

工業用内視鏡を利用した切羽前方可視化技術の開発

戸田建設(株) 正会員 ○関根 一郎、小林 由委
正会員 法橋 亮、尾花 敬治
応用理学技術士事務所 石垣 和明
オリンパス(株) 平田 康夫

1. はじめに

トンネルを安全にかつ合理的に掘削するためには、切羽前方の地山の地質を把握することが重要であり、TSPをはじめ弾性波反射法による切羽の前方探査手法など様々な技術開発がなされてきた。また、頻繁に適用される削孔検層システム¹⁾は、油圧ジャンボで切羽前方の削孔をする際、削孔エネルギーや削孔速度を記録し、地山の良否に関する情報を得るものであるが、間接的な情報でありデータからの地山推定に限界があった。

そのため、切羽前方の地質を直接観察する方法として、工業用内視鏡を利用した切羽前方可視化技術「DRi スコープ」を開発した。本文では「DRi スコープ」の技術の特徴を述べるとともに使用事例を紹介する。

2. 工業用内視鏡を利用した切羽前方可視化技術「DRi スコープ」の特徴

「DRi スコープ」は、通常トンネル現場に配備されている油圧ジャンボを使用し、ロッドを連結して所定の長さまで削孔したのち、ロッドの送水孔内に工業用内視鏡を挿入し孔内を観察するもので、従来、観察することができなかったビットの先端の地質状況を可視化することができる。この技術を併用することにより削孔エネルギーなどの間接的な情報に加えて画像としての地質情報を得て、精度の高い切羽前方の地質情報を把握することができる。本技術の

特徴は下記のとおりである。

①図-1 のようにロッドがケーシングの代わりをするため、今まで簡易には調査ができなかった崩壊性地山でも切羽前方の地山を可視化した情報が得られる。

②工業用内視鏡には先端首振り機構があるので、ビットの送水孔分岐部等形状

の複雑な部分を通過してビットの先端に工業用内視鏡を送り込み、カメラの方向を変えながら孔壁を観察することができる。

③ロッドを引き抜きながら観察することで、延長方向に連続的な画像が得られ、地山状態の変化が把握できる。

「DRi スコープ」を適用することにより、岩種の違い、地山の破碎の状態、粘土化状態などを直接映像で可視化することができ、従来の削孔検層システムに併用して実施することにより、確実に地山を把握することが可能となり、施工時の安全性の向上、合理的な施工に寄与するものである。

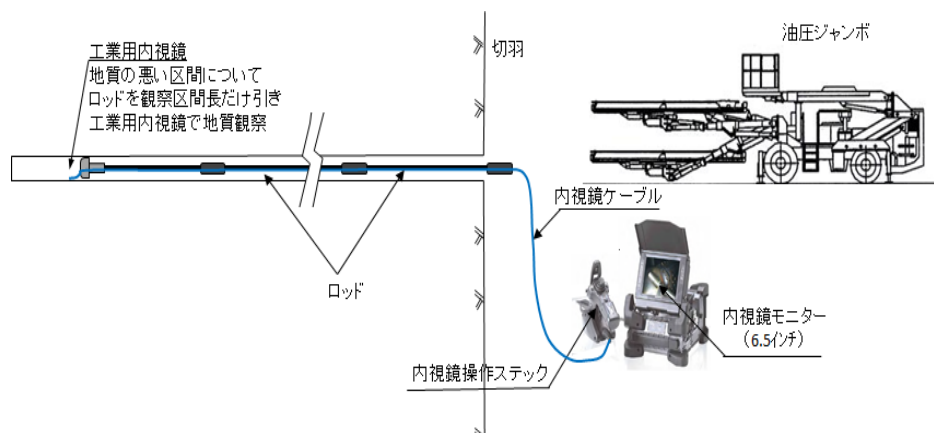


図-1 切羽前方可視化技術「DRi スコープ」の概要図



写真-1 工業用内視鏡によるビット前方映像(花崗岩地山の例)

キーワード 切羽前方探査、工業用内視鏡、削孔検層システム、可視化

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設株式会社 TEL:050-3818-6433

3. 現場への適用事例

1) 調査の概要

「DRi スコープ」を適用した事例の内、岩石の違いを識別した事例を紹介する。

本事例は、既存の水路トンネルと近接・交差するため、その前後で長さ 15m の削孔検層を行うとともに、DRi スコープを適用した。適用した工業用内視鏡はオリンパス(株)製 IPLEX FX で、挿入部外径 6.0mm、長さ 18m である。

