

φ65mm削孔であり、小型機をお持ちなら、どなたでも施工できます。



小型ボーリングマシン（空気式）



クレーン式ドリル（空気式）



小型ボーリングマシン（電気式）

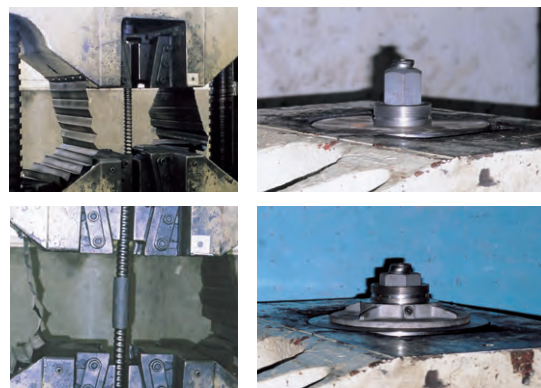


バックホウ式ドリル（油圧式）



無足場施工マシン（SD-2号機）

システム検証



システム検証試験状況（於、財団法人日本建築総合試験所）

NETIS登録No.KK-040039-VE

「活用促進技術」（新技術活用評価会議）

（2017年4月掲載期間満了）

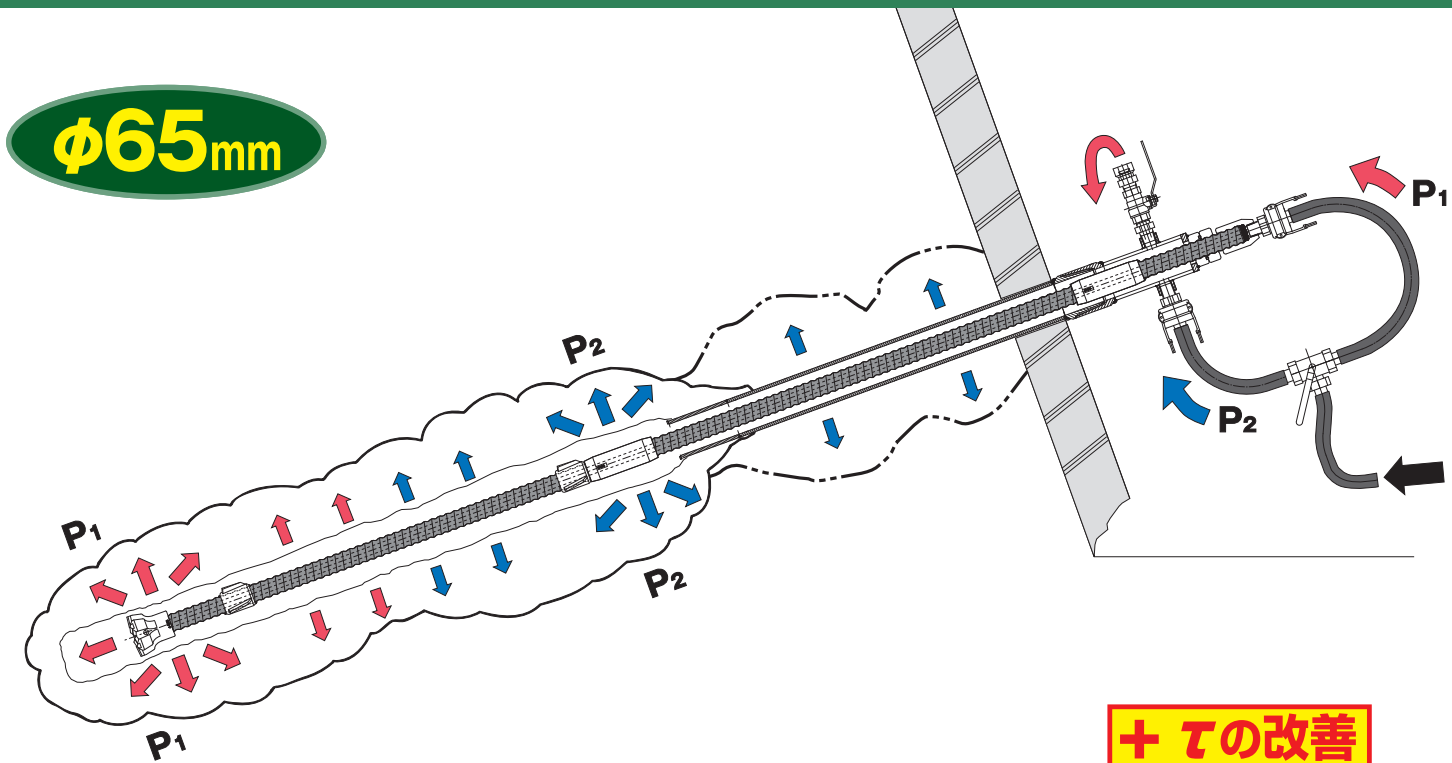
SP SOIL NAILS

注入式本設ロックボルト工法

SPソイルネイル

高速・省力施工

φ65mm



加圧注入で確実な定着を実現

STE

エスティーエンジニアリング株式会社
ST ENGINEERING CORPORATION

〒581-0833 大阪府八尾市旭ヶ丘1丁目108番地2

TEL.072-990-0250 FAX.072-990-0251

E-mail: info-enter@st-eng.co.jp

*各種図面がダウンロードできます→ <https://www.st-eng.co.jp>

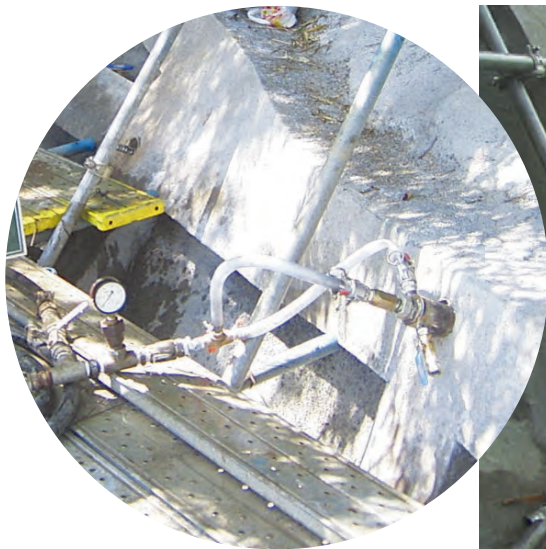
STE

エスティーエンジニアリング株式会社
