

## VI-134

## 特殊な地質条件下における坑内弾性波反射法の適用について

|        |        |
|--------|--------|
| 日本道路公団 | 緒方 正   |
| ハザマ 正員 | ○ 前田信行 |
| ハザマ 正員 | 笠 博義   |
| ハザマ    | 斉藤 篤   |

## 1. はじめに

合理的かつ安全なトンネル掘削を行うためには、トンネルルート上の地質状況を正確に把握することが非常に重要であり、最近では、トンネル坑内から切羽前方の地質状況(断層や破碎帯などの不連続面の有無およびそれらの位置)を探索する方法として“TSP法(Tunnel Seismic Prediction method)”が注目されている。筆者らは、数多くの現場でこの方法を適用し、実際の地質状況と探索結果の比較・検討を行い、TSP法の適用性や探索精度などについて検討を重ねてきた。

こうした適用事例の中で、TBMによって施工された東海北陸自動車道城端トンネル避難坑への適用は、TSP法を切羽前方の地山状況の探索手法として、施工サイクルに組み込み、ほぼ全線にわたって実施したものである。全線にわたる探索結果は、掘削実績とかなり良い対応を示しており、この手法は切羽前方の地山評価手法として、十分適用可能であることが確認された。しかしながら、坑口付近や土被りが小さいところなどでは、地表面の影響等によって探索精度が悪くなる傾向があることも同時に確認されている。

本研究は、こうした背景を受けて、城端トンネル避難坑のT.D.2810 m付近直上に存在する土被りの小さい谷部を対象として実施した探索結果についてまとめたものである。この地点は、貫入岩の存在も確認されており、施工に際しては、地盤の崩落等が懸念された。このような条件下でのTSP探索では、地形の影響や複雑な地質による弾性波の減衰とデータ解釈の困難さなどの問題が考えられる。そこで、谷部直下でのTBM掘削をより安全に速やかに行うために、谷部の地表踏査およびTSP探索を実施し、事前調査等も考慮に入れて総合的に地山状況を評価し、必要に応じて対策を採りながら、施工することとした。

## 2. 城端トンネル避難坑の工事概要および地質概要

東海北陸自動車道は、愛知県一宮市を起点とし岐阜県を経て富山県小矢部市に至る延長185kmの高速道路であり、このうち、富山県東砺波郡城端町に位置する城端トンネル避難坑は、トンネル延長約3200mの避難用トンネルである。掘削は直径4.5mのオープンタイプのTBMで行われており、ずり搬出は、TBMの急速施工性を最大限に引き出すために、坑内全線に設置したベルトコンベアによって、切羽から坑外まで連続的に搬出することのできる連続ベルトコンベア方式を採用した。

Tss: 砂岩・シタ岩      Do: ドレライト  
Tcg: 礫岩      数字: 弾性波速度  
Flf: 流紋岩質凝灰岩      (Vp: km/s)

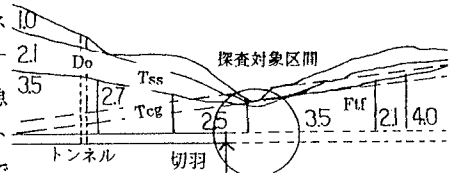


図-1 谷部周辺の地質断面図

本トンネルの地質は、安山岩および凝灰岩が主体で、所々にドレライトの貫入岩が見られる。岩質は全体的に堅硬であるが、き裂が発達し、透水性が高い。土被りは約20m～220mに変化する。

## 3. 地表踏査およびTSP探索結果

a) 地表踏査の結果について: 谷部周辺の地質断面図を図-1に示す。谷部周辺の地形については、対象となる谷は、ほぼ東から西に連続し、谷の北側斜面は急峻、南側斜面は緩斜面の非対称谷を呈しており、南側斜面の上方には小規模な地すべり地形が見られる。この谷の中心部は、かなり下方浸食が進んだ溝状の地形

