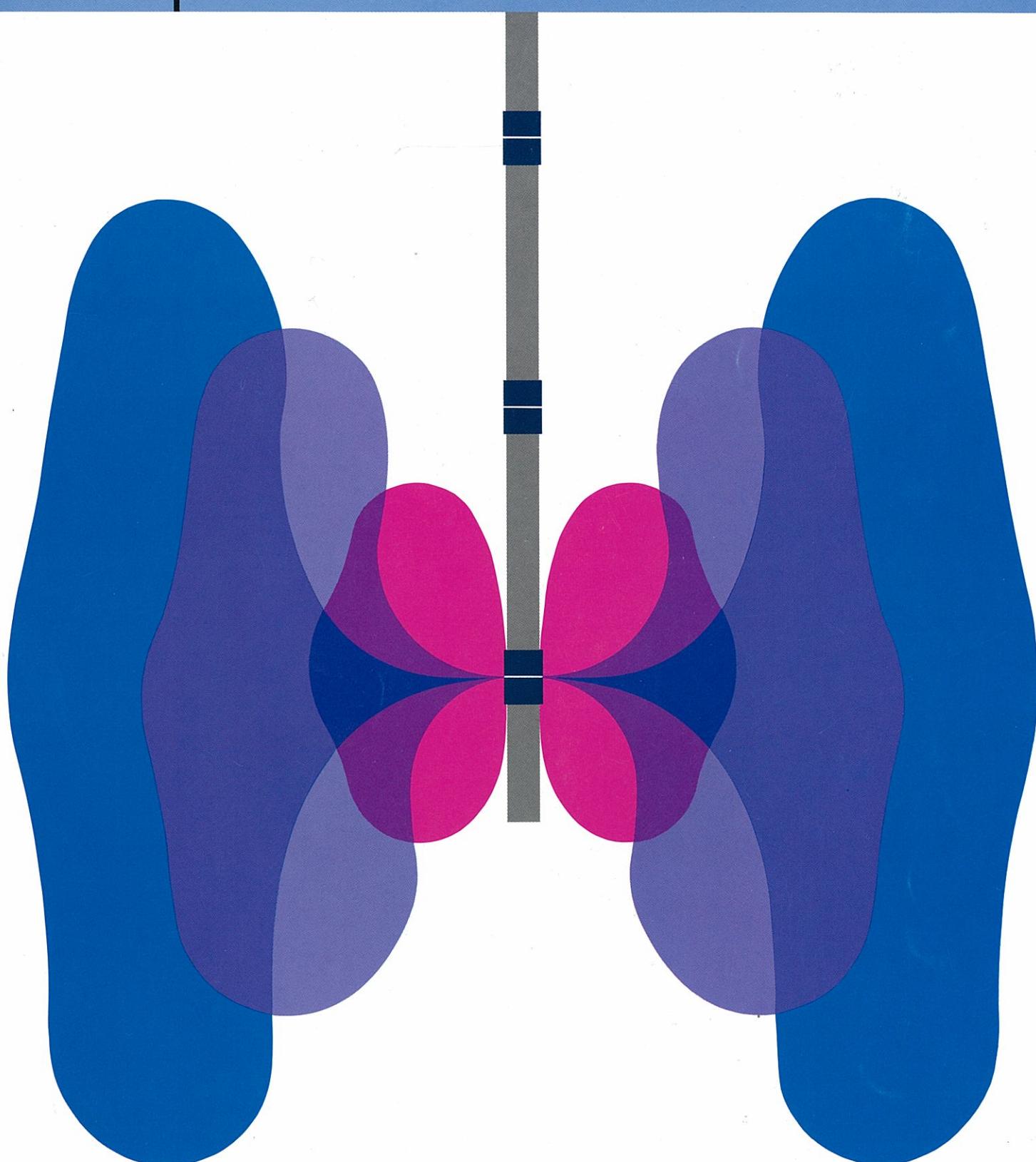


SLEEVE GROUTING

スリーブ注入工法

TECHNICAL NEWS SG-001



日本スリーブ注入協会

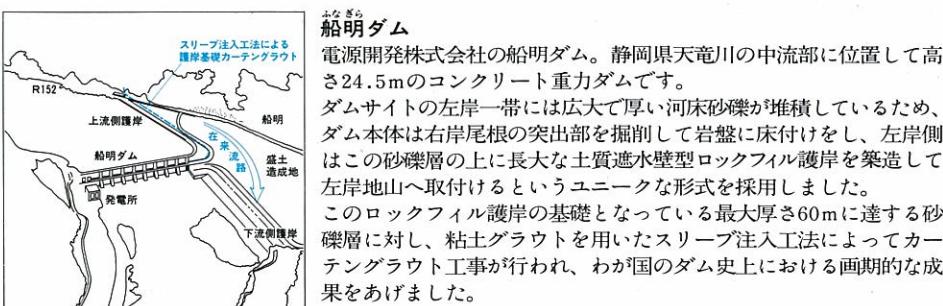
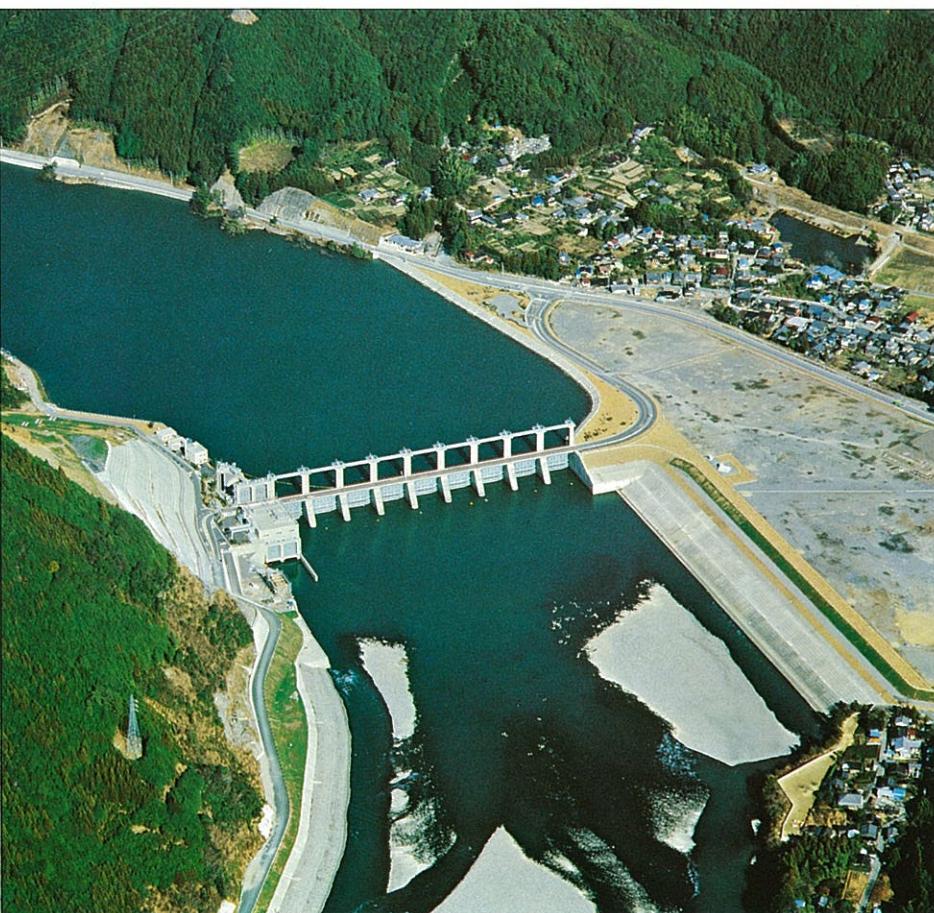
近年、建設事業における社会的条件や自然条件の複雑多様化にともない、さまざまな地盤改良工法が研究・開発されています。