ST ENGINEERING CORPORATION

注入式本設ロックボルト工法

SP SOIL NAILS
SPソイルネイル

単管掘り小型マシンを使い、孔壁が自立しない地山での高品質な本設ロックボルトを構築します。機械能力に応じ、部分的な二重管掘りと加圧注入を組合せ、確実な全長定着型ロックボルトを高速で経済的に実現します。



「部分二重管方式」における
2方向加圧注入状況



先導管による2重管削孔状況



(ゲージ径はφ67mmとし、呼び径をφ65mmとする)



ロストビット部のセット状況

特徴

- 従来のアンカーマシンによる二重管方式に比べ、部材が軽量で、ロッドの回収や芯材の立て込み作業もなく、省力化と高速施工が可能です。
- 外管は市販の一般管で、SPボルトと同時に回転しながら押し込み、回収して再利用します。
- 口元を二重管とし2方向加圧注入する「**部分二重管方式**」で、周面摩擦力(τ)を改善します。
- スクリュースェンライザーは、ビットと外管出口の芯出し、ボルトのスペーサ機能、付着力の向上と多くの目的を具備したマルチタスク部品で、迎え角によるスライム排出の向上も期待できます。
- スリーベルはコンパクトで操作性が良く、構造もシンプルで経済的です。

SPボルトの諸元



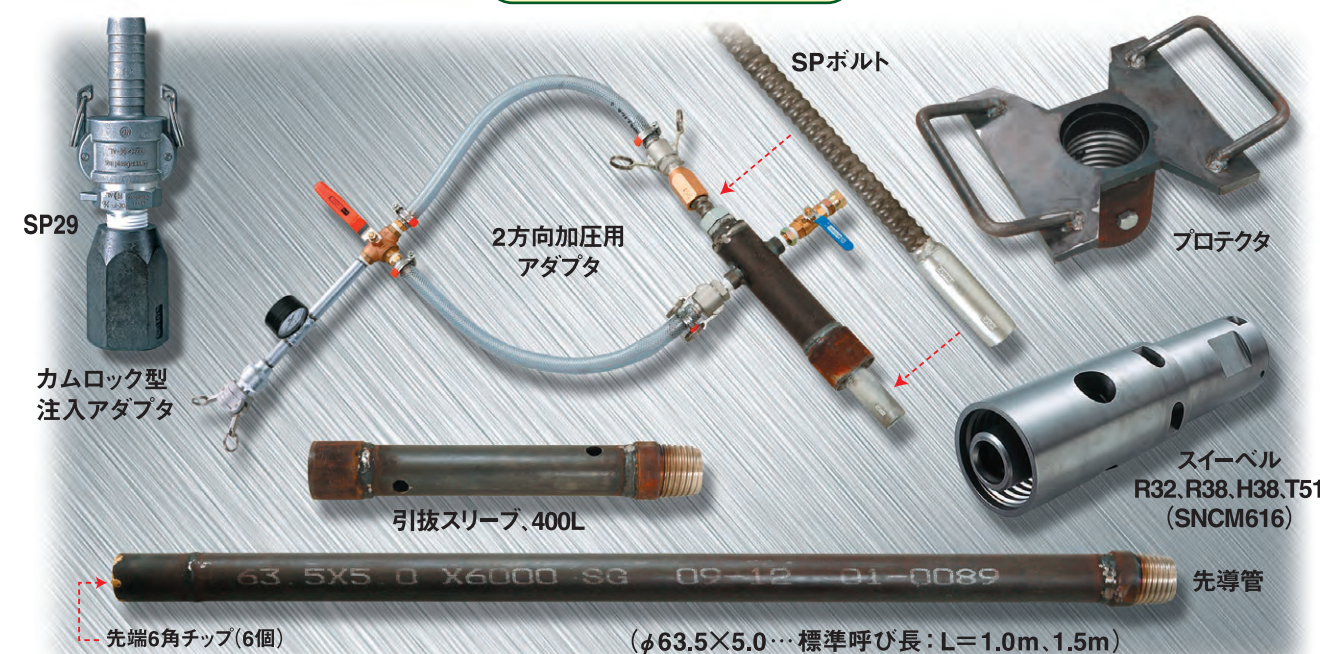
本設ボルトは亜鉛メッキ仕上げ (HDZ55)

