

ダム基礎岩盤の透水性評価における割れ目ネットワークモデル構築手法の検討

鹿島建設(株) 正会員 ○三好貴子 石橋正祐紀 野中隼人 升元一彦

1. はじめに

ダム基礎岩盤において適正な遮水性を確保するためには、岩盤内部の三次元的な透水性状に着目した評価が重要である。亀裂性岩盤における地下水の流れは主に割れ目を經由するため、割れ目の性状と透水性の関係や、割れ目の分布および連続性についての整理が不可欠である。そこで、本研究では、割れ目の地質学的・水理学的特性から統計量を用いて3次元的に割れ目をモデル化する手法である割れ目ネットワーク(Discrete Fracture Network: 以下、DFN)モデルを用いてダム基礎岩盤の透水性状を評価する手法を検討している。既往検討では、大分川ダムを事例にモデル化¹⁾を行い、単一ボーリング孔沿いの実測の透水性をほぼ再現できることを確認²⁾したが、現場で取得できるデータの有無によってはモデルの精度に差が生じることが考えられた。本件では、ダム基礎岩盤において、特にボアホールテレビ(以下、BTV)から得られるボーリング孔交差割れ目をモデルに反映させることの有無によるDFNモデルの違いについて検討を実施し、実測データとの検証を行ったのでその結果について報告する。

2. DFNモデルの構築

今回対象としたダム基礎岩盤は、主に泥岩、流紋岩、砂岩で構成されており、既往地質調査で遮水性を持つ断層が確認されている。モデル化においては、確率論的モデルとコンディショニングモデルの2通りのDFNモデル化手法を用いた。確率論的モデルでは、断層(図-1)を決定論的に挿入し、それ以外の割れ目は全て確率論的に生成した。一方、コンディショニングモデルでは、断層に加えボーリング孔に交差する透水性割れ目(図-2)を決定論的に挿入し、それ以外の割れ目を確率論的に生成した。両者ではボーリング孔交差割れ目の挿入有無が主な違いとなっており、確率論的モデルはボーリング孔の割れ目情報がなくてもモデルが構築できるより簡易的な手法であり、コンディショニングモデルは、ボーリング孔交差割れ目を決定論的に挿入することで不確実性を低減させるモデル化手法である。

DFNモデルの構築には、カーテングラウチング施工時にルジオン試験で得られたルジオン値、BTVおよび掘削面の岩盤スケッチから得られた透水性割れ目の幾何学的情報を使用した。これらの情報を分析することにより、透水性割れ目を定義するパラメータ(半径、傾度、方向等)を統計的に決定した。また、透水量係数については、地球統計学的手法を用いてルジオン値の3次元分布を推定し、ルジオン値の分布に応じてその領域内の割れ目の透水量係数の大小を相対的に設定した。

DFNモデルは、統計的に割れ目をモデル化する手法であるため、解析結果についても統計的に評価するのが一般的である。本検討においては、確率論的モデルとコンディショニングモデルを各5リアライゼーション(同一のパラメータから生成された幾何学的に異なるモデル)ずつ構築した。構築したモデルのうち、各1リアライゼーションの全体図およびカーテングラウチング施工断面を図-3に示す。モデルにおける割れ目の色は透水量係数を表している。

構築したDFNモデルを用いて注水再現解析を実施した。注水再現解析は当該領域におけるカーテングラウチングのうち11本のパイロット孔で実施されたルジオン試験との比較が可能となるような位置、条件で実施した。

