

京都大学大学院 正会員 大西有三
 同上 正会員 大津宏康
 同上 正会員 田中誠
 同上 学生会員 ○崎谷和貴

1. はじめに 近年の地下構造物の大規模化、大深度化、ニーズの多様化により、地下水を積極的に制御する必要がでてきた。そのためには地下水挙動を精度よく予測する必要がある。地盤は不均質であるため、その不均質性を考慮したパラメータすなわち適切な透水係数場を与えてやらなければ十分な結果は得られない。しかし、経済的理由などにより、計測によって得ることのできる透水係数のデータは限られてしまう。従って、そのように限られた計測データから、いかに全体の透水係数を与えるかが重要になってくる。

そこで本研究では、最尤法を用い、与えられたデータが観測される可能性の最も高い透水係数場を推定することで、地下水挙動予測のために必要な、最適な透水係数場を与える。

2. 解析手法 ある地盤物性値 Z は、次式のようにトレンド成分 μ とランダム成分 ε の和であると仮定できる。

$$Z = \mu + \varepsilon \quad (1)$$

トレンド成分とは、その物性値の空間分布の全体的な挙動をマクロ的にとらえたもの、ランダム成分とは、全体を統計的に均質であるとして扱った、その地点の地盤物性値のトレンド成分からの差である。トレンド成分は位置の関数、ランダム成分は平均 0、共分散行列 C の確率変量である。ランダム成分は共分散関数で表現することができる。

本研究では、トレンド成分として定数項のみ、すなわち傾向を持たないものを、またランダム成分をあらわす共分散関数として、3 種類の関数形とそれぞれの関数形の中で異方性を表現するために 4 種類のモデルを考え、合計 12 種類のモデルについて最適モデル推定を行った。関数形は指数型、球型、直線型を考えた。概形を図 1 に示す。異方性成分は各座標に重みをかけることで表現し、また、2 次のものについては回転を取り入れたものを考えた。

トレンド成分、ランダム成分のパラメータの推定を行うにあたり、本研究では最尤法を用いた。尤度関数として AIC[1] を使い、AIC を最小化することにより、パラメータを決定した。そのようにして、仮定した 12

Yuzo OHNISHI, Hiroyasu OHTSU, Makoto TANAKA, Kazutaka SAKIYA

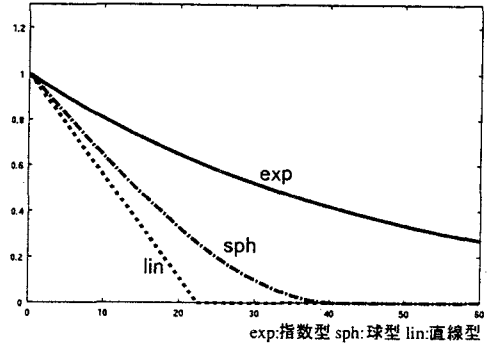


図 1 共分散関数の関数形

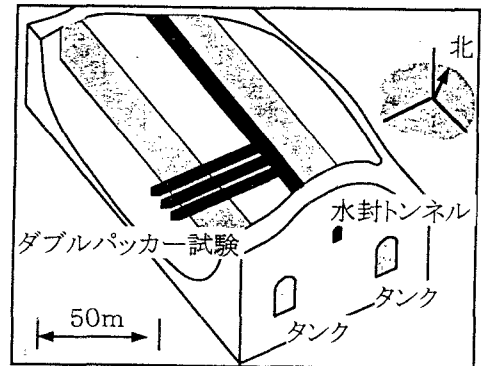


図 2 菊間 サイト概要

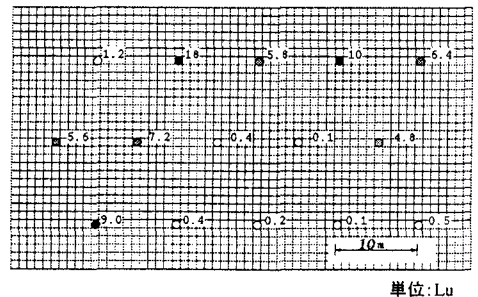


図 3 設定したデータ

種類のモデル全てのパラメータを推定し、その中で AIC が最小になっているものを最適モデルとして定めた。

次に、得られた最適モデルを用いてクリギングを行った。クリギングは、推定したい物性値を観測値の重み付き和で表す方法である。推定したい領域の各位置でクリギングを行うことにより、全領域での地盤物性値の空間分布と推定誤差分布を得ることができる。

