

新技術情報

技術名称	SPソイルネイル			開発年	1997
登録番号	KK-040039-VE 「活用促進技術」(新技術活用評価会議)			区分	製品
副題	2方向加圧注入する部分2重管方式の本設ロックボルト				
情報の提供範囲	国土交通省のみ		国土交通省以外の公共機関	※一般	
分類		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
	分類1	共通工	法面工	地山補強工	
	分類2	共通工	アンカー工	鉄筋挿入工	
キーワード	部分二重管方式		2方向加圧注入	高速で経済的	

概要(アブストラクト)

SPソイルネイル工法は、口元のみを二重管掘りし、ボルト先端側と口元の外管先端側の2方向よりセメントミルクを加圧注入する部分二重管方式の本設ロックボルト工法である。孔壁が自立しない地山でも単管掘り用の汎用小型マシンで施工ができ、高速で経済的である。

概要

①何について何をやる技術なのか？

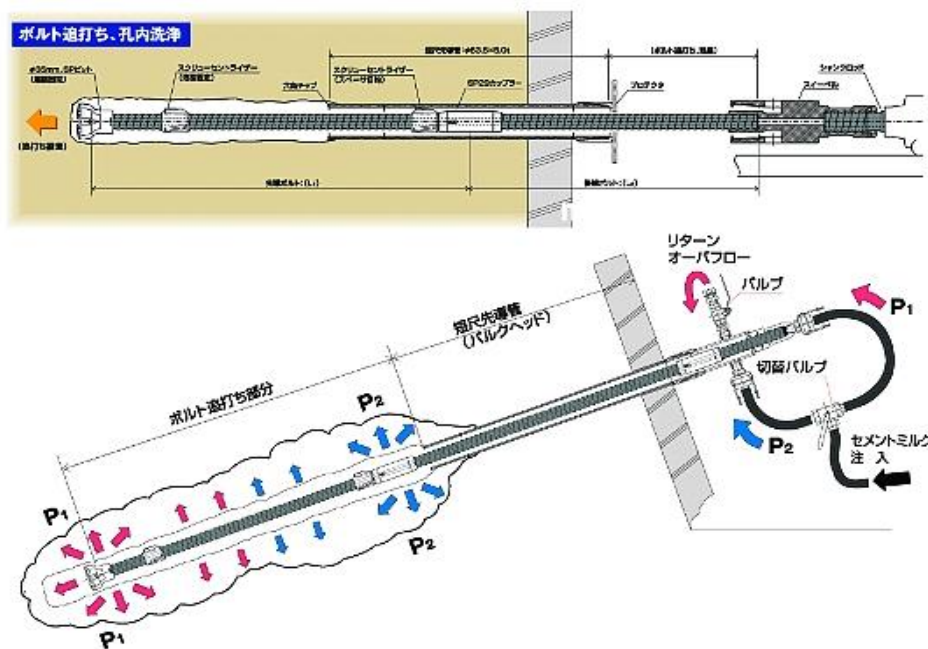
- ・SPソイルネイル工法は、棒状補強材(SPボルト)を地山に挿入し、法面の安定性を高める補強土工法である。
- ・孔壁が自立しない地山を対象とし、外径φ 63.5の鋼管で口元のみを二重管削孔し、以てはSPボルトのみを追討ちする。
- ・削孔を先導するロストビット(SPビット)は外径φ 67.0mmであるため、削孔呼び径はφ 65mmとなる。
- ・削孔にはバックホウ式ドリル、クレーン式ドリル、ボーリングマシン(軽量型)、クローラドリル(空気式非搭乗式)を用いる。
- ・注入工程でSPボルト先端側と口元の外管先端側の2方向から積極的に加圧注入する「部分二重管方式」を採用する。

②従来はどのような技術で対応していたのか？

- ・孔壁が自立しない地山にはφ 90mm削孔のアンカーマシン(ロータリーパーカッション式)が用いられ、機械が大きく、足場も大きくてコストが高く、工期も長かった。

③公共工事のどこに適用できるのか？

- ・法面の補強工事に多く用いられているが、既設構造物の基礎補強や河川護岸背面の補強にも用いられている。



部分二重管方式の要領図、(2方向加圧注入)

技術のアピールポイント(課題解決への有効性)

小型機械での施工が可能であり、コストおよび工期の縮減が計れる。

新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか？(従来技術と比較して何を改善したのか？)

