

# スリーエス工法

**トンネル漏水対策工・線導水工【B4】**  
(伸縮性材料を用いたトンネル漏水対策)



**東和産業株式会社**



地下構造物の建設技術の向上で、新幹線や専用道路をはじめ、一般道においてもその形状を大型化しております。このような中、経済状況の安定化は新設工事を減少させる一方で、既設構造物の延命と安全を確保するための補修工事は欠かすことのできない課題となりました。

トンネルでは打継ぎ目地部などの剥落事故が多発し、緊急実施された覆工コンクリートの点検においても、この目地部やコールドジョイント等の「浮き・剥離」の実態が多数報告され、剥落防止対策が急務となり随時実施されているところです。

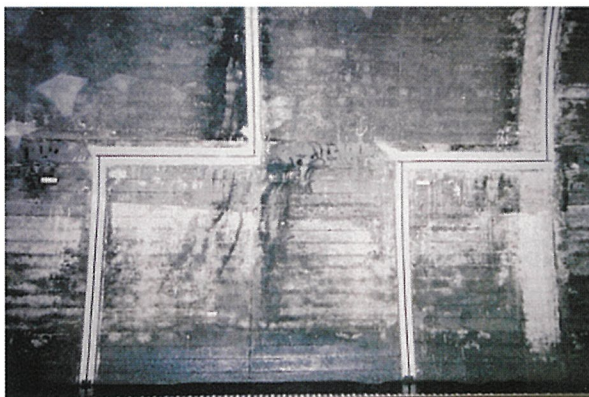
トンネル内の漏水は覆工コンクリートの脆弱化を早め、冬期におけるつららの発生や路面の凍結は、通行の安全を妨げております。このようなことから、数多くの漏水対策工が考案されて実施されるも、目地部等の伸縮や通行車両の振動、土圧変状等に十分耐えるだけの工法の開発は難しく、長期間その機能を維持することは困難な状況でした。



青函トンネルの建設時



一般国道の漏水対策



目地部の漏水対策



漏水対策：端末処理

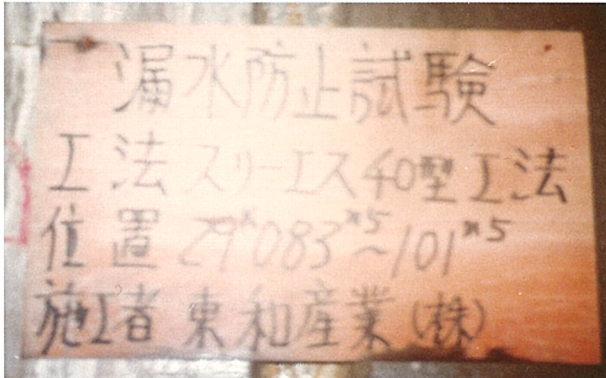
特殊材料の形状と使用方法の改良により誕生したスリーエス工法は「青函トンネル」でその施工性と機能が低い評価を受け、その後も新設トンネルの漏水対策工として採用され、平成10年度、トンネル漏水対策工《伸縮性材料を用いたトンネル漏水対策》線導水工【型式=B4】として、建設省（現国土交通省）土木工事積算基準の仕様工法となり、次第に供用中の一般道の漏水対策工として、全国に広がっていきました。

青函トンネルの試験施工（'81年）から20数年が経過し、一般道における施工（'85年）箇所を追跡調査からもその耐久性が確認され、B4型は漏水対策工の「標準工法」となりました。



スリーエス工法は青函トンネルの建設時における、アーチコンクリートと側壁コンクリートの迫部（横打継目地）の漏水防止工法選定8種の1工種として選ばれました。

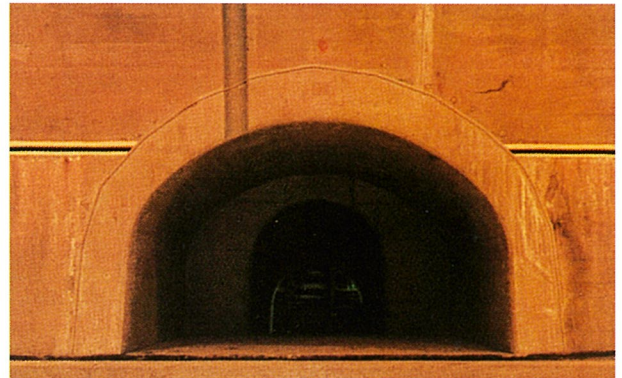
漏水防止試験施工はS56年6月～S57年3月に実施され、施工性・止水性及び振動を加えることによる止水状況の変化を把握し、合格となったスリーエス工法は青函トンネルの漏水防止工として正式に採用され、多くの工区で施工されました。



