

1. 東京都 3 次元地盤モデル作成システムの構築

Tokyo Three-Dimensional Ground Condition Model Construction System

技術支援課 中山俊雄 大澤健二

1. はじめに

建設事業の生産性向上に向けて、測量・設計・施工・管理に至る全プログラムで、情報化を前提とした「i-Construction」の取り組みが始まっている。「i-Construction」の 3 つの柱として①ICT 技術の全面的な活用、②規格の基準化、③施工時期の平準化が掲げられている。①ICT の全面的な活用では、測量・設計・施工段階で 3 次元データ作成が大きな役割を占めている。この流れを受け、地盤調査業界においても「3 次元地盤モデル作成」の取り組みが進められつつある¹⁾。

当センターの「東京都地盤情報システム」は、都内で実施された地質調査ボーリングの収集・管理から地盤解析、データ提供までを扱うシステムとして開発されてきたが、昨今の情報技術の飛躍的な進展のもと、当センターにおいても、東京都地盤情報システムをベースにした地盤の 3 次元化の試みを進めている。今回、民間で開発された 3 次元地質モデリングシステムを利用した「東京都 3 次元地盤モデル作成システム」を構築した。

2. システム作成の背景

東京都地盤情報システムには、現在都内で実施された約 8 万本の地質調査ボーリング資料が蓄積されている（この内約 2 万本が、センターホームページ上に公開されている）。

建設局をはじめとする都庁関係部局や市町村からの資料提供依頼に対しては、必要地点に必ずしも地質調査ボーリングデータがあるわけではないので、その周辺地域のデータ提供を行っている。

地盤は複雑であり、提供されたボーリングデータから、当該地点の地盤を推測するのは、しばしば困難を伴う。地盤をわかりやすく理解するためには、地盤の 3 次元化を行うことは極めて有効である。

一方、提供された地質柱状図をもとに、地質対比を行い地質断面図を作成し、3 次元地盤を作成するには、一定程度の地質学知識が必要となる。しかし、一般に設計を担当する土木技術者は、必ずしも地盤に詳しいわけではないので、提供されたデータから、当該地点の地盤断面図を作成することは難しい作業である。

次に、3 次元地質モデリングシステムの開発は、現在国内外を問わず盛んにおこなわれており、目的に応じた様々な機能を有するものがあり、その提供価格にも大きな幅がある。

そこで、東京都 3 次元地盤モデル作成のコンセ

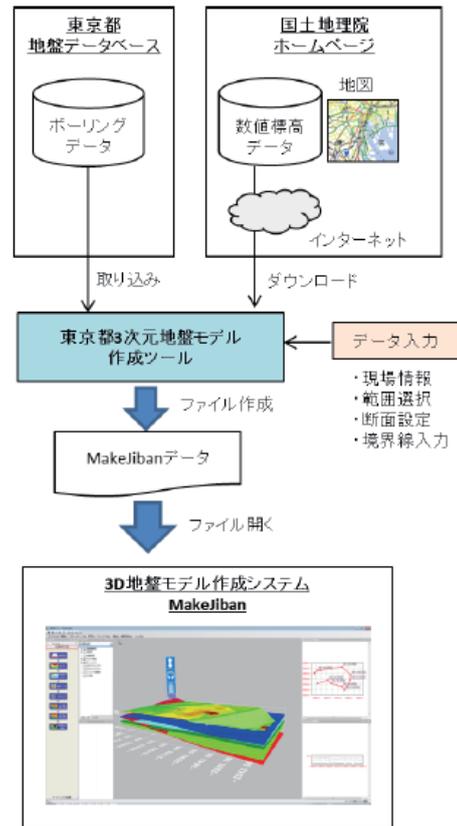


図-1 東京都 3 次元地盤モデル作成システム

プトとしては、操作は必ずしも地質学的な知識が十分でない土木技術者を対象にするため簡便であること、比較的成本の安い 3 次元地盤モデリングシステムの利用を前提とした。

3. 採用した 3 次元地質モデリングシステム

現行、3 次元地質モデリングシステムは、数社で開発されたものがあり、これらの機能や価格についての比較検討が行われている²⁾。

「東京都 3 次元地盤モデル作成ツール」作成に当たり、これら比較結果を参考にし、基本コンセプトを満たすにシステムとして、五大開発社製の 3 次元地盤モデリングシステム「MakeJiban」を採用することとした。

東京都 3 次元地盤作成システムは、図-1 に示すように、東京都地盤情報システムが管理するボーリングデータを読み込み、3 次元地盤モデル作成システム「MakeJiban」のファイルに変換するツールである。

