

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-360	トンネル切羽前方探査法 T-SPD : 超長尺先進ボーリングを利用	大成建設
--------	--------------------------------------	------

概要

山岳トンネルの掘削事前調査では、主に地表からの屈折法による弾性波探査が実施され、探査で得られた弾性波速度に合わせてトンネルの事前支保設計が行われてきた。屈折法は、土被りが大きくなると、探査精度が下がるため、地表で断層の存在が発見できても、トンネル位置での分布を把握することは難しい。このため、切羽周辺の情報を精度良く捉えるためには、施工中の切羽からの前方探査が有効となる。

切羽前方探査の1つである先進ボーリングによる穿孔検層法は、切羽前方の湧水の調査が期待できることもあり、多くのトンネル工事で適用されている。同法では穿孔時の機械データから、単位体積当たりの岩盤穿孔に要するエネルギーを求めて岩盤の状態を評価する。しかし、穿孔検層法では、穿孔断面が評価対象の切羽断面と比較すると局所的なデータとなることや、得られるエネルギー値と既存の岩盤分類との対応をとるのが難しいことなどが課題となっている。

そこで、石油資源探査で用いられている「SWD (Seismic While Drilling)」という探査法をトンネルに応用し、先進ボーリング時に、支保設計で用いられる切羽前方の弾性波速度分布を評価する新たな探査法として、「T-SPD (Tunnel Seismic Probe Drilling)」を開発した (図—1 参照)。これまで、100 m 級の穿孔能力を持つ中尺先進ボーリングを用いた実証実験を行い、有効性を確認してきた (本誌 2013 年 8 月号 P.96 に掲載)。今回は、1,000 m 級の穿孔能力を持つ超長尺先進ボーリングを用いた2回の実証実験を行い、予測値と実測値の比較によって切羽前方約 500 m までの有効性を確認することができた (図—2 参照)。T-SPD の採用により、最大数か月先の切羽前方に

存在する不良地山への対策をあらかじめ準備できるため、掘削時の安全性や施工効率の向上が可能となると考えられる。

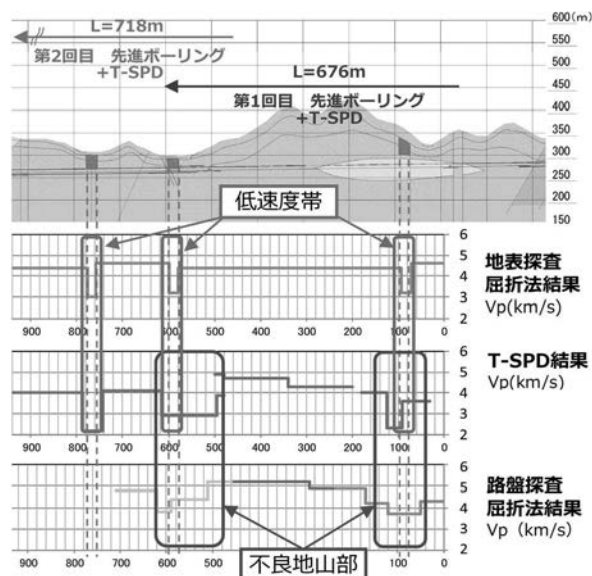
特徴

①不良地山の位置及び規模を精度良く把握

- ・穿孔する際のエネルギーと弾性波速度を組合せて評価することで、不良地山の検出精度を向上できる。
- ・穿孔検層と比べて局所的な影響を受けず、より広い範囲で地山物性を捉え、地山状況の良好度を定量的に評価できる。
- ・超長尺先進ボーリングを適用することで、切羽前方約 500 m 区間の前方探査が可能である。

