

三次元グリッドモデル構築手法の適用検討事例～大阪平野～

浅層地盤，ボーリングデータ，三次元グリッドモデル

中央開発株式会社 ○正 王寺 秀介
 地域地盤環境研究所 国 山本 浩司
 防災科学技術研究所 正 木村 克己
 ” 正 大井 昌弘
 Smart Solution 株式会社 花島 祐樹

1. はじめに

ボーリングデータを用いた三次元グリッドモデル構築手法（別稿¹⁾について，その適用性の拡大とモデル構築プログラムの改良をはかる目的で，数種の地域地盤への適用検討を行った．本文では，わが国の特徴的な平野堆積地盤の一つであり，地盤情報（ボーリングデータ）が比較的豊富な大阪平野への適用より，作成した三次元グリッドモデルを示し，データ密度によるモデル化精度などのモデル作成に関わる検討結果を述べる．

2. モデル化検討の対象地盤

モデル化検討の対象地盤は，大阪地域の西域に位置する狭義の大阪平野内の東西 10km 南北 14km のエリアである．この沖積平野は南北にのびる上町台地（洪積地盤）の西縁から大阪湾海域地盤との間に挟まれ，約 90 万年間の地球規模の気候変動（氷河・間氷期）の繰り返しによる海進・海退の堆積環境の変遷により 13 枚程度の粘土層と砂・礫層が互層状に厚く堆積する．今回のモデル化で対象とした地層は，約 1 万年前からの堆積層である沖積層（ Ma_{13} 粘土層，上部と下部の砂層）とその下位の約 12 万年以前の上部の洪積層（ Dg_1 砂礫層， Ma_{12} 粘土層など，台地部には更に古い地層を含む）が主である．平地部における沖積層の堆積深度はおよそ 35m を有しており，基本的に台地西縁部を除けば水平堆積の地盤を形成している．このような大阪平野の地質・地盤特性については，関西圏地盤情報データベースとその地盤研究により全体像が示されている²⁾．モデル作成には同データベースのボーリングデータを利用した．図-1 にモデル作成の対象範囲とボーリング位置図を示す．

3. 三次元グリッドモデルの作成

三次元グリッドモデルの作成は，①モデル検討用のボーリングデータの整理，②地層基底境界面の作成，③三次元グリッドモデルの作成の手順で実施した．

(1) ボーリングデータの整理

今回，三次元グリッドモデルの作成に用いたボーリングデータ（データベース）は，10,415 本である．このボーリングデータから，調査深度が沖積層途中の短いデータや埋立地における埋立前のデータ，さらに周辺データに比してあまり良質でないと思われるデータを除外し（約 2,000 本，約 2 割），最終的に 8,450 本のボーリングデータをモデル作成に利用した．

(2) 地層境界面モデルの作成

モデルの作成に設定した地層境界面モデルは，人工土層と沖積層である．両地層基底境界はデータベースより柱状図断面を表示し，その位置を判読した．人工土層については表土・埋土・盛土が対象となるが，ボーリング調査者により記載が異なる（明記されていない場合も多い）ので全体的に概観する中で判断した．沖積層の基底は， Ma_{13} 層の下位に土質が漸移して分布する下部の沖積砂層と Dg_1 層との境界を， N 値等を指標として判読した．なお，この地層境界の設定は，は関西圏地盤情報データベース DIG の地層データベース化機能を使用した．図-2 に設定した沖積層基底面モデルの標高分布を示す．

