

急崖斜面での斜交型トンネル坑口における3次元モデルの活用事例

(株)熊谷組 正会員 ○天下井 哲生 フェロー会員 伊藤 省二 正会員 中出 剛 志水 政弘

1. はじめに

本工事は伊豆縦貫自動車道の一環である天城北道路(全長 6.7km)のうち, 工事延長 238m, トンネル延長 199m, 掘削断面積約 92m²の工事である(図-1). 起点側坑口は斜面に斜交した坑口であることから, トンネルの安定性を確保するため, 約 40m を深礎杭ならびにFCB 軽量盛土にて人工的に地山を構築したのち, トンネル掘削を行う工法が採用された(図-2). 坑口周辺の地形は急崖斜面であるとともに盛土を構築するための掘削形状は複雑である. ことから, 施工前に施工方法や安全対策等について十分な検討を行う必要があった. ここでは, このようなトンネル坑口の施工において3次元モデルを活用した検討について報告する.

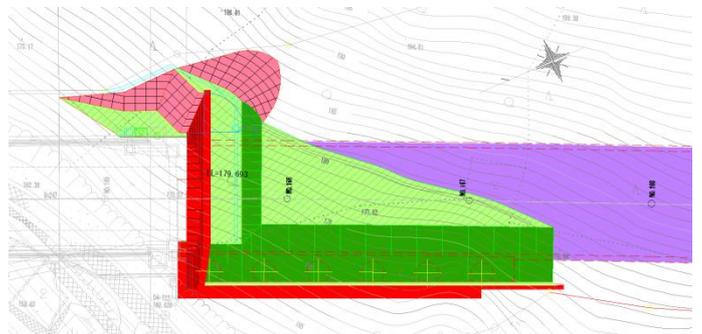


図-1 起点側坑口平面図

2. 3次元モデルを活用した設計検討

1) 地表面形状の照査

起点側, 終点側の坑口については詳細な検討を実施するため伐採後に地上レーザースキャナ, 工事エリア全体を俯瞰する形で UAV 測量を実施した. 測量データから作成した3次元地形モデルを図-3に示す. 3次元モデルを作成することで, 工事エリア全体を3次元空間で把握するとともに, 詳細な地形の変化を確認した. また, 起点側の坑口については, 設計図面の等高線と地上レーザースキャナから作成した点群データについて TIN サーフェスを作成し差分解析を行った. 図-4に示すように掘削範囲において最大で約 1.0m の差を生じたが現況地形に大きな変化は認められなかった. 差分解析には Land Forms (ISP 社)を使用した.

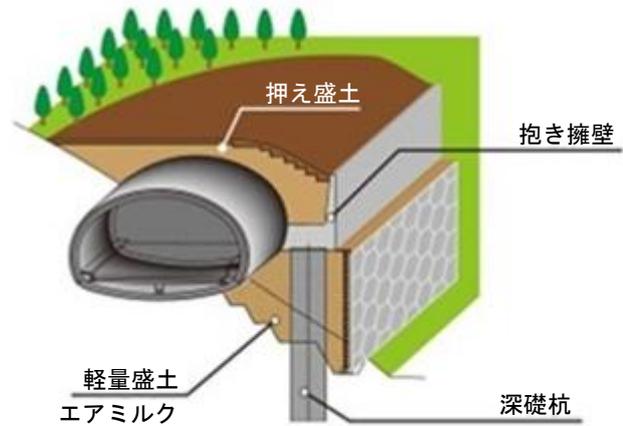


図-2 起点側坑口概略図

2) 構造物掘削の検討

明り部での人口地山を構築するための掘削は図-5に示すように最大高低差が約 30m, 法面の段数が最大で 8 段となり非常に複雑な形状であった. また, 設計照査の段階で平面図と縦断図・横断図が異なっていたことから, 現況測量から得られた3次元地形モデルを用いて施工性を考慮した掘削形状の検討を行い, 最適な構造物掘削の3次元モデルを作成した(図-6). 3次元モデルを作成することにより, 複雑な形状であっても視覚的に形状を把握することを容易にするとともに, 任意での断面作成が容易になり法面の安定

