

西松建設	正会員○荒井紀之
埼玉大学工学部	正会員 渡辺邦夫
日鉄鉱業	正会員 岩崎浩
日鉄鉱業	正会員 野口義文

1. はじめに

著者らは、割れ目系の中の特に重要と思われるチャンネルなどの流れ経路のみを取り出し、3次元管路網として解析するモデル(以下DON-CHANモデルと記す)を開発した。このモデルでは「現場対話型解析」を目指している。現場対話型解析とは、岩盤のように材料特性や境界条件が不明確な問題に対し、現場の地質技術者から指摘された地質情報を生かしながら未知パラメータを推定してゆくことである。この目的のためには、計算が容易で現場でも実行でき、推定された条件に応じてすぐに結果が表示されるようなプログラムを作ることが必要である。本論文は、このモデルを使い新規坑道掘削における湧水量分布の予測解析を行い、モデルの妥当性および問題点を検討したものである。

2. モデルの仮定

前述したように現場対話型モデルまで考えた場合、あまり複雑なモデルでは内在するパラメータが多くなり計算時間も長くなり実用性に欠ける。今回の解析では、地下空洞近傍の不均質性を持った岩盤地下水流れの性質をおおまかに表現することに主眼を置き、以下の仮定を導入してモデル化を行った。

①地下水は、割れ目内の特定の水みちを主に流れ、この方向により透水異方性が規定される。今回は簡単のために各割れ目は一つの方向にのみ透水性を有するとした。この性質は、図-1に示すように、割れ目面内に一定の方向性を持ち、ある一定間隔で並んだ仮想水路を考えることにより再現した。

②割れ目の交線部は、透水性が大きく水みちを形成している。

③坑道近傍30~50m程度の領域内では、割れ目はゾーンとして連続している。

以上のように、このモデルはかなり大幅な簡単化がなされている。しかし、流れを管路網に置き換えていることから、従来のモデルに比べ多くの割れ目を取り扱うことができ、また演算時間も短縮化しうる。そのため、現場対話的解析として発展させることが可能であると考える。

3. 解析対象場および解析条件

解析の対象とした試験サイトは釜石鉱山の北端部に位置し、周辺の地質は花崗閃緑岩からなる。図-2は、試験サイト中の坑道およびボーリング孔の透視図であり、破線で示した位置に、動力炉核燃料開発事業団により1990年8月から11月にかけて新規坑道が掘削された。そこで、この試験サイトを対象として新規坑道掘削後の湧水量予測解析を行った。今回の解析は定常流解析を行ったものであり、坑道を掘削した後、定常状態に到達したときの湧水量分布を予測したものである。解析流域は、図-3に示したように、新規坑道を中心とした76×62×62mの領域である。坑道の大きさは4.0m×3.0m×50.0mである。次に境界条

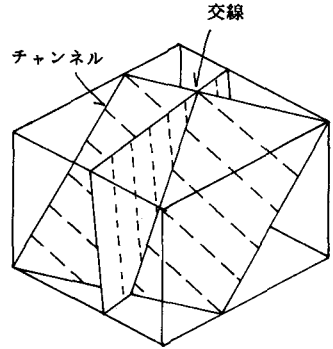


図-1 モデル模式図

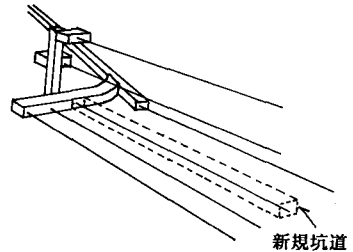


図-2 試験サイト中の坑道とボーリング孔の配置

件であるが、境界面における水頭分布が測定されていないため、ここでは解析領域内の観測孔の水頭実測値(坑道掘削前)を基に境界面の水頭値を探索した。この結果得られた境界面の水頭分布を図の下部に示した。なお、手前側の境界面は、坑道に接している部分を除いてノーフロー条件とした。また、坑道壁面は、自由浸出条件とし位置水頭を与えた。