'81年（昭和56年）  
漏水防止試験  
アーチと側壁の迫部  
青函トンネル（吉岡工区）



▲本坑内完成区間（プラットフォーム）



▲連絡誘導路

昭和60年  
津軽海峡の下で  
青函トンネル13年写真集より転載  
（編集・発行 鹿島建設(株) 印刷・企画北陽印刷）

（鉄道界図書出版株式会社…「青函トンネル技術のすべて」より引用）

漏水防止工に必要な性能

① 列車通過時の風圧

漏水防止工が列車の通過に伴う風圧に耐えられなければならないため、新幹線のトンネル通過時の実測と他の構造物の設計値を考慮し、最大負圧を $0.2\text{kg f/cm}^2$ とし、覆工コンクリートに漏水防止工を取付けるときの付着力とした。

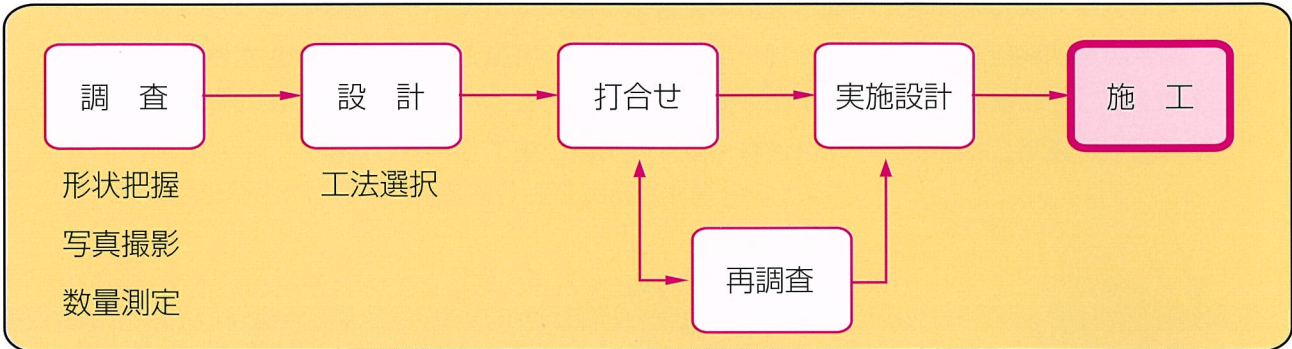
② 列車振動

列車の通過に伴い覆工コンクリートが振動を受け、特にコンクリート打継ぎ目地部においては、隣接する覆工コンクリートが別々の振動をする事を考慮して、漏水防止工の材料は振動に追随できることとし、覆工コンクリートへの定着力についても振動による性能低下がない方法とした。

以下省略



# スリーエス工法



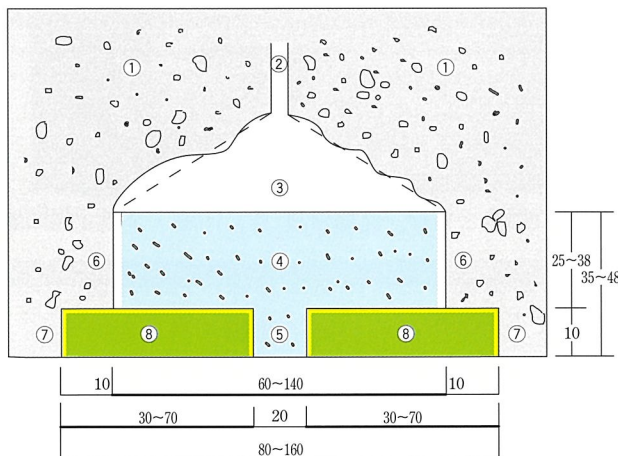
※依頼に応じて、調査・設計をはじめ、責任施工致します。また、要請により、技術者（調査・施工）を派遣し、漏水対策に対応致します。

