

複数のトンネル前方探査を併用した探査精度の向上について

京都府山城北土木事務所 松尾真希

(株)大林組 正会員 ○宮越晃大 小山武志

1. はじめに

京都府南部の山城地域に位置する主要地方道「宇治木屋線」は、峠区間通行時の安全確保や新名神高速道路へのアクセス性向上等を目的に、京都府綴喜郡宇治田原町と相楽郡和束町を結ぶ全長 3.6km の区間について、バイパス道路を計画している。

そのうち、宇治木屋線（犬打峠）道路新設改良工事（犬打峠トンネル（仮称））（以下、「本工事」という。）は、宇治田原町側から和束町側へ $L=1,941.5\text{m}$ 区間のトンネル掘削を行う工事であるが、事前調査から、トンネル計画線沿いに断層破碎帯が 9 箇所（以下、F1～F9）確認されており、トンネル掘削時の突発湧水や不良地山の出現による切羽崩壊・支保工の異常な変状が生じるリスクが懸念された。切羽近傍で作業する際の安全性を確保するためには、前方の地山状況を正確に把握し、適切な支保選定や効果的な補助工法を実施することが求められた。

2. 地質概要について

地質概要を図-1 に示す。本トンネルを構成する地質に関して、基盤岩は領家変成岩類の丹波帯 I 型地層群であり層状チャート、頁岩が主体である。地質境界では破碎質な露頭が多く、脆弱な断層破碎帯の出現が予想された。特に F4 断層については、複数の露頭及びリニアメントからトンネルと直交する方向に断層破碎帯が分布しており、事前調査からトンネル掘削時に出現する可能性が最も高いと想定されていた。

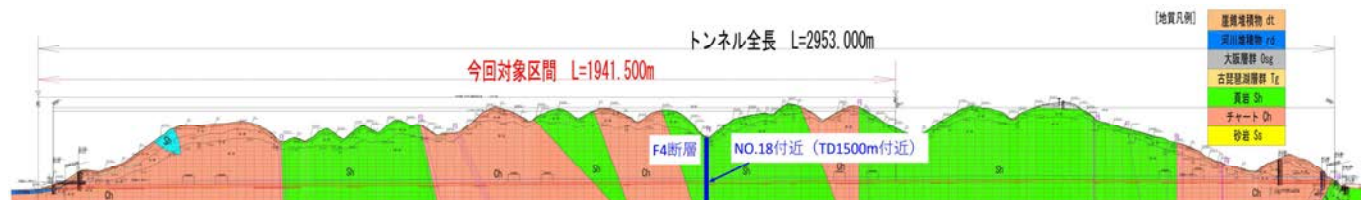


図-1 地質縦断面図

3. 前方探査の概要

本工事では、安全・確実にトンネルを掘削するために、切羽前方の地山状況を高精度で調査し、正確に把握することが重要であると考えた。そこで、坑内弾性波探査（以下、TSP303）（図-2）、ノンコア削孔切羽前方探査（以下、トンネルナビ）（図-3）を行い、それぞれの前方探査を総合的に評価し、支保構造や補助工法の選定を行うこととした。本稿では出現する確度が高いと言われている F4 断層付近で実施した調査結果について述べる。

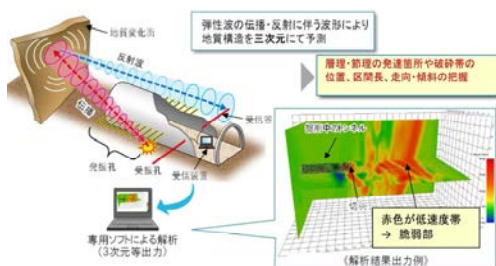


図-2 TSP303 の概要

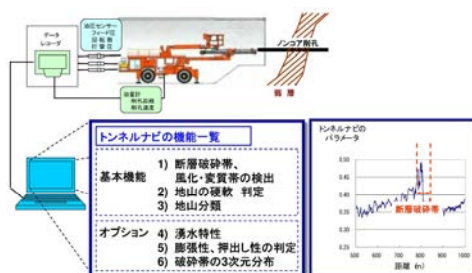


図-3 トンネルナビの概要

キーワード 山岳トンネル、断層破碎帯、前方探査、弾性波探査、ノンコア削孔切羽前方探査

連絡先 〒610-0200 京都府綴喜郡宇治田原町大字南 犬打峠トンネル JV 工事事務所 TEL 0774-66-6452

4. TSP303 の適用結果

TSP303（アンベルグ社製）は、弾性波速度の異なる物性値の境界面で反射した反射波から、反射境界面の位置と、P波・S波の速度分布を算出することができる。

図-4 に解析結果として速度解析結果・三次元速度分布を示す。速度解析結果では TD1, 435m～1,460m 付近で速度変化を繰り返しており、亀裂などの不連続面が集中していることを示唆した。また、三次元速度分布では同一区間で反射面が密集し、速度分布において暖色の低速度帯を示しており、断層破碎帯である可能性が高い。

