

III-526 弾性波速度からみた関越トンネルの岩盤異方性

日本道路公団	正会員	多賀 直大
西松建設株式会社	正会員	○ 石山 宏二
西松建設株式会社	正会員	平田 篤夫
西松建設株式会社	正会員	稲葉 力

1. はじめに

関越トンネルにおいて、一期線に続き二期線工事においても当湯沢側工区において山はね現象が発生した。そこで施工管理対策の一つとして、山はね事前予知の可能性が高いAE計測を実施した¹⁾。山はね現象は、発破直後の切羽近傍に二次応力が再配分される過程で多く発生すると考えられるので、AE計測も発破の前後に集中的に実施する。

発破初動到達時間差から発破の位置標定²⁾を行い、実際の芯抜発破点が切羽センターであるものとし、標定位置との差を求める。また、当岩盤において、卓越した共役な割れ目方向に対し異方性があるという考えから、弾性波速度の異方性分布をモデルを仮定し、関越トンネルにおける岩盤異方性を検討する。

2. 位置標定法

本坑とほぼ平行に位置する避難坑に20m間隔に設置した、4チャンネルのセンサー(加速度計)によって、坑口より4,480mから約400mの区間にわたる本坑発破の初動到達時間差を得た。ここで位置標定法とは、初動到達時間差と平均的な弾性波速度により、ゾーニング法を用いて2次元における振源の位置を標定するものとする。

位置標定を行うにあたって、岩盤を等方均一な弾性体と仮定し、平均的な弾性波速度を用いる。しかし、実際の岩盤には異方性があるため、発振源の位置を特定できる発破に対して位置標定を行い比較すると、図-1に示すように標定位置に誤差が生じているのがわかる。図中に顕著な割れ目を示すとともに、□はセンサー、×は切羽センター(芯抜発破点と等しいものとする)、○は平均弾性波速度を4,700m/secとして標定した位置をそれぞれ示す。

また本位置標定法は、平均弾性波速度が大きい場合は、標定位置は避難坑側にずれ、小さい場合その逆側へとずれる性質を有している。

3. 割れ目を考慮した異方性

図-1に示したデータを基に、岩盤にどのような異方性があるのかを検討してみる。岩盤のマクロな異方性は、割れ目に強く影響されるという見地から、関越トンネルにおいて卓越した共役な割れ目方向N60~80W

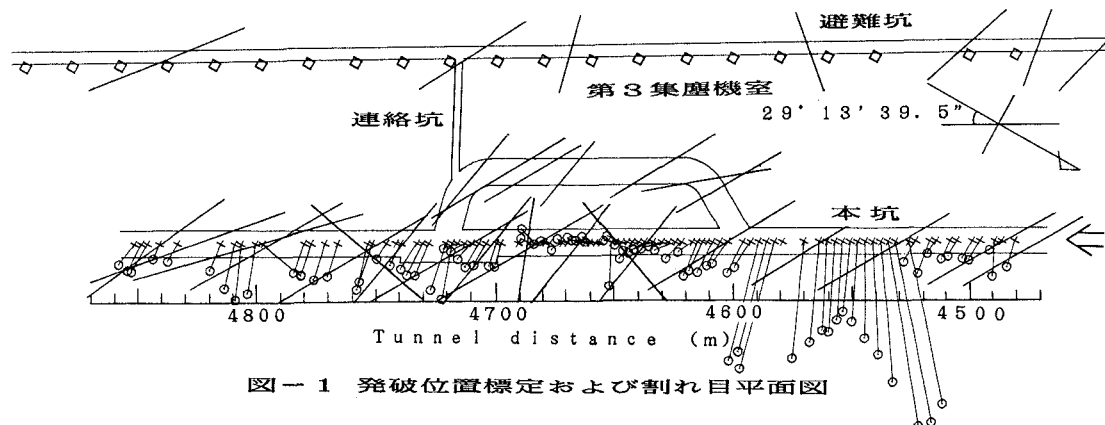


図-1 発破位置標定および割れ目平面図

，N10～30Eの一方が高速弾性波速度 V_{pf} となる方向であり、もう一方が前者の割れ目によって波動が減衰し、低速弾性波速度 V_{ps} となる方向であると考えた。そこで、センサー～切羽センターの測線と、低い速度分布を示す方向との角度 θ を求め、 $V_p = V_{ps} + V_{pd} \cdot \sin(\theta)$ （ただし、 $V_{pd} = V_{pf} - V_{ps}$ ）という速度分布モデルにより、 V_{ps} 、 V_{pd} および低い速度分布を示す方向をパラメータとして発破初動の到達時間を求めた。そして平均弾性波速度を用いて位置標定を行った結果と図-1を比較し、弾性波速度の分布を推定した。

