

## 複数の削孔検層データを活用した湧水区間の対策

|         |           |     |        |
|---------|-----------|-----|--------|
| 西松建設(株) | 土木設計部     | 正会員 | ○小林 優太 |
| 西松建設(株) | 広高トンネル出張所 | 非会員 | 西田 幸弘  |
| 西松建設(株) | 技術研究所     | 正会員 | 山本 悟   |

## 1. はじめに

本工事は、鳥取市気高町から青谷町に至る気高青谷トンネル（全長  $L=2,132\text{m}$ ）のうち米子側から  $L=1,125\text{m}$  の区間を施工したものである。当初設計では新第三紀安山岩溶岩および自破碎質安山岩の出現が想定されていた。施工時にはそれに加えて、新第三紀凝灰角礫岩および古第三紀鳥取花崗岩が一部区間で出現した。

坑口より約 700m 地点において、上半発破完了後に突発湧水（約  $2,000\text{L/min}$ ）が発生し、岩芯まで風化した安山岩が約  $2\text{m}^3$  崩壊した（写真－1）。湧水量は坑内の排水能力を大きく越え、更なる切羽崩壊の恐れもあるため掘削を一時中断した。トンネル掘削を再開するためには、切羽前方の脆弱な帯水層位置の正確な予測による合理的な対策工の検討が必要であった。この際、削岩機の削孔データを使用した削孔検層「DRISS」による複数の削孔検層データを、三次元的かつ視覚的に活用した。

本稿ではその施工実績について報告する。



写真－1 突発湧水発生状況



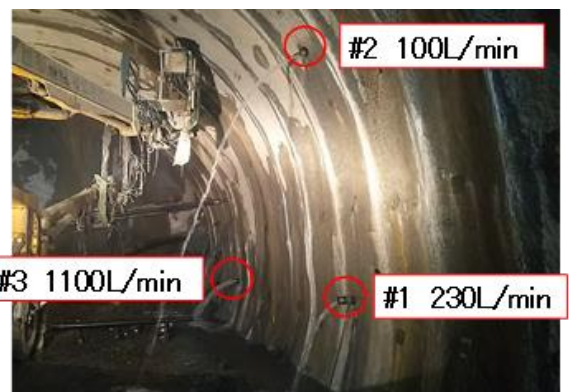
写真－2 前方水抜き (①～③)

## 2. 複数の削孔検層データを用いた切羽前方予測

突発湧水発生後、応急対策として AGF 鋼管（ $\phi 114.3\text{mm}$ ）による水抜きを実施した（写真－2，3）。水抜孔を削孔する際に、「DRISS」による削孔検層を実施して、下記のデータを得た。

- ①穿孔エネルギー（フィード圧、打撃圧、回転圧）
- ②穿孔速度（のみ下がり）
- ③穿孔反力（ダンピング圧）
- ④目視情報（湧水の量・色、くり粉の性状・色等）

穿孔エネルギーが  $100\text{J/cm}^3$  以下となり、湧水量が増加した区間に脆弱な帯水層が分布すると判断した。帯水層の位置を三次元的かつ視覚的に把握するため、「DRISS View」（当社開発）を用いて可視化した（図－1）。削孔検層の結果、脆弱な帯水層は著しく強度の低い土砂状であり、層厚 3m 程度、トンネル線形に対し  $20^\circ$  程度の走向を呈しており、トンネル掘削を進めるに伴い、切羽右側から徐々に切羽左側へ移動していくと予測した。脆弱な帯水層が切羽に出現することで、切羽は自立せず崩落し、トンネル周辺地山の緩み領域が拡大することが懸念された。



写真－3 側方水抜き (#1～#3)

キーワード： 山岳トンネル 突発湧水 削孔検層 DRISS

連絡先 〒105-6310 東京都港区虎ノ門 1-23-1 虎ノ門ヒルズ森タワー10 階 西松建設株式会社 土木設計部 TEL 03-3502-7637

### 3. 掘削再開後の対策

#### (1) 帯水層の位置の継続的な推定

掘削再開後も帯水層出現位置を推定するため、水抜きも兼ねた「DRISS」による前方、周方向探査を行った(図-2)。前方探査は、5箇所/1断面を進行9m毎に実施した。周方向探査は、5本/1断面を進行3m毎に実施した。探査の度に、帯水層の位置、帯水層の走行、傾斜を見直しながら施工した。

探査の結果、予測通りに帯水層は左に移動していくことを確認した。また、層厚は徐々に減少していくことも確認することができた。これらの施工時のデータをフィードバックし、対策工を見直しながら施工を行った。

#### (2) AGF打設配置の見直し

探査により確認した脆弱な帯水層の位置情報をフィードバックして、1シフトごとに事前に計画したAGFの打設配置を見直しながら施工した。また、坑内計測の計測断面を増設し(1mごとに変位を確認)、1日2回の計測を行い、厳しい管理体制で施工した。

