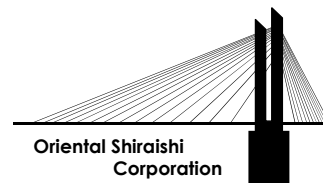
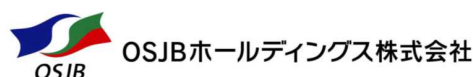


橋を造り、橋を活かす。

Build and Utilize for Long Life of bridges



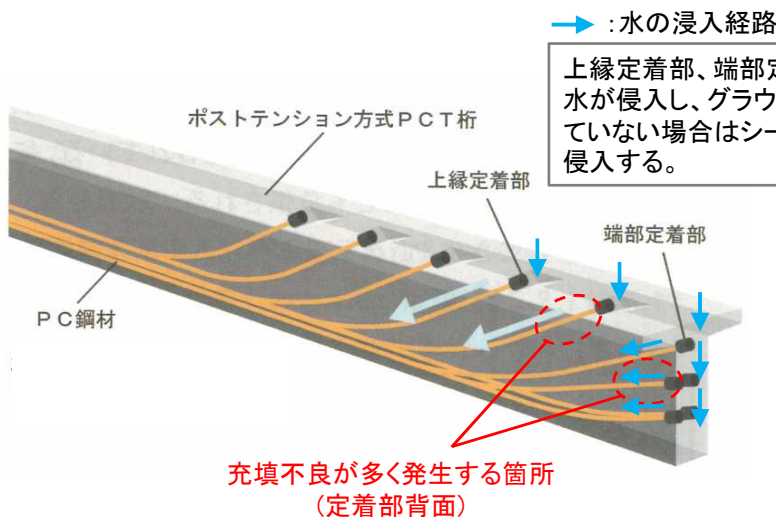
PC構造物のグラウト再注入工法 (ピーシー・レブ) 「PC-Rev工法」



1

はじめに(PCグラウトの未充填とその影響)

- ✓ ポストテンション方式のPC構造物におけるPCグラウトの充填不良
⇒ 事例の多くは定着部付近(特に上縁定着構造)
- ✓ グラウト未充填部 ⇒ 劣化因子の侵入 ⇒ PC鋼材の腐食



【PC鋼材の腐食】

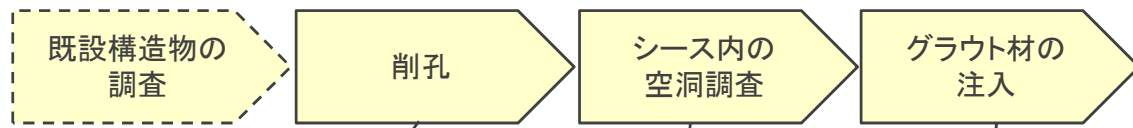


⇒ PCグラウトの再注入によるPC鋼材の腐食防止

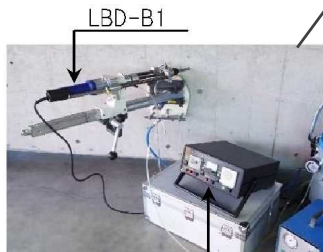
2



グラウト再注入の流れ



PC-Revの特長



制御システム

LBD-B1 による小径削孔



真空ポンプ

減圧容器

シース内の空洞量推定



スネークポンプ

真空ポンプ

切換え式グラウト注入ポンプ

【特長①】

- ・小径削孔(φ15.5)が可能
- ・シースの検知による自動停止機能
(PC鋼材を傷付けない)

【特長②】

- ・空洞量推定方法の確立

【特長③】

- ・グラウト注入時のエア噛み、閉塞防止方法の確立

【特長④】

- ・防錆型グラウト材の使用

3

技術の仕組み — 特長①・削孔方法 —



■ 回転式小径ドリルLBD-B1

従来型(ロングビットドリル工法)

- ・固定式で直進性に優れる
- ・真空吸着固定でアンカー不要
- ・小口径(φ15.5)の超低振動ドリル
- ・モーター負荷電流で鉄筋を検知
- ・制御装置によるドリルの自動停止
- ・循環装置により排水はできない

再注入仕様(回転式小径ドリルLBD-B1)

- ・ビットの高感度化でシース検知
(負荷電流による検知機能向上)
- ・循環水内のシース粉(金属粉)をセンサ検知 ⇒ 自動停止(機能追加)
- ・本体の軽量化(約12kg)



従来型



再注入仕様

← 高感度ビット

鉄粉センサ

制御装置

4

技術の仕組み ー 特長①・削孔方法ー



再注入用LBDによるドリル削孔



削孔後内部(シース)