2) 岩種の判別と掘削結果との対比

岩質は、泥質岩・玄武岩混在岩と閃緑岩からなる。DRi スコープによる孔内画像を写真-2 に示す。写真-2a) の岩の白色部分は玄武岩で、通常は暗灰色のものが炭酸塩化作用により白色に変質交代している。閃緑岩は岩脈状に貫入しており、比較的細粒である。図-2 は DRi スコープによって判読した地質柱状図で 10.74m から 15.5m で閃緑岩が観察された。なお、これらの判読には事前の地表地質踏査、削孔検層実施時に削孔水から回収したクリ粉の情報も参考にして判断している。

図-3 は、掘削時に切羽で観察された地質縦断面図である。貫入した閃緑岩が左側から天端付近に出現し、掘削に従い右側踏まえ部に連続していた。図中に DRi スコープによる観察結果を併記したが、閃緑岩の岩脈の位置を捉えることができた。

4. まとめ

工業用内視鏡を利用した切羽前方可視化技術「DRi スコープ」について、概要、特徴を紹介するとともに、適用事例を紹介した。DRi スコープにより削孔検層システムの先端の地山を可視化して観察することができた。当該地点の地質は炭酸塩化作用による変質交代を伴っており、判読に当たっては地質に応じてクリ粉の観察や事前の地表踏査などを踏まえて総合的に判断する必要がある。なお、DRi スコープには割れ目幅の計測などの機能があるが、別の機会に報告することとしたい。

(参考文献)

1) 杉内仁志・石垣和明：山岳トンネル切羽前方穿孔探査システム (DRISS) の適用、土木学会第 60 回年次学術講演会 (平成 17 年 9 月)



a) 泥質岩・玄武岩混在岩画像

b) 閃緑岩画像

写真-2 孔内観察岩石画像例

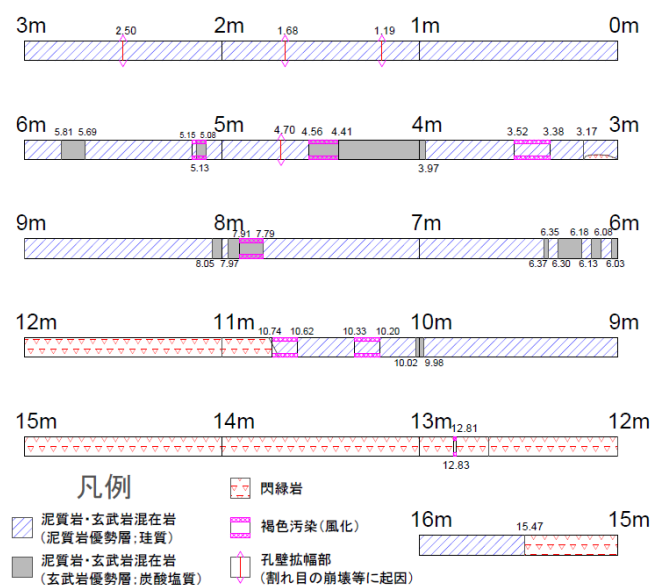


図-2 DRi スコープにより観察された柱状図

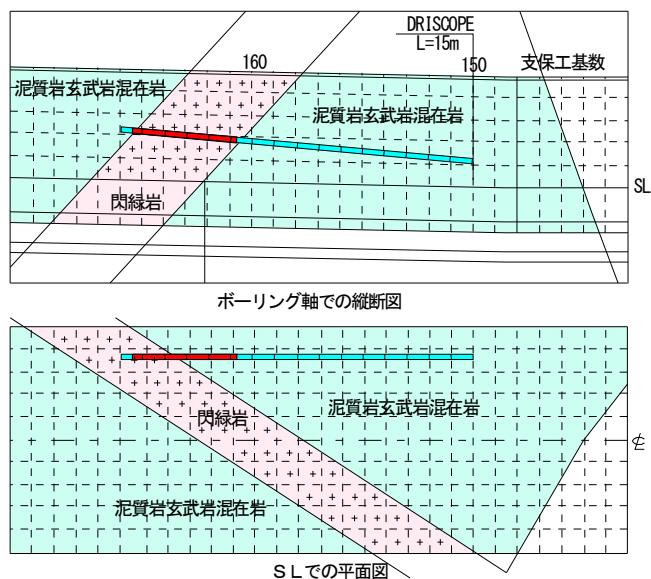


図-3 掘削時切羽観察による地質縦断面図