

III- 579 土質調査の数量・位置が確率論的沈下予測に与える影響

清水建設(株) 大崎研究室 正会員 ○ 鈴木 誠
同 上 正会員 石井 清

1. はじめに

不等沈下などを予測するためには、地盤物性値の空間分布を知ることは重要なことである。そのため、限られたデータからこのような空間分布を推定することが地盤統計学では古くから研究されてきた。地盤統計学では大別して2つの推定が考えられる。1つは得られたデータから統計量を推定する統計学²⁾、2つめはこれらの情報から空間分布を推定する確率論の応用³⁾である。本研究は、盛土を対象として土質調査の数量や位置が地盤沈下予測に与える影響を後者の確率論を用いて検討するものである。ここでは前者の統計的推定の誤差は扱わないものとする。

2. 解析手法と解析条件

解析手法は地盤統計学で知られているクリギングにより、得られた土質データから地盤物性値の空間分布を推定する。このとき、沈下予測は線形有限要素解析を用い、統計的均質と仮定する地盤物性値は弾性係数を扱う。図-1に解析モデルと目標とする弾性係数を示す。図中に示すNo.99, No.101, No.103, No.105, No.107の5点の沈下量を検討する。また、弾性係数の統計量は表-1のように設定した。実際には図-1のような空間分布は知ることはできず、◎で示した土質調査位置でのみ与えられることになる。そこで、これらの位置のデータから空間分布の推定値と推定誤差を評価し、確率有限要素法により沈下量の確率論的予測を行う⁴⁾。ここでは要素の値を求める必要があることから、局所平均の概念を取り入れたブロック・クリギングを用いる⁵⁾。また、検討ケースは表-2に示すようにボーリングを考慮した4ケースとする。

表-1 弾性係数の統計量

Mean	Std. Dev.	Coef. Var.	Auto-correlation function
10.0 MPa	2.0 MPa	0.2	$\rho(\Delta x, \Delta y) = \exp \left[- \left\{ \left(\frac{\Delta x}{5.0} \right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{1.0} \right)^2 \right\} \right]$

表-2 検討ケース

	Bor. No.
case - 1	1, 5
case - 2	1, 3, 5
case - 3	1, 2, 4, 5
case - 4	1, 2, 3, 4, 5

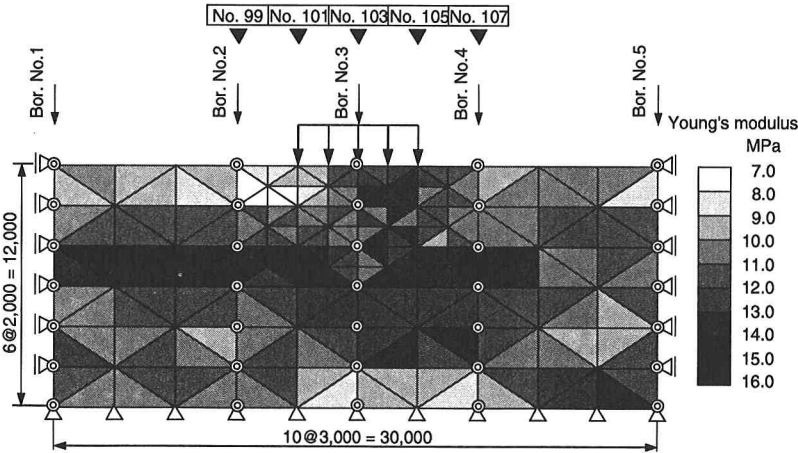


図-1 解析モデル

3. 解析結果

クリギングによる要素弾性係数の推定値と推定誤差は与えられたデータにより異なる。一例として図-2と図-3に5本のボーリングで35点のデータを用いたときの推定値と推定誤差の分布を示す。図-1の目標値と比較すると平均的な空間分布になっている。これは、推定された分布は設

定した確率場の標本を表わしているものではなく、平均的なトレンド成分に近い分布を表わしているからである。図-3の推定誤差を考慮すると、設定した統計量もつ標本を表現することができる。調査位置に近い要素の推定誤差は一般的に小さくなっている。またボーリングNo.2, No.3, No.4の間からわかるように、局所平均の影響で大きい要素は小さい要素に比べ推定誤差が小さくなっていることがわかる。No.103の沈下量の累積分布を図-4に示す。この図より、ボーリング本数が少ないcase-1に比べて本数の多いcase-4の方がばらつきが小さく、ボーリングによる情報が沈下量の予測に有効に作用していることがわかる。また、5点の非超過確率50%と90%の沈下量 δ_{50} と δ_{90} から予測の精度を

定量的に検討する。最初に設定した図-2の目標値を用いた沈下量を δ_T とする。図-5に予測の平均的な精度として、各位置での δ_{50}/δ_T を示す。位置により多少の違いはあるが、平均してボーリング本数が多いcase-4が精度よく、またNo.103ではその位置でのボーリングを考慮したcase-2とcase-4が精度がよい。図-6に予測のばらつきとして $(\delta_{90}-\delta_{50})/\delta_{50}$ の値を示す。これより、どの位置での予測のばらつきもボーリング本数に比例して少なくなっていることがわかり、ボーリングの有効性が定量的に把握できる。

