

護岸工事のための地質調査に伴う 3次元モデルの作成事例

日本物理探鉱株式会社 ○南梨 愛奈, 東 浩太郎

1. はじめに

本事例の調査地は時折水害が発生する河川であり、護岸整備が必要である。調査地付近は、洪積の台地とその台地を開析する河川の谷底低地で構成されており、起伏が激しい地形である。その上、河川は大きく蛇行しているため、2次元の地質断面図において、台地部分の表現方法に困難を生じた。また、低地部は沖積の軟弱な層が出現しており、液状化の可能性がある等、施工上に問題となる層であるため、軟弱層の分布を把握することが重要である。そこで、護岸整備区間における地形表現と地質分布を把握し、設計・施工上における課題点を可視化することを目的に、既存データを用いて3次元モデルを作成した事例を紹介する。

2. 調査地の地形地質

(1) 地形概要

調査地は、台地南端の河川沿いで南側は低地と接している。調査地付近を構成する台地は、平らな一つの台地ではなく、時代の異なる2段の段丘面で構成される。台地は開析され複数の細かい谷に刻まれていて、調査対象の河川は台地を刻む谷であり、河川周辺は谷底低地を成している (図-1 (下))。

(2) 地質概要

調査地の推定地質断面図を図-1 (上)、層序表を表-1に示す。調査において確認した層のうち最下層には、本調査地の支持層となる、N値50以上の固結シルト主体の層が確認された(洪積第六層)。その上位には、海成層で貝化石が多く産する粘性土主体の層が確認された(洪積第五層)。その上位には、2つの段丘を構成する最大5m程度の段丘礫層が確認された(洪積第三層・洪積第四層)。

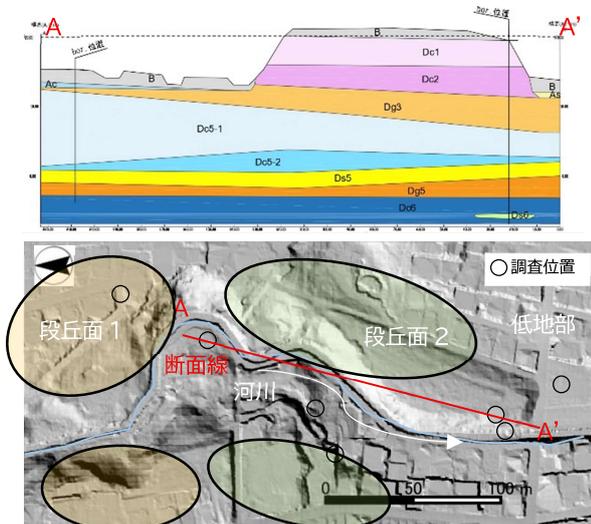


図-1 (上)推定地質断面図
(下)調査地周辺の陰影起伏図

そして段丘礫層を被覆する火山灰性のローム層(2層)が確認された。(洪積第一層・洪積第二層)。低地部分では、台地を開析して形成された谷に堆積した粘性土(低湿地堆積物)や砂が堆積していた(沖積層)。

表-1 地質層序表

地質時代	地層名	記号
現世	表土・盛土層 河床堆積物	B
	沖積層粘性土層	Ac
完新世	沖積層砂質土層	As
	洪積第一層粘性土層	Dc1
第 四 紀	洪積第二層粘性土層	Dc2
	洪積第三層礫質土層	Dg3
更新世	洪積第四層礫質土層	Dg4
	洪積第五層	第一粘性土層
第二粘性土層		Dc5-2
砂質土層		Ds5
洪積第六層	礫質土層	Dg5
	粘性土層	Dc6
	砂質土層	Ds6

3. 3次元地質モデルと考察

本調査地のボーリング7本を基に、調査対象の河川を中心として東西方向150m・南北方向250m・鉛直方向-10~40mの範囲において、三次元地質モデルを作成した(図-2)。作成にあたり使用したソフトウェアは、「Autodesk Civil 3D」とそのアドオンである「GEORAMA for Civil3D」である。地表面は、「G 空間情報センター：<https://front.geospatial.jp/> (一般社団法人 社会基盤情報流通推進協議会事務局)」のDEMデータ(0.25mメッシュ)を使用した。

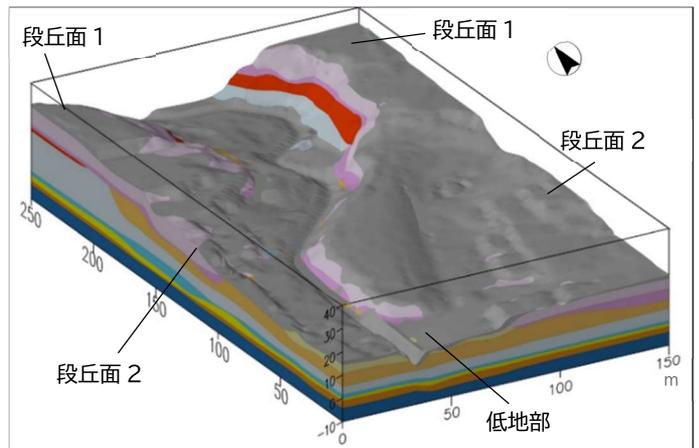


図-2 作成した3次元ソリッドモデル
(水平方向:鉛直方向= 1 : 1)

(1) 起伏のある地形の表現

調査地付近は、時代の異なる段丘面と低地部から成り、図-1のような地質断面図のみでは、段丘面1の表現が困

難である。そこで、図-3（上）の陰影起伏図の赤線に沿ってパネルダイアグラムを作成した（図-3（下））。断面線は、本調査のボーリングポイントと、低地部・段丘の区別が可視化できるようなソリッドモデルの面で切断を行った。任意の面において、矛盾なく迅速に断面を切断し、地層分布を把握できることが3次元化のメリットの1つである。

