

III-273 割れ目系岩盤中の物質移動解析（Don-CHANモデル）の特徴 — 均質媒体モデルとの比較 —

埼玉大学工学部

渡辺 邦夫

（株）白石

鈴木 敬太

（株）日輝

○ 小林 航

（株）青木建設

阿部 美紀也

はじめに

割れ目系の発達した岩盤中の物質移動解析では、主要な流れ経路となる割れ目系を取り出したいわゆるフラクチャーモデルによる解析が望ましいと考えられる。とくに、トンネル近傍やグラウト注入孔周辺など、局所的な場の現象の解析には、必要性が高い。この観点から、筆者らは岩盤中の水みちを取り出し、3次元管路網として解析する方法（Don-CHANモデル）を提案した。¹⁾今回は、通常の3次元均質媒体モデルと比較して、そのモデルの特性を調べたものである。

1. Don-CHANモデルの考えと解析例

前述したように、このモデルは、岩盤中の水みちを3次元管路網として取り出すものである。問題は、果たして流れを管路網に置き換えるかである。これについては、筆者らは、蒸発量計測によって、割れ目多線部などに高蒸発部があり水みちとなっている可能性を指摘した。また、釜石鉱山KD90坑道内の調査から図-1に示されるように岩盤中の引っ張り割れ目中にパイピングホールなどの開口部が存在しそれが水みちとなっている可能性を示した²⁾。もちろん流れの管路的性質は、Doeらの提唱している流れの次元³⁾などを基に判断することが考えられる。

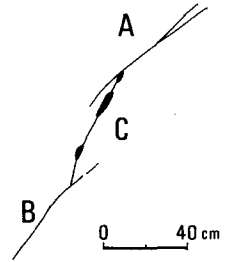


図-1 引っ張り割れ目C中の開口部。A, Bはせん断割れ目

このモデルでは、割れ目多線部と割れ目内の水みち（チャンネル）のみを管路としている。また物質移動は、管路方向は移流と拡散とし、それから割れ目内に拡散するとしている。解析例を図-3に示す。これは図-2（a），（b），（c）3種類の割れ目系により形成される管路網に対し、上下方向に動水勾配1.0の流れを与えた場合

である。250時間後の、注入時の1/10濃度の分布を示し、流れ経路形状に影響される物質移動の局所性をうまく表現している。なお、領域の大きさは3m立方であり、透水

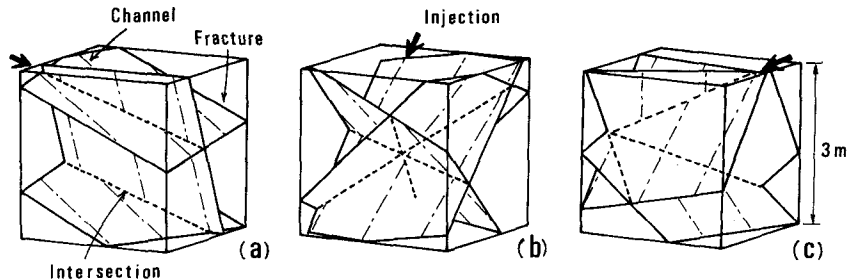


図-2 計算モデル。矢印は一定濃度注入点。

係数は、 $1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ としている。拡散係数は、水みち内が $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ 、割れ目内を $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ としている。計算では、割れ目内の物質の拡がりが見えにくい数cmと少なく、図ではその拡がりを強調して示している。

2. 均質媒体モデルによる解析

このモデルは、通常の移流拡散方程式を解くものである。今回設定した解析対象場を図-4に示す。境界条件は、上下面が流入出0、側面が濃度0で、上面の中央点に濃度1.0を与えた。流れを図中矢印に示すように流速を0.001m/sと与えた。解析対象場は簡単なものであるが、均質媒体モデルの特徴をDon-ch anモデルと比較して定性的に考察するには十分と考えた。