地盤改良工法の1部門である注入工法は、なお解決しなければならない諸問題をかかえながらも、かけがえのない重要な存在であり、それゆえ正しい適用と厳しい施工管理が要求され、たゆまぬ技術の向上が望まれています。

このような環境状況のもとにわれわれが提供しているスリーブ注入工法は、永年にわたって蓄積した経験と技術の集大成であり、山岳に、平野に、臨海に、都市にと広い範囲の地盤改良に採用されて着実な成果をあげています。

注入工法は将来に向ってますます充実したものに研究が進められます。時代が要求する省資源、無公害化の推進に英知を結集し、より確かな注入工法として皆さまに期待されるスリーブ注入工法に発展させたいと念じております。

わが国の複雑な地盤条件と社会のニーズに応える マルチグラウト工法です

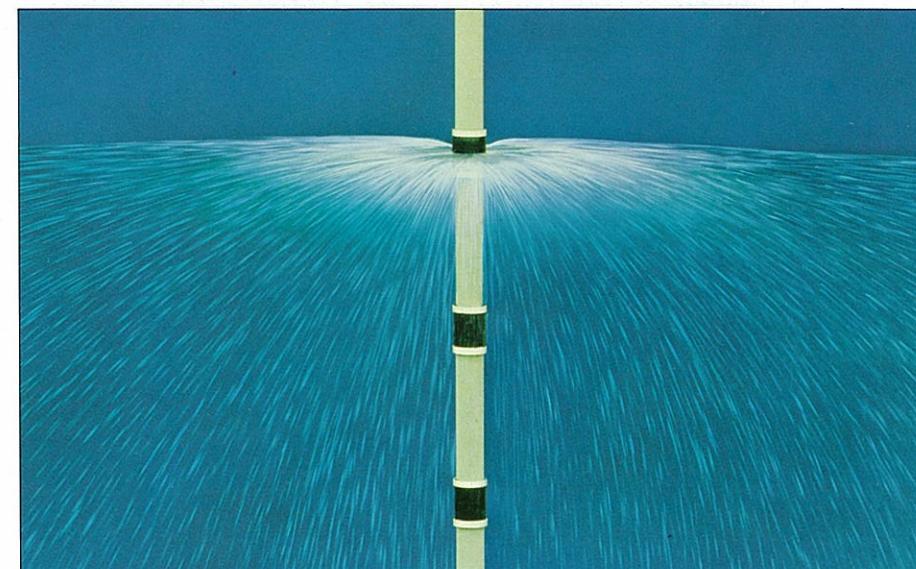
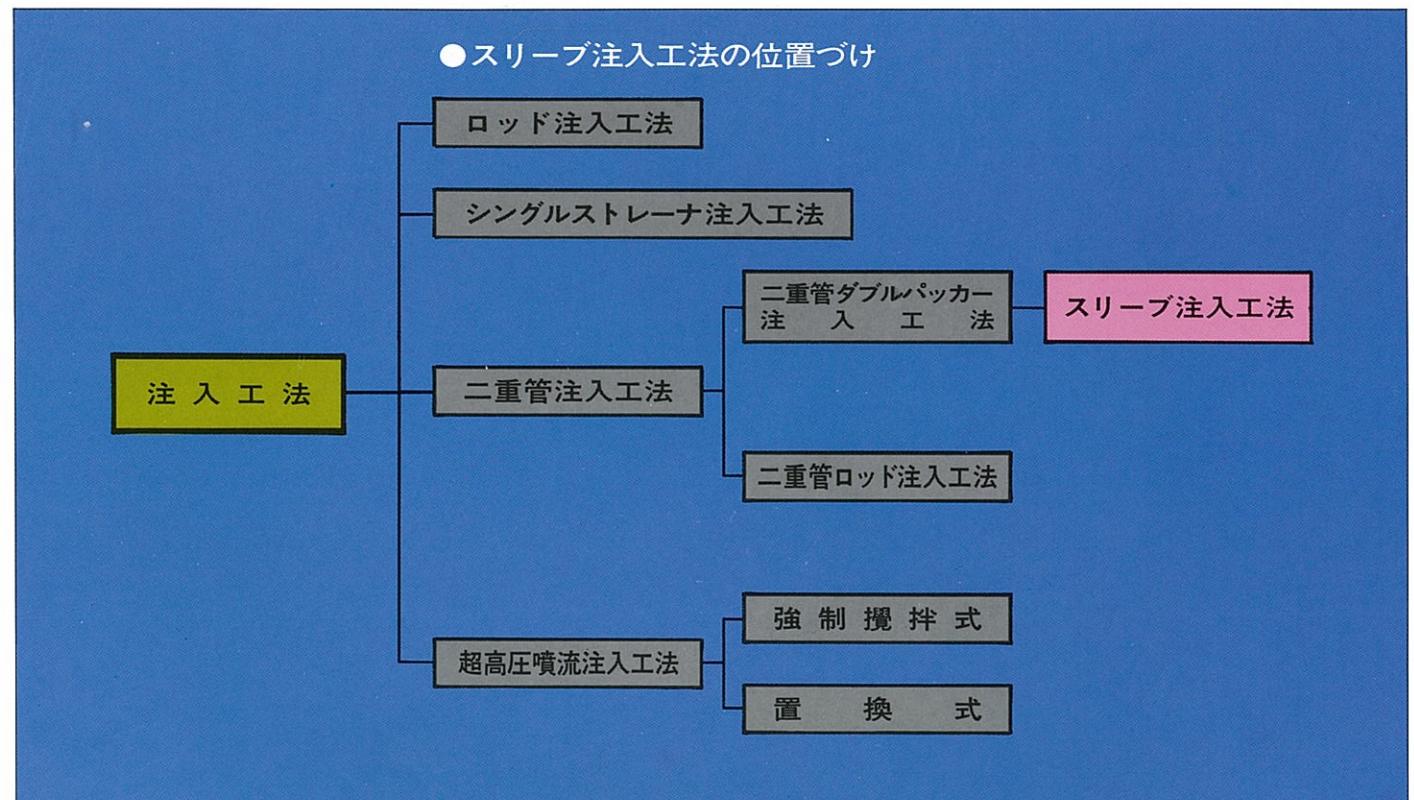


写真は下流からみた船明ダム。右側が左岸で広い造成地（在来の流路があった）縁沿いにロックフィル護岸が延び、道路下にカーテングラウトが行われた。(施工概要は10ページ参照)

