

透水係数のばらつきを考慮した地盤における 浸透解析手法に関する基礎的研究

京都大学工学部 正会員 大西有三

Water research center, EGYPT Mohamed Soliman

大林組(株) 正会員 安藤賢一

京都大学大学院 学生員 田近久和

1.はじめに

地盤工学では物性値の計測の困難さから、地盤を代表的な値で均質であると近似して解析を行わざるを得ないことが多い。しかし、実際には地盤は不均質であるため、精度良い解析結果が得られていない可能性がある。そこで確率過程的に透水係数場を発生させ、地盤材料の物性値の不確定性を考慮し、透水性地盤の上に建設されたダムを例題として浸透流に関する数値解析を行い、透水係数場の変動係数、影響距離をそれぞれ変えた場合の動水勾配について評価した。

2.解析手法

研究の流れをFig.1に示す。Fig.2に示す浸透流解析モデルに関してモンテカルロシミュレーションを行った。解析モデルの各要素(Fig.3)にそれぞれ透水係数を与えた。透水係数場については平均分散だけでなく空間的な相関性も考慮した。そして、パラメーターを固定して100回透水係数場をランダム発生し、それぞれの場について数値解析を行い、今回評価対象として設定した流量の解析結果を統計的に処理した。そして、その結果をばらつきを考慮しなかった場合、また相関性を考慮しなかった場合と比較した。

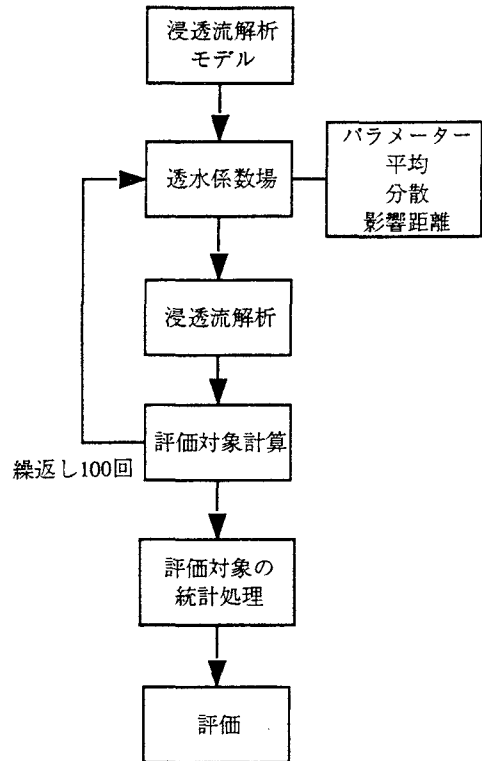


Fig.1 研究の流れ

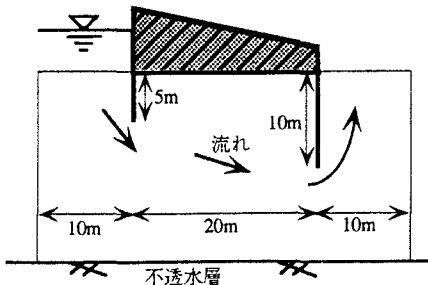


Fig.2 解析に用いた浸透流モデル

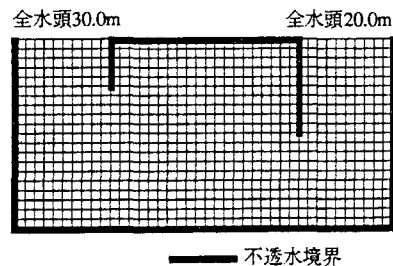


Fig.3 解析モデルの要素

Yuzo OHNISHI(Kyoto Univ.), Mohamed SOLIMAN(Water research center, EGYPT),
Kenichi ANDO(Obayashi Corporation) and Hisakazu TAJIKA(Kyoto Univ.)

