

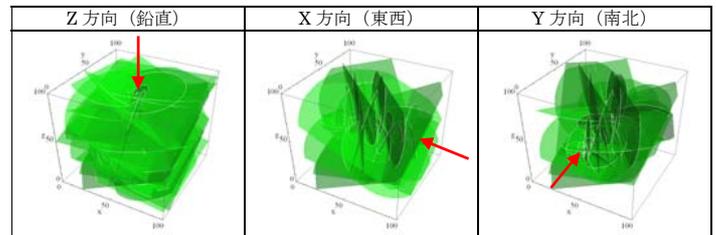
割れ目ネットワークモデルを用いた物質移動に関する研究 (その4)

—モデル構築に必要なボーリング調査の量に関わる検討—

鹿島建設 正会員 ○渥美 博行, 中嶋 誠門, 岩野 圭太, 升元 一彦, 瀬尾 昭治, 川端 淳一
 日本原子力研究開発機構 非会員 石橋 正祐紀, 笹尾 英嗣
 ダイヤコンサルタント 正会員 細谷 真一

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モデルに基づく地質構造モデル (以下、Geo-DFN モデル) を構築するにあたっては、割れ目の地質学的特性を把握することが重要である。しかし、ボーリング調査で取得される地質学的特性については、必要な調査量や調査手順といった調査の最適化のための方法論は十分に確立されているとは言えない。そこで、本編では、(その2) 2) で構築した Geo-DFN モデルに仮想ボーリング孔をモデル化し、これと交差する割れ目情報に基づき、モデル構築に必要な調査量に関わる検討結果を述べる。



← ; 仮想ボーリング孔の方向

図1 交差割れ目の三次元表示の一例

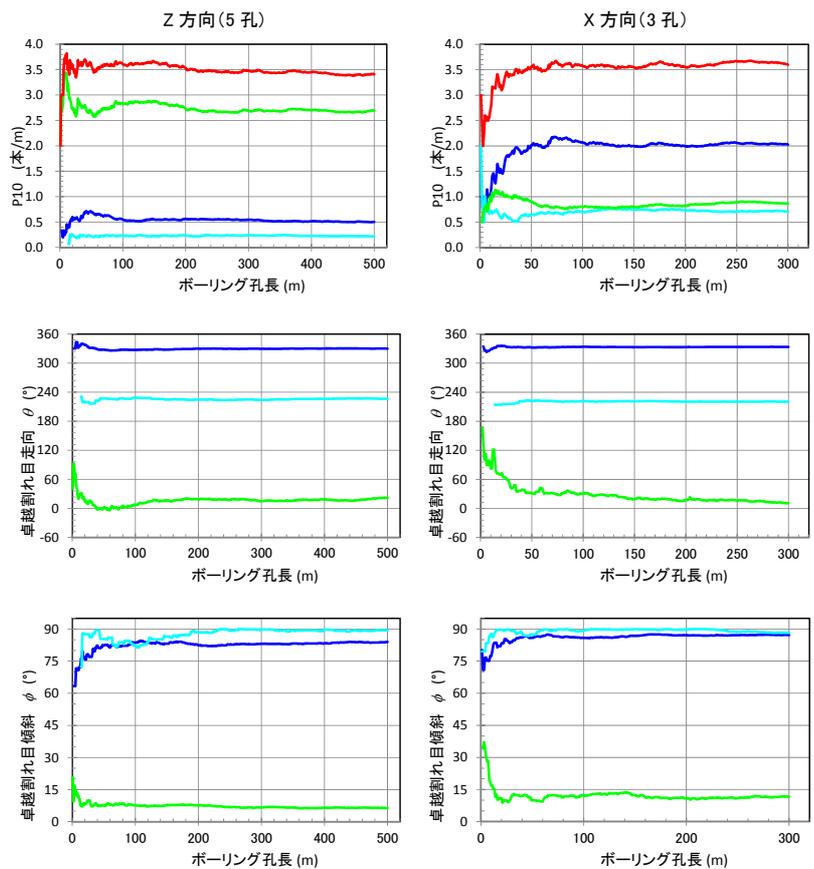
2) で構築した Geo-DFN モデルに仮想ボーリング孔をモデル化し、これと交差する割れ目情報に基づき、モデル構築に必要な調査量に関わる検討結果を述べる。

2. 仮想ボーリング調査

その2における Case2²⁾ の Geo-DFN モデルを用いて X, Y, Z 方向に仮想ボーリング孔を設定して交差する割れ目を抽出し (図1), 割れ目卓越方向セットごとに、一次元割れ目密度 (以下、P10), 卓越割れ目の走向・傾斜, 卓越方向への集中度を表すフィッシャ定数を推定した。なお、本編では、Geo-DFN モデルの構築に用いた値を「設定値」、仮想ボーリング孔から推定した値を「推定値」と称す。

3. 調査の進展に伴う推定値の変化

割れ目の地質学的特性の適正な評価が可能になる調査量の目安を得るため、仮想ボーリング孔の削孔長に伴う P10, 卓越割れ目方向の変化の推移を整理した (図2)。P10 に着目すると、Z 方向では 200m 程度、水平方向 (X, Y 方向) では 100m 程度で値がほぼ収束し安定する傾向が認められた。卓越方向については、P10 が安定するよりやや短い孔長で収束するケースが認められた。