- ・従来の鉄筋挿入工(二重管掘り)に比べ、汎用の単管掘り小型削孔機を採用でき、経済的な施工を実現できる。
- ・従来の鉄筋挿入工(二重管掘り)に比べ、部材が軽量でロッド回収や芯材立込みがなく、省力・高速施工が可能。
- ・加圧注入後に、SPボルト中空部にインデント付きPC鋼線を挿入して引張強度を改善すれば、法面の必要抑止力を改善できる。

②期待される効果は？(新技術活用のメリットは？)

- ・大幅なコスト縮減と工期短縮

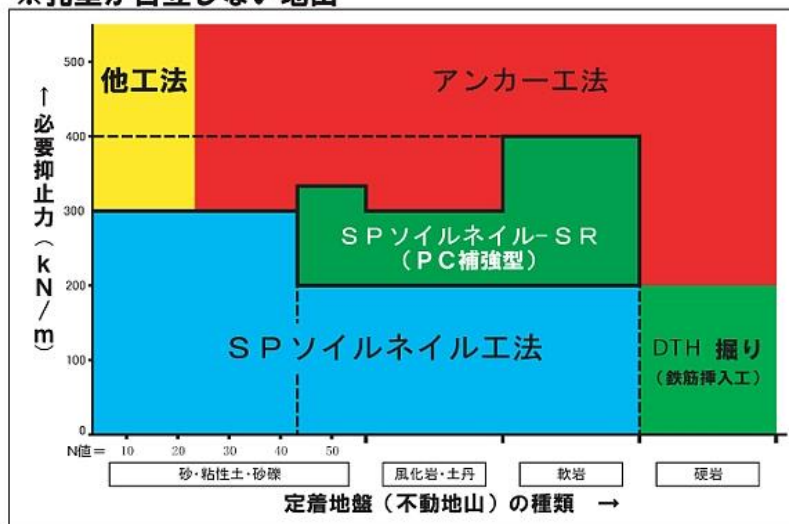
③工法選定

- ・孔壁が自立しない地山で、汎用小型マシンでの7.0m以下の適用が基本であり、それ以上の長尺は機械能力の検討が必要。

・「部分二重管方式」は、削孔を完了後に崩落スライムを極力洗浄し、更に発生する局部崩落とセメントミルクのリターン時にミミズ走り状態になる可能性のあるボルト追討ち部に対し、当該部の両端側よりアンカー工法の定着部で採用されるのと同様の「積極的な加圧注入」を実施し、セメントミルクをボルト周囲の地山に圧入することで、全面付着の問題の一掃と周辺地山の強度を改善する。

・更に、注入後にSPボルト内孔にインデント付きPC鋼線を挿入しPCストランド補強型「SR型: Strand Reinforced」のSPソイルネイルとすれば、限定的ではあるが、急傾斜地で定着地盤が岩の場合など、従来の永久アンカーの一部領域にも技術提案が可能となる。

※孔壁が自立しない地山



SPソイルネイルの適用領域

適用条件

①自然条件

- ・従来工法と異なり、加圧注入を行うため、地下水があってもアンカーと同様に造形は可能である。

②現場条件

- ・従来工法同様に、民家裏等で施工する場合の施工スペースを確保する必要がある。

③技術提供可能地域

- ・全国地域

④関係法令等

- ・特になし

適用範囲

①適用可能な範囲

- ・単管掘り用の小型汎用機は、粘性土、砂質土、礫質土、軟岩での施工が可能。硬岩での施工は、先行掘りが必要。
- ・単管掘り用の小型汎用機は、マシン能力に応じて7.0m以下のロックボルトに適用する。
- ・ただし、口元の二重管部を長くし、特別に大能力のマシンを用いれば、10m程度の施工も可能である。

②特に効果の高い適用範囲

- ・無足場施工が可能な現地条件での施工
- ・足場が必要な場合でも、ボーリングマシン(軽量型)での施工が可能であるため、現地条件の選定時にも効果的である。

- ・施工スペースは機械毎で違ってくるため、工事着手前に十分な検討を要する。

※各機械毎での施工高さの判断材料としては

- ・ボーリングマシン(軽量型): 施工高さ(直高)1.0m以下→足場施工
- ・クローラドリル: 施工高さ(直高)1.5m以下→無足場施工
- ・バックホウ式ドリル: 施工高さ(直高)7.0m以下→無足場施工
- ・クレーン式ドリル: 施工高さ(直高)37.0m以下→無足場施工

