

3次元地質解析システムの概要と現場適用事例

鴻池組 技術研究所 正会員 ○高馬 崇
 鴻池組 大阪本店 正会員 山田 浩幸

1. はじめに

山岳トンネルや切土のり面をはじめとする岩盤構造物の施工段階において、事前地質調査に基づいて想定された地質構造と大きく異なる地質が分布する状況に遭遇して、崩落や崩壊、構造物の変状等の事象が発生し、工程・工費に多大な影響を及ぼす可能性がある。そのため、地山の地質構造をより正確に把握し、地山状況に応じた構造物を構築することが重要となる。しかし、2次元の地質情報（地質縦断面図や平面図など）から3次元の広がりを持つ地質構造を把握し、トンネルに出現する地質状況を的確に推定することは非常に困難である。

そこで、CIM（Construction Information Modeling / Management）の3次元モデルのうち、地質構造を可視化して地山の地質分布を把握しやすい3次元地質モデルを基本とした「3次元地質解析システム」の構築を試みた。本システムは、安全かつ効率的な施工を実現するためのわかりやすい地質情報の提供と、発注者・施工者・技術部門間の情報共有、さらに未掘削部分の地質構造を事前に予測することを主な目的としている。

本稿では、3次元地質解析システムの概要とトンネル現場に適用した事例を報告する。

2. 3次元地質解析システムの概要

3次元地質モデルの作成や修正においては、Autodesk 社製「AutoCAD Civil 3D」と、CTC 社製「GEORAMA for Civil 3D」の2つのソフトウェアを使用した。

図-1 に3次元地質解析システムのフローを示す。3次元地質解析システムでは、大きく分けて掘削開始前と掘削施工中の2つの作業段階がある。

掘削開始前の段階では、まず、設計情報に基づいてデータの入力や編集を行い、Civil 3D の機能を用いて地形モデルや構造物モデルの作成を実施する。続いて、設計図書や各種報告書の中からボーリングデータ（柱状図）、地質縦断面図、地質平面図などの地質情報を抽出・整理した後、作成した数か所の地質横断面図を加えてデータの入力や編集を行い、GEORAMA の機能を用いて地質(初期)モデルの作成を実施する。

掘削施工中の段階では、地質観察結果や画像情報などの現場で取得した地質情報に基づいて、断層などの不連続面の抽出や、既掘削部の地質の連続性の確認などの地質解析を実施する。その解析結果に基づいて地質モデルを修正し、地質構造に反映する。

また、地質(修正)モデルから未掘削部分の地質構造を予測し、予測結果を現場にフィードバックする。このように、地質解析と地質モデルの修正を繰り返し行って、地質構造の可視化と未掘削部の地質予測を実施する。

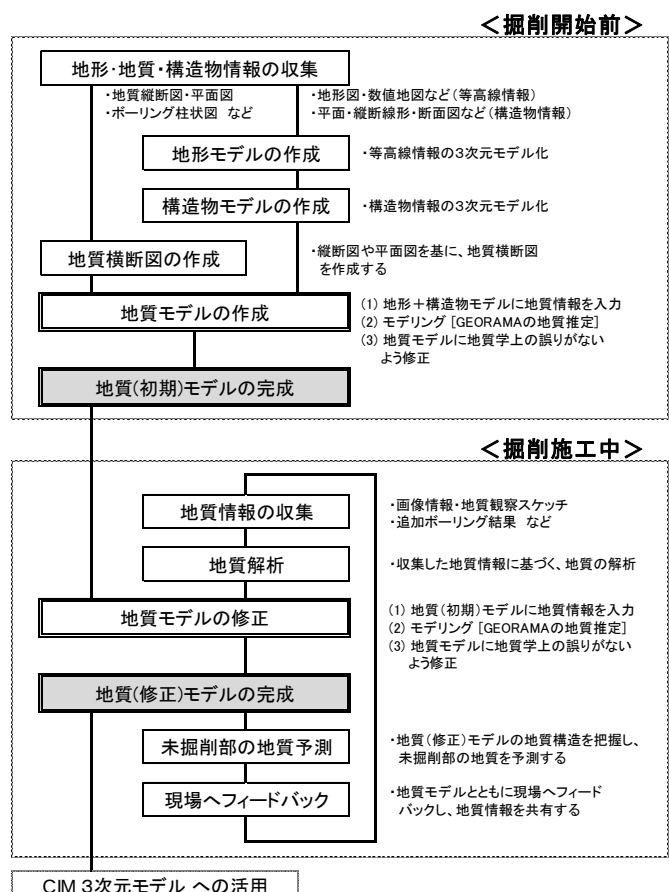


図-1. 3次元地質解析システムのフロー

キーワード 3次元地質モデル 地質構造の可視化 CIM

連絡先 〒305-0003 茨城県つくば市桜 1-20-1 株式会社鴻池組 技術研究所 TEL:029-857-2000

3. 現場適用事例

3.1. 八幡トンネル

八幡トンネルは、延長 242m、上下線 2 本（4 車線）の山岳トンネルである（図-2）。分布地質は、古第三紀神戸層群の砂岩・礫岩・泥岩・凝灰岩が互層である。近接した上下線のトンネルを構築するため、下り線を先進し、上り線を切羽離れ 100mを確保し、併進して施工した。そのため、先進する下り線の地質状況に基づいて地質モデルを修正し、下り線切羽前方と上り線未掘削部の地質予測に活用した。地質(初期)モデルを図-3 に示す。先進する下り線切羽では、地質(初期)モデルには存在しない断層や存置された既設排水管が連続的に出現した。そのため、断層や既設排水管を下り線の切羽観察のデータに基づいて地質モデルに反映した。地質(修正)モデルを図-4 に示す。既設排水管については、上り線における出現位置の特定と上下線間の緩み防止の対策工適用範囲の決定に活用した（図-5）。

