

高規格道路における三次元地盤モデルの作成・活用事例

大目本ダイヤコンサルタント株式会社 ○青木 稔弥、近藤 桂二、渡辺 一樹、資延 薫

1. はじめに

本事例の対象地は北海道厚岸郡厚岸町尾幌～糸魚沢間に計画されている延長 24.2km の高規格道路である。高規格道路建設時には数多くの盛土、切土等の土工や橋梁等の構造物が施工されるため、事前に地質調査を行い、地質リスクの把握及びリスクマネジメントを実施することが重要となる。本事例の路線では令和 5 年度までに複数の地質調査業務によって 400 本以上のボーリングが実施されている。従来はこのような地質調査結果を基に 2 次元の地質横断面図・縦断面図を作成し、地質リスクを検討していた。しかし近年は CIM(Construction Information Modeling)の活用により、地盤を 3 次元的に可視化して地質リスクを検討することが可能となってきた。

以上の背景を踏まえ、本事例では高規格道路全線24.2kmの3次元地盤モデルの作成及び3次元地盤モデルを活用した地質リスクの検討について紹介する。

2. 地形・地質概要

対象路線は標高100m 以下の丘陵地とそれを開析して形成された沖積低地を繰り返し通過する。

丘陵地には平坦または緩やかに傾斜した頂部と主尾根が明瞭に見られ、沢が樹枝状に発達する。沢地斜面は比較的急峻である。基盤は主に白亜系の堆積岩から構成され、なだらかな頂部段丘面には更新統の堆積岩や段丘堆積物が分布する。また、糸魚沢地域の段丘面では完新統の摩周火山起源の火山噴出物が確認される。

沖積低地は主に尾幌川、大別川、別寒辺牛川流域に広がる。これらの河川に由来する氾濫原堆積物は、ヨシが群生する湿地帯を形成し、泥炭性軟弱地盤(泥炭層、粘性土層、砂層)が最大で約20mの層厚で堆積する。

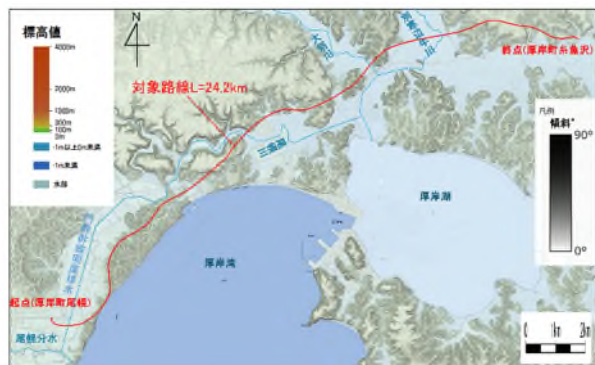


図-1 路線全線の地形図¹⁾

3. 統合3次元地盤モデルの作成

道路土工・構造物と地盤状況の関係を可視化するため、本路線全線 L=24.2km の3次元地盤モデルを Autodesk 社製 Civil3D により作成した。地層サーフェス(地層境界面)

は既往の地質横断図・縦断図から地層境界を抽出し、データの無い区間は不整三角網(TIN: Triangulated Irregular Network)により補間して作成した。既存の地層サーフェスがあればモデルを更新し、ない区間は地層サーフェスを新規作成した。また、各ボーリングデータはボーリング名や地質名の属性を付したソリッドモデルとして整理し、モデル内に柱状図も配置した。