(3) 三次元グリッドモデルの作成

三次元グリッドモデルは， N 値と土質について空間補間計算を実施して作成した．グリッドモデルの作成間隔は，水平方向で 100m，鉛直方向で

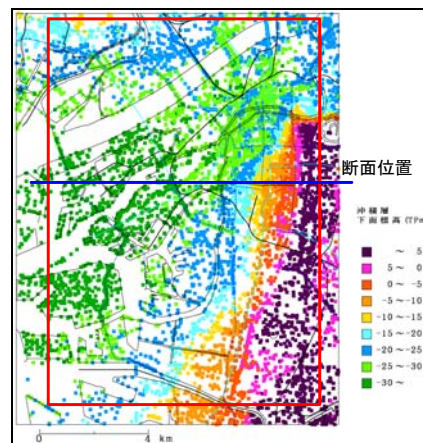


図-1 モデル化の対象範囲

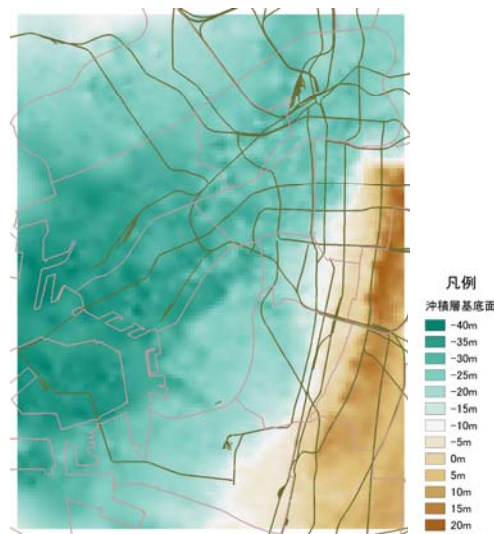


図-2 沖積層基底面モデル

Application of the 3D grid modeling method based on borehole database to the Osaka Plain.:

Shusuke Oji (Chuo Kaihatsu Corporation), Koji Yamamoto (Geo-Research Inst.), Katsumi Kimura, Masahiro Ooi (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention), Yuki Hanashima (Smart Solution)

1m とした。グリッドノードにおける補間値として、土質は参照データの中で逆距離加重法で距離の重みを付けた最頻値として求め、 N 値はその土質にあたる N 値だけを対象として、0~50 の連続変数として逆距離加重法で計算して求めた。本事例では、データの参照範囲はグリッドノードを中心に半径 500m とし、土質については検索範囲内のすべてのデータを対象とした。距離による重み係数を決定する乗数は、2 を採用した。

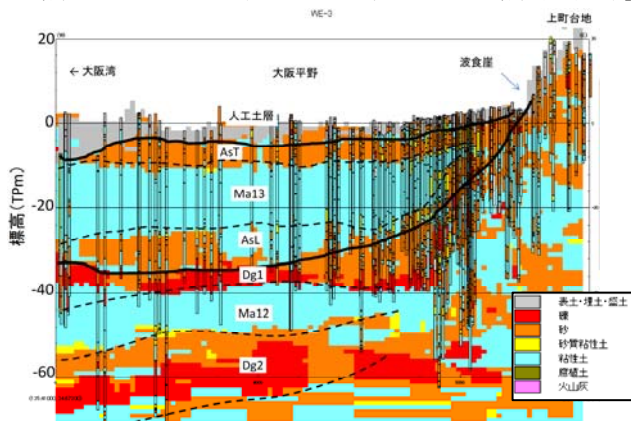
4. 三次元グリッドモデルの検証

三次元グリッドモデルの断面表示例を図-3 に示す。断面位置は図-1 の青線である。図面上の黒線はモデル作成の制約条件として入力した人工土層と沖積層の基底面境界（3 次元面モデル）である。本手法ではこの面を境界条件として検索された参照点（ボーリング）の同一標高のデータに対し、同一の地層であることを判別しながらモデル化が行われる。例えば、沖積層基底面境界は沖積層領域を規定し異なる地層のデータは除外される。この機能は境界面標高が上下に大きく変化する場合（地層の削り込み等）やデータ密度の低い場合での補間処理において特に有効である。今回対象とした大阪平野は全体に水平成層地盤なのでその効果は顕著でないが、データ数が少ない Ma12 層等に対しては面モデル（地層分布の想定）がモデル化をコントロールするという点で有効と考えられる。なお、同様なことが Ma13 層にも言えるが、データ密度が高いことからそのような制約を加えなくとも適当なモデル化がなされている。境界面の同定（事前準備）は膨大な作業時間を伴うので、この結果はモデル化の手順を考えるうえで参考になる。

