

VI-134

トンネル切羽面での表面波探査法を用いた切羽前方の地質調査について

前田建設工業(株) 技術研究所 正会員 井上 博之
 前田建設工業(株) 技術研究所 小熊 登

1. まえがき

トンネル掘削において、その前方に存在する地山の性状を把握することでできれば、施工方法の検討や安全確保の面で非常に有効であることは言うまでもない。

現在でも、地表踏査や地表からのボーリング、弾性波探査等が行われ、地山状態が概略想定されている。しかしながら、地表面からの調査では探査技術の高性能化が進んではいるものの、その精度が粗くなることは否めず、数mから数十m程度の精度が限界であると考えられる。

そこで考えられるのがトンネル切羽面からの前方方向への調査であるが、さぐり削孔や最近話題になっているトモグラフィー技術では、掘削サイクルに支障をきたしたり、調査結果が出るまでに2、3日を要する等の問題がある。

トンネル施工中の調査においてその結果を施工に反映させるためにまず必要なのは、地山の詳細な物性値を求めるのではなく、地質の概略の性状が1~2m程度の精度で且つ迅速に出力されることである。

我々は、地表面から行われている表面波探査法に着目し、これを切羽面で用いてトンネル前方及び斜め上方等の探査を行い、地山性状を把握できるかを現場実験により検討した。

本文は、その結果について報告するものである。

2. 切羽面での表面波探査法

表面波探査法¹⁾ そのものについては、既にかかなりの公表文献があるので詳細は省略するが、基本的には周波数を変えた振動を地盤に与え、各周波数毎に地盤に設置した2個の検出器を通過する波の伝搬時間差を測定することで、表面波の伝搬領域及び速度を算出し地盤状況を得ようとするものである²⁾。地表面からの表面波探査法は、既に実際の地質調査でかなり用いられており³⁾、トンネル工事への利用もシールドマシンやTBMに取り付ける方法で研究的に行われている^{4)、5)}。

これを山岳トンネル切羽で用いる場合にも測定方法は原則的には同じであるが、問題となるのが振源である。我々は、地表からの探査で使われている起振器をトンネルジャンボの先端に取り付けて用いることにした。起振器を横向きに用いた場合、接地状況や起振パワーが問題になるため、エアサスペンションジグを開発し、これを用い切羽面に押し付けることにした。この方法をとることにより調査方向を水平、斜め上方等自由に選択できる様になった。

図-1にトンネル切羽面での測定方法の概要を示す。

3. 探査結果と地質調査結果との比較

図-2には、崖錐部での切羽面からの表面波探査結果と探査後の掘削結果から作成した地山観察結果を、図-3には、花崗岩と砂礫層の層境部でトンネル天端方向に行った結果を示す。図-2、3をみると、得られた各深度の表面波速度の分布の反射点の位置が崖錐線や地質境界とよく一致しており、事前の探査で地山

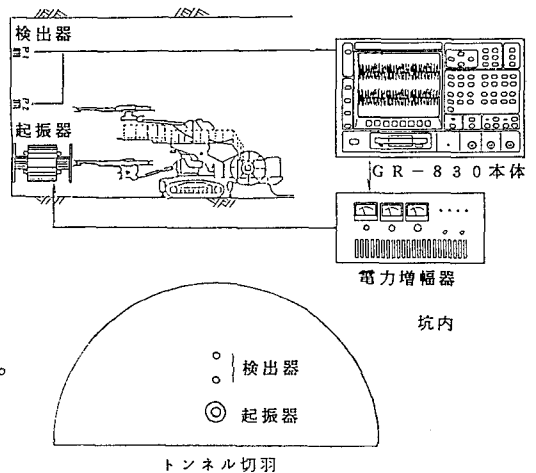


図-1 トンネル切羽での表面波探査測定方法

の大きな変化は捉えられていることがわかる。また、図-4は砂礫層切羽に対し切羽前方周辺を面的に調査した結果である。ここに示した切羽前方3mで深と上方にみられる速度値400m/secは、事前の検層結果とほぼ同じ値であることから、掘削の影響は切羽から3m程度までしか及んでいないことを示したものである。この結果は、今までの掘削の影響に関する概念とほぼ一致していると考えられ、この方法で切羽前方の地山安定も検討できる可能性があることがわかった。

