

新工法紹介 調査部会

04-217	側部先行・中央揺動型 三連シールド工法	営団地下鉄 熊谷組
--------	------------------------	--------------

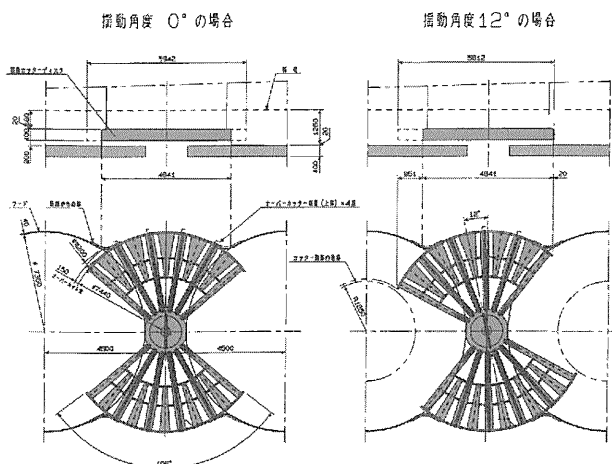
概要

本工法は、島式ホームの駅部構築及びその後の単線併設トンネルの構築を目的に開発したものである。

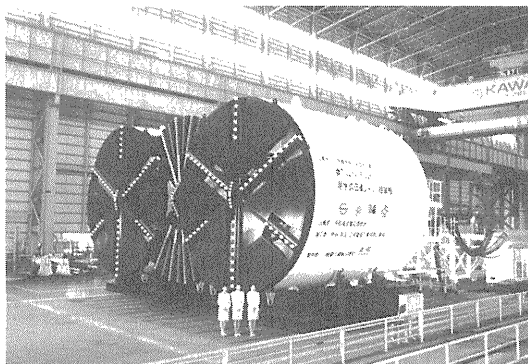
一般に、この側部先行・中央揺動方式のメリットは、今後の地下鉄建設におけるコストダウン及び環境への適応を考慮し、シールド機費の低減を図った着脱式とすることによって威力を発揮するものである。駅部シールド掘進終了後に中央揺動部を取外し、側部2台のシールド機を用いて、単線併設のトンネル構築を行うもので、側部切離しを容易に行える構造の確立を目的として開発が行われてきた。

実績のあるシールド機は、3つの同心円形状で、マシンの寸法は、掘削外径 ϕ 7,440 mm、幅16,440 mm、全長7,525 mmとなっている。

側部先行カッタの支持方式は、大断面掘削という観点から強度的にも中間支持方式を採用せざるを得ず、中央面板に関しては、回転方式とすると、側部先行シールド機の中間支持サポートと干渉してしまうため、営団地下鉄南北線白金台駅工事で採用した揺動掘削方式を採用している。なお、本揺動角度は、シールド面板が干渉しないことを前提として算出した 24° を採用している。



図一 揺動掘削イメージ図



写真一 側部先行・中央揺動型シールド機

特徴

- ① 側部先行（回転作動）、中央揺動型を採用している。
- ② 側部先行部の支持方式（中間支持）との干渉を防ぐため、揺動角度 24° となっている。
- ③ 同一チャンバ方式を採用している。
- ④ 確実な排泥を得られるよう、左右チャンバ内にそれぞれ2箇所（左右で4箇所）の噴射機能を設けている。
- ⑤ 中央揺動部センタに駆動を独立したコアカッタを配置している（特許出願中）。

用途

- ・島式ホーム及び単線併設の軌道部構築もしくは留置線部構築の側部先行・中央揺動型シールド工法

実績

- ・地下鉄11号線（半蔵門線）清澄工区土木工事（平成10年12月～平成13年12月）（但し、本工事では着脱式を有しておらず、島式ホームの停車場及び留置線部の構築）

工業所有権

- ・側部先行・中央揺動型三連シールド掘進機（特許出願中）

問合せ先

(株)熊谷組土木本部シールド技術部
〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1
電話 03 (3235) 8649

