

浸透拡散型亜硝酸リチウムを併用したコンクリートひび割れ注入工法

# リハビリシリンダー工法

【NETIS : CG110017-VR】

— 技術資料 —

平成 29 年 4 月

一般社団法人コンクリートメンテナンス協会



### リハビリシリンダー工法とは

- リハビリシリンダー工法は、種々の原因によってコンクリート構造物に発生したひび割れの補修を目的としたひび割れ注入工法です。
- ひび割れ注入材として、超微粒子セメント系注入材と浸透拡散型亜硝酸リチウムを併用します。
- 超微粒子セメント系注入材はスプリング圧による自動低圧注入器「リハビリシリンダー」によって確実に注入されるため、微細なひび割れまで充填することができ、以後の劣化因子の侵入を防ぎます
- また、先行注入材として使用する亜硝酸リチウムが鉄筋防錆効果および ASR 膨張抑制効果を付与することができるため、塩害、中性化、ASR に起因するひび割れの補修工法として適しています。



リハビリシリンダー工法施工状況



自動低圧注入器「リハビリシリンダー」

### 超微粒子セメント系注入材とは

- リハビリシリンダー工法に使用する注入材は超微粒子セメント系注入材です。そのスラリーは粘性が低く流動性に優れているため、微細なひび割れにも浸透し、緻密な硬化体を形成します。
- また、超微粒子セメント系注入材に先立って浸透拡散型亜硝酸リチウムを先行注入することによって、ひび割れ内部の湿潤状態が長期間持続し、注入材の充填性がさらに向上します。

### 浸透拡散型亜硝酸リチウムとは

- 亜硝酸リチウムとは、鉄筋防錆効果と ASR 膨張抑制効果を併せ持つコンクリート補修材料です。
- 亜硝酸リチウムの成分のうち、亜硝酸イオンは鉄筋表面の不動態被膜を再生する効果がありますので、塩害や中性化などの鉄筋腐食に起因する劣化に対する補修材料として適しています。
- 一方、リチウムイオンはアルカリシリカゲルを非膨張化する効果がありますので、ASR 劣化に対する補修材料として適しています。
- 浸透拡散型亜硝酸リチウム（プロコン40）は、従来の亜硝酸リチウム製品に比べてコンクリート中での浸透性、拡散性に優れているため、ひび割れ注入や内部圧入の使用材料として適しています。



浸透拡散型亜硝酸リチウム「プロコン40」



プロコン40の外観

### 従来はどのような技術で対応していたか

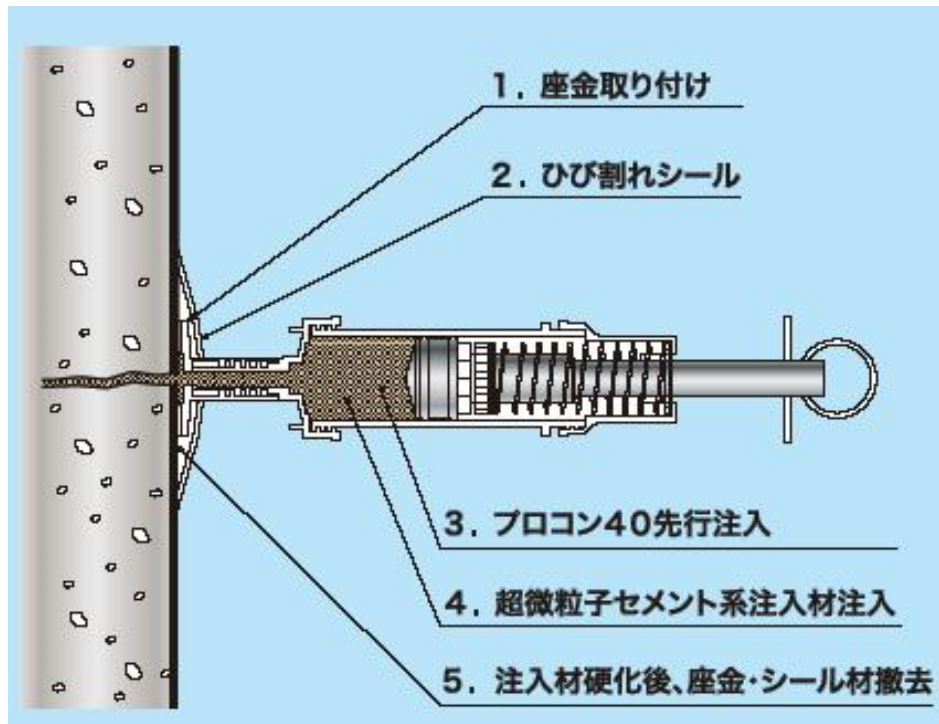
- 従来は、ひび割れに対して硬質エポキシ樹脂の注入工法、柔軟型エポキシ樹脂の注入工法、無機系注入材の注入工法などにより対応していました。これらはひび割れによる空隙を物理的に充填する技術です。
- この方法は、ひび割れを閉塞することによって塩化物イオン、二酸化炭素、水、酸素などの劣化因子の浸入を遮断し、鉄筋腐食の抑制や ASR 膨張の抑制を図っていたに過ぎません。