新時代の要請に対応するスリーブ注入工法

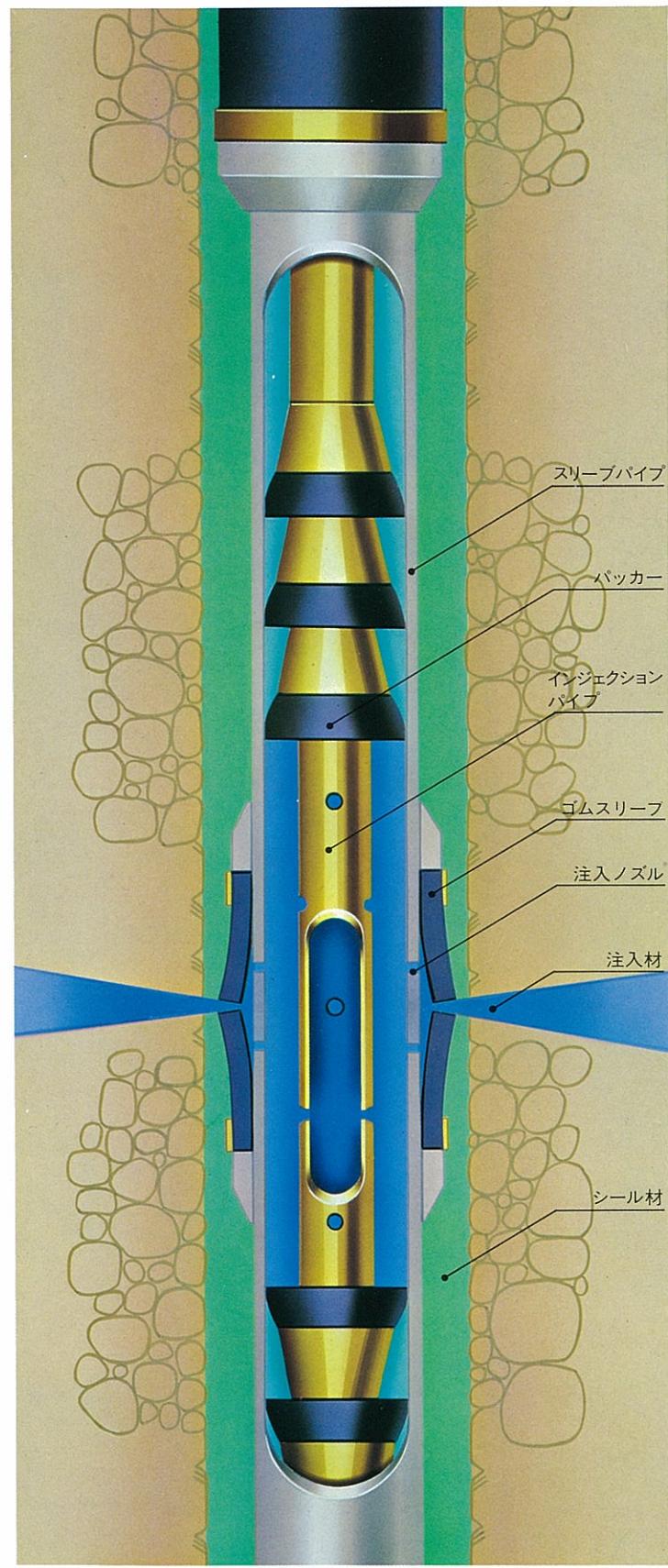
スリーブ注入工法は二重管とダブルパッカーを用いることによって特長づけられる地盤改良工法ですが、本質的な真価はそのメカニズムに加えて高度の注入効果を得るための技術と実績の積重ねにあります。

その実績が、これから時代が要請するより複雑で困難な地盤との戦いに力を与えてくれます。



スリーブ注入工法の特長とメカニズム

●スリーブ注入工法のメカニズム



●特長

- 効果の確実性および環境保全などの社会的ニーズから生まれた、複雑なわが国のあらゆる地盤条件にマッチした国産の注入工法です。
- 注入は人工流線を形成する動的注入工法です。
- 対象地盤は下図のようにほぼ全域をカバーしますが、粗粒硬質未固結地盤とクラッキーな岩盤のような他工法が適合しない領域で最も威力を発揮します。また、細粒軟質未固結層との複合地盤においてもスリーブ注入工法はトータルコストを低く抑えることができます。
- ダブルパッカーは任意の流量と圧力を、スリーブバルブは所定の方向性を与えます。シール材は注入材の地上への溢出を防止する効果を果します。
- グラウト注入工程とボーリング工程が完全に分離されているので作業の合理化と適確な注入管理ができます。

地質の変化が激しい国土の中で安全で確実な注入を行うマルチグラウト《スリーブ注入工法》は、このように優れた特性をもっていますので未固結地盤やクラッキーな岩盤に対して十分な活用ができるものと確信しています。



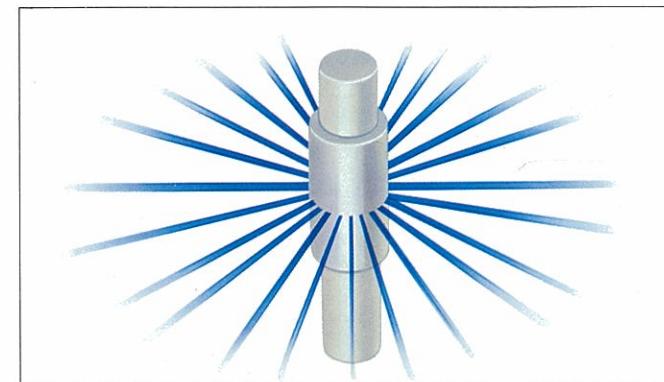
●スリーブパイプの標準仕様

製品区分	標準	特注
管の種類	硬質塩化ビニル管(VP)	配管用炭素鋼钢管(SGP)
口径	40mm	40mm(1½インチ)
1本当りの長さ	1~5m(1mきざみ)	5.5m以下の任意の長さ
バルブの間隔	33cmおよび50cm	任意

対象地盤に対して能動的に適確に注入します

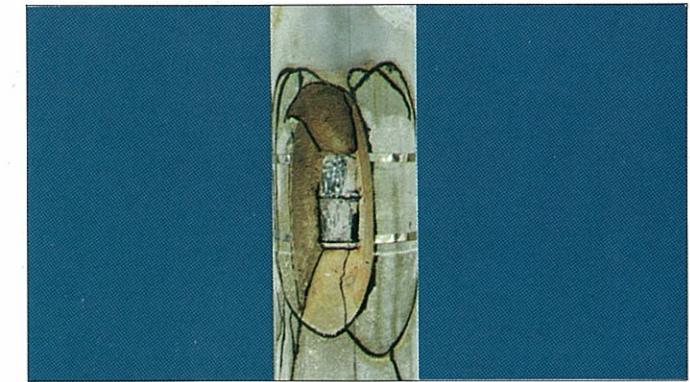
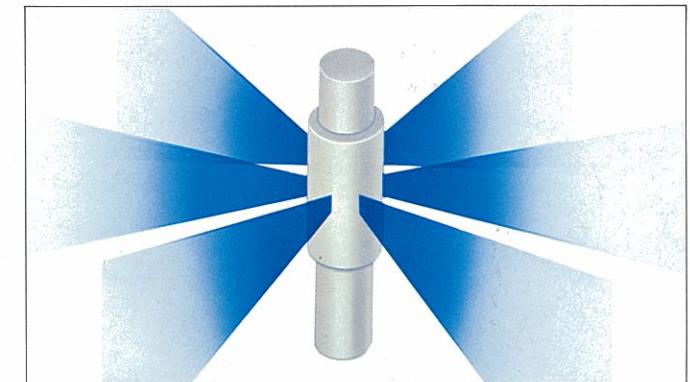
●対象地盤による注入方式