呼 称	腐食シロ=0.0mm				腐食シロ=直径1.0mm			
	外径/内径 (mm)	断面積 (mm ²)	降 伏 (kN)	破 断 (kN)	外径/内径 (mm)	断面積 (mm ²)	降 伏 (kN)	破 断 (kN)
SP29ボルト	φ28.5/13.0	435.0	204	255	φ27.5/13.0	394.0	185	231

SP付属部品



打設・注入用ツール

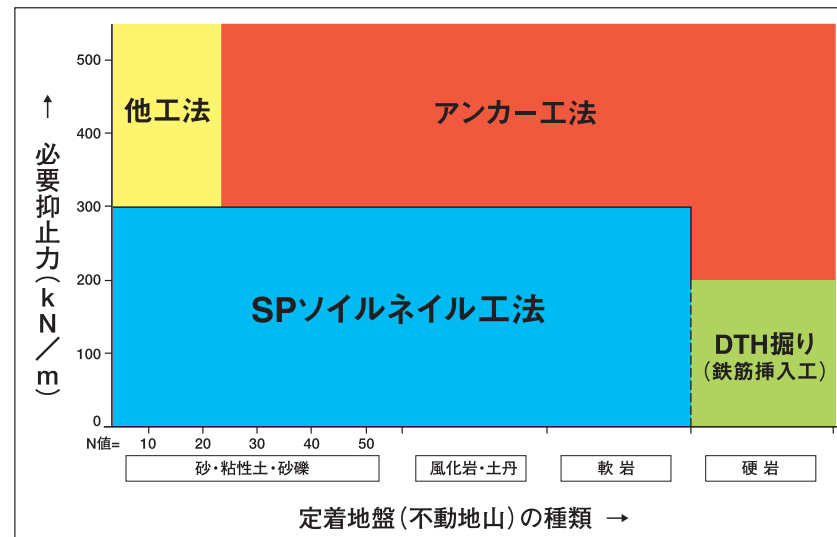


※先導管はご要望の呼び長さも準備できますが、特注となります。

SPソイルネイルの適用領域

※孔壁が自立しない地山

(SPソイルネイル)

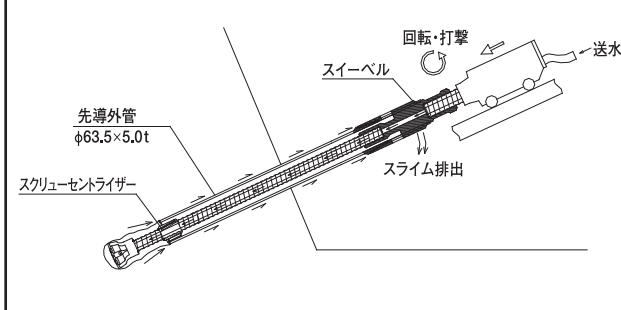


※青色の「SPソイルネイル」が本カタログで対象とする適用領域です。

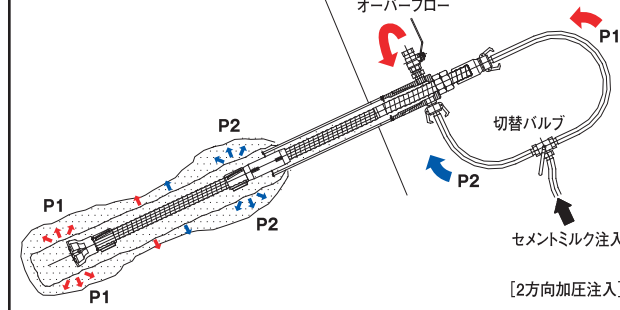
- SPソイルネイルは、孔壁が自立しない地山を対象とした加圧注入式のロックボルト工法です。
- 従来、自立しない地山のロックボルトにはφ90mmの2重管掘りが採用され、必要抑止力が180kN/m程度を超えるとアンカー工の方が経済的でした。
- SPソイルネイルは汎用の小型マシンで施工でき、現場条件により足場も省略できて高速・低コストとなり、試算では必要抑止力300kN/m程度まで他工法よりも経済的となるようです。