### 対象構造物

- ひび割れの発生したコンクリート構造物全般（橋梁上部工、下部工、ボックスカルバート、擁壁、ダム、建築物など）のひび割れ補修に適用できます。
- 特に、塩害、中性化、ASR に起因するひび割れの補修工事への適用が効果的です。

### 効果と特長

- 超微粒子セメント系注入材は微細なひび割れまで充填することが可能です。そのため、以後のひび割れを通じた劣化因子（水分、塩化物イオン、酸素、二酸化炭素）の侵入を防ぐことができます。
- 一般的なひび割れ注入工法の目的は、ひび割れの閉塞とそれに伴う劣化因子の遮断です。しかし、リハビリシリンダー工法は用材料として超微粒子セメント系注入材と浸透拡散型亜硝酸リチウム『プロコン40』とを併用しますので、注入材によるひび割れ閉塞に加えて、亜硝酸リチウムによる鉄筋腐食抑制効果および ASR 膨張抑制効果を付与することができます。
- リハビリシリンダーに内蔵された強弱二重の特殊スプリングにより低圧でひび割れ注入作業を行いますので、奥行きが深いひび割れ先端部まで確実に注入できます。
- リハビリシリンダー内への注入材充填が容易であり、取り扱いに熟練を要しません。また、リハビリシリンダーは分解清掃することができるため、繰り返し使用することができ、経済性に優れます。



リハビリシリンダー工法 概念図

#### 適用条件・適用範囲

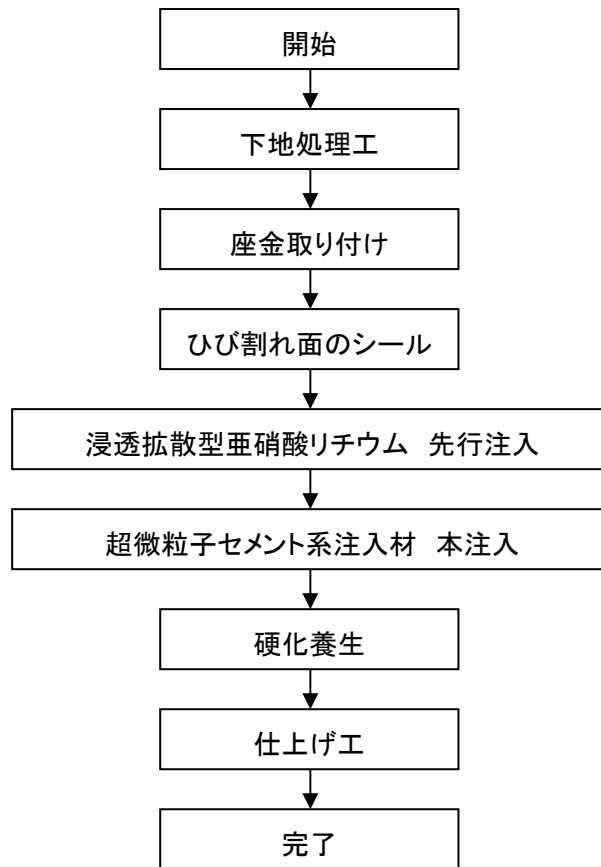
- 気温 0℃以下では冬季用抑制剤を使用する必要があります。
- ひび割れから大量の漏水がある場合は適用不可。
- 技術提供可能地域については特に制限なし。
- 適用可能ひび割れ幅：0.2mm～10.0mm
- 水中での施工には適用できません。

#### 留意事項

- 補修設計段階で、補修対象ひび割れからの漏水の有無を確認しておく必要があります。
- 亜硝酸リチウムは製品安全データシート(SDS)の内容を十分理解したうえで、適切に取り扱う必要があります。
- 災害や人為的ミス等により亜硝酸リチウムが土壌または水域等に流出しないように配慮する必要があります。

## 施工方法

### 1. 施工フロー





## 2. 施工要領

### ①下地処理工

- ひび割れ面のシール材とコンクリート表面との付着性を高めるため、コンクリート表面に付着しているホコリ、遊離石灰、油脂類、塩分などを、シンナー拭き、ワイヤーブラシ、ディスクサンダー、高圧洗浄等によって入念に除去します。



### ②座金取り付け

- 速乾性エポキシ樹脂接着剤を用いて、ひびわれに沿ってプラスチック座金（注入口）を取り付けます。座金の間隔は 250mm（4 個/m）を標準とします。
- このとき、座金の中心がひびわれ上に位置するように留意します。



