強度が向上します。また、繊維状セメント系注入剤は高圧で注入することによってひび割れ内部の空隙が充填され、注入剤の強度が向上します。

④ 高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤

『リハビリシリンダー工法』は、高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤を用いたひび割れ低圧注入工法です。そのシリンダー内部がひび割れと繋がっているため、高圧でも壊れずに高圧で注入することが可能です。また、繊維状セメント系注入剤は高圧で注入することによってひび割れ内部の空隙が充填され、注入剤の強度が向上します。

**施工仕様**

① 注入部 塩害・中性化・ASRによるひび割れに有効

② 注入剤 繊維状セメント系ひび割れ低圧注入剤『プロコン40』

③ 注入圧 圧力1MPa～0.2MPa程度

④ 注入量 圧力1MPa～0.2MPa程度

**施工手順**

1. 高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤を注入する
2. 『リハビリシリンダー』を固定する
3. 高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤を注入する
4. 『リハビリシリンダー』をプロコン40で充填し、高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤を注入する
5. 繊維状セメント系注入剤を『リハビリシリンダー』に充填し、高圧でも壊れた繊維状セメント系注入剤を注入する
6. 注入剤が硬化した後、『リハビリシリンダー』を除去する

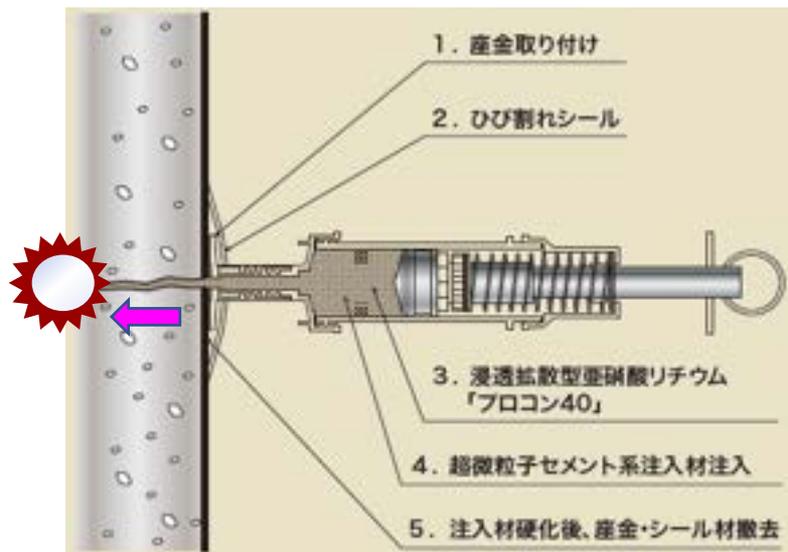
**工法概要**

**ひび割れ低圧注入**

# 亜硝酸リチウム併用型ひび割れ注入工法

## 【リハビリシリンダー工法】

(NETIS掲載終了)



- ①自動低圧注入器をひび割れに沿って設置する
- ②亜硝酸リチウム水溶液を先行注入する ⇒ 鉄筋防錆
- ③超微粒子セメント系注入材を本注入 ⇒ ひび割れ閉塞、劣化因子遮断

### 期待できる性能、効果

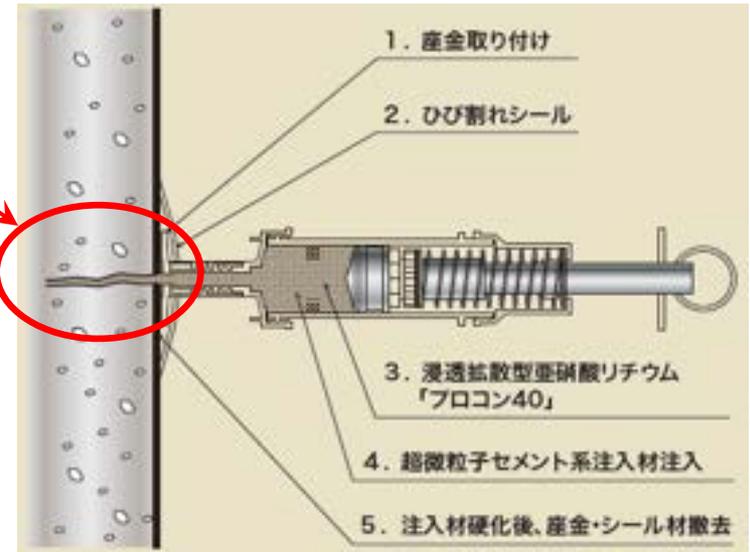
- 基本性能 : 『ひび割れ注入材による劣化因子の遮断』  
付加価値 : 『亜硝酸イオンによる鉄筋腐食の抑制』

# リハビリシリンダー工法の設計注入量

ひび割れ注入工における注入材の注入量はひび割れの体積で物理的に決まる。



塩化物イオン量やアルカリ含有量に応じた定量的な算定はできない。



## 【ひび割れ注入材の注入量算定のために】

- ひび割れ幅は実測できる
- ひび割れ深さは推定値となる  
⇒JCMAではひび割れ幅の200倍と仮定して算定している
- ひび割れの幅、深さ、延長よりひび割れ体積を推定する  
⇒ひび割れ体積に物理的に注入し得る量を注入量とする
- 使用材料には適切なロス率を計上する  
⇒JCMAでは以下のようにロス率を推奨している  
超微粒子セメント系注入材：50%  
亜硝酸リチウム：30%

# リハビリシリンダー工法の概算工事費

## 国土交通省の標準歩掛に準拠して積算する

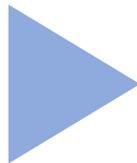
- ・ 1構造物あたりひび割れ述べ延長25m以上の場合の積算例  
(ひび割れ幅0.2～1.0mm、深さ120mmの場合)

10mあたり

名称	単位	数量	単価	金額
土木一般世話役	人	0.58	23,000	13,340
特殊作業員	人	0.96	21,900	21,024
普通作業員	人	0.71	19,600	13,916
亜硝酸リチウム	kg	1.17	8,000	9,360
超微粒子セメント系注入材	kg	1.06	1,500	1,590
シール材	kg	2.26	300	678
注入器	本	40	360	14,400
諸雑費	%	20		9,656
計				83,964
1mあたり				8,396

※労務単価：広島県 令和5年度

# リハビリシリンダー工法の比較検討の例



- ひび割れに対し、ひび割れを閉塞して劣化因子の侵入を遮断する



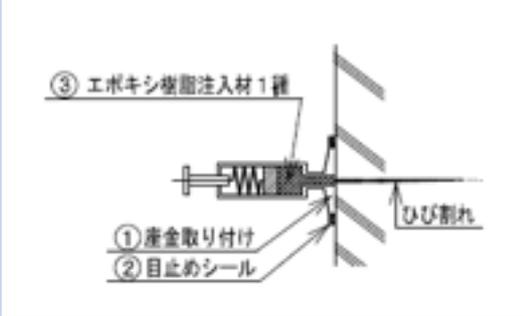
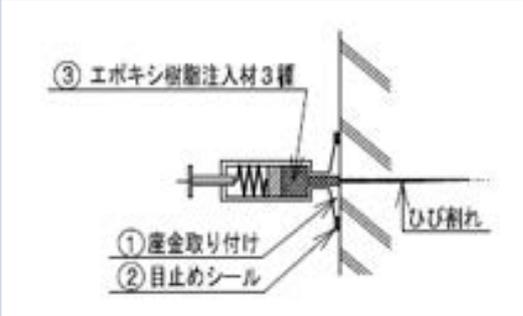
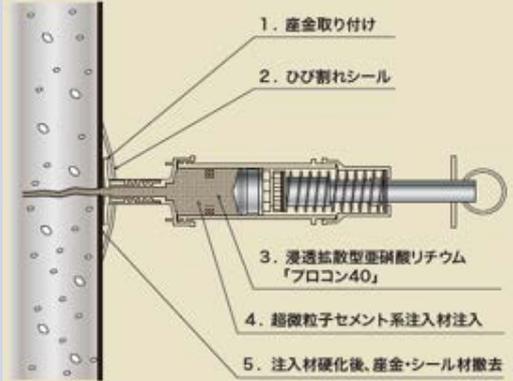
それだけでいいの？

- 塩害や中性化など、鉄筋腐食に起因するひび割れであるならば、ひび割れ注入工法の要求性能は「劣化因子の遮断」 + 「不動態皮膜再生効果」



- ひび割れ注入工の中でも、より耐用年数の長い工法を選定すべき場面で！

# リハビリシリンダー工法の比較検討の例

	エポキシ樹脂 1種	エポキシ樹脂 3種	リハビリシリンダー工法
概念図	 <p>③ エポキシ樹脂注入材 1種 ① 産金取り付け ② 目止めシール ひび割れ</p>	 <p>③ エポキシ樹脂注入材 3種 ① 産金取り付け ② 目止めシール ひび割れ</p>	 <p>1. 産金取り付け 2. ひび割れシール 3. 浸透拡散型亜硝酸リチウム「フロコン40」 4. 超微粒子セメント系注入材注入 5. 注入材硬化後、産金・シール材撤去</p>
特長	エポキシ樹脂1種注入材	エポキシ樹脂3種注入材	亜硝酸リチウム + 超微粒子セメント系注入材
長所	付着性に優れる 湿潤面硬化型もある	付着性に優れる ひび割れ追従性がある	不動態皮膜の再生あり コンクリートと物性が近い
短所	不動態皮膜の再生なし ひび割れ追従性がない	不動態皮膜の再生なし	付着性に劣る ひび割れ追従性がない
経済性	7,800～8,200円/m	7,900～8,300円/m	8,300円/m

# 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** 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

**プロコンガード** 亜硝酸リチウム併用型表面含浸工法

**リハビリ工法** **プロコンガードシステムS**

**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「プロコンガードプライマー」に、シラン・シロキサン系含浸材「プロコンガードS」を組み合わせると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活性粒子の浸透を目的としており、その浸透阻害は劣化機構の抑制、軽減する効果とされています。

プロコンガードシステムSは、活性粒子の浸透に加え、亜硝酸リチウムによる鉄筋腐食防止とアルカリシリカゲル部形成効果等を付加効果として備えています。したがって、劣化過程が進行していても、特に鉄筋腐食やASR膨張が生じつつある建築物や加齢型劣化などの状態であっても、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Sは他の表面含浸工法と同様にコンクリートの劣化を拡大することはありまないので、施工後の経年経過、モニタリング等に準拠しています。

**特長**

**活性粒子の浸透**

- プロコンガードS(シラン・シロキサン系含浸材)がコンクリート表面に浸透し、塩水防止層を形成し、水分・塩化物イオン、二酸化炭素などの活性粒子の侵入を防ぎます。

**劣化抑制メカニズム**

- 塩害、中性化の抑制の観点、プロコンガードプライマー(亜硝酸リチウム系含浸材)に含まれる亜硝酸リチウムが鉄筋表面まで浸透、拡散することで、鉄筋の不動電位層を再定して防錆効果を発揮し、以後の鉄筋腐食の進行を抑制します。
- 特に塩害被害の場合には、亜硝酸イオンが鉄筋(プロコンガードプライマー塗布面)を塩化物イオン層に近づけて定量的に減らすことができます。
- ASR補修の場合、プロコンガードプライマー(亜硝酸リチウム系含浸材)に含まれるリアクティブイオンの浸透、拡散したコンクリート表面層では、アルカリシリカゲルが生成をされ、以後のASR膨張の進行を抑制します。

