

『岩盤の亀裂を考慮した透水係数のシュミレーション』

九州大学工学部 ○学生員 下大迫 博志
 九州大学工学部 正 員 神野 健二
 九州大学工学部 正 員 上田 年比古
 九州大学工学部 正 員 初井 和朗

1. まえがき

地下水流動の解析において重要パラメータとなる透水係数の値は、岩盤内において亀裂の影響を大きく受ける。従って、その空間分布を推定するさいに、亀裂の影響をどのように反映させるかが重要となってくる。本報は、実際の地質ボーリング解析結果を活用しながら透水係数の空間分布の推定方法について検討したものである。

2. 基礎式【2次元自己回帰モデル】

透水係数を対数変換した値よりトレンド部分を除いた値を $Y_T(x, y)$ とし、次式のように置く

$$Y_T(x, y) = [\text{Fourier級数で表現できる成分}] + [\text{亀裂に対応する成分}]$$

$$= Y_a(x, y) + Y_f(x, y) \tag{1}$$

$$Y_a(x, y) \text{をFourier級数に展開する。} Y_a(x, y) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} [a_{mn} \sin f(x, y) + b_{mn} \cos f(x, y)] \tag{2}$$

ここに、 $f(x, y) = 2\pi(m x / l_x + n y / l_y)$, a_{mn} 、 b_{mn} ; フーリエ係数, l_x 、 l_y ; x 、 y 方向の基本波長である。次に透水係数の空間分布を示す式として、自己回帰モデル式を考える。

$$A_{xx}(\partial^2 Y_a / \partial x^2) + 2 A_{xy}(\partial^2 Y_a / \partial x \partial y) + A_{yy}(\partial^2 Y_a / \partial y^2) + A_0 Y_a + f_0 \epsilon(x, y) = 0 \tag{3}$$

ここに、 A_{xx} , A_{xy} , A_{yy} , A_0 ; 自己回帰係数(m単位) , $\epsilon(x, y)$; 正規性白色雑音, f_0 ; 雑音強度である。

$$\epsilon(x, y) \text{をFourier級数に展開する。} \epsilon(x, y) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} [A_{mn} \sin f(x, y) + B_{mn} \cos f(x, y)] \tag{4}$$

ここに、 A_{mn} 、 B_{mn} ; フーリエ係数である。

図-1に $\epsilon(x, y)$ を正規性白色雑音とした時のスペクトルの入出力関係を示す。

亀裂 $Y_f(x, y)$ をモデル化する。

$$Y_f(x, y) = Y_P * \{1 / (2\pi)^{1/2} \sigma_y\} * \exp[-(y - \bar{y})^2 / 2 \sigma_y^2] \tag{5}$$

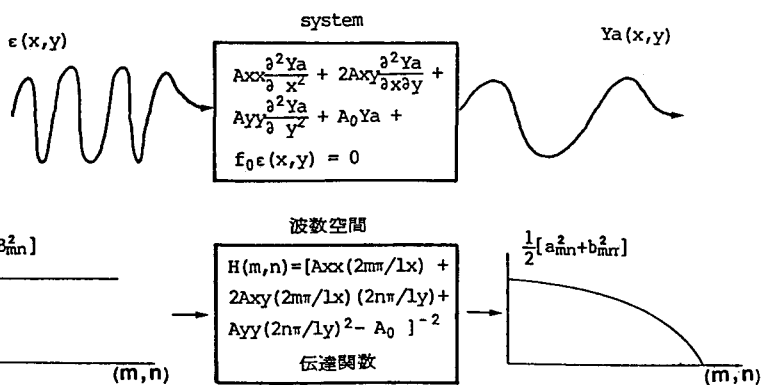


図-1 入出力関係図

ここに、 \bar{y} ; 推定による亀裂方向の式, Y_P ; 強度, σ_y ; 分散である。

ボーリング試験によって得る亀裂方向のデータを直線式で近似させたものを、 $\bar{y} = \alpha x + \beta$ とし、ステレオネットより α を求め、 \bar{y} を計算する。

3. 結果と考察

3.1 自己回帰係数の変化による発生場の変化 この手法によって発生する場は、自己回帰係数の値を小さくするにしたがいその影響を大きく受ける。自己回帰係数が小さいと発生する透水係数値は相対的に発生場全体の平均値よりずれていく。図-2 に自己回帰係数の発生場を与える影響を示す。 A_{yy} が小さくなると Y 方向に影響を与え X 方向よりも Y 方向に値が大きく変化するため X 方向に横長に、同様に A_{xx} が小さくなると Y 方向に縦長に、 A_{xy} が小さくなると $y = -x$ 方向に発生場がひずむ。