その結果、切羽、天端部の大きな崩落は発生することなく、天端沈下、内空変位の最大変位量は10mm程度と管理基準Iレベル以下に抑制できた。

#### (3) 非常駐車帯位置の変更

突発湧水が発生した地点は、非常駐車帯であったため、非常駐車帯の位置については、関係法令、各種準拠基準を考慮した上で、地山状況が比較的良好となった位置に変更した(変更距離179m)。

### 4. まとめ

本工事では、複数の削孔検層データを活用して切羽前方地山を三次元的かつ視覚的に把握することで、合理的な対策工の検討を行った。

切羽前方の脆弱な帯水層を三次元的に把握することで、補助工法の要否や施工範囲の決定などが可能であった。また、作業員に対しても、危険箇所を視覚的に伝えることが可能となり、安全面でも効果的であった。

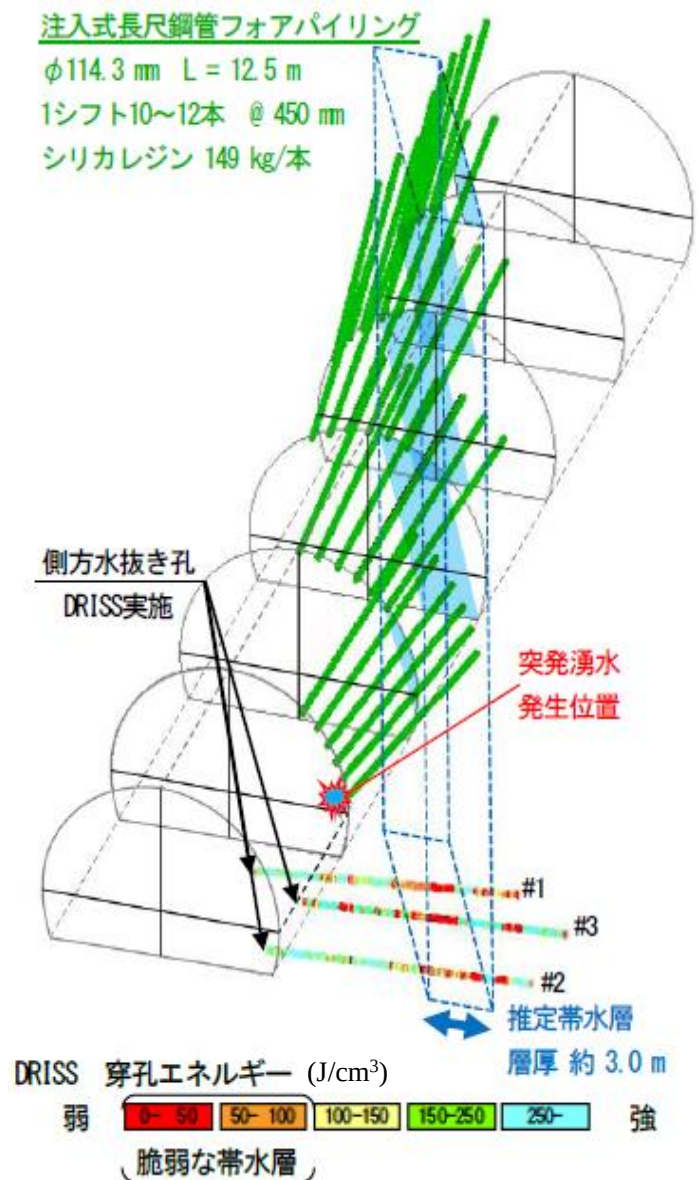


図-1 DRISS View に基づく切羽前方予測

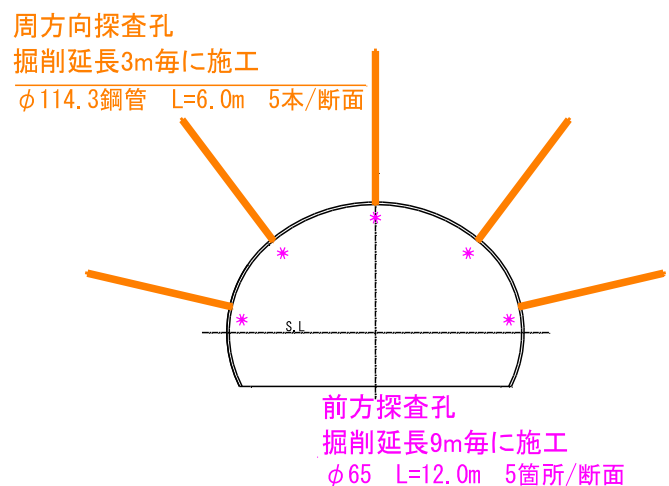


図-2 掘削再開後の削孔検層