### ③ひび割れシール

- 座金から注入した材料がひび割れから漏れないように、ポリマーセメントモルタルを用いてひび割れ面をシールします。
- このとき、ひび割れから枝分かれしている微細なひび割れやジャンカなども入念にシールします。



#### 【使用材料】

RV ペーストコテ塗り用（RV パウダーN 薄塗り用+RV 混和剤）  
配合比 RV パウダーN 薄塗り用、RV 混和剤＝ 10：3

### ④浸透拡散型亜硝酸リチウム 先行注入

- シール材が十分硬化したのを確認した後、自動低圧注入器「リハビリシリンダー」を用いて浸透拡散型亜硝酸リチウム「プロコン 40」を先行注入します。
- 垂直または斜め方向のひび割れの場合は最下部より、水平方向のひび割れには左右いずれかの端から順次注入を行います。このとき、ある座金位置から注入して、隣の座金から水溶液が流出するのを確認しながら、1 つ 1 つ確実に注入します。
- 先行注入の目的は次のとおりです。
  - ひび割れ内部を湿潤状態にして、後に注入する超微粒子セメント系注入材がコンクリートに水分を吸収されて流動性を失うことを防止する。
  - ひび割れ内部のコンクリートに亜硝酸リチウムを十分浸透させる。
  - ひび割れ内部に存在する泥・コケなどの注入障害物質を流し出す。



#### 【使用材料】

浸透拡散型亜硝酸リチウム プロコン 40

### ⑤セメント系微粒子注入材 本注入

- ・浸透拡散型亜硝酸リチウムの注入完了後、ひび割れ内部が乾燥しないうちに超微粒子セメント系注入材を本注入します。
- ・本注入の要領は先行注入と同様で、ある座金位置から注入して、隣の座金から注入材が流出するのを確認しながら、1つ1つ確実に注入します。



#### 【使用材料】

超微粒子セメント系注入材    アーマ#600  
配合比    アーマ#600：水    =    2.5kg：1.7kg

### ⑥硬化養生

- ・超微粒子セメント系注入材の注入完了後、注入材が十分硬化するまでリハビリシリンダーを取り付けたまま養生を行います。
- ・このとき、リハビリシリンダーに振動や衝撃を与えないように留意します。

### ⑦仕上げ工

- ・注入材が硬化した後、リハビリシリンダーを取り外し、座金・シール材を撤去します。
- ・撤去した後のコンクリート表面をディスクサンダー等で平滑に仕上げます。





施工管理項目

1. 出来形管理

工種	管理項目	規格値	測定方法	備考
【使用材料】				
材料検収	超微粒子セメント系注入材 「アーマ#600」	設計数量以上	納入・空袋数の確認	
	浸透拡散型亜硝酸リチウム 「プロコン 40」	設計数量以上	納入・空袋数の確認	
	表面シール材 「RV ペースト」	設計数量以上	納入・空袋数の確認	
【ひび割れ注入工】				
ひび割れ注入	注入延長	設計値以上	スケールによる測定	全数

2. 品質管理

工種	管理項目	管理方法	管理基準	備考
超微粒子セメント系注入材 「アーマ#600」	フロー試験(P ロート)	JSCE-F521	30 秒以内	材料使用毎
浸透拡散型亜硝酸リチウム 「プロコン 40」	材料品質	ミルシート	メーカー規格	材料搬入毎

3. 浸透拡散型亜硝酸リチウム「プロコン 40」の性状

成分	亜硝酸リチウム水溶液
外観	透明黄色
粘度	20mPa・s 以下
比重	1.25±0.05
pH	9.0±1.0
有効分	40.0±1.0%

参考：亜硝酸リチウムの浸透確認試験

• 実施時期

2009年10月

• 実施場所

本技術が適用された広島県内の補修工事現場

• 試験の目的

リハビリシリンダー工法によりひび割れ内に注入された亜硝酸リチウムの浸透状況を確認することを目的としました。

• 試験内容

ひび割れ注入工が完了して1ヶ月後の構造物から採取したコア試料にて呈色反応試験を実施しました。採取したコア試料の側面に呈色試薬を塗布しました。この試薬(無色透明)は、亜硝酸リチウムと反応すると茶褐色に変色する性質を持ちます。茶褐色への変色範囲を観察することによって、コンクリート内の亜硝酸リチウムの浸透状況を確認することができます。

• 試験結果

写真に示すとおり、ひび割れの位置からその周辺にかけて茶褐色に変色した範囲が認められます。この変色範囲は亜硝酸リチウムが存在していることを示しています。これは、ひび割れに注入された亜硝酸リチウムがひび割れ内部だけにとどまらず、コンクリート中に浸透、拡散したことを示しています。



コア試料による亜硝酸リチウム浸透状況確認