**期待される効果**

- 塩害 腐 蝕: 活性粒子(塩化物イオン)の侵入阻害+鉄筋表面腐食抑制(不動態皮膜再生)
- 中性化抑制: 活性粒子(二酸化炭素)の侵入阻害+鉄筋表面腐食抑制(不動態皮膜再生)
- ASR補修: 活性粒子(水分)の侵入阻害+ASR膨張抑制(ゲルの生成抑制)

**施工手順**

1. 下地処理

2. プロコンガードプライマーの塗布

3. プロコンガードSの塗布

4. 養生

5. 完成

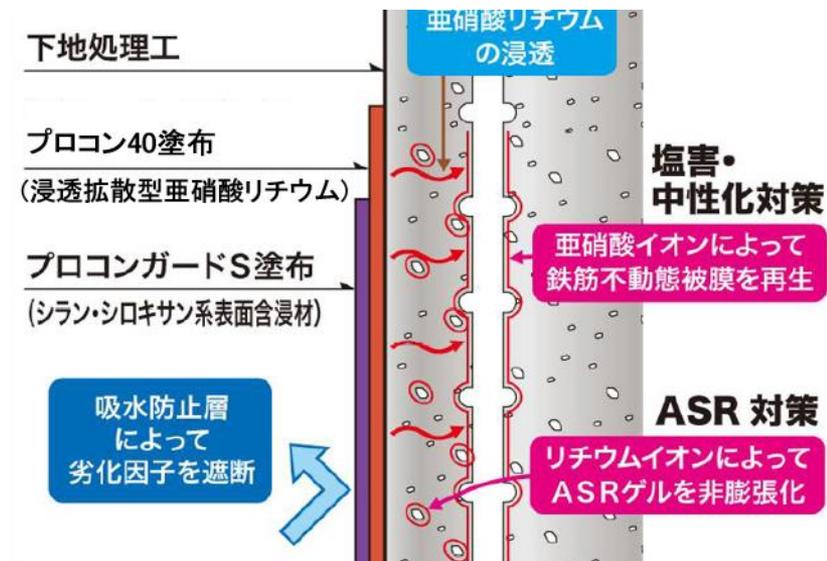
**性状: ジェル状**

**塩水防止層: 均一・高密度**

# 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

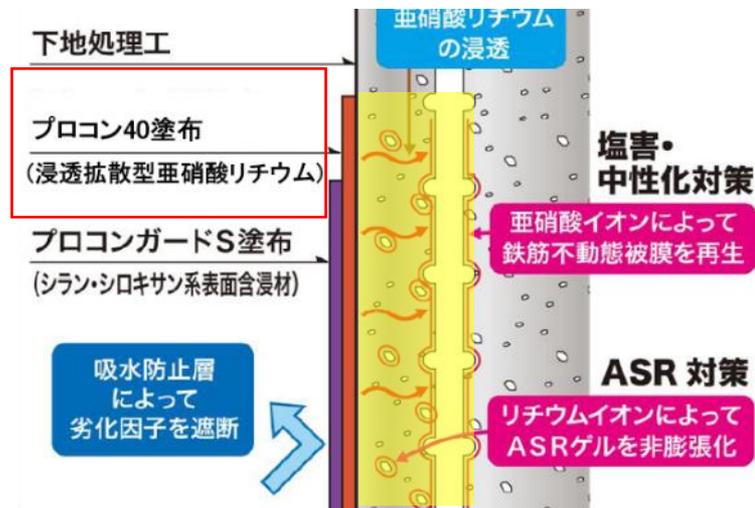


- ①コンクリート表面を下地処理する
- ②浸透拡散型亜硝酸リチウムを塗布し、内部へ含浸させる ⇒ 鉄筋防錆
- ③シラン・シロキサン系含浸材を塗布し、撥水層を形成する ⇒ 劣化因子の遮断

### 期待できる性能、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の抑制』

# プロコンガードシステムSの設計塗布量



- 亜硝酸リチウム標準塗布量  $0.3\text{kg}/\text{m}^2$
- 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 <sup>3</sup> 未満	2.0~3.0kg/m <sup>3</sup>	3.0~4.0kg/m <sup>3</sup>	4.0~5.0kg/m <sup>3</sup>	5.0kg/m <sup>3</sup> 以上
20mm 未満	0.30kg/m <sup>2</sup>	0.30kg/m <sup>2</sup>	0.30kg/m <sup>2</sup>	0.40kg/m <sup>2</sup>	要検討
20~30mm	0.30kg/m <sup>2</sup>	0.40kg/m <sup>2</sup>	0.50kg/m <sup>2</sup>	0.60kg/m <sup>2</sup>	要検討
30~40mm	0.30kg/m <sup>2</sup>	0.50kg/m <sup>2</sup>	0.60kg/m <sup>2</sup>	0.80kg/m <sup>2</sup>	要検討
40~50mm	0.40kg/m <sup>2</sup>	0.60kg/m <sup>2</sup>	0.80kg/m <sup>2</sup>	1.0kg/m <sup>2</sup>	要検討
50mm 以上	要検討	要検討	要検討	要検討	要検討

# プロコンガードシステムSの概算工事費

## コンクリートメンテナンス協会歩掛りに準拠して積算する

- ・ 1構造物あたり施工面積100m<sup>2</sup>以上の場合の積算例  
(亜硝酸リチウム標準塗布量の場合)

100m<sup>2</sup>あたり

名称	単位	数量	単価	金額
土木一般世話役	人	2.0	23,000	46,000
特殊作業員	人	6.0	21,900	131,400
普通作業員	人	2.0	19,600	39,200
亜硝酸リチウム系含浸材	kg	33.0	8,000	264,000
シラン・シロキサン系含浸材	kg	19.8	9,700	192,060
諸雑費	%	5		10,830
計				683,490
1m <sup>2</sup> あたり				6,835

※労務単価：広島県 令和5年度

使用材料のロス率 (JCMA)

⇒亜硝酸リチウム系含浸材 : 10%

シラン・シロキサン系含浸材 : 10%

# プロコンガードシステムSの比較検討の例



- 一般的な表面含浸工法が単独で適用できるのは「**潜伏期**」まで
- 劣化因子を遮断するために表面含浸工法を適用する

↓ それだけでいいの？

- 進展期以降は既に不動態皮膜が破壊されおり、**腐食が開始**している
- 要求性能は劣化因子の遮断だけでなく「**不動態皮膜再生効果**」も必要

↓

- 「**進展期**」の予防保全や「**加速期前期**」の事後保全として！

# プロコンガードシステムSの比較検討の例

	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/m<sup>2</sup>)</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) プロコンガードS塗布 (シラン・シリキサン系表面含浸材) 吸水防止層 によって 劣化因子を遮断</p> <p>亜硝酸リチウムの浸透 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 ASR 対策 リチウムイオンによって ASRゲルを非膨張化</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 <sup>2</sup>	3,000～4,000円/m <sup>2</sup>	6,800円/m <sup>2</sup>

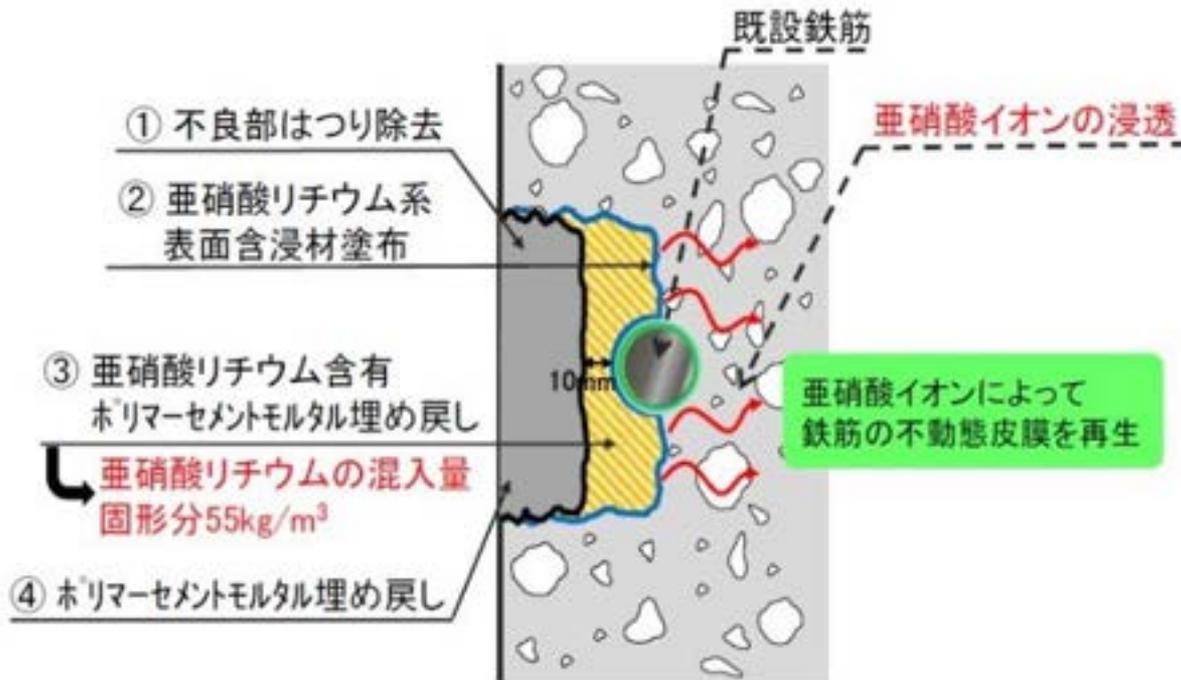
# 亜硝酸リチウム併用型表面含浸工に関する研究例

年度	論文名	研究機関
2023	亜硝酸系表面含浸材を塗布したコンクリートの海洋環境下における耐久性(投稿中)	広島工業大学
2020	異なる含水状態における亜硝酸リチウム添加量が腐食速度に与える影響	金沢大学
2019	亜硝酸系含浸材のコンクリートへの適用方法に関する基礎的研究	金沢大学
2017	亜硝酸リチウムを塗布したモルタルの中性化抑制機構に関する基礎的研究	福岡大学
2017	屋外暴露試験による塩害環境下の経年構造物の補修工法に関する腐食抑制効果の評価	芝浦工業大学
2015	亜硝酸リチウム含浸による経年構造物の補修工法に関する屋外暴露試験	芝浦工業大学



