

3次元地質モデルを活用した山岳トンネルCIMの現場適用事例

西松建設(株) 技術研究所 正会員 ○原 久純
 西松建設(株) 技術研究所 田中 勉
 西松建設(株) 西日本支社 鬼頭 夏樹

1. はじめに

国土交通省が推進している CIM(Construction Information Modeling/Management)により、各分野で3次元モデル活用の取組みが行われている。そのうち地質構造、地質情報を3次元モデルデータにして構造物の計画・設計・施工の検討に利用する用途がある。山岳トンネル工事においては掘削中の切羽・支保の安定性確保や補助工法等の検討を行う上で、前方地質の事前予測は重要である。従来は地質縦断面図と地質平面図をもとに施工計画が行われ、また3次元モデルを用いる場合でも、地層境界面のみを表現したモデルが多かった。これに対して本報では、地質を忠実に再現し、かつ任意断面における表示を可能とする「3次元地質モデル」を作成するとともに、現場の施工情報を統合管理する CIM を構築し、山岳トンネル現場に適用した。

2. 3次元地質モデルを活用した山岳トンネルCIM

2. 1 概要

山岳トンネルにおける CIM は、図-1 に示すように、主に地質情報、構造物モデルおよび施工情報で構成される。

今回取り組んだ CIM の特徴を以下に挙げる。

- ① 任意の切羽位置で地質断面図を表示、予測できる。
- ② 各種前方探査結果、施工情報と統合して、地質予測と照合・確認を迅速に行え、高精度な地質予測が行える。
- ③ 地質情報、施工情報を今後の維持管理に活用できる。

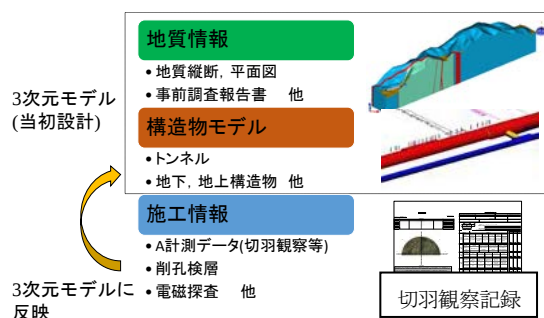


図-1 山岳トンネルCIM構成

2. 2 3次元地質モデルの構築

高精度な3次元地質モデルが構築可能なソフト「Geo-Graphia」を用いてソリッドモデルにより地質モデルを作成する。図-2 に3次元地質モデルの作成例を示す。地形モデルは国土地理院の電子地形図データを用い、地質モデルは地質縦断面図・平面図や事前調査報告書等を用いて構築する。地質モデルでは、任意のトンネル切羽位置で地質断面図を出力できるようにソフトをカスタマイズした。

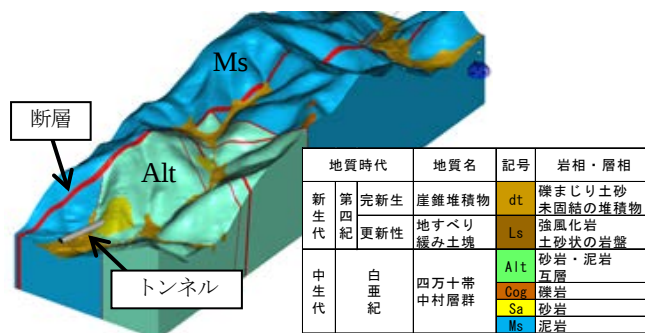


図-2 3次元地質モデル

2. 3 探査結果、施工情報との統合

施工段階では、図-3 に示すように掘削途中で実施する DRISS®などの削孔検層をはじめ、様々な前方探査記録(電磁探査、弾性波探査等)を取り込み地質モデルと重ね合わせることで、事前の地質予測を迅速に照合できる。次に切羽観察記録を重ね合わせることで、実際の地質傾向も把握でき、以後の前方地質予測の高精度化が図れる。また、計測結果、支保パターンなど施工情報とリンクして統合モデルとして一元管理ができる。

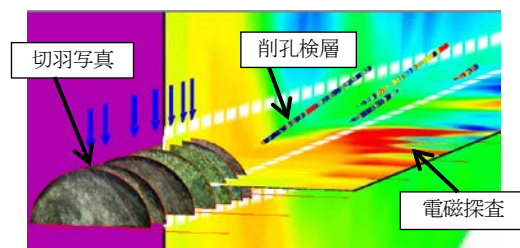


図-3 探査結果、施工情報の統合表示

2. 4 運用方法

3次元地質モデルを活用した山岳トンネルにおける CIM の運用フローを図-4 に示す。

キーワード CIM, 山岳トンネル, 3次元地質モデル, 断層, 施工情報, 可視化

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋六丁目17番21号 西松建設株式会社 技術研究所 TEL. 03-3502-0273

(1) 施工計画時

作成した3次元地質モデルをもとに地形・地質の3次元情報から施工で注意すべき箇所を確認する。必要な切羽位置など任意の断面を表示し、断層・脆弱部等の切羽への接近や出現位置を事前に把握して適切な施工方法を検討する。また、切羽直上の地形の位置関係から、偏土圧の可能性などの検討にも用いる。

(2) 施工中

前方探査結果，掘削時の切羽観察記録，A 計測等の実際の地質・施工データと当初地質予測を照合評価する．その結果をもとに必要に応じてフィードバックし，施工方法を見直す．