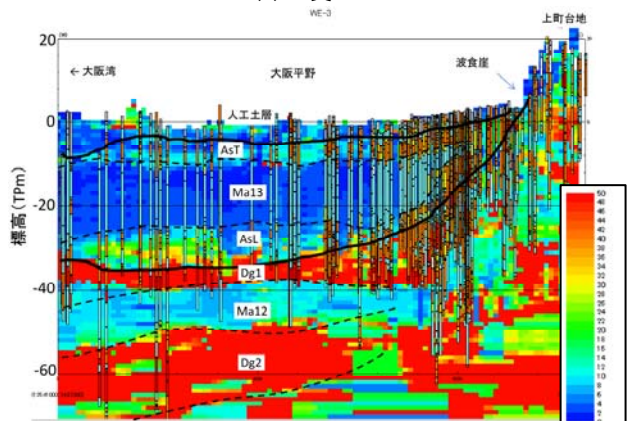
また、使用するボーリングデータ数の影響を確認するために、ボーリングデータ数を 8 分の 1 にした場合の三次元グリッドモデルも作成した。その断面表示例を図-4 に示す。データの間引きは平面図上でランダムに実施した。図-3 と比較すると、土質、 N 値とも細かい変化は表現できないものの概ね同等に推定できていることが確認できる。

5. まとめ

本手法は、地層境界面モデルによる参照データの領域区分が可能であること、逆距離加重法による三次元的な空間分布をモデルに反映できることが大きな特徴である。良質なデータがある程度の密度で収集することが前提であるが、今回のモデル化検討ではデータ数が多量でなくとも本手法の適用性は高いことが確認された。なお、本検討では「関西圏地盤情報データベース（KG-NET・関西圏地盤情報協議会）」を利用させていただいた。

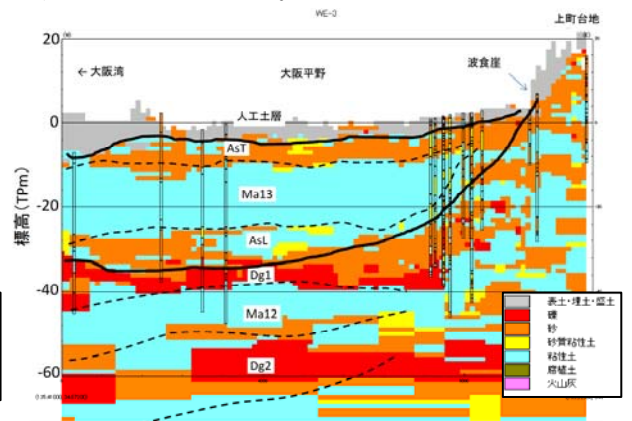


(a) 土質

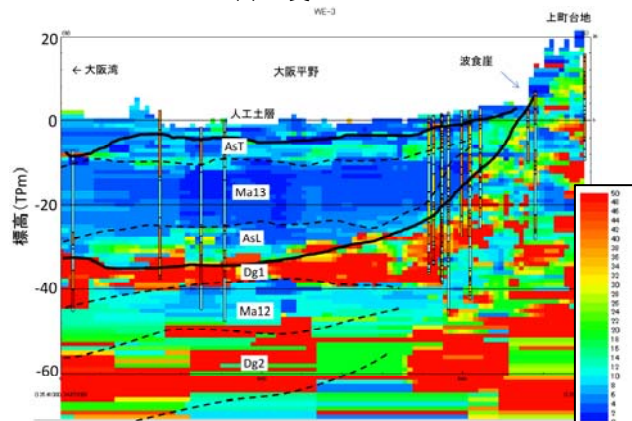


(b) N 値

図-3 三次元グリッドモデルの断面表示例
ボーリング本数：8,450 本



(a) 土質



(b) N 値

図-4 三次元グリッドモデルの断面表示例
ボーリング本数：1,056 本

参考文献：1) 木村・花島・山本・石原・王寺・和田・大井（2016）：ボーリングデータを用いた都市地盤モデルを対象とした三次元グリッドモデル構築手法とその適用性，第 51 回地盤工学研究発表会（投稿中）2) KG-NET・関西圏地盤研究会（2007）：新関西地盤一大阪平野から大阪湾一。