# 亜硝酸リチウム併用型断面修復工法

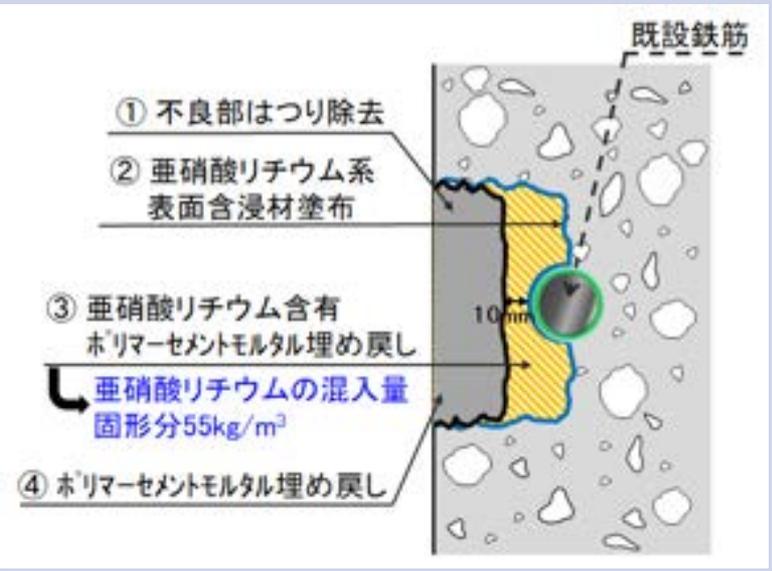
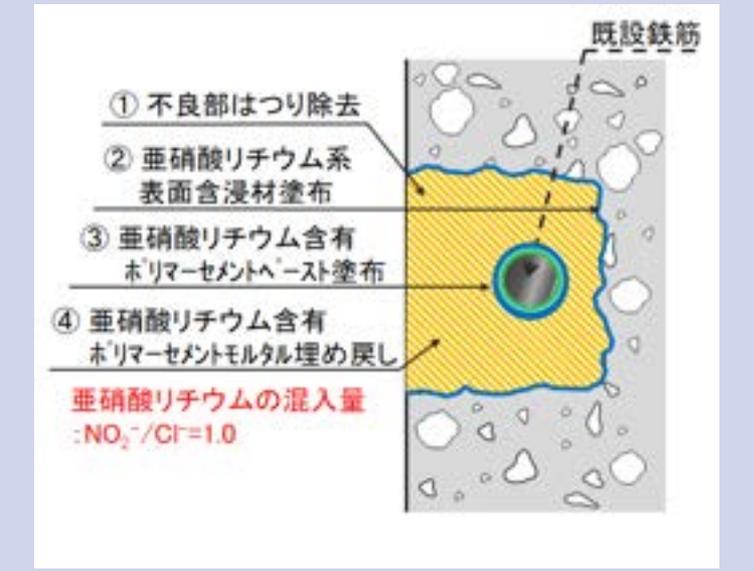
## 【リハビリ断面修復工法】 NETIS : CG-220003-A



- ① はつり深さは鉄筋を半分程度露出させる程度まで
- ② 露出した鉄筋表面をケレンした後、亜硝酸リチウムを塗布する ⇒ 鉄筋防錆
- ③ 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルにて、鉄筋を10mm覆う厚さまで断面を修復する ⇒ 鉄筋防錆  
このときの亜硝酸リチウム混入量は137.5kg/m<sup>3</sup> (固形分で55kg/m<sup>3</sup>)
- ④ 残りの表層部分をポリマーセメントモルタルにて埋め戻す

# リハビリ断面修復工法のはつり深さ

## 鉄筋背面側コンクリートの脆弱化の状態に応じて2種類

はつり深さ	鉄筋の中心部まで	鉄筋背面側まで
<p>概念図</p>	 <p>既設鉄筋</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 不良部はつり除去</li> <li>② 亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布</li> <li>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/m<sup>3</sup></li> <li>④ ポリマーセメントモルタル埋め戻し</li> </ol> <p>10mm</p>	 <p>既設鉄筋</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 不良部はつり除去</li> <li>② 亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布</li> <li>③ 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントペースト塗布</li> <li>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</li> </ol> <p>亜硝酸リチウムの混入量  <math>NO_2^-/Cl^-=1.0</math></p>
<p>概要</p>	<p>2層構造</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル（鉄筋を10mm覆う厚さまで）</li> <li>② ポリマーセメントモルタル単体（残り範囲）</li> </ol>	<p>1層構造</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタル（全範囲）</li> </ol>
<p>混入量</p>	<p>フロコン40: 137.5kg/m<sup>3</sup>              （亜硝酸リチウム固形分55kg/m<sup>3</sup>）</p>	<p>塩化物イオン含有量に応じて設定              （塩化物イオンに対してモル比1.0）</p>

# リハビリ断面修復工法の概算工事費

## 国土交通省の標準歩掛に準拠して積算する

- ・ 単位あたりの施工歩掛は1層目も2層目も共通
- ・ ただし単位あたりの材料費が1層目と2層目で異なる
- ・ それを踏まえた1構造物あたり断面修復工の積算例  
条件：述べ体積0.1m<sup>3</sup>以上、左官工法  
鉄筋かぶり50mm、はつり深さ65mm  
(鉄筋ケレン・防錆処理含む)

施工面積10m<sup>2</sup>あたり (体積0.65m<sup>3</sup>あたり)

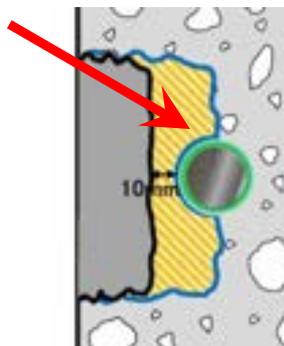
名称	単位	数量	単価	金額
断面修復工 1層目 t=25mm (亜硝酸リチウム混入)	m <sup>3</sup>	0.25	3,974,987	993,747
断面修復工 2層目 t=40mm (亜硝酸リチウムなし)	m <sup>3</sup>	0.40	2,676,987	1,070,795
計				2,064,542
深さ65mmの場合の1m <sup>2</sup> あたり				206,454

※労務単価：広島県 令和5年度

# リハビリ断面修復工法の単価表

## 【1層目】

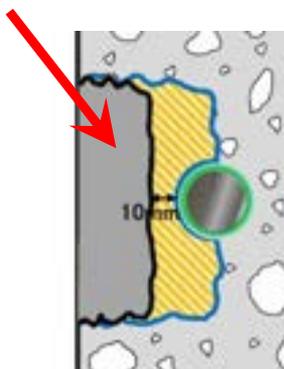
亜硝酸リチウム混入  
体積0.1m3あたり



名称	単位	数量	単価	金額
土木一般世話役	人	2.3	23,000	52,900
特殊作業員	人	3.8	21,900	83,220
普通作業員	人	2.5	19,600	49,000
ポリマーセメントモルタル	m3	0.118	527,250	62,216
亜硝酸リチウム	kg	16.225	8,000	129,800
諸雑費	%	11		20,363
計				397,499
1m3あたり				3,974,987

## 【2層目】

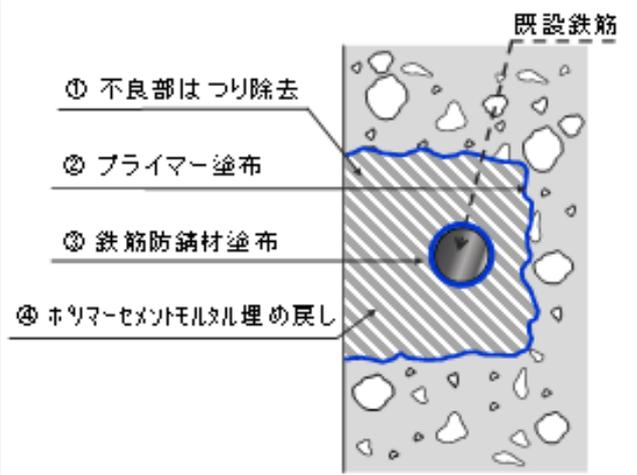
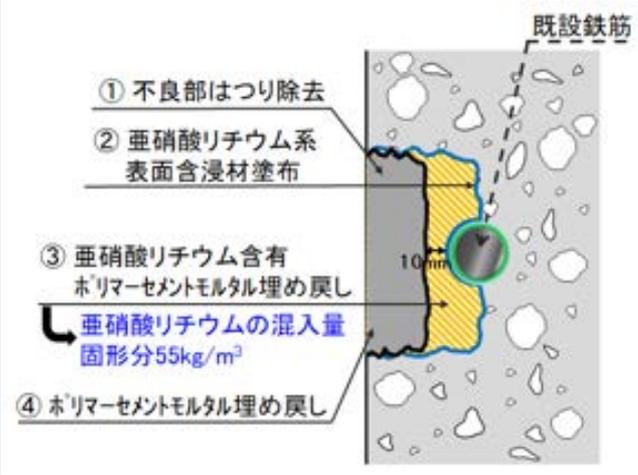
亜硝酸リチウムなし  
体積0.1m3あたり



名称	単位	数量	単価	金額
土木一般世話役	人	2.3	23,000	52,900
特殊作業員	人	3.8	21,900	83,220
普通作業員	人	2.5	19,600	49,000
ポリマーセメントモルタル	m3	0.118	527,250	62,216
亜硝酸リチウム	kg	0	8,000	0
諸雑費	%	11		20,363
計				267,699
1m3あたり				2,676,987

※労務単価：広島県 令和5年度

# リハビリ断面修復工の比較検討の例

	一般的な断面修復工法	リハビリ断面修復工法
概念図	 <p>既設鉄筋</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 不良部はつり除去</li> <li>② プライマー塗布</li> <li>③ 鉄筋防錆材塗布</li> <li>④ ポリマーセメントモルタル埋め戻し</li> </ol>	 <p>既設鉄筋</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 不良部はつり除去</li> <li>② 亜硝酸リチウム系表面含浸材塗布</li> <li>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  <small>亜硝酸リチウムの混入量 固形分55kg/m<sup>3</sup></small> </li> <li>④ ポリマーセメントモルタル埋め戻し</li> </ol> <p>10mm</p>
はつり深さ	鉄筋背面側まで (例; かぶり50mmの場合で100mm)	鉄筋中心の深さまで (例; かぶり50mmの場合で65mm)
長所	実績が豊富 断面修復材の配合が1種類	はつり作業、断面修復材量を最小化 工期の短縮
短所	はつり作業量が多い 断面修復材量が多い	断面修復材の配合が2種類となる
経済性	270,000円/m <sup>2</sup> (材料単価は安いですが施工量が多い)	210,000円/m <sup>2</sup> (材料単価は高いが施工量が少ない)

# 亜硝酸リチウム併用型断面修復工に関する研究例

年度	論文名	研究機関
2022	未はつり部を有する断面修復工法における亜硝酸リチウム混和モルタルによる鉄筋防錆効果	福岡大学
2021	浅はつりコンクリートにおける各種高機能断面修復工法を用いた鉄筋防錆に関する基礎的研究	福岡大学
2020	塩害劣化コンクリートに対するシリカフェームと亜硝酸リチウムを用いた断面修復による補修効果に関する検討	徳島大学
2018	塩害劣化コンクリートに対するフライアッシュと亜硝酸リチウムを用いた断面修復による補修効果に関する検討	徳島大学
2017	亜硝酸リチウム添加モルタルの中性化抑制機構に関する基礎的研究	福岡大学
2016	断面修復材に混和した亜硝酸リチウムがマクロセル腐食に及ぼす影響に関する研究	福岡大学