θ は切羽の進行によって変化するとともに、センサーの再設置ごとに大きく変動する。そこで、センサーの配置が同じ場合によって、対象区間を12分割して考えるものとした。結果を図-2にまとめる。

それぞれの区間において、N60～80Wの割れ目方向が低速方向となり、言換えれば、N10～30E方向の割れ目が弾性波速度の減衰に大きな影響を与えていることが示された。図-1上の割れ目図からはN10～30E方向の割れ目は少ないが、実際には、この方向の割れ目は20～50cm間隔で板状に割れ目群として多数存在し、平面図への記載が困難なため省いている。

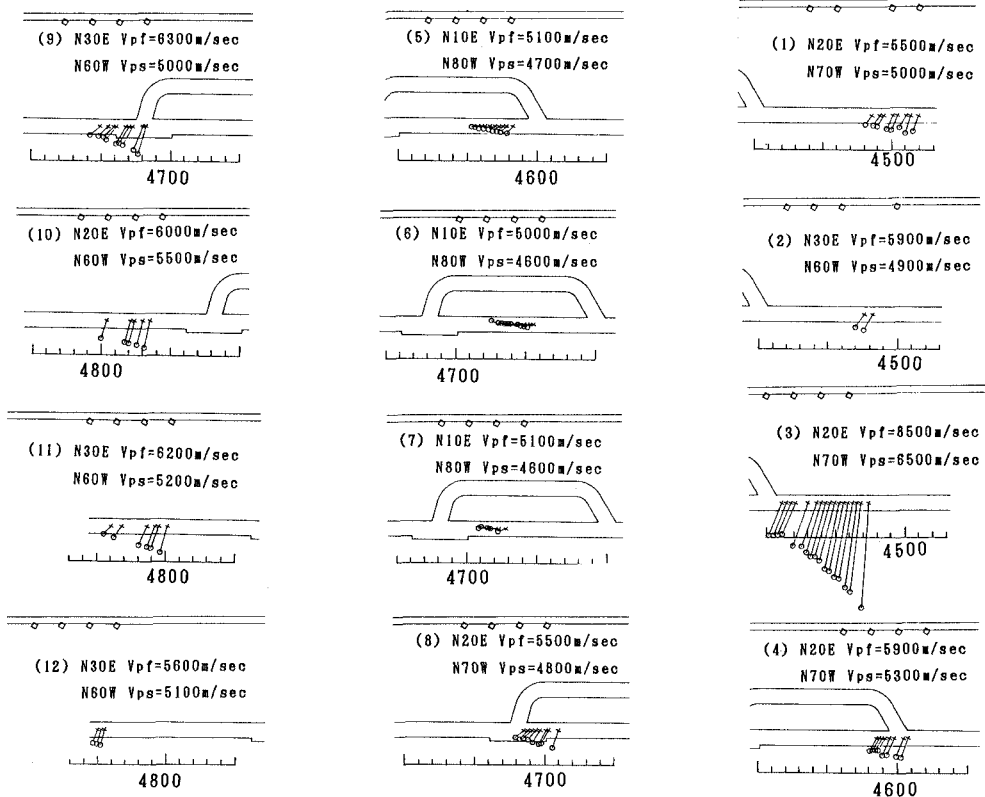


図-2 速度分布モデルに基づく位置標定図および速度分布パラメータ

4. まとめ

関越トンネルにおける岩盤異方性を、卓越した割れ目方向を考慮して弾性波速度分布をモデル化し検討した。その結果、N10～30Eの割れ目の影響受け、N60～80Wの割れ目方向が低い速度分布を示すことがわかった。今後、A Eの発生状況と弾性波速度との関係を種々な角度から検討したいと考えている。

謝 辞

関越トンネル共同企業体の方々には計測に御協力頂き有難うございました。関係各位に心から感謝致します。

参考文献

- 1)多賀直大等：関越トンネル掘削にともなうA E活動，第21回岩盤力学シンポジウム。
- 2)多賀直大等：関越トンネルにおけるA E特性，第22回岩盤力学シンポジウム。