粘性土など細粒地盤に適応する 円板状流線面方式



円板状流線面方式によるクラッキング

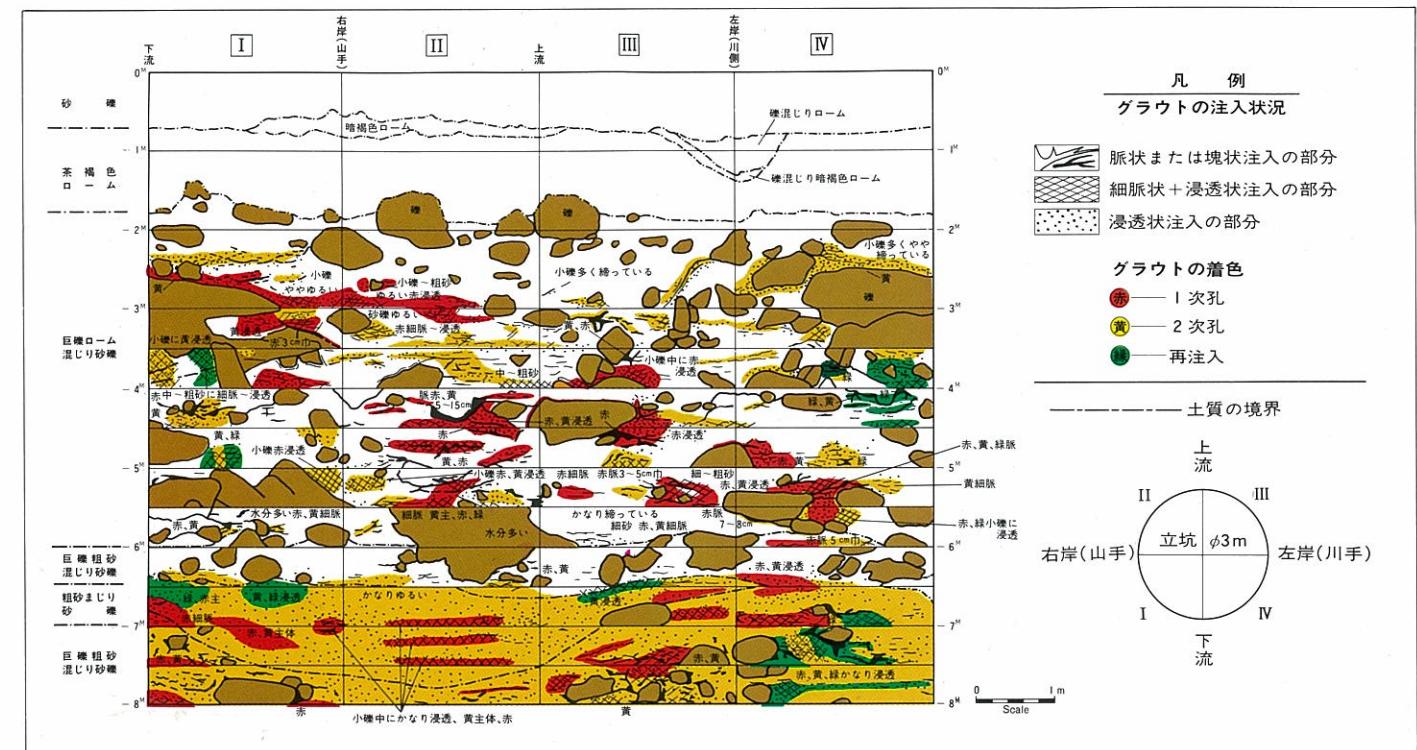
レキ層など粗粒地盤に適応する 広角放射流線方式



広角放射流線方式によるクラッキング

●グラウト注入の効果 フィルダムのグラウトカーテンにおける観察立坑(掘削壁面展開図)

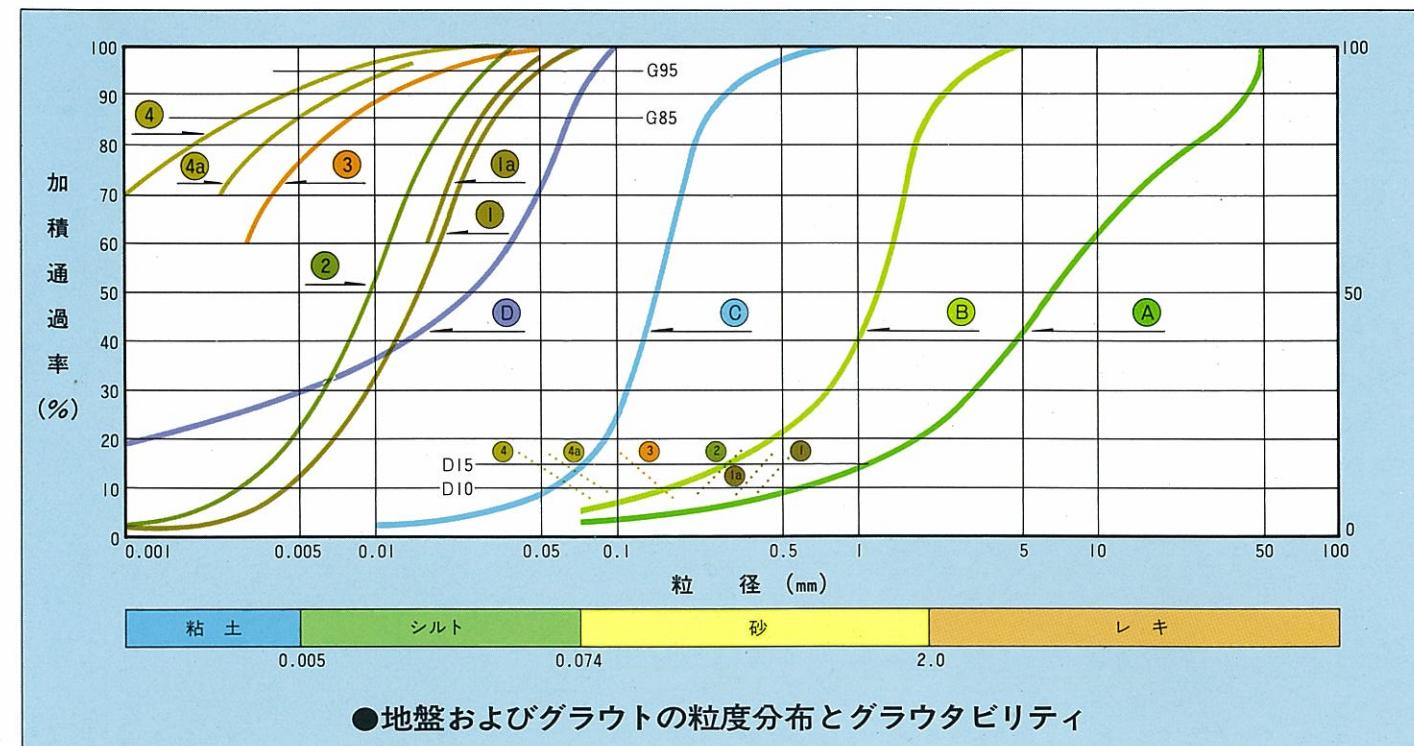
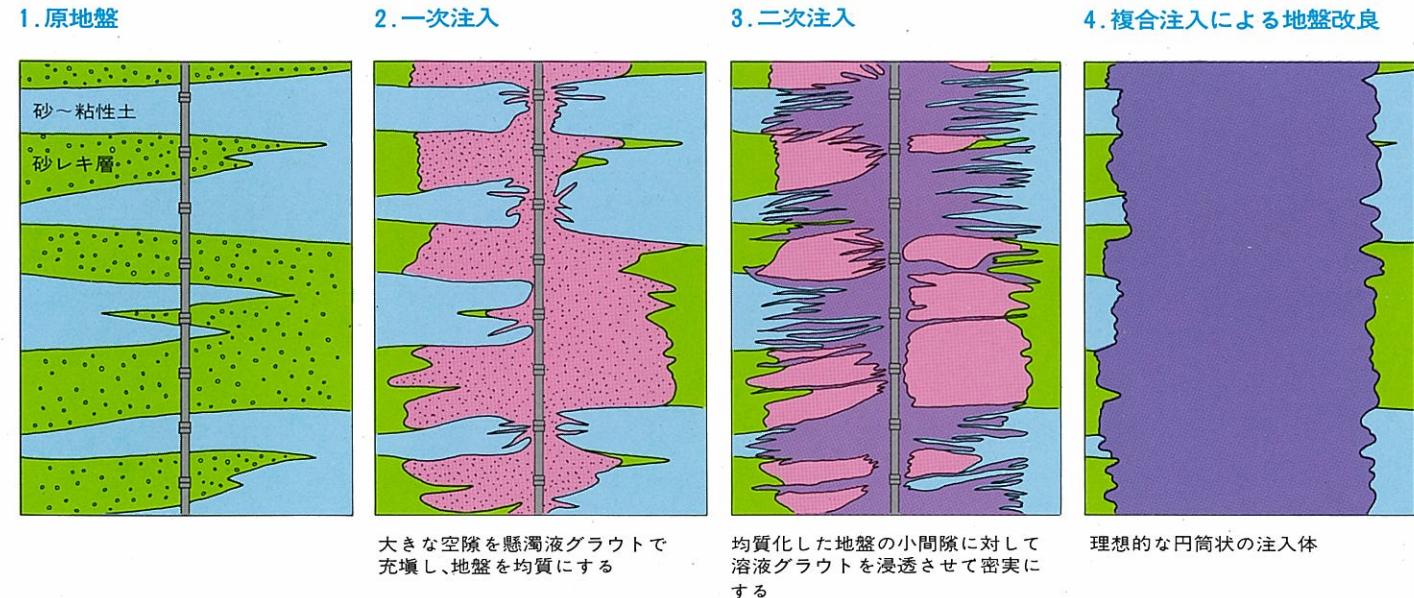
複雑な地質構成のダム基礎地盤にスリーブ注入の効果が実証されました。



