

## 山岳トンネル坑口部の急崖斜面对策における BIM/CIM の活用

株式会社熊谷組      正会員    ○石濱　茂崇  
                                        辻　栄太郎  
                                        大川　剛史

## 1. はじめに

三遠道路 1 号トンネル工事は、トンネル終点側坑口部で風化による開口割れ目が発達した岩塊が露頭する急崖斜面が連続しており、トンネル掘削時の発破振動により崩壊が発生する恐れがあったため、トンネル掘削に先行して斜面对策工を実施した。斜面对策工の実施に伴い、BIM/CIM を活用し、設計および施工管理の効率化を図った。本稿は、急崖斜面对策における BIM/CIM の活用について報告する。

## 2. 工事概要

本工事は、長野県飯田市から静岡県浜松市北区に至る延長約 100km の高規格幹線道路である三遠南信自動車道のうち、延長 642m を NATM 工法で掘削する道路トンネル工事である。当初、終点側坑口部斜面对策工は、ロープ伏工や岩接着工、落石防護柵工を実施予定であったが、工事開始後の調査の結果、不安定な岩塊の存在が明らかとなった。そのため、この不安定岩塊に対し、掘削除去および鉄筋挿入工を実施することとした。

### 3. BIM/CIM の適用

適用した BIM/CIM の具体的な実施事項は、地形の点群データと不安定岩塊形状、のり面形状等を 3 次元空間で重ね合わせ、不安定岩塊の掘削形状を検討し、対策工を選定した。また、斜面对策工の施工データを集約・3 次元モデル化（可視化）し、一元管理した情報を次ブロックの施工へフィードバックすることにより、設計・施工管理の効率化を図った。

#### 4. 地質概要

本トンネルの地質縦断図を図-1に示す。本トンネルに分布する地質は、新第三紀の火成岩類である設楽層群であり、流紋岩質の溶結凝灰岩や凝灰角礫岩が出現する。これらの岩石は非常に硬質であるものの、割れ目が発生しやすい。終点側坑口部では、開口割れ目を伴い、急崖を形成している。

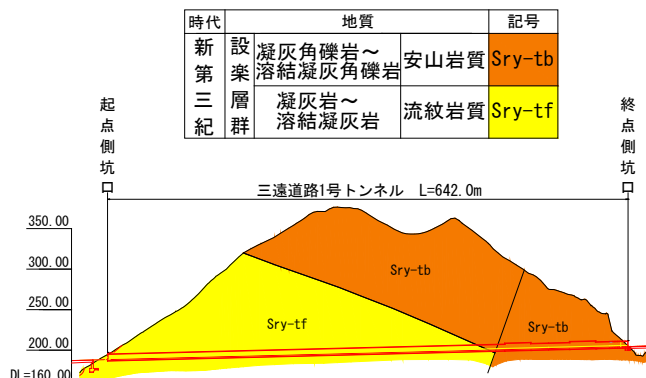


図-1 地質縦断図

## 5. 追加調査の実施

前述のとおり、急崖斜面の安定性が懸念されたため、詳細な地形・地質調査を実施した。地形測量は、坑口部が伐採前であることから、レーザードローンによる方法を採用した。測量の結果(図-2)、坑口近接斜面にクリープ状の不安定な地形がみられ、内部に開口割れ目が存在した場合に、トンネル掘削の影響で崩落する可能性が考えられた。そのため、トンネル貫通前にボアホールスキャナを含む調査ボーリングにより岩塊内部を詳細に確認することとした。ボーリングは上下2段で実施し、その両者で地表面より約3mの位置に20mm程度の開口割れ目が確認された(図-3)。得られた走向傾斜から、これらの開口割れ目が連続して存在する可能性が高く、かつトンネル掘削時に崩落の危険性があると判断した。