## 特長

- ① 目地・クラック漏水に対応、クラックに沿って曲線施工できます。（施工例：P 8）
- ② 導水（充填）材にクロロプレン系の独立発泡ゴムを使用しているため、躯体の伸縮に追従し再漏水を無くす事ができます。よって、凍結の原因を排除できます。
- ③ ゴムの熱伝導率が小さいので、凍結を抑制することができます。
- ④ 表面をエポキシ樹脂で補強するので、背圧による張り出しや脱落の心配がなく、ゴムの劣化を押さえることができます。
- ⑤ トンネル内空に面一仕上げするので、建築限界を侵しません。
- ⑥ 標準タイプは70・100・120・150型の4種類で、現場の状況に応じて使い分けることができます。また、施工箇所の条件等により、規格外（特別設計）210・250型等も可能であり、裏面の導水断面も自由に設定できます。
- ⑦ 耐久性に優れ経済的です。

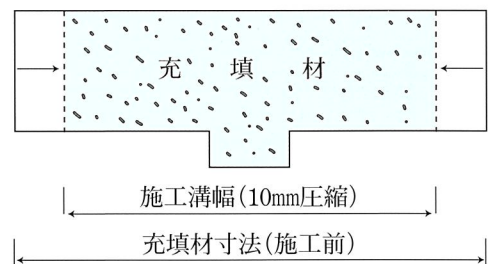
## スリーエスの寸法及び構造図

記入寸法は標準タイプ（70～150型）



- ① コンクリート躯体
- ② 漏水目地
- ③ 導水空隙
- ④ ハイスポンゴム
- ⑤ ハイスポンゴム突起部
- ⑥ エポールT-1
- ⑦ ハイコートP-1000
- ⑧ エポールT-5

充填材形状



施工溝幅と充填材寸法（型サイズ）  
※B4の規格サイズ

施工溝幅	充填材寸法（施工前）
60mm	70mm（70型）
90mm	100mm（100型）
110mm	120mm（120型）
140mm	150mm（150型）

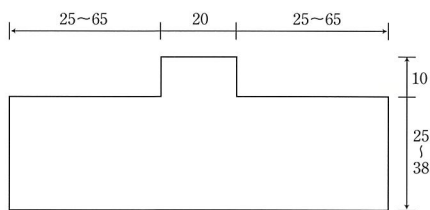
※B4の規格外サイズ

200mm	210mm（210型）
240mm	250mm（250型）



充填材標準断面

70型~150型



荷姿(材料搬入基準)

ハイスポンゴム	120型以下 2m 150型以上 1m		
エポキシ樹脂	荷姿	主剤	硬化剤
エポールT-1	6kg	4kg	2kg
ハイコートP-1000	6kg	3kg	3kg
エポールT-5	18kg	12kg	6kg

■ スリーエス工法材料の性能

① ハイスポンゴム クロロプレンスポンジゴム

物 性

項目	試験方法	規格値	単位
見掛密度	SRIS 0101	0.19±0.02	g/cm <sup>3</sup>
引張強度	JIS K 6251	0.5以上	MPa
伸 び	JIS K 6251	150以上	%
耐熱収縮率	輸出検査法	1.5以下	%
吸水率	ASTM D1056	5.0以下	%

② エポールT-1 エポキシ樹脂接着剤  
材質……二液型湿潤用エポキシ樹脂

物 性

項目	試験方法	規格値	単位	試験条件
比 重	JIS K 7112	1.20±0.1		23℃ 7日間養生
圧縮降伏強度	JIS K 7208	50以上	N/mm <sup>2</sup>	〃
引張強度	JIS K 7113	20以上	N/mm <sup>2</sup>	〃
曲 げ 強 度	JIS K 7171	20以上	N/mm <sup>2</sup>	〃

