

山岳トンネルにおける3次元モデルの活用

(株)熊谷組 正会員 ○宇山 大治
 (株)熊谷組 正会員 辻 栄太郎
 (株)熊谷組 志水 政弘

1. はじめに

天城北道路(延長6.7km)は、伊豆縦貫自動車道(延長60km)の一部をなし、中伊豆地域の南北軸交通を担う自動車専用の道路であり、伊豆地域南西部へ向かう交通の渋滞緩和や、災害に強い道路の形成を図ることを目的として計画されている。

本稿は、天城北道路における湯ヶ島第三トンネル(現:矢熊トンネル)の施工において3次元モデルを活用した結果について述べる。

2. 工事の特色

湯ヶ島第三トンネルは、その全線(トンネル延長 L=199m)に亘り 1.5D 以下の低土被りな山岳トンネルであり、補助工法としてフォアポーリングまたは AGF が設計されていた。また、起点側坑口は斜面斜交型の坑口でありトンネル支持盤(深礎杭, エアミルク盛土, 抱き擁壁)構築のため、偏圧地形である急斜面の掘削を行う設計となっていた。さらに、地表面踏査の実施結果から地表面に地すべりの形跡が確認され、掘削施工時に地すべりを起こす可能性があった。

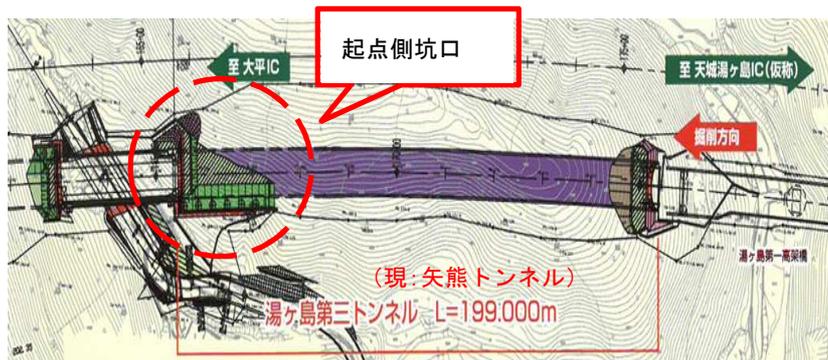


図-1. 平面図

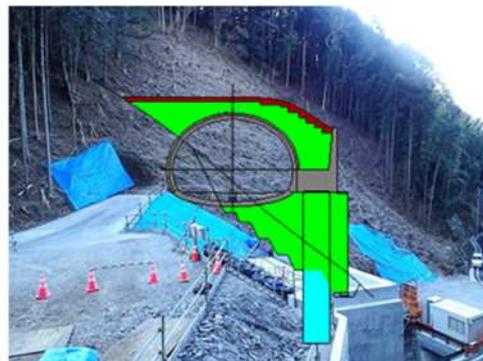


写真-1. 起点側坑口イメージ図

3. 3次元モデルの活用

トンネル掘削工および、起点側坑門工において正確な現況地形の把握が重要となるため、3次元モデルを作成し施工に活用した。

4. 3次元モデルの作成方法

まず、3次元モデル作成に必要な現況地表面の点群データ取得のため起工測量においてレーザースキャナー測量と UAV 測量を実施した。トンネル両坑口部は特に精度が要求されるため、固定式レーザースキャナー計測器(精度:数 mm 程度)を用いたレーザースキャナー測量とし、さらに工事エリア全体についてドローンを用いた UAV 測量を実施した。なお、UAV 測量はデジタルカメラと写真測量より点群データを取得

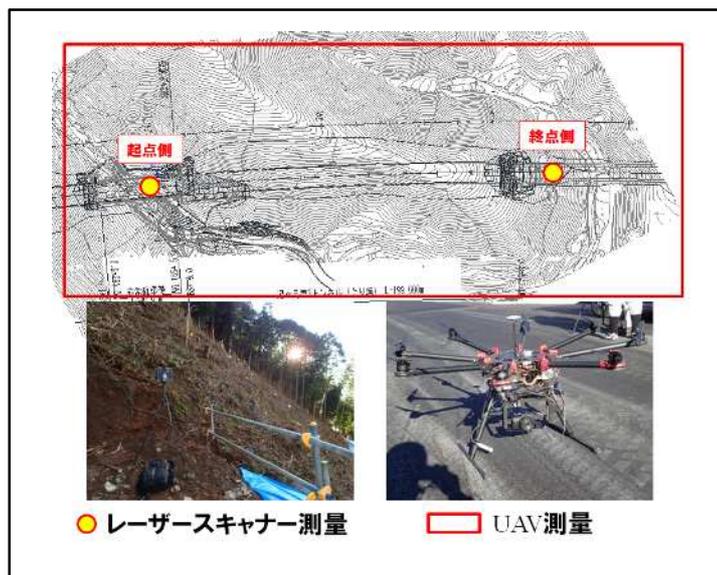


図-2. 測量計測範囲

キーワード：低土被り, 山岳トンネル, 3次元モデル

連絡先：〒501-2565 岐阜県岐阜市福富 151-1 広見トンネル作業所 TEL 058-213-2477(作業事務所)

