

大分川ダム基礎処理工におけるパイロット孔の地質データを活用した注入管理

鹿島建設(株) 正会員 ○升元一彦 川端淳一 渥美博行 高橋勝也 奈須野恭伸
(株) ダイヤコンサルタント 木村仁 高野仁

1. はじめに

ダム基礎処理工の品質管理方法においては、岩盤の割れ目分布に着目した注入時の施工データの評価が重要である¹⁾。この評価方法では、割れ目の3次元的地質情報と注入時の施工データを重ね合わせ、割れ目分布と注入情報の関連性を明確化し、地下水の水みちとなる透水割れ目に注入が確実に行われていることを評価することが必要である。大分川ダムのカーテングラウトにおいて、注入に先立ち削孔したパイロット孔から得られる地質データを活用し、基礎処理工の注入管理を行ったので、その結果について報告する。

2. 透水割れ目のモデル化の方法

大分川ダムは、大分川水系七瀬川に建設中の堤体積約3,800,000m³、堤高91.6mの中央コア型ロックフィルダムである。基礎処理の対象となる岩盤は主として荷尾杵（におき）花崗岩であり、5Lu以下の難透水岩盤を主体とする。事前調査から、深部での高透水の要因は断層や割れ目の部分的な開口であると考えられており、上下流方向に連続する大きな浸透経路は確認されていないものの、水みちとなる可能性のある透水割れ目に対して確実な改良が必要であった。カーテングラウトは、河床部、河岸部の基礎掘削面から深さ50mの範囲を改良するもので、1,600ステージ以上の注入が計画されていた。

岩盤の割れ目分布に着目した基礎処理工の注入管理においては、まずパイロット孔から得られる地質データから透水割れ目を同定し、その3次元分布のモデル化を行う必要がある。本検討では、①パイロット孔のコアの観察結果と透水試験結果等から高透水となる地質要因の分析、②高透水の要因となる割れ目の種別を判別し、この結果に基づく各高透水区間における透水割れ目の抽出、③②で抽出した透水割れ目の方向をボアホールスキュナー結果と対比させ、透水割れ目の連続性の評価、の順に3次元分布のモデル化を行うこととした。

3. 透水割れ目の3次元分布のモデル化

初めに、パイロット孔のコア観察から高透水となる地質要因の候補を抽出し、これを鉱物脈の種類やコアの状態等で表-1に示す16の種別に分類した。次に、種別毎にグラウトステージとのルジオン値と注入セメント量を取りまとめ、各ステージにおける透水性への影響度を、○（影響度大）、△（影響度小）、×（影響しない）で評価した。表-1に棒グラフで示す透水判定率は、種別毎の透水性への影響の程度を示し、赤系は抽出

表-1 高透水となる地質要因の比較

種別	ルジオン値 (Lu)	セメント注入量 (kg/m)	箇所	透水判定率		種別	ルジオン値 (Lu)	セメント注入量 (kg/m)	箇所	透水判定率		種別	ルジオン値 (Lu)	セメント注入量 (kg/m)	箇所	透水判定率	
				0	100%												
	平均	平均					平均	平均					平均	平均			
(1) 肌色系の鉱物脈を伴う割れ目(黄白、淡褐白、灰白、淡橙、淡緑白等)	6.83	85.14	116			(7) アブライト脈	2.80	27.4	5			(13) BHTVによる肌落ち部(開口した割れ目を含む)	1.69	25.6	58		
(2) 褐色化した割れ目	2.43	19.45	68			(8) 砂状破砕部	8.34	198.6	1			(14) 新鮮で挟在物の少ない割れ目	1.40	22.6	41		
(3) 黒色鉱物を伴う割れ目(硫化鉱物)	5.60	90.2	23			(9) 岩片状部	2.88	43.0	42			(15) 青色鉱物脈を伴う割れ目(銅化合物)	1.08	5.9	5		
(4) 高角度割れ目およびこれに伴う岩片状部、脆弱部	4.29	78.0	41			(10) 暗緑色鉱物脈を伴う割れ目(緑泥石)	6.04	83.7	7			(16) 風化	28.80	201.1	1		
(5) 空隙(晶洞)	3.08	97.8	10			(11) 脆弱部	1.88	24.8	7								
(6) 方解石脈	7.19	98.2	8			(12) 白色脈(石英脈を含む)	4.91	14.1	21								

評価結果:

○影響度大(単独)

○影響度大(併存)

△影響度小(単独)

△影響度小(併存)

×影響しない(併存)

×影響しない(単独)

キーワード ダム, 基礎処理工, 3次元割れ目モデル, カーテングラウト
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 042-489-6574

した割れ目が高透水区間と一致した比率を示し、青系は割れ目を抽出したものの実際には低透水区間であった比率を示している。なお各影響度評価で、当該区間で複数の要因の候補がある場合は（併存）とし、他の要因が抽出されていない場合は（単独）のように細分した。