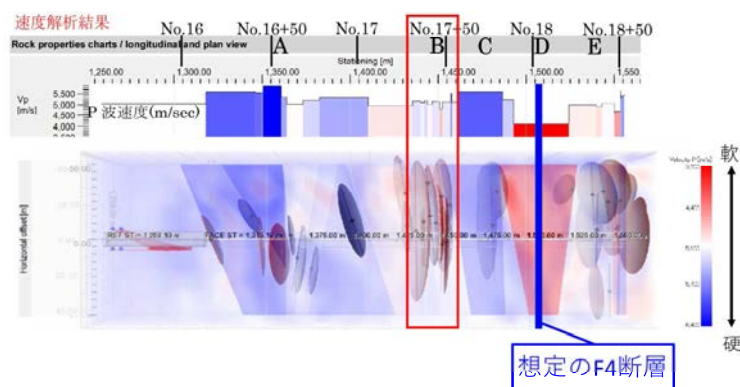


図-4 TSP303 解析結果

5. トンネルナビの適用結果

トンネルナビは前方予測技術として、油圧ジャンボに搭載されたドリフターを利用したノンコア削孔探査技術である。

図-5 にトンネルナビ解析結果（TD1, 411m～1,460m）を示す。TD1, 435m～1,460m の区間で地山等級 D I 相当であるという評価となった。

図-6 にトンネルナビ解析結果（TD1, 442m～1,473m）を示す。TD1, 460m～1,470m の区間で地山等級 D II 相当を示す局所的な不良地山を連続で捉えていることから TD1, 460m～1,470m の区間が断層破碎帯であり、F4 断層が想定より約 40m 手前で出現する可能性が高いと判断できた。

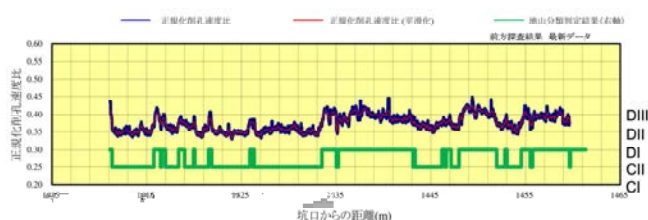


図-5 トンネルナビ解析結果（TD1, 411m～1,460m）

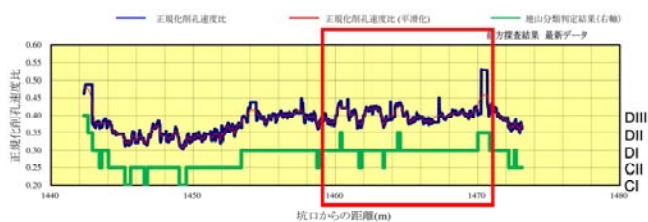


図-6 トンネルナビ解析結果（TD1, 442m～1,473m）

6. 当該区間の切羽状況・対策工

写真-1 に当該区間の切羽写真，図-7 にコンピュータジャンボで採取したエネルギーデータを基に作成したコンター図を示す。切羽天端～右肩部にかけて風化変質により強度低下した頁岩が露出し、時間の経過とともに抜け落ちが発生する切羽状況であった。コンター図においても切羽天端～右肩部にかけて暖色の不良地山を示しており、不良地山の出現を確認することができた。

当該区間の対策工としては、注入式フォアポーリングによる先受工、吹付けインバートによる早期閉合を実施し、問題なく掘削を進めることができた。

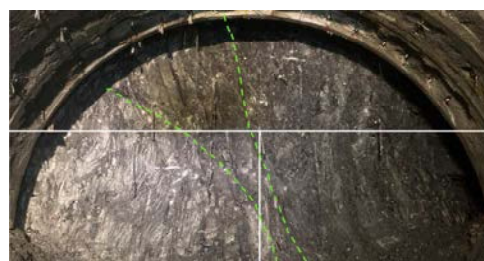


写真-1 切羽写真（TD1461.5m）

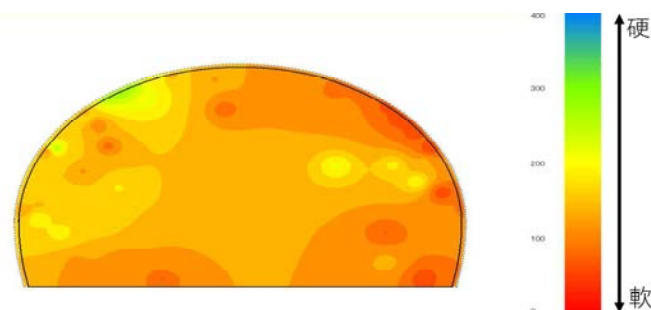


図-7 エネルギーデータのコンター図（TD1461.5m）

7. おわりに

本工事では複数のトンネル前方探査を併用し、それぞれの探査結果を基に総合的に前方地山を評価しながらトンネル掘削を進めた。TSP303・トンネルナビを併用することで、より正確に断層破碎帯(F4)の位置を把握し、適切な補助工法や支保構造を選定することができた。