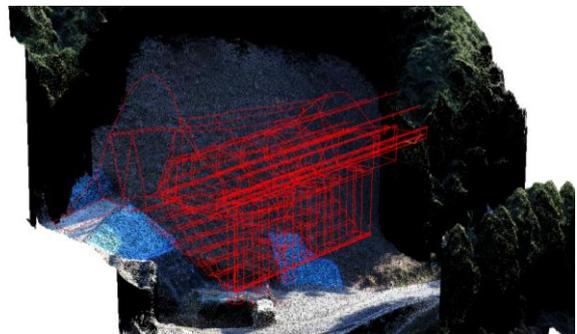


図-3 3次元地形モデル

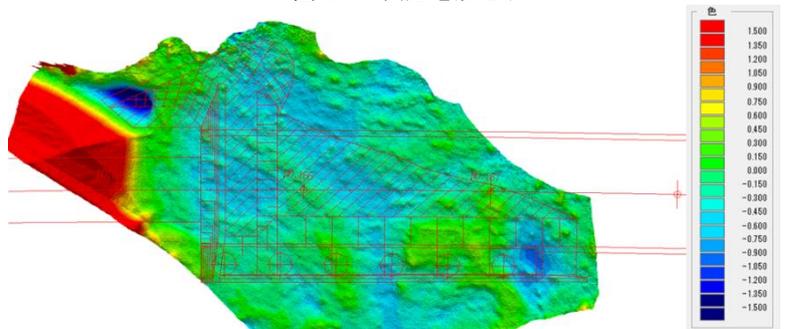


図-4 差分解析図

キーワード 天城北道路, 急崖斜面, 斜交型トンネル坑口, 地上レーザースキャナ, UAV 測量, 点群
 連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組 土木事業本部 TEL 03-3235-8622

検討や変更図作成等の設計業務の効率化を図ることができた。

3次元モデルを活用した施工計画

1) 施工空間の確認

図-6 に示すように施工のステップごとに 3 次元モデルを作成することで、視覚的に施工の流れをシミュレートした。また、施工重機等の配置や輻輳する工種等を 3 次元の空間に表現し、施工方法や安全対策等の検討をより具体的に行うことができ、施工の効率化につながった。構造物掘削、構造物の作成には Civil 3D(Autodesk 社)を使用した。



図-5 構造物掘削平面図

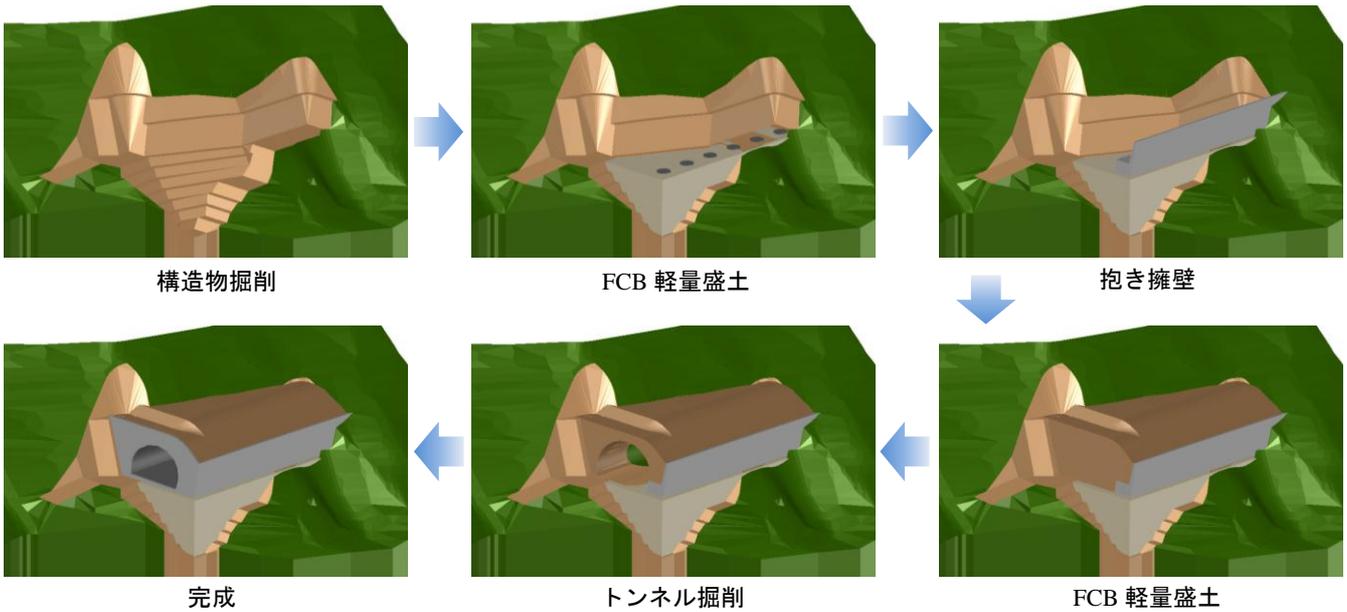


図-6 施工ステップごとの 3次元モデル

2) 3D プリンターによる模型

作成した 3 次元モデルを 3D プリンターにより出力した(写-1)。現場での施工検討会において出力した模型を活用することで、画面上だけでは把握しづらい部分についても手に取り実際に見ることで詳細を把握することができ、協力業者と活発な意見交換をすることができ非常に有効であった(写-2)。



写-1 3D プリンターで出力した模型



写-2 施工検討会における活用

3. おわりに

3次元モデルを活用することで設計段階・施工前段階において様々な検討を可能にするとともに施工の効率化も図られ平成29年11月13日に無事に貫通を迎えることができた。今後はVR・AR・MRといった可視化技術を施工に活用していくことで、さらに効率化を図っていきたいと考える。