

原位置調査データを用いた DFN モデルのコンディショニングに関する検討（その 2）

鹿島建設(株) 正会員 ○並川 正 石橋正祐紀 江崎太一 田川陽一 羽根幸司 升元一彦
 原子力発電環境整備機構 尾上博則 三枝博光 石田圭輔 藤崎 淳
 日本原子力研究開発機構 澤田 淳

1. 背景・目的

割れ目分布の不均質性を統計的に表現可能な割れ目ネットワーク（DFN）モデルは、割れ目が主な地下水移行経路となる岩盤の地下水流動特性の評価に適用される。前報（その 1）¹⁾では、瑞浪超深地層研究所で取得されたデータを用いて DFN モデルを構築するとともに、坑道およびボーリング孔の割れ目の実測情報に基づいてこれをコンディショニングすることにより、割れ目の幾何学的な分布が実測データに整合的となることを確認した。本報では、前報で構築した DFN モデルのコンディショニング前後のモデルを用いた地下水流動解析を実施し、これらの解析結果と観測値を比較することで、コンディショニングが地下水流動解析結果に及ぼす効果について考察した。

2. 実施内容

前報（その 1）¹⁾で構築したコンディショニング前後の DFN モデルを対象に、ConnectFlow コード（ver12.3）²⁾を用いてそれぞれ 50 リアライゼーションの定常地下水流動解析を実施した。なお、リアライゼーション数は、別途その数の増加に伴う解析結果（坑道湧水量）の対数平均値・標準偏差の推移を整理して統計的に十分安定した結果が得られる数とした。図-1 に示すとおり、解析モデルは水平方向に 100m×150m、深度方向に 100m の領域をとり、坑道とボーリング孔を中央部に配置した。境界条件は、原位置で取得されたモニタリングデータに基づき、坑道から数十 m 離れた場所では均一な水圧分布が形成されていると仮定し、解析モデルの外側境界を一律に全水頭 110 m と設定した。また、坑道壁面は大気圧開放条件を設定した。

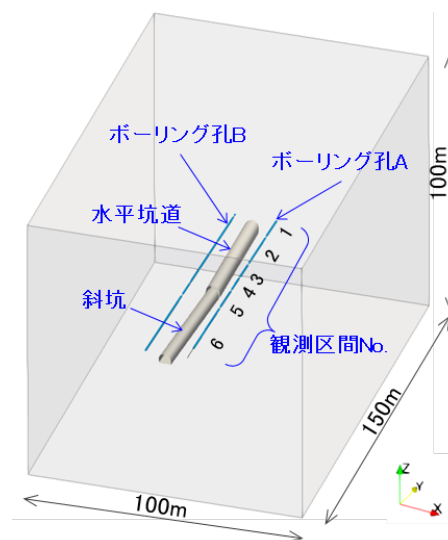


図-1 解析モデル

コンディショニング実施前後の DFN モデルの相違は、コンディショニングによって割れ目の分布が変更され、これに伴い坑道近傍の水理特性が変更された点にある。ここではモデル中央深度における水平断面を例に、両モデルの割れ目の透水量係数分布を図-2 に示す。

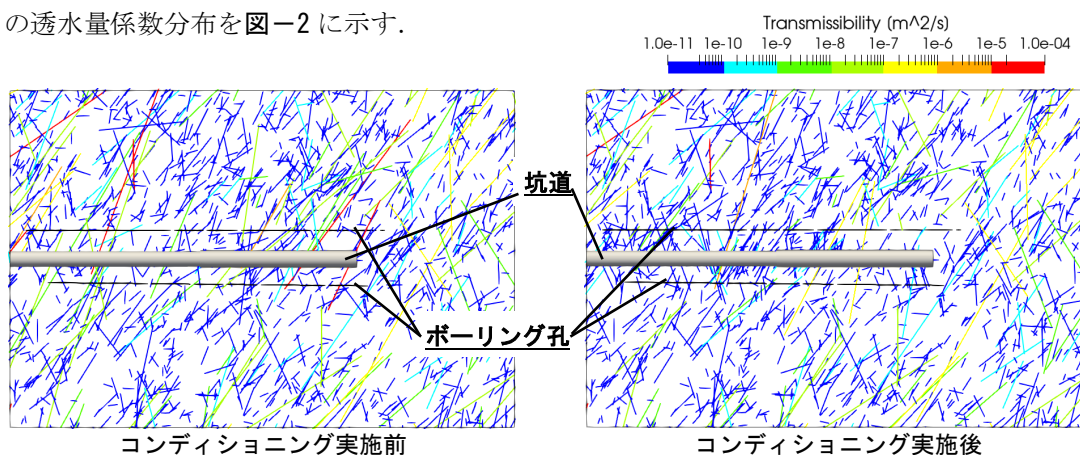


図-2 コンディショニングの有無による各 DFN モデルの透水量係数分布（X 方向成分）の比較

3. 解析結果

解析結果として、水平坑道への湧水量の解析値と実測値の比較を図-3 に示す。図-3 には累積確率分布として 50 リアライゼーションの解析値の分布と、赤線で原位置の計測値（19m³/day）を示す。コンディショニング実施前