シース開削用回転治具



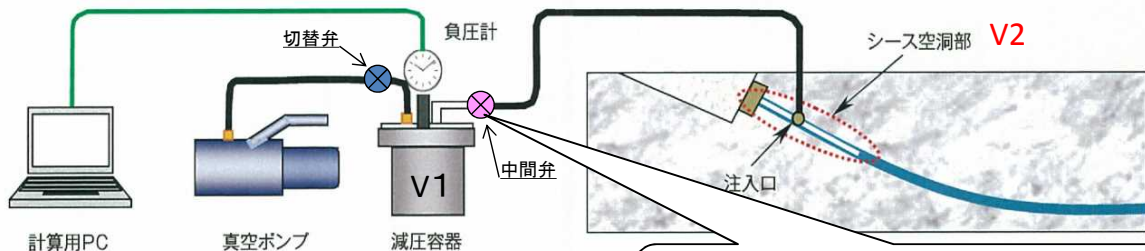
R加工で傷につかない!

開削後内部(鋼棒)



5

技術の仕組み ー 特長②・空洞量推定方法ー



システム概念図

- ① 中間弁を閉じて、減圧容器内を減圧(P1)
シース空洞部は大気圧(P2)
- ② 中間弁を解放(P')

理想気体の状態方程式 (PV=nRT) より

中間弁の開放前後で気体の分子数が不変かつ温度一定と仮定

$$P1 \times V1 + P2 \times V2 = P' (V1 + V2)$$

(減圧容器) (シース空洞) (中間弁開放後の状態)

- ここで、
- V1(減圧容器の体積) ... 既知
 - P2(大気圧) ... 既知
 - P1(中間弁解放前の容器圧) ... 測定値
 - P'(中間弁解放後の容器圧) ... 測定値
 - V2(シース空洞量) ... 上式より算出

6

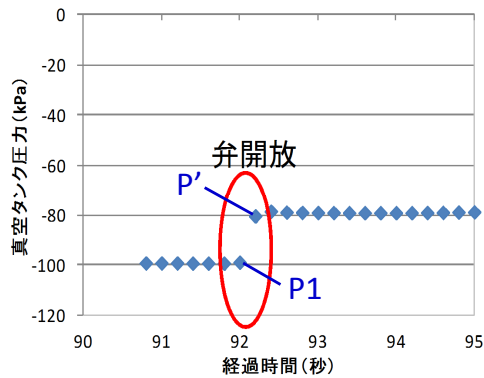
技術の仕組み — 特長②・空洞量推定方法 —



実大供試体による検証



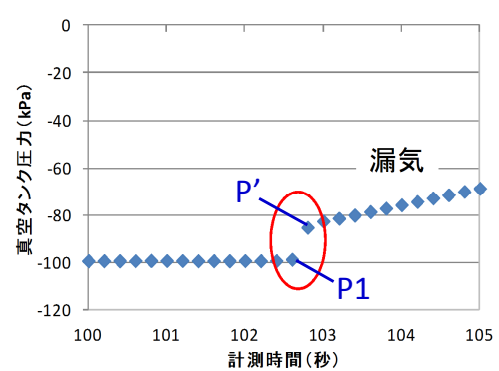
減圧容器の圧力変化(密閉状態)



実橋での計測

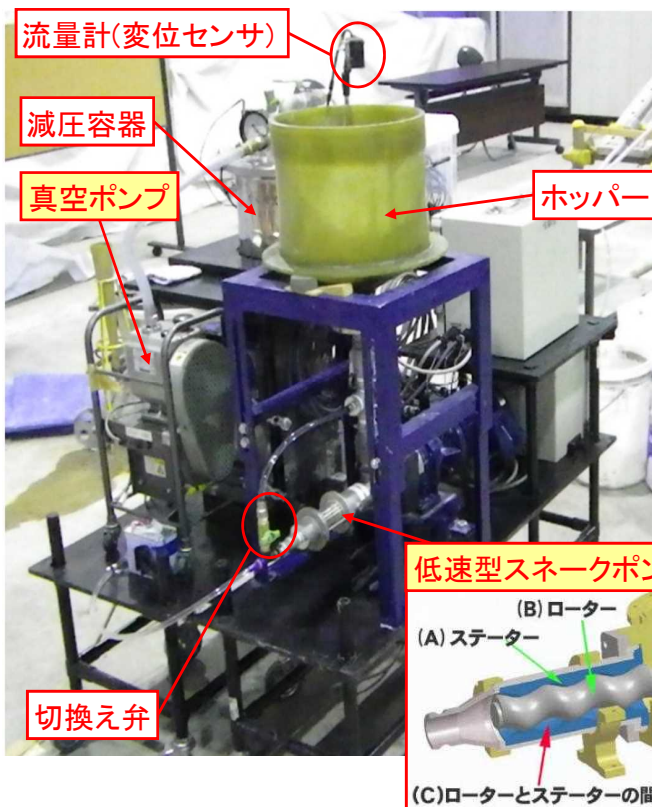


減圧容器の圧力変化(漏気状態)