SPソイルネイルの作業要領

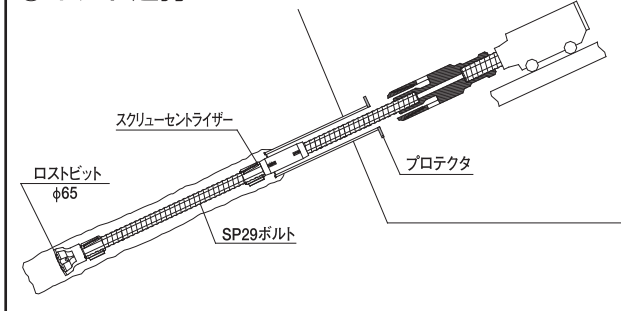
① 先導2重管削孔



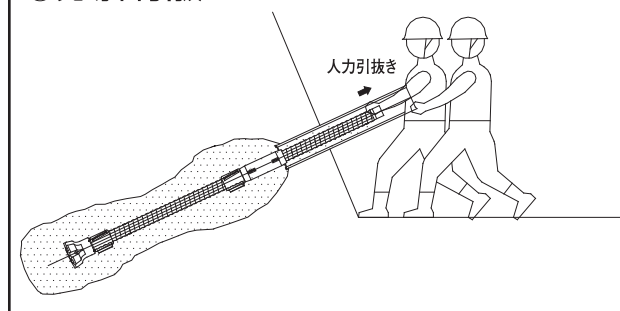
③ 2方向加圧注入



② ボルト追打ち



④ 先導管引抜き



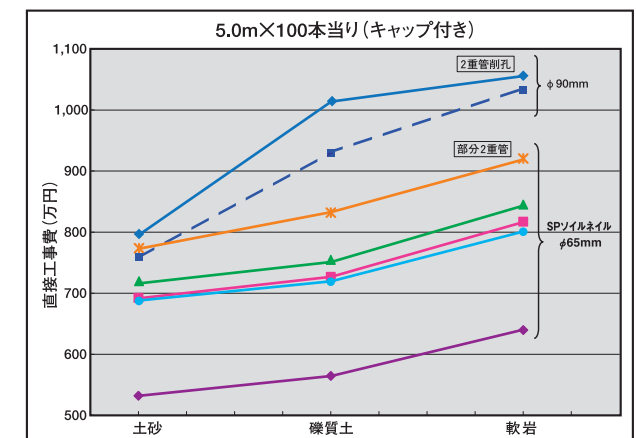
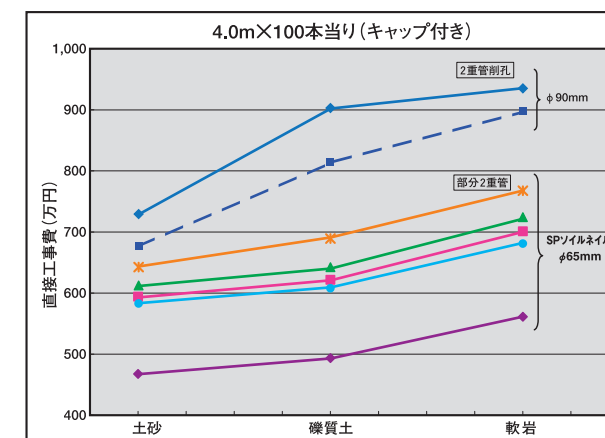
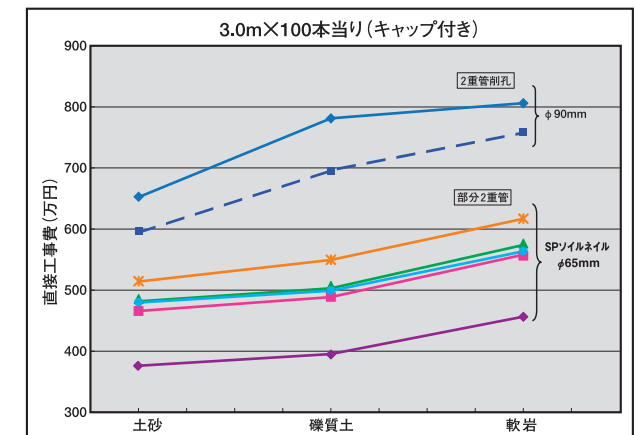
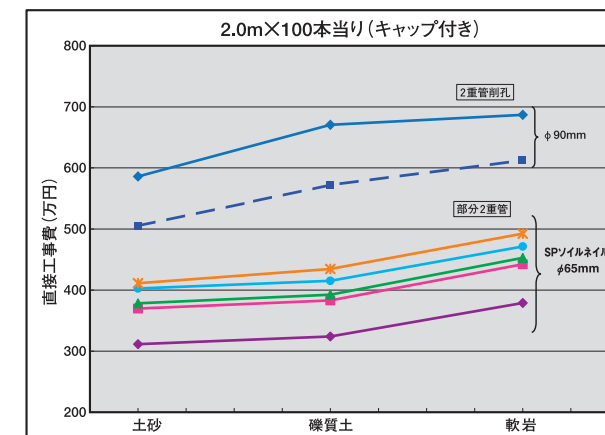
φ90二重管との直接工事費比較

