

地盤モデル構築の取り組みと課題～より広範な利活用のために～

地盤情報データベース，全国電子地盤図，三次元グリッドモデル

地域地盤環境研究所	○国	山本浩司	茨城大学	国	村上 哲
宇都宮大学	正	清木隆文	福岡大学	正	石原与四郎
防災科学技術研究所	正	木村克己	同左	正	大井昌弘
中央開発	正	王寺秀介	応用地質	正	和田里絵

1. はじめに

全国的に地盤情報データベースの構築が進展する中，その既往の調査情報の集積は地震防災検討のための地震ハザード評価や建設活動における地盤挙動解析などの種々の地盤工学的諸問題への活用が期待される¹⁾。また，そのほとんどの利活用は，調査データを解析用等の地盤モデルに加工する手順（情報の適切な集約と補間）を必要としている。地盤工学会の「全国電子地盤図」²⁾や防災科学研究所の「三次元グリッドモデル」³⁾などはそのような視点から広域的な浅層地盤モデルの構築に取り組むものである。これらは新たな地盤情報システムとして，より広範な利活用に資することを目指している。本文はこれらの取り組みを介して，地盤モデル構築とより広範な利活用のための課題を述べる。

2. 地盤情報の利活用と地盤モデル化

社会が解決すべき地盤に関わる諸問題（学術的および実問題としての工学的な課題）へのアプローチは，データベースに限らず過去または新たな地盤情報の入手から始まる。その地盤情報は種々の地盤調査より得られるが，ボーリング調査はその主たるものである。この調査法では基本的な調査項目（柱状図等）と目的に応じた試験・探査が行われる。さらにその調査規格は統一されているので，そこにデータベース化の意義が生まれる。つまり，地盤情報の二次的利用であり，広域的な地盤モデル化はその大きな成果である（図1）。

地盤モデルには①建設活動における地盤の変形解析等に用いる狭域的な‘地層構成と詳細な土質特性’と②地震防災検討の地震ハザード評価（地震動，液状化等）のための広域的な‘地層構成と基礎的な土質特性’のモデル化がある。将来的（未来）にはミクロの集まりがマクロとなるような地盤モデル化がより広範な利活用のために望まれる形である。

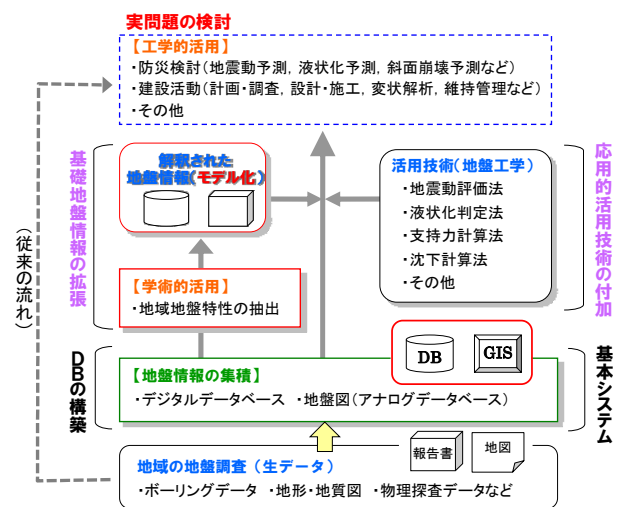


図1 地盤情報と種々の利活用の流れ

3. 広域的な地盤モデル構築の取り組み（モデル化手法）

②の広域的なモデル化は①の狭域的なモデル化に対しても重要な意味を持つ。当然ながら地盤は地域的な堆積環境のもとで生成されるので，対象が狭域（または地点）であろうとモデル化のためには広域的に対象地の地盤を眺めることが基本となる。現在の地盤情報データベースからの地盤情報の提供は，そのほとんどが調査データの直接的な提供であり，地質的な解釈や調査データの品質評価は利用者の技術的判断（知識と技量）に委ねられている。そこに広域にモデル化（集約）された地盤情報（地層構成や平均的N値など）が併せて示されれば，①のモデル化の精度（信頼性）を高める一助にもなる。現在進められている広域的な地盤モデル構築の取り組みはそのような役割も担っている。