# 簡易型亜硝酸リチウム内部圧入工法 『リハビリカプセル工法』



**REHABILI**

**プロコン40**

**リハビリ工法**

浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液「プロコン40」を用いた塩害・中性化・ASR補修技術 NETB-CC-120005-VH

**簡易型高圧注入  
リハビリカプセル工法**

**特長**

**根本的なASR抑制対策！**

簡易型高圧注入「リハビリカプセル工法」は、アルカリイオン反応（ASR）によって生じた劣化したコンクリート構造体等の劣化部分を根本的に治療する補修技術です。劣化した部分を全てが浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液を内部圧入することにより、ASRの原因であるアルカリイオンが劣化部分を中和するため、以後ASR発生の進行を根本的に抑制することができます。

**効果的なASR抑制対策！**

簡易型高圧注入「リハビリカプセル工法」は、塩害や中性化によって生じた劣化した劣化したコンクリート構造体等の劣化部分を根本的に治療する補修技術です。劣化した部分を全てが浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液を内部圧入することにより、劣化原因となる硫酸根を再生するため、以後の硫酸根発生による劣化を根本的に抑制することができます。

**簡易な圧入装置にて合理的に補修対策！**

簡易型高圧注入装置「リハビリカプセル」は、大規模工事用の高圧式高圧注入装置「リハビリカプセル」に同等の圧入性能を有する小型ポンプタイプの装置です。したがって、狭小スペースでの作業や、現場での作業の効率化や作業の軽減が期待されています。また、施工現場が小さい場合にも合理的かつ経済的に適用することができます。

**施工仕様**

圧入装置：高圧式高圧注入装置「リハビリカプセル」

材料：浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液「プロコン40」

圧入量：コンクリートのアルカリ量（ASRの発生）や劣化状況（塩害）塩害の発生状況に応じて合理的に決定

圧入圧力：0.5MPa～0.8MPaの範囲内でコンクリートの劣化状況に応じて構造体に応じた決定

圧入量：約10m<sup>3</sup>/台

圧入距離：約20m/台標準とする（圧材で圧入可能な範囲に応じて決定）

圧入径：約27mm～250mm

**施工手順**

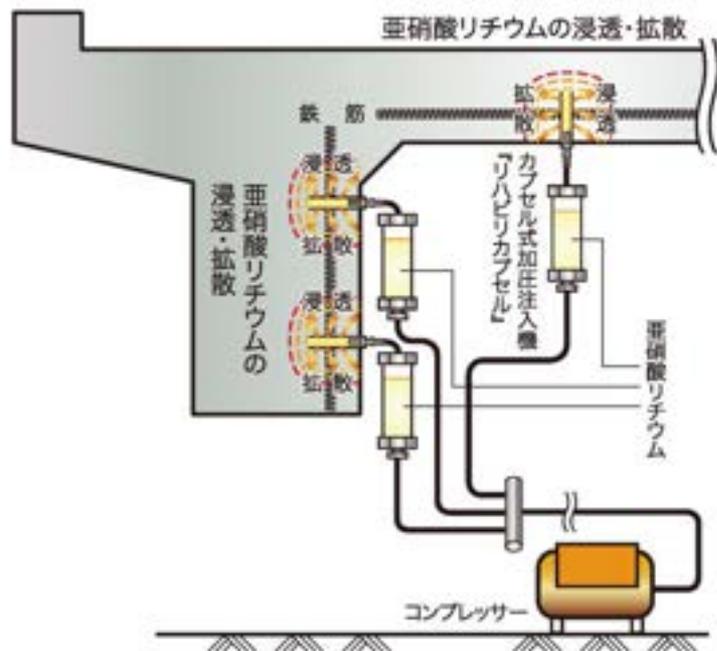
1. 施工箇所を圧入装置またはポンプセンター等により下地処理します。
2. 0.5MPa程度以上の圧力（圧力）を付与して高圧注入装置「プロコン40」の圧入を行います。
3. 浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液を注入します。
4. 「リハビリカプセル」コンクリートポンプセンターを設置します。
5. 高圧注入装置から高圧注入装置「プロコン40」のポンプセンターに高圧注入装置を接続します。
6. 高圧注入装置から高圧注入装置を接続します。
7. 高圧注入装置から高圧注入装置を接続します。

**工法概要図**

35

# 簡易型亜硝酸リチウム内部圧入工法

## 【リハビリカプセル工法】 (NETIS掲載終了)



- ①コンクリートに $\phi 10\text{mm}$ 、 $L=100\text{mm}$ 程度の削孔を500mmの間隔で行う
- ②カプセル式圧入装置にて亜硝酸リチウムを鉄筋周囲に内部圧入する  
⇒ 不動態皮膜の早急かつ確実な再生

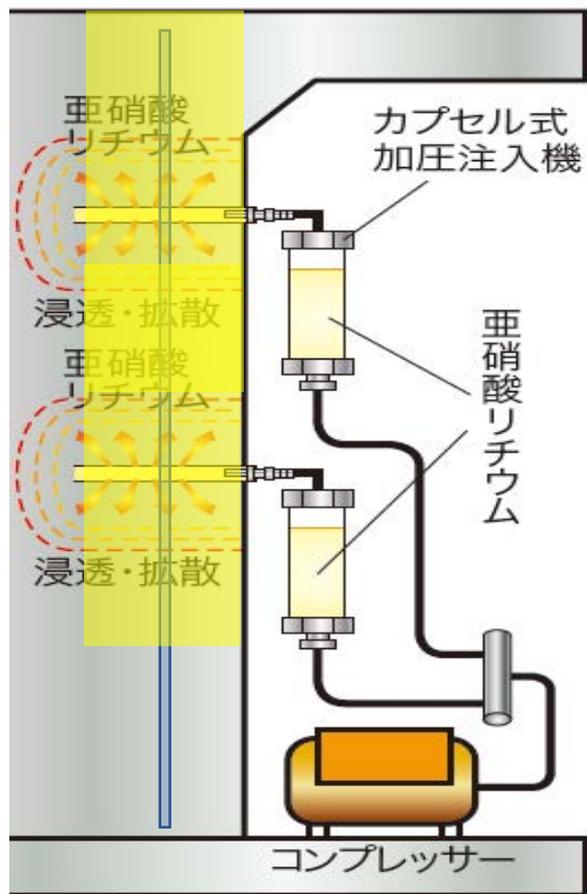
期待できる性能、効果

基本性能 : 『亜硝酸イオンによる鉄筋腐食の抑制』

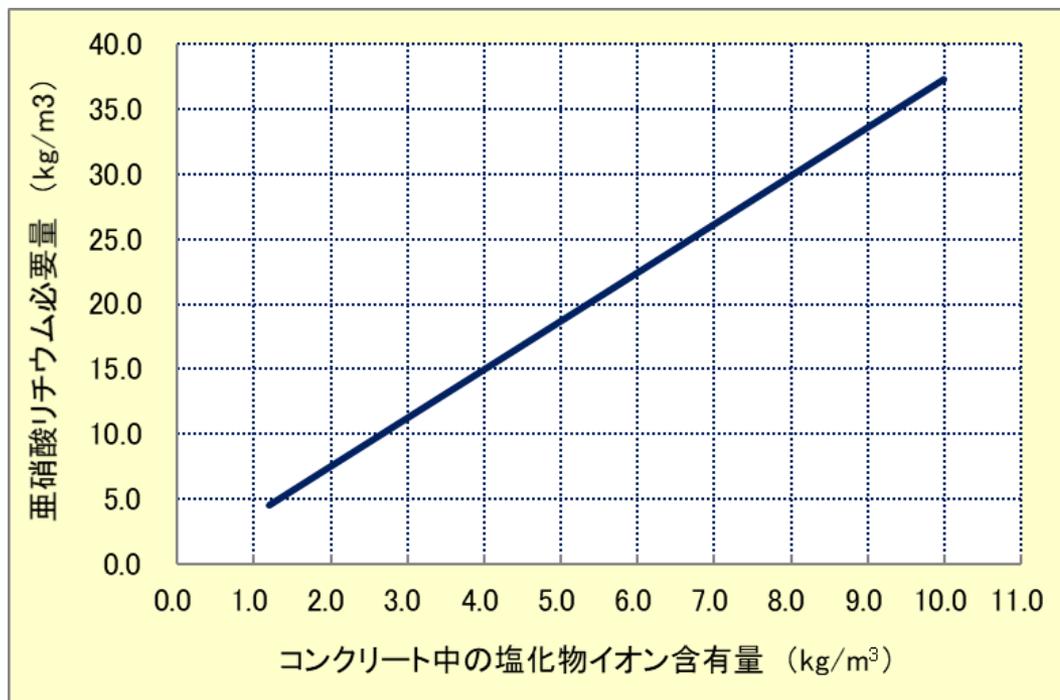
# リハビリカプセル工法の施工状況



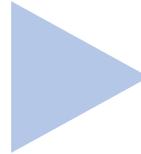
# リハビリカプセル工法の設計



- 塩害補修の設計圧入量は $[NO_2^-]/[Cl^-]$ モル比 = 1.0で定量的に算定する。
- 中性化補修では一律で $7.45\text{kg/m}^3$ とする（経験値）。
- 圧入対象コンクリート範囲は表層 $100\sim 200\text{mm}$ 程度とし、鉄筋かぶりに応じて構造物毎に設定する。
- 圧入による浸透には1週間～2週間程度を要する。



# リハビリカプセル工法の比較検討の例



- 塩害や中性化の「加速期前期」や「加速期後期」の事後保全において、工学的判断と維持管理シナリオを総合的に考慮して工法を選定する



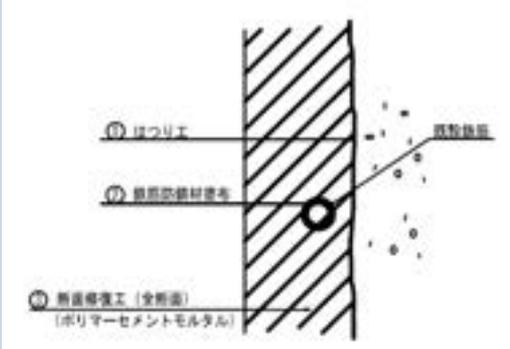
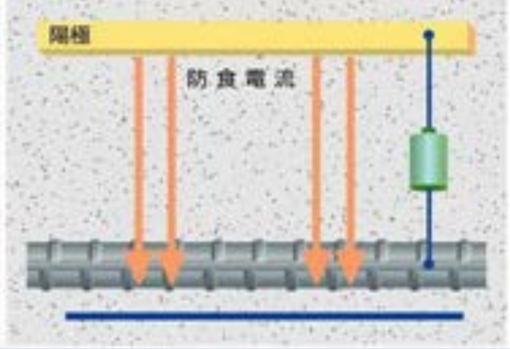
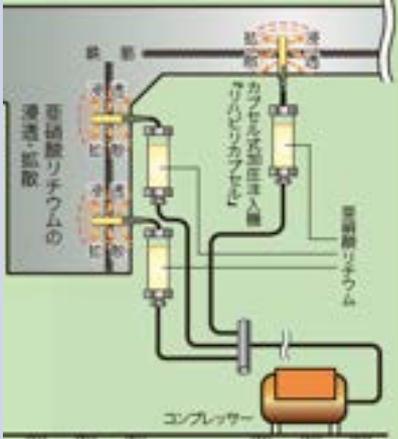
再劣化と再補修を繰り返すことが可能か？

