

Ⅲ-B122

弾性波反射法による地山予測法の有効性検証

飛鳥建設(株) 正会員 ○上野 光・港 高学・太田 幸信
日本道路公団 佐野 信夫・増井 大

1. はじめに

近年、山岳トンネルの前方地山の予測法として弾性波を利用した反射法が広く行われている。TSP 法もその1つの手法であり、他の手法に対して比較的簡易に測定・解析が可能であることから施工現場での実施例も多い。本書で対象としたトンネルでは約 100m 間隔で連続的に測定を行い、得られた結果を用いて TSP 法の有効的利用法に関する検討結果をまとめたものである。

2. 概要

測定地点は主に中生代白亜紀後期の花崗岩よりなり、新第三紀の塩基性貫入岩類が貫入し、熱水変質作用を伴っている。垂直性で ENE—WSW 走向の跡津川断層と N—S 走向の御母衣断層に近接することから同様な走向の弱層や亀裂が発達する。当初より測定は前述の跡津川系と御母衣系の 2 方向の弱層検出を目的として行った。現在まで 4 回の測定を行ったが、本編ではその内 2 回の測定結果について報告する。

3. 測定状況

測定では、左右側壁部に受振点 2 孔と発振点 24×2 孔を設置し、同一の発破起震に対して左右両壁の受振点で受信し、起振には瞬発雷管とスラリ爆薬を 50g/孔使用した。CASE1 区間は、主に CM~CH 級岩盤よりなり、厚さ 2m 程度の弱層部(D 級)を含む幅約 10m の CL 級岩盤が 3ヶ所で分布する。測線位置は厚い弱層部を挟在する CL 級岩盤で測定条件・データとも必ずしも良好ではなかった。CASE2 区間は、主に CL 級岩盤よりなり、厚さ 2m 程度の弱層部を 4層と約 15m の厚い弱層(強変質帯)を挟在する。測線位置は薄い弱層部が分布するが全般的に CM 級岩盤よりなり、CASE1 に比べ測定条件・データとも良好であった。両者の地質状況はかなり異なっており、CASE1 は良好地山区間を対象とした測定、CASE2 は不良地山区間を対象とした測定との区分がされる。

3. 測定結果

(測線配置による測定データの相違) 測定結果の一例として CASE2 の DS 図を図-1 示す。左右側壁部に設置した受振点と発振点の組み合わせにより 4 種の測定データが得られ、その解析結果は著しく異なる。

