

VI-83

画像処理による切羽前方予知

(株)奥村組 正員 ○寺田 道直 日本道路公団 正員 殿垣内正人
(株)奥村組 正員 武田 光 (株)奥村組 正員 新田 宏基

1. まえがき

山岳トンネルにおいては、事前に設計・施工を確定し得るような十分な質・量の調査を行うことは不可能に近い。このため、施工段階の調査が極めて重要な意味を持つが、近年の急速化施工の進展はその一方で切羽観察や力学計測による地山評価の時間を圧迫する傾向にあり、急速化施工のサイクルに整合し得る効率的な調査手法の開発が待たれている。

このような背景から、筆者らは、画像処理によってトンネル壁面の地質情報を短時間で効率的に取得する方法を考案し¹⁾、先進導坑壁面の地質調査に適用した²⁾。今回、本手法を上信越自動車道五里ヶ峯トンネルの切羽前方探査に適用し、断層破砕帯の予知を試みたのでその概要を報告する。

2. 切羽前方予知の方法

切羽前方予知はトンネル技術者にとって永遠の課題と言っても決して過言ではなく、従来からいろいろな方法が試みられている。いずれの方法も一長一短があり決定的な方法は見当たらないが、最も確実な方法は切羽での先行ボーリングによる方法であろう。しかし、この方法は切羽でボーリング機械を使用するため、一般に施工の中断を余儀なくされる、多大の費用と時間がかかる、などの問題がある。

ここで、切羽に常駐する施工用の油圧ドリルを利用して切羽前方にできるだけ小口径のボアホールを削孔し、孔壁の画像情報を速やかに取得する方法を考えれば、上記の問題はほとんど解消できる。そこで、小さな円錐鏡とCCDカメラの組み合わせにより小型化したボアホールカメラを用いて、孔壁の展開画像をリアルタイムに取得し、画像処理によって切羽前方の地質を解析する、図-1の方法を考案した。この際、ボアホールの削孔情報や物理探査情報を加えることにより、前方地山をより客観的・定量的に評価できる。

これにより、1週間分の施工範囲を週末に予め調査し、当初の設計・施工の問題点を事前に把握して、突発的な切羽崩壊や変状による手戻り作業の発生を未然に防止しようとするものである。

3. 五里ヶ峯トンネルへの適用結果

上信越自動車道五里ヶ峯トンネル西工事は、北西～南東方向に伸びる千曲川に平行して延長2,604mの本坑(掘削断面積80~100m²)と延長2,649mの作業坑(同16m²)を新設するもので、平成6年10月の1期工事完成を目指して施工中である。地質は第三紀中新世の黒色頁岩～頁岩砂岩互層(頁岩優勢)を主体とし、一部ひん岩、石英斑岩などの貫入岩類で構成される。この頁岩～頁岩砂岩互層は比較的堅硬であるが、貫入岩類との接触部では破砕や熱水変質を受けて脆弱化していることが考えられる。

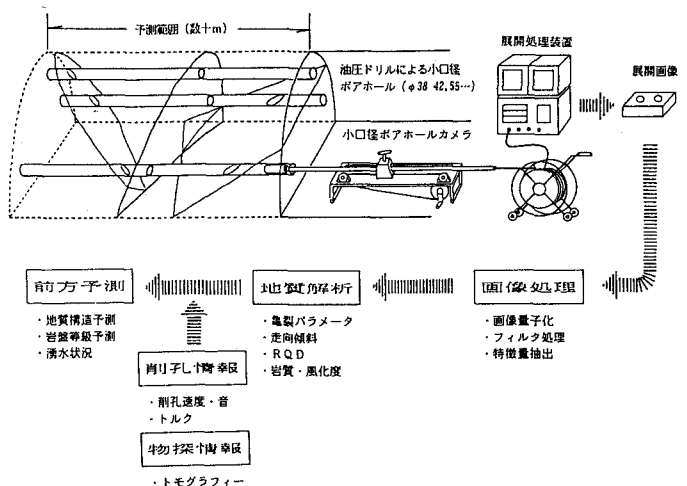


図-1 切羽前方予知システム

本トンネルにおいて先行する作業坑切羽(STA.412+43.6m)に破碎帯が出現したため、本坑切羽の左右のスプリング位置に油圧ドリルを用いて長さ30mのボアホールを2本削孔し、切羽前方予知システムにより断層破碎帯の探査を試みた。

