

III-341 連続性を基礎とした2次元割れ目系のモデル化と岩盤の透水性評価

埼玉大学 工学部 学生員 石 山 宏 二

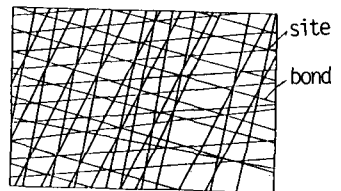
" " 正会員 渡 辺 邦 夫

はじめに

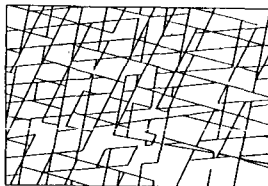
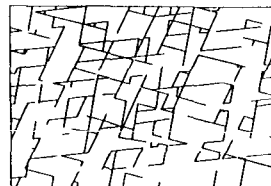
最近、岩盤割れ目系を確率的にモデル化し、それに基づいて透水性の評価をする方向の研究が多くなされているが、従来のモデル化手法において、主に2つの問題があったと考える。その1つは、流れに大きな影響を与える割れ目相互の連続性が独立量として取り入れられないことである。もう1つは、割れ目の長さ分布など測定の実験的な困難な量を持ち込むことである。本論文は、渡辺¹⁾が提案した、割れ目の連続性を浸透過程で評価する考えに基礎を置き、節理間隔や卓越節理方向など測定の実験的な量のみでモデル化する手法を提案し、そのモデルを用いて、岩盤の透水性と割れ目系の性質との関係を調べたものである。

1 連続性を基礎とした確率的な岩盤割れ目系のモデル化

このモデル化では、まず図-1に示すような基本ネットワークを仮定する。このネットワークを形成する各割れ目は無限に伸びているものとする。また各割れ目方向は、実測により数個の卓越方向（この場合は4）に区分されるものとする。ここで、1つの卓越方向に分類される割れ目の伸び方向は、ある確率分布（この場合正規分布）に従って多少バラついていても良い。さらに、1つの卓越方向に属する割れ目相互の間隔は1つの確率分布に従うとする。このネットワークは、実測卓越方向、間隔や分布を基に、モンテカルロ法によりつくられたものである。

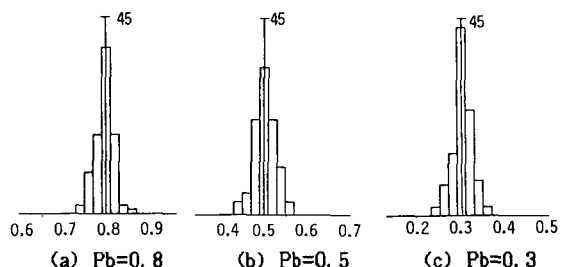
図-1 基本ネットワーク例
($P_b = 1.0$)

いま、基本ネットワークを形成する割れ目の節点（この場合381）をsite、節点間の割れ目部分をbond

(a) $P_b = 0.8$ (b) $P_b = 0.5$ (c) $P_b = 0.3$ 図-2 P_b の変化に伴う割れ目系パターンの変化

とよぶ。各siteからは特殊な例外を除いて4本のbondが派生することになる。本モデルでは、基本ネットワーク内の各bondがある確率 P_b で存在した場合が、実際の割れ目系であると考えられる。図-2に $P_b = 0.8, 0.5, 0.3$ の場合のパターンを示す。確率 P_b は、渡辺・石山²⁾が報告したように、1つのsiteから何本のbondが伸びているかを野外実測し決めることができる。以下、 P_b を連続性パラメータとよぶ。

ここで問題は、モンテカルロ法は、用いた乱数系列の影響を受けるということである。この影響をみるため、いま図-1の基本ネッ

図-3 推定値 P_b (1-3) の分布

トワークにPbを与え、100個の異なった乱数系列を用い割れ目モデルをつくり、つくられたモデルから逆にPbを推定してみる。ここで、これらの割れ目モデル中の各siteから派生するbondの数に注目する。いま1～4のbond数をもつsiteの数をそれぞれN1～N4とする。Pbは、N1～N4の各々の比から求め得るが、ここで、N1とN3の比から求めたものをPb(1-3)とし、N1とN2、N3とN4それぞれによるものをPb(1-2)、Pb(3-4)と書く。図-3は、与えたPbが0.8, 0.5, 0.3におけるPb(1-3)の分布を示す。図から、Pb(1-3)がPbのかなり良い推定となっていることがわかる。一方、図-4は(a) Pb=0.8の時のPb(1-2)、および(b) Pb=0.3の時のPb(3-4)