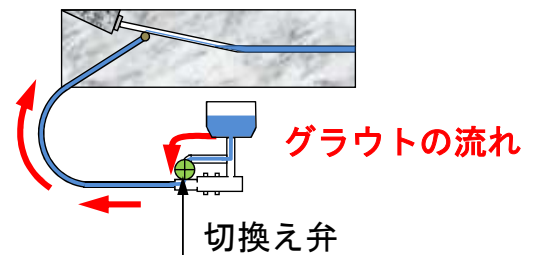
⇒ 漏気の影響を受けにくい空洞量推定方法

技術の仕組み — 特長③・グラウト注入方法 —

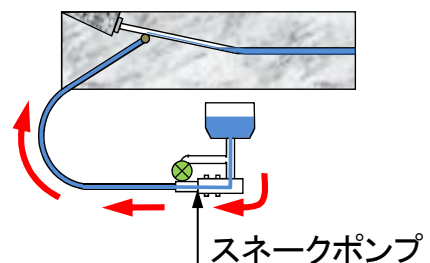


◆ 本工法の注入方法

手順1: 真空ポンプによりシース内の減圧後、負圧による吸引で注入



手順2: ポンプによる注入が適切な速度になった地点でスネークポンプを用いた加圧注入



技術の仕組み – 特長③・グラウト注入方法 –

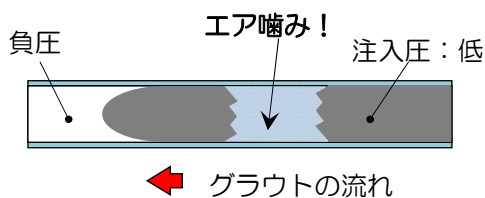
【従来工法の課題】

- ・スウィーズポンプを使用するため、脈動が大きくグラウト材が閉塞する可能性がある。
- ・真空ポンプ併用グラウト注入の場合、先端グラウトとポンプ側グラウトの速度差が生じる。
- ・グラウトの速度差によって、ポンプホース内部にエア（エア噛み）や閉塞が生じ注入の妨げになる。

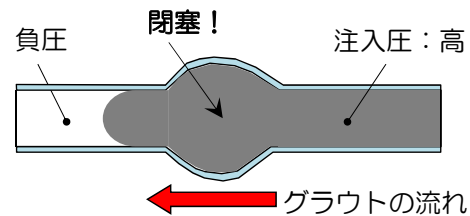
【解決した特長】

- ・低速型スネークポンプを開発し、ポンプの脈動を抑制し閉塞の危険性を回避。
- ・グラウト注入方法は、①真空ポンプのみよる吸引、②低速型スネークポンプによる加圧注入、の2段階で切り替えて行うことにより、エアや閉塞を防止する。
- ・上記のユニット化による作業性向上

