

氏 名	こ じま けい すけ 小 嶋 啓 介
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 1112 号
学位授与の日付	平成 2 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科交通土木工学専攻
学位論文題目	地盤物性定数の逆解析法と圧密・掘削問題への応用に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 足立紀尚 教授 柴田 徹 教授 小林昭一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、地盤材料の非線形構成モデルを用いた逆解析法の開発とその応用に関する研究成果をまとめたもので、序論、結論を含め9章から成っている。

第1章は序論であって、土構造物に対する現場計測工法においては、地盤材料の適切な構成モデルに基づく逆解析法の開発が重要であると指摘し、本研究の目的と論文の概要を示している。

第2章は、本研究で対象とする逆解析問題を定義づけ、逆解析に際して地盤物性定数の具備すべき必要条件を明らかにすることで、現場計測情報に基づく地盤物性定数の推定方法を定式化している。

第3章は、地盤を任意の構成特性を有する構造骨格と非圧縮性の水で飽和した間隙から成る二相混合体と仮定することで、地盤の力学挙動を表わす数学モデルにおける構成式の役割を検討して、逆解析に際して避けられない構成モデルの簡略化の指標を明示している。

第4章は、地盤を最も簡単な等方線形弾性体としたときの物性定数の逆解析問題を、有限要素法と境界要素法それぞれを用いて定式化するとともにその最適化手法を示している。また、観測変位によれば物性定数を正確に推定できるが、観測応力ではその推定が困難であることを検証している。

第5章は、第4章で定式化した逆解析法を圧密問題に拡張し、その適用性を検討している。すなわち、各地で実施された試験盛土の施工過程における観測データに経時的に適用し、圧密の進行に伴う物性定数の変化特性を検討した結果、地盤の構成式は双曲線型モデルで近似できること、さらに透水係数の対数と間隙比は線形関係にあることを明らかにしている。

第6章は、双曲線型の非線形構成モデルを適用して、圧密の進行に伴う観測変位から物性定数を推定する方法を誘導し、仮想地盤においてその適用性を検証するとともに実地盤に対しても物性定数を良好に推定できることを確認している。なお、従来非線形構成モデルを用いた逆解析が困難とされていた原因は、物性定数に鈍感な応力のみ依存する構成モデルを用いていた点にあることを明らかにし、せん断ひずみをパラメータとする構成モデルにより逆解析を可能にしている。

第7章は、被りが小さく地下水面の高い土砂地山でのトンネル掘削問題を対象とし、モデル実験でその挙動特性を明らかにするとともに、すべり面の発生による不連続的変形挙動を双曲線型の構成モデルで表わされるジョイント要素を適用した解析で記述できることを示している。また、実際の砂質地山トンネル掘削問題の解析を行い、加背割の差異、支保工の剛性と建て込み時期、地下水面の位置等が地山内変位や地表面沈下、また支保工応力に与える影響を検討し、安全で合理的な設計・施工を行なうための基本的な考え方をまとめている。

第8章は、砂質地山トンネル掘削時など、不連続的変形挙動が生じる地盤の変形ならびに強度定数を推定できる逆解析法を定式化し、仮想ならびに実トンネル掘削問題に適用することで、本逆解析法の有効性を確認している。

第9章は、本研究の結論であり、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

地盤調査の結果には種々の不確実な要因が含まれるから、土構造物の設計による想定と実態とは差異を生じることが多い。このギャップを埋め、安全な施工を行なうため、現場計測情報に基づき地盤物性定数を修正して設計・施工法の変更を図る現場計測工法を用いるが、現場計測情報を有効に活用するには地盤力学に立脚した地盤物性定数逆解析法の開発が要請されている。

本論文は、現場計測情報により地盤の変形・強度・透水特性を表わす物性定数を推定し、地盤の変形挙動の予測と破壊に対する安全管理を行なうことのできる逆解析法を地盤材料の非線形構成モデルを用いて開発するとともに圧密現象を含む軟弱粘土地盤の変形問題と不連続的変形挙動を示す砂質地山トンネルの掘削問題へ適用して、その有効性を検証したもので、主な成果は以下のとおりである。

1. 地盤材料には非線形構成モデルを用いるべきであるなど、地盤物性定数の逆解析における必要条件を検討することにより、汎用性・確実性・客観性にも直接定式化法が優れること、またその最適化計算手法には共役勾配法が適していることを明らかにした。

2. 逆解析により地盤物性定数を正確に推定するのに最適な観測情報の種類、観測位置、観測個数および数値解析法を検討し、変位情報は有効な情報であるが応力情報は不十分であること、有限要素法により少数の情報量で良好な推定ができることなどを明らかにした。

3. 従来、非線形構成モデルを用いた逆解析が困難とされていた原因を考察し、せん断ひずみを基本パラメータとする構成モデルによれば逆解析が可能であることを示した。

4. 地盤材料の非線形構成モデルに双曲線型モデルを採用して軟弱粘土地盤の圧密問題に対する逆解析法を求め、6箇所で開催された試験盛土に適用することにより、地盤の変形係数、透水係数に加え強度定数をも正しく推定できることを検証した。このことは、施工過程の観測情報に基づく逆解析により、地盤破壊に対する安全管理も可能であることを示すものである。

5. 砂質地山トンネルを掘削する際、地山に生じる不連続的変形挙動は双曲線型構成モデルをジョイント要素の構成モデルに用いる解析で良く表現できることを確認するとともに、地山の変形係数と強度定数を推定する逆解析法を誘導し、さらに仮想ならびに実トンネル問題でその有効性を検証している。

以上、要するに本論文は、土構造物の現場計測工法に寄与できる新たな逆解析法を、地盤材料の力学特性に立脚して求め、その適用性を検討したもので、学術上、實際上貢献するところが少なくない。よって本論文は、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成2年1月8日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行なった結果、合格と認めた。