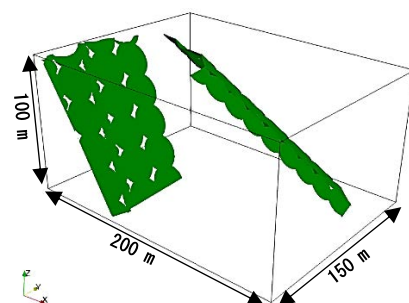
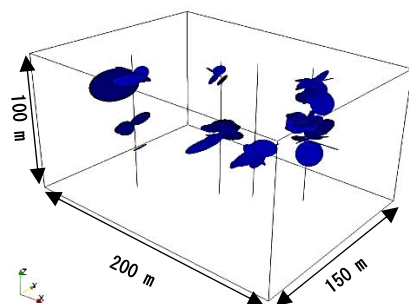


図-1 断層モデル

図-2 ボーリング孔交差割れ目モデル
(1リアライゼーションの例)

キーワード 基礎処理, グラウチング, 割れ目ネットワークモデル, ルジオン試験

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 TEL 042-485-1111

3. DFN モデルの検証

DFN モデルの検証を、ルジオン試験から得られた実測の透水性情報を用いて行った。カーテングラウチングの断面におけるルジオン値分布を、5つの内、代表的な3つのリアライゼーションにおいて比較した(図-4)。黒点が解析値および実測値のデータが存在する箇所を示しており、これらの値を基にコンター図を作成した。確率論的モデルとコンディショニングモデルを比較すると、コンディショニングモデルでは透水性の高い領域(図-4の赤～黄色の領域)がリアライゼーション間でより整合しており、ばらつきが少なかった。また、コンディショニングモデルにおける高透水の領域は実測値とも比較的良好に整合しており、決定論的に挿入したボーリング交差割れ目が効果的であると考えられた。

4. おわりに

ボーリング孔交差割れ目のモデル化有無に着目して、ボーリング孔交差割れ目を挿入せずにより簡易的にモデル化ができる確率論的モデルと、決定論的に挿入するコンディショニングモデルの2通りのDFNモデル化手法を検討した。その結果、コンディショニングモデルはばらつきが少なく、実測の分布とより整合する傾向があり、ボーリング孔から抽出された割れ目をモデルに反映させることの重要性が確認できる結果となった。今後は、モデルの精度向上に取り組むとともに、モデルから得られた透水性分布を施工に反映していく手法についても検討を重ねていく予定である。

参考文献

- 1) 渥美博行, 升元一彦, 川端淳一, 高橋勝也, 奈須野恭伸: ダム基礎岩盤透水性の割れ目ネットワークモデルによる評価の試み, 地下水学会春季講演会, 2016.
- 2) 中瀧誠門, 渥美博行, 升元一彦, 野中隼人, 川端淳一, 高橋勝也, 奈須野恭伸: ダム基礎岩盤の透水性分布を考慮した割れ目ネットワークモデルの構築, 土木学会第72回年次学術講演会, 2017.
- 3) 渥美博行, 野中隼人, 升元一彦, 川端淳一, 中瀧誠門, 高橋勝也, 奈須野恭伸: ダム基礎岩盤透水性の割れ目ネットワークモデルによる評価の試み(その2), 地下水学会春季講演会, 2018.

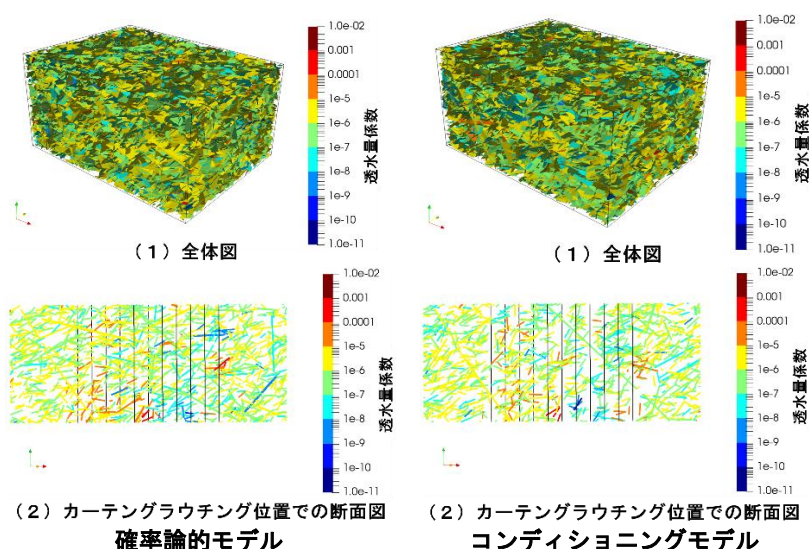


図-3 構築した DFN モデルの全体図および断面図
(1 リアライゼーションの例)