- 「アプローチが困難」、「仮設備の費用が膨大」、「これ以上の性能低下を許容不可」、「LCC検討の結果で有利となる」などの条件がある場合



再劣化を許容しない維持管理シナリオが採用される場面です！

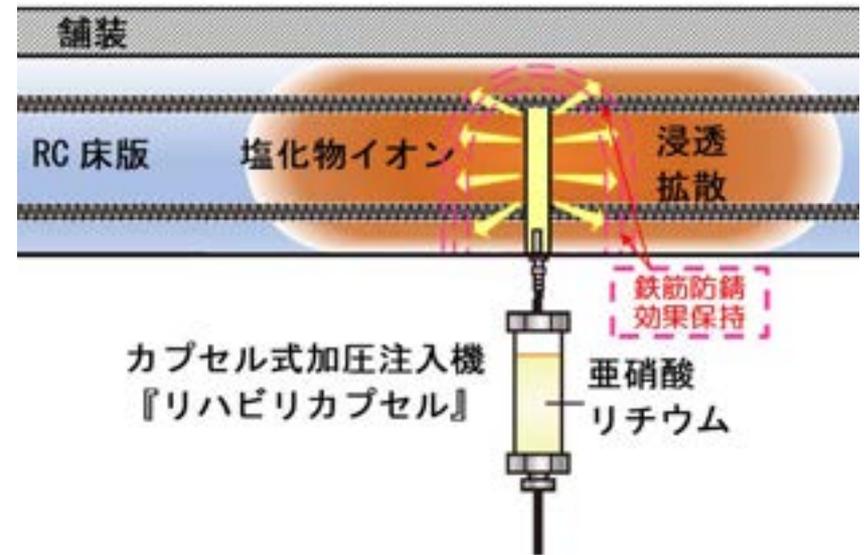
# リハビリカプセル工法の比較検討の例

	全断面修復工法	電気防食工法	リハビリカプセル工法
概念図	 <p>① はつり工 ② 修復材料の注入 ③ 新設修復工（全断面） （ポリマーセメントモルタル）</p>	 <p>陽極 防食電流</p>	 <p>鉄筋 カプセルを各筋道に注入 「リハビリカプセル」 浸透・拡散 コンプレッサー</p>
特長	浮き剥離箇所以外も全て断面修復する	防食電流の通電により、鉄筋腐食を確実に停止	破壊された不動態皮膜を確実に再生修復する
長所	塩化物イオンも除去 メンテナンスは不要	はつり範囲は最小限 理論的信頼性が高い	はつり範囲は最小限 メンテナンスは不要
短所	はつり深さはかぶり次第 施工時の安全性に懸念	メンテナンスが必要	PCへの適用不可
経済性	150,000～ 200,000円/m <sup>2</sup>	90,000～ 150,000円/m <sup>2</sup>	70,000～ 90,000円/m <sup>2</sup>

※概算工事費はあくまで目安であり、物件毎に積算が必要です。

# リハビリカプセル工法の活用事例

## 【交通規制を伴わないRC床版の塩害補修】



【床版の現状】 凍結防止剤散布などにより、**床版上面側の鉄筋**も腐食しやすい

【工法の特徴】 **床版下面側からの作業**のみで、床版上面側の鉄筋防錆対策が可能

【メリット】 **施工時の交通規制が不要**

# 簡易型亜硝酸リチウム内部圧入工に関する研究例

年度	論文名	研究機関
2020	RC部材の背面側の鉄筋を対象としたリハビリカプセル工法による亜硝酸リチウムの浸透範囲に関する研究	立命館大学
2019	塩害劣化を受けたコンクリートへの亜硝酸リチウム内部圧入工法の適用に関する基礎的研究	福岡大学
2018	異なる亜硝酸リチウムの量と環境条件がRC部材の鉄筋に与える影響に関する研究	宮崎大学
2017	屋外暴露試験による塩害環境下の経年構造物の補修工法に関する腐食抑制効果の評価	芝浦工業大学
2016	異なる相対湿度環境における亜硝酸リチウム内部圧入工法の鉄筋腐食抑制効果	宮崎大学
2013	LiNO <sub>2</sub> 圧入工法におけるNO <sub>2</sub> <sup>-</sup> の濃度分布に関する研究	京都大学

# 亜硝酸リチウム内部圧入工法 『ASRリチウム工法』



REHABILI

浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液「プロコン40」  
を用いた塩害・中性化・ASR補修技術

プロコン40

油圧式高圧注入

ASRリチウム工法

概要

従来のASR補修工法

従来工法はASRリチウム工法は、ポンプリフトによるASR液によって充填したコンクリート構造物を効果的に劣化する補修技術です。コンクリート母材全体に浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液を内部注入することにより、ASRの発生を抑制する効果があります。従来のASR工法は、ASR液の浸透を効果的に抑制することができます。

従来のASR補修工法

従来のASR補修工法は、ポンプリフトによるASR液によって充填したコンクリート構造物を効果的に劣化する補修技術でもありますが、浸透拡散型ASR液による浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液を内部注入することにより、ASRの発生を抑制する効果があります。従来のASR工法は、ASR液の浸透を効果的に抑制することができます。

施工仕様

注入装置 油圧式高圧注入装置「プロコン40」  
 材料 浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液「プロコン40」  
 注入量 コンクリート中のASR発生箇所（ASR発生箇所）にポンプリフトによるASR液を注入することにより、ASRの発生を抑制する効果があります。従来のASR工法は、ASR液の浸透を効果的に抑制することができます。

施工手順

1. 施工現場調査とASR発生箇所を特定し、ポンプリフトを設置します。
2. ASR液を注入するためのポンプリフトを設置し、ASR液を注入します。
3. ASR液を注入し、ASR液がコンクリート中に浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液を内部注入します。
4. ASR液の浸透を効果的に抑制し、ASRの発生を抑制します。
5. ASR液の浸透を効果的に抑制し、ASRの発生を抑制します。
6. ASR液の浸透を効果的に抑制し、ASRの発生を抑制します。
7. ASR液の浸透を効果的に抑制し、ASRの発生を抑制します。

補修効果の検証

ASRリチウム工法によるASR補修を行う場合、本工法による補修効果は施工前後の劣化係数を比較することによって定量的に評価することができます。

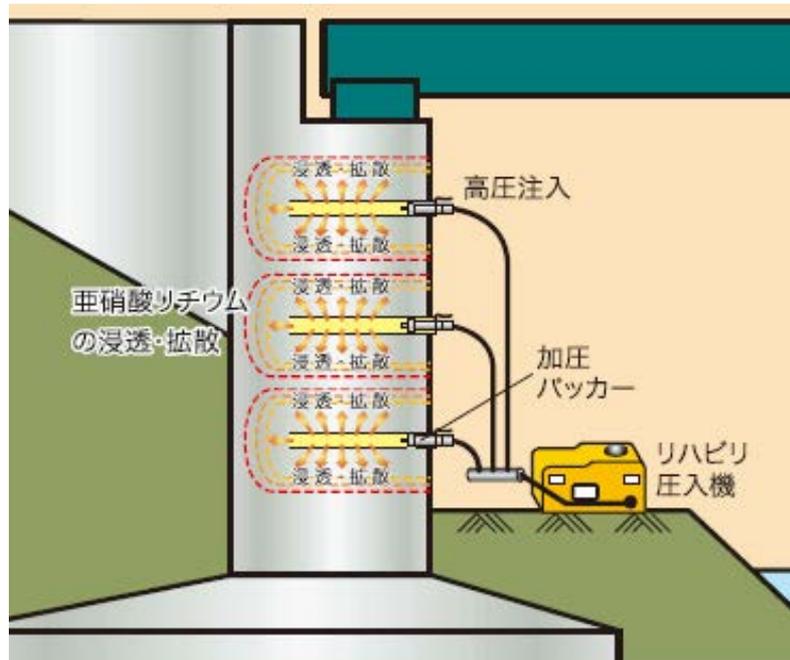
ASRリチウム工法によるASR補修効果検証結果（CO-001）の例

施工事例

工法概念図

# 亜硝酸リチウム内部圧入工法

## 【ASRリチウム工法】 (NETIS掲載終了)



- ①コンクリートに $\phi 20\text{mm}$ の削孔を750mm間隔で行う
- ②圧入装置にて亜硝酸リチウムを部材全体に内部圧入する

⇒ アルカリシリカゲルの非膨張化

### 期待できる性能、効果

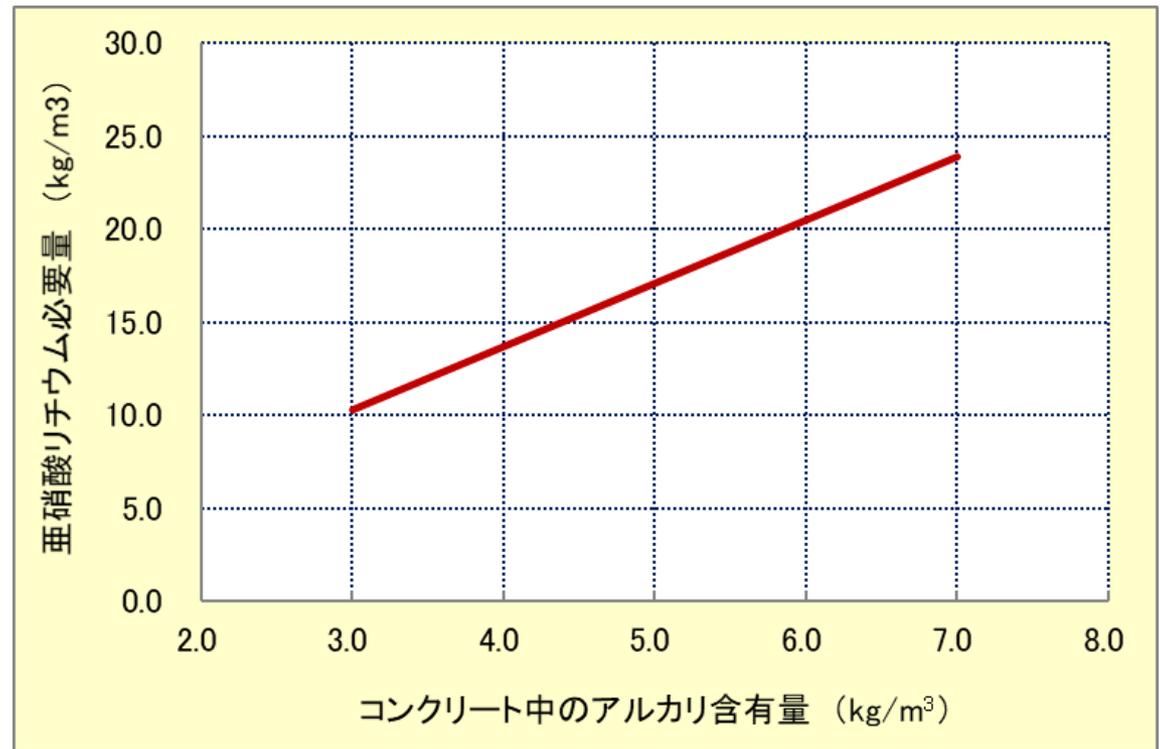
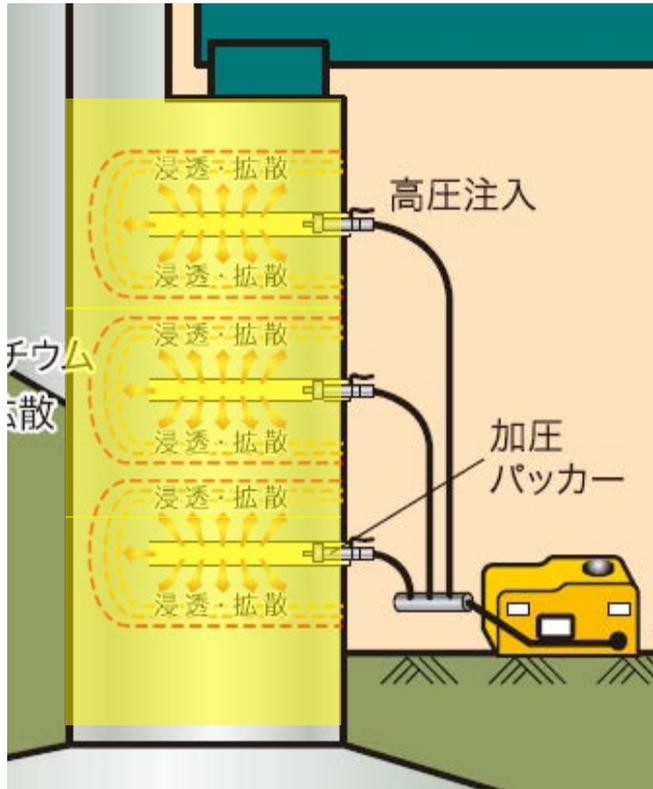
基本性能 : 『リチウムイオンによるアルカリシリカゲルの非膨張化』

