

1. はじめに

泥炭地盤の物性値は空間的な変動が大きく、圧密沈下量のばらつきも大きい。したがって、空間的な沈下量の分布推定を行う際には数多くのボーリングより試料を採取し、室内試験から物性値を求めて推定しなければならない。しかし、泥炭地盤では室内試験から正確な圧密特性を把握することは難しく、加えて大規模な盛土の施工では管理の上で簡便な空間分布の推定手法が必要となる。そこで本研究は、Variogramを用いて観測点から未観測点の補間を行うことで空間的な分布推定を試み、同時に実用性の検討を行っている。

2. Variogramによる圧密沈下量の分布推定

実観測値とその統計特性より未観測値を推定する手法としてKriging¹⁾があるが、対象場の統計的性質(平均値や分散値・共分散値)が既知であることが条件となる。しかし実際には観測点の数が限られるため、場の統計的性質を正確に求めることは難しい。そこでVariogram²⁾により近似的に場の特性を求め、沈下量の推定を行う。

この手法では観測値 $z(x)$ を本質的に定常性を示す確率場(Intrinsic Random fields)からの実現値とし、場の平均値 m_z は未知、Variogram $\gamma(d_{ij})$ は観測点 i, j の2点間距離(d_{ij})のみの関数と仮定し、式(1)のように未観測点 x_r の推定値 $z^*(x_r)$ を既観測点の沈下量 $z(x_i)$ ($i=1, 2, \dots, N$)の線形和としている。この式(1)に不偏推定の条件より式(2)、(3. a)(3. b)が、また最小推定誤差分散の条件より式(4)が得られる。したがって、実際の観測値から $\gamma(d_{ij})$ が得られれば重み係数 $\lambda_i(x_r)$ が求められ、式(2)より未観測点における沈下量の推定値が得られる^{3), 4)}。

$$z^*(x_r) = \lambda_0(x_r) + \sum_{i=1}^N \lambda_i(x_r) z(x_i) \quad (1)$$

$\lambda_i(x_r)$: 未観測点の値を推定する係数, N : 観測点数

$$z^*(x_r) = \sum_{i=1}^N \lambda_i(x_r) z(x_i) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i(x_r) = 1 \quad (3. a) \quad \lambda_0(x_r) = 0 \quad (3. b)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i(x_r) \gamma(d_{ik}) + \mu(x_r) = \gamma(d_{kr}), \quad k=1, 2, \dots, N \quad (4)$$

ここで、Variogram $\gamma(d_{ij})$ を観測値より正確に求めることが推定精度を決める上で重要となる。

3. 実観測値による Variogram の算定

観測点の概略位置と沈下量を Fig. 1 に示す。図より、比較的短い距離で沈下量が異なっているのが分かる。ここで推定には異方性を考慮せず、図中の $210m \times 100m$ のエリアで行っている。

また実際の推定では式(5)により観測点間の Variogram を算出し、式(6)により平滑化を行う。

実沈下量 $z(x_i)$ より、 $\gamma(d_a)$ と $\gamma(d)$ を求めた結果を Fig. 2 に示す。ここで 2 点(x_i, x_j)の離散距離の組数を $N(a)$ 、離散距離は $d=5.0m$ とした。また式(5)で求めた $\gamma(d_{ij})$ より、式(6)における場の相関関係 $\sigma_z^2=0.86$ 、 $L_v=120m$ が得られた。

$$\gamma(d_a) = \frac{1}{2N(a)} \sum_{i=1}^{N(a)} [z(x_i) - z(x_j)]^2 \quad (5)$$

$$\gamma(d) = \sigma_z^2 \left[1 - \exp\left(-\frac{|d|^2}{L_v^2}\right) \right] \quad (6)$$

L_v : Variogramの相関距離

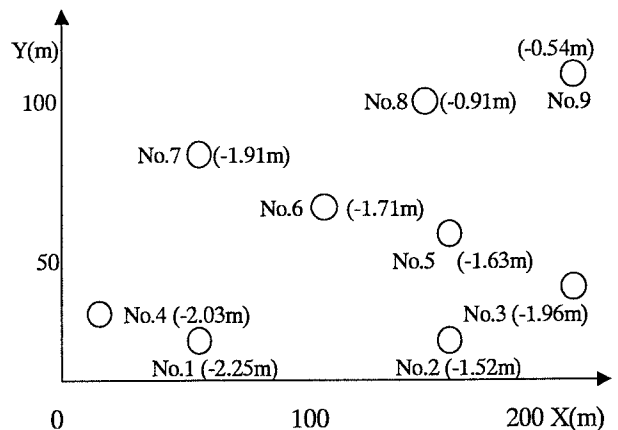


Fig. 1 観測点位置図

Key Words : 泥炭地盤, 圧密, 補間, 分布推定

連絡先 : 〒105東京都港区西新橋2-23-1, TEL 03-3502-2591, FAX 03-3502-2646, E-mail: sutoh@magical2.egg.or.jp

