

3次元地盤構造推定システム 「ちかなび®」 3D Ground Structure Estimation System 「ChikaNavi」

児島 理士 Rihito Kojima
萩原 由訓 Yoshinori Hagiwara
渡辺 和博 Kazuhiro Watanabe
高橋 真一 Shinichi Takahashi

1. はじめに

地盤には自然に堆積したことによる不均質性があり、地盤情報にはその不均質性を正確に把握できないことによるリスク^{例えぱり}が存在する。近年、例えば杭の支持層に大きな不陸がある場合のリスクが注目されてきた。このようなリスクは、建設工事において、安全性・品質・工期・コストなどの様々な面に悪影響を及ぼす恐れがあるため、地盤の堆積構造（以下、地盤構造）を3次元的に把握することでリスクを低減したいとの要望が増加している。このような要望を受け、地盤を含めた3次元的なモデルが積極的に活用され始めている。設計・施工時に、構造物と地盤を3次元で表現することは、リスク低減のみならず、検討時間の短縮や手戻り防止等の合理化にもつながると考えられる。

筆者らは、地盤に関するリスクの低減および設計・施工の合理化を目的として、地盤情報を活用する技術開発を独自に推進してきた²⁾。比較的密なボーリングデータが確保されている場合に、これらを活用して3次元的に地盤構造を推定する技術を確立している³⁾。本報では、その成果として開発した3次元地盤構造推定システム「ちかなび®」について紹介する。

2. 「ちかなび」の概要

ボーリングデータから3次元的に地盤をモデリングできる専門ソフトは、各種公開されている^{例えぱり}。しかしながら、既存の専門ソフトの使用には、「地層の生い立ちなどの地質学の知識が必要」、「ソフト特有の入力方法の熟知が必要」、「CADの熟練操作が必要」等の課題があった。

「ちかなび」（以下、本システム）は、適用条件を地層の連続性が明確な場合のみに制限することで、最小限の専門知識で地盤構造のモデル化を可能にしたシステムである。Fig. 1に本システムの表示画面を示す。作成したモデルは、自由な角度からの確認や、任意の断面の表示が可能である。調査点の平面座標と地層境界の深度を入力すれば、直ちに3次元で可視化できる。使用者が馴染みやすい表形式のデータ入力フォーマットを採用したことで、入力作業の複雑さも解消した。杭などの地中構造物と地層を同時に表示することができ、杭長の設定のような設計時の検討が容易になる。また、Fig. 2に示す例のようなBIM/CIMへの統合や、FEMに代表される数値解析モデ

ルへの変換等の応用も可能である。

Fig. 3に、本システムにおける地盤構造推定の概念図を示す。本システムは、ボーリング調査点における地層境界の深度情報を補間することにより、3次元の推定曲面を生成する⁵⁾。これにより、未調査区間の地層境界深度の推定値が得られる。推定値は補間の結果であり、調査点の間隔が大きい場合、その間の地層の不陸を見落とす可能性がある。したがって、ボーリング調査の数や配置が適切であるか⁶⁾を確認するよう使用者に注意を促すなどの工夫も行っている。

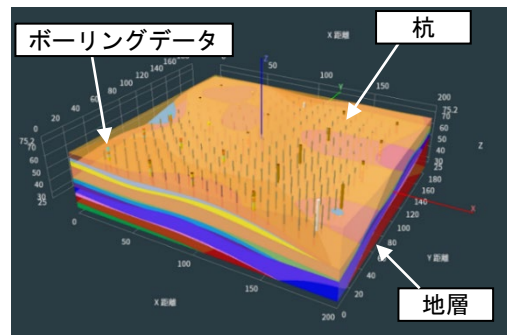


Fig. 1 「ちかなび」の表示画面
3D View of ChikaNavi

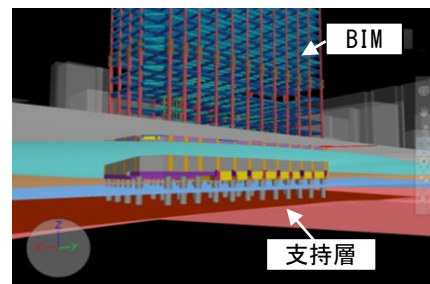


Fig. 2 BIMとの連携事例
Data Cooperation with BIM

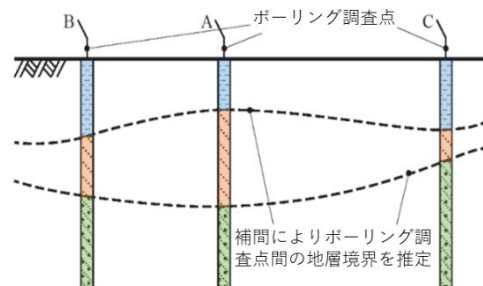


Fig. 3 地盤構造推定の概念図
Conceptual Diagram of Ground Structure Estimation

3. 「ちかなび」の活用事例

某建物の建設工事において、杭の支持層に大きな不陸があることが判明し、本システムを適用した。建物は約800本の既製杭で支持される。この事例では、杭を確実に支持層に到達させるため、3次元的に支持層深度の分布を可視化することが望まれた。Fig. 4に本システムを用いてボーリングデータを補間した支持層深度の推定値の平面分布をコンター図で示す。支持層深度に最大約20mの高低差があることが予測された。Fig. 5に、本システムで3次元化した支持層と杭のモデルを示す。同図は支持層上端面を下から見上げた図である。この面より杭先端が下に現れていることにより、杭先端の根入れを確認できる。この結果を参考に、支持層深度が深い場所では、杭長の見直しが行われた。

