

切羽周辺で取得した三次元データによる地質評価手法の検証

清水建設(株) 正会員 ○邊見 涼, 谷村 浩輔, 淡路 動太

1.はじめに

近年の探査・測量技術の進歩に伴い、山岳トンネル工事において、切羽形状の三次元データや色情報等を簡易に取得可能になってきている。また、ソフトウェアや情報機器の高度化により、今まで扱いきれなかった大容量のデータについても処理できるようになってきている。このような状況を踏まえて筆者らは、取得した三次元データ群を、CIM ソフトを用いて現場の掘削実績と統合し、効率的に地山状況を把握する手法の開発に取り組んでいる。その一環として今回、ある双設トンネルの一方(坑道 A)の切羽の写真測量結果から取得した三次元切羽形態データを基に地質モデルとして地質境界面を推定し、それを他方のトンネル(坑道 B)側に延長して他方トンネルの掘削実績と比較した。その結果、開発過程の手法の妥当性を検証できたので、報告する。

2.三次元地質モデルの推定手法

本検討では、写真測量ソフトによって複数の切羽写真から絶対座標と色情報をもつ点群データ(切羽三次元形態データ)を取得し、それを CIM ソフトに取り込み、CIM ソフト上で地質境界面を設定することで、その境界によって二分される三次元地質モデルを推定した。以下、詳細について述べる。

(1)三次元切羽形態データの取得

三次元切羽形態データは、写真測量ソフト「Agisoft PhotoScan」(Agisoft 社製)を用いて、位置や角度の異なる複数の写真を解析し、取得した。

典型的な形態データを示す(図-1)。本切羽は、暗灰色の塊状の火山岩と赤褐色を呈する未固結の火山砕屑物から構成され、塊状部では板状節理が発達している(図-2)。図-1 から、岩盤の凹凸や節理面のエッジが立体的に表現されていることが確認できる。また、色情報も反映されていることから、塊状部と未固結部の地質境界面も直感的に把握できる。

(2)CIM ソフトへの統合と三次元地質モデルの推定

使用した CIM ソフトは「Geographia」((株)地層科学研究所)である。取り込んだ形態データは、すべてが絶対座標をもった点群からなるため、任意の断面で切り取ることができる。切断面からは掘削形状と地山性状を示す色情報がわかり、形態データ上での地質境界面の立体的な広がりを直接把握す

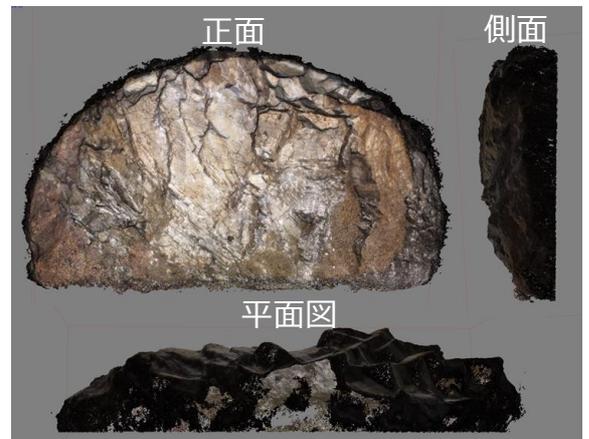


図-1 三次元切羽形態データ

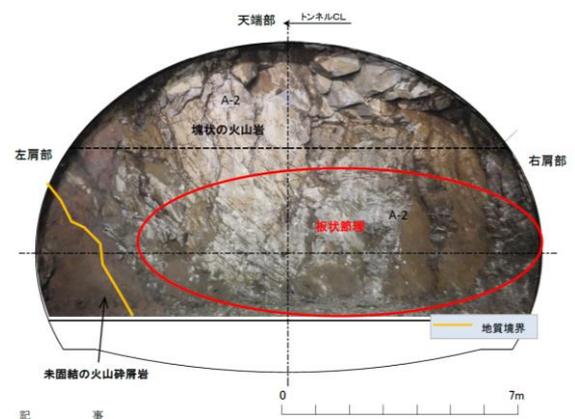


図-2 切羽観察記録



図-3 作成した切断面

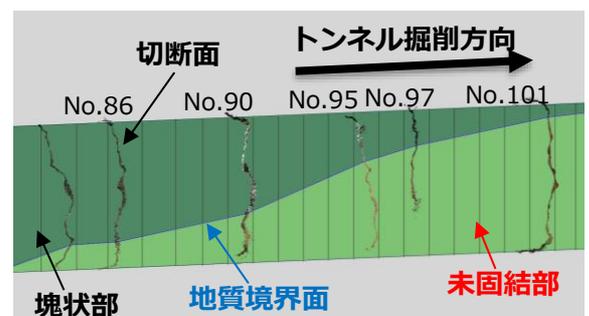


図-4 切断面より作成した縦断面

キーワード 山岳トンネル, 三次元地質モデル, 写真測量, CIM, ロックボルト穿孔探査

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1 清水建設(株) 地下空間統括部 TEL03-3561-3887