地盤工学会の「全国電子地盤図」²⁾と防災科学研究所の「三次元グリッドモデル」³⁾はともに平成18～22年度科学技術振興調整費課題「統合化地下構造データベースの構築」⁴⁾の中で開発が始まった。「全国電子地盤図」はボーリングデータを基礎に地盤工学的に適切な解釈を加え，全国統一方法で浅層の地盤モデル（250m区画の工学的基盤以浅の土質とN値）を作成し，個々のデータの著作権，所有権の制約のない地盤情報を社会に還元することを目的としている。現在のところ対象とする地層は沖積層または工学的基盤以浅である。250mメッシュを代表するモデル柱状図として，作成者（技術者）がボーリングデータを作成支援システム上で吟味選択したうえで，空間的なつながりは考慮せずに平均モデル化している。ボーリングデータが不足する空白域のモデル化（補間）は行っていない。現時点で34地区の地盤モデルが作成され，Web上で誰もが閲覧できるシステムが構築されている。一方，「三次元グリッドモデル」は地盤の特性を三次元のグリッドで表現するものである。モデル情報は個々のグリッドの属性としてボーリングデータから抽

Method and Tasks of Digital Underground Model Development based on Geo-informatics Databases for various Utilization.: Koji Yamamoto (Geo-Research Inst.), Satoshi Murakami (Ibaragi Univ), Takafumi Seiki (Utsunomiya Univ), Yoshiro Ishihara (Fukuoka Univ), Katsumi Kimura, Masahiro Ooi (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention), Shusuke Oji (Chuo Kaihatsu Corporation), Rie Wada (Oyo Corporation)

出され、計算式で水平方向に空間補間計算を実施して求められた土質区分と N 値および調査者が地形・地質の成り立ちより判断して設定した地層区分よりなる。また本手法の大きな特徴として、地盤の不整形な特性のモデル化のために地層境界面モデルによって制約する処理が施される。これより同一地層を考慮したデータの平均化や空間補間における地層の分布形状のモデル化が行える。グリッドサイズは 250m よりも小さく自由に設定できる。そして、ボーリングデータと地層面モデルの準備（前処理）が整えば、地盤モデルはコンピュータの計算処理のみでごく短時間に生成される。

両手法による地盤モデルは、地盤条件が複雑であるほど違い（表現の差）があつて当然であるが、水平成層の地盤に対しては基本的に同様なモデルとなるはずである。図 2, 3 に大阪平野の三次元グリッドモデル⁵⁾と全国電子地盤図（モデル柱状図）より土質モデルと N 値モデルを対比した。今後両者はさらに技術的な改良が加えられる予定である。

4. 広域的な地盤モデルの構築と利活用の課題

地盤モデルの構築と利活用の課題は以下に列記される。まず両手法がともに意識することは、①のモデル化のための前処理の重要性である。この処理は数万本のボーリングデータを扱うために膨大な時間も要するので、その情報もデータベースとして共有・再利用するような工夫が求められる。②では三次元グリッドモデルの補間技術は電子地盤図の利活用でも応用できる。またモデルを逐次更新するためにも半自動的な作成法は有益である。③については KG-NET・関西圏地盤研究会による「関西圏地盤情報ライブラリー」の土質特性を含む地盤モデル⁶⁾は先駆的な取り組みの一例である。④～⑥は利活用のための周辺環境の整備であり、利活用の土台として欠かすことのできない取り組みである。

- ①基礎データの品質評価と地質・地盤特性の抽出・・・各々に検討された情報の集積（データベース化）と再利用
- ②地盤モデルのシームレス化と更新・・・データ空白域の補間技術の確立、情報の蓄積にともなう継続的な更新手順
- ③土質特性のモデル化・・・ N 値のみでなく各種土質情報（物理・力学特性）のモデル化による活用範囲の拡大
- ④モデルの品質への配慮・・・基礎データの粗密や補間方法、作成者などのモデル作成情報の提示
- ⑤利活用を高める取り組み・・・活用方法のレシピ、解析パラメータの推定方法、捕捉的な他情報の併用方法の提示
- ⑥将来に向けての取り組み・・・永続的な情報の集積とモデルの更新・維持管理・提供のための体制の設置と維持