異なる複数の地層に適確な注入——複合注入

●複合注入による地盤改良

複合注入は異なる複数の地層に対して、それぞれに適した注入材を段階的に、それぞれに適した仕様で注入し、均質な地盤に改良するものです。



地盤の粒度分布(D)

- (A) 砂レキ
- (B) レキ混り砂
- (C) シルト混り砂
- (D) 粘土質シルト

グラウト(懸濁液)の粒度分布(G)

- (1) 普通ポルトランドセメント C₂₅₀/C=0.1 (配合は一例)
- (2) 微粒セメント Cf
- (3) ベントナイト 250 メッシュ B₂₅₀
- (4) ベントナイト 300 メッシュ B₃₀₀
- (5) Cf/B₃₀₀=0.1 (配合は一例)

組合せの一例

- (A) — (1a) 複合注入
- (1a) + (薬液) 複合注入
- (2) + (薬液) 複合注入
- (3) + (薬液) 複合注入
- (4) + (薬液) 複合注入
- (C) — (薬液) 複合注入
- (D) — (1a) + (薬液) 複合注入

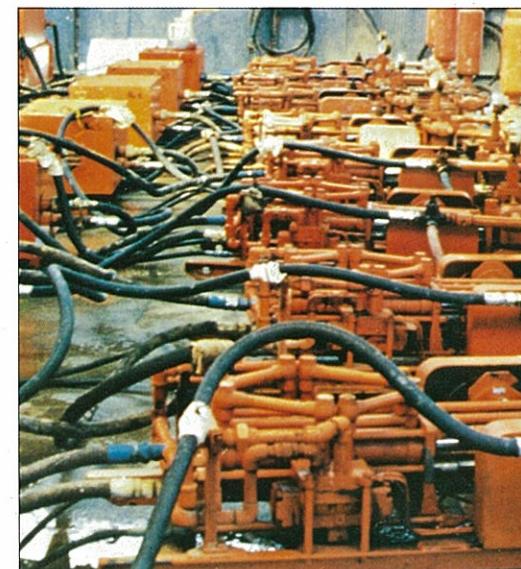
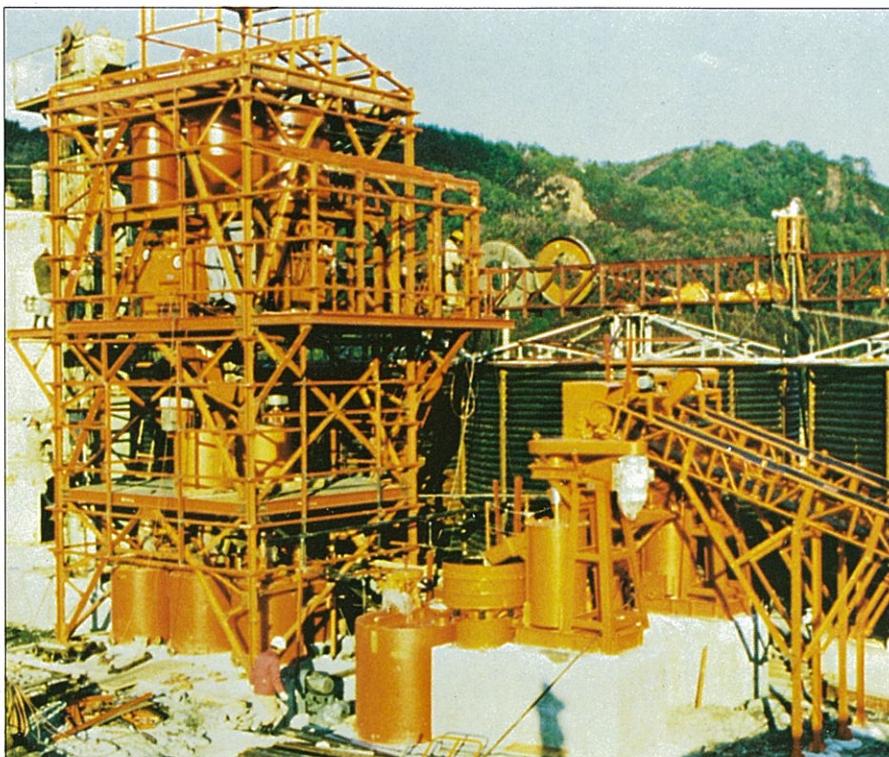
グラウタビリティ

グラウトの粒子が地盤の間隙に浸透していくための条件
 $D_{15}/G_{85} \geq 15$ または
 $D_{10}/G_{95} \geq 8$
 各々のグラウタビリティ比を結ぶ線 (...) より右側に位置する粒度分布曲線の地盤には、そのグラウト粒子の浸透が可能であることを示します。

より確実な注入管理のためにプラントを充実します

●定置式プラント

ダムグラウトのように龐大な注入量と広範な地域を長期的に掌握する必要がある場合のプラントです。工事規模と施工内容に応じて、プラントの規模および形式を任意に設定できます。



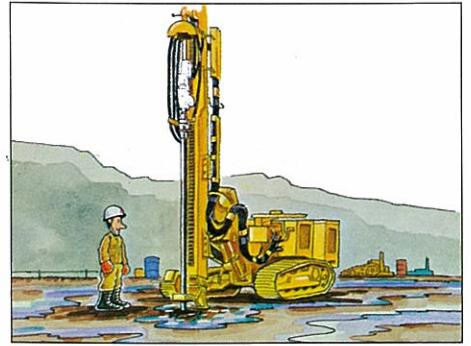
●可搬式プラント



都市土木やその他の比較的小規模、短期のグラウト工事に適したプラントです。

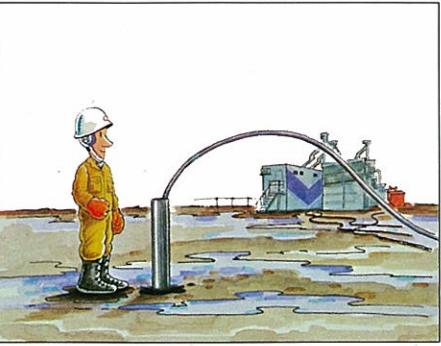
機動性に富み、外観も周囲の環境に良くマッチして、仮設作業やミキシング作業の省力化ともなり、注入材料や原動力のロスを抑えて省資源の理念にかなった新鋭設備を内蔵した可搬式プラントです。