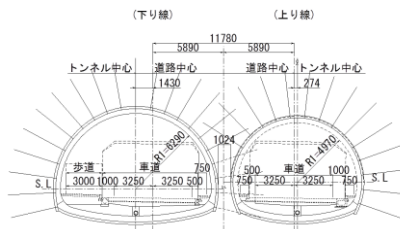


図-2. 標準断面図（八幡トンネル）

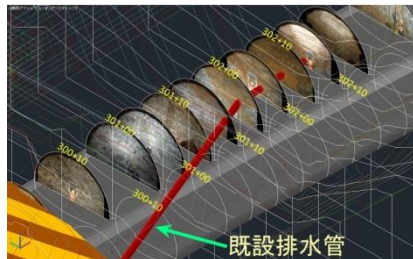


図-5. 既設排水管の位置予測

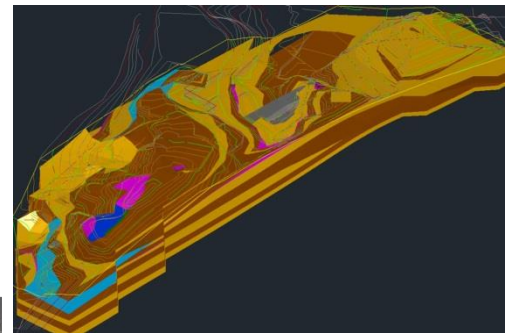


図-3. 地質(初期)モデル（八幡トンネル）

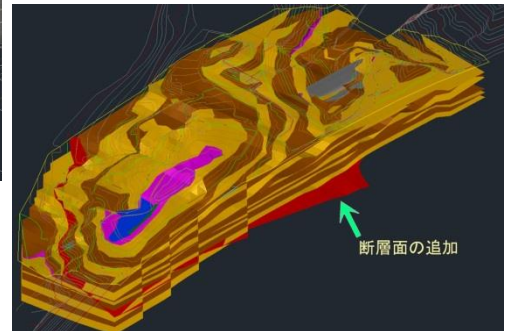


図-4. 地質(修正)モデル（八幡トンネル）

3.2. 楮根第3トンネル

楮根第3トンネルは、延長 160m の山岳トンネルである。分布地質は、新第三紀富士川層群見延累層の砂岩泥岩互層である。当該地域には、スメクタイトの含有とスレーキング性を有する泥岩が分布しており、掘削に伴う地山のゆるみを防止するため、3次元地質モデルから泥岩の分布域を把握し、対策を講じる必要があった。地質(初期)モデルを図-6 に示す。トンネル内の岩層における層理面の走向・傾斜について、掘削開始前は N-S、70～80E を示す高角度傾斜の受け盤構造と考えられていた。しかし、実際に分布する地質は N-S、20～30W の低角度傾斜の流れ盤が卓越していた（図-7）。そのため、地質構造を見直して地質モデルの修正を実施した。地質(修正)モデルを図-8 に示す。

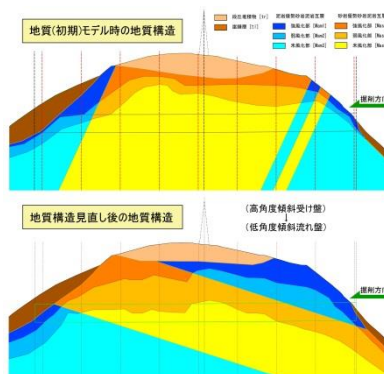


図-7. 地質構造の見直し
(上) 地質(初期)モデル作成時
(下) 見直し後の地質構造

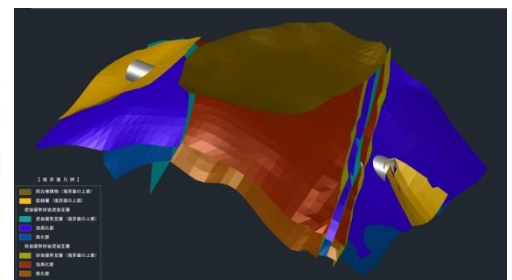


図-6. 地質(初期)モデル（楮根第3トンネル）

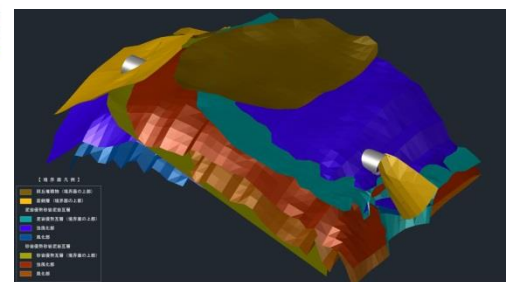


図-8. 地質(修正)モデル（楮根第3トンネル）

4. まとめ

3次元地質解析システム適用の効果として、任意の方向から鳥瞰でき、3次元的に地質構造を把握が現場の技術者にも容易になった点が挙げられる。また、未掘削部分の地質予測について、地質不良部や未知の構造物の出現位置の把握が可能となり、事前の対応策の検討や準備に時間が取れるようになった。

本システムにおける地質解析では、良質な地質情報が多く必要である。今後は、弾性波速度や削孔検層などの多面的な地質情報を付加するなどして地質解析の精度向上を図る。また、今回の現場適用事例のような堆積岩などの層状岩盤の地山だけではなく、火成岩などの塊状岩盤の地山への適用を拡大する予定である。