飽和2次元定常の浸透流解析モデルとしてFig.2に示すような透水層の上に建設されたダムを想定した。境界条件としてFig.3に示すように不透水境界を設定した。また、上流と下流の間には10mの水頭差を与えた。ダム底部は20mとし、矢板長さは上流側を5m、下流側を10mとした。

透水係数場に関しては、平均値を固定し標準偏差を変化させてばらつきの大小を考慮した。この時、変動係数 $\delta_k(\sigma_k/\mu_k)$ を用いた。同時に、場に影響距離を与え空間的相関性を考慮した。ここで影響距離とは、透水係数場の値どうしのばらつきが場全体のばらつきより小さくなる距離のことである。すなわち影響距離が大きいと空間的相関性は強くなる。

また、評価対象として設定した流量に関しては無次元化を行なった。無次元化の式を以下に示す。ただし、 Q は無次元化しない流量、 Q' は無次元化流量、 μ_k は平均透水係数、そして L は流出部分の長さ(このモデルでは、10m:Fig.2参照)である。

$$Q' = \frac{Q}{\mu_k L}$$

3. 解析結果と考察

透水係数場が均質であると仮定すれば $Q'=0.760$ となった。場にばらつき、相関性を考慮したときに無次元化流量に関する解析結果がとる統計値をFig.4に示した。

まず、無次元化流量の平均 $\mu_{Q'}$ は $\delta_k=0.125$ の時は均質な透水係数場における結果とほぼ等しく、 δ_k が大きくなるにしたがって、単純に減少した。そして、 δ_k が16.0の時には均質場として計算した結果の約1/10となった。影響距離による傾向に関しては、影響距離1.0(m)の時に最も大きい、他の影響距離とはほぼ似たような挙動を示した。

乱数場に大きな分散を与えることで、透水係数場は大きなばらつきを持つようになる。従って比較的小さな透水係数を持つ要素も解析モデル中に現れる。そして、 δ_k が大きい時は、比較的低い透水係数を持つ要素がモデルの中で、支配的になってしまっていることが考えられる。そのために、 $\mu_{Q'}$ は δ_k が増していくにつれて減少していくと考えられる。

次に無次元化流量の標準偏差 $\sigma_{Q'}$ に関しては、 δ_k が0.125の時はほぼ20に等しかったが、 δ_k の増加と共に増え、 δ_k が1.0あるいは2.0の時に全ての影

響距離で最大値を示した。また、影響距離が大きくなるほど、 $\sigma_{Q'}$ は大きくなっている。

はじめに $\sigma_{Q'}$ が増加するのは、透水係数場のばらつきとともに解析結果もばらついてくるためだと考えられる。しかし、その後標準偏差は増えなくなる。それは、流量が全体的に減少していき、その最小値が0に近づく中で、流量の取り得る値の範囲が少なくなるからではないかと思われる

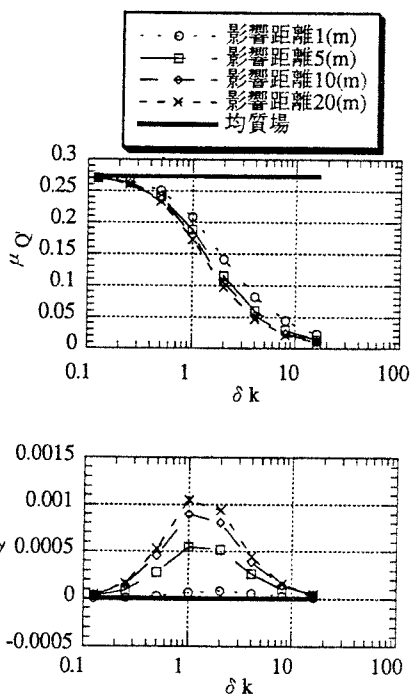


Fig.4 Q' の平均および標準偏差

4. 最後に

今回は透水係数の不確定性を考慮したが、水頭分布などの境界条件についても不確定性を考慮すればおこりうる事象を把握することができるであろうと考えられる。また、移流拡散問題など他の浸透流問題への適用も有効であろうと考えられる。

参考文献

- 1) Griffith, D.V. and Fenton, A.: Seepage beneath water retaining structures founded on spatially random soil, Geotechnique 43, No.4, pp577-587, 1993.