4. まとめ

クリギングを用いた確率有限要素解析により、土質調査の数量・位置が沈下量の予測に与える影響を検討した。検討の結果、調査の数量が多くしたり、予測する位置近傍での調査があれば予測精度が向上することが定量的に評価できた。今後はこの手法を用い、土質調査計画への適用性を検討する。

参考文献

- 1) Journel & Huijbregts : Mining Geostatistics, Academic Press, 1978.
- 2) Russo & Jury : A Theoretical Study of the Estimation of the Correlation Scale in Spatially Variable Fields, 1. Stationary fields, Water Resour. Res., 23-7, p.1257, 1987.
- 3) Virdee & Kotlegoda : A Brief Review of Kriging and Its Application to Optimal Interpolation and Observation Well Selection, Hydro Sci., 29, p.367, 1984.
- 4) 鈴木・石井 : 土質定数の空間分布推定法を用いた確率有限要素法, 土木学会論文集, 第394号/Ⅲ-9, p.97, 1988.
- 5) Burgess & Webster : Optimal Interpolation and Isarithmic Mapping of Soil Properties, 2, Block Kriging, 31, p.333, 1980.

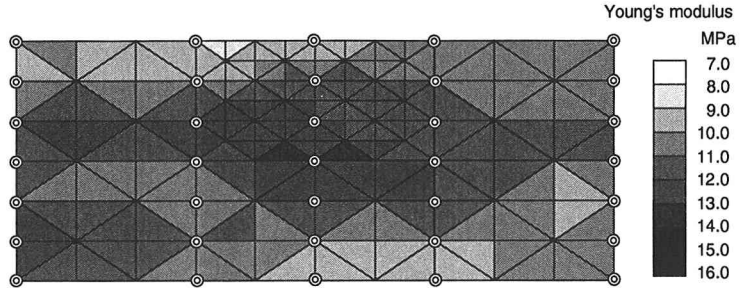


図-2 推定値 (case-4)

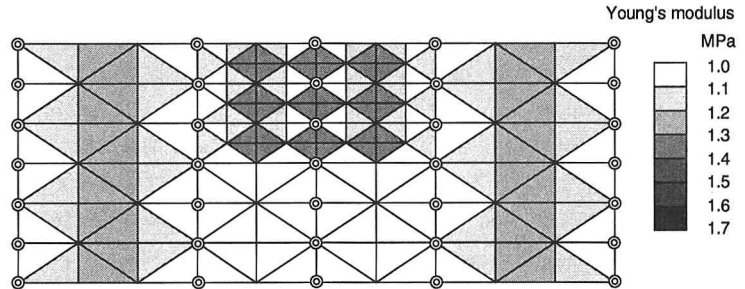


図-3 推定誤差 (case-4)

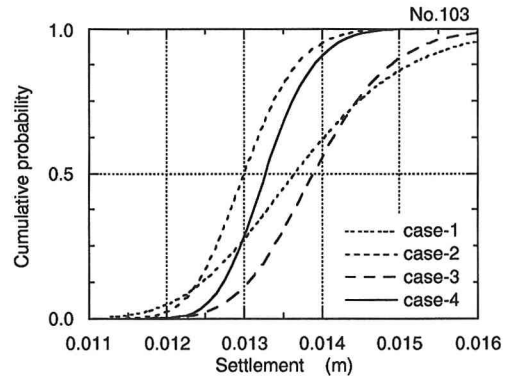


図-4 沈下量の累積分布

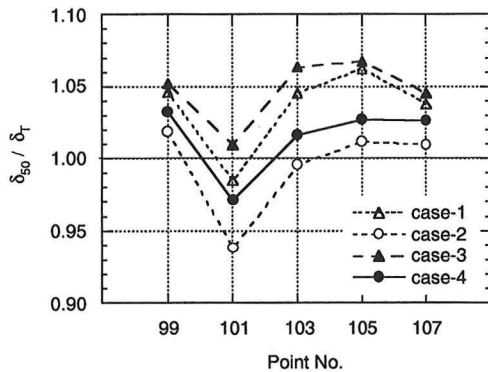


図-5 予測平均値の精度

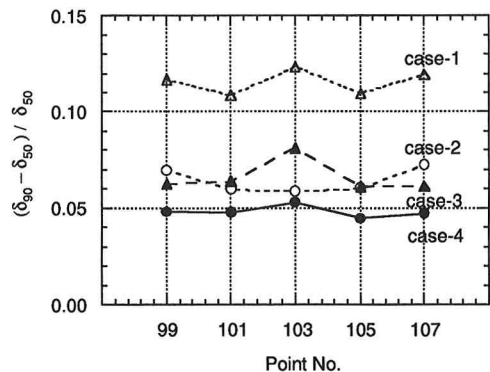


図-6 予測値のばらつき