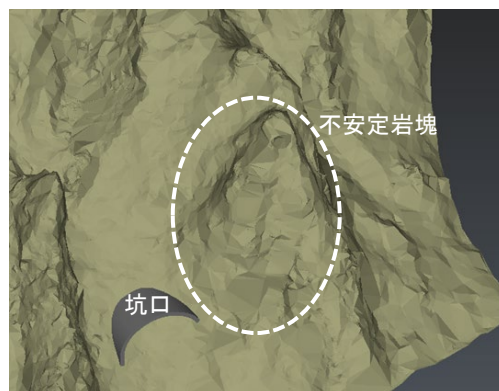


図-2 終点側坑口部 不安定岩塊

キーワード 山岳トンネル坑口部，急崖斜面，開口割れ目，斜面对策，BIM/CIM

連絡先 〒460-8402 愛知県名古屋市中区栄四丁目3番26号 (株)熊谷組名古屋支店 TEL 052-238-3490

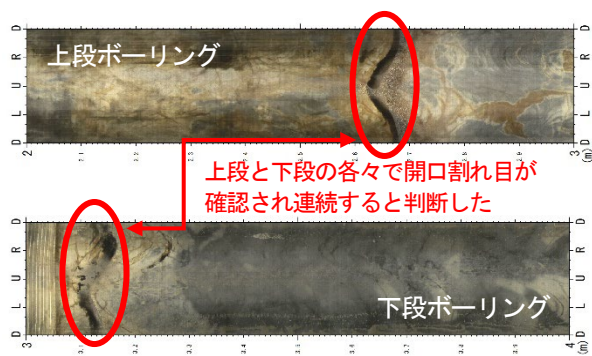


図-3 ボアホールスキャナで確認された開口割れ目

## 6. 対策工の概要

不安定岩塊は掘削除去することを基本としたが、急崖部であることから、岩掘削の影響が及ぶ範囲が大きく、健全な岩塊の掘削が多く発生するため、様々な掘削形状を検討し、本工事における対策工として最小限の鉄筋挿入で収まる形状とした（図-4）。

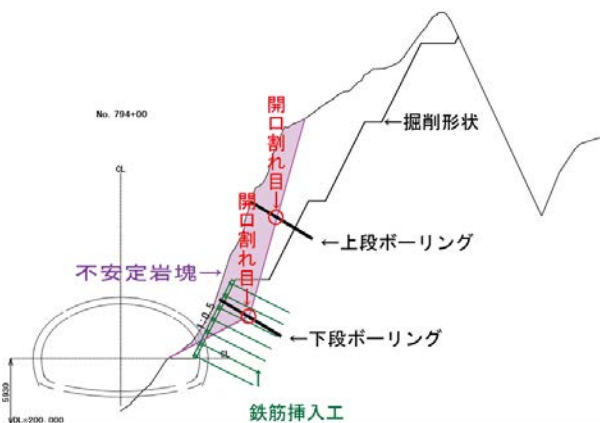


図-4 調査ボーリング・対策工断面図

## 7. BIM/CIM による施工管理

不安定岩塊の掘削には、高所無人掘削機（セーフティークライマー工法）を採用した（写真-1）。岩掘削形状と掘削数量を適宜把握するため、2～4週間毎にドローンによる写真測量（SfM）を実施し、BIM/CIMで施工中の斜面の3次元モデルを作成し、時系列で確認できる4次元管理を行った。4次元管理には、ブラウザ上で点群データや3次元設計データを確認するCIMPHONY Plus（福井コンピュータ社製）を採用した（図-5）。斜面对策工のCIM化については、3次元地質解析ソフトウェアMakeJiban（五大開発社製）の斜面对策CIM機能（のり面CIM）を使用した。鉄筋挿入工の属性情報は、Excel等の表計算ソフトで入力する仕様となっており、施工管理業務の一環で作成可能である。図-6にのり面CIMにおける設計情報（のり面形状、対策工）と属性情報の表示画面を示す。



写真-1 高所無人掘削機の掘削状況



図-5 4次元管理画面での点群と掘削形状

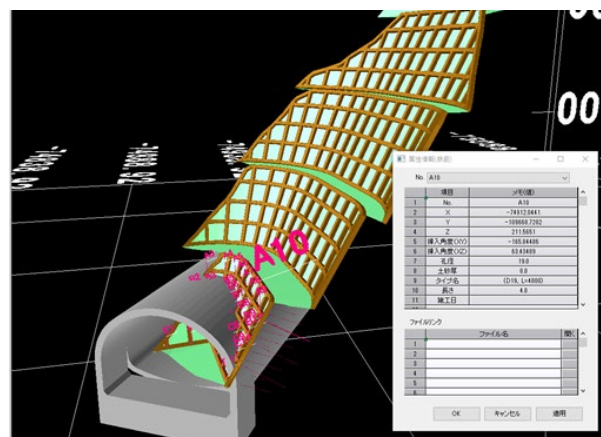


図-6 のり面CIMでの設計データと属性情報

## 8. まとめ

- BIM/CIMにより、掘削形状と開口割れ目の位置関係の把握が容易となり、様々な掘削形状パターンの検討が可能となった。
- 施工中における4次元管理は、簡便であるため、施工途中段階で随時確認が可能となった。
- 写真測量（SfM）により、安全性とともに、生産性も向上した（2名から1名に人員削減、約3時間から約1時間に作業時間削減）。

## 参考文献

石濱茂崇（2022）：トンネル坑口急崖斜面で実施した「のり面CIM」、令和4年度研究発表会、日本応用地質学会