博士学位論文 審査結果の要旨

Abstract of review result

芝浦工業大学大学院 理工学研究科 博士（後期）課程

Doctoral thesis defense committee

博士学位論文審査委員会

Main examiner 主査	稲積 真哉
Examiner 審査委員	穴見 健吾
Examiner 審査委員	伊代田 岳史
Examiner 審査委員	宮本 仁志
Examiner 審査委員	HOSSAIN ZAKARIA

氏　　名 Applicant's Name	CONG, YUXIN（丛 煜昕）
論文題目 Thesis title	Advanced Prediction of Subsurface Geotechnical Properties and Urban Hazard Mapping Using Artificial Intelligence Techniques （人工知能を活用した地盤情報の高精度予測と都市地盤ハザードマッピングに関する研究）

〔論文審査の要旨〕

本論文は、人工知能技術を活用して地盤情報の高精度予測と都市地盤液状化ハザードマッピングを実現する手法を提案したものである。1964 年の新潟地震およびアラスカ地震以降、液状化現象に関する研究は大きく進展してきたが、南海トラフ巨大地震などの大規模災害に備えた高解像度のリスク評価手法の確立が喫緊の課題となっている。本論文は、この課題に対して機械学習技術を適用することで、従来の地球統計学的手法を超える予測精度とハザードマップの詳細化を達成している。

本論文では、データが希少な局所領域を対象に、申請者が Python で独自に実装したランダムフォレスト（RF）、人工ニューラルネットワーク（ANN）、サポートベクターマシン（SVM）の 3 種類の機械学習手法を適用し、標準貫入試験の N 値予測と土壌分類を行った。比較分析の結果、RF は安定性と頑健性に優れ、ANN は高精度で複雑な非線形関係の捕捉に優れることが明らかとなった。これらの成果に基づいて局所的な液状化ハザードマップを構築し、データ密度が予測性能に大きく影響することを実証的に示した。続いて、東京都全域の 13,926 本のボーリングデータを用いて、PyTorch で独自開発した ANN モデルによる大規模予測を実施した。標高、地下水位等の地理空間情報を統合し、液状化ポテンシャル指数（LPI）法に基づくハザードマップを作成した。その結果、既存の公開マップと比較して詳細かつ信頼性の高いマップが得られ、特に東京東部や江東区等の埋立地域における液状化リスクを高解像度で可視化することに成功した。

最終審査会は 2026 年 1 月 20 日に開催され、申請者による論文内容の発表および質疑応答が行われた。審査委員会は 5 名の審査委員により構成され、予備審査で指摘された事項への対応状況および論文全体の学術的価値について慎重に審議した。審査においては、以下の点が高く評価された。機械学習手法を地盤工学に適用する際の手法選択の妥当性と、各手法の特性に関する比較分析が丁寧に行われている点である。また、局所領域と広域領域という異なるスケールでの検証を通じて、提案手法の汎用性と実用性が示されている点である。さらに、東京都全域という大規模データセットを用いた実証研究により、都市防災計画への具体的な貢献が明確に示されている点である。

予備審査で指摘された事項、すなわち、AI の活用箇所と入出力データの関係の明確化、予測精度の検証と誤差分析の充実、研究の新規性の明示、簡略化の仮定に関する説明等については、申請者が誠実に対応し、論文の質が大幅に向上したことが確認された。

本論文は、人工知能技術を地盤工学分野に適用し、従来手法では困難であった高精度かつ高解像度の液状化ハザードマッピングを実現した点において、学術的に高い独創性を有している。また、実際の都市防災計画や地震防災対策への応用可能性が高く、実用的価値も顕著である。研究業績についても、査読付き論文等が博士学位取得の基準を十分に満たしていることが確認された。

以上の理由により、審査委員会は全員一致で、本論文が博士（工学）の学位を授与するに値する優れた研究成果であると判断した。