

割れ目ネットワークモデルを用いた物質移動に関する研究（その5）

—調査方法の違いによる割れ目ネットワークモデルの不確実性—

ダイヤコンサルタント 正会員 ○細谷 真一 鈴木 一成
 日本原子力研究開発機構 石橋 正祐紀 笹尾 英嗣
 鹿島建設 渥美 博行 升元 一彦

1. はじめに

日本原子力研究開発機構で実施している超深地層研究所計画の一環として、割れ目ネットワークモデルを用いた物質移動特性の評価を行っている¹⁾。割れ目ネットワークに基づく地質構造モデル（以下、Geo_DFN モデル）の構築およびそれによる物質移動解析結果の不確実性は、割れ目の調査方法とモデルの構築に必要なパラメータの推定方法にも起因する。本検討では、構築された Geo_DFN モデル内で仮想調査を実施して得られた割れ目データから、モデルの構築に必要なパラメータを再度推定し、調査方法およびパラメータの推定方法が初期の Geo_DFN モデルの再現性に及ぼす影響を考察した。本稿では、調査量および調査の次元が偏差に及ぼす影響に着目した検討結果について報告する。

2. 検討方法

本検討では、図1に示すように Geo_DFN モデルの内部において仮想的な坑道調査とスキャンライン調査（以下、SL 調査）を実施して、調査結果としての割れ目リストを作成した。次に、実際の割れ目データからパラメータを推定する方法²⁾に基づいて、割れ目リストからパラメータを再度推定した。この検討フローを図2に示す。なお、設定したパラメータを「設定値」、仮想調査に基づいて推定したパラメータを「推定値」と表現し、両者の差異を「偏差」と表す。

仮に、十分なリアライゼーションの Geo_DFN モデルを対象に、十分な量の仮想調査を行えば、推定値は設定値に漸近すると考えられるため、本検討では、Geo_DFN モデルのリアライゼーション数を10として、調査量、調査方向、調査の次元（2次元の坑道調査/1次元の SL 調査）が偏差に及ぼす影響を考察した。

3. 割れ目の方向分布

直径 6.5m の立坑における低角度割れ目の卓越方向の偏差をデータ数との関係で図3に例示する。同図では、坑道調査でも SL 調査でも、解析対象とするデータ数（割れ目数）が多いほど、偏差が小さくなる傾向が確認できる。

4. 割れ目の長さ分布

割れ目の長さ分布は、SL 調査では推定することができないため、坑道調査から推定した。割れ目の卓越方向と同様に、データ数が 400 程度までの範囲ではデータ数の増加に伴って、長さ分布のパラメータであるべき乗数の推定精度が向上することが図4から確認できる。ただし、トレース長が坑道幅（本検討では、4.1～6.5 m と設定した）を大きく超える割れ目は長さ

