

宇都宮市の三次元グリッドモデルとその有効活用に関する検討

宇都宮大学 学生会員 ○空本健太郎
 東急建設 非会員 青柳淳耶
 宇都宮大学 正会員 清木隆文

1. はじめに

現在、地質現在、地質や地盤に関連するボーリングデータ(以下、データ)が各地域に長い年月をかけ蓄積されているものの、それらは府省、自治体や民間企業など様々な機関に散在しており、データの共有がされていない。また、このような問題を解決するために、様々な機関が連携し、地盤情報を統合化することが重要である。統合化するには、基礎となるデータベースの構築を行い、構築されたデータベースをネットワークで結ぶことで誰もが容易に利用することができる。既往の研究では、過去に作成された電子地盤モデルの問題点を解決、またさらなる向上を図るために三次元グリッドモデルを作成し、比較、検討することにより、地盤の可視化を行うことで、地質学の専門家でなくとも宇都宮市の地形・地質の構成を理解し、地盤情報を活用する方法について検討することを目的としていた。本研究では、既往の研究¹⁾につくモデル化を再検討し、新たなボーリングデータを加えたグリッドモデルを作成し、地盤モデルを更新する。また地震応答解析による防災への発展を検討する。

2. 宇都宮市域の地形および地質概説

宇都宮市の北西部には、遠くの日光連峰に続く大谷・古賀志・鞍掛の丘陵が起伏し、西部から東部に向かってなだらかな地形が形成されており、市街地から東部・南部には広大な関東平野が開けている。平地の主な地盤としては、段丘堆積物とローム層、沖積層で構成されている。主な河川として、東部に鬼怒川が流れており、中央に田川、釜川、西部に姿川が流れている。

3. 三次元グリッドモデルについて

三次元グリッドモデルは全国電子地盤図と同様の問題を解決するために開発されたシステムで、全国電子地盤図をより正確に、活用しやすく改善したものが三次元グリッドモデルである。その例としてグリッドサイズを250mよりも小さくできることや、地層境界を予め面モデルとして設定し、地盤情報の空白を地球統計解析の考え方を用いて、この境界を反映して補間されることなどが挙げられる。

4. 宇都宮市の断面図

本研究では、宇都宮市の6断面について検討を行った。図-1に検討断面位置図を示す。図中の青点●はボーリングデータの位置を示す。今回検討した断面は、宇都宮市中央に位置する東西の赤線で囲んだ断面である。作成したモデルのグリッドサイズは、一辺100mのメッシュとし、東西方向に69グリッド、南北方向に81グリッドである。また、今回のモデルの作成条件は、探索半径を1000m、探索分割数を4とした。図-2に検討位置の断面の地盤モデルを示す。表土、ローム層、礫層といった地層が多くを占めている。図-3にはN値の分布を示すが、寒色系から暖色系になるにつれてN値は大きくなる事を示す。礫層上面の境界面に以浅は、表層地質が補間されているので、N値が低い青色で示され、礫層面以深の礫層、岩盤の部分はN値が高い赤色で示される。礫層中に青色でN値が表現された点はその断面の土質モデルや柱状図を見ると砂層が存在し、この地層が強調されたものである。また図-4にS波速度(Vs)モデルを示す。S波速度モデルの変換は太田・後藤の式²⁾を用いた。最上部では50m/s、最深部では550m/s程度の値を示す。地層深くなるにつれてN値も大きくなるため、Vsも大きくなる。モデルの更新するにあたり、旧モデルと今回作成したモデルを比較するとデータが密になった事で、宇都宮市の地質的な特徴をより正確に表現できた箇所もある。またデータが過剰に存在する地域は、結局データを間引いてモデル化するので、精度が上がったとは言えない。結果として、ボーリングデータの数が均等に分布する様に配置できることが良いモデルを作成する条件と考える。

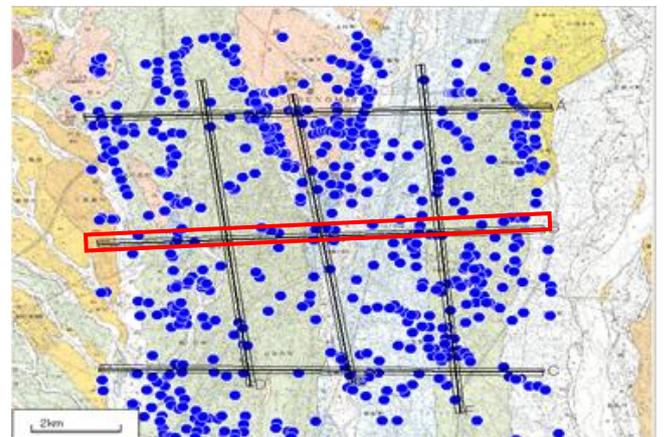


図-1 検討断面位置図

5. 地盤モデルの有効活用について

本研究では、今後、等価線形化法に基づく解析ソフト (DYNEQ³) を用いて地震応答解析を行い、震度の増幅の程度を観察する。その際、グリッドモデルを地盤応答解析の対象とする。DYNEQ の等価線形化法は地盤モデルを鉛直方向への1次元と見なす。解析に用いる入力地震波は宇都宮市でも比較的大きな揺れを観測した2011年の東北地方太平洋沖地震を一例とする。対象とする地盤のせん断弾性係数は、3次元グリッドモデルから与えられるせん断波速度に密度を与えて算出する。