するものである。次に、両測量で得られた点群データに対してノイズ処理及び復元を実施した。処理復元には 1 週間を要した。

最後に、国土地理院地図情報、属性データ等を点群データ解析ソフトに入力しモデルを作成した。

5. トンネル掘削工における 3次元モデルの活用

低土被りで偏圧地形を呈するトンネルは地形とトンネルの位置関係を把握したうえで掘削を進めることが必要である。3次元モデルを活用することでその位置関係を視覚化し、先受け工等の補助工法等の補助工法の打設位置や範囲を的確に設定することが可能になった。

また、補助工法(フォアポーリング, AGF)を視覚化することで、周囲地形との位置関係を明確にすることができる。これによって、起点側坑口部の抱き擁壁の位置と鋼管の干渉についても視覚的に把握することが可能になり、干渉防止を考慮した鋼管打設位置の設定を行った。

6. 起点側坑門工における 3次元モデルの活用

作成した 3次元モデルを用いて起点側坑口部法面の検討を行った。当初は、設計にある切土法面に対して現況地形を照らし合わせ安定した法面形状モデルを作成した。また、この結果からより具体的な法面安定対策を検討することができた。モデル作成によってあらゆる角度から複雑な形状を把握することができる。

7. 施工情報の CIM 化への展開

今回行った 3次元モデルのデータは、モデル管理ソフト(NavisWorks, Navis+)に入力することで、トンネルの各ブロックに切羽観察簿、坑内変位計測記録、出来形管理記録、品質管理記録といった施工情報を 3次元モデル内に取り入れることができる。これにより、一つのモデル内に情報を集約することができる。他にも、トンネル供用後においてトンネルの維持管理の基礎資料として活用していくことが出来る。

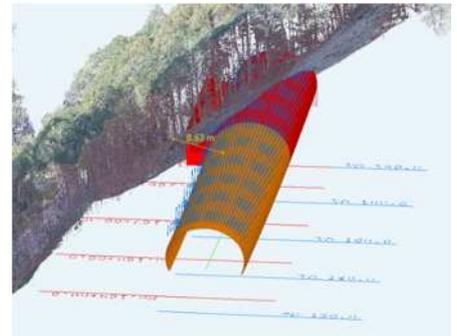


図-3. 任意断面での 3次元モデル図

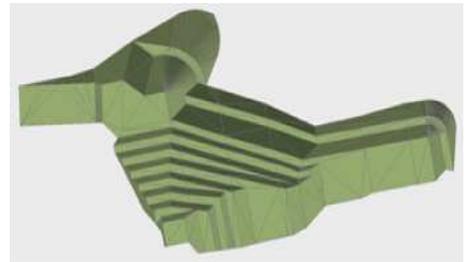


図-4. 切土法面モデル

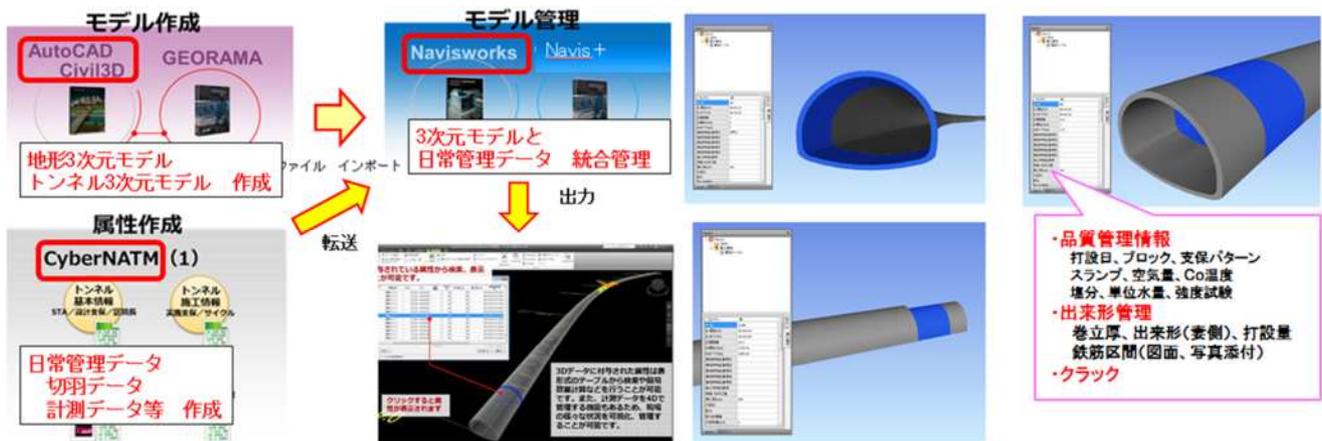


図-5. 情報化施工フロー図

図-6. 情報化施工のイメージ図

8. まとめ

今回、トンネル掘削工および起点側坑門工において 3次元モデルを活用した。トンネル掘削工では 3次元モデルを活用し補助工法の位置の視覚化とトンネル土被り厚の実状を把握した。起点側掘削工では当初設計の切土法面と現況地形を照らし合わせて法面形状を検討する資料とした。3次元モデルはあらゆる角度から形状を立体的に確認することができ、こうしたことで視覚的な把握に優れていることがわかった。また、レーザースキャナーを用いた 3次元モデルでは再現精度のある現況モデルを作成することができた。

最後に、施工情報の CIM 化への展開も行うことができ、施工情報を集約し供用後のトンネル維持管理に活用することが期待される。