③適用できない範囲

- ・特になし

④適用にあたり、関係する基準およびその引用元

- ・「切土補強土設計・施工指針 平成14年7月版」(日本道路公団)
- ・「土木施工管理要領-切土補強土工」(日本道路公団)
- ・「道路土工-のり面工・斜面安定工指針」(日本道路協会)
- ・「のり枠工の設計・施工指針 平成15年7月一部修正」(全国特定法面保護協会)
- ・「フリーフレーム工法設計・施工の手引き」(フリーフレーム協会)
- ・「ロックボルト工積算資料(参考) 平成17年度」(全国特定法面保護協会)
- ・「国土交通省土木工事積算基準 平成18年度版」(建設物価調査会)
- ・「平成18年度版 建設機械等損料表」(日本建設機械化協会)

留意事項

①設計時

- ・従来工法同様に、適切な土質定数および周面摩擦抵抗値を使用し、地下水の有無を確認する必要がある。
- ・部分2重管方式はセメントミルクを加圧注入するため、地下水があってもグラウトの造形は可能である。
- ・できれば、設計時もしくは工事前に引抜き試験を実施することが良い。

②施工時

- ・施工スペースが確保できるか出来ないかで、削孔機の種類が違ってくる。

③維持管理等

- ・従来工法同様に、頭部のキャップからの防錆油の漏れや、キャップの破損等に対する管理が必要になる。

④その他

- ・特になし

活用の効果

比較する技術		鉄筋挿入工(アンカーマシンでの二重管掘り工法)		
項目	活用の効果		比較の根拠	
経済性	* 向上(28.24 %)	同程度	低下(%)	小型機械の利用が可能となりコスト縮減が計れる
工程	* 短縮(57.59 %)	同程度	増加(%)	条件により無足場施工が可能で大幅な工期短縮が計れる
品質	* 向上	同程度	低下	確実な注入が可能 作業項目、管理項目の減少
安全性	* 向上	同程度	低下	作業項目の減少、クレーン吊では足場不要
施工性	* 向上	同程度	低下	芯材組立、人力挿入が省力化でき、施工性の向上が計れる
周辺環境への影響	* 向上	同程度	低下	小型機械の選択も豊富で、規制に対する自由度が大きい
コストタイプ	発散型:C(+型)			

活用の効果の根拠

基準とする数量	500	単位	m
	新技術	従来技術	変化値(%)
経済性	7270229円	10132000円	28.24%
工程	21.8日	51.4日	57.59%

※上記価格は、5.00mのボルトを100本打設する場合の直接工事費と施工日数を比較したものである。
(内訳明細は、NETIS登録情報を検索ください。)

施工方法

①削孔

・SPボルトに先導外管を沿わせて口元の1.5m程度を2重管削孔する。先導外管の標準サイズはφ 63.5 × 5.0tである。

②ボルト追討ち

・先頭ボルトを1.50m程度まで打設したら外管を削岩機のクランプで固定しドリフターを逆転してスィーベルを解除する。
 ・更にドリフターを後退させて生じたスペースからボルトを解除する。
 ・次に、後続ボルトをカップラで接続し、所定深さまでSPボルトのみで追討ちを行い、孔内を入念にクリーニングする。

③注入

・注入アダプタをボルトに取り付けてビット部からセメントミルクを注入し、外管口元よりのオーバーフローを確認する。
 ・次に、切替バルブを操作し、ビット側と先導外管側の2方向より積極的な加圧注入を行う。

④外管引抜き

・引抜きスリーブの横穴にハンドル棒を通して、2人で引抜く。

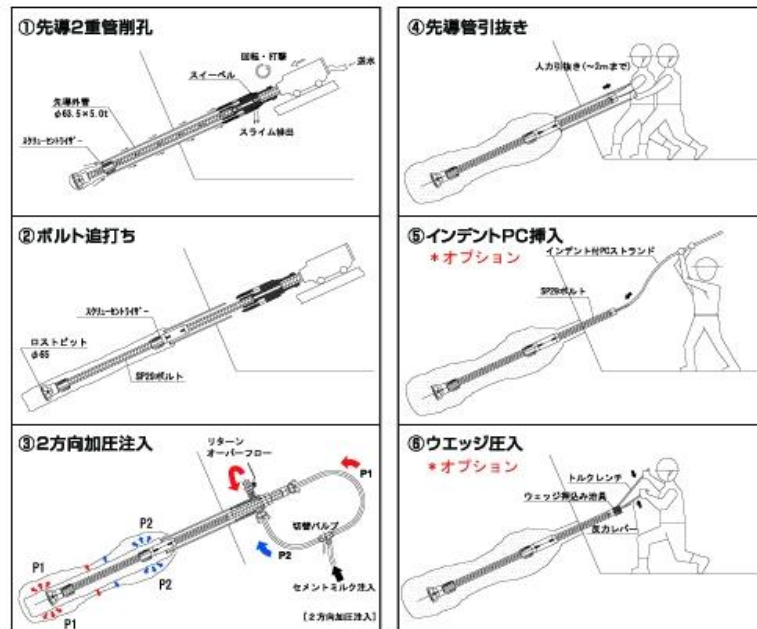
⑤インデントPC鋼材の挿入(※オプション)