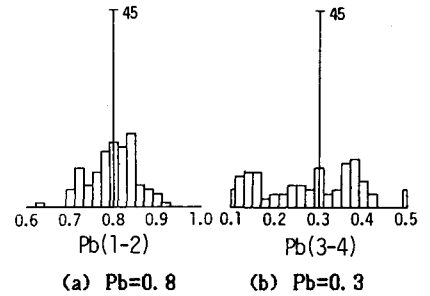


図-4 推定値のバラつきの例

の分布を示すが、かなり推定にバラつきがある。これは、Pb=0.3ではN4、Pb=0.8ではN1が極めて少なくなり、そのため、乱数系列の特性の影響を強く受けるからである。このことは野外実測において、数の少ないsite数を用いてPbを推定することの危険性を示したものと見える。

2 割れ目モデルと透水性

次に、つくられた割れ目モデルを用いて数値的に割れ目に水を流し、岩盤の透水性に与える連続性パラメーターPbの影響を調べる。

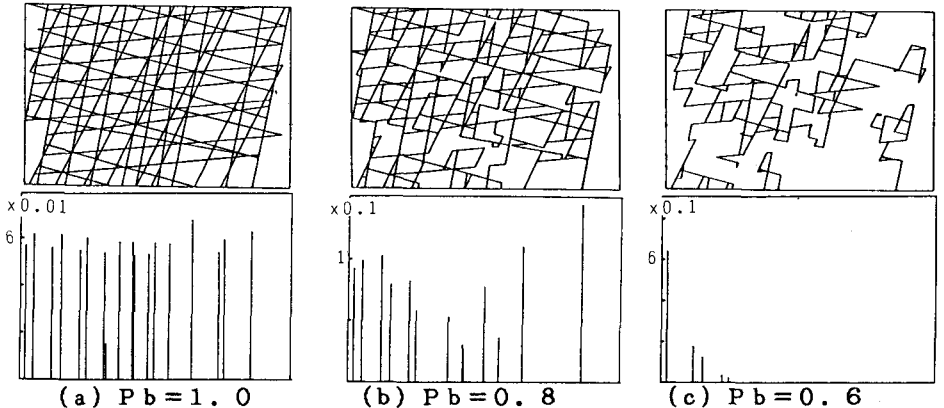


図-2に示す 図-5 Pb値と相互連結する割れ目系、総流量相対比 (q/Q ; $Q = \sum q$) の変化
割れ目モデル

の上辺から下辺に動水勾配Iを与え、各割れ目透水係数Kを一定とし、岩盤の透水性を評価する。なお、モデルの側辺は不透水境界とおく。計算では、流れ経路とならないbondを消去する。図-5の上図は、図-1, 2 (a), Pb=0.6の各モデルから、この処理の中間段階として特に、連結していないbondの場合のsite, bondのみを消去した場合である。一方下図は、下辺を切る割れ目の内、流れが生ずる割れ目からの総流量相対比 (q/Q) を示したものである。図から (a) の場合、すべての割れ目からほぼ平均的な流量が流れ出ることがわかる。一方、Pbが小さいにつれ q/Q が場所的に大きく変化している。これは、割れ目の連続性により流れの経路パターンが大きく左右されることを示している。また、図-6はPbの変化に伴う総流量Qの変化を示している。Pbの低下により流量がほぼ線形に減少することがわかる。以上のように連続性パラメーターを導入することにより、岩盤の透水性の変化を表現することができると考える。

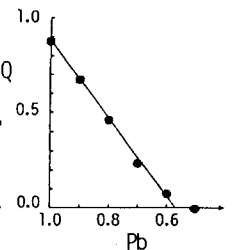


図-6 Pb値と総流量Qの変化

参考文献：1) 渡辺邦夫 (1985), 日本応用地質学会研究発表会予稿集, PP. 36-39.

2) 渡辺邦夫、石山宏二 (1986), 第18回岩盤力学シンポジウム, PP. 136-140.