スリープ注入の施工順序



①ボーリング

未固結地盤や割れ目に富む岩盤では、注入孔のボーリングはケーシング掘り（口径100mm程度）が適当です。



②シールグラウト充填

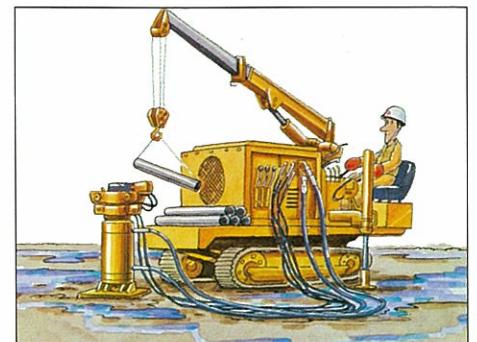
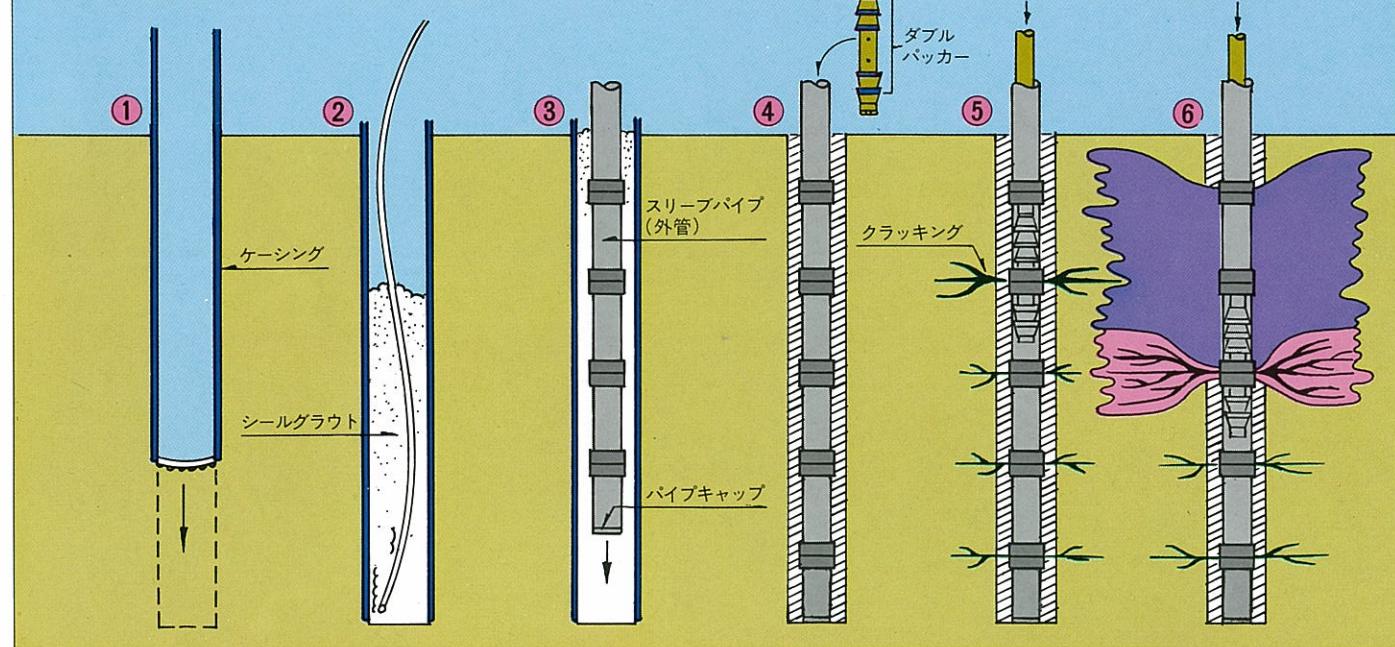
所定深度までボーリングを行い、フレキシブルパイプを孔底まで挿入してシールグラウトを孔内へ充填します。



③スリープパイプ設置

充填後ただちにスリープパイプを繋ぎながら全長にわたり挿入設置します。

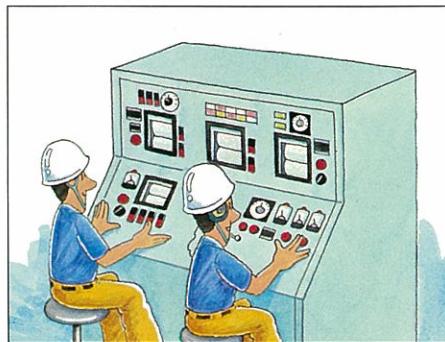
●スリープ注入工法の施工工程



④ケーシングパイプ引抜き



⑤クラッキングと水押し



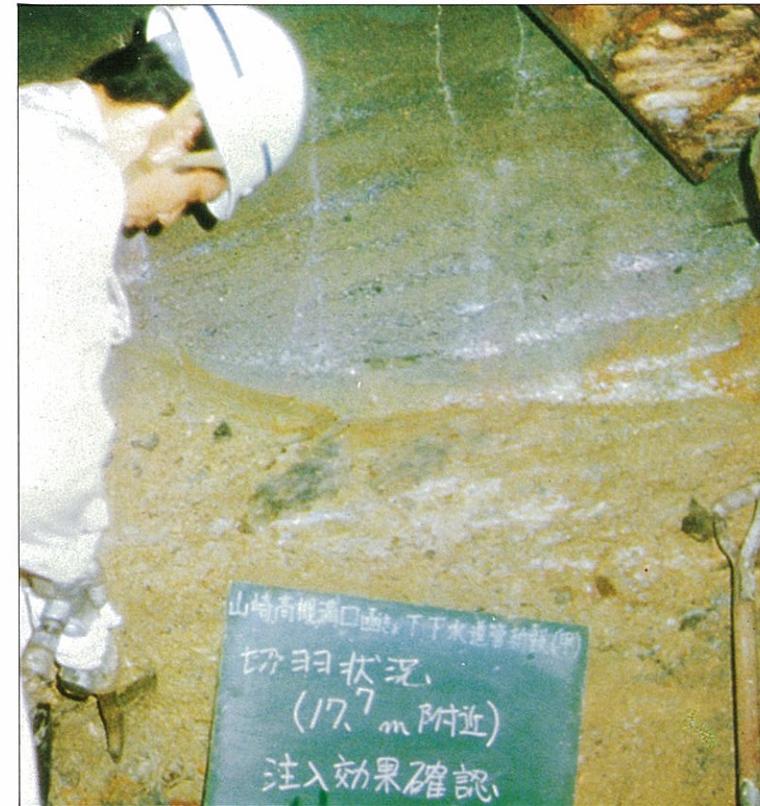
⑥グラウト注入

スリープパイプを設置したら引抜きジャッキなどでケーシングを引抜きます。ここまでがボーリング工程といえます。ケーシング引抜き後シールグラウトが固結するまで養生期間をとります。

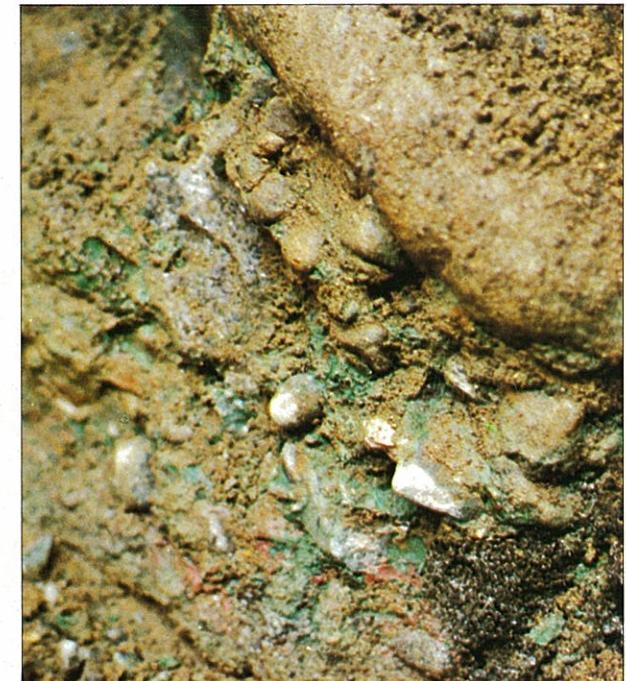
スリープパイプにダブルパッカーのついたインジェクションパイプを挿入し、圧力水を送り、固結したシールグラウトを割るためのクラッキングを行って注入路をつけます。さらに水押しを行い、地盤の透水性をチェックします。