・設計で必要抑止力を大きくしたい場合は、表面に凹凸のインデント加工をしたPC鋼材をSPボルト全長に亘り挿入する。
 ・インデントPC鋼材の挿入は、SPボルト内孔にあるセメントミルクが硬化しない内に、速やかに実施する必要がある。

⑥インデントPC鋼材のウエッジ圧入(※オプション)

・インデントPC鋼材を挿入したら、頭部に専用ウエッジを装着し、トルクレンチを使って所定の押付け力で人力圧入する。

【※上記⑤、⑥は必要抑止力を大きくしたい場合のオプションであり、通常のSPソイルネイルでは不要である。】



施工要領図

実績件数 (As of H22.09.07)

国土交通省	その他公共機関	民間等
19 件	65 件	1 件

特許・実用新案

種類	特許の有無				特許番号
特許	有り	* 出願中	出願予定	無し	特願2006-242888号
実用新案	有り	出願中	出願予定	* 無し	

実験等実施状況

【1】本工法を施工した場合の、特にグラウト状況を確認することを目的として現場の掘り返し試験を行った。

- ・試験の地質は玉石混じりの粘性土であり、孔壁は自立せず、注入効果もでにくいという比較的劣悪な条件下で実施した。
- ・試験は、全長二重管 $L=3.0\text{m}$ 、部分二重管 $L=4.5\text{m}$ の長さで行った。
- ・全長二重管はセメントミルクを充填注入し、部分二重管はセメントミルクを2方向(ビット側および口元側)から加圧注入を行った。
- ・打設角度は注入には不利な $3\sim 5^\circ$ と小さい打設角度であったが、全長二重管方式では一律 $\phi 6\text{cm}$ のグラウト体が、部分二重管方式では、一律 $\phi 10\sim 20\text{cm}$ のグラウト体が造形されていた。これらのことから全長二重管方式では設計条件に対して十分なグラウト効果が得られていることが確認できた。また部分二重管方式では、圧力注入の効果が全長二重管方式の倍近くとなっていることが確認でき、極めて高い品質を確保できることが確認できた。

【2】芯材引張力の改善を目的に、注入後のSPボルトにインデント付きPC鋼材を挿入したハイブリッド断面ボルトの性能試験を行った。

- ・SPボルト内にセメントミルクを注入し、インデント付きPC鋼材を後挿入したハイブリッド断面ボルトの引張耐力試験を実施した。
- ・破断荷重は、SPボルト $=255\text{kN}$ 、インデント付きPC鋼材 $=120\text{kN}$ であるのに対し、ハイブリッド断面ボルト $=360\text{kN}$ であった。
- ・降伏耐力は、SPボルト $=204\text{kN}$ 、インデント付きPC鋼材 $=102\text{kN}$ であるのに対し、ハイブリッド断面ボルト $=300\text{kN}$ であった。
- ・ハイブリッド断面ボルトの地中部、接続部、および頭部の各種部品を装着した性能試験も実施し、システム健全性が実証できた。
- ・試験を行い、本ボルトを採用すれば急傾斜地で打設長さが 7.0m で対応できる定着地盤が岩の時の工事費は、永久アンカーよりも安価であることが解り、技術提案が可能であることが判明した。(ただし、削孔径が $\phi 65\text{mm}$ と小さいため、コストの優位性は必要抑止力 400kN/m 程度までである。)