②トンネル本体工事に影響を与えない探査法

- ・穿孔中は振動を測定するのみなので、トンネル本体工事を妨げない探査法である。



図—2 探査結果の一例

用途

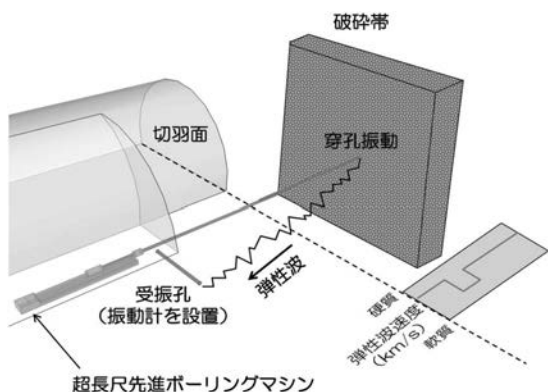
先進ボーリングが計画されている山岳トンネル工事に適用すると効果的である。

実績

- ・神奈川県 H トンネル 探査区間 88 m
- ・岐阜県 M トンネル 探査区間 101 m
- ・大阪府 M トンネル 探査区間 500 m

問合せ先

大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所
地盤・岩盤研究室 岩盤チーム
〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1
TEL: 045-814-7217 (ダイヤルイン)



図—1 T-SPD の探査イメージ

新工法紹介

04-361	サイレンスチューブ	銭高組, アイ・エヌ・シー・ エンジニアリング
--------	-----------	-------------------------------

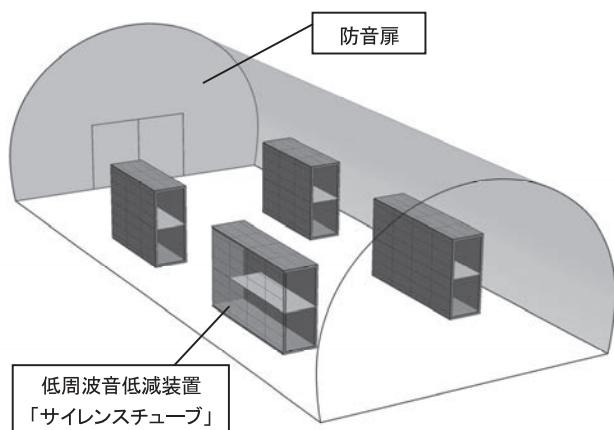
▶ 概 要

山岳トンネルの施工においては、近隣への環境対策として発破に伴う騒音の低減が求められる。一般的に、騒音対策としてトンネル坑口に防音扉を設置するが、低周波音の低減効果を期待するには複数の扉が必要になるなどコストアップの要因となっている。

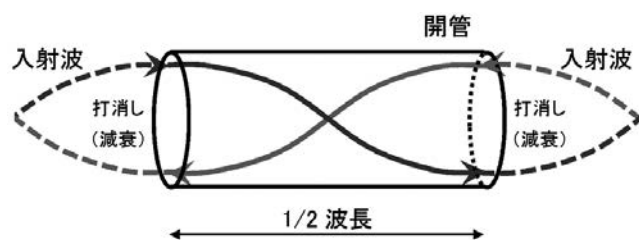
一方、近年では共鳴現象を利用した低周波音の低減装置が開発され実用化されている。

そこで、音の共鳴による消音方法として開管の共鳴に着目し、両端開口の音響管による低周波音低減装置「サイレンスチューブ」を開発した（図—1）。

音響管の両端から入射する音の波は、管の中で互いに逆位相となり開口部では音が打ち消し合う（図—2）。サイレンスチューブはその原理を利用し、音圧を低減する。音響管の長さが2分の1波長に相当する周波数に対して最も音圧低減効果が期待できる。