# ASRリチウム工法の施工状況



# ASRリチウム工法の設計

- ASR補修の設計圧入量、 $[Li^+]/[Na^+]$ モル比 = 0.8で定量的に算定する。
- 圧入対象コンクリート範囲は部材全体とする。
- 圧入による浸透には2週間～4週間程度を要する。



# ASRリチウム工法の比較検討の例



水分侵入が止められない？



既に再劣化している？

- ASRの「進展期」や「加速期」で、かつ膨張性が有害の事後保全において、工学的判断と維持管理シナリオを総合的に考慮して工法を選定する

↓ 着目点は？

- 「アプローチが困難」、「仮設備の費用が膨大」、「これ以上の性能低下を許容不可」、「LCC検討の結果で有利となる」などの条件がある場合

↓

再劣化を許容しない維持管理シナリオが採用される場面！

# ASRリチウム工法の比較検討の例

	ひび割れ注入工法 + 表面被覆工法	ひび割れ注入工法 + 表面含浸工法	ひび割れ注入工法 + ASRリチウム工法
シナリオ	再劣化と再補修を繰り返す		再劣化を許容しない
概念図			
特長	水分侵入を抑制	水分侵入を抑制	ASRゲルを非膨張化
長所	ひび割れ追随性がある	モニタリング性に優れる	ASR膨張を確実に抑制
短所	ASR膨張は止まらない モニタリング性に劣る	ASR膨張は止まらない ひび割れ追随性はない	インシャルコストが高価
経済性	インシャルコスト: 安価 LCC: 高価	インシャルコスト: 安価 LCC: 高価	インシャルコスト: 高価 LCC: 安価

# 亜硝酸リチウム内部圧入工に関する研究例

年度	論文名	研究機関
2023	遅延膨張性ASRにより劣化したコンクリート橋における亜硝酸リチウムの膨張抑制効果検証(投稿中)	琉球大学
2019	亜硝酸リチウム内部圧入工によるASR補修の実構造物への適用性に関する検討	阪神高速道路(株)
2016	亜硝酸リチウムの圧入時期がASR抑制に与える影響	岐阜大学
2015	ASR劣化したRC部材に対するリチウム圧入工法の影響	岐阜大学
2010	リチウムイオン内部圧入工を施工した構造物の長期耐久性について	京都大学
2009	リチウムイオンによるASR膨張抑制効果に関する一考察	京都大学

# 3. 適用事例と効果検証

# 亜硝酸リチウムを用いた各工法の施工実績

2023年3月現在

工法名	実績数	備考
リハビリシリンダー工法	833件	
プロコンガードシステムS	534件	プロコンガードシステム、プロコンガードシステムHP含む
リハビリ断面修復工法	480件	旧仕様の実績含む
リハビリカプセル工法	113件	
ASRリチウム工法	127件	

## ■ 工事概要

工事名 : 広島ガス(株) 海田基地  
5,000tバース補修工事

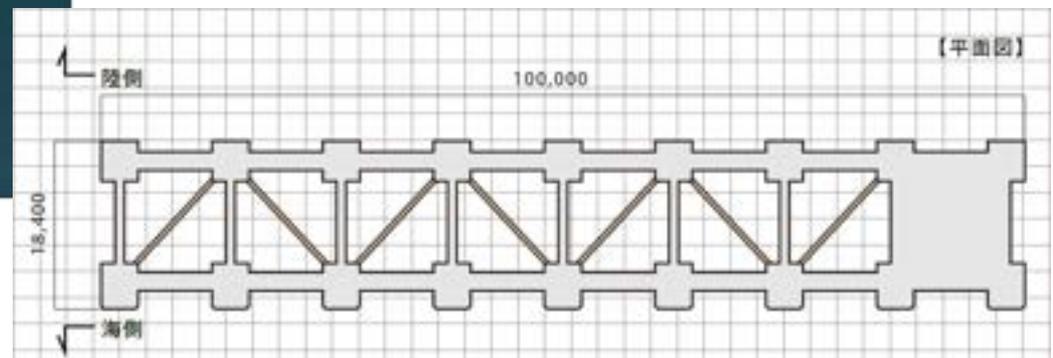
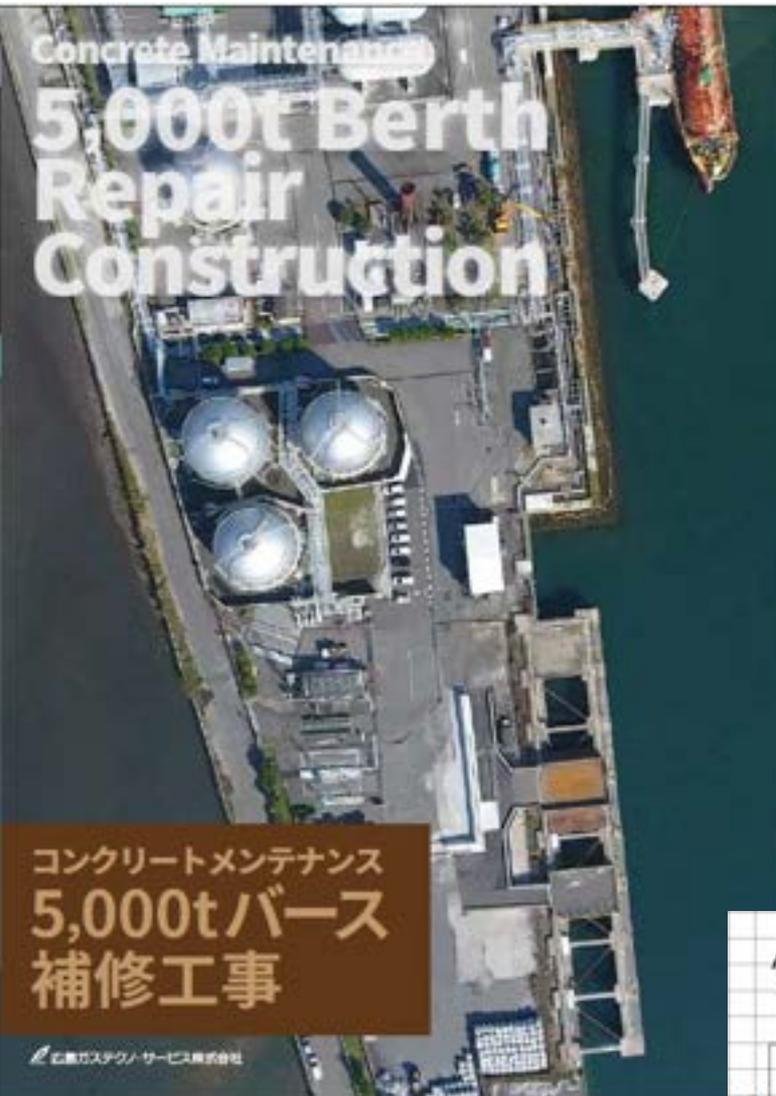
工事場所 : 広島県安芸郡海田町

工事内容 : 以下のとおり

- ・ ひび割れ注入工 4,600m
- ・ 断面修復工 23.5m<sup>3</sup>
- ・ 表面保護工 2,050m<sup>2</sup>
- ・ 内部圧入工 755m<sup>2</sup>

5,000tバースについて

- ・ 5,000t級の船舶が停泊可能設
- ・ バイオマスおよび石炭の受入れ施設



### 【5,000tバース全景】



## 【塩害による劣化状況】



鉄筋腐食  
コンクリート剥落

塩化物イオン含有量  
最大4.2kg/m<sup>3</sup>

## 【ASRによる劣化状況】



亀甲状ひび割れ  
部材水平方向ひび割れ

アルカリ含有量  
3.8kg/m<sup>3</sup>

## 【塩害の調査結果】

- ・ はり部および床版部はコンクリートの浮き、はく離、鉄筋露出
- ・ はつり調査にて主鉄筋、配力鉄筋の広範囲に腐食が発生
- ・ 塩化物イオン含有量試験では最大 $4.2\text{kg/m}^3$ （腐食発生限界 $2.0\text{kg/m}^3$ ）  
⇒著しい鉄筋腐食環境にあると判断

## 【ASRの調査結果】

- ・ はり部および床版部に亀甲状または水平方向のひび割れが多数発生
- ・ アルカリ含有量は $3.8\text{kg/m}^3$   
⇒ASRによる劣化を生じる環境にあると判断



