

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 乙 第	7213	号
------	-------	------	---

氏 名 野中 俊宏

論 文 題 目

Development of a numerical analysis code for efficient evaluation of pore water pressure dissipation methods and its application to advanced performance design

(間隙水圧消散工法の効率的評価を可能にする数値解析手法の開発および同手法の高度な性能設計への応用に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	減災連携研究センター	教授	野田 利弘
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	中野 正樹
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	山田 正太郎
委員	名古屋工業大学	工学研究科	教授	張 鋒

論文審査の結果の要旨

野中俊宏君提出の「Development of a numerical analysis code for efficient evaluation of pore water pressure dissipation methods and its application to advanced performance design(間隙水圧消散工法の効率的評価を可能にする数値解析手法の開発および同手法の高度な性能設計への応用に関する研究)」では、間隙水圧消散工法における数値解析上の課題を克服する新たな手法を開発するとともに、同手法を用いた高度な性能設計の提案を目的としている。はじめに、均質化手法の一種であるマクロエレメント法の合理的な機能拡張を図るとともに、拡張したマクロエレメント法を水^土骨格連成有限変形解析GEOASIAに実装することで、同工法の定量的かつ効率的な評価を可能とする数値解析手法を提案している。次に、メッシュ分割によりドレーンを厳密に表現した3次元モデルの解析結果との比較を通じて、新たな数値解析手法の検証(Verification)を動的・静的の両問題において実施している。最後に、実在する埋立地盤を対象とした数値解析を通じて、現行設計の課題を指摘するとともに高度な性能設計手順についても提案している。本論文は以下に示す全7章で構成される。

第1章では、序論として、本研究の背景、意義ならびに目的を述べている。

第2章では、マクロエレメント法の動的問題への適用について定式化している。バーチカルドレーンの集水機能を表現するために、ドレーンを中心軸とする軸対称性を仮定して得られるBarronの解を利用してドレーン周りの水圧分布を仮定することで、土からドレーンへの流入速さを決定するモデルを導出し、慣性項を有する水^土連成有限変形解析手法の水^土連成式に付加している。また、従来のマクロエレメント法では解析条件として与えられていたドレーン内の水圧を、未知数として地盤の運動や間隙水圧と同時に求めることができるように機能拡張を図っている。これによりドレーンの排水機能が新たに付加され、ウェルレジスタンスを条件に応じて自動的に発生させることを可能にしている。

第3章と第4章では、マクロエレメント法の近似精度について検証している。第3章では、動的問題における精度検証に先立ち、準静的問題におけるマクロエレメント法の精度検証を行っている。この検証は、メッシュ分割によりドレーンを厳密に表現した3次元解析結果とマクロエレメント法を適用した2次元平面ひずみ解析結果を比較することで行われている。中間砂層が介在する粘土地盤^へ真空圧密工法を適用する問題を例に、複数本のドレーンを含む多次元的な問題での検証が行われた。ウェルレジスタンスが顕著に発生し、かつ、改良域外から改良域内^への間隙水の流入や、各ドレーンの有効集水域間での間隙水のやり取りが顕著に発生するような問題においても提案するマクロエレメント法は高い近似精度を発揮することを示している。

第4章では、盛土直下に間隙水圧消散工法を適用したケースを対象とし、動的問題におけるマクロエレメント法の解析精度を検証している。第3章と同様の検証方法が実施され、動的問題においても、マクロエレメント法による解析は、水圧変動から地盤の変形に至るまで精度良く3次元解析結果を近似し、ドレーンピッチに応じた改良効果の違いも精度良く表現できることを示している。さらに、多次元メッシュ解析に先立ち、1次元メッシュ解析で有効なドレーンピッチを把握することで、より効率的な設計が可能となることも示している。

第5章では、解析手法の実問題への適用として、実在する埋立地盤を対象とした数値シミュレーションを行っている。現行設計法のように最大過剰間隙水圧比を許容値内に抑制することのみに焦点を当てるのではなく、地盤の変形まで適切に評価することで、高度な性能設計が可能となることを明らかにしている。また、提案するマクロエレメント法を用いた数値解析は、地盤やドレーンの透水係数が改良効果に及ぼす影響の効率的な把握を可能にする等、同工法の設計の幅を広げることを示した点は有用な知見である。

第6章では、地震動が間隙水圧消散工法の改良効果に及ぼす影響を検討している。直下型地震動や短い時間差で発生する連動型地震等、地震動の種類を問わず間隙水圧消散工法が埋立地盤において一定の改良効果をもたらすことが明らかにされた。この結果も同工法の適用拡大に有用な知見である。

第7章では、上記の研究成果を俯瞰的にまとめ、本論文の結論としている。

以上のように、本論文は、間隙水圧消散工法の改良効果を定量的かつ効率的に把握する新たな数値解析手法を開発するとともに、既往のマクロエレメント法の課題を克服する合理的な拡張を図った点において学術的な成果を上げている。また、実在する埋立地盤における数値シミュレーションを通じて、上記手法は間隙水圧消散工法の高度な性能設計を可能にする点や、同工法の改良効果に影響を及ぼす要因を定量的に明らかにした点において、工学的にも有用な成果を挙げている。よって、本論文の提出者、野中俊宏君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判定した。