

関西大学大学院 学生員 ○野口 哲史 関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 京都大学大学院 正会員 芦田 譲 京都大学大学院 岩崎 博海
 関西大学工学部 正会員 西田 一彦

1. はじめに

山岳トンネル建設において、地山の地質状況の把握が掘削工事の生命線であるといえる。しかし、現在行われている地表面からの地質調査では、実際の工事段階で必要な地質情報が提供されているとは言い難く、地質状況の限界がいわれている。そこで本研究では、トンネル坑内で弾性波探査を行い、反射面からの反射波を等走時間¹⁾を用いたイメージング手法を用いることにより、切羽前方の地山状況を3次元画像化して把握することを試みた。さらに3成分受振器を用いて精度向上を目指した。そして、実際に掘削作業中の道路トンネル建設現場で取得したデータを用いて解析を行い、1成分受振器記録と3成分受振器記録の解析結果を比較することにより3成分受振器を用いた解析の有効性についても検討した。

2. 解析手法の概要

トンネル坑内での弾性波探査とは図-1のようにトンネル内に設置した震源から弾性波を発生させ、切羽前方における反射面からの反射波をやはりトンネル内に設置した受振器で記録するものである。本研究で用いた切羽前方をイメージングする等走時間手法では、反射点は震源と受振点からの距離の和が一定である点の軌跡上にあるといえ、平均速度を用いると反射点は走時が一定の軌跡上、つまり等走時間面上にあるといえる。この等走時間面は三次元では楕円体の表面として表現できる。ゆえに、図-2が示すように、ひとつ震源と複数個の受振点の組に対して等走時間を描けば、それらの共通接面が反射面といえる。

また、等走時間を描くにあたっては、反射波の走時を与えなければならない。しかし、反射波の走時の読みとりには多くの時間と労力を要し、またS/N比が悪い記録では読みとり段階での誤差が問題となる。そこで本研究では、反射面の走時の読みとりを行わないで反射面を自動的に描く方法として、反射面の自動作図方法²⁾を用いた。この方法により、反射面となるべき共通接面の点には同位相で振幅値がたし合わされ、大きな振幅値が与えられる。

3. 3成分受振器を用いた解析手法

従来の1成分受振器記録を用いたイメージングでは、1方向で観測される波の振幅値のみを使って等走時間によるイメージングを行うために、反射波の伝播方向がわからない。そのため、真の反射点ではなく虚像が生まれる場合がある。また、トンネル軸方向以外の情報も含まれている可

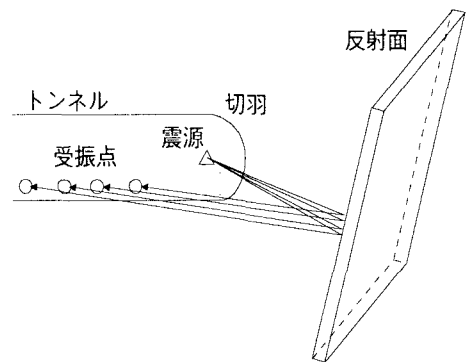


図-1 トンネル坑内での弾性波探査概念図

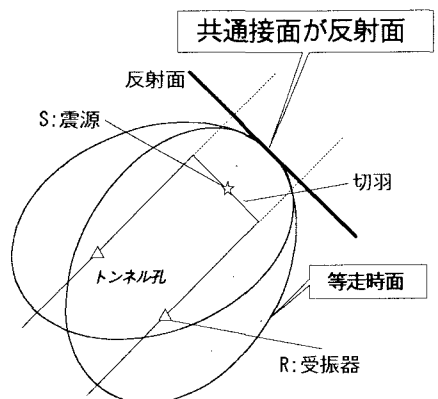


図-2 共通接面

能性がある。そこで3成分受振器記録を用いる。
 3軸方向で観測した記録から受振器への波の入射方向を推定することで、等走時面上の反射点周辺だけに大きな振幅値を与えることが可能となる。この方法により精度向上につながると思われる。