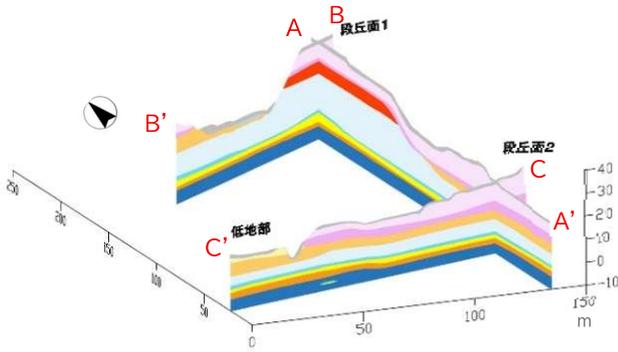
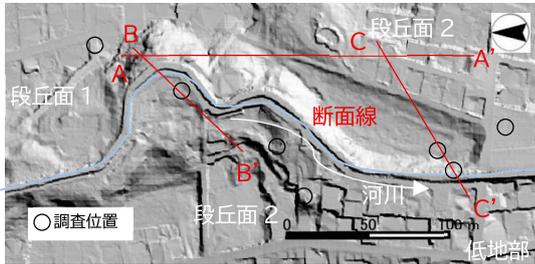


図-3（上）調査地周辺の陰影起伏図

（下）パネルダイアグラム（水平方向：鉛直方向＝1：1）

(2) 軟弱層の分布

調査地の低地部には、沖積の粘性土や砂質土が確認された。N値が低い軟弱層であり、砂質土は液状化の可能性など施工上において問題となる層であるため、分布を把握することが重要である。よって、ソリッドモデルにおいて、分布や層厚を把握するために、沖積層のみを抽出した（図-4）。これにより、沖積の粘性土は主に河川の西側に分布していることが分かった。また、沖積の砂質土は河川の東側にも確認されており両岸で液状化の対策が必要であることが分かった。

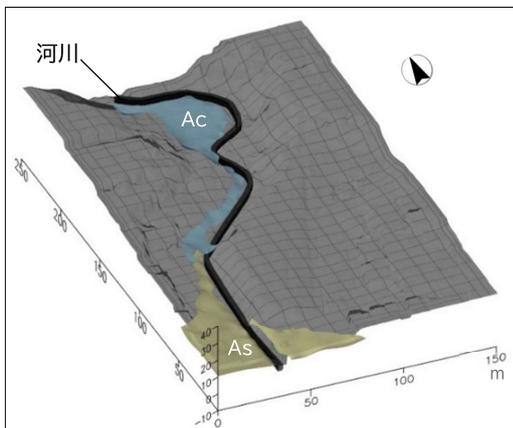


図-4 沖積層の分布図

（水平方向：鉛直方向＝1：1）

(3) 掘削底面と支持層の把握

護岸整備工事では、断面を広げるために現況より河床底面を掘り下げる計画がある。よって、掘削底面の地層を把握するために、施工時の掘削底面を反映した河川のモデルと、河川に沿って50m ごとの横断面図のパネルダイアグラムを作成した（図-5）。河川改修を行う方法の1つとして矢板を打設する方法がある。矢板を打設する場合において、河川の南側では、掘削底面に砂礫層が分布するため矢板の裏表の水位差によるボーリング、河川中央～北側においては、粘性土層が分布するため、矢板の裏表の重量差によるヒービングの注意が必要であることが分かる。また、矢板打設深度の目安として、支持層と矢板打設位置の地表面の標高の関係を図-6に示す。図-6は、水平方向に対して鉛直方向を5倍にして表現しているが、支持層上面はほぼ水平に分布していることが分かった。

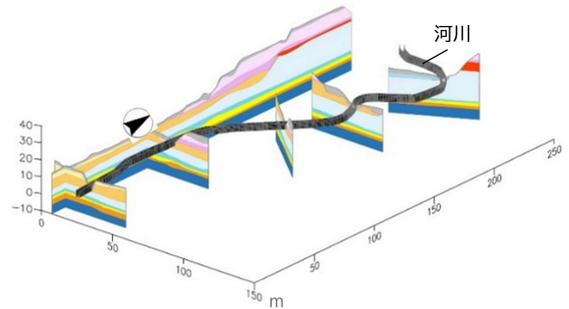


図-5 河川横断パネルダイアグラム

（水平方向：鉛直方向＝1：1）

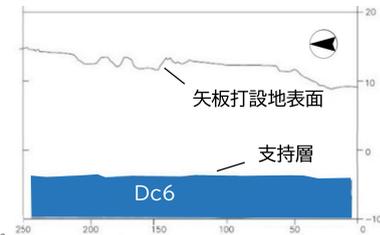


図-6 支持層と矢板を打設する地表面の関係

（水平方向：鉛直方向＝1：5）

4. まとめと課題

本事例では、起伏の激しい調査地において地層分布を3次的に表現することで、沖積層の軟弱地盤の分布や護岸工事の際の掘削底面・支持層の分布を可視化した。3次元モデルを作成することで、任意の面で迅速な地層分布の把握が可能となり、発注者へ調査地の特徴や問題点をより分かりやすく提案することが可能な資料を作成することができた。一方で課題として、河川中央付近のボーリングデータが少ないため、特に沖積層の分布の不確実性が挙げられる。追加ボーリング調査により、正確な地質分布を把握し3次元モデルの精度をあげることが望ましい。今後、矢板や護岸等の構造物モデルを重ねることにより、設計・施工・維持管理の各ステップにおいて地質情報と共に3次元モデルが活用されることが期待される。