

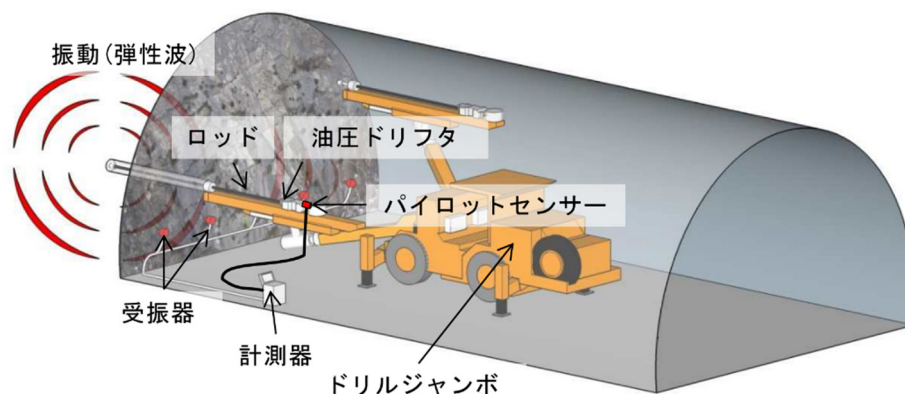
油圧式削岩機の打撃振動を用いたトンネル切羽前方探査法

概要

山岳トンネル工事では、調査・設計時に想定されていなかった地質や不良地山に遭遇する場合があります。施工の際には、トンネル切羽前方の地山状態を事前に把握したうえで、必要な対策を施し、安全かつ効率的にトンネルを掘り進めることが重要です。トンネル切羽前方探査の一つである削孔検層法は、トンネル切羽から30～50m程度の先行削孔を行い、削孔に要したエネルギー（以下、削孔エネルギー）を指標として、地山状態の予測を行う探査法です。この方法は、油圧式削岩機を用いて迅速かつ簡便に探査ができることから、近年急速に普及しています。しかし、削孔エネルギーは、削孔に用いる油圧式削岩機の作動圧の変化、削孔ずりの性状や排出状態などによって変動し、精度にばらつきが生じる場合があるほか、削孔位置の削孔エネルギー分布しか把握できず、面的な地山状態を把握することが困難でした。

開発した探査法は、油圧式削岩機を用いてトンネル切羽の2ヵ所以上から先進削孔を行い、その際に油圧ドリフタの打撃した振動の時刻（発振時刻）を油圧ドリフタに設置したパイロットセンサーで、ビットが地山を打撃した振動が岩盤内を伝播し切羽の受振器に到達した時刻（受振時刻）を切羽面に設置した複数の受振器で計測します。そこから求められる地山の伝播時間（走時）のデータを用いて弾性波トモグラフィ解析※1を行うことにより、切羽前方地山の面的な弾性波速度分布を求めることができます。

この探査法は、トンネルの岩盤分類の重要な指標の一つである弾性波速度の分布を比較的容易に得られる画期的な探査法です。



削孔振動を用いたトンネル探査法概念図

用途

- ・トンネル切羽前方地山の弾性波速度分布の把握
- ・グラウト注入の改良範囲の確認と物性変化の把握
- ・施工に影響を及ぼすような地質的な広がりのある弱面の物性の把握

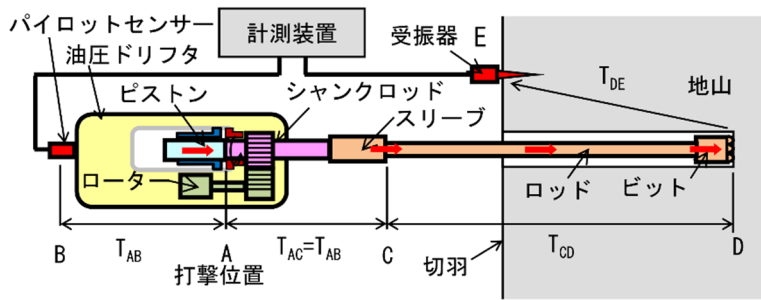
特長

1. 油圧式削岩機が地山を削孔する際の振動を利用するため、発破や専用装置等の設置が必要ありません。
2. 地山物性である弾性波速度を客観的に評価できます。

※1 弾性波トモグラフィ解析

調査領域を囲むように多数の発振点と受振点を配置して、両者間における弾性波の伝播時間を計測から求め、この伝播時間のデータをもとに調査領域内の弾性波速度分布を求める解析手法

◆ 探査原理



地山を伝播する打撃振動の走時を求める探査原理

走時の計算式

$$T_{DE} = (T_E - T_B) - T_{CD} - T_{rod} \times n$$

T_{DE} : 地山を伝播する打撃振動の走時

T_E : E点の初動時刻

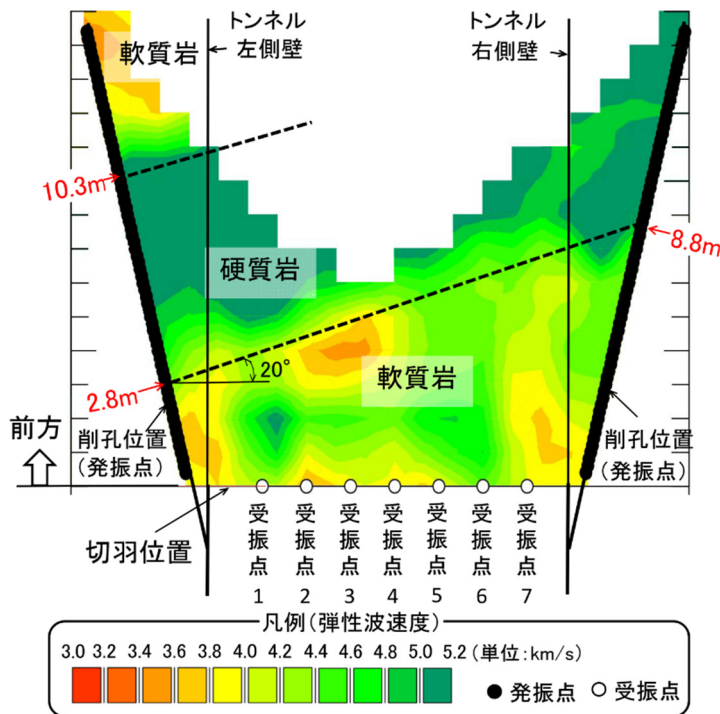
T_B : B点の初動時刻

T_{CD} : CD間の伝播時間

T_{rod} : ロッド1本の伝播時間

n : 追加ロッド本数

◆ 探査結果



探査結果(トンネル切羽前方地山の弾性波速度分布)



油圧ドリフタに設置したパイロットセンサー



切羽面に設置した受振器

■ 実績

- ・ 奈良県, 一般国道 168 号地域連携推進事業(国道改築), 2011.6

■ 関連資料

- ・ 土木学会論文集 F1, 73 巻, 3 号, 2017
- ・ 北陸の建設技術, 北陸地方建設事業推進協議会, 2017.12

■ 技術登録・表彰等

- ・ 特願 2017-246137 「トンネル切羽前方探査法」