ポンプ注入速度が遅い場合



ポンプ注入速度が速い場合

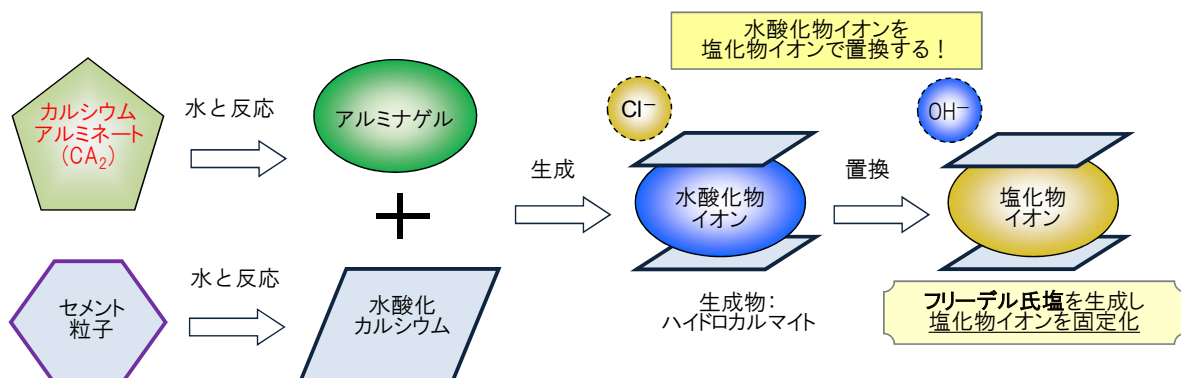


9

技術の仕組み – 特長④・防錆型グラウト材 –

グラウト材料

- ✓ 狭隘部へ充填するため、注入圧の低い低粘度の材料が理想的です。本工法では超低粘性型のグラウトを使用するため、細部への優れた充填性が期待できます。
- ✓ シース内に塩分浸透が認められる場合は、セメント中にカルシウムアルミネート(CA₂)を添加することで、鋼材腐食の要因となる可溶性の塩化物イオンを固定化し、鋼材腐食を抑制します。



CL⁻固定化の概念図

10



①削孔径

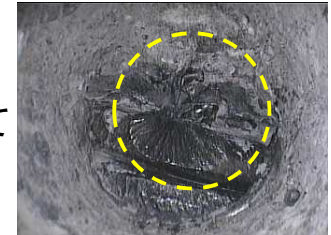
- ✓ 従来工法では、 $\phi 25 \sim \phi 35$ mm程度(調査孔)、 $\phi 80$ mm(注入孔)
- ✓ PC-Rev工法では、 $\phi 15.5$ mmで調査・注入が可能

→既設構造物への損傷を最小限に抑える

②削孔方法・鋼材損傷対策

- ✓ 従来工法では、電動ドリル(先行削孔)、コアドリル(本削孔)、などを使用。鋼材位置を事前に調査して鋼材を損傷しないよう配慮が必要となり、時に鋼材に損傷する場合がある。
- ✓ PC-Rev工法では、回転式小径ドリルLBD-B1を使用。負荷電流、鉄粉センサの2つの鋼材の損傷防止センサにより損傷を防止する。

ドリルによるPC鋼棒の損傷例



→シースおよび鋼材の損傷が防止できる

11



③グラウト未充填部の推定方法

- ✓ 従来工法では、多点削孔により目視、内視鏡により確認。もしくは、PC鋼材とシースの隙間に検測尺を挿入し、充填不良区間を推定する。もしくは、空圧法。
- ✓ PC-Rev工法では、真空法により空洞推定を行う(空洞の体積と圧力変化より計測し、精度向上)。

→空洞量の推定精度の向上および定量的な推定を可能とした
→多少の漏気がある場合でも適用できる

④グラウト材

- ✓ 従来工法では、一般的に使用されるPCグラウト材料を用いる。
- ✓ PC-Rev工法では、超低粘性グラウト材料を標準とする。さらに、塩害仕様として、塩化物イオンを固定(無害)化する効果を付与するため、CA2を混和したものを選択可能。

→塩害への抵抗性を向上させた

12



工事事例

No.	工事名	発注者	竣工年	使用した要素技術	注入箇所数
1	兵庫柏原線防災・安全 交付金事業(地方道 橋りょう補修)工事	奈良県 高田土木事務所	2015	小径削孔, 空洞量推定, 切換え式グラウト注入	73箇所
2	下横瀬PCグラウト 再注入工事	埼玉県横瀬町役場	2015	空洞量推定, 切換え式グラウト注入	82箇所
3	高速電気軌道第1号線 PC橋梁グラウト充填工事	大阪市交通局	(施工中)	小径削孔, 空洞量推定, 切換え式グラウト注入	619箇所
4	高速電気軌道第4号線 PC橋梁グラウト充填工事	大阪市交通局	2017	小径削孔, 空洞量推定, 切換え式グラウト注入	175箇所
5	平成28年度474号矢筈高 架橋耐震補強工事の内 グラウト充填工事	中部地方整備局 飯田国道事務所 (神稲建設株式会社)	2017	空洞量推定, 切換え式グラウト注入	9箇所
6	高速電気軌道第4号線 PC橋梁グラウト充填工事 (その2)	大阪市交通局	(施工中)	小径削孔, 空洞量推定, 切換え式グラウト注入	235箇所

(2017年12月時点)

工費(材工)

実績が少ないため、見積り対応とさせて頂いております

13

ご清聴ありがとうございました

問合せ先



<http://www.orsc.co.jp>

北海道営業所／米澤、高澤

TEL:011-241-5625

東京支店 技術部／武知、梅本

TEL:03-6220-0656