解析の条件として、地盤材料を砂質土、礫質土、粘性土、ローム層、人工土層、岩盤の6つに集約し、地震波の種類を解放基盤波とする。モデル化する層の数には最下層の下方に広がる半無限地盤も含める。得られた解析結果から震度換算を行い、その計測震度に応じた震度階に着目し、宇都宮市の防災に適用する事を検討する。

6. まとめ

宇都宮市の地質を対象に既往の研究¹⁾のモデルに新たにデータを加え、三次元グリッドモデルを作成した。地質的に矛盾なく宇都宮市の地盤情報を再現するめ、各層の層厚を定量的に判断したり、ボーリングデータの標高を調整したりすることで、モデルが完成された。しかし、礫層の間にローム層や粘土層が表現されたところがあった。高度な三次元グリッドモデルを表現するため、ボーリングデータが過剰に存在する箇所や、少な過ぎる箇所をできるだけ均して、三次元グリッドモデルを作成することが求められる。

今後は、三次元グリッドモデルを宇都宮市の防災に適用する事を目的として、三次元グリッドモデルに対して、グリッド単位やモデル全体に対して地震応答解析を行い、震度等について検討を行進める。

参考文献

- 1) 青柳 淳耶, 地層境界面を考慮した宇都宮市の三次元グリッドモデルの構築に関する研究, 平成30年度宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース卒業論文, 2019.
- 2) 太田裕, 後藤典俊: S波速度の他の土質的諸指標から推定する試み, 物理探査, 第29巻, 第4号, pp.31-41, 1976.
- 3) 吉田望: DYNEQ-等価線形化法に基づく地震応答解析プログラム, 佐藤工業(株)技術研究所報, p61-70, 1996.

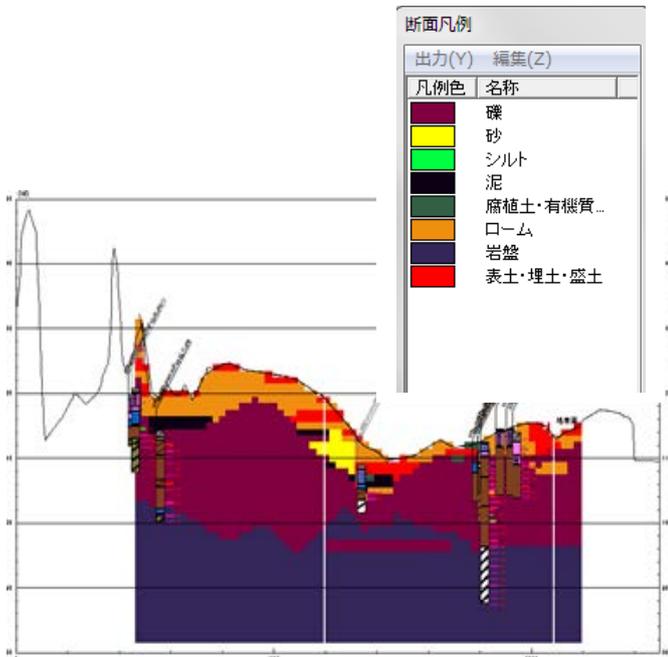


図-2 断面の地盤モデル

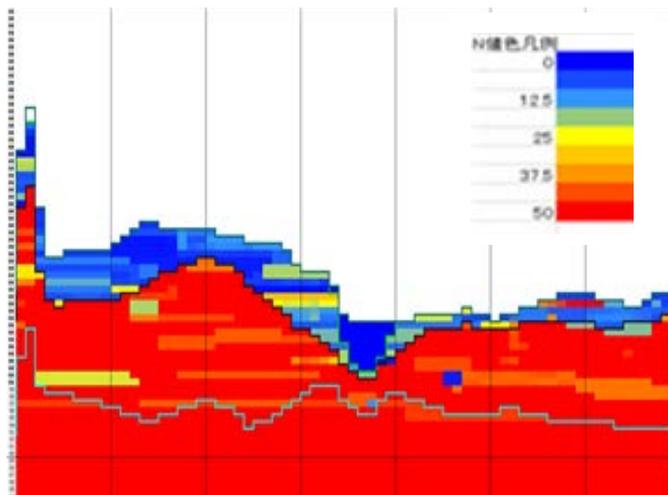


図-3 断面の N 値モデル

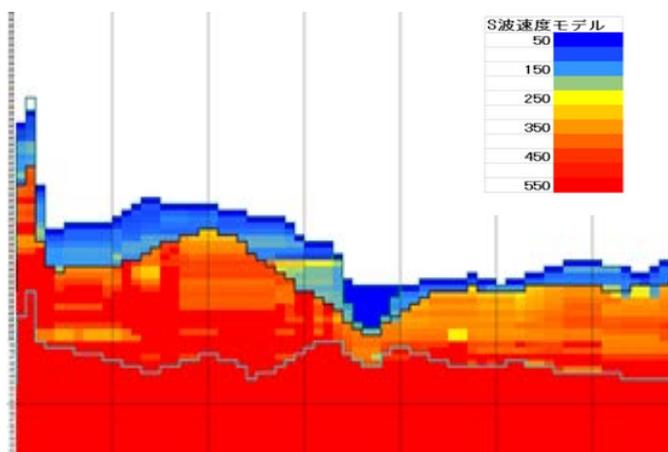


図-4 断面の S 波速度モデル