新工法紹介

04-218	泥土圧シールドの自動掘進システム	錢高組
--------	------------------	-----

概要

近年、地下構造物の輻輳化や立坑用地の不足等から難条件下での施工が増加してきている。そこで、掘進の安定化を目的とし、泥土圧シールドにおける自動掘進システムの開発を行った。

泥土圧シールド工法の場合、土圧の安定を図り、地下水の噴発を防ぐことが安定掘進を得るうえで重要となる。

従来の自動化システムの多くは、計測器や専用の装置を設置することにより地盤の安定化を図るものであった。そこに、シリカシールド工法を併用し、添加材により地盤を安定化させ、フィードバック機構により掘進を安定的に持続させるシステムを開発した。

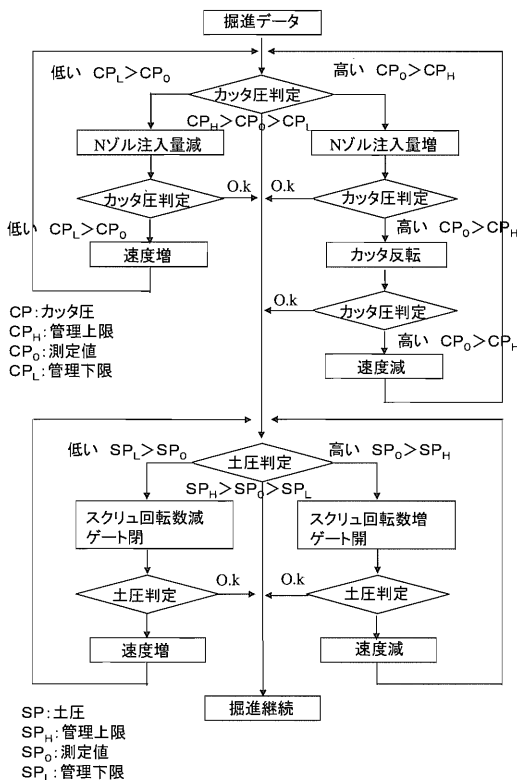


図-1 制御フロー

特徴

- ① シリカシールド工法を併用することにより地下水の噴発を防ぎ、土圧の安定を図るため、新たに計測

機器や制御装置を設置する必要がない

- ② 中央制御室により掘進を管理するため、掘進状況のリアルタイムでの把握が可能となった。
- ③ 運転操作が簡易化されたため、オペレータの熟練度に依らず、安定した品質の確保が容易となった。
- ④ 特別な計測器類は設置していないため、誤作動の恐れがない。
- ⑤ 想定していない巨礫を取込んだときなどの非常時には、自動運転中においてもマニュアル優先となっているため、マニュアル操作により確実に危険を回避する。
- ⑥ 速度一定型（土圧制御型）と速度向上型（カットトルク制御型）の2モードを有するため、掘進の安定性の向上に加え、高速化への対応も可能である。

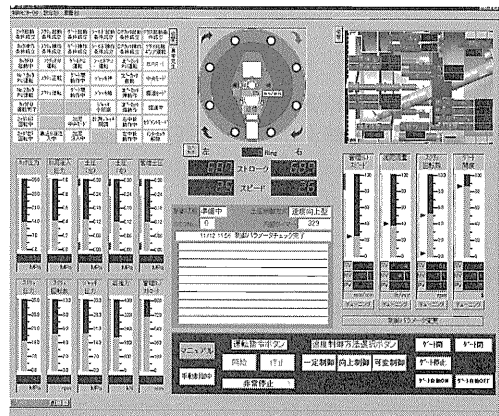


図-2 操作画面

用途

- ・泥土圧シールドにおける掘進管理

実績

- ・宇治市東宇治2号汚水幹線管渠（南山地区）建設工事（平成11年3月，平成13年3月）

関連資料

- ・シリカシールド工法技術資料

工業所有権

- ・特許出願中

問合せ先

（株）錢高組技術本部技術研究所

〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1

新宿パークタワー 11 F

電話 03 (5323) 3861

新工法紹介

04-219	ドリルジャンボを用いたトンネル切羽前方探査システム	三井建設
--------	---------------------------	------

