

氏 名	浅 岡 顕 あさ おか あきら
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 515 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 7 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 土 木 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	統計的決定理論による盛土の信頼性設計と施工計画に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 長尾義三 教授 吉川和広 教授 山田善一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、盛土の斜面安定問題を対象にして、その信頼性設計の方法論を展開したものである。信頼性設計は、①信頼度または破壊確率の解析の理論（信頼性理論）、②この確率のパラメータの推定および合理的な決定（設計）の理論の2つからなるという観点に立ち、論文は序論をのぞき、2編10章よりなりたっている。序論は本研究の概要を述べている。

第1編は盛土安定の信頼性設計の基礎研究で6章よりなる。第1章では、粘土の試料採取にともなう試料かく乱が測定強度におよぼす影響を論じている。測定強度の変動係数が試料のかく乱比（かく乱前後の有効応力比）の一意的な関数で与えられることを強度の確率過程論から予測し、実測データにより確認している。

第2章では地盤強度の位置的な分布（地盤の不均質性）を有効圧密圧力分布の地盤内での摂動傾向から予測している。その結果、土の非排水せん断強度の地盤内分布の平均値関数が地盤深度に対して線形であること、変動係数が深度方向に一定であること、この変動係数が地盤全体の1次元圧密の過程で保存されること等を推論している。

第3章では、1・2章のたたみ込みの結果として得られる強度の確率モデルが実際のデータをもっともよく説明しているかどうかを、統計的に確かめている。統計的なモデル同定の理論としては AIC 統計量最小基準が用いられている。

第4章では、第3章で得られた確率モデルの、地盤圧密にともなう遷移過程を論じている。圧密度や部分載荷（3次元応力分布）の取扱い方にも言及しており、また、従来のいわゆる「 C_u/p 法」に対し精度および汎用性での優位性を述べている。

第5章は、盛土斜面の急速なすべり破壊の確率について論じている。すべり破壊を確率事象ならしめる原因として、第1～第4章までに明らかにした強度の確率分布のほか、斜面安定解析のための力学理論に固有の誤差（著者は解析誤差と呼んでいる）の確率分布をあげている。とくに後者の解析誤差の分

布については、実際の39ヶ所の斜面破壊の事例からも逆算しその頻度分布も示している。破壊確率は強度および解析誤差の両者の分布のたたみ込みの結果から与えられている。第6章は第1編の要約である。

第Ⅱ編は、以上の信頼性解析を基礎に、新しい設計の方法論を論じている。

第7章は、土質工学における信頼性設計を構造工学におけるそれと比較したときの特徴点を論じている。その結果、①強度および解析誤差のそれぞれの分布のパラメータ（合わせて自然状態と呼んでいる）が各現場ごとに異なる不確実性をもっており、この不確実性下での意思決定問題として最適設計が定式化されること、②この未知のベクトルパラメータの推定は、施工前における土質調査以外に、施工中の構造物と地盤の挙動（変形など）に依存して動的になされること、したがって設計もこのパラメータの推測過程にもとづいて動的になされることの2点が指摘されている。

第8章では、とくに上記①の特徴に着目して、静的な設計に限定した上で、設計を統計的決定論をもちいて定式化することの合理性を主張している。すなわち、設計の評価関数である損失関数（自然状態と行動の関数）を設計の結果がもたらす効用値と破壊確率とから公理的に定義したあと、Bayes 決定関数によって最適設計を定式化している。そのうち、まず破壊時の損失と建設費の比の変化に対して決定の感応度がかなり鈍感であることを説明し、設計の汎用性を主張している。そして土質調査規模の決定問題、斜面勾配の決定問題、段階載荷の問題など静的設計の代表的な問題をとりあげて、最適設計を示すとともに、従来からの慣用設計手法の結果と比較し、種々の優位性を述べている。

第9章は、施工中の観測に依存した動的な設計原理への拡張を試みたものである。ここでは、静的設計の中では設計の評価のためだけにしか用いられなかった破壊確率が、条件付確率に対する Bayes の定理を仲介として、次の段階における信頼性予測にとって大きな役割を果たすことを述べている。施工中の情報は統計学的に2種類定義されているが、いずれも実用性の高いものである。そしてこの動的設計原理にもとづく最適設計の例が示されており、設計方法論の工学的な有用性を主張している。

第10章は全体の結論および今後の課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、土構造物の信頼性設計の方法について、とくに盛土の安定問題を中心に考察し、従来の経験的な安全率法にかわる設計方法論を提案したものである。論文は2編よりなっている。第Ⅰ編は盛土安定の信頼性計算の基礎研究であり、この結果をもとに第Ⅱ編で信頼性設計の方法論を論じている。得られた主な成果はつぎのとおりである。

(1) 粘土の非排水強度の確率モデルを、試料採取時のかく乱にともなうバラツキと地盤本来の不均質性に起因するバラツキに分けて考察し、両者のたたみ込みにより与えている。そして力学的な考察から特定化されたこの確率モデルが、データの統計的モデル同定の結果とよく一致していることを示した。この結果は従来先験的にしか与えられていなかった強度の確率モデルに対して有効な示唆を与えている。

(2) 強度の確率モデルの地盤圧密にともなう遷移過程を明らかにした。これより(7)という動的設計の基礎が与えられることになった。

(3) 盛土斜面の破壊確率を、強度の分布以外に、斜面安定解析の力学理論そのものがもつ誤差も考慮

して定義した。この誤差の分布および強度の分布の両者のパラメータをあわせて新しく自然状態と定義した。

(4) 従来研究の進んでいる構造系での信頼性設計と比較して、土質工学におけるそれが、上記自然状態の推定過程を設計の主要な契機とする点で特徴的であり、これは著者によって初めて試みられた。

(5) 上記の成果に基づいて、さらに、自然状態の不確実性下での意思決定問題として、統計的決定理論による最適設計の定式化を提案した。損失関数は構造物の効用値と破壊確率とから一意的に定義されることを示している。自然状態の不確実性に対し土質調査による情報しか得ることのできない静的な設計と、施工中の構造物と地盤の動態観測も利用する動的な設計の両者が定式化されたもので、土質工学に信頼性設計理論を導入する端初を開いた。

(6) 静的な信頼性設計では、まず従来の経験的な安全率設計法と比較するため盛土斜面の勾配決定の問題をとりあげたが、従来の経験的な方法とよく一致する結果を得た。すなわち、これは従来の経験的設計法に一つの理論的根拠を与えたことになる。さらに、安全率設計法では解決のできなかった土質調査規模の決定問題や、段階载荷の問題にも拡張適用可能となり、提案されている設計理論の実用性と汎用性を示すことができた。

(7) 施工中の観測に依存した動的な設計原理では、施工中の情報が、破壊確率を用いて2種類定義できることを Bayes 統計学の立場から示している。いずれも実用性のきわめて高いものであって、この動的設計理論による盛土の設計例もこの新しい設計原理の工学的有用性を示している。

以上要するに、本論文は、盛土斜面安定の信頼性解析およびそれに基づく新しい設計法を確立したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。