

切羽前方地質状況を取り込んだ山岳トンネル予測型CIMの開発

大林組 技術研究所 正会員 ○畑 浩二
 大林組 技術研究所 正会員 中岡 健一
 大林組 技術研究所 正会員 藤岡 大輔

1. はじめに

昨今、建築分野では BIM (Building Information Modeling) が注目を集めている。これは、躯体の構造や材質および特徴を属性情報とし、PC 上で 3 次元的にモデル化しながら幾何学的な取合いや工程を検討し生産性を向上させようとするものである。一方、2012 年末に国土交通省が推進し始めた CIM (Construction Information Modeling/Management) は、設計、施工、維持管理の段階で得られる各種情報を一元的に統合化し、インフラの維持管理に役立たせようとするものである。筆者らは、この構想に先駆け、山岳トンネルへの BIM 適用を研究し¹⁾、2013 年から現場試行を開始した結果、近畿地方整備局発注の見草トンネルで我国初となる山岳トンネル CIM (図 1 参照) を構築するに至った²⁾。

本報告では、山岳トンネルにおいて施工の成否を握ると言っても過言ではない切羽前方の地質性状を開発済みの CIM に取り込み、さらなる生産性向上を目指したシステムの開発について述べる。

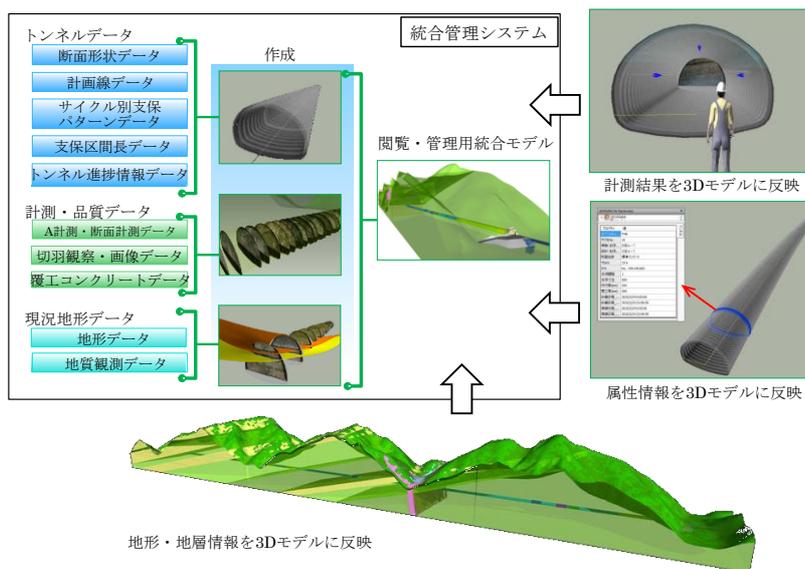


図 1 山岳トンネル施工型 CIM の概要

2. 施工型CIMから予測型CIMへの転換

開発済みの CIM は、地形・地質などの当初設計情報、切羽観察や計測結果などの施工時情報を元に 3D モデル化していることから施工型 CIM の位置付けとなる。本システムに限らず、現状の CIM は既に決められた設計情報や施工時点情報が整理され、いわば過去の情報の統合化である。山岳トンネルでは、これから掘削しようとする切羽前方の地質状況を理解しておくことが極めて重要で、工期遵守や工費削減さらには安全安心施工に役立たせることが可能である。そのため、切羽前方地質状況を掘削前に把握し、それら結果を CIM に取り込むと、より効果的な利用に供することができる考えた。すなわち、施工型 CIM から予測型 CIM への転換である。

3. CIMに取り込む切羽前方探査技術

切羽前方の地質状況を把握する方法として、著者らはノンコア削孔切羽前方探査技術³⁾(以下、削孔検層と称す)と簡易な孔内観察技術⁴⁾を実用化している。前者は、コアを採取しない高速ボーリングを実施し、削孔機械データから地質の硬軟や脆弱度合い、さらには断層破碎帯の有無を予測するものである。既に適用総延長約 30km に達し、切羽観察による地山等級評価との整合率は概ね 80%の結果を得ている。一方、後者は、削孔検層による削孔穴を簡易な観察装置で視準し、岩盤内部のき裂状況や風化変質および自立性を直接観察できる特徴を有している。観察距離は、ボーリング孔内下部に堆積するスライムを装置挿入時に抵抗なく乗り越えられるなどの工夫を施すことで水

キーワード：CIM, 切羽前方探査, ノンコア削孔切羽前方探査, 孔内観察

連絡先：〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 TEL042-495-0918

平孔 100m までを可能にした。ただし、現状では孔内を見るだけの機能に限定している。

これら 2つの技術を併用して活用することで、強度変形に係る力学的な地山評価にき裂の幾何学的特性や風化変質などの地質学的評価を付加することができ、坑内観察記録と同程度の質的評価が可能になると考えられる。

4. 予測型 CIMにおける切羽前方探査結果の展開

開発システムはコストを下げるるとともに、システム変更の容易性を考慮して使用するソフト群を選定した。地形モデル、トンネル形状モデル作成には AutoCAD Civil3D を、地質構造モデル作成には GEORAMA を使用する。施工時に日々得られる切羽観察、各種計測結果、支保工情報および切羽前方探査情報は、CyberNATM と Excel を基本に作成し、属性データの紐付けは Navis+で行う。そして、全ての要素を Navisworks で統合し管理する。CIM において極めて重要な事項に、各種データの連関と紐付けがある。生産現場での各種情報整理には Excel が多用されていることから、Excel データをそのまま利用できるシステムとした。