③ ハイコートP-1000 エポキシ樹脂プライマー  
材質……二液溶剤型エポキシ樹脂

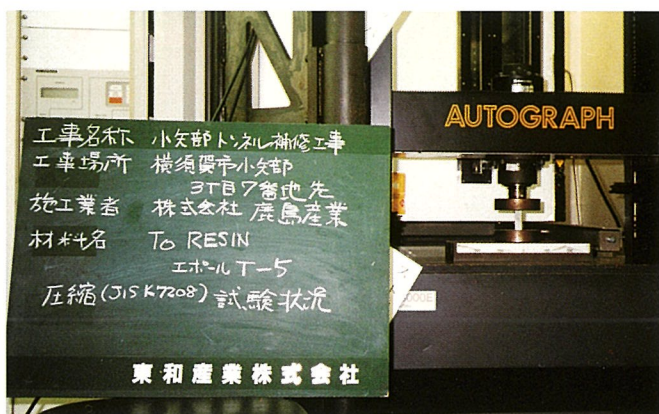
物 性

項目	試験方法	規格値	単位	試験条件
密 度	JIS K 5600	0.98±0.1	—	主剤硬化剤混合時
付 着 性	JIS K 5600 ゴバン目法	95/100以上	—	23℃ 7日間養生
鉛筆硬度		2B-H	—	〃

④ エポールT-5 外装仕上げ材  
材質……二液型エポキシ樹脂パテ

物 性

項目	試験方法	規格値	単位	試験条件
比 重	JIS K 7112	1.55±0.1		23℃ 7日間養生
圧縮降伏強度	JIS K 7208	50以上	N/mm <sup>2</sup>	〃
圧縮弾性係数	JIS K 7208	1,000以上	N/mm <sup>2</sup>	〃
引張強度	JIS K 7113	20以上	N/mm <sup>2</sup>	〃
曲 げ 強 度	JIS K 7171	20以上	N/mm <sup>2</sup>	〃



エポールT-5圧縮試験状況

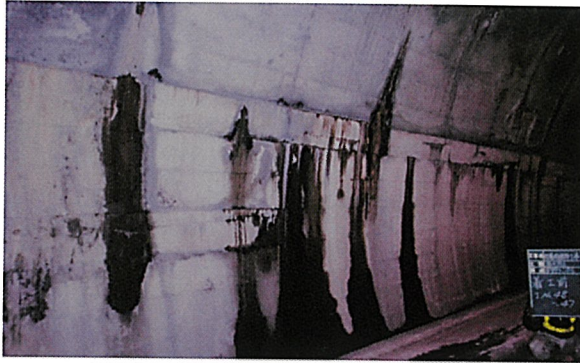


エポールT-1引張試験状況



## ■B4型 施工手順

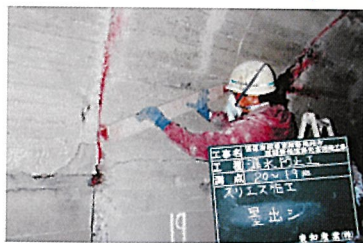
### ◆施工方法



着工前



完成



① 墨だし



② 躯体切断



③ 躯体研り



④ 清掃

#### ① 墨だし

施工箇所の打継ぎ目地等不良部が中心になるようサイズに合った墨出しをします。

#### ② 躯体切断

墨出し位置に従って、カッター切断を行います。(粉塵対策が必要です。)

#### ③ 躯体研り

切断内部を規格寸法に研り取ります。(カッター切断面を傷つけないよう、ご注意ください。)

#### ④ 清掃

切断・研り部を水洗いします。(切断面に付着している、粉塵/ノコ等を完全に除去して下さい。)

#### ⑤ 導水ゴムの設置

導水ゴム(充填材)の両側又は、カッター切断面にエポキシ樹脂接着剤を塗布し、導水ゴムを10mm圧縮して導水溝に挿入、突起部が平滑になるようにします。

★接続部に防水補強材を貼付け、欠損の突起(ゴム)を貼り付けます。

#### ⑥ プライマー塗布

導水ゴムの突起部と研り部の両側に養生テープを貼って、エポキシ樹脂プライマーを塗布します。

#### ⑦ 外装材仕上げ

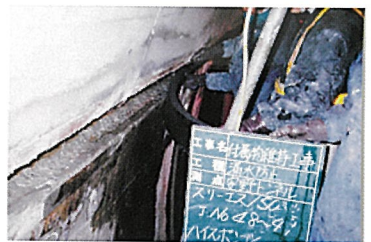
プライマーの乾燥を確認して、躯体と平滑になるようにエポキシ樹脂パテで充填仕上げを行い、養生テープを取り除きます。