図—1 サイレンスチューブの概要



図—2 音響管の消音原理

トンネル坑内には、車両通路などを確保した上で、両端の開口から入射する音の波が管の中で逆位相となるようにU字型の音響管を設置する。

本技術は、実際のトンネル工事に導入し、現場適用性や低周波音の低減効果を確認した（写真—1）。



写真—1 現場での配置状況

▶ 特 徴

①低周波音の低減効果

サイレンスチューブをトンネル坑内に設置することで、特定の周波数帯の音圧レベルを5～10 dB低減できる。

②設置・移設が容易

低減させたい周波数ごとに独立した音響管を組み立てて配置するため、1本当たりの音響管はコンパクトになり、設置や移設が容易に行え、坑内の状況にも柔軟に対応できる。

③低減効果の増大

異なるサイズのサイレンスチューブを組み合わせることで、さらに大きな低減効果が得られる。

▶ 用 途

・発破掘削による山岳トンネル工事

▶ 実 績

・道路トンネル築造工事（NATM工法：掘削断面65 m²、トンネル延長860 m）

▶ 問 合 せ 先

（株）銭高組 技術本部技術研究所

〒102-8678 東京都千代田区一番町 31

TEL：03-5210-2440

（株）アイ・エヌ・シー・エンジニアリング 技術本部環境技術部

〒169-0073 東京都新宿区百人町 1-15-18

TEL：03-3360-3227

新工法紹介

07-361	拡底ロックボルト	戸田建設
--------	----------	------

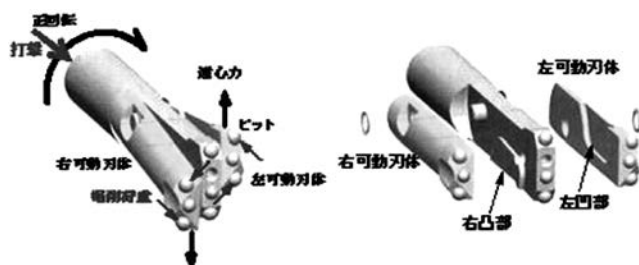
概要

山岳トンネルにおけるロックボルトは、地山と一体化することで周辺地山を安定化する主要支保部材の一つである。しかし変質作用を受けて軟質化した不良地山などでは、地山強度が小さく、ロックボルトの引き抜き耐力の低下が問題となることが少なくない。

「拡底ロックボルト」は、このような地質不良地山に適用され、課題となるロックボルトの引き抜き耐力向上を実現するもので、標準削孔径を孔底で拡径できる「小口径拡縮径ビット」を用いて施工される（図—1）。

当技術は、戸田建設、西松建設、古河ロックドリル、三菱マテリアルの共同開発による。

標準径のボルト孔を拡径可能とする「小口径拡縮径ビット」は、ビット自体の正回転と打撃・削孔反力によって左右の刃体が削孔軸方向に直角扇状にスライドして拡径することができ、通常のロックボルト孔の孔底部を部分的に拡径する「拡底ロックボルト」の施工を可能とした（写真—1）。



図—1 小口径拡縮径ビットの構造概念



写真—1 ドリルジャンボに装着された拡縮径ビット

特徴

「拡底ロックボルト」の特徴は、以下の通りである。

①耐荷性能

部分拡径の実現で、拡径に伴う地山せん断抵抗の増加と拡径部の支圧抵抗の付与によるロックボルト引抜き耐力の確実な向上が図れる（図—2）。試算では、一軸圧縮強度 0.1 MPa 程度の粘性土地山で、標準径 $L = 4\text{ m}$ のロックボルトに対して部分拡径長 1.0 m のロックボルトは 1.6 倍の引抜き耐力を有する。

②作業効率

標準径と拡径による削孔が一つのビットで実施可能である。

③拡径機能

左右の刃体が削孔軸方向に直角扇状にスライドする機構の採用で、回転、削孔反力に加えて打撃によっても拡径可能となる。削孔軸方向と同軸で回転拡径するなどの従来の方式に対し、打撃によっても拡径できるため、より確実な拡径削孔が可能となる。



図—2 拡底ロックボルトの耐荷機構

用途

- ・地質不良地山における NATM トンネルロックボルト工

実績

- ・試行も含めて道路トンネル工事 4 現場に適用

問合せ先

戸田建設(株) 土木工事技術部

〒104-8388 東京都中央区京橋一丁目7番1号

TEL: 03-3535-1614

西松建設(株) 技術研究所

〒105-0004 東京都港区新橋六丁目17番21号

TEL: 03-3502-0279

古河ロックドリル(株) 営業本部特機部

〒103-0027 東京都中央区日本橋一丁目5番3号

TEL: 03-3231-6966

三菱マテリアル(株) 加工事業カンパニー

営業本部 基礎製品営業部 建設工具グループ

〒130-0015 東京都墨田区横綱一丁目6番1号

TEL: 03-5819-5263