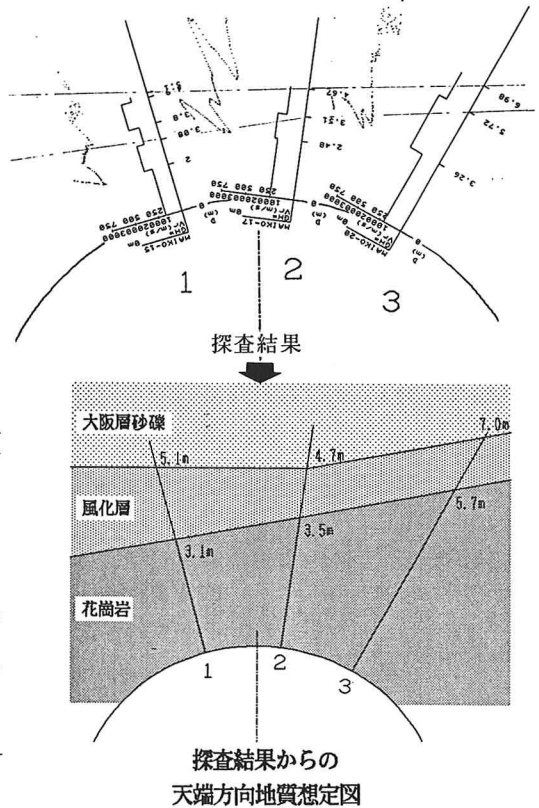
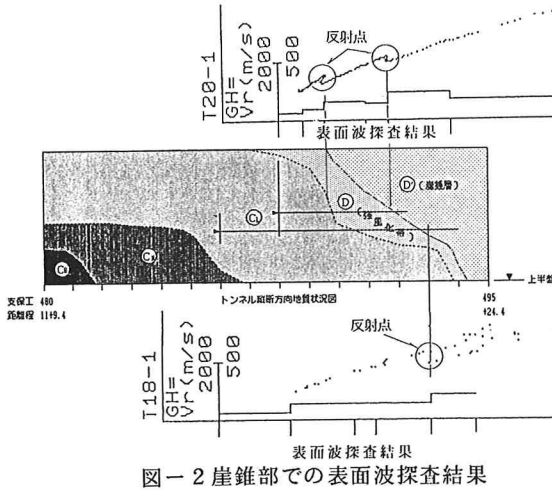


図-3 花崗岩と砂礫層の層境部でのトンネル天端方向への表面波探査結果

4. あとがき

今回の結果から、表面波探査法で切羽前方約10mまでにある地質の大きな変化は概略把握できることがわかった。この方法は、1)測定は、2~3方向を1時間程度で終了でき、掘削サイクルに影響を及ぼすことがない。2)概略の地質状況は、その場で直ちに判定できる。等の利点を有しているため、前方地山の概略の性状調査に関してはかなり有効な方法であると思われる。探査深度も発振のパワーを増すことによりさらに奥まで調査が可能であると考えられる。ただし、切羽面という狭い空間で用いるため、壁面からの波の反射、回折等の影響を無視することはできないと思われる、この影響の程度を把握することが、今後地山物性を評価する場合の課題であると考えられる。

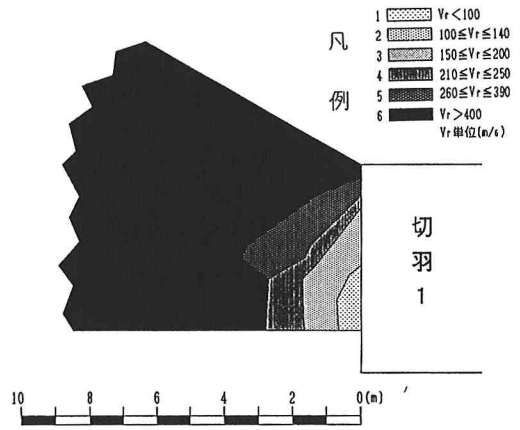


図-4 砂礫層切羽での切羽前方の表面波探査結果

参考文献

- 1) 佐藤 泰夫 著; 弾性波動論, 岩波書店
- 2) ヴェック(株); 表面波探査法, 技術資料
- 3) 例え 博義, 他; 重成他; 三国川ダム洪水吐き減勢部基礎の対策工, ダム技術, Vol.6-2, 1988, pp75~84
- 4) 例え 博義, 他; 音波・レーザ波によるシールド機の前探査に関する実験的検討, 土木学会論文集 第427号/VI-14, pp113~122, 1991
- 5) 例え 博義, 他; レーザ波探査法による山岳トンネル前方探査技術の開発, トンネル工学研究発表会論文・報告集, 第1巻, 1991年12月, pp201~204