⑦ 外装材仕上げ



⑥ プライマー塗布



⑤-2 導水ゴムの設置



⑤-1 接着剤塗布



◆ 研り検測

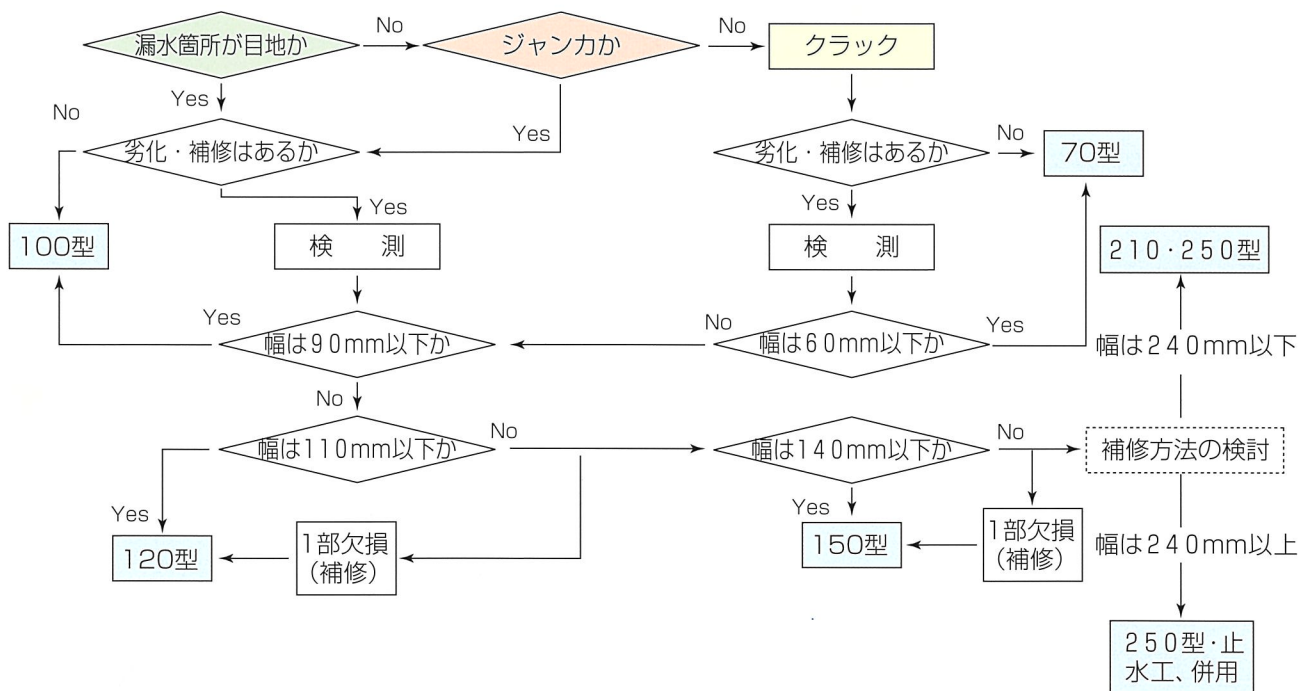


B4型で重要なのがカッター切断です。  
規格幅で平行に且つ、充填材の厚みを確保した切断をし、切断面を傷つけないように研り取ります。

- ①切断面の深さ＝充填材厚を確保。
- ②導水路幅、補強部幅＝規格幅の確保。
- ③導水路の深さ＝規格の深さを確保。



