

# 計算地盤工学

## Computational Geotechnics

渦岡良介 (うずおか りょうすけ)  
京都大学防災研究所 教授

展望講演の機会を与えて頂いたことを関係各位に改めて感謝申し上げます。講演のテーマは「数値解析が生き残るためにどう使うのか?」であり、数値解析の新たな展開を考えることを目的としました。

はじめに、地盤工学会が2012年に本格的に活動を開始した「アカデミックロードマップと発展史・人物史」の委員会の成果<sup>1)</sup>から、数値解析の成果を紹介しました。過去の成果として、実務でも普及している多孔質体理論・連続体力学に基づく数値解析手法を概観しました。講演後に会場からも指摘がありましたが、マイクロ・マクロスケールの連成による構成式の構築や解析における不確実性の評価<sup>2)</sup>を通じた数値解析手法のさらなる信頼性向上は今後も変わらない課題です。一方、未来の予想として、解析対象とする現象が多様化すること、空間的・時間的スケールが拡大することを紹介しました。このとき問題となるのが高度な数値解析手法と地盤情報の質・量のバランスです。地盤情報データベースの整備や新しい地盤調査法の開発は進んでいますが、完全な地盤情報を整備するには時間がかかります。現状で入手可能な地盤情報を最大限に活用できるようにならないと、高度な数値解析手法も意味がありません。この問題を解決しないと数値解析は生き残ることができないのでは?ということが講演のテーマです。

この問題を考えるヒントとして、空間的・時間的スケールの大きな数値解析、リアルタイム予測など数値解析の新たな展開を紹介しました。空間的スケールの大きな解析として、大容量都市データと京コンピュータの限界能力を用いた山手線内規模の都市地震解析<sup>3)</sup>を紹介しました。都市地震解析の超大容量の疑似「観測データ」により、都市地震解析を行うAIを構築し、超多数回の都市地震解析を実現し、地盤情報の不確実性に対応しています。時間的スケールの大きな解析として、航空レーザー測量や試料の宇宙線生成核種分析を用いた長期的な風化土層の発達・輸送・蓄積解析<sup>4)</sup>を紹介しました。京都白川流域を対象とした事例解析では、500年後の表層崩壊予測が示されています。リアルタイム予測として地震動と津波の予測解析事例を紹介しました。地震動予測では、計測・計算・予測を元に収集・生成した広域災害情報をリアルタイムに地図上で配信するシステム<sup>5)</sup>を紹介

しました。産官学連携によるコンソーシアムのもとで徳島県吉野川市における高密度地震観測網を用いた実証実験が進んでいます。津波予測では、津波発生予測(断層モデル推定)を10分以内に完了、10mメッシュの津波浸水被害予測を10分以内に完了(トリプルチャレンジ)し、予測結果を即時配信するシステム<sup>6)</sup>が構築されています。これらのリアルタイム予測解析は高密度あるいは広域観測で得られたデータを数値解析で即時利用するものです。最後に、包括的都市モデルの自動構築・異種データの変換・各種解析による神戸市全体の災害・経済リスク解析<sup>7)</sup>を紹介しました。まさに都市のデジタルツイン(実物の情報を計算機内で仮想的に再現)を目指したものであり、数値解析の新たな展開といえます。今後の数値解析では、地盤情報の質・量を充実させる一方、地盤情報データを最大限利用し、データ駆動型モデリングやデータ同化手法などにより不確実性も考慮して、地盤のデジタルツインを目指した数値解析の利用が進むことを期待します。

### 参考文献

- 1) 地盤工学会「アカデミックロードマップと発展史・人物史」, 入手先<[https://www.jiban.or.jp/?page\\_id=1721](https://www.jiban.or.jp/?page_id=1721)> (参照 2019.8.31)
- 2) 渦岡良介・櫻井英行・中井健太郎・森口周二: 数値解析のV&V(検証と妥当性確認), 地盤工学会誌, Vol.65, No.11/12, pp.48~49, 2017.
- 3) Ichimura, T., Fujita, K., Yamaguchi, T., Hori, M., Lalith, M. and Ueda, N.: AI with Super-Computed Data for Monte Carlo Earthquake Hazard Classification, SC17: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, p.23, 2017.
- 4) 松四雄騎・外山 真・松崎浩之・千木良雅弘: 土層の生成および輸送速度の決定と土層発達シミュレーションに基づく表層崩壊の発生場および崩土量の予測, 地形, Vol.37, pp.427~453, 2016.
- 5) 中田成智・三上 卓: 高密度地震観測網を用いた即時災害予測システムの吉野川市における実証実験と全体計画, 第38回土木学会地震工学研究発表会, 2018.
- 6) 越村俊一: リアルタイム津波浸水・被害予測と災害情報の配信: G空間防災システムとLアラートの連携による減災力強化, 情報管理, Vol.59, No.12, pp.822~828, 2016.
- 7) サンテレビ: スーパーコンピュータで神戸の町を丸ごと地震シミュレーション(2018年7月31日放送), <<https://www.youtube.com/watch?v=XXUg9NwI9Fo>> (参照2019.8.31)

(原稿受理 2019.8.23)