

氏 名（本 籍）	Budhi Setiawan（インドネシア）
学 位 の 種 類	博 士（工学）
学 位 授 与 番 号	甲第 308 号
学 位 授 与 日 付	平成 19 年 3 月 25 日
専 攻	生産開発システム工学専攻
学 位 論 文 題 目	Sample size determination for determining characteristic values of soil parameters based on a statistical method (統計的方法による地盤パラメータの特性値決定のための適切なサンプル数の決定方法)
学位論文審査委員	(主査) 教 授 本 城 勇 介 (副査) 教 授 佐 藤 健 教 授 能 島 暢 呂

## 論文内容の要旨

本研究は、近年の限界状態設計法に基いた地盤構造物の設計コードの開発にあたり問題となっている、地盤パラメータの特性値の決定方法や、これに必要な取得サンプル数の決定法に関する研究である。研究の主要な道具は、統計学的な考え方である。従来、多くの測定値から、その特性値を決定したり、ある精度の特性値を得るために必要なサンプル数を決定する問題は、多く行われているが、そのほとんどは独立同一の母集団分布(*i.i.d.*: independently and identically distributed) から得れるサンプルを対象とした、伝統的な統計学の枠組みの中で提案されている。

しかし本研究では、実際の地盤がそうであるように、ある自己相関構造を有する確率場（自己相関距離でパラメータ化）からのサンプルを仮定している。さらに、通常土層の厚さは有限であり、このことも特性値の推定に大きな影響を与える。（本研究では、層厚を自己相関距離で除した、正規化層厚を導入している。）以上の準備の下で、自己相関距離と標準偏差のおおよその値が既知である土層の、層厚全体に関する局所平均を推定するための決定法と、必要なサンプル数を求める問題を研究した。

局所平均の推定をおこなうとき、そのサンプルを取得した地点の局所平均を推定しようとしているのか（これを、「条件付推定(CE)」と名付けた.），それとも母集団の局所平均を推定しようとしているのか（これを、「非条件付推定(NCE)」と名付けた.）により問題は大きく異なることを導き、この点を提案の一つの中心に据えた。

研究の中心は、*i.i.d.*の場合には、サンプル数  $n$  の平方根の逆数に応じて低減する標本平均の推定標準偏差を、正規化層厚とサンプル数の関数として、CE と NCE それぞれの場合について表現する、推定分散関数を導出した点である。

さらに、サンプル数の決定に当たっては、従来統計学で多用されてきた信頼性区間の考え方に基く方法（これを Method A と呼ぶ）と、仮説検定の帰無仮説と対立仮説の考え

方に基いてサンプル数を決定する方法（これを Method B と呼ぶ）を提案している。

以上の結果を、推定分散関数（CE と NCE 両方に用意されている）関数や、その計算結果を多くの図表を提示することで、実務で使いやすい形にして提案している。さらに、論文では 3 つの実務的な例題を示し、本提案の有用性を示し、使用方法について説明している。

## 論文審査結果の要旨

本研究は、近年の限界状態設計法に基いた地盤構造物の設計コードの開発にあたり問題となっている、地盤パラメータの特性値の決定方法や、これに必要な取得サンプル数の決定法に関する研究である。研究の主要な道具は、統計学的な考え方である。従来、多くの測定値から、その特性値を決定したり、ある精度の特性値を得るために必要なサンプル数を決定する問題は、多く行われているが、そのほとんどは独立同一の母集団分布 (*i.i.d.*: independently and identically distributed) から得れるサンプルを対象とした、伝統的な統計学の枠組みの中で提案されている。

しかし本研究では、実際の地盤がそうであるように、ある自己相関構造を有する確率場（自己相関距離でパラメータ化）からのサンプルを仮定している。さらに、通常土層の厚さは有限であり、このことも特性値の推定に大きな影響を与える。（本研究では、層厚を自己相関距離で除した、正規化層厚を導入している。）以上の準備の下で、自己相関距離と標準偏差のおおよその値が既知である土層の、層厚全体に関する局所平均を推定するための決定法と、必要なサンプル数を求める問題を研究した。

局所平均の推定をおこなうとき、そのサンプルを取得した地点の局所平均を推定しようとしているのか（これを、「条件付推定(CE)」と名付けた。）、それとも母集団の局所平均を推定しようとしているのか（これを、「非条件付推定(NCE)」と名付けた。）により問題は大きく異なることを導き、この点を提案の一つの中心に据えた。

研究の中心は、*i.i.d.*の場合には、サンプル数  $n$  の平方根の逆数に応じて低減する標本平均の推定標準偏差を、正規化層厚とサンプル数の関数として、CE と NCE それぞれの場合について表現する、推定分散関数を導出した点である。

さらに、サンプル数の決定に当たっては、従来統計学で多用されてきた信頼性区間の考え方に基く方法（これを Method A と呼ぶ）と、仮説検定の帰無仮説と対立仮説の考え方に基いてサンプル数を決定する方法（これを Method B と呼ぶ）を提案している。

以上の結果を、推定分散関数（CE と NCE 両方に用意されている）関数や、その計算結果を多くの図表を提示することで、実務で使いやすい形にして提案している。さらに、論文では 3 つの実務的な例題を示し、本提案の有用性を示し、使用方法について説明している。

## 最終試験結果の要旨

本城勇介、佐藤健及び能島呂暢で構成する審査委員会は、本論文および別刷りなどを慎重に検討した。本論文は学位論文として十分完成された内容を有していること、提出された学位論文及び発表論文は、申請者により書かれていることを確認した。また最終試験（公聴会）を2月16日に開催し、審査委員会での審査の結果、合格と判定した。