5. まとめ

昨今のとある建設トラブルについて、現在の地盤モデル化では不足であるという尤もな指摘がある。ではどのような地盤モデル（地盤情報）であればそれが回避できたのであろうか（実際に使われたわけではないが）。そこに地盤情報の綿密さを求めるのなら、現在までに集積された調査情報の密度レベルからしても、現時点で（あるいは将来的にも）そのような綿密なレベルのモデル化には限界がある。一方、地盤リスクに対しては建設関係者へ警笛を鳴らすことも重要な視点である。つまり地盤モデルにすべてを委ねるのではなく、地域の地盤特性に関わる情報（例えば、基盤の局所的な凹凸の可能性など）もあわせて提示することで、地盤リスクマネジメント（リスク回避のための施工マニュアル等）の実効性は十分に高まると考えられる。いずれにしても、地盤情報の総合的な利活用に視野を置き、地盤モデル化とその効果的な利活用のための環境整備に今後も継続的に取り組まれることを期待する。

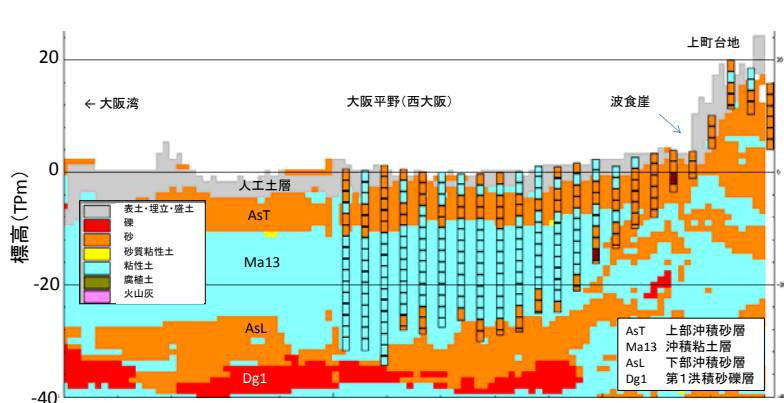


図 2 三次元グリッドモデル⁵⁾と全国電子地盤図（モデル柱状図）による土質モデルの対比 [大阪平野の東西断面（WE3）]

参考文献

- 1) 山本 (2013) : 地盤情報データベースの進展と利活用, 地盤工学会誌, Vol.61, No.6.
- 2) 村上ほか (2013) : 全国電子地盤図の構築と利活用, 地盤工学会誌, Vol.61, No.6.
- 3) 木村ほか (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 回地盤工学会 (投稿中)
- 4) 藤原 (2007) : 統合化地下構造データベースの構築に向けて, シンポジウム「統合化地構造データベースの構築に向けて」.
- 5) 王寺ほか (2016) : 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～, 第 51 回地盤工学会 (投稿中)
- 6) KG-NET・関西圏地盤研究会 (2007) : 新関西地盤—大阪平野から大阪湾—.

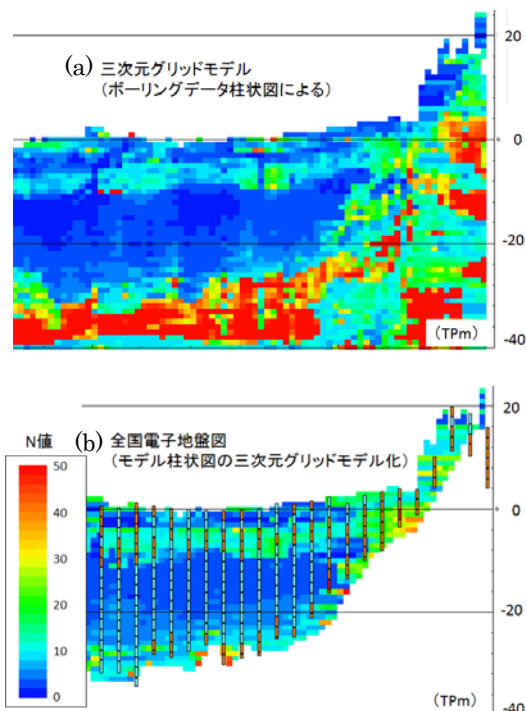


図 3 両手法（図 2）による N 値モデルの対比（電子地盤図は三次元グリッド補間処理による）