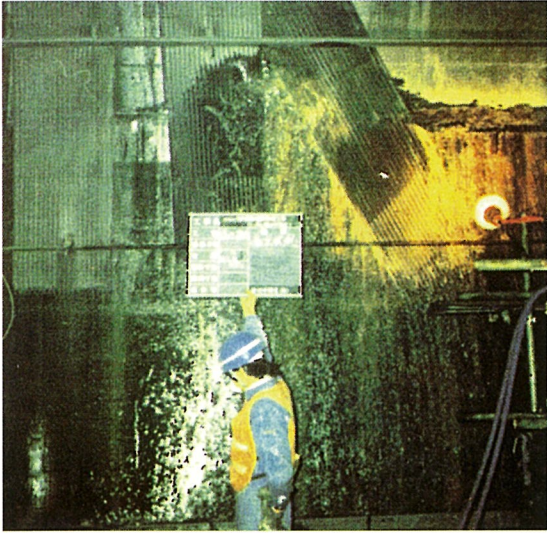
■ 施工幅決定フロー





# 施工例

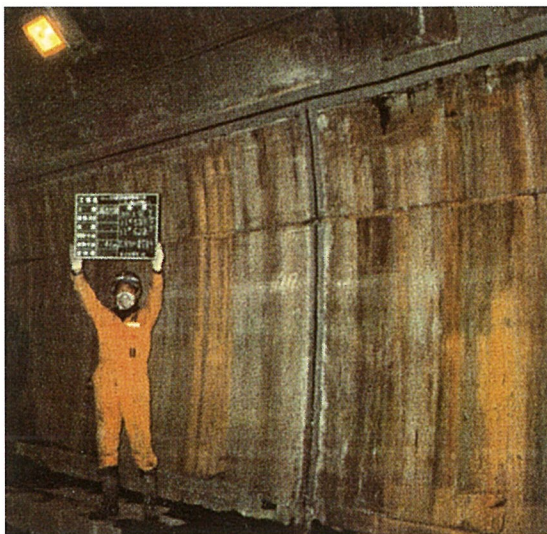
## 大量漏水箇所



▲着工前



▲施工中



▲完成

## 寒冷地漏水箇所



▲着工前



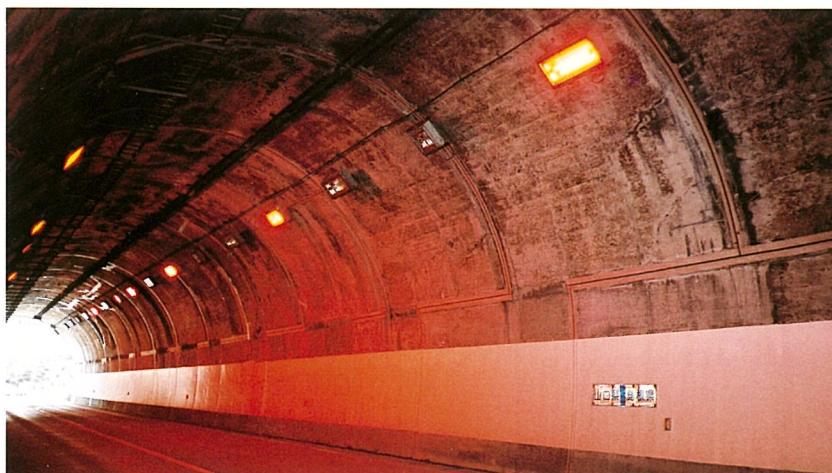
▲完成



# 施工例

## 目地漏水箇所

(壁面塗装併設)



