

## ダム基礎処理工における BTV 画像を用いた割れ目風化度評価技術の開発

鹿島建設(株) 正会員 ○野中隼人 升元一彦 石橋正祐紀

## 1. はじめに

ダム基礎処理工における品質管理では、岩盤内部の三次元的な透水性状を把握することが重要となる。岩盤内部の水の流れは主に割れ目を経由するため、特に透水性を有する割れ目の分布状況やその性状を評価することが求められる<sup>1)</sup>。しかし、従来は地質技術者が数多くのボーリング結果から割れ目情報を評価・分析していたため多大な時間と労力を要し、止水計画にリアルタイムに反映させることは困難であった。そこで筆者らは、ボーリング孔で取得した孔壁展開画像（以下、BTV 画像）を用いて、画像解析により割れ目情報を自動かつ迅速に評価するシステムの開発を行ってきた<sup>2)</sup>（図-1）。本報では、透水性との関連が大きい割れ目の風化度に着目し、BTV 画像による評価手法の試行を行ったため、その結果を報告する。

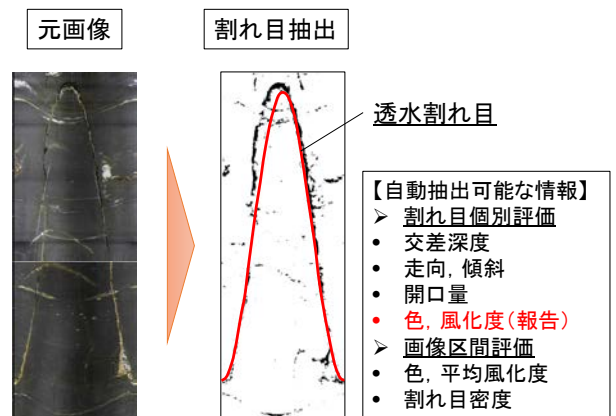


図-1 割れ目自動抽出技術の概要

## 2. 割れ目風化度の算定方法

岩盤内部の風化度の情報は透水性状を把握する上で非常に重要である。これまでに、BTV 画像を用いて区間平均風化度を評価するシステムを開発している<sup>2)</sup>が、区間内の新鮮な母岩部分の影響を受け平均化される課題があった。そこで、個々の割れ目に対して風化度を評価するため、割れ目の色情報を用いて風化度を評価する方法を開発した。具体的には、割れ目を抽出する際に得られる割れ目の走向・傾斜を反映した正弦波に対して、その近傍画素の色情報（色空間色度図から得られる  $a^*$ 、 $b^*$  値の平均）を取得する。全ての割れ目に対して  $a^*$ 、 $b^*$  値を取得し、この分布から新鮮部（風化度=0）と風化部（風化度=1）の  $a^*$ 、 $b^*$  値を設定する。最終的に、各割れ目の  $a^*$ 、 $b^*$  値から風化度 0 と 1 を結ぶ線分に垂線を下ろし、その交点座標から比例配分で計算される値を風化度として算定する。図-2 に風化度算定方法の概念図を示す。

