

岩盤不連続面の浸透流可視化に関する研究

宇都宮大学工学部	学生会員	○渡邊尚貴
東電設計株式会社	正会員	小林隆志
宇都宮大学工学部	正会員	清木隆文

1. はじめに

近年、硬質の岩盤内に地下発電所、石油備蓄タンク、高レベル放射性廃棄物地層処分場等の施設の利用検定等が急速に進んでいる。これらの土木構造物の建設にあたって、硬質岩盤の工学的な性質を正確に把握し、設計・施工を行う必要がある。これらの土木構造物の基礎となる硬質岩盤は、岩石自身の強度が大きく透水性が低いので、その工学的性質は、岩盤内に存在する不連続面の性質に強く影響される。不連続面については様々なものがあるが、硬質の岩盤内で支配的に分布するのが節理である¹⁾。これに関連して、既往の研究においても花崗岩等を用いて節理や浸透モデルの解析は行われている²⁾。そこで本研究では、高架線における節理性岩盤の力学的性質、水理特性を把握するため、まず節理性岩盤の節理統計解析と浸透流解析を行い、解析した多くのデータから有用な情報を引き出すため、解析結果をモデル解析して結果を可視化することにより、岩盤の水理特性を確認することを目的とする。

2. 解析の方法

2.1 3次元節理分布モデル

節理性岩盤の解析対象領域には、非常に多くの節理が分布しており、これら全ての節理分布を把握・可視化する。節理分布を確率統計学的に評価するにあたっては、7つの特性要素（方向性・連続性・稠密性・開口性・狭在性・粗面性・連結性）について確率空間モデルを定義し、対象岩盤の評価を行う。そこで、これら7つの特性要素の現場計測データを用いて、確率モデルをFortranの解析コードで解析を行う。

ることは現実的には不可能である。そこで、これらの節理分布性状を把握する際に、節理の集合体としての特性に着目し、これらを確率統計学的にモデル

2.2 節理の可視化

本研究では節理の形状を円盤と仮定した。これは、半径のみのパラメータで形状を指定できる円によって、節理の形状を仮定することが解析上実用的であるからである。節理統計解析を行ったデータを用い、その中の走行・傾斜、中心座標、トレース長をフリーソフトのGnuplot¹⁾上に出力できるよう、データ整理をFortranプログラムで自動化し、3次元領域内において節理の可視化をした（図-2）。

2.3 浸透流解析

解析モデルは、基本となる3次元節理分布を節理の方向性、半径、3次元密度、狭在物の推計を元に3次元節理分布を作成する。節理は岩盤中に多数存在しており、それぞれの節理は互いに交わり複雑に連結している。節理性岩盤における浸透流の主たる浸透経路は、節理部分であり、これらの連結部を経由して流れが生じていると仮定した。したがって、このような流れを3次元的にとらえるため、節理分布とともに3次元的な連結性を把握する必要がある。

