

トモグラフィ的弾性波探査解析を用いた波線通過状況の把握

山口大学大学院 学生会員 寅岡 千丈 基礎地盤コンサルツ(株) 正会員 三木 茂
 山口大学工学部 正会員 重田 佳幸 山口大学工学部 正会員 進士 正人
 山口大学工学部 フロ-会員 中川 浩二

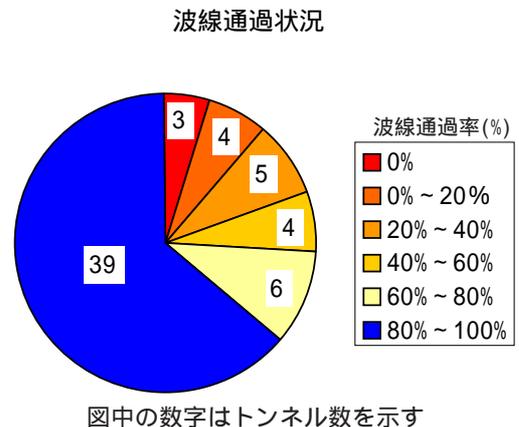
1. はじめに

弾性波探査は地表面に設置した起振点から発信された波の到達時間を受振点において、観測することで調査地山内部の弾性波速度値を推定する方法である。近年、コンピューターの性能向上により、弾性波探査の精度向上や従来法であるはざとり法の欠点を補う方法として、トモグラフィ的考えを弾性波探査に導入したトモグラフィ的弾性波探査解析法(以下トモグラフィ解析と呼ぶ)が注目されている。この手法では調査したい部分に波線が通過したかどうかを確認することができる利点を有する。

本研究ではこの特徴を生かして、トモグラフィ解析を用い、実際行われた弾性波探査が十分目的とする深度まで探査できていたかをトンネルの探査事例を用いて検討を行った。また、最大受振距離を延長することで探査深度も増すとされている¹⁾がその妥当性の評価と最適な受振距離について検討を行った。

2. 波線通過状況の事例調査

トンネル事前調査として行われた弾性波探査の走時曲線データを用い、トモグラフィ解析によりトンネル通過位置まで十分波線が通過しているかを調べた。ここで、トンネル延長に対して波線が通過した部分の割合を波線通過率(%)と定義する。図-1に、対象とした61トンネルの波線通過状況を示す。図中の数字はトンネル数を表す。この図より波線通過率が80%以下となり、トンネル計画位置まで十分に波線が通過せず弾性波速度値が一部でも不明の部分を持つトンネルは全検討トンネルの約1/3(22件)を占めることがわかる。



図中の数字はトンネル数を示す

図-1 各トンネルの波線通過状況

3. 最大受振距離と最大探査深度の関係

一般に、最大受振距離を長くすれば探査深度も深くなるが、必要とする最大受振距離は目標とする探査深度の7倍~10倍必要であるといわれている¹⁾。そこで、実際の走時曲線データを用いて、最大受振距離と最大探査深度の関係を求めた。なお、最大探査深度とは、トモグラフィ解析の成果物である波線図からもっとも深い位置まで、波線が到達した深さを最大探査深度と定義した。得られた関係を図-2に示す。この図より最大受振距離は最大探査深度の3倍~7倍程度となっていることが分かった。よって、7倍程度

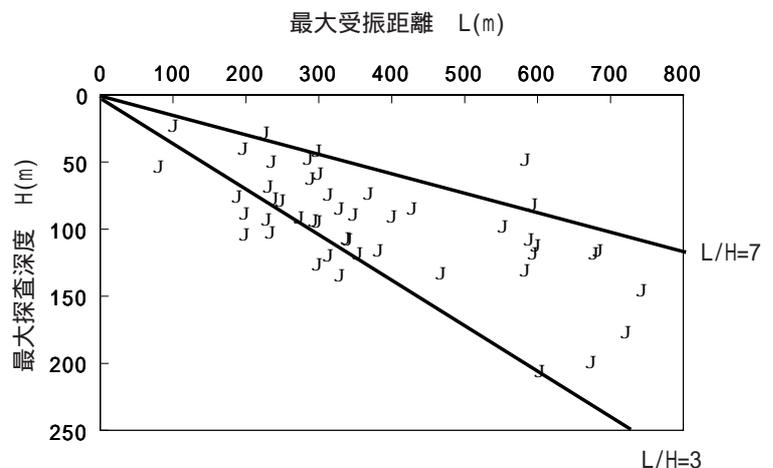


図-2 最大受振距離と最大探査深度の関係

キーワード：トモグラフィ，弾性波探査，受振距離，探査深度，波線

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 Tel : 0836-85-9332 Fax : 0836-85-9301