▲横打継目地・部分施工



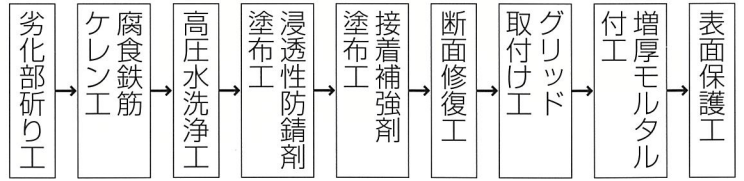
◀横打継目地・連続施工

## クラック漏水箇所





### グリッド補修・補強工法



着工前



腐食鉄筋ケレン



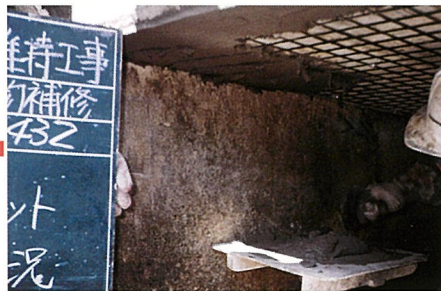
浸透性防錆剤塗布



断面修復材吹付け



完 成

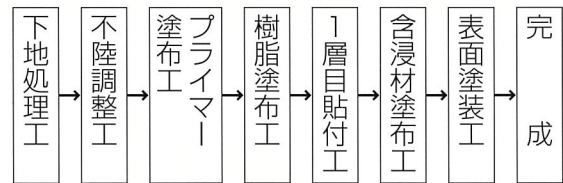


ポリマーセメント塗り



補強材取付け

### 炭素繊維シート補修・落下防止工



2層目以上、繰り返し



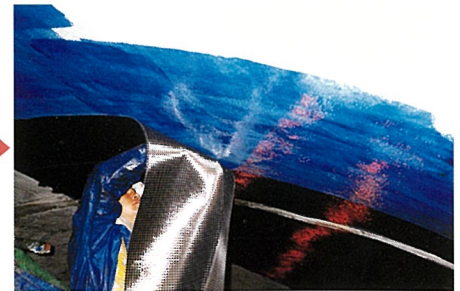
下地処理



不陸調整



プライマー塗布



炭素シート貼付



完 成



仕上げ材塗布

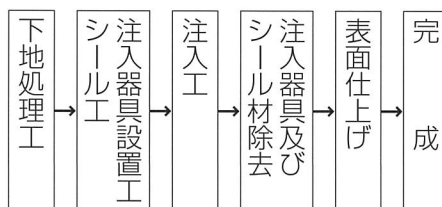


含浸材塗布





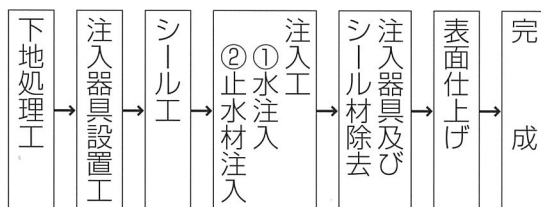
### 乾燥クラック注入工 (樹脂系)



着工前



### 漏水クラック止水工 (超微粒子無機系)



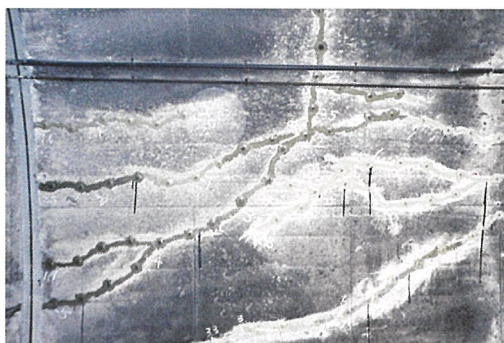
注入器具設置



シール材塗布

樹脂注入

注入器具除去



仕上げ



営 業 内 容

●工事部門

トンネル内漏水凍結防止工事  
橋梁補強・補修工事  
コンクリート構造物補強・補修工事  
コンクリート構造物補強工事  
エポキシ樹脂ライニング工事  
耐酸、耐アルカリ工事  
上・下水道施設防蝕工事  
湧水・漏水止工事  
建築防水工事  
樹脂注入工事

●製造販売部門

スリーエス工法：関連資材  
セルコート（浸透性防水材）  
シールセメント（急結止水材）  
クリートキーパー（無機質吸水阻止材）  
エポキシ樹脂2次加工品  
ハイコート（エポキシ塗料、注入、接着剤）  
スーパークリート（エポキシモルタル）  
カルクリート（エポキシ軽量モルタル）



**東和産業株式会社**

本社 山口県周南市新田二丁目3番20号  
〒746-0043 TEL (0834) 63-2870 (代表)  
FAX (0834) 63-2582  
<http://www1.ocn.ne.jp/~touwa/>  
E-mail:towa01@ruby.ocn.ne.jp

福岡営業所 福岡市博多区神屋町三丁目18番1号  
〒812-0022 TEL (092) 282-0046  
FAX (092) 282-0047  
E-mail:atsuhiko@lime.ocn.ne.jp

代理店