ることが可能となる(図-3)。また、CADに出力可能なため、縦断図や平面図等に取りまとめることもできる(図-4)。

三次元地質モデル(地質境界面)は、形態データをCIMソフト上で連続して並べ、複数の切断面から得られる境界面をつなぐことで推定可能である。

図-5に坑道Aの未固結部から塊状部への地質の変化が見られる箇所の形態データを用いて推定した地質モデルを示す。

3.地質評価手法の検証

以下、推定した地質モデルの妥当性の検証するため、図-5の地質モデルと坑道Bの掘削実績(地質展開図)とを比較した結果を示す(図-6)。坑道Bでは、切羽観察より未固結部から塊状部への地質の変化がサイクルNo.130から見受けられた。一方で、地質モデルからは、坑道BのサイクルNo.135から地質が変化することが予想された。一般的に火山岩層の境界面は堆積岩層と異なり、境界面がはっきりしておらず走向傾斜のバラつきも大きいため境界面の延長の推定が難しいが、本手法では、ずれが5m程度であり、おおむね一致したといえる。

また、坑道Aではコンピュータジャンボを用いてロックボルト穿孔探査を実施しており、背面地山6mの範囲の穿孔エネルギーを得ている。図-6に示した通り地質モデルは穿孔探査の結果とも整合性があり、境界面を境に未固結部と塊状部とで穿孔エネルギー値の大小がわかれているのがわかる。

以上のことから、形態データから三次元地質分布を推定する手法の有効性が確認できた。したがって、当該トンネルも含めた双設トンネルの掘削工事において本手法は、先進坑のデータから後進坑の地山性状の事前把握に有効であると期待される。

4.まとめ

- ・写真測量により切羽写真のみから解析を行い、三次元切羽形態データを取得できることを確認した。
- ・形態データをCIMモデルに統合し、切断面を作成することで、得られる地質境界面をつなぎ効率的に地質モデルを推定することが可能となった。
- ・切断面上の情報はCADに出力可能なことから、三次元のCIMモデルを任意の断面で切り取り、二次元の縦断図や平面図等に取りまとめることが可能となった。
- ・地質展開図や穿孔エネルギー値といった現場実績と推定した地質モデルを比較したところ、おおむね一致したことから、本手法の有効性を確認できた。

今後は、ボーリングデータ等を現在の地質モデルに反映させ、より広域で精度の高いモデルの作成方法について検討を進めていく予定である。

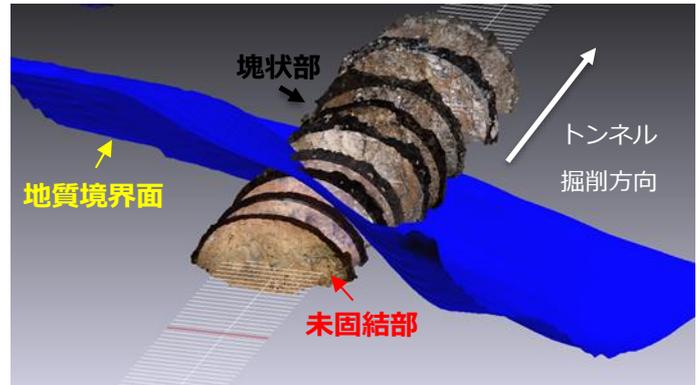


図-5 三次元地質モデル(地質境界面)

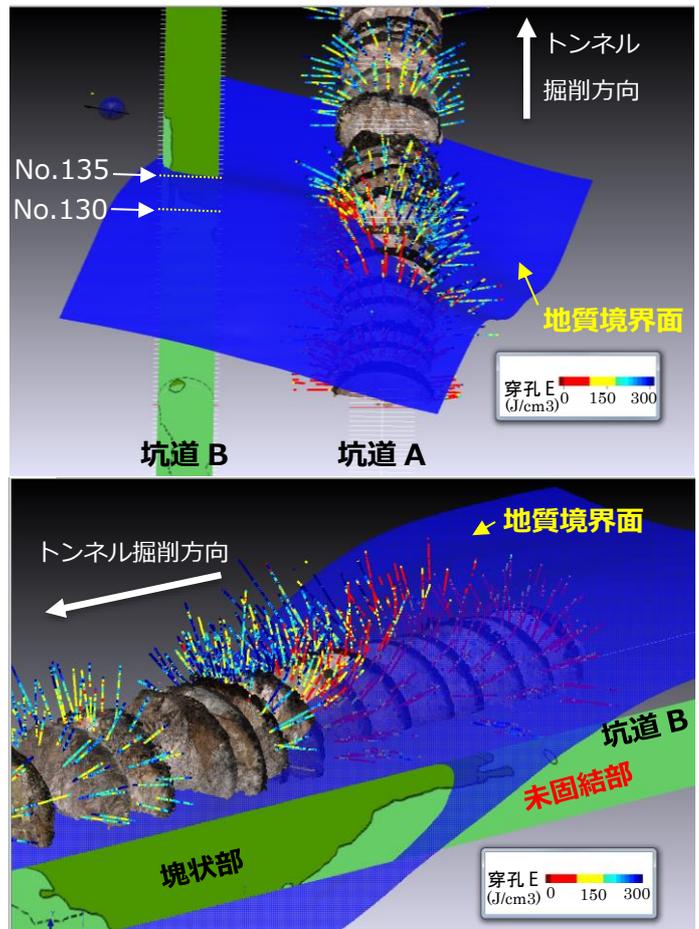


図-6 現場実績との比較(CIMモデル)