

平成 29 年 6 月 22 日

株式会社奥村組

## 「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」を開発 ～切羽前方の地山状態を面的かつ高精度に把握～

株式会社奥村組（本社：大阪市阿倍野区、社長：奥村太加典）は、山岳トンネル工事において、油圧式削岩機の打撃振動からトンネル切羽前方の地山状態を面的かつ高精度に把握できる探査システムを開発し、実工事において性能検証を行い、その有効性を確認しました。

### 【背景】

山岳トンネル工事においては、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。

トンネル切羽前方の地山を探査する手法の 1 つに、30～50m 程度の先進削孔をトンネル切羽から行き、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削孔検層があります。同手法は、迅速かつ簡便に探査ができることから、近年急速に普及しつつあるものの、指標となる削孔エネルギーは、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も変動するため、精度にばらつきが生じる場合があるほか、先進削孔の進行方向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。

### 【探査システムの概要】

今回開発した探査システムは、振動が岩盤内を伝わる速度（以下、弾性波速度<sup>※1</sup>）を計測・解析することで岩盤の硬軟等を判断するもので、発振源として油圧式削岩機で地山を削孔する際に、ビットが岩盤を打撃することで発生する振動を利用しています。

トンネル切羽の 2 ヶ所以上から先進削孔を行い、その際にビットが地山を打撃し、振動を発生した時刻（発振時刻）を油圧式削岩機の油圧ドリフタに設置したパイロットセンサーで、その振動が岩盤内を伝播し切羽に到達した時刻（受振時刻）を切羽面に設置した複数の受振器でそれぞれ計測し（図-1、図-2）、そこから求められる伝播時間のデータを用いて弾性波トモグラフィ解析<sup>※2</sup>を行うことで、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。

### 【探査システムの特長】

本探査システムでは、油圧式削岩機による先進削孔時に発生する振動そのものを発振源として用いているため、従来、弾性波速度の探査時に発振源としていた、発破や専用装置等の設置を行う必要がなく、迅速かつ簡易にデータ取得ができます。また、30m の削孔で 10,000 回以上の打撃による振動データを取得できるため、トモグラフィ解析による分解能の向上が図

れ、地山状態の高精度な把握が可能となりました（**図-3**）。さらに3ヵ所以上で先進削孔を行えば、切羽前方地山の3次元的な弾性波速度分布を求めることも可能となります。

#### 【実工事での検証結果】

本探査システムを当社施工の山岳トンネル工事（トンネル断面積：65.4 m<sup>2</sup>、延長 850m）に試験適用し（**写真-1**、**写真-2**）、性能検証を行った結果、掘削後に実施した切羽観察や従来の方法で行った弾性波探査の結果と整合しており、本システムの有効性を確認できました。

今後は本探査システムを、山岳トンネル工事において切羽前方の地山状態を面的かつ高精度に把握できる探査技術として、積極的に提案・採用していきます。

#### ※1 弾性波速度

地山物性の一つであり、地山の硬軟のほか、亀裂の多寡や風化の程度等の判断にも利用される

#### ※2 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

#### 【お問い合わせ先】

株式会社奥村組 技術研究所

塚本 耕治（つかもと こうじ）

TEL 029-865-1779 / FAX 029-865-1522

E-mail [koji.tsukamoto@okumuragumi.jp](mailto:koji.tsukamoto@okumuragumi.jp)

