

氏 名	さわ だ かず ひで 沢 田 和 秀
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3613 号
学位授与の日付	平成 13 年 11 月 26 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	勾配依存型弾粘塑性モデルによる粘性土の変形解析に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 岡 二三生 教授 足立紀尚 教授 田村 武

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、粘性土の非局所型理論であるひずみ勾配依存型理論及びコセラ連続体理論に基づく構成式とその粘性土地盤の変形解析への応用について、主に数値解析を用いた研究成果をまとめたものであり、序論、結論を含め7章から成っている。

第1章は、序論であって、地盤材料の構成式の発展における非局所型構成理論の重要性と概要を述べるとともに、本研究の目的と論文の構成概要を示している。

第2章では、本論文全般で使用する地盤材料である粘性土の弾粘塑性構成式の説明を行った。足立・岡の提案した超過応力型弾粘塑性構成式の誘導から、有限変形理論を導入する過程及び有限要素法による離散化を本章にまとめた。土粒子骨格の変形と間隙水移動の連成問題では、固体一流体の2相系混合体理論を用いている。

第3章では、ひずみ勾配依存型理論を用いて飽和粘土の変形解析を行った。粘塑性ひずみの2階空間勾配を考慮した弾粘塑性構成式を有限要素法により、簡単な初期値境界値問題を取り上げ、勾配項が変形解析結果に及ぼす影響を明らかにしている。解析では、粘塑性体積ひずみの2階空間勾配を形状関数を用いて定式化するため、節点変位・間隙水圧の他に、粘塑性体積ひずみを独立変数として節点において定義し、つり合い式・連続式のほかに、構成式を離散化した。層状粘土性地盤のせん断変形解析では、変形速度、構成式のひずみ軟化の程度、勾配項に関する係数の3つのパラメータを変化させ、勾配項の影響を考察している。その結果、粘塑性体積ひずみの2階空間勾配は変形の局所化を抑制することを明らかにしている。さらに、長方形の飽和粘土供試体の両側面に微小な初期不整を与え変形解析を行った。この結果から、粘塑性体積ひずみの2階空間勾配パラメータが正の場合、変形が抑制されることが明らかとなり、結果としてせん断帯の幅が勾配パラメータに依存することを指摘している。

第4章では、弾粘塑性構成式に粘塑性体積ひずみの2階空間勾配項を導入したモデルの動的特性を明らかにするため、地盤材料中を伝播する1次元波動の数値解析を行っている。均一な地盤材料と不均一な地盤材料を仮定し、片持ち梁のような形状の材料の自由端からソリトン型の応力を入力波としている。応力伝播特性の解析から、勾配理論を導入した場合、均一、不均一材料に関わらず応力伝播の減衰が抑制された。

第5章では、コセラ連続体理論を導入した足立・岡の弾粘塑性構成式基本特性を把握するために、有限要素法を用いて境界非排水条件下で、平面ひずみ状態での飽和粘性土のせん断変形解析を行っている。せん断変形の数値解析では、ある一定のせん断変形までは、特性長さを大きくするとせん断応力も大きくなること、せん断応力は強制変位速度によって変化するが、コセラ連続体理論を用いた場合の特性長さの効果は、変位速度に依存しないことが確認された。また、その効果は特性長さがある値以上になると変化しないことを示した。次いで、側方変位に着目し、コセラ連続体理論を導入した弾粘塑性モデルを用いて盛土基礎地盤の解析を行った結果、盛土直下においては、側方変形は特性長さの影響を受けないこと、特性長さの値によって側方変位量が減少すること、特性長さを大きくすると鉛直変形が抑制されることを指摘している。

第6章では、第3章で用いた勾配依存型理論に基づく解析手法と、第5章で用いたコセラ連続体理論に基づく解析手法の2つの解析手法を用いて、共通の初期値一境界値問題について数値解析を行い、それぞれのモデルの特徴を明らかにしてい

る。

第7章は、本研究の結論であって、結果を要約するとともに今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、非局所型理論である勾配依存型理論とコセラ連続体理論に基づく粘性土の非局所性構成式と粘性土の変形解析について、主に数値解析を用いた研究成果をまとめたもので、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. せん断帯の発生など変形の局所化問題を解析するため、飽和粘性土に対して、粘塑性体積ひずみの2階空間勾配を導入した非局所型の構成式である、有限変形ひずみ勾配依存型の弾粘塑性モデルを導いた。
2. ひずみ勾配依存型弾粘塑性構成式を境界値問題の解析に適用するため、粘塑性体積ひずみを有限要素節点で定義し、離散化された支配方程式系を導いた。また、間隙流体の運動の解析には、固体-液体2相系の理論を用いている。
3. 境界値問題を解いた結果、ひずみの高次勾配項の導入は、粘性土地盤の応答をより安定にすること、変形の局所化領域の幅に影響を与えることを明らかにしている。次に、勾配依存型弾粘塑性体中の波動特性を1次元波動の解析によって明らかにし、粘塑性による減衰がある場合においても、波動の減衰が抑えられ、エネルギーがより安定に伝播することを指摘している。
4. コセラ連続体理論の考えによって、偶応力と曲率速度を導入し、特性長さを持つ粘性土の弾粘塑性構成式を導いている。土-水連成の変形問題を解析し、特性長さが大きいほどせん断強度が増加すること、特性長さの影響には限界値が存在することを指摘している。また、盛土基礎地盤の変形特性を解析し、曲率速度を考慮することにより、盛土法尻直下の側方変形が抑制されることを示している。

以上要するに本論文は、非局所性を考慮した地盤材料の構成式と地盤の変形解析法の進展に貢献する研究であり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年10月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。