※比較条件:

斜面傾斜角: 45°の場合

ボルトピッチ: 1.5m×1.5m

φ90二重管掘り足場B=4.5m



- ※ 表面工を含まないロックボルトのみの直接工事費比較であり、人件費は平成22年度公共工事労務単価（東京）を使用。
- ※ 全特 (φ90mm): 全国特定法面保護協会H17年度ロックボルト工積算資料で算出し、足場幅、足場単価、注入率は統一。
- ※ 国交省 (φ90mm): H17年度標準土木積算資料 (H18年度以降は未記載) にて算出、足場幅、足場単価、注入率は統一。
- ※ 各種単管掘りの小型マシンによるSPソイルネイル (φ65mm) は、H22年度版同工法標準積算資料 (改訂第9版) で算出。

【注記】極めて軟弱な地盤で周面摩擦力 (τ値) の不足からφ90mmが選択されている場合でも、SPソイルネイル工法のφ65mmでは「2方向加圧注入」で (τ値) を1.25倍まで改善でき、ほぼ同じボルト長さでの経済比較が可能です。

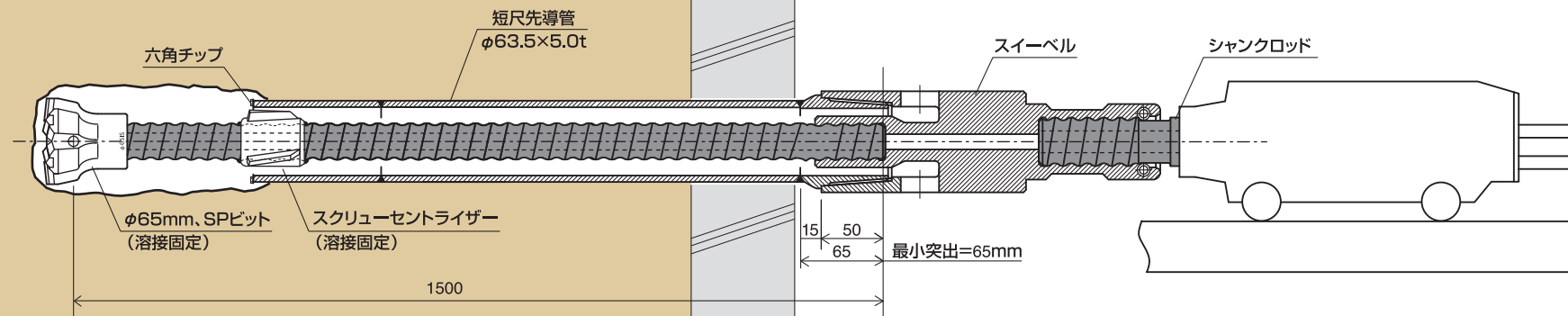
SPソイルネイル:削孔要領図

Key Words: 「本設ボルト」、「高速」、「簡易」、「低コスト」

部分2重管方式

先導管による2重管掘り

先導 1.50m



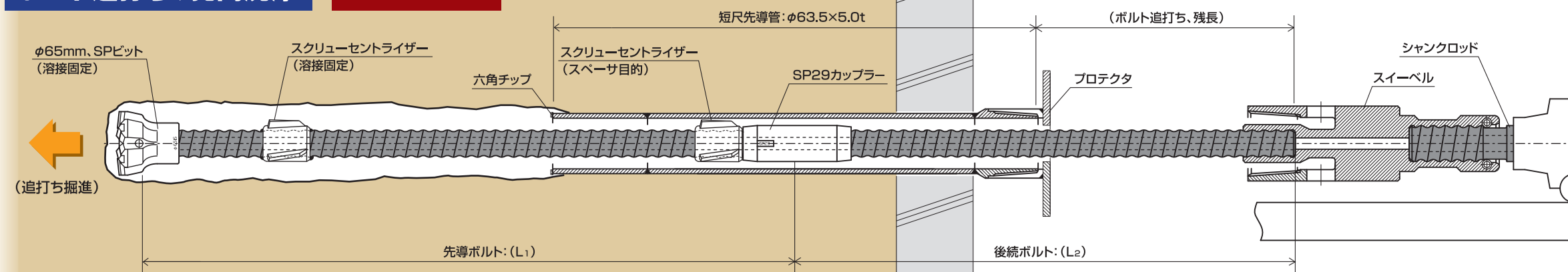
先導管による口元削孔状態図

通常は1.50mの短尺先導管の内側に中空のSPボルトを配置して単管掘り用の小型マシンによる口元部の2重管削孔を行います。

短尺先導管による2重管掘りを完了したら、スリーベルから先導管およびSPボルトを解除して取り外します。

ボルト追打ち、孔内洗浄

Max 7.00m



ボルトの追打ち状態図

先導管を残したまま、追加のボルトをカップラ接続してスリーベルでボルトのみを追打ちします。

所定深さまで削孔したら追打ち部の部分崩落したスライムを洗浄し、セメントミルクが口元に確実にリターンできるようにミルク道を確認します。

追打ち部の確実な全面定着は注入工程での積極的な「2方向加圧注入」により実現します。

先導管による2重管掘り状況



削孔位置と打設角度調整状況



先導ボルト1.50mの打設状況



ボルト追打ち削孔状況

先導管ネジ部のプロテクタ
(先導管の沈み防止、余掘りの実現も兼務します)

注入要領図

部分2重管方式

リターン確認、2方向加圧

Max 7.00m

積極注入で、周辺地山改良とアルカリ土壌による確実な防食と定着を確保。



- ※ 先導管の1.50mをバルクヘッドとし、加圧注入します。
- ※ ビット側(赤)と鋼管先端(青)の2方向より加圧します。
- ※ 圧力の上限值管理は、アンカー工と同程度とします。
- ※ 先導管は1.50mであり、後追いでまとめ注入を行いながら人力で回収ができます。



注入量 ($q_0+q_1+q_2$) は割増率3.2とし、必要に応じて、協議の上で調整する。