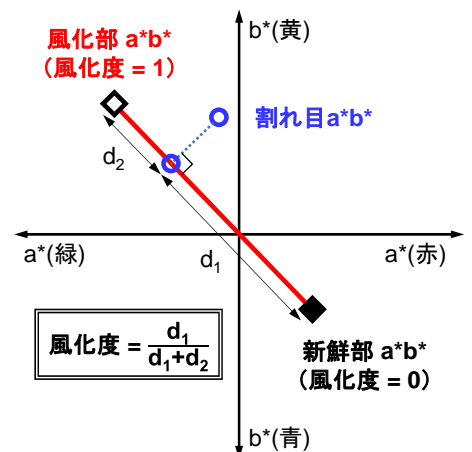
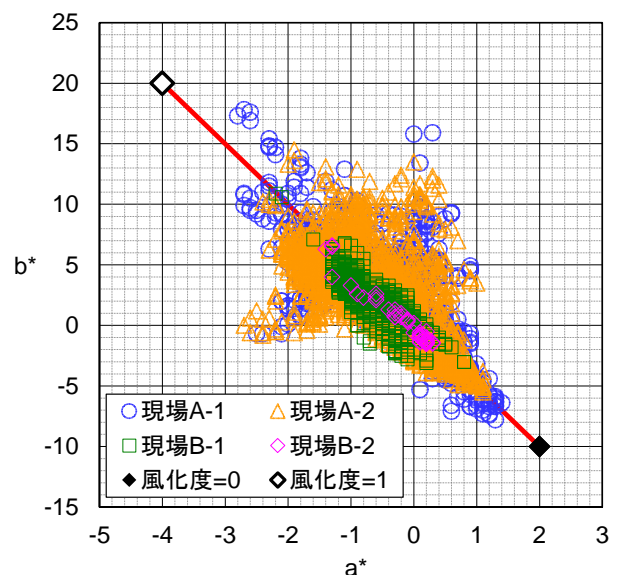


図-2 風化度算定方法の概念図

## 3. 割れ目風化度の算定結果

ダム現場（A, B）の基礎岩盤の、それぞれ 2 箇所で作られた BTV 画像を用いて割れ目の色情報を抽出した。なお、現場 A の基礎岩盤の地質は片状ホルンフェルス、現場 B は凝灰岩類であった。図-3 に示す通り、ばらつきはあるものの概ね  $a^*$  と  $b^*$  が線形な関係を呈したことから、近似式を用いて風化度を評価できると判断した。そこで、本検討では風化度を 0~1 の中で評価できるように、 $(a^*, b^*) = (2, -10)$  を風化度 0 に、 $(a^*, b^*) = (-4, 20)$  を風化度 1 と設定し、各割れ目の相対的な風化度を算定することとした。

図-3 割れ目の  $a^*$  と  $b^*$  の関係

キーワード ダム, 基礎処理工, BTV 画像, 割れ目風化度, 立体的岩盤透水性区分

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 TEL042-485-1111

図-4 に画像解析により算定された割れ目の風化度と対応する割れ目を含む BTV 画像の例を示す。(1)の割れ目では緑系の色相が強く(2)では黄系の色相が強いことから風化度が高い結果となった。(3)と(4)は風化度が同程度であるが様相が大きく異なる。(3)では黒色が卓越しており(4)では白色が卓越しているが、黄系や緑系の色相が小さいことから共に風化度が低く算定された。a\*b\*による評価方法では明るさの影響を除去することができるため、割れ目の風化による変色の程度をより評価しやすいと言える。

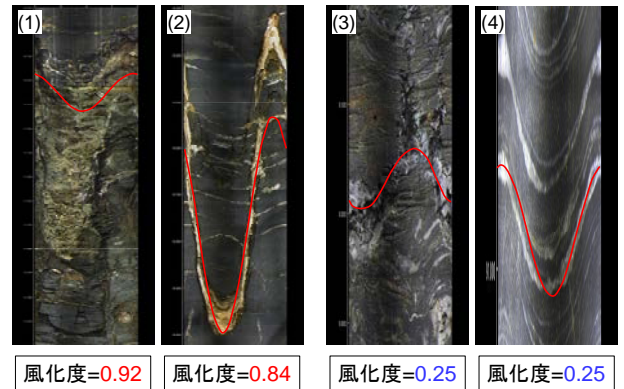


図-4 割れ目の BTV 画像と風化度算定結果

図-5 に画像解析により算定された風化度と、対応するルジオン値の深度分布を示す。区間平均風化度と割れ目風化度を比較すると、割れ目風化度の方が広くばらついており風化度の高い深度が明瞭になっている。これは、割れ目周辺の局所的な色の変化を反映しているため、より風化部分が強調されたためと考えられる。