3. 解析事例 本研究では、文献[2]に示されたダブルパッカー式ルジオン試験の結果を用い、ルジオン値の空間分布推定を行った。サイトの概要を図2に示す。ここでは、水封トンネルから水平にボーリング孔を掘り、5m 間隔のダブルパッカー試験が行われている。本研究では、得られたルジオン値が正規分布していると仮定し、得られたデータを区間中央の値として解析を行った。設定したデータを図3に示す。

モデル推定を行ったところ、共分散関数の関数形は球型、異方性成分は等方のものが決定された。等方モデルの尤度関数とパラメータの関係を図4に示す。このようにして得られた共分散関数を用いて空間分布推定を行ったところ、ルジオン値の分布は図5のようになり、推定誤差の分布は図6のようになった。

図5では、色が濃いほど透水性が高いことを示すが、これをみると、左下から上に向かうものと、上から右に向かうものの2つの高透水ゾーンがあることがわかる。ちょうどここには亀裂帯が存在しており、解析結果は実地盤の状況をよくあらわしているということができる。

4. 結論 本研究で示した手法の特徴は以下の通りである。

1. 解析者の主観が入りにくい。
2. 多くのモデルを与えれば、より実地盤に近い推定ができる。

しかし、データによっては満足のいく結果が得られないこともある。そのような結果を回避する方法として、次のようなことが挙げられる。

1. 他の情報を取り入れる
2. データをより現実に近い形で扱う。

参考文献

- [1]赤池弘次：情報量規準 AIC とは何か、数理学、No.153,pp.5-11,1976.
 [2]岡本淳・有元平・山本和彦・大津宏康：菊間地下石油備蓄基地建設工事での空洞掘削に伴う地下水挙動に関する研究、土木学会論文集 No.480, pp.33-42, 1993.12

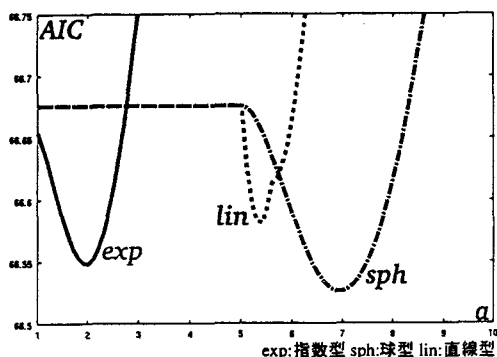


図4 尤度関数とパラメータの関係

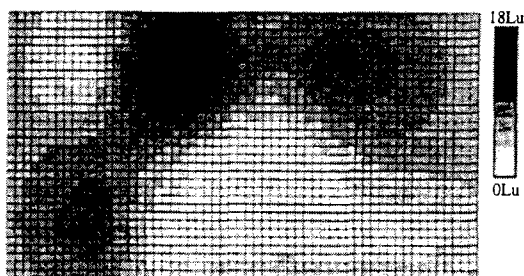


図5 推定されたルジオン値の空間分布

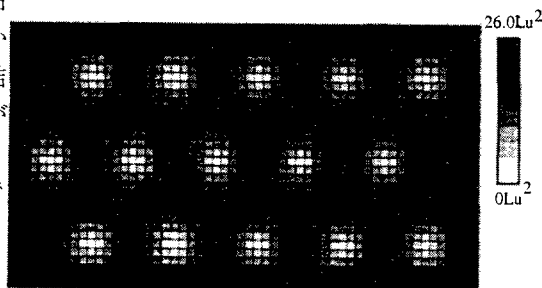


図6 推定誤差分布