(3) 施工完了時

測点毎にデータを管理しているため、覆工の品質・出来形記録や写真等のデータも加え、一元管理を行う。トレーサビリティが確保でき、引渡し後の維持管理に活用できる。

3. 現場での適用事例と効果

CIM を適用した拳ノ川トンネル工事（延長 L=665m）のトンネル線形と地質平面図を図-5 に示す。地質は砂岩・泥岩互層及び泥岩を主体とし、断層が複数存在する。切羽に出現する断層位置、方向を事前に予測するため、3次元地質モデルを適用した。図-6 に3次元モデルから任意間隔で作成表示したトンネル断面周辺の地質断面図と断層出現位置を示す。

No.101+12 (0m)地点ではトンネル断面の左側に位置した断層が、No.100+92 (20m) 地点でトンネル断面に近づき、No.100+72(40m)地点で切羽左端に出現する。このように任意の断面において断層の出現位置や地質変化を事前に予測確認できた。また、地表面までの土被りが可視化されるので、偏土圧による影響が予測し易くなり、計測点増加の検討や作業前の注意喚起に活用できた。さらに、図-7のように切羽観察記録等の施工情報を測点毎にリンク紐付け管理するため、同類の地質状況が予想された場合に施工済みの記録を参照することで、安全に施工を行えた。

4. まとめ

トンネル前方地質の予測を目的として、3次元地質モデルを活用したCIMを山岳トンネル現場に適用した。

その結果、断層の出現位置や偏土圧の可能性等を「見える化」することにより事前に予測ができ、計測点の増加等の対応策の検討や補助工法の事前協議、作業員への注意喚起が行えた。今後は、より高精度な予測および施工データの維持管理への活用を検討していく所存である。最後に、CIMを適用するに当たり、御協力頂きました関係者の方々に深く感謝申し上げます。

参考文献： 1) CIM 技術検討会：CIM 技術検討会 平成 26 年度報告，2015

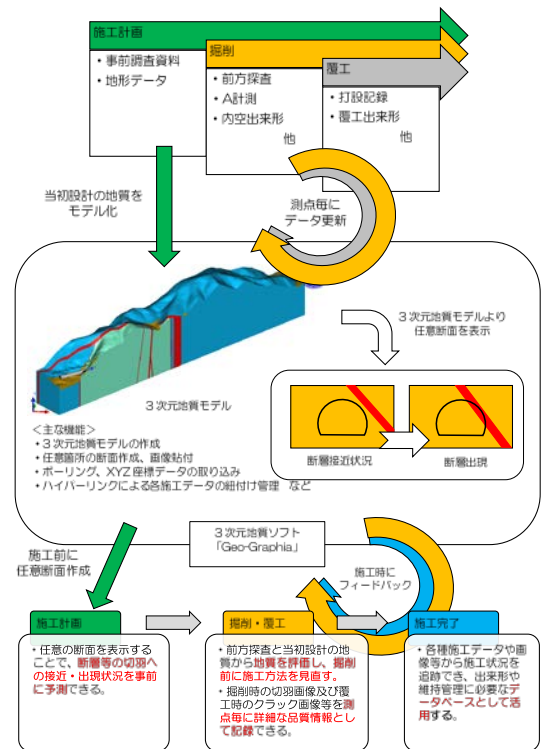


図-4 山岳トンネル CIM の運用フロー

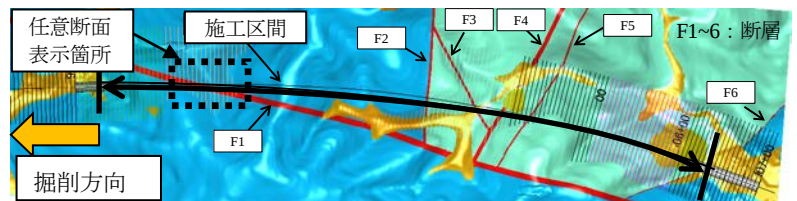


図-5 トンネル線形と地質平面図

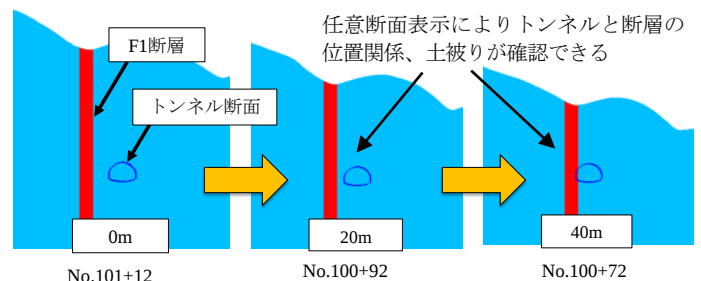


図-6 任意断面におけるトンネル断面周辺の地質予測

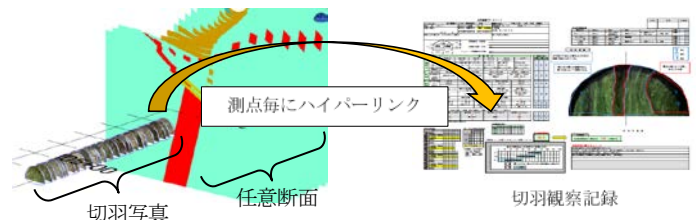


図-7 施工データの管理例（切羽観察記録）