4. トンネル現場適用結果

4.1 観測状況

トンネルの左右壁面にそれぞれ1成分受振器を切羽後方30mから3m間隔で12個ずつ、3成分受振器を切羽後方30mから6m間隔で4個ずつ設置し、震源としてダイナマイトを使用した。

4.2 解析結果

図-3は3成分受振器記録の解析結果を、図-4は1成分受振器記録の解析結果を示す。ここで注意するのは、本解析手法より反射面は等走時面上の大きな振幅値が現れている部分の接面であるということである。図-3では大きな振幅値が現れている部分が絞られており、等走時面上にある大きな振幅値の点を接点とする接面が描け、この接面が反射面ではないかと考えられる。一方、等走時面上の全ての点に同じ振幅値を与える図-4の1成分受振器記録を用いた解析結果では、3成分受振器記録とは異なり等走時に接面を描くことは困難である。また、図-5の地質状況図と図-3で描いた接面とを比較すると、接面は30~40m付近にあり図-5の崩落位置と一致していることがわかる。

4. まとめ

切羽前方探査における解析手法として等走時面を用いたイメージング手法の有効性が示せた。さらに、3成分受振器記録を用いて解析することで、1成分受振器では不可能な反射波の入射方向が特定され、精度の良い反射面の推定に至った。

<参考文献>

- 1) 中内啓雄・芦田譲・佐々宏一：等走時面の利用による各種弾性波探査データの深度変換,物理探査学会第88回学術講演会論文集,pp.175-180,1993.
- 2) 芦田譲・佐々宏一：坑井間反射法地震探査データの深度変換,物理探査,Vol.46,No.3,pp.167-174,1993.

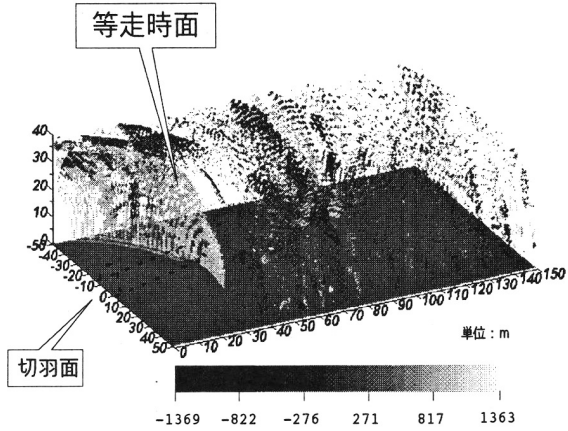


図-3 3成分受振器解析結果

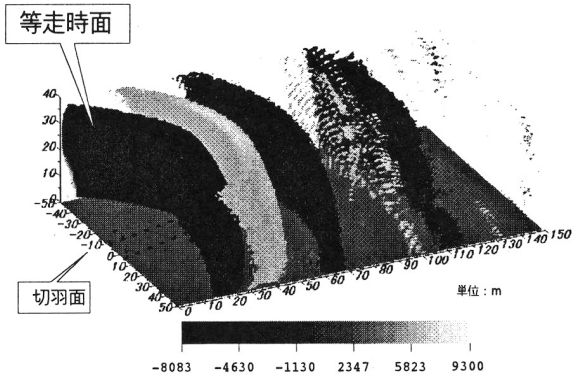


図-4 1成分受振器解析結果

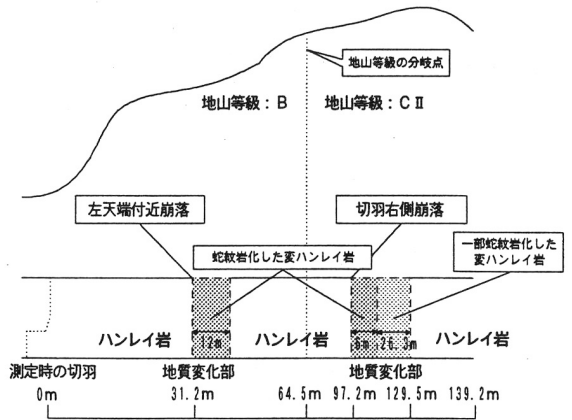


図-5 地質状況図