

3次元微動アレイ探査を用いた BIM/CIM 地質モデルの作成事例

応用地質株式会社	正会員	○花岡	俊久
応用地質株式会社	正会員	小西	千里
応用地質株式会社	正会員	新清	晃
常総国道事務所	計画課	開地	宣彰
常総国道事務所	計画課	松岡	秀樹

1. はじめに

道路設計に際しては、圧密・変形などの問題となる沖積層（軟弱層）の分布範囲や深度を把握することが重要である。周辺の地形から沖積層厚の変化が激しいと想定される場所では、従来の限られた本数のボーリング調査やサウンディング調査のみで、沖積層の3次元的な分布を推定するには限界がある。本報では、地盤内のS波速度構造を地表から測定できる3次元微動アレイ探査とボーリング調査を組み合わせ、BIM/CIM地質モデルの作成を行った事例を報告する。

2. 調査地の概要

調査地では、周辺地域へのアクセス性向上を図るバイパス道路の新設が計画されており、現在は予備設計段階にある。調査地の地形は、蛇行した谷に軟弱な沖積粘性土が堆積した低地である。道路はこの低地を直線的に抜ける線形とされており、道路の縦断及び横断方向に対して沖積層厚の変化が激しいことが想定された（図-1）。既存ボーリング調査によると、調査地は、地表から深度6m（TP+3m）付近まで軟らかい沖積腐植土層、深度9m（TP+0m）付近まで軟らかい沖積粘性土層、以深は締まった洪積砂質土層が分布する地盤である。

3. 調査方法

3次元微動アレイ探査（林ほか，2018）は、探査装置を地表面に格子状に配置し、地表面の常時微動を計測・解析することで地盤内の3次元的なS波速度構造を推定する手法である。今回用いた探査装置は独立したロガーを内蔵し、探査装置同士をケーブルで接続する必要が無いことに加え、起震源を必要としないことから計測を迅速に行えるという利点がある。今回の3次元微動アレイ探査は、探査装置を調査地40m×680mの範囲に8m間隔の格子状に設置した（写真-1）。計測は同時に72台の探査装置（40m×88m範囲）を用い、道路縦断方向に移設しながら計測を行った。72台の探査装置を用いた1回の計測時間は30分間とし、調査地全体の計測に要した日数は2日、作業員は5名/日であった。現地調査は、3次元微動アレイ探査と並行してボーリング調査を2地点（調査地点1，調査地点2）で行った。

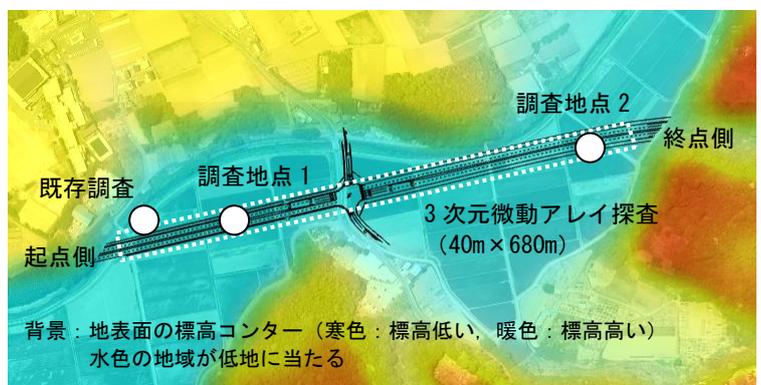


図-1 計画道路と地形標高コンター



写真-1 測定状況と使用した探査装置

キーワード BIM/CIM, 3次元微動アレイ探査, 物理探査, 道路事業, 軟弱地盤

連絡先 〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町2-61-5 応用地質(株)流域・水資源事業部 TEL048-652-3330

4. 調査結果

3次元微動アレイ探査の結果は、S波速度の3次元データとして得られる。道路縦断方向のS波速度断面図をボーリング調査の結果と共に図-2に示した。

各地点のボーリング調査から、沖積層はN値0~1の軟らかい腐植土及び粘性土を主体とすることが確認された。沖積層のS波速度を概ね $V_s \leq 60\text{m/s}$ と考えると、3次元微動アレイ探査による沖積層の層厚が、各ボーリング調査の沖積層厚と概ね整合した。また、沖積層の層厚は道路縦断方向で大きく変化する結果を得た。

S波速度の3次元データから沖積層の下端となる $V_s=60\text{m/s}$ の面を抽出し、BIM/CIM地地形モデルと重ね合わせた結果を図-3、沖積層下端面の鳥瞰図を図-4に示した。沖積層の下端面は、台地が張り出す位置で浅く、低地の中央位置で深く沈み込む形状が得られ、周辺地形と整合する結果であった。

5. BIM/CIM地質モデル

BIM/CIM地質モデルは、3次元地質解析ソフト「GEO-CRE（ジオクリ）」を用い、本報の調査地を含む事業区間（計5.5km）の地層下端面（サーフェスマodel）及び、地層形状（ソリッドモデル）を作成した（図-5）。

