

Ⅲ-B91

TSP探査における測線配置の検討

飛島建設(株) 正会員 ○港 高学・上野 光・鉄建建設(株) 城本 政雄
日本道路公団 佐野 信夫・大嶋 健二

1. はじめに

トンネル施工では、突発的な地質変化への対処のため切羽前方予測は重要である。このような地質変化に対応するため、弾性波による切羽前方の探査法が提案、実施されている。TSP (Tunnel Seismic Prediction) 法は、測定・解析が比較的簡易で、多くのトンネルで適用されており、研究も報告されている。

本書は、断層と鋭角交差が推定されるトンネルで行った測線配置に関する測定結果をまとめたものである。

2. 測定・解析

調査対象の地質は、主に中生代白亜紀後期の花崗岩より構成され、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。また近接して2系統の異なる垂直性の断層が分布し、これらと同様な走向・傾斜の弱層や亀裂が発達する。これらと弱面はトンネル軸と鋭角に交差するため、トンネル左右側壁での測線設定では解析が困難と考えられた。対策案の一つとしてTSPシステムを2台使用し、トンネル左右側壁・上下壁への受振器設置による同時受振を行った。測定では図-1のように左右側壁部にそれぞれ受振孔1孔・発振孔20孔を設定する通常の左右配置に加えて、天端・底盤に受振孔1孔・底盤に発振孔20孔を設置した。底盤の受振孔は45°切羽側に傾斜して設置した。

測定時の弾性波(反射波)の発振・受振を表-1に示す。左右配置では、解析対象は、L-L、L-R、R-L、R-Rの4種となる。一方、今回のように走向の検出を対象として測線を上下配置とした場合、解析はD-U、D-Dのデータが対象となる。本探査ではそれらに加えてL-U、L-D、R-U、R-D、D-L、D-Rのような発振孔と受振孔がねじれ位置の配置での測定、解析も実施した。

3. 解析結果

得られた測定データの内、左右受振(L-L、L-R、R-L、R-R、D-L、D-R)および上受振(L-U、R-U、D-U)は、良好なデータが得られたが下受振(L-D、R-D、D-D)の測定データは受振状況が不良であった。図-2にを解析結果を示す。

(1) 左右・上下測線のデータの対比

D-Dはデータ不良で対比は困難であった。一方D-Uは比較的良好でL-LやR-Rでの反射面検出結果との相関が高い。また、反射面の走向推定が可能であった。

(2) ねじれ位置と左右・上下測線のデータの対比

反射面の距離は直線上の測線(R-R、L-L)と誤差は少なく、相関性が高い。また受振状況の良好なL-UやR-Uでは、走向の推定が可能であった。

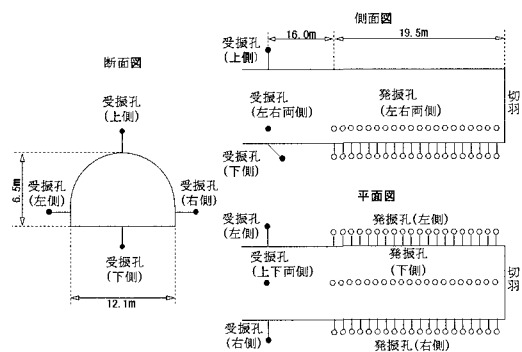


図-1 測線設定

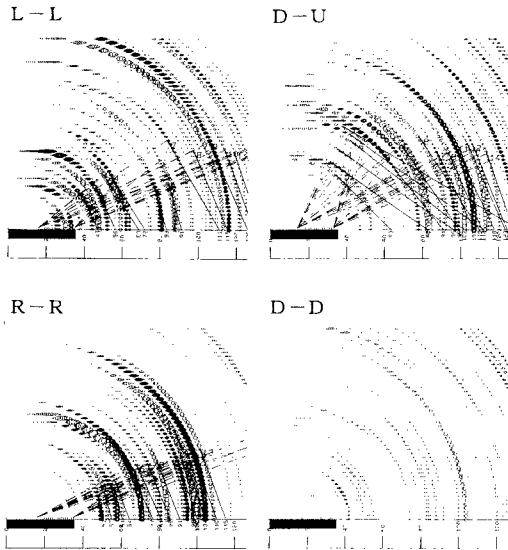
表-1 発振・受振パターン

発振 受振	左側L	右側R	下側D	センサ 指向	結果
左側L	L-L	R-L	D-L	X, Z (トンネル軸, 垂直方向)	傾斜 位置
右側R	L-R	R-R	D-R		
上側U	L-U	R-U	D-U	X, Y (トンネル軸, 水平方向)	走向 位置
下側D	L-D	R-D	D-D		