トンネル、TBM、TSP探索

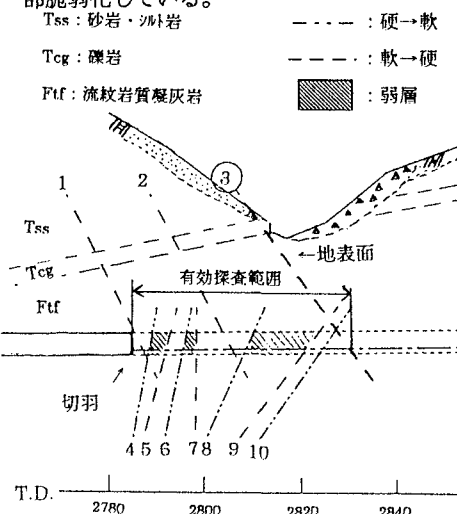
〒939 富山県二口町135の2 TEL 0764-21-9145 FAX 0764-21-9438

〒305 茨城県つくば市荻間西向515-1 TEL 0298-58-8822 FAX 0298-58-8839

を呈していることから、この地点に元来存在した構造的な脆弱部に位置していると推定される。また、この谷にはわずかなではあるが定常的に流水がみられる。

谷周辺部の地質については、流紋岩質凝灰岩を基盤とし、その上に礫岩が分布し、地表付近には地形に対応して崖錘堆積物が分布している。また、沢部周辺では、約30m離れた位置にある本坑上部でのボーリングにおいて確認された貫入岩と思われるドレライトの露頭が数カ所みられる。この貫入岩の傾斜はほぼ垂直で、走行は概ね南-北～北東-南西であり、この地域のリニアメントの方向とほぼ一致する。これらの岩は一般的に硬質で緻密であるが、貫入岩との接触面では変質を受けて一部脆弱化している。

b) TSP探査結果について：谷部でのTSP探査では、探査位置での土被りが小さく約50mであったため、有効探査距離を50mと仮定して解析および評価を実施した。また、図-2に示すTSP探査結果の中で、③の反射面は、傾きや出現位置が地表面にほぼ対応するため、地表面近傍による反射であると評価し、この反射面より前方は探査範囲外と判断した。探査結果によると、切羽～T.D.2805mの区間は、硬い地質と軟かい地質が交互に現れることや幅数mの弱層の存在が予想される。また、これまでの掘削実績から類推すると、この区間は流紋岩質凝灰岩中に小規模なドレライトの貫入岩脈やそれらに伴う風化帯の存在も予想される。T.D.2805～2825mの区間は谷の直下に相当し、最小土被りが19mとなり、探査結果では幅10m程度の軟質な区間の存在が考えられた。



地表踏査で得られた地形・地質の情報とTSP探査結果から得られた不連続面の情報から、谷部直下の地質状況を総合的に判断すると、下記のようにまとめられる。

- ・谷部直下は硬質な岩から成り土砂流出等の危険性は小さい
- ・貫入岩とそれに伴うき裂により、岩盤のブロック状の崩落の危険性がある

#### 4. 施工へのフィードバック

これらの検討結果を受けて、下記に示すような対策を採りながら、TBM掘削を行い、TBM掘削を中断することなく、無事、掘削を終えることができた。

- ① 事前の地上踏査により、T.D.2809m 直上部は土被りの小さい谷地形であり、TSP探査結果においてエネルギーの大きな反射面が連続して存在したことなどによって、岩盤崩落の危険性があると予測され、T.D.2780m 付近で肌落ちが発生したことから直ちに支保工の段取りを実施した。
- ② T.D.2797m の天端～右側壁で、粘土を挟在した脆弱な岩が現れたため、支保工の建て込みを行った。

#### 5. まとめと今後の課題

TBM掘進に際し、谷部直下の土被りが小さい区間での施工の安全性の確保のため、地表踏査およびTSP探査によって地質状況の調査を行った。その結果、岩盤のブロック状の崩落の危険性があると判断された。TBM施工時には、崩落時・湧水時の対策工の準備、地質状況を見ながらの慎重な施工、適切な支保パターンの選定等を実施し、無事に施工することができた。なお、今回の検討したような複雑な地形・地質条件におけるTSP探査においては、探査結果だけでは誤った判断をする危険性があるため、地形効果等を考慮して結果の解釈を行う必要がある。また、事前の地質調査情報は、土被りの小さい部分ではその信頼性が高く、探査結果を補完するのに有効である。

#### 参考文献

- 1) 越野洋一、山本浩之、笠博義、宇津木慎司、工藤繁樹：土被りが小さい区間におけるTSP法による切羽前方探査の適用性，第31回地盤工学研究発表会、pp2251-2252, 1996.7