リターン・オーバーフロー確認



2方向加圧注入の実施

先導管の追加オプション

- 先導管に横穴を設け、上図(A)区間だけでなく、先導管部(B)にもセメントミルクを圧入できます。
【移動土塊の τ も改善したい時など】
- また(B)区間の所定位置に無加圧充填したい時には、横穴にスリット付き減圧弁を配置します。
【法面の背面空洞を充填したい時など】



注記: (B)区間注入は先導管のバルクヘッド効果がなく、口元コーキングが必要です。

設計のVE提案

τ の改善

SPソイルネイルの『部分2重管方式』ではセメントミルクの『2方向加圧注入』が基本で、定着地盤(不動地山)に積極的な加圧注入を行います。一方、従来の切土補強土の施工ではセメントミルクを無加圧で充填するため、設計に用いる極限周面摩擦抵抗(τ)にはアンカーの値に80%を乗じて低減した値を採用していました。
(NEXCO中央研究所、切土補強土工法設計・施工要領 H19年1月版33ページ参照)

SPソイルネイルで『2方向加圧注入』を前提に設計する場合、アンカー工と同じ確実な加圧注入を行うので、極限周面摩擦抵抗(τ)にはアンカー工と同じ値を採用できます。

地盤の種類		周面摩擦抵抗	
岩 盤	硬 岩	1.20 MN/m ²	
	軟 岩	0.80 MN/m ²	
	風化岩	0.480 MN/m ²	
	土 丹	0.48 MN/m ²	
砂 礫	N 値	10	0.08 MN/m ²
		20	0.14 MN/m ²
		30	0.20 MN/m ²
		40	0.28 MN/m ²
		50	0.36 MN/m ²
砂	N 値	10	0.08 MN/m ²
		20	0.14 MN/m ²
		30	0.18 MN/m ²
		40	0.23 MN/m ²
		50	0.24 MN/m ²
粘 性 土		0.8C (Cは粘着力)	

従来の切土補強土 [$\tau'=0.80 \times \tau$]

SPソイルネイル
(加圧注入)

τ の改善
(1/0.8 $\Rightarrow$ +25%)

地盤の種類		周面摩擦抵抗	
岩 盤	硬 岩	1.50～2.50 MN/m ²	
	軟 岩	1.00～1.50 MN/m ²	
	風化岩	0.60～1.00 MN/m ²	
	土 丹	0.60～1.20 MN/m ²	
砂 礫	N 値	10	0.10～0.20 MN/m ²
		20	0.17～0.25 MN/m ²
		30	0.25～0.35 MN/m ²
		40	0.35～0.45 MN/m ²
		50	0.45～0.70 MN/m ²
砂	N 値	10	0.10～0.14 MN/m ²
		20	0.18～0.22 MN/m ²
		30	0.23～0.27 MN/m ²
		40	0.29～0.35 MN/m ²
		50	0.30～0.40 MN/m ²
粘 性 土		1.0C (Cは粘着力)	