キーワード 地層処分，地下水流動，DFN モデル，コンディショニング

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)土木設計本部 TEL 03-5544-1111

の湧水量はリアライゼーション間でのばらつきが大きく、50 リアライゼーションの累積確率分布の約 10%の位置で実測値と整合する結果となった。コンディショニング実施後は、湧水量のばらつきが小さくなり、最大値は 2 オーダ程度減少している。これは、コンディショニングによって、坑道と交差する割れ目の分布を実測データ（坑道壁面観察記録）と整合的なものとするにより、水みちが限定されたためと考えられる。コンディショニング後の解析結果は、累積確率分布の約 30%の位置で実測値と整合しており、確率論的なばらつきを考慮すると比較的良好な精度で再現できていると考えられる。

また、ボーリング孔 A（図-1 参照）を例にとり、水圧観測区間ごとの全水頭の解析値と実測値を比較した結果を図-4 に示す。図では、解析値の分布を箱ひげ図で表示している。コンディショニング実施前の区間水頭は、-200m ～-150m 程度の比較的均一な水頭になっている一方、コンディショニング実施後は、区間ごとに異なる水頭が出力された。絶対値としては実測値を大きく下回っているが、高い水頭を示す区間と低い水頭を示す区間といった分布傾向については、コンディショニング実施前に比べて再現性が向上していると考えられる。

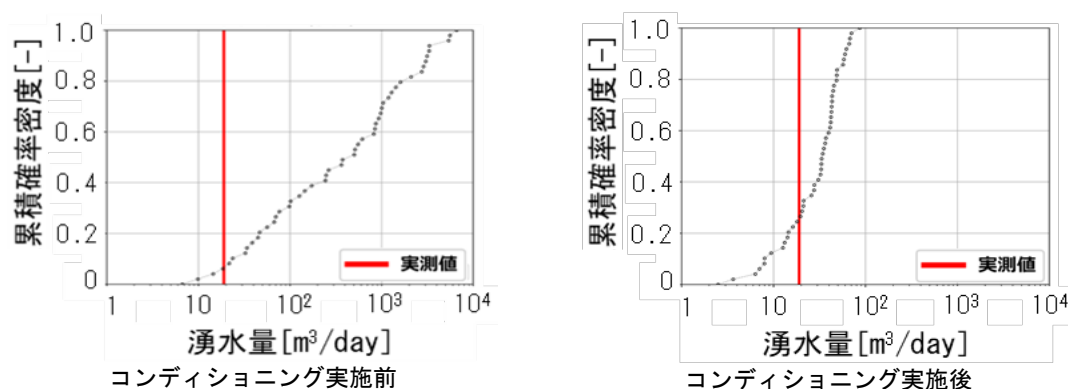
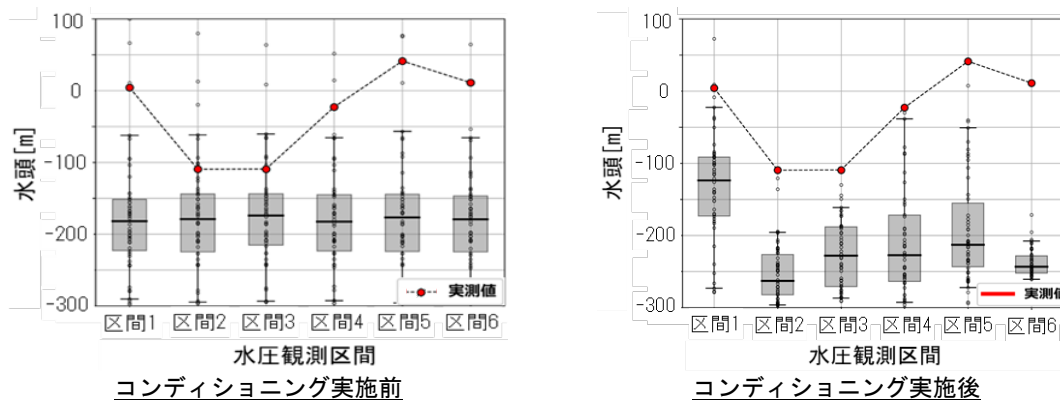


図-3 冠水坑道への湧水量の実測値と解析値 (50 リアライゼーション)



* ひげの上下端は 95%および 5%, 箱の上下端は 75%および 25%, 箱内の横線は中央値を示す。また、点 (・) は、各リアライゼーションの全水頭を示す。

図-4 ボーリング孔沿いの全水頭分布の実測値と解析値 (50 リアライゼーション)

4. まとめ

前報¹⁾で構築したコンディショニング前後の DFN モデルを対象に地下水流動解析を実施し、解析結果と実測値の比較を行った。その結果、坑道湧水量については、コンディショニング実施前のモデルは解析値のリアライゼーション間のばらつきが大きく実測値の再現性が低い、コンディショニング実施後はリアライゼーション間のばらつきが相対的に小さくなり再現性が向上することが確認できた。一方、ボーリング孔の区間水頭については、コンディショニング実施後においても実測値の絶対値は再現できなかったが、その分布傾向の再現性は向上した。今後は、こうした実測値への再現性を高めるためのモデル化の考え方や手順に関する検討や考察を進める予定である。

参考文献

- 1) 江崎ほか：原位置調査データを用いた DFN モデルのコンディショニングに関する検討（その 1），令和 5 年度土木学会全国大会第 78 回年次学術講演会（投稿中），2023
- 2) Jacobs : ConnectFlow Technical Summary, https://www.connectflow.com/resources/docs/conflow_technical.pdf (2022 年 2 月閲覧)