

ダム基礎処理工における三次元施工品質管理システムの開発

鹿島建設(株) 正会員 ○野中隼人 升元一彦 中寫誠門 佐藤敏亮 高橋勝也 奈須野恭伸
フェロー会員 川端淳一

1. はじめに

ダム基礎処理工の品質を確保する上で、基礎岩盤の透水性状に関する情報を把握し、施工データを踏まえた管理を行うことが重要である。特に、岩盤の透水性に関わる情報として、地下水の流動経路となる割れ目の分布、性状、さらにはその連続性を立体的に把握することが求められる。ただし、これらの情報を得るためには、地質技術者による観察・分析が必要であり、多大な時間と労力が必要とされる。

そこで、我々は施工過程で得られる情報から、岩盤透水性に関する情報を定量的に自動かつ迅速に抽出し、それらを施工情報とともに一元管理する技術の開発を進めている。本報文では、図-1に示すフローのうち、「開発①：基礎処理孔の孔壁撮影画像を用いた割れ目情報の自動抽出技術」、「開発②：割れ目情報に基づく連続性判定技術」、「開発③：施工データとの統合による基礎処理工の三次元施工品質管理システム」について報告する。

2. 開発技術の概要

2.1 割れ目情報の自動抽出技術

基礎岩盤の地質性状を把握するには孔壁画像の評価が有用である。パイロット孔に平面的に割れ目が交差していた場合、展開画像上では正弦波形状となる。また、画像上の割れ目交差部では輝度値が周辺部と異なっている場合が多い。これらの特性を利用して、取得した孔壁画像に対して画像解析を行い、割れ目を自動抽出するプログラムを開発した。具体的には、すべての走向・傾斜に対して正弦波上に位置する画素の輝度値を求め、周辺の輝度値と乖離が大きい深度に割れ目が交差していると仮定して抽出を行うものである。図-2に割れ目抽出の概念図を示す。本プログラムでは、交差深度のほかに割れ目の属性情報（走向、傾斜、開口幅、色情報）を取得することができる。

2.2 割れ目の連続性判定技術

2.1で得られる割れ目の属性情報を基に連続性判定を行い、三次元割れ目モデルを作成するプログラムを開発した。割れ目の連続性を検討する際の制約として、孔壁撮影画像が基礎処理孔の位置に依存して離散的に得られること、また個々の割れ目の性状を把握して膨大な組合せの中で比較する必要があることが挙げられる。そこで、割れ目の連続性の判断材料となる指標を隣接孔の全割れ目との組合せに対して自動で計算し、設定した指標の閾値に応じて連結させる方法とした。連続性の判定指標は幾何特性の類似度を重視して、面間距離（割れ目中心座標から別割れ目面への垂線の長さの合計）、交差角度とした（図-3）。

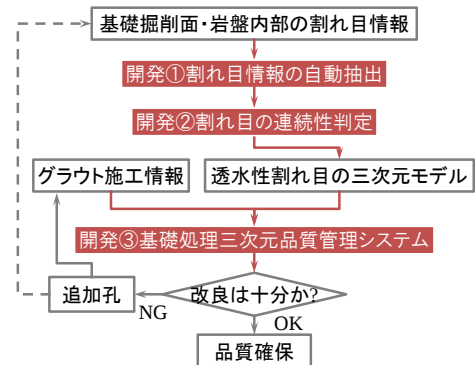


図-1 基礎処理の品質管理フロー

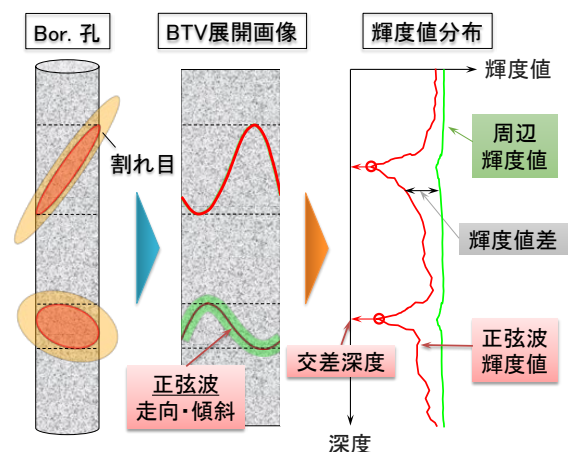


図-2 割れ目抽出方法の概念図

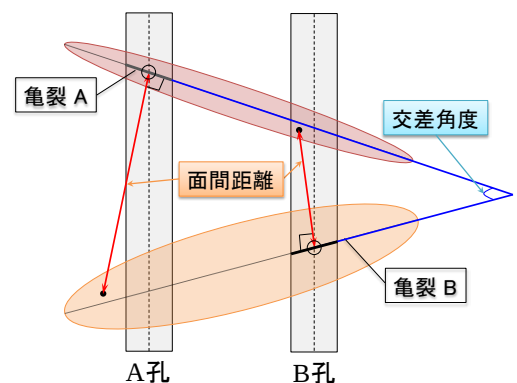


図-3 連続性判定指標の概念図

キーワード ダム, 基礎処理工, 岩盤透水性, 孔壁撮影画像, 割れ目連続性, 三次元施工品質管理システム

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 042-489-6598

2.3 三次元品質管理システム

基礎処理の品質管理では、施工情報や地質情報など得られる情報が多様で膨大となるため、それらを個別に把握し総合的に評価することは容易ではない。そこで、地盤情報の可視化ソフトを用いて、複数の施工情報を三次元で可視化し一元管理するシステムを開発した。具体的な機能は、地形・構造物の三次元モデルの作成、2.2で作成される三次元割れ目モデルの統合、グラウト管理日報データに基づく三次元ルジオンマップの作成、孔・ステージごとの日報・コア写真等の施工資料のリンクである。これにより、任意の段階で必要な施工関連情報を三次元的に表示することができる。