作成したBIM/CIM地質モデルは、道路構造形式の検討、地質リスクの抽出と地質調査地点の選定及び、地元住民への説明等に活用が可能である。

BIM/CIM地質モデルは、従来のボーリング調査に加え3次元微動アレイ探査を実施したことで、地質モデルの再現精度を向上することができた。今後、様々な物理探査手法を取り入れることで、効率的・効果的に地盤情報を得ることが重要である。

参考文献

林ほか：二次元および三次元常時微動トモグラフィの開発と適用事例，物理探査学会第138回学術講演会論文集，pp. 79-82，2018

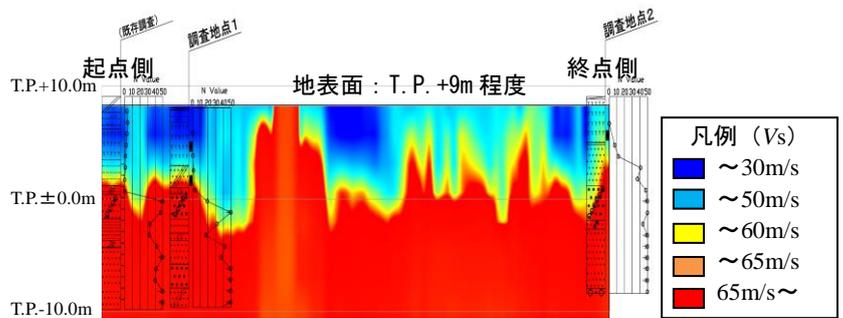


図-2 道路縦断方向のS波速度断面図

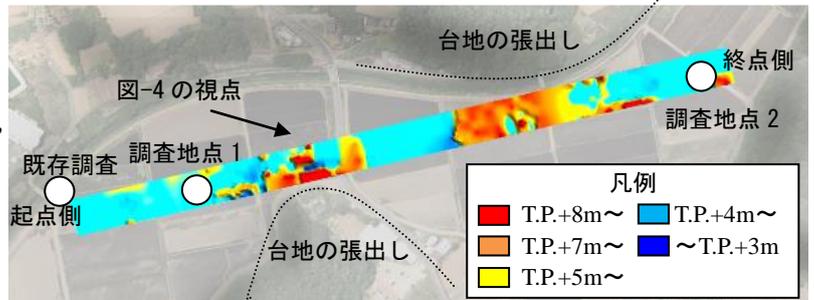


図-3 沖積層下端面の標高コンター

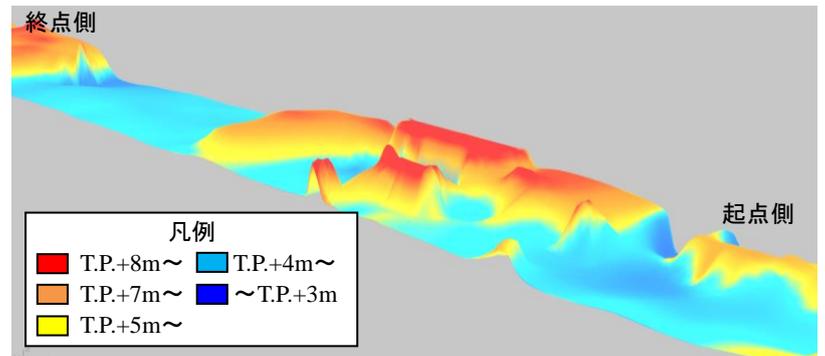


図-4 沖積層下端面の鳥瞰図

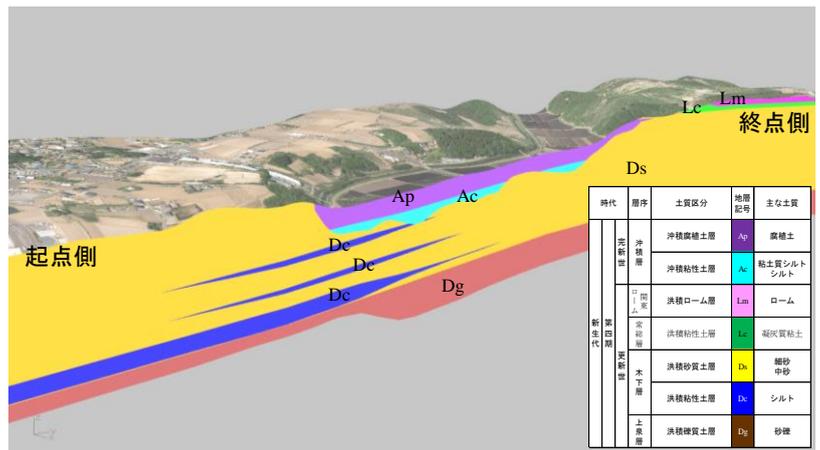


図-5 BIM/CIM地質モデル（ソリッドモデル）