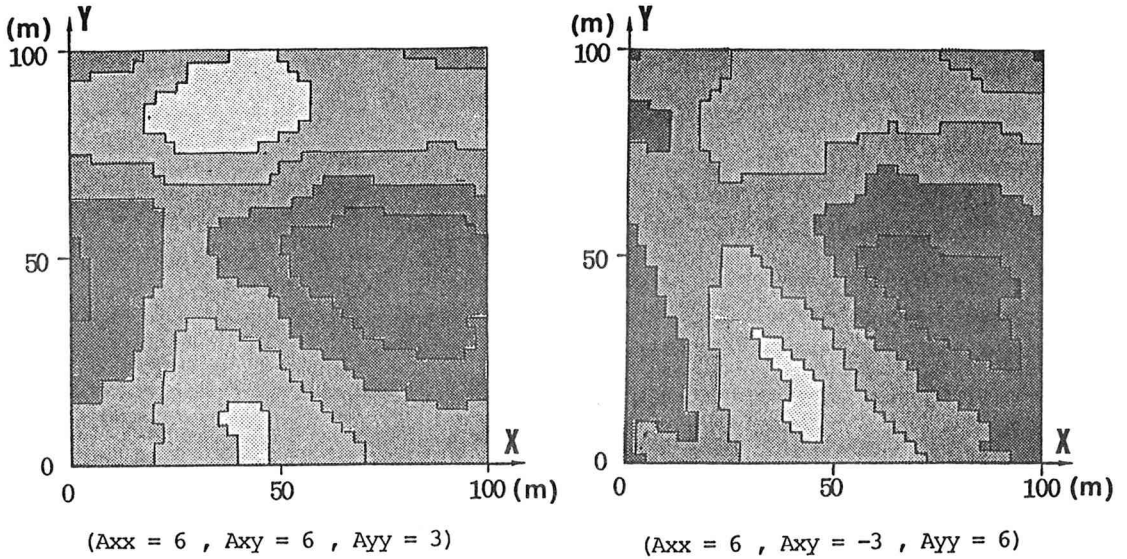


図-2 模擬発生させた透水係数の等値図

3.2 ボーリング試験によって得られるYの値 ボーリング試験は深さ方向にある距離毎に行なわれている。従って、そこで得る値は1点における値ではなく、その距離の平均値であることを考慮する必要がある。たとえば、亀裂の存在する区間で得る値は、亀裂及びそのまわりの岩盤による値の平均値であるので、その値が亀裂の影響を正しく表わさない場合や、亀裂の存在しない所まで大きな値がでてくる場合もある。図は真値を5mピッチで平均した値のグラフであるが、 $y=20\text{m}$ 付近で平均値は亀裂の影響をうまく表すことができず真値との違いを大きくしている。この違いは亀裂の分散幅(σ_y)が小さくなるにしたがい大きくなるようである。

4. おわりに

本報は、透水係数場を数学的に発生させたものであるが、その結果次の事がわかった。

- 1) 透水係数の空間分布は自己回帰式によって、ある程度表現することが可能である。
- 2) 自己回帰係数の値を変化させることにより、実際の現場に近い透水係数値の場を発生することができる。
- 3) ルジオン試験で平均をとる区間が長い場合に得られる値は、鉛直方向に透水係数値の変化が激しい場や亀裂の存在する場では実際の値との違いが大きいので、その値を直接その現場の透水係数値として利用することには疑問がある。

参考文献

- 1) 神野・上田 : 透水係数の実測データに基づく空間分布推定、土木学会年次講演会前刷集、pp. 160~161、1985年
- 2) 石油公団 : 石油備蓄技術(地下備蓄)調査報告書、1983年、3月

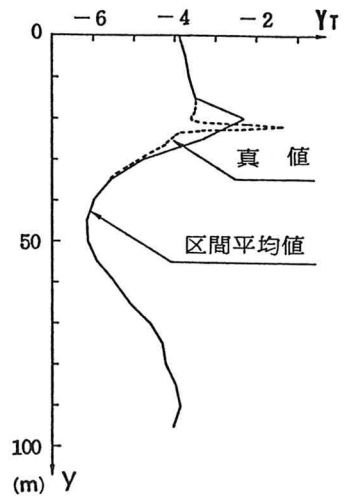


図-3 y方向透水係数分布