この結果から、透水判定率で赤系の割合が多いものをモデル化の対象とする高透水の要因となり得る割れ目種別として、表-2に示す8種類を選定した。ただし、褐色割れ目とアプライトは既存の調査結果から透水性に影響すると判断した。また、風化は他の種別とは地質的な性状が異なることからモデル化の対象外とした。最後に、各高透水区間で高透水となる地質要因を示す割れ目をボアホールスキャナー観察結果と対比させ、その走向傾斜に基づき透水割れ目の3次元分布モデルを作成した（図-1）。

表-2 モデル化の対象とした割れ目

割れ目の種別	評価
肌色系の鉱物脈を伴う割れ目	高透水要因及び異常注入となる傾向がある
褐色化した割れ目	透水要因となる場合があるが効果は大きくない
黒色鉱物を伴う割れ目	高透水要因となる場合がある
高角度割れ目	異常注入となる場合がある
空隙（晶洞）	高透水要因となる場合がある
方解石脈	高透水要因及び異常注入となる傾向がある
砂状破砕部	高透水要因としては特異
アプライト脈	高透水要因及び異常注入となる場合がある

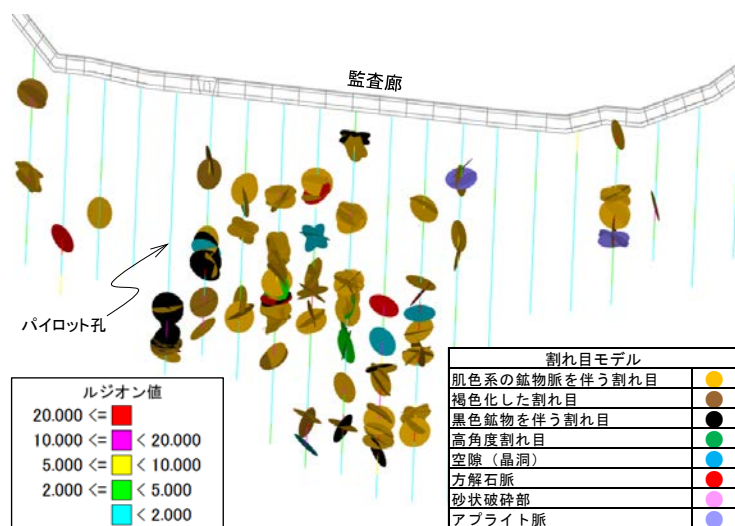


図-1 地質データに基づく透水割れ目の3次元分布モデル

4. 基礎処理の注入管理への適用

3次元割れ目モデルとルジオン値や注入セメント量といったグラウト注入情報を重ね合わせた結果を図-2に示す。これを利用し高透水区間から抽出した233本の透水割れ目とその延長方向が一般孔と交差する区間のルジオン値、およびセメント注入量を確認した。この結果、透水割れ目が一般孔の孔口より上か孔底より下に延長するため改良効果を確認できなかった箇所を除いて、パイロット孔で抽出された透水割れ目の延長方向では改良されたことが確認できた。また、高透水区間または異常注入区間が連続したままグラウトを終了している箇所はないことを確認した。これにより、過不足無く適切な基礎処理工の注入ができたと判断できた。

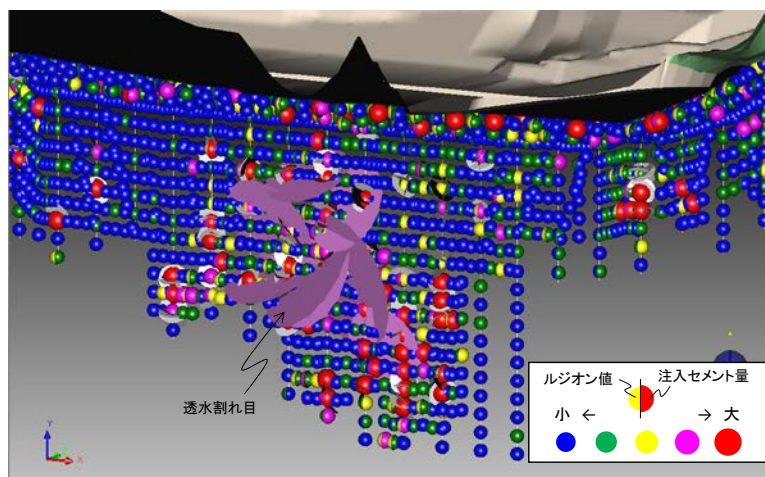


図-2 透水割れ目とグラウト注入情報の重ね合わせ

5. おわりに

パイロット孔の地質データを用いた透水割れ目の3次元分布モデルを活用することにより、大分川ダムの基礎処理工の注入管理を行った事例を紹介した。今後、このような地質情報を現場施工へ有効にフィードバックさせるために、ボアホールスキャナー画像からモデル作成を迅速に行う自動化技術の開発を進めていく予定である。

参考文献

- 1) ダム基礎岩盤透水性研究会：ダム基礎における立体的岩盤透水性分布の把握手法，一般財団法人ダム技術センター，2013。