アンカー工、及びSPソイルネイル:加圧注入 [τ]



- ※ ロックボルト工事の小型マシンの削孔能力は、最大呼び径 $\phi 65$ mmで最長7.0m程度です。
- ※ これで設計できない軟弱地山や孔壁の自立しない地山はアンカーマシンで2重管掘りし、この場合の最大呼び径は $\phi 90$ mmでした。これらの周面摩擦力(定着力)を比較してみましょう。

$$\text{◆} \phi 90 \text{ の周面摩擦力: } T_{\text{補強土}} = \phi 90 \times \pi \times \tau' \times L = \phi 90 \times \pi \times 0.8 \times \tau \times L \text{ ---- (1)}$$

$$\text{◆} \phi 65 \text{ のSPソイルネイル (加圧注入): } T_{\text{SP}} = \phi 65 \times \pi \times \tau \times L \text{ ----- (2) ※ L: 定着長}$$

$$\text{※ } (T_{\text{SP}}) \div (T_{\text{補強土}}) = (2) \div (1) = \phi 65 \div (\phi 90 \times 0.8) = 0.902 (\blacktriangle 10\% \text{ 不足})$$

※ まだ10%は $\phi 90$ mmの周面摩擦力に劣りますが、かなりの付着力改善があり、不足は定着長さを少し長めに調整すれば、小型マシンでも対応できるようになり経済的な設計が可能です。

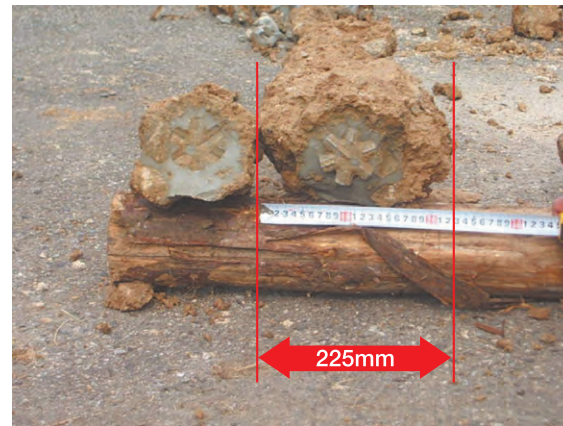
掘り起こし試験による造形確認

確実な全面定着

全長2重管方式、自穿孔ボルト方式、部分2重管方式の施工を実施した後で「掘り起こし試験」を実施し、SPソイルネイルの2方向加圧注入の効果と優位性を検証してあります。



掘り起こし全景



2方向加圧後のビット先端部の断面状況

《試験結果》

※全長2重管方式は、グラウトを無加圧充填した後で外管回収するため造形は確実であった。

- ・但し、グラウト充填した後で外管回収する必要があり、複数ボルトを「まとめ注入」できない。(1本ずつ)
- ・また、削孔マシンで外管回収するため、グラウト完了まで削孔マシンに手待ちが生じて施工性が悪い。

注記：【従来の2重管施工で、グラウト充填する前に外管を引抜くことは「厳禁」です!】

※自穿孔ボルト方式は、単管削孔後のグラウトが無加圧充填のため造形が不完全であった。

※部分2重管方式は、グラウトを2方向から加圧注入するため造形が大きくて、確実であった。

先導外管の人力回収、補助治具

確実な人力回収

※SPソイルネイルは、外管を「人力回収」し、複数ボルトを「まとめ注入」できて高速施工です。

※万が一、人力で抜けない事態にも対処できるように、軽量の油圧治具も用意しております。



簡易な油圧引抜治具(重量=11kg)