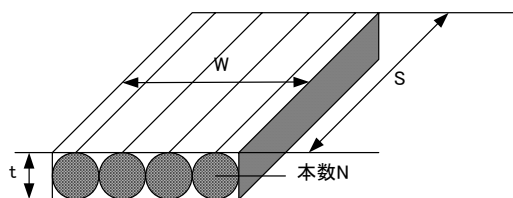


図-1：複数並列パイプモデル

キーワード：岩盤不連続面、節理統計解析、浸透流解析、可視化

連絡先：栃木県宇都宮市陽東7丁目1-2 宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース

地域施設学研究室 tel028-689-621

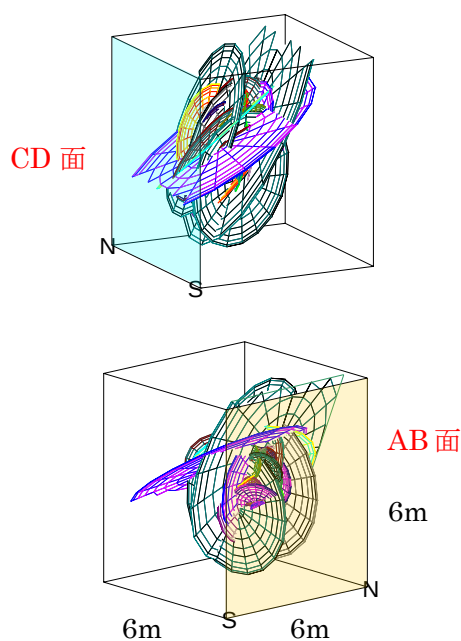


図-2：節理の可視化

浸透流れは、連結した割れ目を通してのみ生じるものと仮定し、領域内に存在する節理の連結性に関する情報から、領域内の流れの流路を認識する。この時、流れに関しない節理は、除外する。なお、本研究では各流路要素の流れのモデルについて「複数並列パイプモデル」を採用している。流路要素は幅を持つため図-1 に示すような円管の集合体としての複数の並列パイプを考慮した。

2.4 浸透パイプの可視化

浸透パイプとは節理を通して流れる水の流路である。ここでは水の流路である浸透パイプについての可視化をした。節理の可視化の際と同様に浸透パイプに関しても Gnuplot を用いて 3 次元領域内で可視化を行う。浸透流れは、連結した割れ目を通してのみ生じるものとして、領域内に存在する節理の連結性に関する情報から、領域内の流れの流路を認識しているので、浸透流に関しては、節理統計解析の結果から得られる浸透流の位置の座標をもとに、可視化をした(図-3)。

3. まとめ

図-2 は調査岩盤の一部を縦・横・高さ 6m で切り出し節理を可視化したもの、図-3 は図-2 の節理内における浸透パイプの可視化の一部の様子を表す。図 2 を可視化する際は複数パイプをまとめて、単一の線

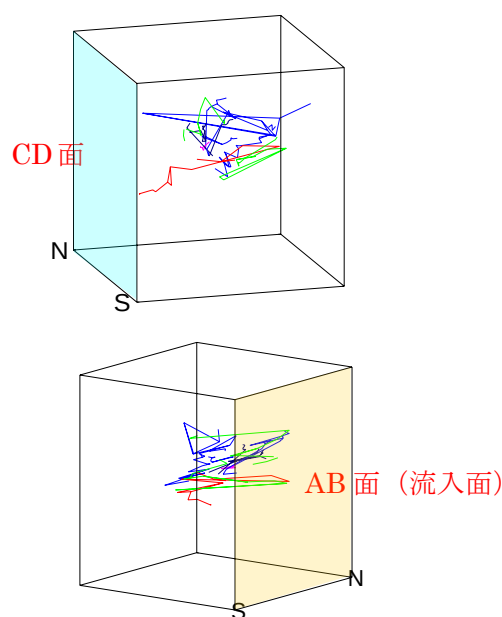


図-3：浸透パイプの可視

分で表現しており、AB 面がこの領域における水の流入面境界である。また、透水係数の大小で 5 段階に分け色の区別を行っている（赤、緑、青、紫、黒の順に透水係数が大きくなる）。ここで、辺 N-S は南北方向を表し、図-1 より節理の分布は、大きな塊の中に様々な大きさの節理が混在していることがわかる。また、図-2 は西側と東側の面が透水面、その他の面が不透水面であるため、パイプの水道は西側と東側の面にのみ連結している様子を示している。節理と浸透パイプと実測、解析データと節理の分布性状と浸透流れの関連を可視化できた。

4. 今後の課題

本研究では、今回は節理の統計解析と浸透流解析を行い、節理と浸透パイプの関連を可視化することにより分布性状の把握が容易となった。このツールをもとに解析境界条件を多様にし、解析を発展させる予定である。

参考文献

- 1) 木村進：岩盤節理浸透流れの管路モデル化に関する研究、平成 14 年宇都宮大学卒業論文
- 2) 菊地研：画像解析による花崗岩のマイクロクラック分布特性および浸透モデルに関する研究、平成 15 年宇都宮大学卒業論文
- 3) Gnuplot : <http://www.gnuplot.info/>