概要

複雑な地山掘削における切羽前方探査は、トンネル工事の安全管理や工程管理において重要である。切羽前方探査には種々の方法があるが、ボーリングマシン等の専用機を導入する方法は調査に時間がかかり、また新たにオペレータが必要になるなど、工程や工事費に与える影響が大きい。

そこで、専用機を用いることなく、トンネル作業員の手で調査が可能で、通常の作業サイクルに組み込める簡便な調査法として、一般的な削孔機であるドリルジャンボに搭載する「トンネル切羽前方探査システム」を開発した。

特長

削孔時の作業員の感触やノミ下がり速度（削孔速度）から地山状況を判断する手法は「探り削孔」と呼ばれ、トンネル掘削においてしばしば採用されてきた。当探査法の特徴はジャンボに搭載したドリフタのノミ下がりや削孔時の打撃圧、フィード圧、回転圧等の圧力をセンサで計測することにより「探り削孔」を自動化した。

ドリフタのオペレーションに際しては、自動運転を原則とし、削孔モードはドリフタ自身が保有する地山に適合する自動制御機構に任せ、その際の機械の判断を圧力センサや流量計で機械量データとして忠実に取り出すことで、地質状況の判断を行うことを大きな特徴としている。

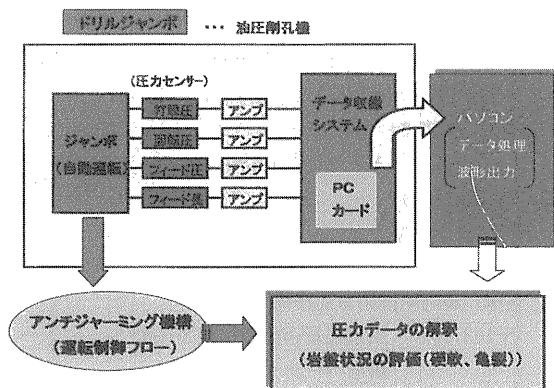


図-1 探査システムの概要

用途

- トンネル切羽の前方探査、地質（ゆるみ部、弱層等）や支保量の評価、岩判定などの地山評価



写真-1 切羽前方探査状況

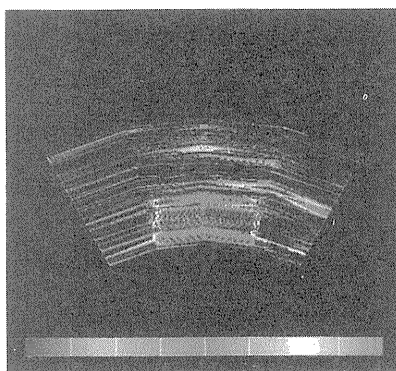


写真-2 ロックボルト削孔時の地質探査（削孔速度分布）

実績

- 椿原トンネル：沢部直下通過時の前方探査と水抜き
- 志津見トンネル：ロックボルト削孔データからボルト打設長の評価

- 依山トンネル：地山の変化に対する前方探査

参考資料

- 中野陽一、源田光司、家門秀人、山田惇人、山地宏志、板倉賢一：削孔機械量のトモグラフィックな可視化とこれに基づくトンネル切羽前方地質構造の推定、トンネル切羽前方探査に関するシンポジウム・講演会、土木学会関西支部、平成12年5月

問合せ先

三井建設（株）技術研究所研究開発第一部
〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1
電話 0471 (40) 5201

04-220	MS 先受け工法 (Multi-stage forepiling method)	奥村組
--------	---	-----

▶概要

本工法は、切羽崩落の危険性のある地山等において、鋼管の軸方向剛性と注入材による改良効果により地山耐荷力を増強することで、切羽前方の地山を補強する新しいフォアパイリング工法である。切羽前方のトンネル外周に小口径中尺鋼管 ($L=5.5\text{ m}$, $\phi 76.3\text{ mm}$, $t=4.2\text{ mm}$) を多層に配置して上向きに $20\sim 25^\circ$ の角度で打設し、その後、打設した鋼管を利用してトンネル周辺地山を注入材で改良し、鋼管後端部を吹付けコンクリートと鋼製支保工に一体化させる (図-1 参照)。