これらの個別モデルと既往モデルを統合し、路線全体の土工・構造物と地盤情報を一体的に可視化できる統合3次元地盤モデルを作成した(図-2)。

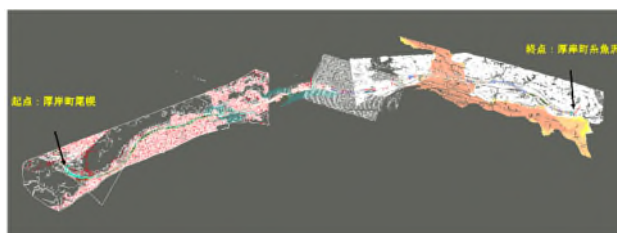


図-2 路線全線の統合3次元地盤モデル

4. 3次元地盤モデルの地質リスク検討への活用

(1) 支持層傾斜の把握への活用

A 橋梁の P5橋脚のボーリング B1孔、B2孔の結果、支持層深度の標高に30m 程度の差が確認された。その支持層傾斜を詳細に把握するため、支持層の3次元モデルを作成し、追加調査内容を検討した(図-3)。

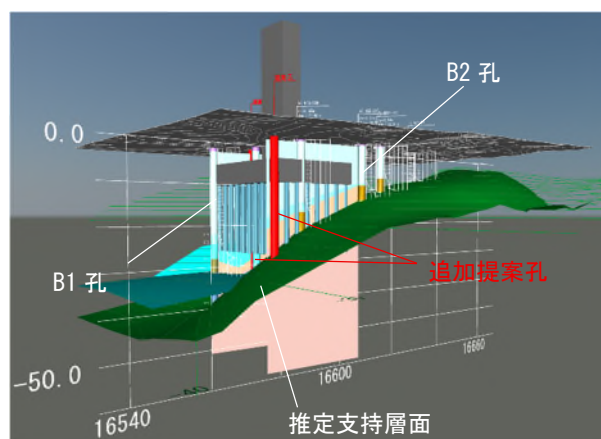


図-3 A 橋梁の橋脚の支持層の3次元化

また、B 橋梁の複数の橋脚位置においては、ボーリング調査により、支持層傾斜が確認されていた。そこで、全ボーリングを用いて、支持層の3次元地盤モデルを作成した。各橋脚における支持層の傾斜方向を推定し、追加ボーリング調査の位置及び深度を検討した(図-4)。

上記2つの事例において3次元地盤モデルを活用したことで、空間的な支持層傾斜が可視化され、関係者と追加調査の位置と優先度の検討を円滑に実施できた。

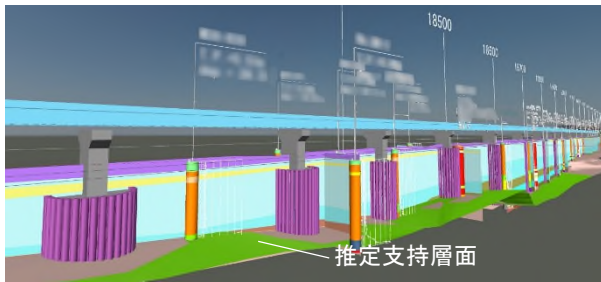


図-4 B 橋梁の支持層の3次元化

(2) 弱層分布の把握・安定解析への活用

切土時に崩壊要因となった風化により粘土化した凝灰岩の薄層(以降、弱層と称す)の面的な分布を3次元地盤モデルにより推定し、可視化した。弱層分布の検討にあたっては、弱層が確認された各ボーリングで弱層深度を指定し、3次元の弱層面を作成した(図-5)。