某山岳トンネルで得られた孔内観察画像と削孔検層データの一例を図 2 に示す。通常、削孔検層で解析された結果は図 2 下図のような折れ線グラフとして示されるが、本システムに取り込むに当たり、図 3 に示すように削孔位置や方向、予測される地山等級を色分けし CAD 展開した。ただし、視認性を向上するため削孔径はデフォルメしている。一方、図 2 の孔内画像から目視観察したき裂を円盤でモデル化し、CAD 展開した結果が図 4 である。さらに、確定されたき裂群と掘削断面との関係から、今後切羽を掘削した際に不安定化が予想される岩塊の有無を解析し⁵⁾、幾何学的に抜け落ちる可能性があるキーブロックを図 5 に示した。

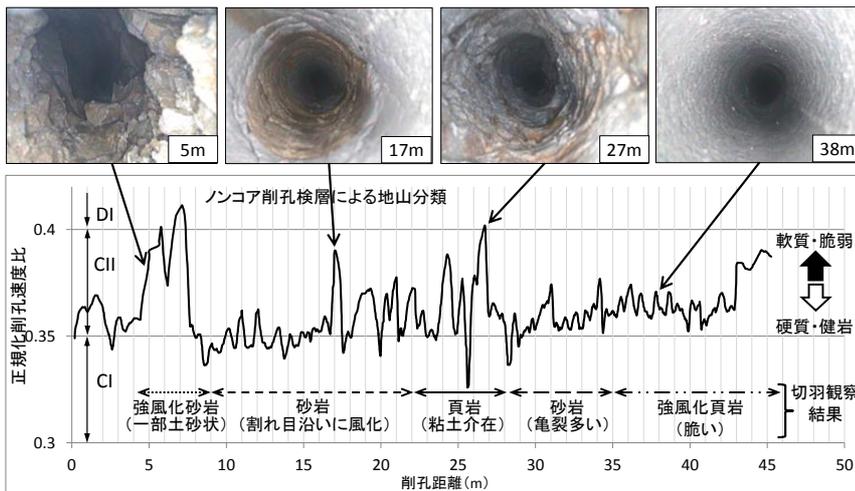


図 2 切羽前方探査データの一例

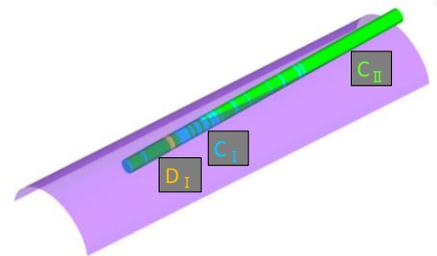


図 3 ノンコア削孔データ描画例

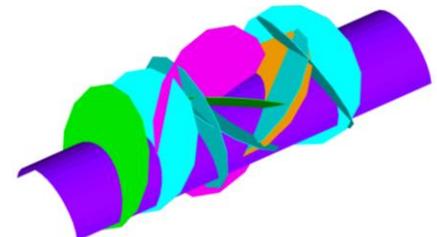


図 4 き裂データ描画例

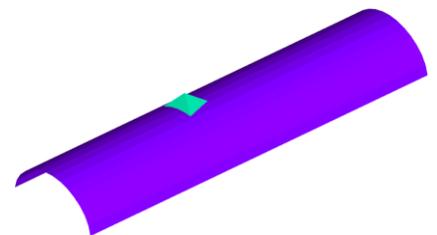


図 5 キーブブロック描画例

5. おわりに

切羽前方探査結果を CIM に取り込むことで、これから掘削を行う地山の状況が 3 次元的に可視化でき、発注者と施工者の間で情報の共有化が促進される。今後は、本システムの現場適用と共に、処理の自動化ならびに地下水位や重金属分布などの情報も取り込んでいきたい。

参考文献

- 1) 畑 浩二, 杉浦伸哉, 後藤直美: 山岳トンネルにおける CIM の開発, 大林組技術研究所所報, No.78, 2014.
- 2) 杉浦伸哉, 後藤直美, 畑 浩二, 藤岡大輔: 山岳トンネル施工 CIM から維持管理 CIM の流れ 山岳トンネル施工 CIM 納品事例, 第 40 回土木情報シンポジウム, pp.29~32, 2015.
- 3) 桑原 徹, 畑 浩二, 赤澤正彦: ノンコア削孔調査による山岳トンネル切羽前方探査精度の検討, 第 23 回トンネル工学研究発表会 トンネル工学論文集, 第 23 巻, pp.1-9, 2013.
- 4) 藤岡大輔, 畑 浩二: 簡易な孔内カメラを用いたノンコア削孔切羽前方探査の高度化, 第 70 回土木学会年次学術講演会講演概要集, VI-684, pp.1367-1368, 2015.
- 5) 中岡健一, 畑 浩二, 市川雅之, 小笠原光雅, 前島俊雄, 山本浩志: 波方 L P G 岩盤貯槽におけるキーブブロック安定性評価, 第 39 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.404~409, 2010