対象地盤の違いによる注入効果

●未固結層



下水道シールドにおけるシルト・砂・砂礫層への注入状況



ダム基礎におけるルーズな砂礫層への注入状況

●割れ目に富む岩盤



立坑におけるクラッキーな風化岩への注入状況



トンネル坑口附近における崖錐層への注入状況

施工例

●高槻市溝口函きょ下水道管新設 シールド工事

1.場所 東海道本線山崎・高槻駅間
溝口函きょ
2.工期 54.8~55.1(注入工事は60日)
3.企業者 高槻市(下水道課)
4.発注者 国鉄大阪鉄道管理局
(函きょ部は市から国鉄へ委託)

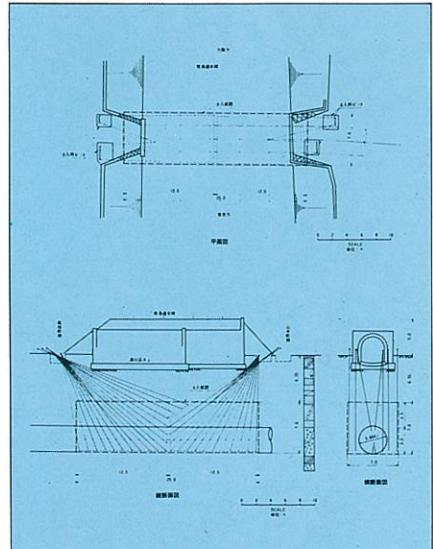
5.注入の目的
盛土鉄道床を横断する市道函きょ下を下水道シールド($\phi 3,664\text{mm}$)が通過するため、湧水、崩壊、沈下などによる函きょおよび軌道への障害を防止する目的で地盤改良を行った。
本工事はシルト、砂、砂礫など崩壊性の地盤に対して用地の制約から斜め注入となり、構造物に変位変形を生じさせないためには低圧力、低流量での浸透注入が最善であり、1ショットロングゲルタイムで行う本工法が採用された。

6.注入概要
・函きょ両端口の上下左右から扇形注入。
・注入材料
1次 CBグラウト $W/(C+B) = 2.5$
 $B/C = 0.17$
2次 水ガラス溶液型(コンソリダーゲル)
・ボーリング長3,450m 対象土量1,224m³
・注入量CB 61m³ 478m³
コンソリダーゲル417m³ (注入率39%)

7.注入効果
ほぼ理想的に浸透し、構造物の変位も注入による隆起は現れていない。
シールド掘削は手掘で行われやや固い位に地山は固結し、湧水は部分的に微量のじみ出し程度であった。



8.施工図



●岐阜市橋立体交差開削工事

1.場所 岐阜市市橋(いちはし)地内
2.工期 54.1~55.3
3.企業者 岐阜土木事務所(都市計画課)
4.注文者 市川工務店

5.注入の目的
全国有数の地下水の豊富な市橋地区の鉄道と道路の立体交差化で、道路の掘下げに際し、湧水による掘削困難が予想されるため掘削底盤に止水注入を行って地下水の湧水を阻止し、地盤のボイリングを防止した。

6.注入概要
・掘削幅3.42mの両側および施工延長上の両端の全周に道路掘削底面より下方7mまでシートパイルを打設する。

・シートパイルに囲まれた掘削範囲内に底盤注入を行なう。

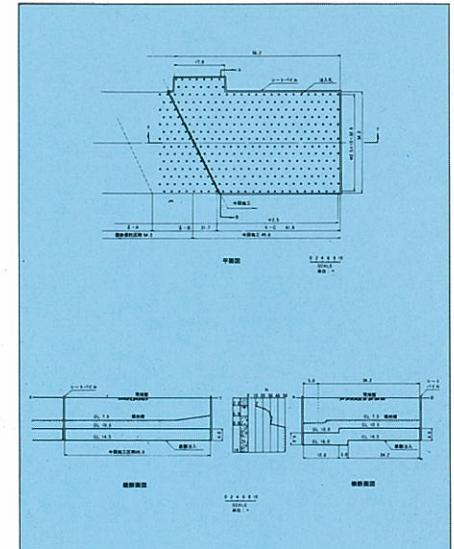
7.注入概要
・地表下2mまで矢板土止めし、この面からライナプレート支保工 $\phi 3.5\text{m}$ に切替える。

・ライナプレートの外周に沿ってスリーブ注入工法を採用された。

8.注入効果
地下水位(GL-5.5m)を過ぎても湧水はなく予定深度までトラブルなく施工ができた。



8.施工図



●名古屋町北汚水幹線立坑工事

1.場所 名古屋市守山町北地内
2.工期 52.6~52.7(注入20日間)
3.企業者 名古屋市下水道局
4.注文者 株式会社 大林組

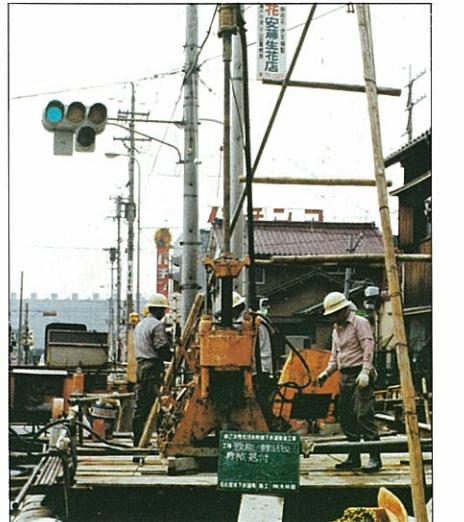
5.注入の目的
コンクリート管推進工に伴う作業用中間立坑掘削にあたりボイリングと切羽の崩壊防止を目的として注入を行なった。

6.本工法採用の理由
・立坑掘削は円形ライナプレート支保工によるもので、地盤が地下水の豊富な砂礫を挟む砂質土のためボイリングの懼れがあり、そのため確実な止水が要求され、スリーブ注入工法が採用された。

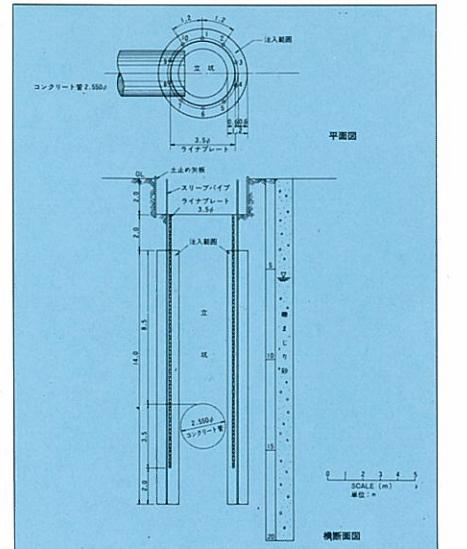
7.注入概要
・地表下2mまで矢板土止めし、この面からライナプレート支保工 $\phi 3.5\text{m}$ に切替える。

・ライナプレートの外周に沿ってスリーブ注入工法を採用された。

8.注入効果
地下水位(GL-5.5m)を過ぎても湧水はなく予定深度までトラブルなく施工ができた。



8.施工図



●船明ダムカーテングラウト工事

1.場所 天竜市船明地内
2.工期 48.11~50.12
3.企業者 電源開発株式会社
4.注文者 電源開発株式会社

5.注入の目的
コンクリートダム本体は右岸から突出した尾根状岩盤にのっているが、左岸側は最大厚さ60mにおよぶ現河床砂礫のため土質遮水壁型ロックフィルダムH15m、上下流L800mによる護岸を造成して地山へ取付け、河水を整流することとした。