なお、解析には、拡散テンソルを用いた。拡散テンソルの計算は、流速を縦方向分散度(α_T)と横方向分散度(α_L)を用いて行った。物質拡散の異方性を大きくするため、 α_T/α_L を10とした。 α_L は、4.2mとした。解析は、8節点を持つ3次元要素を用いて有限要素法により行った。解析結果の例として250分後の結果を図-5に示す。これは、図-4中の Z_1 、 Z_2 、 Z_3 面を取り出したものであり、物質が放出源から図右下に向か

って流れながら広がっていることがわかる。これらの結果から、縦方向、横方向分散度の比を10とかなり大きくしたにもかかわらず、物質の広がり異方性が小さいことがわかる。これは境界の影響を受けたものと考えられる。図でみられるように小さい濃度の分布ほど境界形状に近くなっていることがわかる。もちろん、図-3と図-5では計算領域や境界条件に違いがあり、定量的な検討が出来ない。しかしながら定性的には、極めて異なった物質移動パターンがあらわれていることがわかる。つまり、例えば放射性廃棄物処分トンネル近傍のように、水みちの形状が支配的である局所的な場の解析では、拡散の異方性を取り入れても必ずしも十分でないといえるわけである。

今回の研究では、まだ定性的な検討にとどまっている。今後、実際の岩盤を対象にして水みちが取り出しうるかの検討をあわせてDon-ch anモデルと均質媒体モデルとの比較を行ってゆきたい。

今回の研究では、まだ定性的な検討にとどまっている。今後、実際の岩盤を対象にして水みちが取り出しうるかの検討をあわせてDon-ch anモデルと均質媒体モデルとの比較を行ってゆきたい。

参考文献

- 1) 渡辺邦夫, 小林航, 荒井紀之, 第46回土木学会年講(Ⅲ), PP. 952-953, 1991
- 2) 渡辺邦夫, 田中達也, 内田雅大, Peter Wallman, 岩崎浩, 第47回土木学会年講(Ⅲ), 1992
- 3) Doe, T., Geier, J., Stripa Report, TR91-03, PP. 1-222, 1991

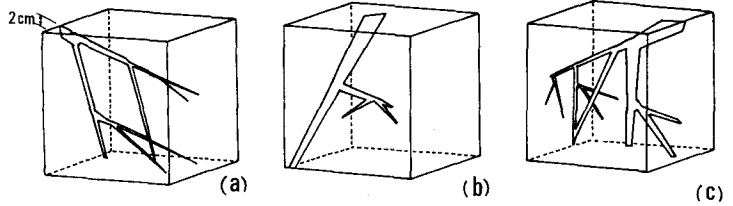


図-3 各割れ目モデル中の物質の拡がり

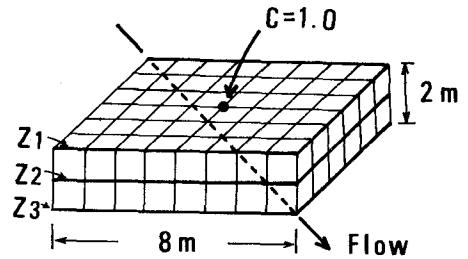


図-4 均質媒体モデル計算領域

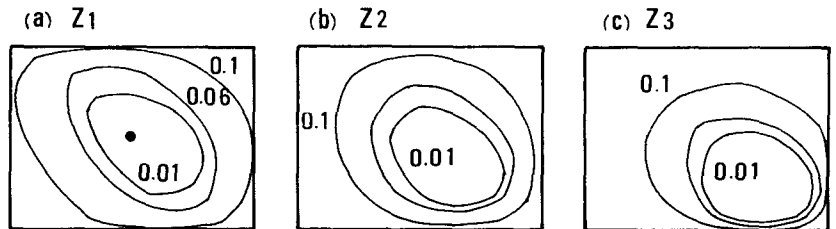


図-5 均質媒体モデルの解析例