4. 操作マニュアル

本システムの操作の概要を述べる。

1) モデル作成ツールの起動

「東京都3次元地盤モデル作成ツール」を起動すると、図-2の画面が表示される。

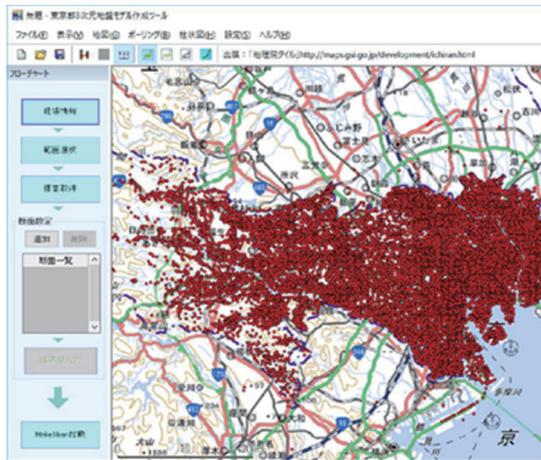


図-2 初期画面

画面左のフローチャートに沿って、作業を進める。

- ① 現場情報：現場名を登録し、地表面の標高を基盤地図（国土地理院数値標高）から、またはボーリング坑口標高からのいずれかを選択する。
- ② 範囲選択：図-2の画面を拡大し、対象とする地域の範囲を枠で囲む（マウスで枠左上と右下をクリックする）。
- ③ 標高取得：国土地理院基盤地図情報の5mメッシュまたは10mメッシュを選択する（事前に国土地理院から使用許可を受けている）。
- ④ 断面設定：選択した範囲内にあるボーリングを選択し断面線を作成する。断面線は複数作成することが出来る。
- ⑤ 地層境界線入力：断面ごとの地質ボーリングから、地層境界をマウスクリックで指定することにより境界線を作成する。境界線は複数作成することが出来る。
- ⑥ 以上で入力作業は終了、フローの下にある「Make Jiban」をクリックし起動させると、3次元地盤モデルが描画される。

5. 操作事例の紹介

「Make Jiban」の操作マニュアルに基づき、描画された3次元地盤モデルの修正や地層境界面の等高線図、ブロックダイアグラム等の作成が可能となるがここでは省略する。

ここでは、この3次元地盤モデル作成ツールを用いた東京低地と多摩地域での事例を紹介する。

- (1) 江東区新砂周辺の3次元地盤モデルの作成
特定の地点の地質状況を把握するために、3次元地盤モデルの作成を行う。

現場情報、範囲指定を行い（図中の枠）、この

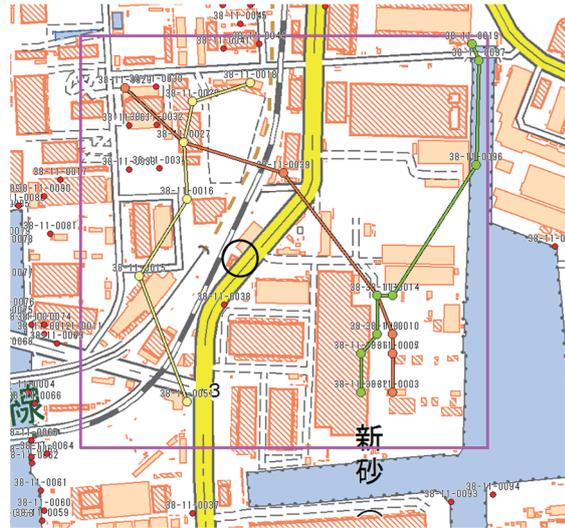


図-3 江東区新砂周辺（丸印が知りたい地盤地点）

範囲内にある特定地点（図中丸印）の地盤を推定する（図-3）。

枠内にあるボーリング地点を結び、断面

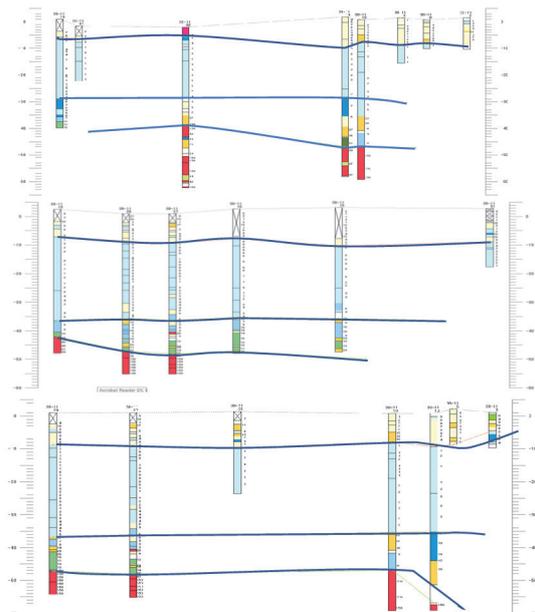


図-4 対比線を入れた地質断面図

線を描く。次に、断面線ごとに並列するボーリング柱状図から地層対比を行い、断面図を作成する（図-4）。

この地層対比が、3次元地盤モデルの作成での最も重要な作業である。この対比線の描き方でモデルの形状は大きく異なることになる。

対比の意味は、地質学的には同時代面の対比を意味するが、ここでは、地層の物理特性に注目した対比を行うことにしている。

図-4 では、各断面に 3 本の対比線を引いている。上部の対比線は、液状化の恐れのある緩い砂層の下限深度を結んでいる。中部の線は、N 値 5 以下の軟弱粘性土の下限を結んでいる。下部の線は支持層となる N 値 50 以上の砂層の上限深度を結んでいる。