ルジオン値は5m区間の平均的な透水性を示すのに対して、実際に透水性に寄与しているのは一部の割れ目に限られていることが多い。そのため、区間ごとに風化度が高いデータに焦点を絞ることで、より透水性との関係性を評価しやすいと考えられる。そこで、5m区間内の風化度の最大値とルジオン値の関係を図-6に整理した。区間平均風化度ではルジオン値の増加に対しほとんど変化がないのに対して、割れ目

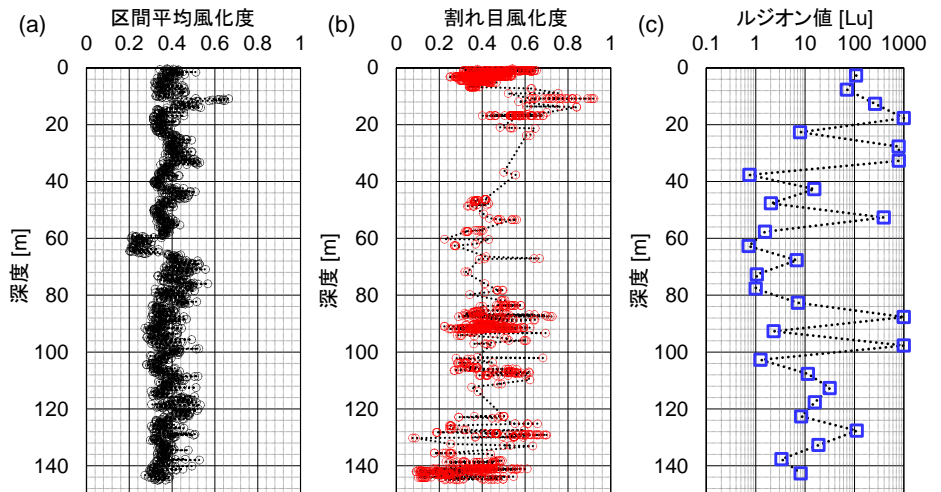


図-5 区間平均風化度(a)、割れ目風化度(b)、ルジオン値(c)の深度分布

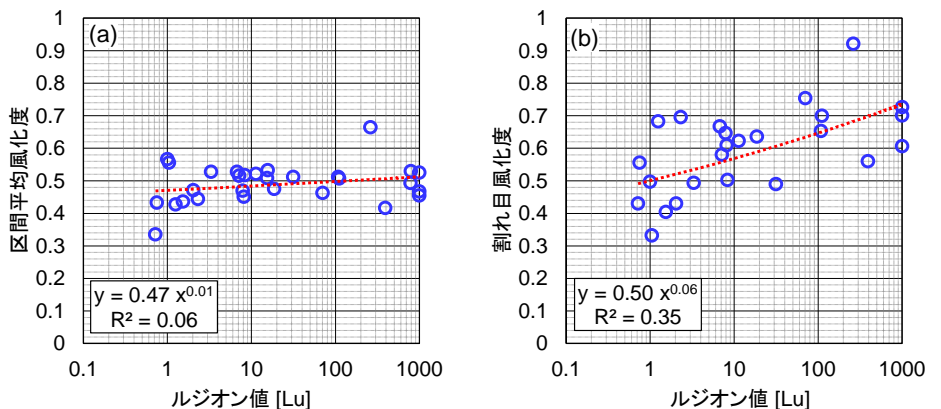


図-6 風化度(5m区間内の最大値, a:区間, b:割れ目)とルジオン値の関係

風化度では相対的に高い相関が得られた。これは前述の通り、割れ目に沿った風化部のみを捉えることでより明瞭に評価できたためと考えられる。

#### 4. まとめ

本稿では、BTV 画像を用いた割れ目の自動抽出技術を応用し、割れ目の風化度を評価する手法の試行を行った。その結果、区間平均風化度よりも明瞭に風化の程度を捉えられる可能性が示唆され、さらに透水性との関係性も確認された。今後は、BTV 画像から得られる複数の透水要素をもとに、立体的岩盤透水性区分を定量的に評価する方法の検討を進めていく予定である。

#### 参考文献

- 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。
- 松本ら：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適用，土木学会第75回年次学術講演会，VI-818，2020。