

油圧式削岩機を利用した切羽前方の旧坑道調査

西松建設技術研究所 正会員 石山宏二
 西松建設 正会員 引間亮一
 西松建設 石井洋司

1. はじめに

トンネル切羽前方の地質性状を坑内から迅速かつ定量的に把握するために、施工に用いられる油圧式削岩機の穿孔油圧データ等を利用した切羽前方探査（穿孔探査）法を開発し、現場に適用してきた^{1),2)}。前方探査を実施する目的としては、地層境界の位置、断層破碎帯（弱層）あるいは湧水層の有無とその位置、規模、程度（地山等級）の確認等が挙げられる。

今回、穿孔探査法を適用したトンネル周辺には、炭鉱跡である旧坑道の存在が想定されていたが、その位置・規模等は資料調査等からは特定されていなかった。そこで、施工の妨げとなる旧坑道（空洞）の有無と位置・形状を確認するために、想定地点に対して穿孔探査を実施するとともにボーリング調査およびカメラ調査を行った。その結果、空洞調査における穿孔探査法の有効性が確認されたので報告する。

2. 旧坑道調査概要

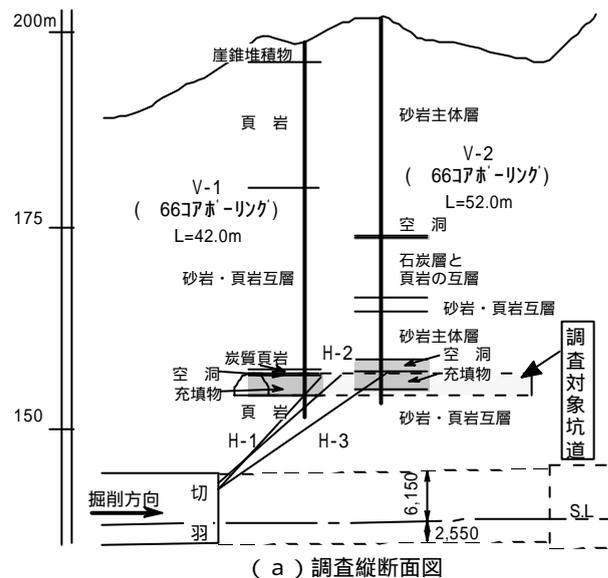
トンネル周辺は、古第三紀石狩層群赤平層・美唄層と呼ばれる頁岩、砂岩、砂岩・頁岩互層および石炭層から構成されており、比較的均質な堆積軟岩が分布している。図1に資料調査により想定され、存在すれば施工の妨げになると判断された旧坑道と掘削中のトンネルとの位置関係および調査概要を示す。図中、V-1,2は地表からのコアボーリング、H-1～3は切羽から油圧式削岩機による穿孔探査を実施したボーリング孔を示す。

始めに想定されていた旧坑道の直上からコアボーリングを実施した。コア観察の結果を図1(a)の縦断面図に示す。V-1孔では標高155.2～157.7m区間で、またV-2孔では155.4～159.45m区間で旧坑道の空洞・充填物が確認された。その後、V-2孔を利用してカメラ調査を実施したが、光量不足のため空洞の奥行きに関しては把握できなかった。そこで、ボーリング孔間の情報を補完すべく、切羽から3方向に穿孔探査を実施した。穿孔探査により推定された旧坑道の位置を図1(b)の平面図に示す。

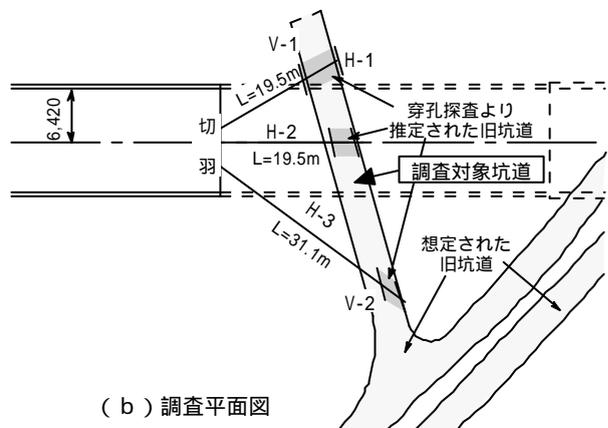
以上の結果、調査対象である旧坑道の位置・形状がほぼ推定され、セメントミルク等の注入による対策工が検討・実施された。

3. 地山評価パラメータの挙動に基づく旧坑道位置の推定

穿孔探査法では、主にダンピング圧¹⁾、穿孔速度、穿孔エネルギー²⁾に基づき地山評価を行っている。本報告では穿孔エネルギーの挙動に着目し、旧坑道穿孔時の特徴



(a) 調査縦断面図



(b) 調査平面図

図1 想定された旧坑道の調査概要

キーワード：トンネル、油圧式削岩機、切羽前方探査法、空洞

連絡先：〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 Tel：046-275-1135 Fax：046-275-6796

