

油圧式削岩機の打撃による振動を利用した トンネル切羽前方地山の弾性波速度予測

Predicting Seismic Velocity Ahead of Tunnel Face using Drilling Vibration of Hydraulic Drilling Machine

塚本耕治*
Koji Tsukamoto

研究の目的

山岳トンネルの工事では、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削することが重要である。トンネル切羽前方の地山を調査する手法の1つである削孔検層法では、指標である削孔エネルギーが削孔に用いる油圧式削岩機の作動圧変化や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、予測精度にばらつきが生じる場合がある。さらに、先進削孔の進行方向の削孔エネルギー分布しか予測できず面的な地山状態を予測することが困難であった。このような問題点を改善する。さらに、削孔検層の実施に併せて油圧式削岩機が岩盤を削孔する際に発生する波動を用いてトンネル切羽前方の岩盤内の速度分布を予測できる調査法の開発を目的とした。

研究の概要

1. 調査法の概要

油圧式削岩機を用いて切羽の左右2ヶ所の側壁付近から削孔検層を行う。この削孔検層時に、図-1に示すようにドリフタの打撃により発生する振動をドリフタに取り付けたパイロットセンサーと地山内を伝播する波を切羽面に設置した複数の受振器で計測する。パイロットセンサーで計測した加速度データからビットが地山を打撃する時刻(発振時刻)を算定する。この発振時刻を基準にして、各受振器で計測した波形を打撃ごとに分割し、図-2のように削孔距離0.2m間隔で波形を整列する。波形処理により求めた打撃の波形から初動を読み取り、走時曲線(地山の打撃から受振器に到達するまでの時間(走時)と削孔距離の関係)を求める。削孔位置と走時のデータを用いて弾性波トモグラフィ解析により地山の弾性波速度分布を求める。

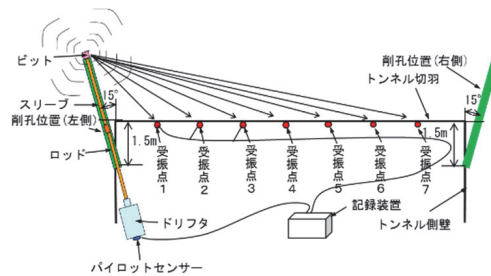


図-1 調査法の計測配置

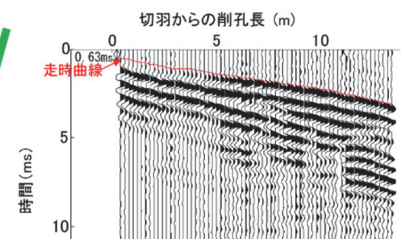


図-2 受振波形(受振点1)

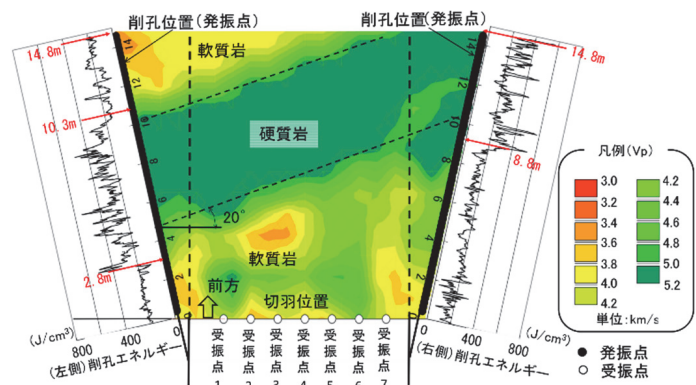


図-3 弾性波速度分布と削孔エネルギーの比較

2. 弾性波速度分布と削孔エネルギー

トモグラフィ解析から求まる切羽前方地山の弾性波速度分布に削孔検層法から求まる削孔エネルギーを重ねた結果を図-3に示す。弾性波速度分布の結果から切羽前方の3m付近から速度5km/s程度の地山が走向角20°の角度で左から右に徐々に拡大して現れることが予測された。弾性波速度分布の結果は、削孔エネルギー分布の結果や掘削後の地山状況と整合している。

研究の成果

岩盤を削孔する際、油圧式削岩機の打撃により発生する波動を利用して弾性波速度分布を予測できる調査法を開発した。現場実験から以下のことを確認した。

- i. 弾性波速度分布の結果が、削孔検層法から求めた削孔エネルギーの結果や掘削後の地山性状の結果と整合する
- ii. 開発した調査法は、地山物性である弾性波速度を2次元平面で予測することが可能である

*技術研究所土木研究グループ