割れ目系の設定に当たっては、ボーリング調査から抽出された割れ目ゾーンを基本とし、これに比抵抗トモグラフィ結果、および周辺坑道において観察される割れ目系を考慮し、図-4に示すような割れ目系を設定した。この試験サイト中の割れ目系の特徴は、水平に近い割れ目ゾーンが少ないことである。また、割れ目面内に存在するチャンネルのモデル化であるが、その方向については条線の方向を考慮して水平方向とした。また、チャンネルの間隔については、一枚の割れ目ゾーンの幅が2~5mであることを考慮し、今回はすべて5mとした。チャンネルおよび交線に与える透水量係数は、岩盤の平均的な透水量係数を考えて、すべて $1.0\text{cm}^3/\text{sec}$ の値を仮定した。実際には、割れ目ごとに透水量係数が異なるはずであるが、すべて同一の値とした。

4. 解析結果および結論

解析の結果得られた湧水量分布を図-5に示す。これは、内側から見た坑道展開図上に湧水量をプロットしたものである。モデル上の仮定により、湧水ヶ所は割れ目交線部と割れ目上のチャンネルが坑道壁面に現れた場所に限定されている。今回は、チャンネルを水平に発生させているため、チャンネルからの湧水は側壁部に分布している。湧水分布をおおまかにみた場合、切羽近傍の40~50m区間にかけて湧水が集中しており、総湧水量 $11.71/\text{min}$ の45%を占めている。この原因は、境界条件により切羽近傍の動水勾配が相対的に大きくなることと、この区間に割れ目が集中しその結果割れ目交線やチャンネルが集中したためと考えられる。解析結果の妥当性については、新規坑道の湧水量調査結果を待たなければならないが、DON-CHANのような単純化されたモデルで地質情報を取入れながら容易に予測演算ができることがわかった。解析はまだラフなものであり、チャンネルの形状、透水量係数の設定の仕方、割れ目の連続性に関しまだ問題点はあるが実用性・発展性は高いと考える。

(謝辞) 本研究に使用した解析コードの一部は、元埼玉大大学院の藍沢稔幸氏により作成されたものである。ここに記して深く感謝致します。

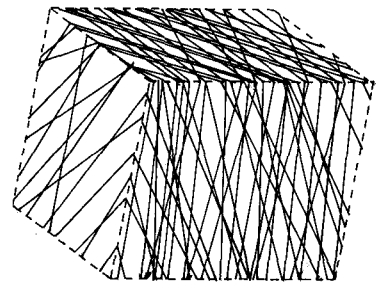


図-3 解析に使用した割れ目系

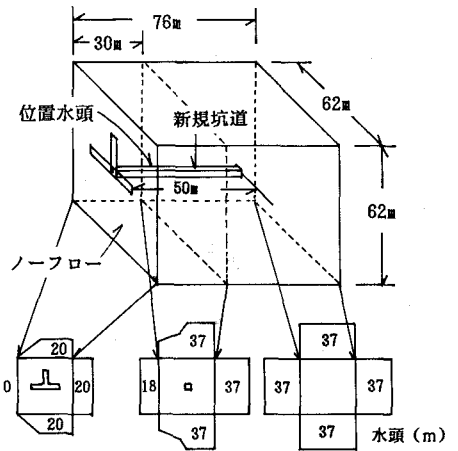


図-4 解析領域および境界条件

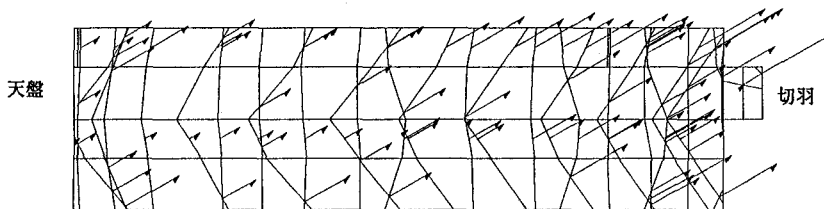


図-5 坑道への湧水量分布(内側から見た坑道展開図上に湧水量をプロットしたもの)

$10\text{cm}^3/\text{s}$