左 : Z 方向 5 孔計 500m, 右 : X 方向 3 孔計 300m

図2 調査の進展に伴う P10, 卓越方向 θ ϕ の推定値の変化

キーワード 割れ目ネットワークモデル, ボーリング調査, 調査量, 割れ目の地質学的特性
 連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-6662

4. 仮想ボーリング孔による推定値と設定値の比較

十分な量の調査を行えば、Geo-DFN モデル構築に必要な各パラメータについて、推定値は設定値に漸近すると考えられる。そこで、各方向に 800m 分 (80m×10 孔) の仮想ボーリング調査結果から得られた推定値について設定値と比較した結果を図 3 に示す。

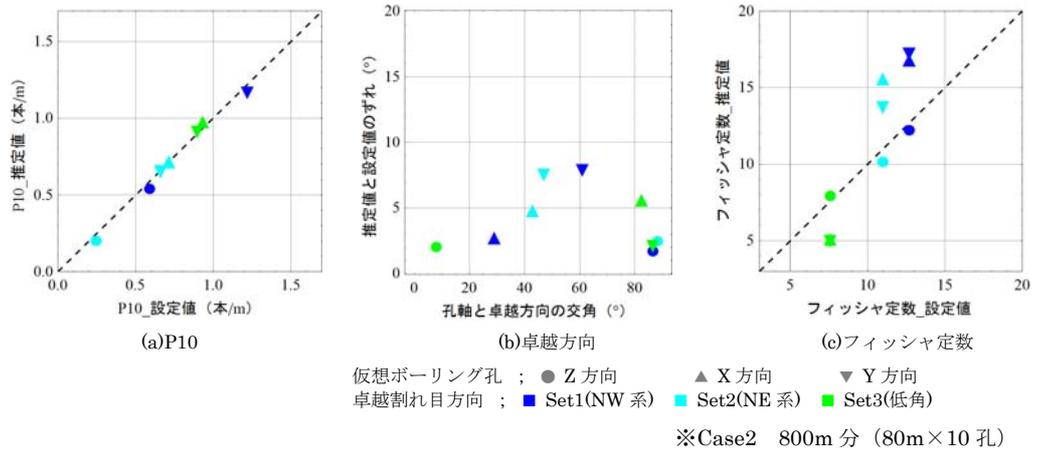


図 3 仮想ボーリング孔との交差割れ目の統計量と設定値の比較

P10 の推定値は、割れ

目セットごとに卓越方向と仮想ボーリング孔の方向による遭遇率を考慮して三次元割れ目密度 (以下、P32) から理論的に求めた P10 の設定値と良好一致を示す (図 3a)。卓越方向の推定値は、横軸に孔方向と割れ目の卓越方向の交角 (交角が大きいほど遭遇率が小さい) をとり、設定値との関係を整理したが、設定値とのずれ (縦軸) は、ほぼ 10°以下で良好一致を示すことが確認できた (図 3b)。また、フィッシャ定数の推定値は、Set3 が設定値に対し過小 (集中度が小さい) に、Set1,2 が設定値に対し過大 (集中度が大きい) となった (図 3c)。これらは、Set1,2 として発生させた割れ目の比較的低角な割れ目が Set3 に区分されていることによるものと考えられる。本 Geo-DFN モデルは、割れ目は卓越方向を中心に正規分布するフィッシャ分布を仮定しており、少ないデータ数においても推定値が設定値に一致している可能性があることに留意が必要である。

また、実際の調査においては、割れ目の卓越方向が空間的にばらついている可能性があることから、3. で示した 100m~200m よりも長い孔長での割れ目データの取得が必要になる可能性があると考えられる。

図 4 は、鉛直 Z 方向の調査結果からの評価をイメージするものであり、データ数の少ない低角割れ目の P10 を遭遇率の補正を行うことで、設定値と類似した P32 の推定値が得られる可能性があることを示している。しかしながら、各方位セットの推定値と設定値の関係性をみると、遭遇しやすい割れ目セット (図 4 では Set3) が相対的に多く評価されており、完全に補正することは困難であることが分かる。

5. まとめ

以上のことから、調査においては割れ目の卓越方位との遭遇率を考慮し、調査の進展とデータの関係から調査量の十分性を検討することが重要であることが示唆される。

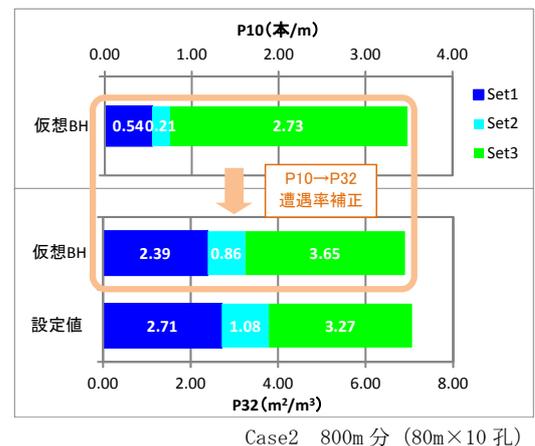


図 4 Z 方向 P10 から P32 の推定

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) 升元ほか: 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 2), 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014 (投稿中).
- 3) 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, pp. 101-106, 2014.