予測型 CIM の岩判定業務への活用

大林・地層科学研究所・伊藤忠テクノソリューションズ コンソーシアム
正会員　○三宅 由洋・冨永 英治・山根 裕之・木梨 秀雄

１．はじめに

本試行は国土交通省「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」（PRISM）の助成を受けたものであり，このうちの「品質管理の高度化等を図る技術の試行業務」に応募し受注したものである．具体的には予測型 CIM を山岳トンネルの岩判定業務に適用し，高度化を図ろうとする試みである．本報では，その概要と試行結果について述べる．

２．予測型 CIM

山岳トンネルでは，切羽前方地山における地質性状を掘削前に把握することが重要である．そのため，設計情報および施工段階で得られた情報を主体とする従来の施工型 CIM に，各種前方探査情報を取り込んだ予測型 CIM が開発された[1),2)]．本試行では，予測型 CIM を用いた地質情報の統合化とクラウドによる情報の共有化によって，岩判定業務の品質向上を目指す．

２．１．手法

本試行のモデル現場は，国土交通省近畿地方整備局発注の冠山峠道路第 2 号トンネル工事（延長約 4.8km）である．本試行では，市販の 3 次元モデル統合ソフト（Geo-Graphia®）を用いて，予測型 CIM を 3 回適用し，岩判定に資する予測型 CIM モデルおよびその構成要素をまとめた帳票 3 回分を作成した．帳票の構成要素を図 1 に例示する．

本試行では，前方地山予測の高度化を図るために，ノンコア削孔検層結果を空間補間処理により 3 次元化し，その予測精度の評価も行った．空間補間処理では，3 次元モデル統合ソフトに標準搭載された機能（クリギング）を用いた．これにより，解析値である正規化削孔速度比を切羽前方の空間内で補間し，内部の各点に分布させたうえで，対応する地山等級の分布を描画した．予測精度の評価では，空間補間結果から予測切羽断面を出力し，実際の切羽観察での地山等級と図 2 に示す要領で比較した．

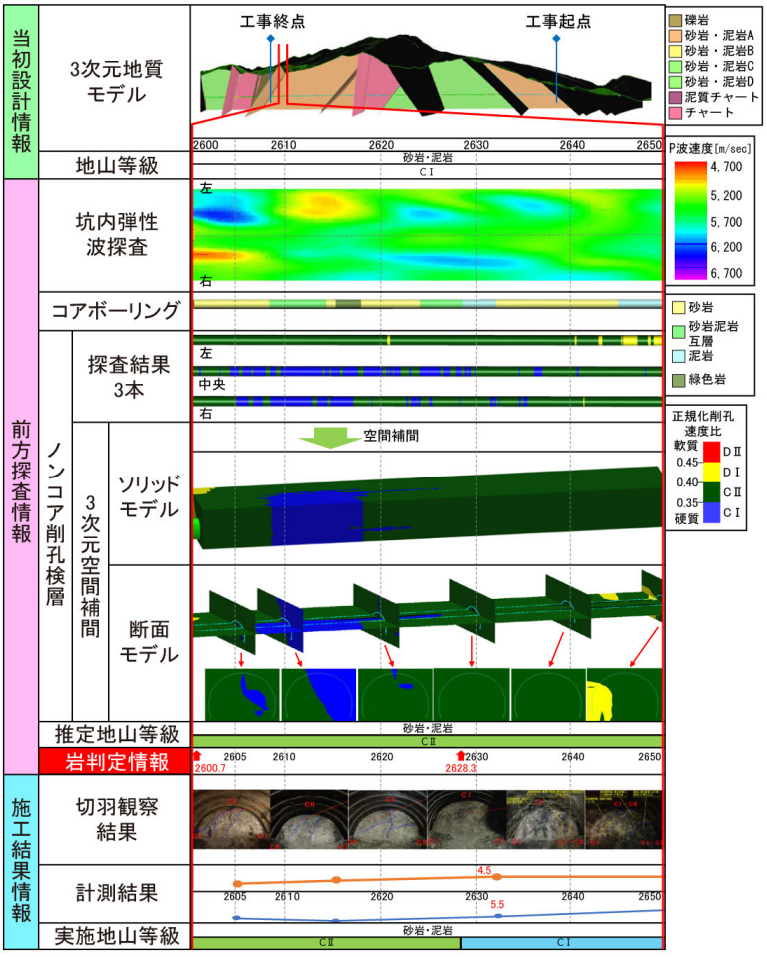


図１　予測型 CIM データー覧の例

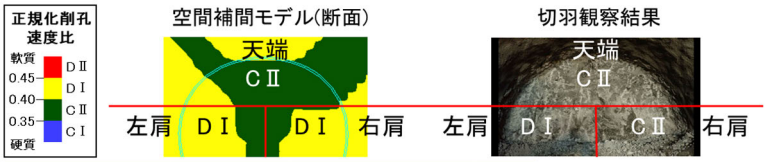
２．２．結果と考察

空間補間後の予測切羽断面モデルを評価した結果，天端・左・右のうち 3 箇所全て一致するものは 11%，2 箇所以上の一致は 32%，1 箇所以上の一致は 74%であった．次に，空間補間処理の影響を考察するために，補間

