

III-330 先進ボーリングを利用した弾性波トモグラフィの有効性

中部電力(株) 正会員 金原俊也 吉沢真人  
 中部電力(株) 正会員 河村精一  
 佐藤工業(株) 正会員 山本松生 西野治彦

1. はじめに

トンネル工において、切羽前方の地山状況を掘削前に把握することは、適切な支保を事前に選定し、予測される地山挙動に対して的確な対応を施すうえで非常に有効である。特に、地山状況が複雑である場合、地質状況、地山物性および湧水状況などを把握することを目的とし、掘削前に先進ボーリングを行うことの意義は大きい。

しかし、先進ボーリングから得られる地質情報は部分的かつ線的な情報であり、その内容が必ずしも全体的な地山状況を示していない場合もある。そこで、全体的な地山状況を、広く面的に、しかも、詳細に把握する方法として、各種ジオトモグラフィの活用が提案され、様々な適用例とその有効性が報告されつつある。

本報告は、実際の硬岩トンネルにおける30mの調査区間を対象とし、先進ボーリングを利用した弾性波トモグラフィ結果と、ボーリング調査結果および切羽観察結果とを比較することにより、先進ボーリングを利用した弾性波トモグラフィの有効性について検討を行うものである。

2. 地質概要

対象とした調査区間の地質は、中生代ジュラ紀の砂岩層および砂岩・頁岩互層からなり、大部分は砂岩層である。砂岩層は、岩石自体は非常に堅硬で風化変質も少ないが、割れ目がかなり多く発達している。砂岩・頁岩互層は、砂岩優勢で、砂岩の中に幅1cm程度の縞状の頁岩が挟在しており、砂岩層に比べて脆弱な岩盤となっている。

3. 調査方法

図-1に示すように、B工区との工区界付近である30mの区間を調査区間とし、既に掘削の終了したB工区の左右側壁に設けた拡幅部から、調査区間を挟むように2本のボーリング孔を削孔した。2本のボーリング孔およびB工区の切羽に、起振点(2m間隔)と受振点(1m間隔)を設置し、弾性波トモグラフィを行った(図-2参照)。調査区間においては、実際の岩石や岩盤の状況を確認するため、上記の先進ボーリングによるボーリング調査や、トンネル掘削時の切羽観察も行った。

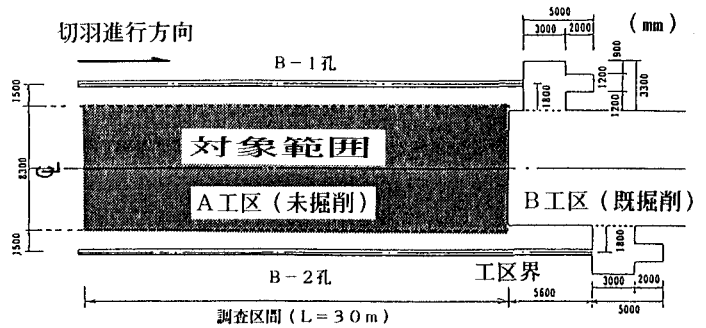


図-1 調査概要(S.L.レベル平面図)

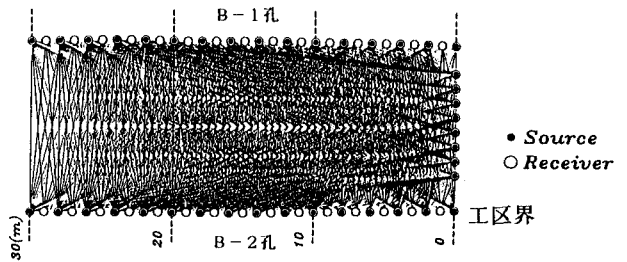


図-2 測定パターン

### 4. 調査結果

弾性波トモグラフィにより求めた弾性波速度 ( $V_p$ ) の分布状況を図-3に示す。ハッチングを施した部分は、弾性波速度が4.5 (km/s) 以上の堅硬な部分および2.5 (km/s) 未満の脆弱な部分である。ここでは、弾性波トモグラフィの結果とボーリング調査結果とを対比するため、ボーリングコアから得られた、岩種、RQD、最大コア長、岩石の超音波速度値 ( $v_p$ ) の状況も示している。また、トンネル掘削時の切羽観察に基づく地質展開図を図-4に示す。ここでは、切羽観察から得られた、岩種、電研式岩盤等級、割れ目、湧水の分布状況を記載しており、ハッチングを施した部分は、電研式岩盤等級が  $C_M$  級 (一部  $C_H$  級) の堅硬な部分および  $C_L$  級の脆弱な部分である。