4. 圧密沈下量の分布推定

得られた圧密沈下量の2次元分布推定図をFig. 3, 3次元分布推定図をFig. 4に示す。ここで観測点の推定値は観測量に一致し、推定誤差分散は0である。

5. 結 論

泥炭地盤における圧密沈下量の統計的な空間特性をVariogramにより表現することができ、観測点から未観測点の補間を行うことで分布推定が可能となった。加えて、施工管理における簡便な推定手法として適用が可能であることが判明した。

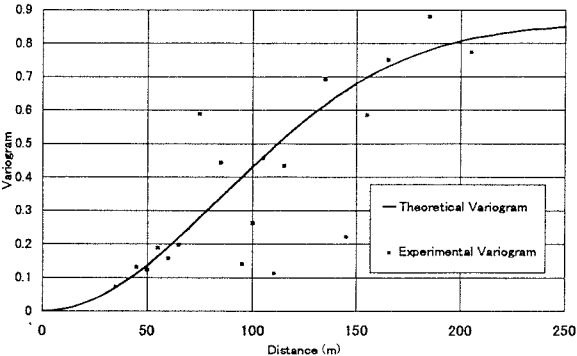


Fig. 2 Variogramの推定値

参考 文献

1) D.G.Krige: Two-dimensional Weighted Moving Averaging Trend Surfaces for Ore Evaluation, Proc.of Sym.on Math.Stat.and Comput. Appl. for Ore Evaluation, Johannesburg, South Africa, pp.13-38,1966.
2) J.P.Delhomme: Kriging in the Hydrosience, Advance in Water Resources, Vol.1,No.5, pp.251-266,1978.

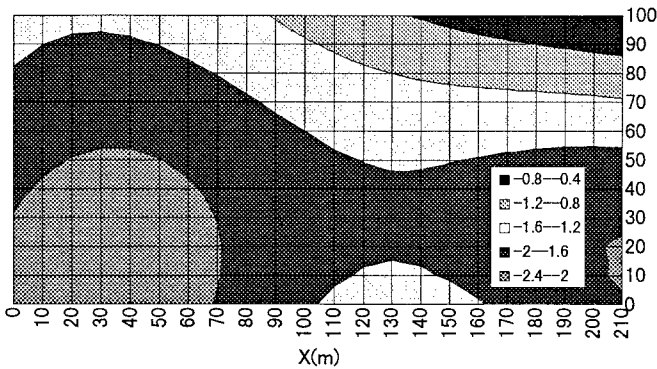


Fig. 3 沈下量の分布推定図（2次元）

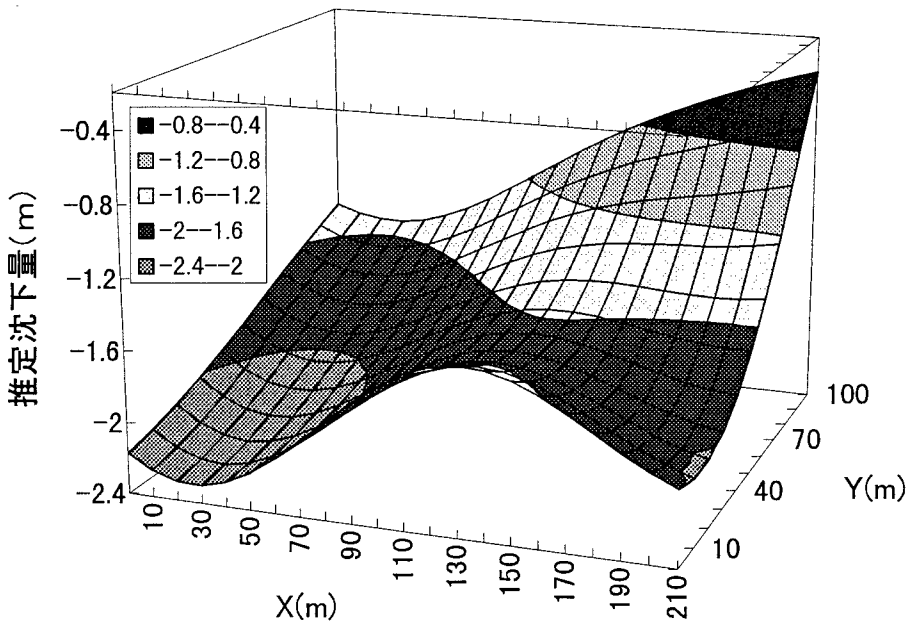


Fig. 4 沈下量の分布推定図（3次元）