本事例では、本システムによる推定に加えて、微動探査⁷⁾による推定も実施した。ボーリング調査は削孔が必要で、場所や数に制約を受ける場合がある。微動探査は削孔が不要で、地表面から高密度に調査できる。したがって、微動探査は支持層の不陸の見落としを防ぐ有効な調査法と言える。本システムによる推定は、調査点に現れていない不陸などを検知できないため、微動探査のような調査技術を併用し、総合的な支持層評価に取り組んでいる⁸⁾。さらに、杭の施工時には、大林組が開発した既製コンクリート杭の支持層到達確認支援システム「杭番人[®]」⁹⁾に、本システムによる推定値を提供し、支持層到達確認に活用した。本システムと微動探査の推定値から、根入れ長が短い可能性のある杭をあらかじめ抽出し、施工時に注意喚起を促した。

本システムを活用し上記の技術と連携することにより、杭の支持層未到達のリスクを回避することができた。

4. おわりに

本報では、3次元地盤構造推定システム「ちかなび」について紹介した。適用条件に制約があるものの、簡易な入力方法で地盤構造を可視化できるようになったことで、地盤に関するリスクの低減、設計および施工における合理化につながると考える。今後は、推定精度の向上に資する微動探査や支持層到達確認支援システムとの連携を強化し、総合的な技術の構築を目指す。

参考文献

- 1) 土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン—関係者が ONE-TEAM でリスクに対応するために—，国立研究開発法人土木研究所，2020.3
- 2) 高橋真一，他：公開情報を活用した地盤層構成の推

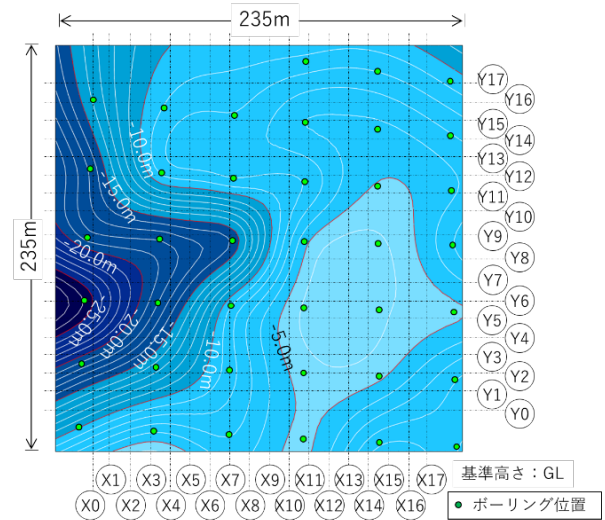


Fig. 4 「ちかなび」による支持層深度の推定値
Estimated Depth via Boring Data

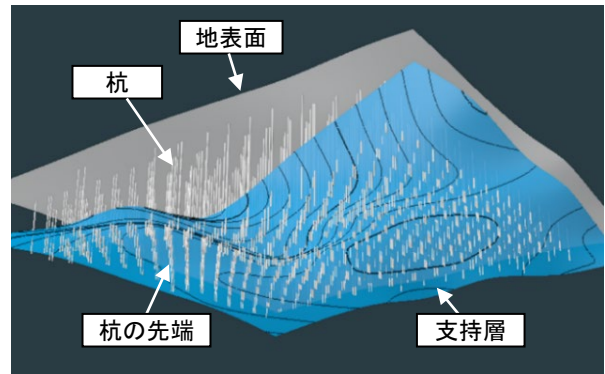


Fig. 5 支持層と杭の3次元モデル
3D Model of Bearing Stratum and Piles

- 定技術，大林組技術研究所報，No. 78，2014.12
- 3) 児島理士，他：3次元地層推定手法による地盤構造の可視化，大林組技術研究所報，No. 83，2019.12
- 4) 山根裕之，他：3次元地質解析システム「GEORAMA ver. 3.0」，第3回日本情報地質学会講演会講演予稿集，pp. 57-58，1992.6
- 5) 野々垣進，他：3次B-スプラインを用いた地層境界面の推定，情報地質，Vol. 19，No. 2，pp. 61-77，2008
- 6) 児島理士，他：杭の支持層深度の推定誤差とボーリング本数の関係，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 489-490，2018.9
- 7) 萩原由訓，他：単点常時微動観測を用いた基礎深さ推定に関する研究，大林組技術研究所報，No. 79，2015.12
- 8) 児島理士，他：微動探査とクリギング法を併用した杭の支持層深度の予測手法，第56回地盤工学研究発表会，13-8-4-04，2021.7
- 9) 萩原由訓，他：既製コンクリート杭の支持層到達確認技術，基礎工，pp. 31-33，2021.4