キーワード　CIM，前方探査，クリキング，クラウド
連絡先　〒108-8502　東京都港区港南 2-15-2　大林組　TEL 03-5769-1320

© Japan Society of Civil Engineers

処理をしていない従来の判定手法[3]（以下，従来手法）を用いた予測結果との比較を行った．この手法による予測結果例を図 3 に示す．従来手法では，ノンコア削孔データに対して地質観察者による微調整が加えられる．例えば，予測結果が大きな値を示し，その変動幅が大きい区間は，地山が著しい不均質性や力学的異方性をもつと判断されるため，地山等級を 1 段階下げて判定する．比較の結果，従来手法を用いた方が，空間補間後よりやや精度が高くなることが明らかになった．これは，従来手法が地山の不均質性などを考慮していることに起因する．特に，本試行の対象範囲は，当該工事現場の中では地質が大きく変化する地点であり，その影響がノンコア削孔検層結果にも値の著しい変動として表れている（図 3）．そのため，これを考慮するかどうかは予測精度に大きく影響すると考えられる．従来手法はこの点に対応しているが，その過程には地質観察者による調整が必要で，データ処理には工夫が必要である．今後は，地山の不均質性を考慮することが課題であり，これにより空間補間後の予測精度向上が期待される．



切羽観察実施測点	評価対象箇所	地山等級 予測型CIM	地山等級 切羽観察	評価
TD○○m No○○+○○	天端部	CⅡ	CⅡ	○
	左肩部	DⅠ	DⅠ	
	右肩部	DⅠ	CⅡ	

◎：左右天端の3か所で一致
○：左右天端の2か所で一致
△：左右天端の1か所で一致
×：左右天端の0か所で一致

図 2　空間補間による予測切羽断面の評価方法

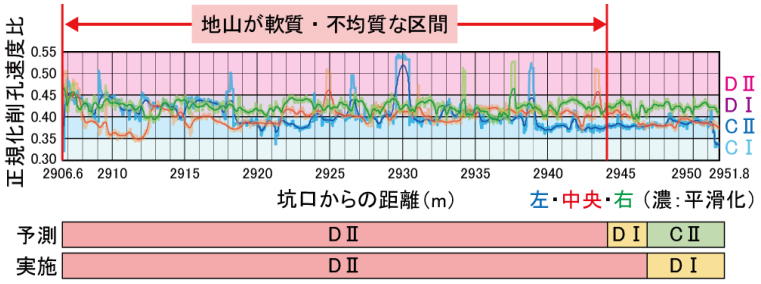


図 3　従来の判定手法による予測結果例

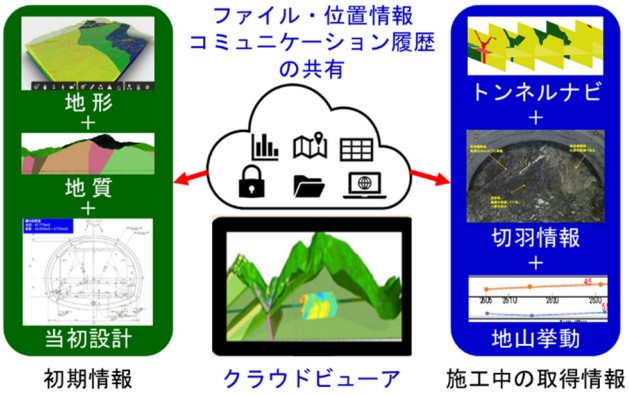


図 4　クラウドデータ共有イメージ

3．クラウドにおけるデータ共有

本試行では，前述の予測型 CIM を含む岩判定資料をクラウド上で共有するためのシステムとして，市販の 3 次元モデル情報共有システム（CIM-LINK®）を用いた．今回用いたクラウドシステムの全体的なイメージを図 4 に示す．クラウドへの共有は，ローカル上の 3 次元モデル統合ソフトを用いて作成したデータおよびその他の資料を，クラウド上にアップロードする方法（アップロード方式）を用いた．

4．まとめ

空間補間処理を施した予測型 CIM により，従来は 1 次元の線分ヒストグラムでしかない前方地山の探査情報を，トンネル断面を含めた 2 次元もしくは 3 次元のレンダリング情報に拡張でき，地質性状を把握する際に探査情報が活用しやすくなる 3D モデルを作成した．また，今回構築した予測型 CIM モデルおよびその他の岩判定に必要な資料の全てが，クラウド上で共有可能であることを確認した．今後の課題は，空間補間処理を用いた予測モデルの精度向上，およびクラウド上での操作性・作業性を考慮したデータ共有方法の検討である．本研究で試行した技術を用いることで，関係者が場所や時間を選ばずに地質性状の把握および支保パターン選定の判断材料を吟味でき，岩判定時に現地での立会いを要せず意思決定が可能となることが期待される．

参考文献

1) 畑　浩二，中岡健一，藤岡大輔：山岳トンネルにおける施工型 CIM から予測型 CIM への転換，トンネル工学報告集，第 26 巻，1-9，2016.　2) 畑　浩二，藤岡大輔，杉浦伸哉，後藤直美：山岳トンネルにおける予測型 CIM の開発，土木情報学シンポジウム講演集，Vol.40，2015.　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，トンネル工学報告集，第 23 巻，1-9，2013.

© Japan Society of Civil Engineers