## 【評価】

- ・ 本構造物は塩害とASRとの複合劣化である  
⇒その両方の劣化機構に対して補修効果が期待できる工法を選定する

## 【補修工法の比較検討】

- 補修後の維持管理シナリオを考慮した補修工法の比較検討がなされた

**シナリオ① 劣化原因を根本的に解決し、以後の再劣化を許容しない**  
⇒鉄筋腐食の進行を根本的に止める  
ASR膨張の進行を根本的に止める



亜硝酸リチウム内部圧入工法を核とした補修  
イニシャルコストでは高価だが、LCCでは安価となる

**シナリオ② 必要最低限の対策を講じ、定期的に再補修を繰り返す**  
⇒ひび割れ、浮き、剥離等の変状への対処療法的補修を行う  
補修後も再劣化することを想定し、定期的な再補修計画を設定

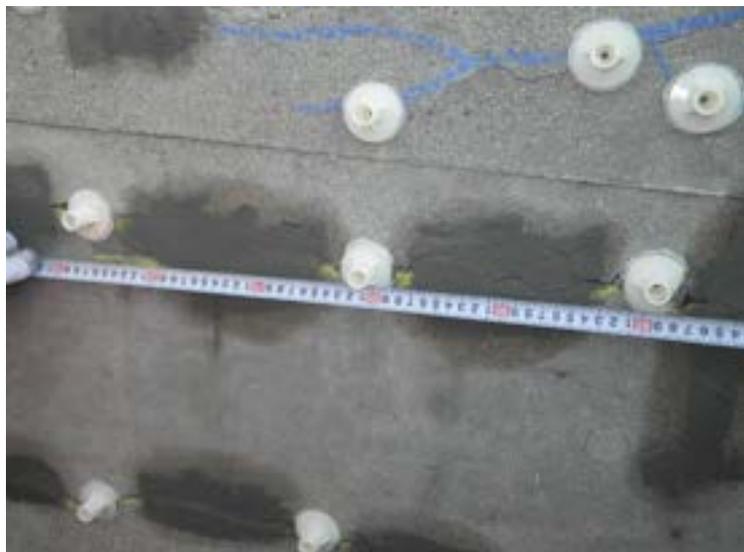


ひび割れ注入、断面修復、表面保護の組み合わせによる補修

## 【補修工法の選定】

- ・発注者の最終判断は『シナリオ①』
- ・採用された補修工法は以下のとおり
  - 事前処理として適用した工種
    - ひび割れ箇所 ⇒ 亜硝酸リチウム併用型ひび割れ注入工  
『リハビリシリンダー工法』
    - 浮き剥離箇所 ⇒ 亜硝酸リチウム併用型断面修復工  
『リハビリ断面修復工法』
  - 塩害、ASRの根本的な対策として適用した工種
    - コンクリート全体 ⇒ 簡易型亜硝酸リチウム内部圧入工  
『リハビリカプセル工法』
  - 表面仕上工として適用した工種
    - コンクリート表面全体 ⇒ 亜硝酸リチウム併用型表面保護工  
『リハビリ被覆工法』

### 【リハビリシリンダー工法の施工状況】



### 【リハビリ断面修復工法の施工状況】



## 【リハビリカプセル工法の施工状況】



### 【5,000tバーズ補修工事 現場見学会】





# プロコンガードシステムSの適用事例

## 【進展期の塩害補修として】



構造物：RC上部工（床版橋）  
劣化：塩害（進展期）

採用理由：

- ・鉄筋位置の塩化物イオン濃度が高い  
⇒ 不動態皮膜は破壊、鉄筋腐食開始
- ・予防保全段階ではあるが、劣化因子の遮断だけでは不十分  
⇒ 鉄筋腐食抑制効果をもつ表面含浸工法



鉄筋腐食は開始しているものの、このままひび割れを発生させないことを目的とした予防保全として、『**プロコンガードシステムS**』が採用となった



# プロコンガードシステムSの適用事例

## 【進展期のPC桁のASR補修として】

構造物：PC上部工（プレテンホロー桁）

劣化：ASR（進展期）

補修：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」

採用理由：

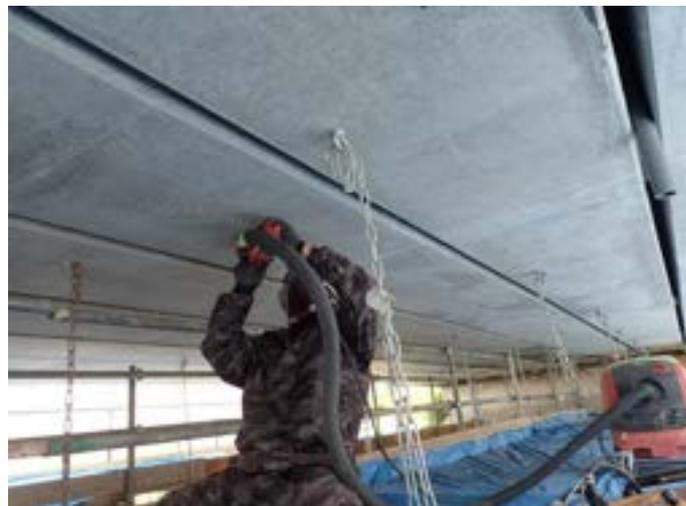
- ・ ASRの進展により橋軸方向のひび割れが発生  
⇒ 水分の侵入抑制 or ゲルの非膨張化
- ・ PC部材であり、亜硝酸リチウム内部圧入工法が適用できず、やむをえず従来工法で補修  
⇒ ひび割れ注入工法 + 表面含浸工法



内部圧入工法が適用できない以上、再劣化と再補修を繰り返す維持管理シナリオを採らざるを得ない。

ひび割れ部：『リハビリシリンダー工法』

表面全体：『プロコンガードシステムS』



# リハビリカプセル工法の適用事例

## 【加速期後期の塩害再劣化補修として】

構造物：RC桁  
劣化：塩害（加速期後期）

採用理由：

- ・過去の表面被覆工による塩害補修が再劣化  
⇒ 従来工法では塩害劣化を阻止できない
- ・過去に鋼板接着による曲げ補強も実施されている  
⇒ 電気防食工法の適用が困難

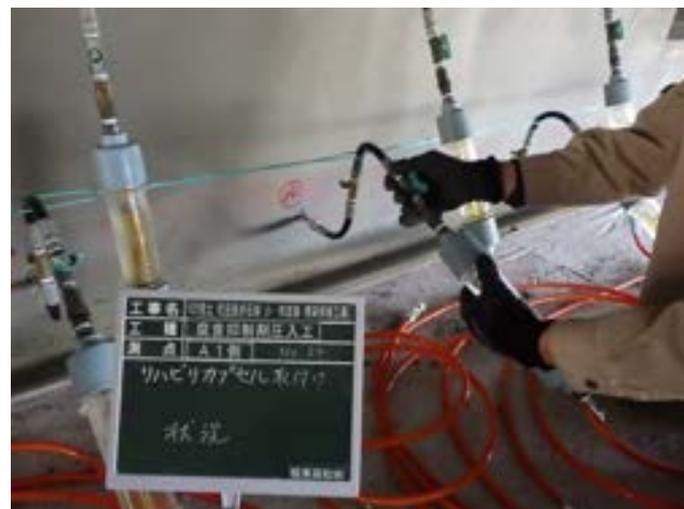


これ以上の再劣化は許容しない維持管理シナリオを選択し、以後の鉄筋腐食を根本的に抑制する補修工法として『リハビリカプセル工法』を選択した

# リハビリカプセル工法の適用事例



過去の塩害補修が再劣化



鋼板接着を残してリハビリカプセル工法

# リハビリカプセル工法の適用事例

## 【断面修復工との併用による総合的塩害補修として】



構造物：RC橋脚

劣化：塩害（加速期後期、内在塩分）

採用理由：

- ・ 広範囲にコンクリートの浮き、剥離  
⇒ そこは必然的に部分断面修復
- ・ 問題は、断面修復部以外の範囲をどうするか？
  - ・ 同じ腐食環境にあれば、将来的には鉄筋腐食が進行することは明らか  
⇒ 断面修復部以外にも亜硝酸リチウムを供給して、構造物全体の鉄筋腐食進行を根本的に抑制する



浮き、剥離箇所：『リハビリ断面修復工法』  
それ以外の全体：『リハビリカプセル工法』



# リハビリカプセル工法の適用事例



浮き、剥離部にリハビリ断面修復工法



それ以外の範囲にリハビリカプセル工法

# リハビリカプセル工法の適用事例

## 【追跡調査による長期耐久性の確認】



## リハビリカプセル工法施工後の 追跡調査の例

- ・ RC床版
- ・ 2013年施工（塩害補修）
- ・ 施工後7年で再劣化なし

# ASRリチウム工法の適用事例

## 【ASRの再劣化補修として】



構造物：橋台、橋脚など多数  
劣化：ASR（進展期～加速期、膨張性が有害）

採用理由の例：

- ・過去の表面被覆工によるASR補修が**再劣化**  
⇒ 従来工法ではASR進行を阻止できない
- ・外部からの**水分侵入**を完全に抑制できない  
⇒ 一般工法によるASR補修の限界
- ・**交差条件**等により構造物に近接するのも困難  
⇒ 何度も補修工事を実施したくない