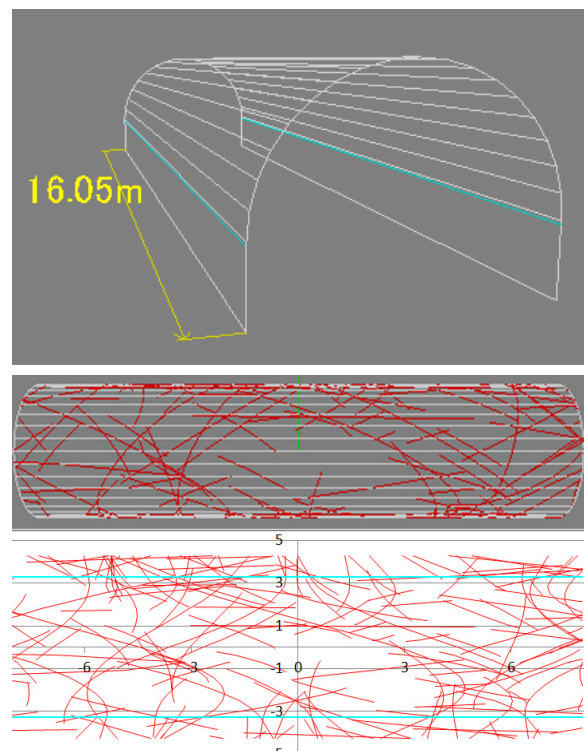


図1 仮想的な坑道調査とスキャンライン調査の概念
 （水色の線；スキャンライン，赤色の線；割れ目）

キーワード 割れ目、割れ目ネットワークモデル、地質調査、調査坑道、不確実性

連絡先 〒331-0811 埼玉県さいたま市北区吉野町 2-272-3 (株)ダイヤコンサルタント TEL 048-654-3132

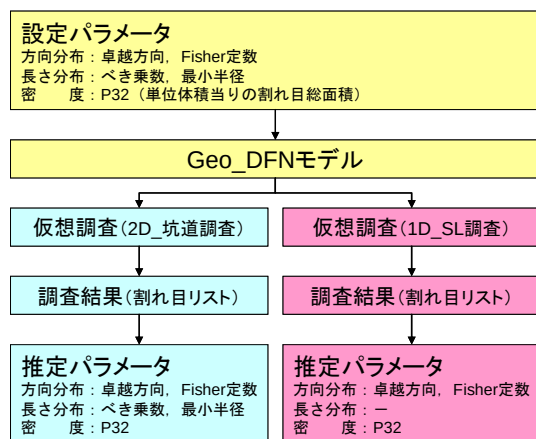


図2 本検討のフロー

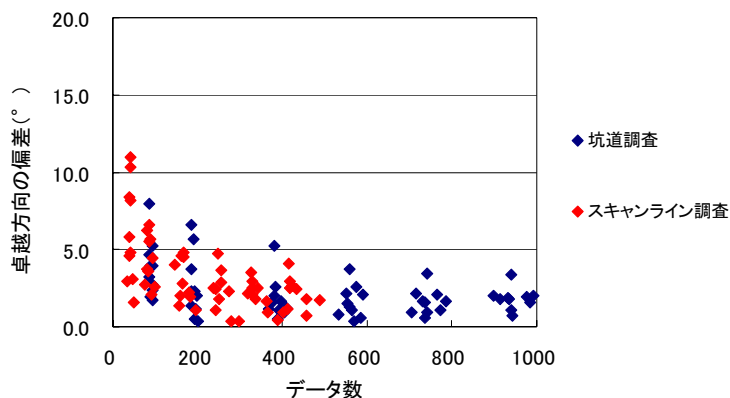


図3 データ数と割れ目の卓越方向の偏差との関係

分布の推定に用いることができなかったため、データ数が増えてもべき乗数の推定精度は低く、図4では示していないが設定値が4.0にもかかわらず推定値が3.0というリアライゼーションもあった。

長さ分布の推定が難しいことは従来から指摘されており、割れ目としてのカウントやトレース長などの計測精度のような現地調査の制約によると考えられることが多かったが、トレース長分布は調査領域の大きさの制約を受けやすく、現地調査が理想的に実施されても感度が低いことを確認した。

5. 割れ目の密度

割れ目の三次元密度（以下、P32）は、坑道調査では単位面積当たりの割れ目数から、SL調査では単位長さ当たりの割れ目数から求めた。SL調査では、図5に示すように偏差は小さい。一方、坑道調査ではP32を割れ目の長さ分布と同時に推定したため、P32の偏差もべき乗数の偏差の影響を受けて、SL調査以上に偏差が大きくなった。このように、長さ分布の推定が難しい場合には、割れ目密度は長さ分布の推定結果に依存しない方法、すなわち、SL調査に基づくような方法で推定する方が、適切に推定できる場合があることが示された。

6. あとがき

本稿では、調査量と調査の次元が割れ目の方向分布、長さ分布、密度のパラメータに及ぼす影響を考察した。実調査では不可避な観察・計測に伴う困難・誤差を考慮していないが、調査量や調査の次元が異なることによるパラメータ推定への感度が得られており、実際の調査計画立案時にも一助になると考える。

参考文献

- 1) 山下ほか：割れ目ネットワークモデルを用いた物質移動に関する研究（その1），土木学会第69回年次学術講演会，2014（投稿中）。
- 2) 石橋ほか：地下坑道での調査データに基づく坑道周辺領域における水理地質構造モデルの構築（その1），第42回岩盤力学に関するシンポジウム講演集，101-106，2014。

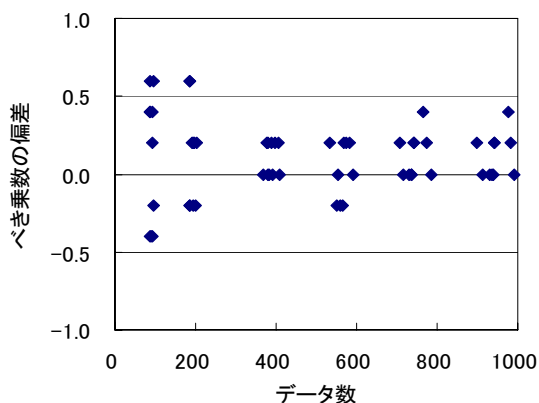


図4 データ数とべき乗数の偏差の関係

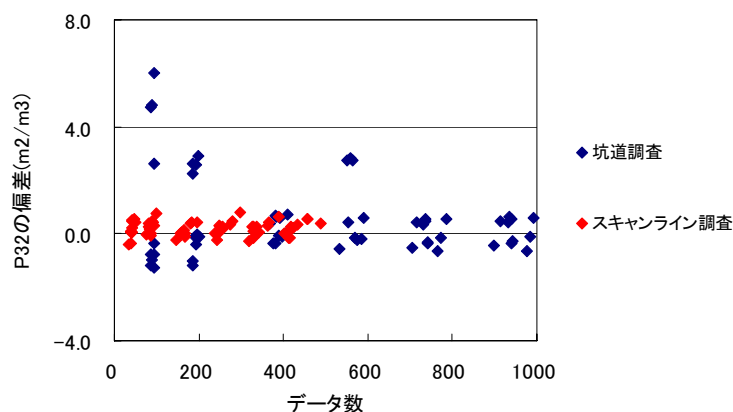


図5 データ数とP32の偏差の関係