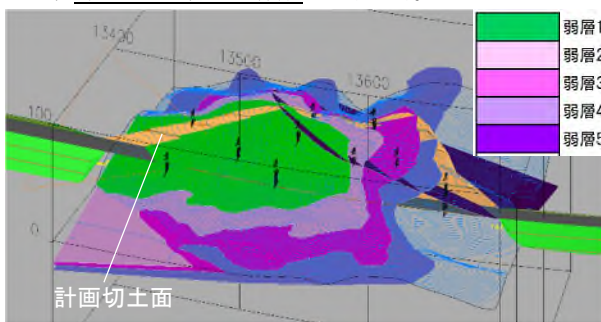


図-5 弱層の3次元化

地下水については、各地質横断面図で地下水位ラインを設定し、それらを用いて3次元の地下水位面を作成した(図-6)。

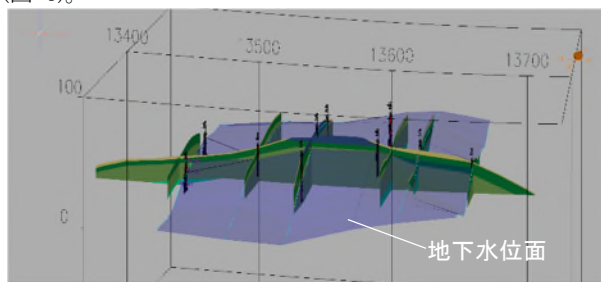


図-6 地下水位の3次元化

以上により、弱層及び地下水位の分布を3次元化したことにより、ボーリング調査が実施されていない任意地質横断面図において、弱層及び地下水位ラインの推定が可能となり、後工程の安定解析の基礎資料とした(図-7)。

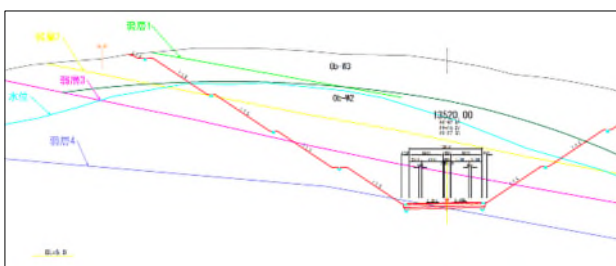


図-7 弱層・地下水位を推定した任意地質横断面図

5. 3次元地盤モデルの更なる活用に向けた課題

今後の3次元地盤モデルの更なる活用を目指し、本事例の3次元地盤モデル作成にあたって生じた問題点を以下に示す。

① データ形式の未統一

既往構造物等を含む3次元地盤モデルのデータ形式により、既存データの中には利用できないものも存在した。

② 2次元地質断面の不整合及び推定手法の影響

既存の2次元地質横断面図・縦断面図は、3次元地盤モデル作成を前提とせずに作成されている場合があり、各断面交差部で地層の不整合が生じた。また、本事例では地盤調査のない区間の地層推定に TIN 補間を用いたが、その補間手法の違いによって、推定結果に差異が生じた。

③ モデル精度評価手法の未確立

地盤モデルの精度は、地盤調査の密度に大きく依存するが、精度を定量的に評価する方法が確立されていない。そのため、ある区間の地盤モデルの妥当性や他区間との整合性が不明確となる場合があった。

④ データ管理・引継ぎ方法の不明確さ

本路線(L=24.2km)では年度の異なる多数の地質調査、既往の地質横断面図・縦断面図、各種3次元モデル等、多くのデータ整理・管理が必要となった。既往データの管理表を作成したものの、具体的な作成基準がないため、今後の円滑な引継ぎの実現性が不透明であった。

以上を踏まえ、今後の3次元地盤モデルの更なる活用に向けて、

(1) データ形式の標準化と共有基盤の整備

(2) 3次元化を見据えた2次元地質情報作成手法の明確化

(3) モデル精度評価基準の導入・可視化

(4) 具体的なデータ管理・引継ぎルールの一斉化

の4点の課題を本事例より挙げる。

6. おわりに

本事例では、高規格道路全線24.2km の3次元地盤モデルを作成し、橋脚の支持層傾斜や弱層分布などの地質リスクの把握・検討に活用した。一方で、3次元地盤モデルの作成過程において、複数の問題や課題も明らかになった。これらを踏まえ、今後は本事例を含めた様々な3次元地盤モデルを活用した地質リスク検討事例の知見を参考に、より適切な手法で地盤を3次的に可視化し、効果的な地質リスク検討の一層の推進が重要であると考え。

《引用・参考文献》

- 1) 国土地理院傾斜量図に色別標高図を透過表示, (最終閲覧日2025年3月4日) .

<https://maps.gsi.go.jp/help/intro/looklist/3-hyoko.html>