さまざまな理由により、**再劣化を許容しない**  
**維持管理シナリオ**が有利となる場面がある  
⇒ 『**ASRリチウム工法**』の活用



# ASRリチウム工法の適用性が高い場面



水分侵入抑制が困難である



過去の補修が再劣化している



水分侵入抑制が困難である



交差条件によりアプローチ困難

# ASRリチウム工法の適用事例

## 【追跡調査による長期耐久性の確認】



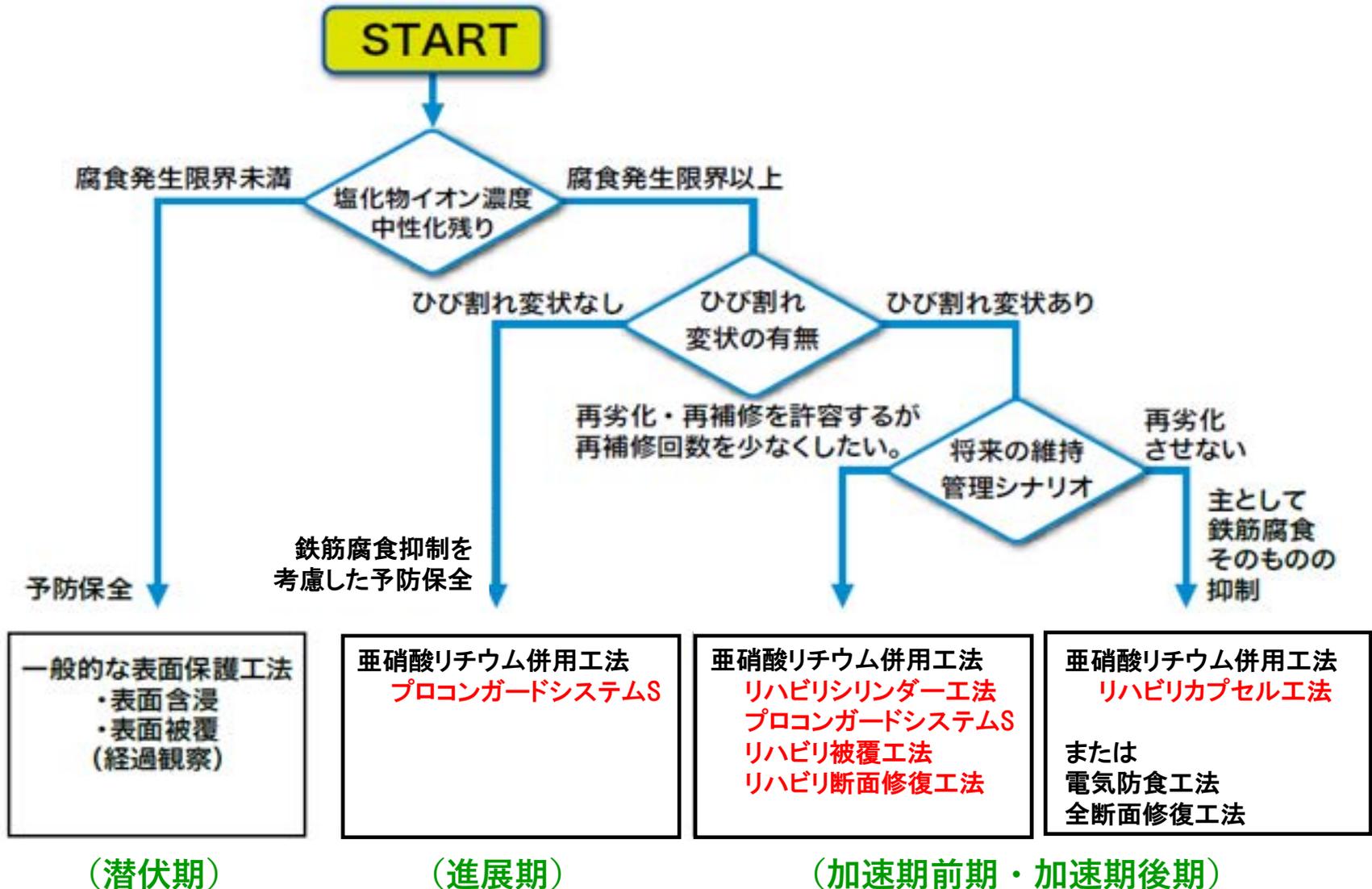
## ASRリチウム工法施工後の追跡調査の例

- 橋台
- 2005年施工 (ASR補修)
- 施工後14年で再劣化なし



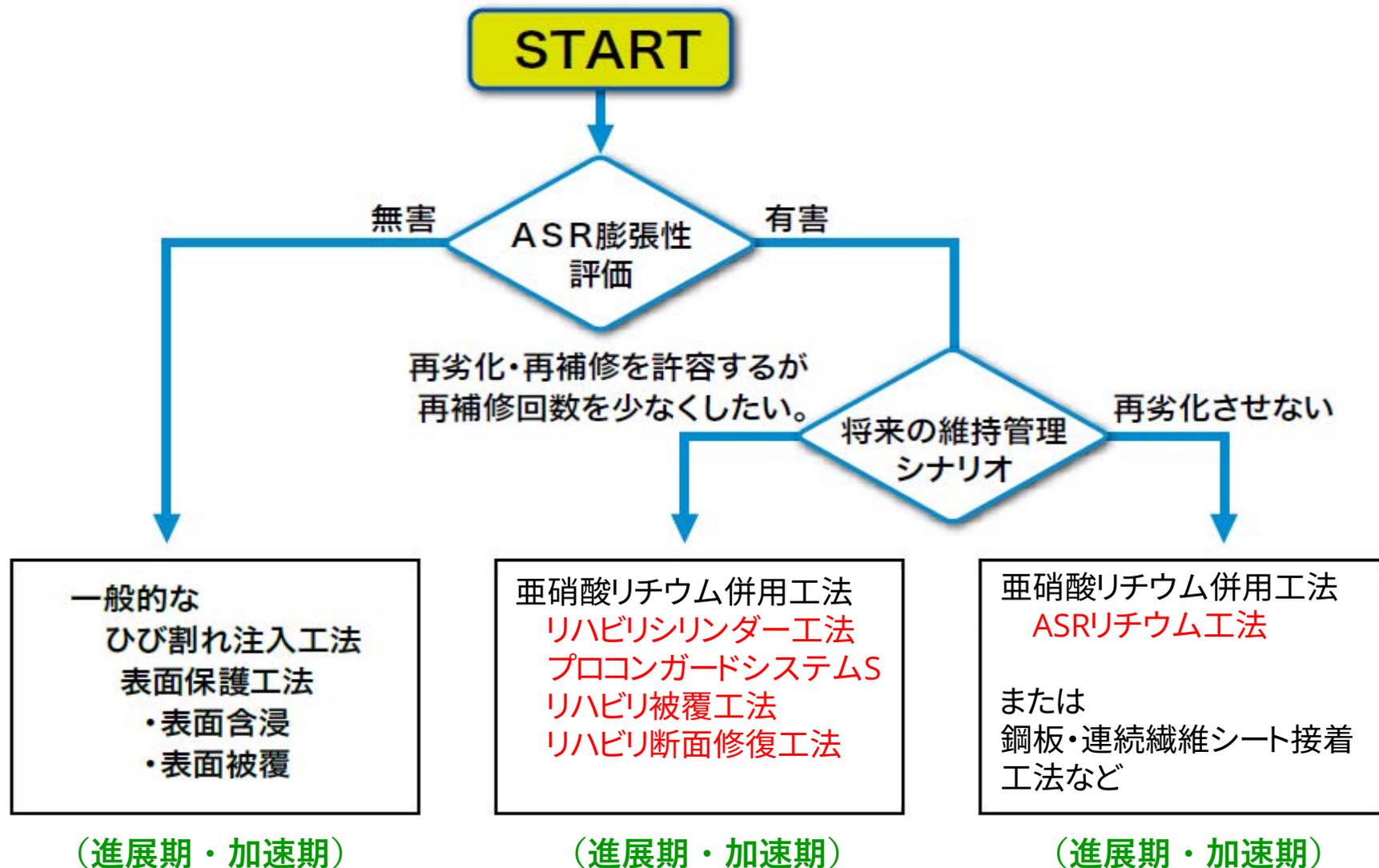
# 維持管理シナリオを考慮した補修工法の選定

## 【塩害・中性化補修の場合】



# 維持管理シナリオを考慮した補修工法

## 【ASR補修の場合】



### 工学的な 判断

- ・ 建造物の**変状の種類**に応じて補修工法を選定する  
⇒ さまざまな補修工法に亜硝酸リチウムを併用可能
- ・ 各劣化の**メカニズム**に応じて必要な性能を考える  
⇒ 不働態皮膜再生、ASRゲル非膨張化

&

### 時間軸の 判断

- ・ 再劣化と再補修を繰り返す**維持管理シナリオ**を選択  
⇒ 必要最小限の各工法に亜硝酸リチウムを併用することで、**再劣化までの期間**を少しでも長く
- ・ 再劣化を許容しない**維持管理シナリオ**を選択した  
⇒ 亜硝酸リチウム内部圧入を選択することにより、劣化進行の**根本的な抑制**が可能



『これら全てを駆使して建造物の健康寿命を延ばす』  
『再補修工事を減らすことで脱炭素社会に寄与する』

# 最後に

コンクリートメンテナンス協会のHPをご活用ください。

ブラウザ: JCMMA | 一般社団法人コンクリート x +  
アドレスバー: https://www.j-cma.jp  
お問い合わせはこちら  
Googleサイト内検索  
プロフィール 1  
検索  
トップページ 新着情報 当協会について フォーラム プレスリリース 技術資料 Q&A お問い合わせ  
| トップページ  
▶ 新着情報  
| 当協会について  
▶ 会員挨拶  
▶ 当協会の使命  
▶ 当協会の活動  
▶ 組織図  
▶ 会員名簿と入会申し込み  
| フォーラム  
| 2023 フォーラム 案内  
| 講師紹介ページ  
▶ CPD・CPDSについて  
▶ 2023フォーラム開催状況  
▶ 2022フォーラム開催状況  
▶ 2021フォーラム 講演動画  
▶ 2020フォーラム 講演動画  
▶ 2019フォーラム開催状況  
▶ 2018フォーラム開催状況  
▶ 2017フォーラム開催状況  
コンクリート構造物の補修・補強に関する  
**フォーラム 2023**  
▶ 案内 ▶ 日程一覧・申込 ▶ 講師紹介ページ  
検索 今夜は雨 15:37

## コンクリートメンテナンス協会HPのお薦めコンテンツ5選

### 1. Q & A

- ・劣化、診断、補修に関する膨大なQ&A集
- ・特に亜硝酸リチウムに関する内容が充実

### 2. 施工事例・施工動画

- ・リハビリ各工法約200例の施工事例を紹介
- ・その中で代表的な施工状況動画も掲載

### 3. 工法・材料検索

- ・補修工法や補修材料の検索に
- ・コンクリートメンテナンス協会以外の情報も多数

### 4. カタログダウンロード

- ・リハビリ各工法のカタログダウンロードページ

### 5. 経年供試体

- ・大学や研究機関向けコンクリート供試体

## 経年供試体

- ・ 大学や研究機関向けコンクリート供試体

- ・ 既設コンクリートの補修に関する実験に、弱材齢のコンクリート供試体を使用していませんか？
- ・ 劣化を生じた経年コンクリートを実験室で模擬、再現することは難しいですか？

その供試体、コンクリートメンテナンス協会が作っておきました！

コンクリート材齢：1年、2年、3年、4年、5年  
(カタログより)



既設コンクリートの補修に関する実験に、弱材齢のコンクリート供試体を使用していませんか？劣化を生じた経年コンクリートを実験室で模擬、再現することは難しいですか？その供試体、コンクリートメンテナンス協会が作っておきました！

### 劣化した既設コンクリートを模擬した実験用コンクリート供試体

## 「経年コンクリート供試体」

のご案内

既設コンクリートに関する実験を行う際、研究機関の制約等によりコンクリートの試体から補修材までまでの範囲が狭くなり、弱材齢の既設コンクリート供試体にて実験を行う必要を感じる場合が多々あります。その場合、まったくの実験結果が実機実物に適用した場合の結果と乖離してしまう可能性があります。その問題を解消するために、様々な実験を想定した様々なバリエーションのコンクリート供試体を開発し、広範囲の用途にて提供を開始しています。既設材は本協会の内蔵型で複製可能ではなく、注文書を行う取扱いとなります。既設供試体は定期的に作り、順次在庫切れとなりますので、(訂正)1年〜5年までの既設供試体のコンクリート供試体を調達していただけます。

供試体外形、暴露状況  
広角暴露型にて経年暴露中

供試体形状寸法  
1供試体あたり鉄筋4本配置  
幅×厚さ30mm、40mm、50mm、60mmの4バリエーション設計可能

供試体形状	幅	厚さ	鉄筋径	単位体積重量	注	【供試体のパラメータ】
N-90-0	20-15-20mm	90%	0 kg/m <sup>3</sup>	無		W / C : 80.65
N-90-5	20-15-20mm	90%	5 kg/m <sup>3</sup>	無		塩化カルシウム : 0kg/m <sup>3</sup> , 0kg/m <sup>3</sup> , 10kg/m <sup>3</sup>
N-90-10	20-15-20mm	90%	10 kg/m <sup>3</sup>	無		気泡調整剤 : 無し, あり(予定)
N-65-0	30-15-20mm	65%	0 kg/m <sup>3</sup>	無		縮 率 値 : 1年, 2年, 3年, 4年, 5年(予定)
N-65-5	30-15-20mm	65%	5 kg/m <sup>3</sup>	無		
N-65-10	30-15-20mm	65%	10 kg/m <sup>3</sup>	無		

この既設、劣化した供試体(既)コンクリートメンテナンス協会が作っておきました。

既設コンクリートメンテナンス協会 事務局 〒270-0001 千葉県船橋市船橋3-1-1 TEL: 0476-47-4747 FAX: 0476-47-4748

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/>

**END**