3. 適用例

本開発技術を大分川ダム(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)の基礎処理工に適用した。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。

まず、カーテングラウトのパイロット孔で得られた孔壁画像に割れ目情報の自動抽出技術を適用した。その結果、事前にBTV観察およびコア観察から評価した透水割れ目の53%を自動抽出することができた。図-4に示す解析結果例では、透水割れ目を抽出できていることが見て取れる。

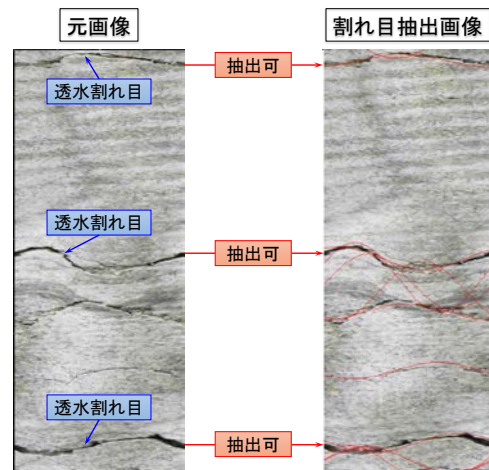


図-4 割れ目抽出の実施例

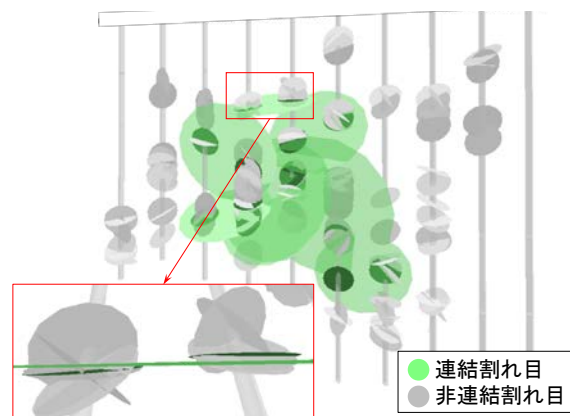


図-5 割れ目連続性判定の実施例

次に、抽出された透水割れ目に対して連続性判定を行った。割れ目交差位置におけるLu値を5Lu以上、面間距離を5m、交差角度を10°と設定して、連続性の判定により作成した割れ目モデルを図-5に示す。ここでは、合計で8組の割れ目が隣接孔の割れ目と連続する結果となった。

最後に、今回作成した三次元割れ目モデルと地形・構造物のCADデータおよびグラウト施工データを重ね合わせて品質管理を行った(図-6)。グラウトの施工結果と合わせて割れ目の分布を確認する

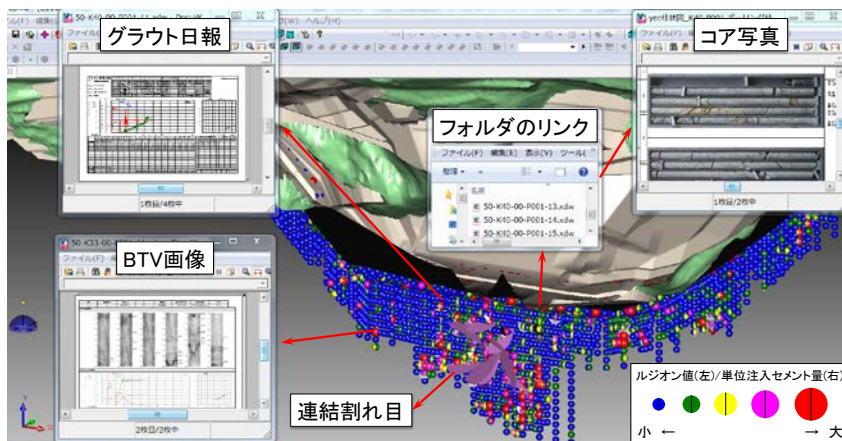


図-6 三次元品質管理システムによる評価例

ことで、要注意地質の連続性を視覚的に確認することができた。また、施工関連ファイルをリンク付けすることで、施工情報や地質情報を踏まえて注入の過不足を評価することが可能となった。

4. まとめ

本稿では、孔壁撮影画像に着目し、基礎岩盤の透水性に関わる割れ目の抽出および割れ目の連続性の判定を行う技術を開発した。また、得られた割れ目情報を施工データと重ね合わせることで、施工品質に関わる情報を自動的に一元管理できる三次元品質管理システムを開発した。今後は、現場での利便性を考慮した入出力システムの改良や改良効果の定量評価技術の開発を進め、より迅速かつ定量的に品質評価が可能なシステムの開発に取り組む。

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。