2方向加圧注入後の掘り起し状況

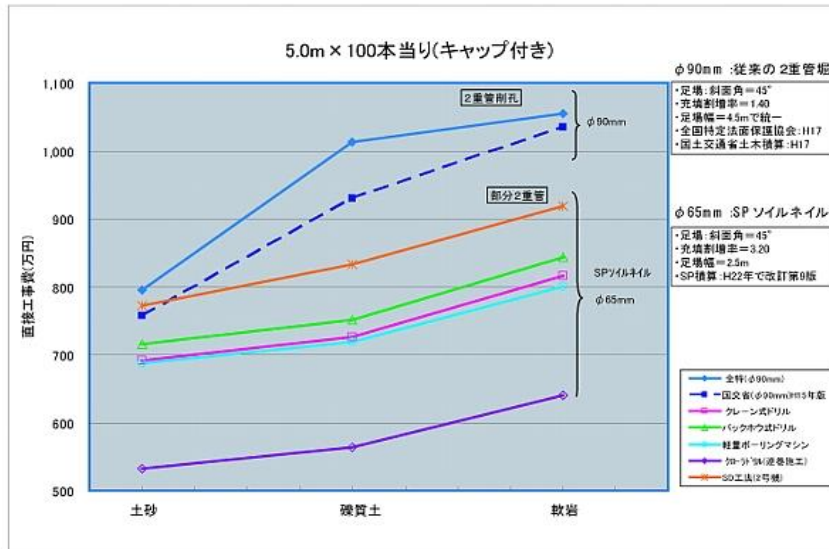
添付資料

- ①SPソイルネイル パンフレット(平成22年05月印刷)
- ②SPソイルネイル標準積算資料(平成22年度版:改訂第9版)
- ③掘り起し試験結果
- ④システム検証試験(財団法人日本建築総合試験所)
- ⑤スクリーセントライザーの配置間隔
- ⑥特許関係資料(申請書コピー)
- ⑦ $\phi 90\text{mm}$ 二重管掘りロックボルト(従来技術)との積算比較表(グラフ)
- ⑧新技術の場合(直接工事費算出事例)
- ⑨従来技術の場合(直接工事費算出事例)
- ⑩施工要領図
- ⑪溶融亜鉛メッキ試験成績書
- ⑫SPソイルネイル-SRパンフレット(PC鋼線補強型のカタログ)
- ⑬SPソイルネイル-SR標準積算資料(PC鋼線補強型の積算資料)
- ⑭実験・試験関連資料:インデント付きPC鋼材を追加したハイブリッド断面SPボルトの性能試験(試験結果のコピー)
- ⑮ $\phi 90\text{mm}$ 二重管掘り永久アンカーとの積算比較表(グラフ)

参考文献

- ・「切土補強土工法設計・施工指針 平成14年7月版」(日本道路公団)
- ・「土木施工管理要領-切土補強土工」(日本道路公団)
- ・「道路土工-のり面工・斜面安定工指針」(日本道路公団)
- ・「国土交通省土木工事積算基準 平成18年度版」(国土交通省大臣官房技術調査課)
- ・「建設機械等損料表 平成18年度版」(社団法人日本建設機械化協会)
- ・「ロックボルト工積算資料(参考) 平成17年度」(社団法人全国特定法面保護協会)
- ・「のり枠工の設計・施工指針 平成15年7月一部修正」(社団法人全国特定法面保護協会)
- ・「フリーフレーム工法設計・施工の手引き」(フリーフレーム協会)

その他(写真及びタイトル)



2重管ロックボルトとの直接工事費比較



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)

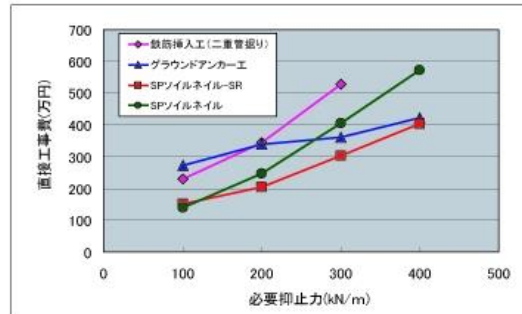


バックホウ式ドリル(空気式)
 (※更に、SD工法の無足場施工マシンも採用可能)

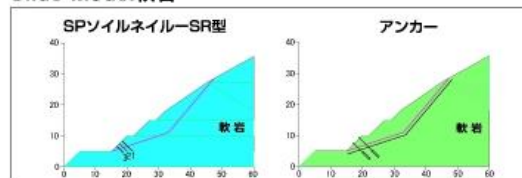
SPソイルネイル各種施工状況

定着地盤(不動地山):軟岩

延長10m当り



Slide Mode:軟岩



永久アンカー工との直接工事費比較