### 5. まとめ

これらの結果から以下のことがわかる。

①調査区間では、ほとんどの領域が4.0 (km/s) 以上の高い弾性波速度を示しており、これらの領域では、岩盤の弾性波速度と岩石の超音波速度との差異が小さいことから、岩盤は堅硬で、しかも、割れ目が密着しているものと予測される。掘削時の切羽観察において、岩盤は堅硬で、しかも、割れ目が密着していることが確認できた。

②B工区との工区界付近では、掘削による緩みと、地質の不良のため、岩盤の弾性波速度が低下している。

③図-3と図-4を比較すると、弾性波トモグラフィが示す岩盤の良否と、切羽観察に基づく地質展開図が示す岩盤の良否とは比較的良好一致している。

④ボーリングコア状況 (RQD および最大コア長) からある程度地山状況を把握できるが、調査区間全体のより詳細な地山状況を把握するためには、ボーリングコア状況だけではなく、必要に応じて、ジオトモグラフィの結果なども同時に考慮していくことが有効である。

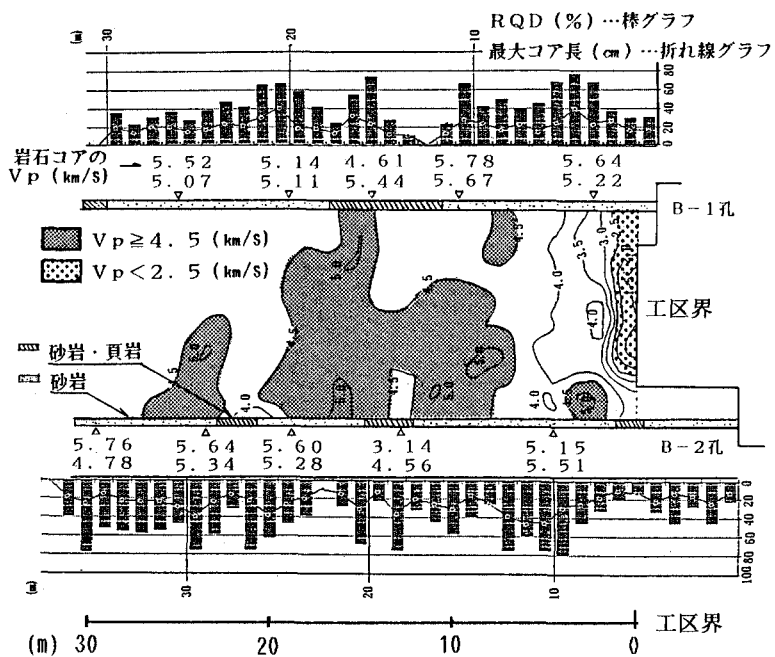


図-3 トモグラフィ結果およびボーリング結果

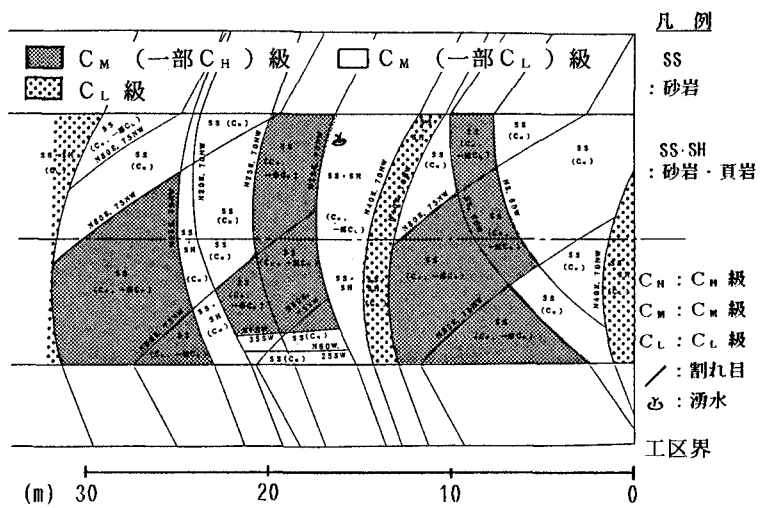


図-4 切羽観察に基づく地質展開図