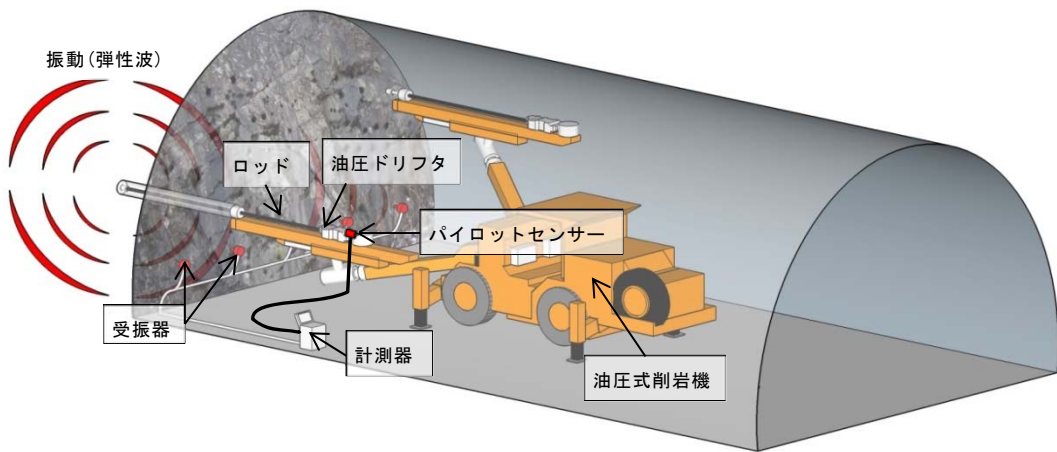


図-1 弾性波探査概要図

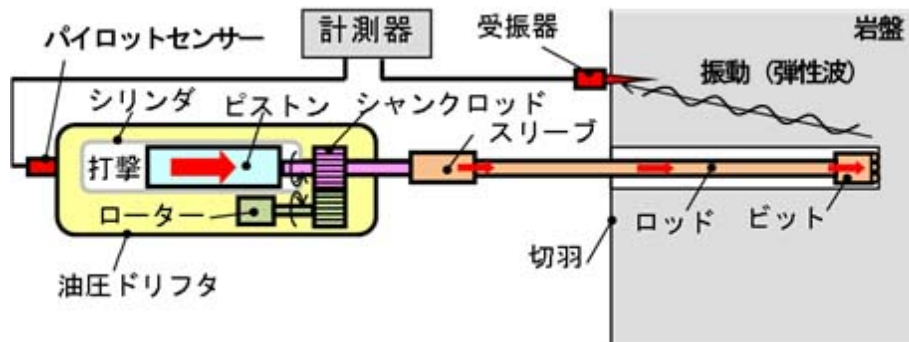


図-2 油圧ドリフタの打撃機構と計測方法

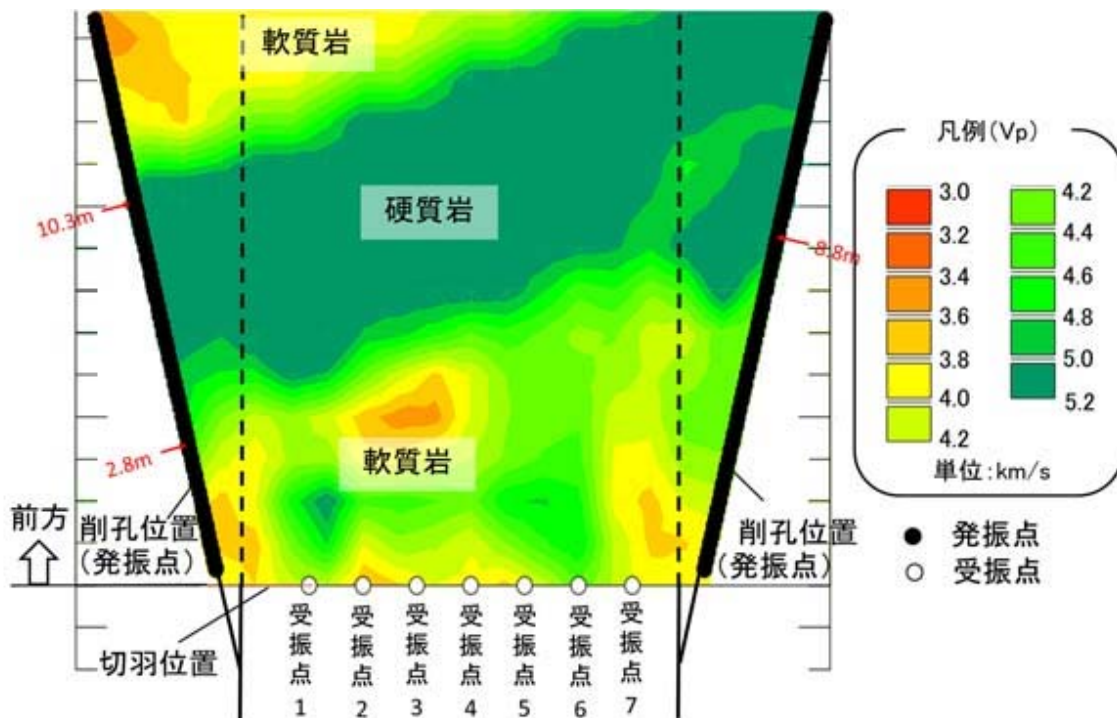


図-3 打撃振動を用いたトンネル切羽前方地山の弾性波速度分布例

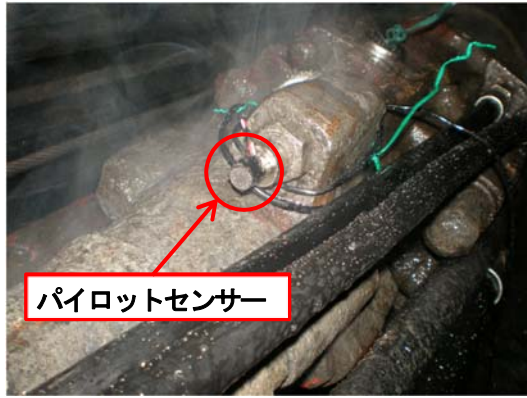


写真-1 パイロットセンサーの設置状況

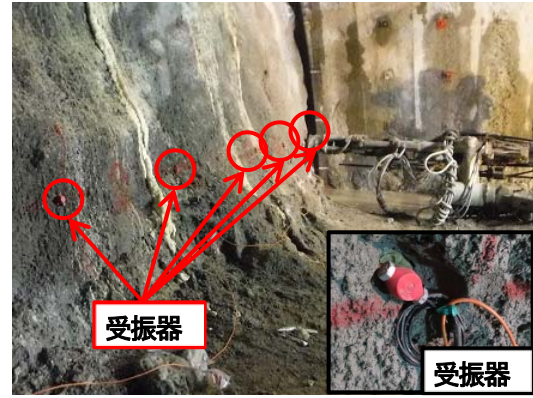


写真-2 受振器の設置状況