6.注入概要
・施工幅はトンネルを含む15mとし、注入孔を2mピッチで配した。

・施工深度はトンネル天盤上5mから始めて、岩盤面に達するまでとし、施工延長はトンネルが完全に岩盤に入るまでとした。

7.注入概要
・現河床の水面上1mまで砂礫盛土、さらに5m盛土し、その天端からボーリングを行った。土質盛土は土質遮水壁の一部であるとともにグラウトキャップになっている。

8.注入効果
セメント・粘土・水=70:30:105 比重1.466±0.017 ブリージング率5%以下 ブレーパクトロー18~20s 硬化後の収縮率2%以下 $\sigma_{14}=2.5 \pm 5 \text{kgf/cm}^2$ クラッキングは充填後3~7日

9.注入効果
・ボーリング長 1,840m
・注入長 400m
・注入量 $\int C_B = 83 \text{m}^3$
 $\int L_W = 204 \text{m}^3$

10.注入効果
・ボーリング:ロータリーパーカッション式φ100mm
・スリーブ:VP40、バルブ間隔50cm
・シールグランツ:セメントベントナイト
 $B/C=0.2$, $W/(B+C)=1.8$
クラッキングは充填後2~3日

11.注入効果
・注入グランツ:セメントベントナイト
配合 $\begin{cases} 1\text{次孔 } B/C=0.1 & W/(B+C)=3.3 \\ 3\text{次孔 } B/C=10 & W/(B+C)=10 \end{cases}$

12.注入効果
・水質監視:①定点自動記録観測
観測井 $\ell = 25 \text{m}$ 2ヶ所、
河川水2ヶ所
②巡回観測 河川水のpH測定

13.注入効果
・ボーリング長:6,382m (154本)
・注入量: 1,634m³

●高松坂出有料道路五色台 トンネル高松側坑口地盤改良工事

1.場所 高松市龜水町

2.工期 54.1~54.3(注入約45日間)

3.企業者 香川県

4.注文者 株式会社熊谷組

5.注入の目的

五色台トンネル工事高松側工区坑口付近の地盤改良工事で、トンネル坑口付近の土質は上部安山岩砕岩の崩壊落石を主体とした崖錐層で極めて崩壊性に富むため、切羽および天盤安定化のためスリーブ注入工法によるグラウト注入を行なった。

6.注入概要

・施工幅はトンネルを含む15mとし、注入孔を2mピッチで配した。

・施工深度はトンネル天盤上5mから始めて、岩盤面に達するまでとし、施工延長はトンネルが完全に岩盤に入るまでとした。

7.注入概要

・現河床の水面上1mまで砂礫盛土、さらに5m盛土し、その天端からボーリングを行った。土質盛土は土質遮水壁の一部であるとともにグラウトキャップになっている。

8.注入効果
セメント・粘土・水=70:30:105 比重1.466±0.017 ブリージング率5%以下 ブレーパクトロー18~20s 硬化後の収縮率2%以下 $\sigma_{14}=2.5 \pm 5 \text{kgf/cm}^2$ クラッキングは充填後3~7日

9.注入効果
・ボーリング長 1,840m
・注入長 400m
・注入量 $\int C_B = 83 \text{m}^3$
 $\int L_W = 204 \text{m}^3$

10.注入効果
・ボーリング:ロータリーパーカッション式φ100mm
・スリーブ:VP40、バルブ間隔50cm
・シールグランツ:セメントベントナイト
 $B/C=0.2$, $W/(B+C)=1.8$
クラッキングは充填後2~3日

11.注入効果
・注入グランツ:セメントベントナイト
配合 $\begin{cases} 1\text{次孔 } B/C=0.1 & W/(B+C)=3.3 \\ 3\text{次孔 } B/C=10 & W/(B+C)=10 \end{cases}$

12.注入効果
・水質監視:①定点自動記録観測
観測井 $\ell = 25 \text{m}$ 2ヶ所、
河川水2ヶ所
②巡回観測 河川水のpH測定

13.注入効果
・ボーリング長:6,382m (154本)
・注入量: 1,634m³

●関越自動車道関越トンネル 谷川立坑・地下換気所止水工事

1.場所 都馬県利根郡水上町大字谷川字上原山

2.工期 55.6~55.11

3.企業者 日本道路公團

(関越トンネル南工事事務所)

4.注文者 間組・前田建設工業・飛島建設JV

5.注入の目的

谷川立坑は関越トンネルの換気用立坑として築造されるが、立坑掘削に際して崖錐または旧河床堆積物である玉石砂礫層の中を流れる多量の伏流水が湧出する恐れがあり、これを防止する目的で事前に立坑周囲にグラウト注入を行なった。

6.注入概要

・ボーリング:ロータリーパーカッション式φ100mm
・スリーブ:VP40、バルブ間隔50cm
・シールグランツ:セメントベントナイト
 $B/C=0.2$, $W/(B+C)=1.8$
クラッキングは充填後2~3日

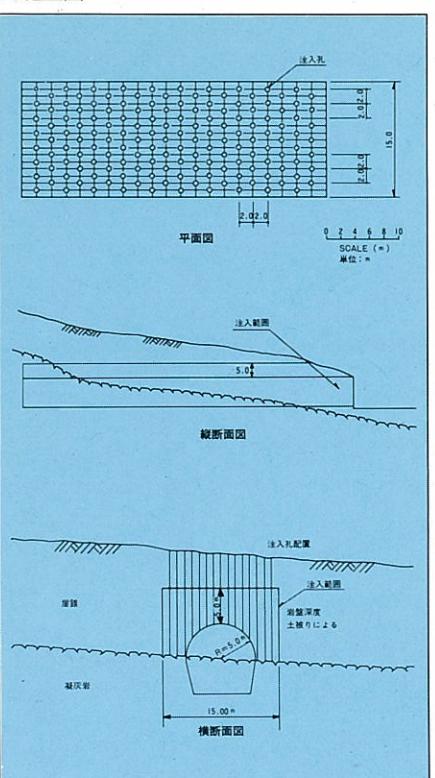
7.注入概要
・注入グランツ:セメントベントナイト
配合 $\begin{cases} 1\text{次孔 } B/C=0.1 & W/(B+C)=3.3 \\ 3\text{次孔 } B/C=10 & W/(B+C)=10 \end{cases}$

8.注入効果
・水質監視:①定点自動記録観測
観測井 $\ell = 25 \text{m}$ 2ヶ所、
河川水2ヶ所
②巡回観測 河川水のpH測定

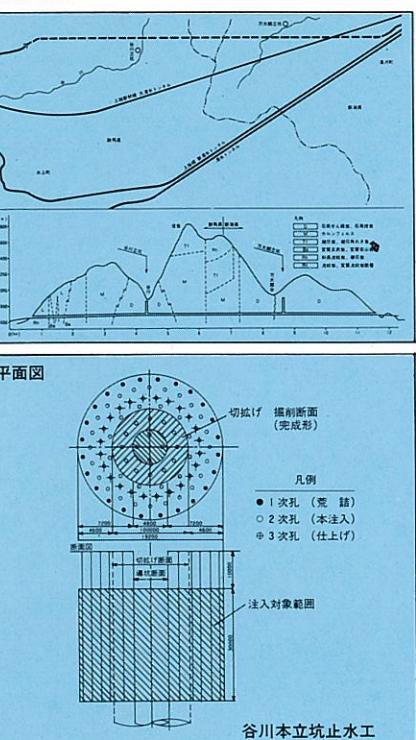
9.注入効果
・ボーリング長:6,382m (154本)
・注入量: 1,634m³



7.施工図



7.施工図



日本スリーブ注入協会

●事務局 〒104-0061 東京都中央区銀座8-14-14 日特建設株式会社内
☎ (03) 3542-9191 FAX (03) 3542-9133

●本工法のお取り扱いは、下記の会員にお問い合わせください。

協会員