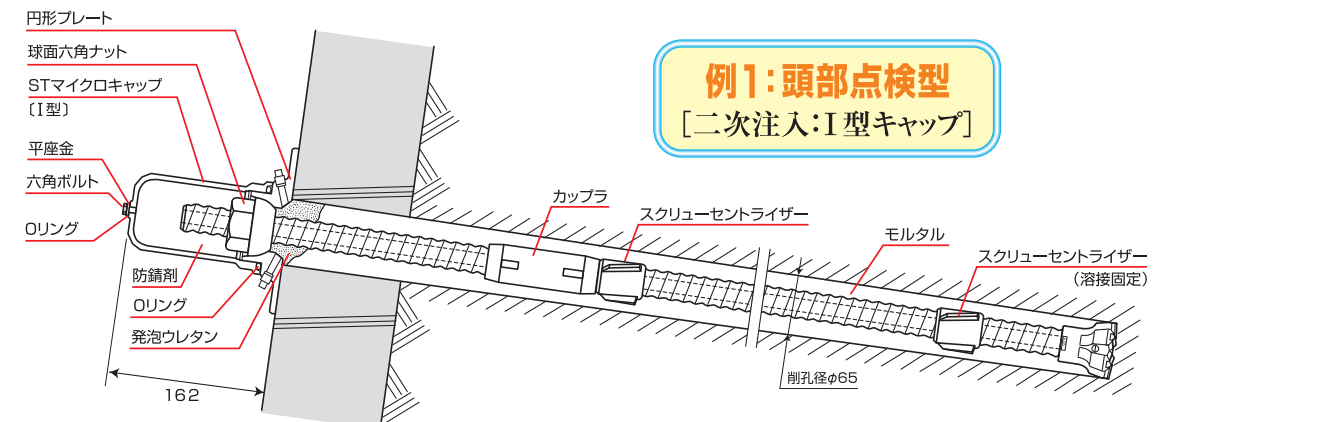


施工状況(人力回収できない時に限定して使用)

適用例

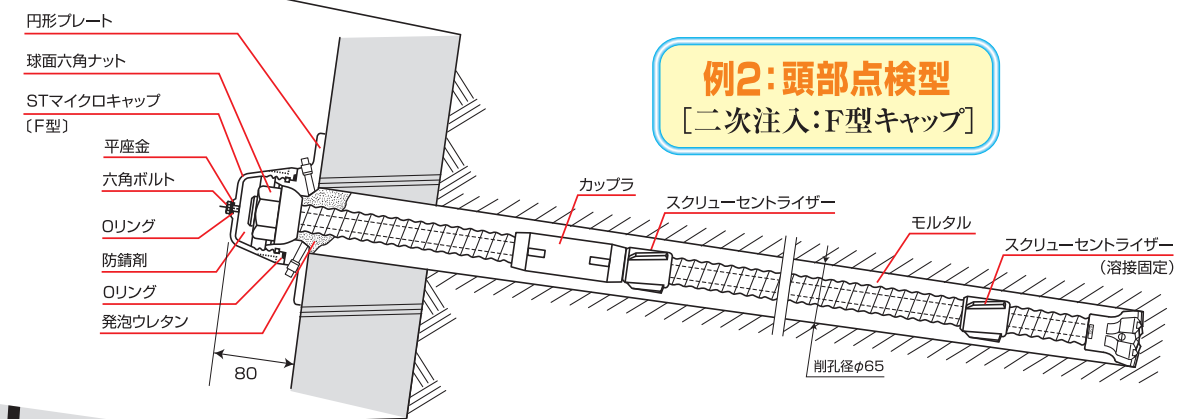
例1: 頭部点検型

[二次注入:I型キャップ]



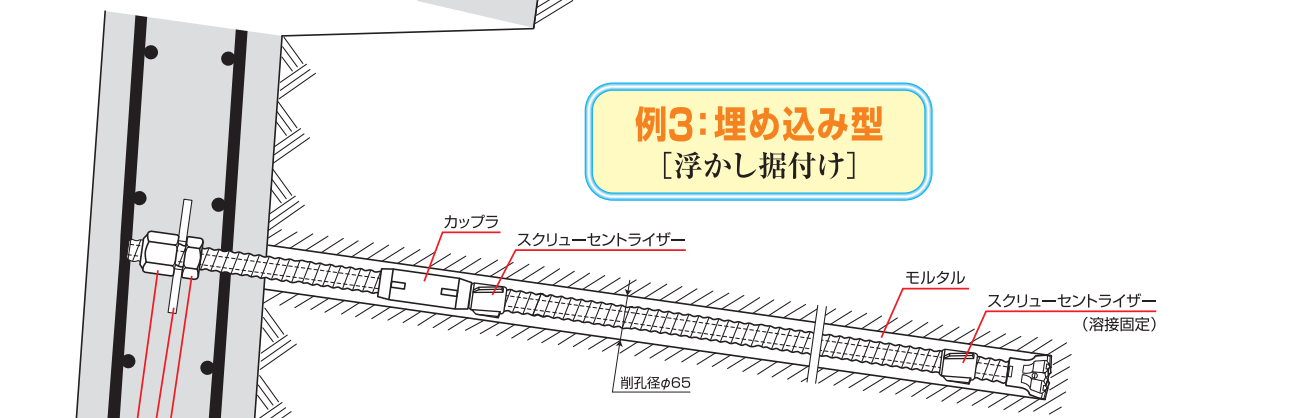
例2: 頭部点検型

[二次注入:F型キャップ]



例3: 埋め込み型

[浮かし据付け]



例4: 埋め込み型

[沿わせ据付け]