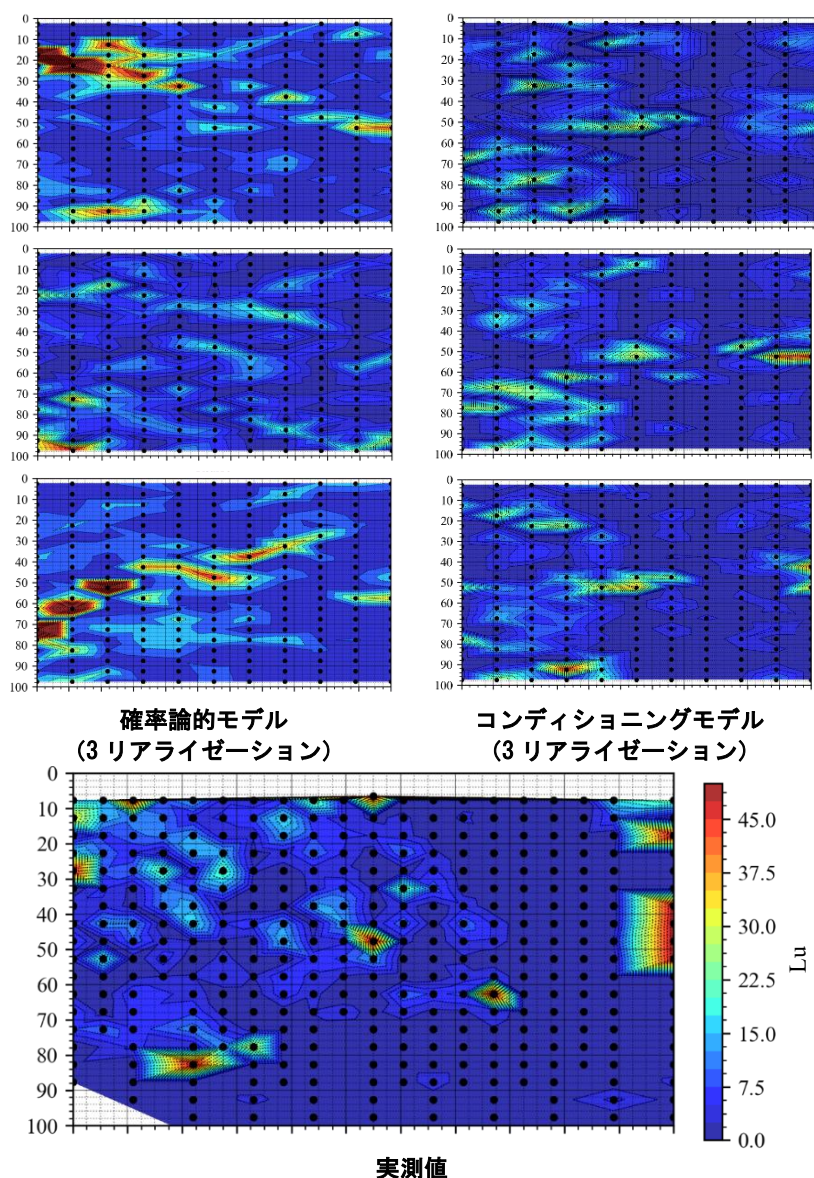


図-4 カーテングラウチング断面のルジオン値分布の比較