探査結果の一例として孔壁展開画像の出力を写真-1に示す。亀裂の集中箇所や粘土化の進行箇所では孔壁の崩壊や洗掘により、ボアホール径が大きくなる状況が明瞭に識別でき、地質的問題箇所を事前に十分把握できることがわかる。

展開画像から、連続した亀裂面でコアは分離するものとして求めた孔壁RQDの分布を図-2に、その孔の削孔速度の分布を図-3に示す。図-2より、孔壁RQDは3～4mの間隔で周期的に大きく変化する傾向が認められ、ほぼこの周期で脈岩貫入による変質や破碎の影響を受けていると判断される。また、図-2と図-3の比較より、削孔速度は、孔壁のRQDが小さい亀裂の集中箇所や粘土化の進行箇所で大きくなる傾向が認められ、地山の有効な評価指標となり得ると考えられる。また、油圧ドリル(HD-150)による削孔時間は約80分/30m、探査の所要時間は約90分/30mで、施工サイクルに整合可能であると判断される。

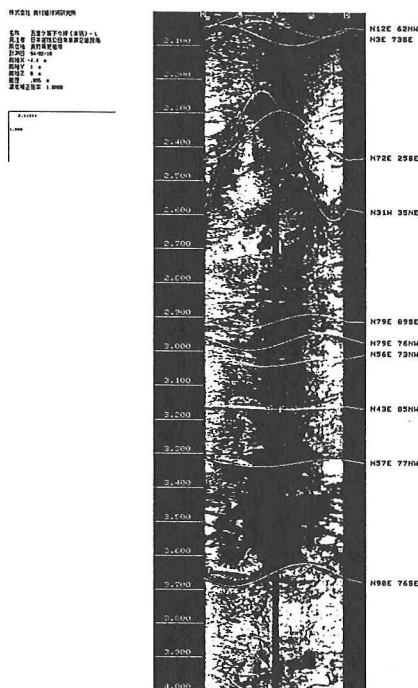


写真-1 孔壁展開画像

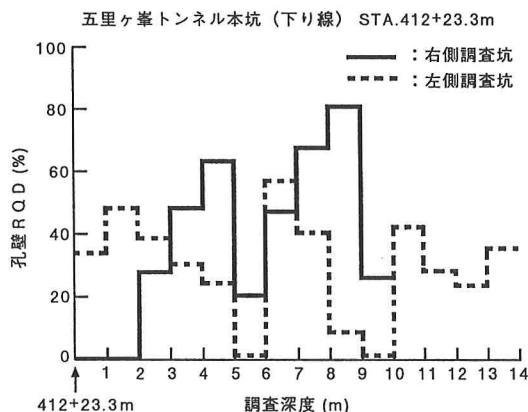


図-2 孔壁RQD分布

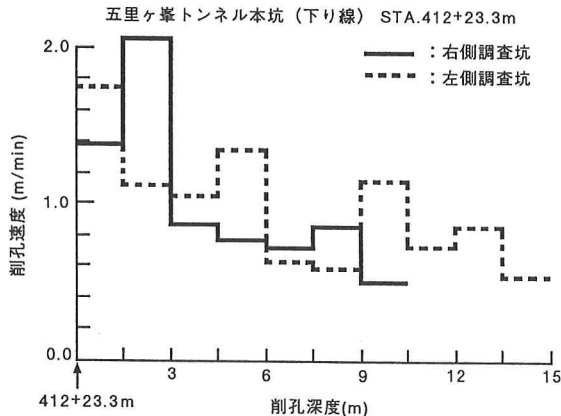


図-3 削孔速度分布

4. あとがき

切羽前方の断層探査に画像情報を利用した簡便な方法を適用した。その結果、本手法により断層破碎帯の予知は可能であることが判明した。また、30m程度のボアホールの削孔から調査完了までの所要時間は3時間弱であり、1週間の施工サイクルに十分整合可能であることが確認された。

【参考文献】

- 1) 小林・寺田：「画像処理による地質予知システムの開発」、センサ技術、1993年4月号 (Vol.13 No.4)
- 2) 寺田・水原・大塚・木野田：「画像処理によるトンネル壁面の地質調査」、土木学会第47回年講Ⅲ・355