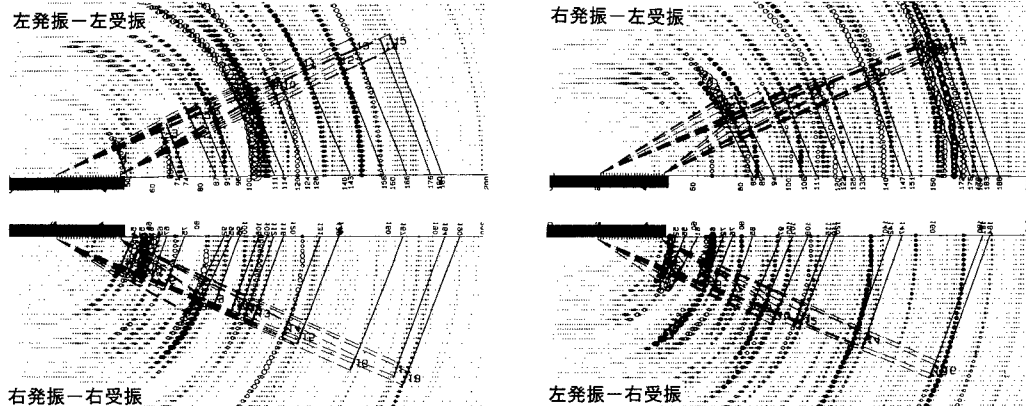


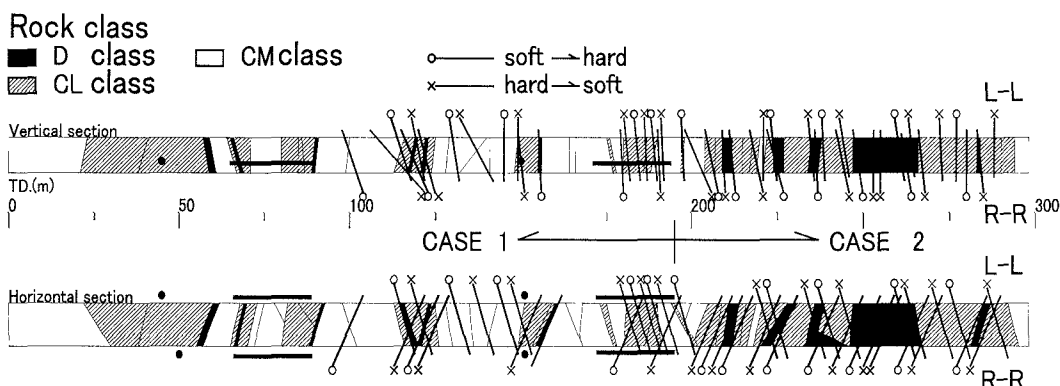
図-1 受振孔・発振孔組み合わせの違いによる DS 図

キーワード：弾性波反射法、TSP、トンネル

連絡先：〒501-5629 岐阜県大野郡白川村鳩ヶ谷 479-1 TEL 05769-6-1781 FAX 05769-6-1782

（検出された反射面と実績地質との対比） 実績地質と検出反射面との対比を図－2に示す。実績地質との対比では測定データの中で受振・起振点を直線状配置した左壁起振－左壁受振（以下 L-L）と右壁起振－右壁受振（以下 R-R）を用いた。検出した全ての反射面が地質状況を反映しているとは言えないが以下のような傾向が認められる。

- ①CASE1 と CASE2 との地質状況を違いを反映して若干の違いがあるが共通点も多い。
- ②CASE1：CASE2 に比べ反射面が少なく密集傾向がある。弱層部付近に反射面の密集がみられ、また若干のずれがあるが L-L と R-R の双方で反射面が重複検出されている。反射面の性状（硬→軟・軟→硬）と地山変化は必ずしも一致していない。
- ③CASE2：CASE1 に比べ反射面が多くやや密集傾向がある。断層出現方向の測線配置で検出された反射面の一致性が高い。CASE1 に比べ不明瞭だが地質変化部付近では L-L・R-R 双方に反射面が重複検出されている。反射面の性状（硬→軟・軟→硬）と地山変化は必ずしも一致しない。



4. 考 察

図－2 実績地質と検出された反射面の対比

（1）測線配置について

今回の測定から受振点と起振点の配置により測定データが著しく異なることが再認識された。本トンネルのように幅 10m を越えるトンネルでは、受振点と起振点がトンネルを挟む測定データには十分な検討が必要である。地山弾性波速度が遅い不良地山の場合では断層走向と測線との位置関係が重要となり、断層走向を事前に予測し、断層出現側の坑壁に測線を設ける必要がある。さらに精度向上の為に、両壁への測線設置が非常に有効と考えられる。

（2）地山状況の推定

地山不良部の推定には、従来から報告されている反射面の密集に注目することが有効であり、反射面の性状は参考程度である。この手法では、特に CM 級以上の良好地山内の不良部の検出は可能であるが、CL 級以下の不良地山中の弱層（D 級）を正確に判定することは困難である。この場合、左右両測線の測定で得られたデータを用い指向性を考慮した推定を行うことや、反射面の交差部の抽出により測定精度向上が可能と考えられる。しかし、これらの評価は相対的であり絶対的な評価法の確立が今後の検討課題と思われる。

5. おわりに

今回の検討での測定数が少なく、今後測定データを収集し実績地質と比較検討する事により、地山不良部検出精度を向上を行い、実施工に必要な地山評価を行う必要がある。

今回は検出対象の弱層の走向がある程度予測可能であり、弱層がトンネル進行方向と 45° 以上で交差していることから測定条件に比較的恵まれていた。今後の測定では、反射面の走向傾斜が不明な場合や突然の変化およびトンネルが断層と鋭角に交差する場合が想定されることから、これらの問題に対しての検出手法についての検討が必要と考えられる。