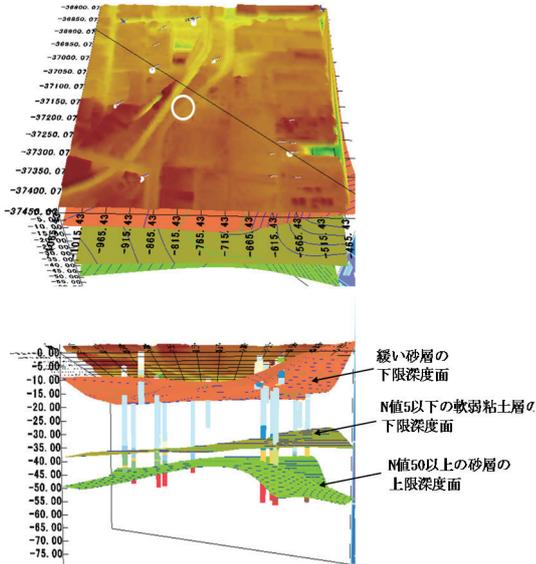


図-5 江東区新砂周辺の 3 次元地盤モデル

これら断面図から描かれる、3 次元地盤モデルは図-5 のように描画される。各境界面の推定方法は「Make Jiban」では、B スプライン法、改良 B スプライン法、ドローネ分割法が用意されている。図-5 は B スプライン法を用いて描画したものである。

この断面図から、特定地点の地盤構造を推定することができる。

(2) 東村山市美住町周辺の 3 次元地盤モデルの作成

空堀川河川改修事業に伴い、この地域の地下水分布とその帯水層の分布を調べることを目的に 3 次元地盤モデルの作成を行う。

現場情報、範囲指定を行い、この範囲内にあるボーリング地点を結び、断面線を描く (図-6)。

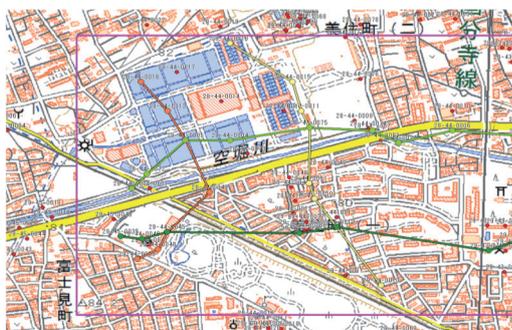


図-6 東村山市美住町周辺

各断面線について地層対比を行う。ここでは、砂礫層の層厚分布を推定することを目的とすることから、対比線は 2 本、礫層の上限深度と下限

深度を結んだ断面図を作成している。

「Make Jiban」を起動させると図-7 の 3 次元地盤モデルが描画される。ここでは、描画されたモデルは回転させてみることも出来る。上方と下方からの俯瞰図を示している。

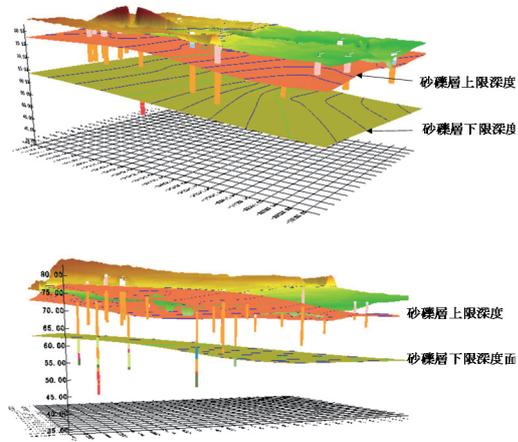


図-7 東村山市美住町の 3 次元地盤モデル

下方からの俯瞰図で示されているように、礫層下限深度面を貫くボーリング数は、きわめて少ない。このことは、礫層上限深度面に比べ、その精度は落ちることを意味している。

6. おわりに

地盤の 3 次元モデル化は、地下の地盤を推定する上で、きわめて有効な方法である。しかし、同時に、推定に当たりいくつかの不確定な条件を加えることになるので、出来上がったモデルはあくまでも作業仮説の上に成り立っていることを理解しておくことが重要である。

3 次元モデルの作成にあたっては、対比基準を明確にし、推定での不確定な部分はどこかを考慮することで、作成された 3 次元地盤モデルを正しく評価することが出来る。

また、地盤条件により 3 次元地盤モデル作成の難易度も異なることが考えられる。

今後、各地での 3 次元地盤モデルの作成を試み、その成果をもとに、このシステムが土木設計者に容易に利用できるような方法を検討していきたい。

参考文献

- 1) 全国地質調査業協会連合会、日本建設情報総合センター (2017) : 3次元地盤モデル作成の手引き
- 2) 野々垣進 (2011) : 地質境界面に基づく 3 次元地質モデリングシステムの現状と課題、情報地質、22、3、131-142