

Ⅲ-41

クリギングを用いた地盤物性値の推定法

埼玉大学大学院 学員 ○ 山崎雅直 埼玉県

伊藤俊宏

埼玉大学工学部 正員 小田匡寛 埼玉大学工学部 正員

風間秀彦

1. はじめに

今回の阪神大震災の被害状況からもわかるように土木構造物を計画設計する際には断層や節理などの地質構造の把握が必要条件となってきた。さらに、建設する場所も年々地質条件が悪くなっており、そのような場所で建設せざるを得ない状況になっている。また、調査する場所も経費や時間などの点で数限られているのが現状である。そして、実際には地層ごとにする透水係数などの地盤物性値は一定として設計されている。しかし、地盤物性値は空間的に相互に相関性を持って分布していると考えられている。そこで、地盤物性値の空間分布の推定法としてgeostatisticsを用いた方法が挙げられる。これは、限られた地質情報を基にして効果的にそのサイトの空間分布を推定する方法である。

ここでは、その適用例として、埼玉大学で得られたボーリング資料からN値の空間分布の推定を行った。

2. krigingについて

クリギングとは、限られた計測データを用いて、条件付確率場を特に2点間の距離の相関性を用いて推定する方法である。クリギングを行う時には、次の(1)、(2)が、不偏推定量、最小誤差分散推定量となるようにする。ここで、 x は、空間上の位置ベクトル。 $Z(x)$ は統計的に均質な確率場であり、 $Z(x) = m(x) + W(x)$ と表されている。但し、 $m(x)$ は、測定点の傾向を表すトレンド成分、 $W(x)$ は微小変動成分を表すランダム成分である。

$$E[Z(x) - \hat{Z}(x)] = 0 \quad (1)$$

$$E[\{Z(x) - \hat{Z}(x)\}^2] \rightarrow \min \quad (2)$$

$\hat{Z}(x)$ は、推定すべき点の推定量で、(3)で表す。 $\hat{Z}(x)$ は、測定値 $Z(x_i)$ の線形和で表される。

$$\hat{Z}(x) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i) = \{Z_N\}^T \{\lambda\} \quad (3)$$

(1)～(3)を用いて、最適な重み λ を決定する。 λ を解くときには、ラグランジェの未定定数法を用いる事になる。なぜならば、最適な重みに制約条件をつける為である。ここで、 λ の制約条件は、(4)の通りである。

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \quad (4)$$

そして、 λ が決定すれば、対象する場所の推定値、推定誤差分散が計算できる。

3. 適用例

ここでは、相関関数の形状に共分散関数を用いてクリギングを行いN値の南北方向と深さ方向についての分布の推定を行った。今回結果を示す場所は、Fig. 1におけるareaⅢに相当する場所である。その時の平均値、標準偏差は、Table. 1の通りである。これを用いて、南北方向と深さ方向の相関パラメタ a_x, a_z を決定する。すると、 $a_x=267.86, a_z=4.714$ となる。但し、地表面は水平とし、共分散関数を(5)と仮定している。また、測定点の傾向を表すトレンドの次数を1次としている。ここで、 h_x, h_z は、任意の測定点と推定すべき点との2点間の南北方向、深さ方向の距離を表していて、 σ は標準偏差である。

$$\Phi = \sigma^2 \exp\left[-\left\{\left(\frac{h_x}{a_x}\right)^2 + \left(\frac{h_z}{a_z}\right)^2\right\}^{1/2}\right] \quad (5)$$

これらを用いてクリギングを行い、推定点、推定誤差分散を計算するとその分布は、Fig. 2, 3のようになる。

これらの図から、深さ方向の相関性より南北方向の相関性が強くあらわれていることが分かる。また、N値が50以上の層を基盤層と考えると深さ40～50m付近が基盤層であると推定できる。さらに、測定箇所付近は誤差も0に近く測定箇所からかなり離れた所は誤差も大きくなる。従って、その場所にボーリングを打ってN値を計測すれば、推定誤差の分布も小さくなりより精度の高い推定が可能となる。

4. 今後の課題

(1) 今回のN値に限らず、あらゆる地盤物性値の空間分布をクリギングを適用して推定することが可能である。また、この推定法はその推定値の精度も推定することも可能である。

(2) 地質情報を取り入れた形で地盤物性値の空間分布の推定をする為には、推定誤差をできるだけ小さくするように最適な共分散関数（あるいは、バリオグラム）を検討すべきである。

5 参考文献

- 1) 奥野; 透水係数の空間分布推定法と地下水流動の予測に関する研究, 1994. 3
- 2) A. G. Journel, and, CH. J. Huijbregts; Mining geostatistics, 1978

	areaⅢ
平均	19. 729
標準偏差	25. 859

Table. 1

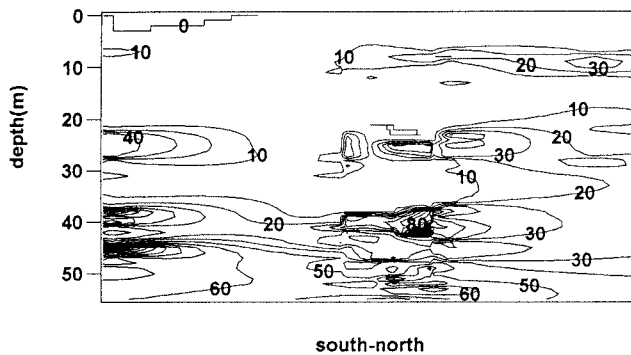


Fig. 2 distribution of N value estimated by kriging

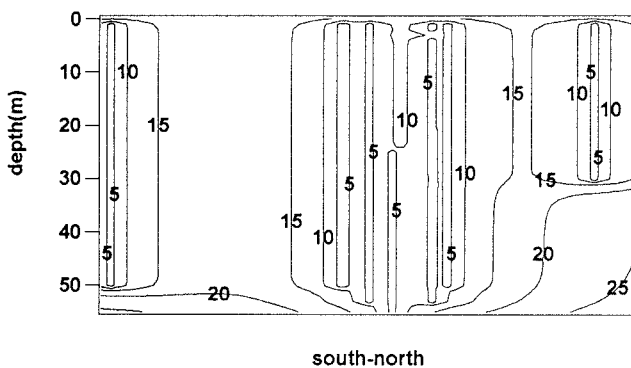


Fig. 3 distribution of estimational error

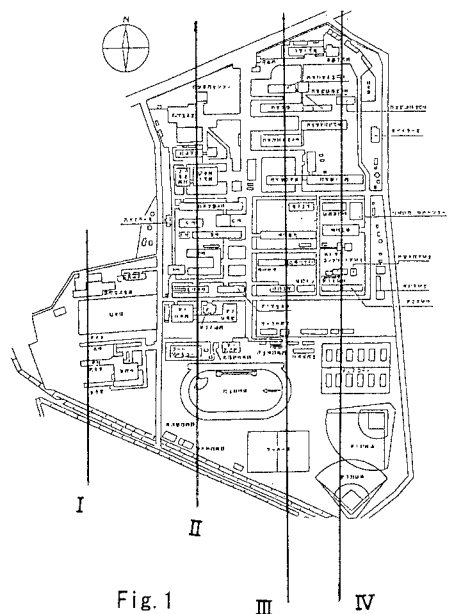


Fig. 1