

VI-102

トンネル曲線部における TSP 法による前方探査

鉄建建設技術研究所 正会員 笹尾春夫  
鉄建建設技術研究所 北原秀介

1. はじめに

近年、TSP法による切羽前方探査は測定に要する時間が比較的短く、また、解析も容易であるため山岳トンネルにおいて盛んに測定が行われている。しかしながら、地層構造が複雑な場合等には探査の精度が落ちる等の問題点も指摘されている。また、測定・解析システムそのものでは不連続面とトンネルの三次元的な位置関係を特定できないため、地層の走向・傾斜のいずれかを仮定しなければならないという問題点もある。

本報告では、トンネル曲線部で実施したTSP法による前方探査の結果を報告し、測定上の問題点、走向・傾斜の仮定の適否、および探査実施時点での予想結果と切羽到達後の実際の地質観察結果との比較を示す。

2. 地質状況

探査を行ったトンネルは京都府舞鶴市に位置する延長1,035mの道路トンネルである。トンネル部の地質は緑色岩が主体で、部分的に粘板岩が数メートルの礫状に分布する。事前の地質調査によるリニアメントと比抵抗分布よりD1～D4の4ヶ所で断層、もしくは低速度帯の出現が予想された（図-1）。

トンネルの線形は、起点側坑口より約430m間が $R=350$ mで左カーブし、その後直線で終点側坑口に至っている。

3. 測定結果

3-1 側線配置

今回の測定はD1の位置を特定するために行った。測定を行った時点の切羽位置は基点側坑口より90.8mであり、 $R=350$ mの曲線区間中である。発振孔、受振孔の配置は通常の測定と同様、トンネル側壁からの削孔深度を均一（1.5m）とした。そのため、通常は直線状に並ぶ発振孔、受振孔がトンネル曲線に沿って、平面的には円弧状に配列することになる。

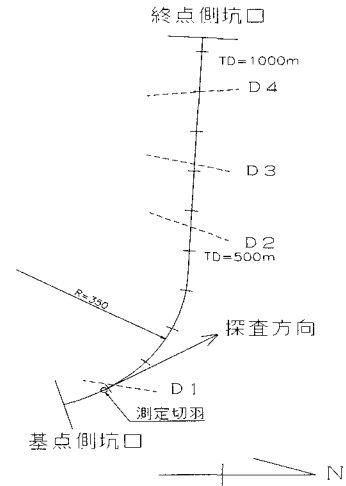


図-1 トンネル線形と断層位置

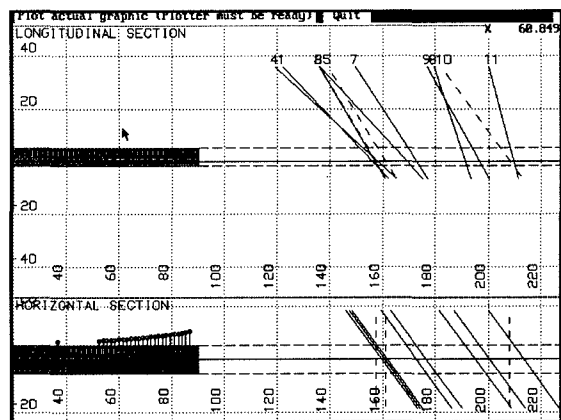


図-2 測定結果（縦断、平面図）

キーワード：反射法地震探査、トンネル掘削、TSP

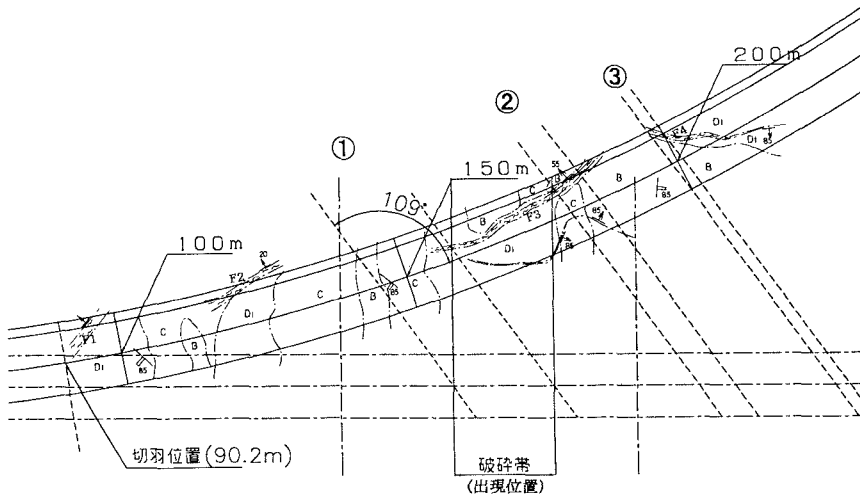
連絡先：〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1 TEL 0476-36-2354 FAX 0476-36-2380

### 3-2 解析結果

TSPの解析結果を図－2に示す．トンネル曲線部であるため，受振孔の設置位置を基点とした仮想の直線トンネルを設定し，このトンネル軸上で不連続面の出現位置を予測し，その結果をトンネル曲線上に延長し，切羽での出現位置を推定した．破碎帯の走向は地質調査結果に基づき，N20～30Eと仮定して解析を行った．その結果，①～③の不連続面が解析された．表－1にそれぞれの不連続面の位置，区間長，想定される状況を示す．また，図－3に予想した不連続面の位置と掘削時の地質観察記録に基づく地質平面図を示す．

表－1 不連続面（劣化区間）の出現予想位置

| 区間位置            | 区間長 | 想定される状況                |
|-----------------|-----|------------------------|
| ① T.D145～T.D160 | 15m | 7本の不連続面が集中し，劣化度は大きいと推定 |
| ② T.D180～T.D185 | 5m  | 1本の断層破碎帯と推定            |
| ③ T.D200        | 2m  | 1本の断層破碎帯と推定            |



図－3 破碎帯の予想位置と実際の地質状況の比較

### 4. 考察とまとめ

TSP探査で問題となるのは不連続面の走向，傾斜であり，この設定のいかんによっては大きな誤差が生じる結果となる．今回，地形リニアメントから破碎帯の走向をN20～30Eと推定して解析を行った．しかし，実際の破碎帯の走向，傾斜は推定と異なり，N40～50W，50SWを示していた．また，この破碎帯によって周辺が擾乱されており，しかも擾乱範囲はランダムな状態を示していた（図－3の破碎帯出現位置）．表－1の①～③の予想位置と，実際に観察された地質状況の対比を以下に示す．

①は，TSP探査で不連続面が明瞭に検出されていながら12～13mの誤差を生じたのは，走向・傾斜の予想の誤りと，反射面を確認した位置からトンネル断面まで擾乱帯がうねりやわん曲しながら存在したためと判断できる．②は，明瞭な反射波を記録していることから切羽観察記録簿に記録されていないが，施工上着目するほどでない何らかの不連続面が存在したか，トンネル位置で①の不連続面に一体化した可能性が大きい．③は，探査結果と実際の切羽状況とほぼ一致したと言える．

以上のことより，TSP法による不連続面の出現位置は解析システムのアウトプットそのものではなく，全般的な地質状況も考慮して総合的に判断する必要があることが明らかになった．

【参考文献】笠，猪狩，山本：TSP探査法の予測精度に関する一考察：地盤工学研究発表会発表講演集，p. 449～450，1996