の受振距離をとれば目標とする探査深度までほぼ十分な探査が行えるものと考えられる。

4. 最大受振距離に関する数値シミュレーション

前章の検討からも明らかのように最大受振距離を長くすることで探査深度が深くなるので、波線通過率が低いトンネルにおいては最大受振距離を延長することにより波線通過率を改善できる。そこで、実測例を用いて、最大受振距離延長の有効性について数値シミュレーションを行った。この検証方法として、実際行われた探査データを用い、最大受振距離を最大土被りの1倍から7倍まで変化させた場合、波線通過率がどのように変化するか検討した。図-3に各検討ケースの波線通過状況を示し、図-4に各ケースの波線通過率の変化を示す。図-3より、最大受振距離が短くなるにつれて波線はトンネル地山の地表面付近しか通過しなくなり、肝心のトンネル計画位置までの探査が困難となることが分かる。また、図-4より最大受振距離が最大土被りの5倍～7倍にかけては波線通過率が大きく変化しているが、それ以下の最大受振距離のケースではそれほど大きな変化がみられない。このことから、例えば、実際の探査で最大受振距離を最大土被りの6倍しかとらなかった場合、トンネル計画位置までの波線通過率が格段に悪くなってしまう。逆にあとわずかに最大受振距離を延ばし、最大土被りの7倍の受振距離をとることで格段に波線通過率が向上する。よって図-1に示した、トンネル計画位置まで十分な波線通過がなされていないトンネルでも、わずかな受振距離の延長で、格段に波線通過状況が改善される可能性があり、最大受振距離の設定には注意する必要があることが分かった。

5. おわりに

トンネル事前調査として弾性波探査を行う場合、最大受振距離を目標とする探査深度の7倍程度に想定すると十分な探査が可能であることが分かった。しかしそれぞれのトンネルにおける地形形状や地質構造の違いから波線の通過状況が大きく変化することも予想される。そこで実際の探査を行う前に、上記に示すような波線通過検討シミュレーションを行い、最大受振距離だけでなく、より合理的な起受振点配置などの検討も含めて行うことで、より経済的で精度の高い探査が可能となることが明らかになった。

参考文献

- 1) トンネルの地質調査と岩盤計測 土木学会, p.20, 1983
- 2) 鈴木守, 富田宏夫: トンネル事前調査の性格と問題点(2) トンネルと地下, 第24巻10号, pp.49-59, 1993.10

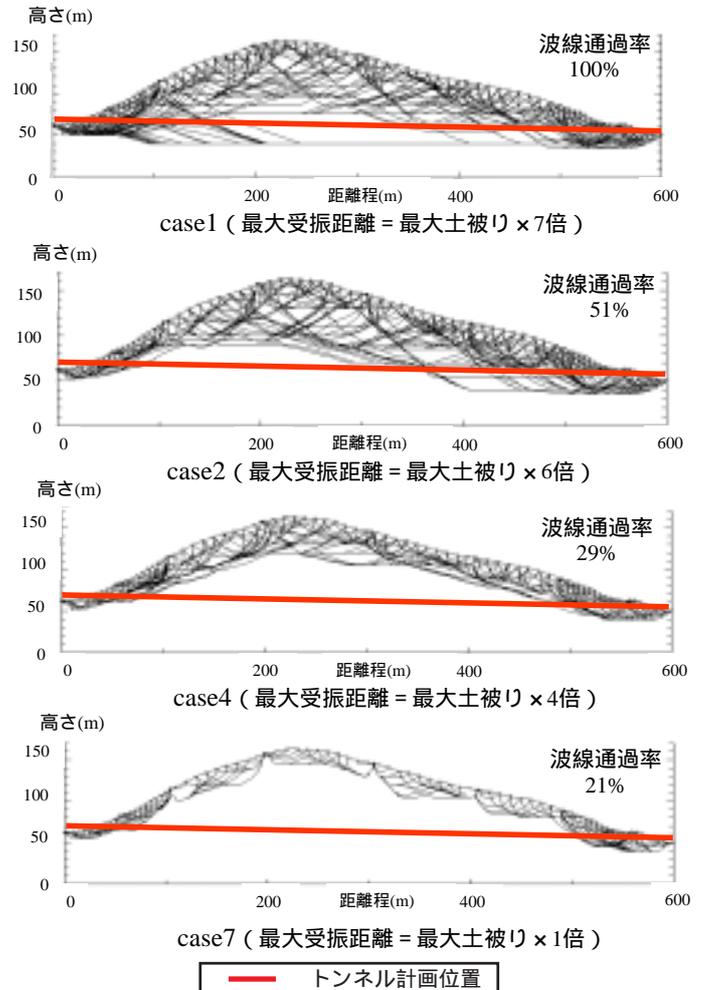


図-3 各ケースにおける波線通過状況

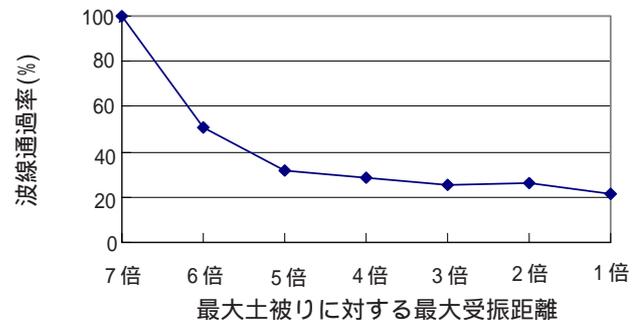


図-4 波線通過率の変化 (L/H)