MS 先受け鋼管打設システムは、地山中に硬質の転石等が存在する場合の削孔を想定して、稲田花崗岩 (一軸圧縮強度 $S_c=160\text{ MPa}$) にて削孔試験を実施し、その性能を実証している。

▶特長

- ① 鋼管径が小さい ($\phi 76.3\text{ mm}$) ので、施工効率が向上し、削孔タイムの短縮や資材の軽量化が図れる。
- ② 市販の鋼管を使用するので、材料費の低減が図れる。
- ③ 従来型工法に比べ地山の改良厚さが約2倍で、広範囲に改良できることから、切羽・トンネルの安定性が向上する。
- ④ 局所的な地山弱層部の補強にも容易に適用できる。
- ⑤ トンネル掘削断面の拡幅が不要であり、安定したトンネル施工と拡幅不要による低コスト化が図れる。
- ⑥ 通常の施工機械と作業員で施工可能である。
- ⑦ 従来型工法に比べ、20%程度のコストダウンが図

表-1 MS 先受け工法と従来型先受け工法の比較

項目	MS 先受け工法	従来型 注入式鋼管先受け工法
先受け機構	鋼管の軸剛性による変位抑制	鋼管の曲げ剛性による荷重支持
鋼管径	76.3 mm (小口径)	114.3 mm (大口径)
鋼管長	5.5 m (中尺)	12.5 m (長尺)
打設角度	$20\sim 25^\circ$	$4\sim 5^\circ$
トンネル断面の拡幅	不要	一般に必要
地山状態変化への対応性	打設ピッチの変更が容易で対応しやすい (設計の自由度大)	長尺のため対応しにくい
鋼管材料	安価 (一般市販品の加工)	高価 (特注品)
せん孔ビット	安価 (一般市販品の加工)	高価 (特注品)
コスト比率 (概算)	0.8 程度	1.0

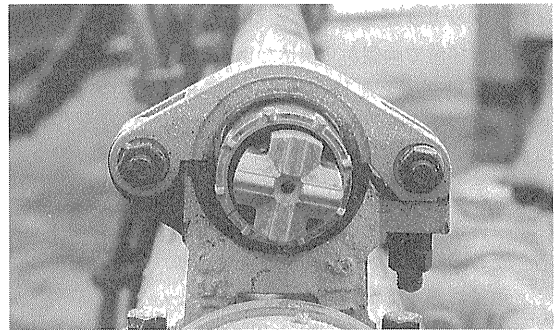


写真-1 鋼管先端部 (インナービットとアウタービット)

れる。

▶実績

- ・山形県内の道路トンネル、施工延長 $L=28.0\text{ m}$ (15 シフト)、2000年6月~7月

▶用途

- ・脆弱地質区間の切羽安定化対策
- ・低土被り区間のトンネル安定化対策
- ・変位量大きい場合の地山変位抑制対策
- ・近くに既設トンネルや上部に構造物などがある場合の近接構造物対策
- ・トンネル支持層が軟弱である場合の脚部沈下対策
- ・切羽内の局所的な弱層部対策

▶問合せ先

(株)奥村組技術本部技術開発部・中村

〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1
電話 03 (5427) 8478

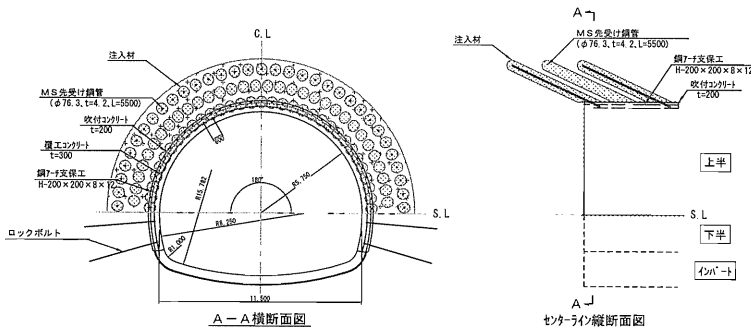


図-1 MS 先受け工法施工パターン図
(天端 180° 区間、周方向ピッチ 600, 軸方向ピッチ 2,000)

