

III-203 連続性を基礎とした岩盤割れ目系モデルの透水特性の検討

西松建設(株) 正 ○石山宏二
 埼玉大学 正 渡辺邦夫

はじめに

筆者らは、岩盤割れ目系の連続性を確率過程により表し¹⁾、連続性を表す確率パラメーターを基礎として用いた割れ目系モデルを提案している²⁾。また、そのモデルを用いて、確率パラメーターと2次元割れ目系透水性との関係を検討し、このパラメーターが、透水性の評価に極めて有効であることを示した²⁾。しかしながら、割れ目モデルを作るにあたって、割れ目相互の間隔が正規分布に従うと仮定するなど、やや不合理な点もあった。また、割れ目系の透水性と確率パラメーターとの関係の検討が必ずしも十分でない点もあった。今回の報告は、割れ目間隔分布に指数分布を導入し、さらに、より多くのモデルを作って、このパラメーターと透水性との関係を詳しく検討したものである。

1. モデル化法とその結果例

提案しているモデル化法

では、まず実際の岩盤割れ目系の2次元的方向分布を測定し、すべての割れ目を数個の卓越方向に分類する。ついで、各卓越方向割れ目群の、方向の分布、割れ目間隔の分布を求め、これらの情報を用いて、1つ1つの割れ目が無限に伸びているものとして、モンテカルロ法により基本ネット

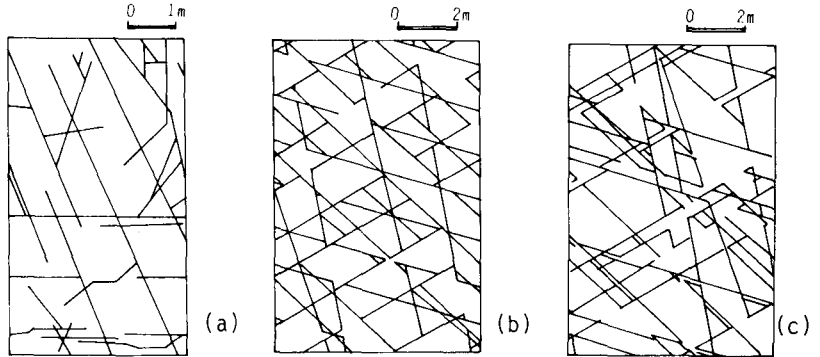


図-1 実際の割れ目系(a)とそのモデル化(b),(c)

ワークをつくる。このネットワーク内において、割れ目は互いに交差する。ここで交差点をsiteとよび、交差点間の割れ目部分をbondとよぶこととする。今回のモデル化では、ネットワーク中の各bondが確率 P_b で存在するとして、実際の割れ目系を表現する。なおこの P_b を、確率パラメーターと記す。 P_b は実測により容易に求めうる¹⁾。モデル化の過程で、割れ目間隙幅の場所的差も導入しうが、今回は一定とした。

いま、この考えに基いて、図-1(a)に示す、埼玉県長瀬左川岸で測定された割れ目系をモデル化してみる。なおこの図は定性的ではあるが、より大きな割れ目のみ取り出し、1つ1つの割れ目が直線として単純化したもの²⁾である。 P_b は0.707と測定される。図-1(b),(c)は、4つの卓越方向を取り出し、各々の卓越方向に属する割れ目群の方向が正規分布に従い、間隔分布がそれぞれ正規分布、指数分布に従うとして、(a)の領域よりやや大きい領域で描いたものである。まだ、定性的ではあるものの、図-1(c)が(a)の特徴をかなり良く表現していることが認められる。

2. P_b 値と割れ目系透水特性との関係

このモデルにおいては、 P_b 値が小さくなるほど、基本ネットワークは分断され、結果として割れ目系の全体的な透水性は小さくなる。また、いま図-1(b),(c)のような長方形の場を考え、左辺から右辺への浸透問題を想定してみる。このとき右辺(浸出面)には、いくつかの割れ目が存在するが、その割れ目が左辺まで連