Keywords : 弾性波、切羽前方、TSP、トンネル

〒501-5629 岐阜県大野郡白川村大字鳩谷字北長 479-1 TEL 05769-6-1781 FAX 05769-6-1782

○直線上配置



○ねじれ配置

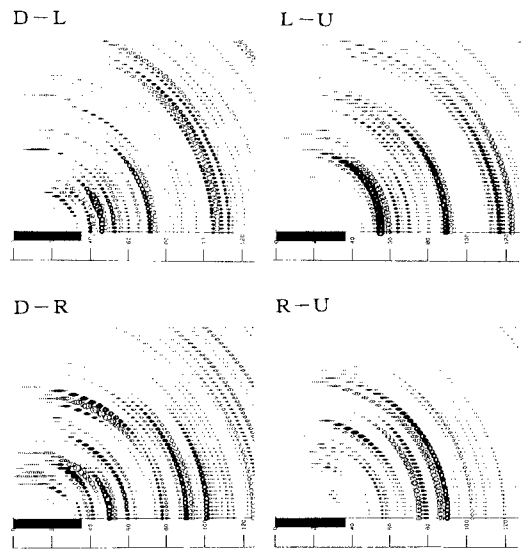


図-2 直線上配置とねじれ配置での解析結果(DS図)

4. 考察

(1) 左右・上下測線の有効性

上述のように上下配置の測定データはデータ不良で不明な点もあるが、直線上配置とのデータの相関性が高いことが判明した。上下配置測定では反射面の走向、トンネル出現位置の検出が可能であり、左右配置の測定結果との組み合わせで切羽前方の地質状況の疑似3次元化が可能となる。断層の走向・傾斜の急激な変化や反射面の走向・傾斜の予測が困難な場合や地山の構造が複雑で地質構造の変化が著しい地山に対して有効と考えられる。反面、測線のデータも多くなり解析が複雑になり、経済的、時間的な施工への影響も大きくなる。また対象とする断層等の反射面も高角度なものとの制約がある。

(2) トンネル施工への適応

施工への適応性を高める一つの手法として、測定配列の簡略化が考えられる。本探査でのねじれ位置の測定結果は、直線上配置と比べ若干の違いがあるものの、相関が良好であり、発振・受振孔の省略が可能と考えられる。そこで図-3のような測線配置の簡略化を考案し実施した。小断面トンネルでは発振・受振点の距離が短く、測定条件は良好となり、測定精度が向上するものと考えられる。また、この方法では発振が同一のためデータ間の相関が可能でデータ処理の簡素化が可能と考えられる。

5. おわりに

今回の結果から、断層等の弱面がトンネル軸と鋭角に交差する場合やそれらの走向が想定困難な測定条件では通常(左右)の測線配置に加え、上下方向の測線の追加により検出精度の向上が期待できる。しかし実際には、左右・上下に測線を配置することは困難であり、ほぼ同等の精度が期待できる簡略化配置による測定により現場への適応性を高めることができると考えられる。今後、本手法による切羽前方の予測精度向上のため、連続探査によりデータを蓄積し地質実績と対比検討や改善を実施していく予定である。

簡略化配置

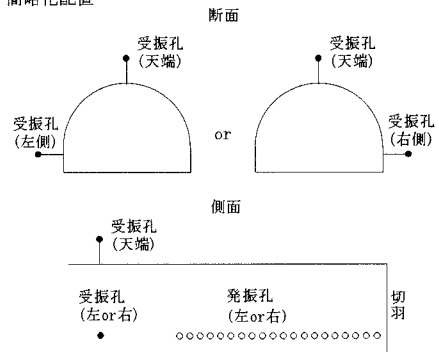


図-3 測線配置の簡略化