新工法紹介

04-221	急勾配搬送システム	大豊建設
--------	-----------	------

▶概要

近年、地下空間の有効利用を図るため、トンネル構築における急勾配区間を含むシールド工が増えている。しかし、従来の機関車と軌条を用いる搬送方式は5%以上の勾配に使用することはできない。

急勾配搬送システムは5%以上の勾配に適応できる掘削土や資材の搬送方式として開発された。

急勾配走行の駆動原理は、ゴム製ソリッド型の駆動タイヤを、フリクションパネルを設けたH型鋼のウェブに押付け装置で両側から挟込むように押付け、回転力を加えて駆動タイヤとH型鋼レールの間に牽引力を発生させるものである。

▶特徴

① 大きな牽引力

従来の機関車とは異なる方法で牽引力を発生するため、機関車の自重の影響を受けず、勾配と被牽引重量にあった牽引力を設定することができる。施工実績の中での最大勾配は12%であり、この時の最大被牽引重量は16.5tであった。

② 高い安全性

機関車は、インバータ制御方式によりスムーズな制動および速度制御が可能である。

表-1 急勾配機関車「じょくらいまー3500」の主な仕様

車体寸法	L 4,150×W 1,100×H 1,220 mm		
重量	5,700 kg	レールゲージ	610 mm
動力	400 V, 22 kW	最小曲線半径	15 m
牽引力	33 kN (3,500 kgf)		

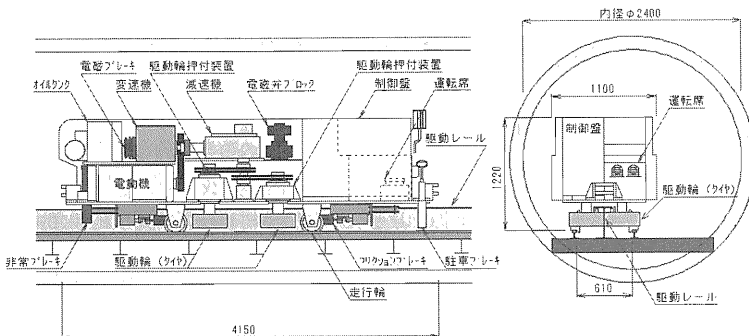


図-1 急勾配機関車「じょくらいまー3500」構造図



図-2 「じょくらいまー3500」による急勾配搬送状況（勾配12%）

ブレーキは、常用・非常用・駐車用として5種類を採用し、安全性を高めている。

③ 経済的なシステム

駆動装置の切替えにより、平坦地から急勾配まで1台で資機材を運搬することが可能である。

急勾配走行用の駆動レールは、市販のH型鋼レールにフリクションパネルを装着したものであり、経済性に優れている。

▶用途

- ・急勾配シールド工事での資機材・掘削土搬送

▶実績

- ・NTT大阪NWC～豊崎常業所間光ケーブル方式工事； ϕ 3,680 mm, $L=1,148$ m, 急勾配区間7%, 119 m
- ・京都市水道局 山ノ内高区送水管敷設（その3）及び山ノ内系宇多野幹線配水管敷設（その6）工事； ϕ 3,480 mm, $L=326$ m, 急勾配区間12%, 136 m

▶参考資料

- ・日本建設機械化協会建設協会と施工法シンポジウム 論文集（平成7年度および12年度）
- ・土木学会第51回年次学術講演 概要集
- ▶工業所有権
 - ・電気機関車（特許番号 2791717）
 - ・電気機関車（特許番号 2845304）

▶問合せ先

大豊建設(株)技術本部技術開発部
〒104-8289 東京都中央区新川

1-24-4

電話 03 (3297) 7011