続していなければ、その割れ目からの流出は0である。また、流出量の大きさは、連続状態によってかなり異なり、 P_b が小さければ、全体として、流出量の場所的差が大きくなるはずである。このような、(1)全体的な透水性と(2)右辺の各々の割れ目からの流出量の場所的差が、 P_b によってどのように変化するかを数値計算により調べてみた。ここでは図-1(b),(c)のような割れ目モデルを基に検討した。図-1(b)の、割れ目間隔分布に正規分布を仮定したものを以下Run-1とする。また、図-1(b)パターンを基礎としたものをRun-2、さらに、モンテカルロ法を用いる際に、異なった乱数系列により、割れ目間隔を表現して得た別のパターンをRun-3、方向を表現したものをRun-4とする。Run-3, Run-4の各々の基本ネットワークを図-2(a),(b)に示す。なお、計算条件としては、長方形領域において左・右辺にそれぞれ一定水位を与え上・下面は流入出0とした。

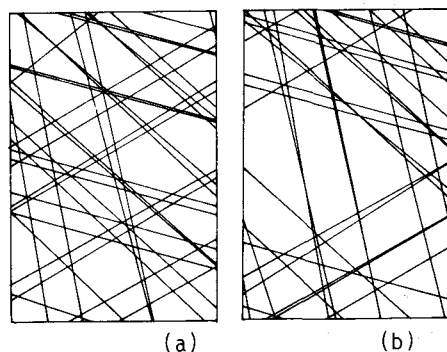
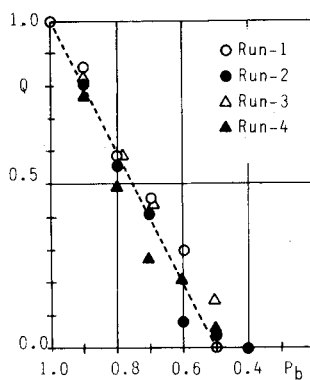
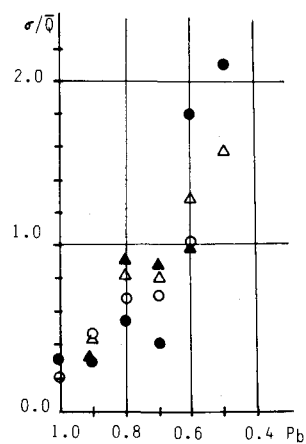


図-2 異なった乱数系列によるモデル

計算結果を図-3、図-4に示す。図-3は、 P_b によって全体の流出量がどのように変化するかを、 $P_b=1.0$ の場合の流量を1.0として表したものである。図-5は、 P_b によって、右辺に存在する割れ目からの流出量の場所的な差がどのように変わるかを、各割れ目からの流出量の標準偏差 σ の変化で示したものである。ただし、図-4の縦軸は、 σ を流量の平均値 Q で正規化して示している。まず図-3から、いづれの割れ目系パターンにおいても、流出量(透水性)が、 P_b によってほぼ線形に低下し

図-3 P_b と流量変化図-4 P_b と標準偏差の変化

ていることがわかる。また、図-4から、正規化した標準偏差が、 P_b が減少するにつれて大きくなることわかる。これは、浸出面上の流出量の場所的な差が大きくなっていることを示している。以上の性質から、 P_b 値は、岩盤割れ目系の透水特性を評価する上でかなり有効な指標になることを示しているものと判断される。図-3、図-4にみられる値のバラつきは、考えている計算領域がやや小さかったことによるものと思われる。より大きな場を想定すれば、モンテカルロ法で用いる乱数系列の影響が小さくなり、よりバラつきの少ない傾向が得られるはずである。

以上のように、確率パラメーター P_b は、透水性を評価する上で、有効な指標といえる。今後透水性をテンソル量で評価することや、この考え方の3次元割れ目系への拡張が重要と思われる。

参考文献

- 1) Watanabe, K., Int. J. Rock Mecha. Min. Sci. vol. 23, pp. 431-437, 1986
- 2) 渡辺邦夫、石山宏二、日本応用地質学会予稿集, pp. 135-138, 1986