

氏 名	にしむらしんいち 西村伸一
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論農博第1843号
学位授与の日付	平成5年5月24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	軟弱地盤の安定性・圧密問題における信頼性解析に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 長谷川高士 教授 丸山利輔 教授 高橋 強

論 文 内 容 の 要 旨

この研究は、構造物の設計に際して配慮すべき不確定な要因に配するための信頼性設計法を取扱ったものであるが、特に軟弱地盤を対象として理論を展開したものである。

第1章で、本研究の背景となる諸種の要因を概説することによって、信頼性設計法の研究における本研究の位置付けを明らかにし、続いて第2章、3章において、信頼性解析の基礎となる理論的手法について検討を行っている。すなわち、第2章では、軟弱地盤の安定・圧密問題に係わる土質諸定数のモデル化を取扱い、その際土の示す不確定挙動がその固有の不均質性のみによるものであるとの立場をとる根拠をのべている。第3章では解析手法を取扱い、安定・圧密解析結果である沈下量やせん断破壊確率の理論解を求め、それを通じて非排水強度、圧縮比などの土質定数の変動性が、地盤の安全率や沈下量の平均値、分散などの統計量に及ぼす影響についての基本的な考察を行っている。さらに、FEMなどの数値計算法を用いた場合に確率論を導入する近似解析法として、テーラー展開による線形近似法、パラメータの変動性が大きい場合や非線形性が著しく強い場合にたいするモンテカルロ法の利用について検討している。

第4章では、盛土に伴う軟弱地盤の安定問題を取扱い、特に正規圧密 Aged 粘土からなる地盤に対して、一軸圧縮強度から求めた非排水強度と圧密降伏応力を確率変数として、 $\phi_u=0$ 円弧すべり解析法にモンテカルロシミュレーションを導入した方法によって解析し、信頼性指数 β によって安定性の評価をおこなっている。その結果、安全率の平均値が一定であっても、解析パラメータの二次の統計量が変化すれば信頼性指標は変化することを明らかにしている。

第5章、第6章では、一次元圧密問題を取扱っている。解析法は圧密途上の弾性係数や透水係数変化を考慮できる非線形 FEM 解析にモンテカルロ法を導入している。第5章では、正規圧密地盤の一次元圧密解析によって、各パラメータの変動性が結果に与える影響を検討して、初期透水係数の影響が大きく、圧縮指数は載荷重が大きいとき影響をもち、初期間隙比の影響は小さく、特に沈下量に関しては圧密の最終段階において支配的であるなどの結果を得ている。第6章では、サンドドレーンからの排水を考慮した沈下量の解析結果と実測結果を比較して解析における沈下速度が速く、圧密の進展に伴って解析の沈下量が

平均値を上回る結果となったとしている。

第7章では、軟弱地盤の掘削斜面の安定問題に、テラー展開による線形近似を用いた確率FEM法を適用して解析しているが、その際に、状態境界面モデルに基づいて土質パラメータの変動性やパラメータ間の相関性を導く理論的手法を考案している。安全性の評価は破壊確率で行ったところ、すべりに対する局部安全率および全体安全率ともに、その値の小さい部分の破壊確率は小さくなったが、安全率最小のすべり面と破壊確率が最大のすべり面とは若干異なった位置となり、設計上配慮すべき知見であることなどを述べている。

論文審査の結果の要旨

土質構造物や土質基礎地盤の挙動を解析する試みは、土の示す基本挙動を構成式で正確に記述することによって確定的に取扱う方向で、近年大きな進歩を遂げた。しかし、現実の地盤は極めて不均質であるため、実用の設計においては解析結果をさらに評価する過程が必要となる。この論文は、このような評価にあたって、土質基礎地盤の力学定数の統計的モデルを検討し、確率論を導入した信頼性解析による手法を適用したもので、評価できる点は以下のようである。

1. 干拓地における干陸直後の堆積粘土地盤という理想的な未攪乱材料を対象として、実測により正確な原位置土質特性を把握するとともに、それを利用する解析法に工夫を加えて、実用性に配慮した信頼性解析手法を提案した。

2. 非排水強度と圧密降伏応力が独立に近づくほど強度増加後の非排水強度の変動性は大きくなり、せん断強度の変動係数も大きくなることや、相関距離が短いほど、また、自己相関距離が長くなるほどせん断強度の変動係数は大きくなることなど、圧密に伴う非排水強度の空間的な相関特性や、非排水強度と圧密降伏応力の相関性が強度増加後の非排水強度の分布とせん断強度の統計量に与える影響に関する新たな知見を得た。

3. FEMによる非線形圧密解析にモンテカルロシミュレーションを導入して解析し、沈下量の標準偏差が荷重増加に伴う平均値の増大に対応して大きくなる特性や、間隙水圧や圧密度の変動性が圧密途中において増大する特性、さらには、初期透水係数、初期間隙比、圧密係数などの変動性がこれらに与える影響を明らかにした。

4. 限界状態理論に基づく状態境界面モデルを用いて、非排水正規圧密状態にある地盤のFEM解析に必要な土質定数の統計量の推定法を考案した。さらにこれを、掘削斜面のすべり安定問題に適用して、危険なすべり面に対する安全率による評価と破壊確率による評価の相違を検討して、実用設計における変動性に対する配慮の必要性を示した。

以上のように本論文は、土質地盤に対する信頼性解析の適用を取扱ったもので、土質力学、農業施設工学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成5年4月26日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。