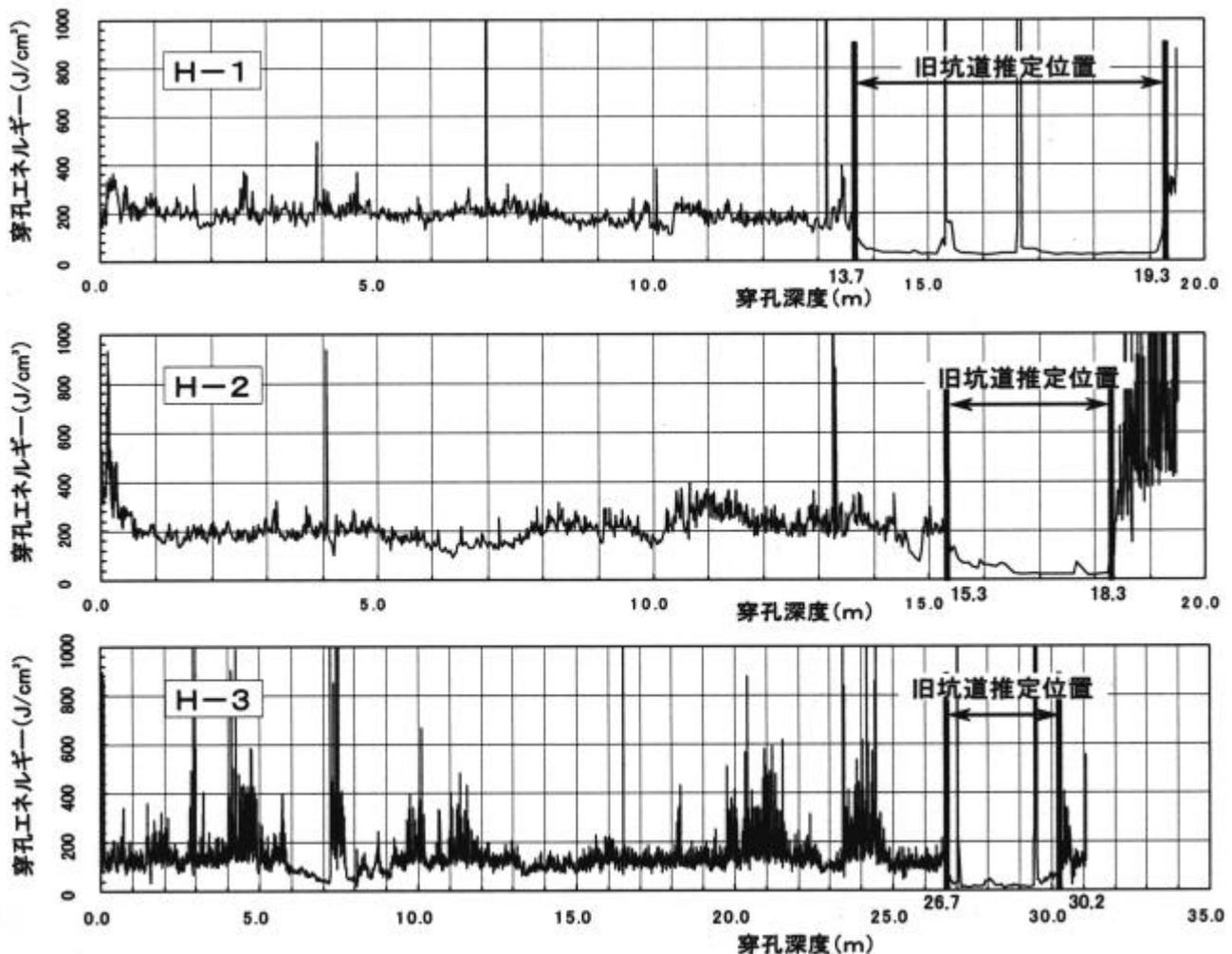


図2 旧坑道穿孔時における穿孔エネルギー出力事例

について述べる。図2にH-1(L=19.5m)、H-2(L=19.5m)、H-3(L=31.1m)の3孔を穿孔した際の穿孔エネルギーの挙動を示す。先に述べたように、本サイトの地質は比較的均質な軟岩であるため、H-1、H-2の穿孔エネルギーの値は200J/cm³前後で、またH-3は120J/cm³前後と亀裂質な硬岩地山を穿孔した場合に比べて値が小さいとともに変動・バラつきが少ない結果が得られた²⁾。ここで、H-3の中心値がH-1、H-2の値に比べて小さいのは、穿孔中のくり粉および回転圧の変動等から判断して、H-1、H-2では砂岩・頁岩互層を穿孔していたのに対し、H-3ではより平均地山強度の低い頁岩優勢層を穿孔した結果と考える。さらに、6～8m区間において60J/cm³程度までの穿孔エネルギーの低下が見られる。これもくり粉から判断すると、さらに強度が低い石炭層を穿孔したためと評価している。上記の結果を考慮し、石炭層穿孔時よりも穿孔エネルギー値が低くバラつきの少ない区間、図中H-1では深度13.7～19.3m、H-2で15.3～18.3m、H-3では26.7～30.2mにおいて、旧坑道(空洞あるいは充填物)が存在すると考えた。さらに、空洞等間隙が大きい箇所を穿孔した際の特徴である削孔水の逸散も本区間にて見受けられたことから、最終的にこの3区間を結ぶ線上に旧坑道があるものと断定した。

4. まとめ

掘削中のトンネル周辺に想定される旧坑道(空洞)の位置・形状等を確認するために、油圧式削岩機を利用した穿孔探査法を坑内切羽から実施した。その結果、地山評価パラメータの挙動のみならず、くり粉の性状・削孔水の有無等目視情報を考慮することで、空洞調査において穿孔探査法が有効であることがわかった。

【参考文献】

- 1) 山下、石山、稲葉、早坂、塚田：油圧式削岩機のダンピング圧を利用した切羽前方探査法、トンネル工学研究論文・報告集(第6巻) pp.107-112、1996。
- 2) 引間、石山、塚田、石井：堆積軟岩地山における油圧式削岩機を用いた切羽前方探査とボーリングコアとの比較、第30回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、pp.238-242、2000。