

高解像度ボアホールカメラを用いた孔壁展開画像の新しい見せ方

株式会社レアックス ○加藤 欣也, 石井 啓滋

1. はじめに

ボアホールカメラは、ボーリングコアでは把握することが難しい原位置での割れ目等不連続面の分布や開口量、走向傾斜の測定、すなわち定量化・数値化を容易に行なえるため（表-1 参照）、斜面防災やトンネル、ダム等の地質調査の現場で広く用いられてきた。このようにボアホールカメラは不連続面情報の数値化に強みはあるが、最大の特徴は不可視領域であるボーリング孔内 360 度全周の孔壁状態、質感、色調を連続的かつ直接的に見ることができる点である。

表-1 孔壁展開画像とコアから得られる不連続面情報

項目	ボアホールカメラ	ボーリングコア
割れ目の間隔・頻度	◎	○
開口量	◎	△
走向傾斜	◎	△
割れ目状態 (挟在物, 風化度合)	△	◎

◎：最適，○：可能，△：やや不向き

ところで、横山（2004）¹⁾は、地すべり現象の地質学的な“みかた”において、はじめての現場や露頭に立ったときは感性にしたがって、周辺視の目で現象を主観的にみるのが重要と述べる。周辺視とは直感的に、あるいは感覚的に現場をまるごと捉える“みかた”であり、それによって何らかの現象が即座に分かれればすばらしく、客観性は後付けで十分に確保できるという。その上で、主観的な“みかた”や直観による判断的確度を高めるには、現場の緻密な観察の繰り返しと多くの現場の経験が必要と説く。

ボーリング孔の孔壁は、まさに地下に人工的につくられた露頭であり、上述の“みかた”によれば、孔壁状態の何を量的な測定対象とし、何を質的な観察事項とするか、技術者の主観により働きかけるボーリング孔壁の見せ方が重要となろう。本稿では、この考えに立脚し、不連続面情報の数値化といった側面ではなく、ボアホールカメラで撮影した画像そのものの価値をより高める孔壁画像の見せ方を提案する。

2. 従来のボアホールカメラ画像成果の課題

通常、ボアホールカメラ調査での画像成果には孔壁展開画像が用いられる。これはボーリング孔壁に方位情報を紐づけて、平面展開したものであり、撮影対象の相互的な位置関係、つまり角度や長さが正しく均等に表現されるため、不連続面の方向性や開口量の測定において都

合が良い（図-1参照）。また、この定量化したデータは統計的な図化（ステレオネット図等）にも利用しやすい。

一方で、展開画像は360度全周を平面表示したものであるため、円筒形の立体である実物とは視覚的に異なり、岩盤状態を想像しにくいという難点がある。そのため、成果オプションとして、展開画像を円筒形に加工した3Dコアイメージを求められる場合もある。これは地質技術者にとって馴染みのあるコア写真と似ているため、直感的・主観的な見せ方の一つとして捉えることができるものの、現状で一般に使用されているものは、俯瞰角が一定で、同時に見せることのできる範囲は孔壁全周の半分に限られている。

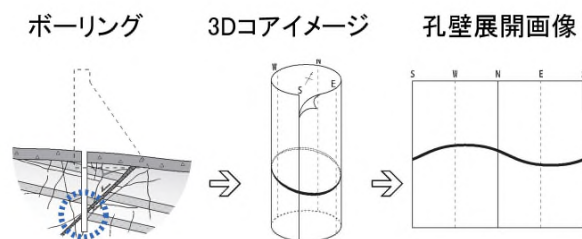


図-1 孔壁展開画像の模式概念図

3. ボアホールカメラ展開画像の新しい見せ方

(1) 提案の趣旨

上述の課題に対し、“まるで自分がボーリング孔の中に入って岩盤を直接みている”かのような疑似体験ができるVRシステムによって解決・改良を図った。このシステムは、従前の孔壁展開画像のような静的見せ方とは異なり、VRヘッドマウントディスプレイを使うことで自由な視点で動的かつ臨場感をもった孔内観察が可能であるため、岩盤状態の直感的なイメージが容易となり、ひいてはサイト解釈への“気づき”の高まりが期待できる。

(2) 具体的手法

提案するVRシステムは、実際にボアホールカメラで撮影した画像を、ボーリング孔に見立てた3D円柱モデルの内側にテクスチャーとして貼り付けたものである。

本システムで使用する元画像は、一般的なボーリング孔の孔径（直径66～116mm）において0.1mmレベルの解像度を確保できるものとした（以下、解像度0.1mmレベルを「高解像度」、0.5mmレベルを「標準解像度」と呼ぶ）。

この理由は、元々の撮影画像は単眼撮影であるため、厳密には立体視に必要な両眼視差は有していないが、図-2に示すような解像度の違いが、陰影の精細さを含めて孔壁の質感や立体感の表現が向上することができ、本システムの入力画像として最適と考えたためである。

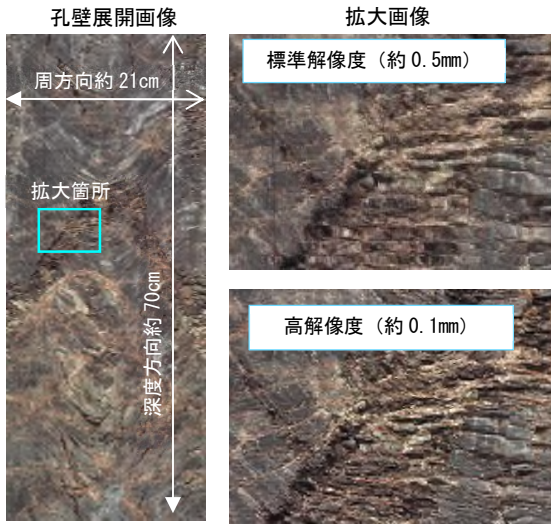


図-2 孔壁画像の解像度の比較

また、本システムには、孔壁展開画像から抽出した不連続面等のサインカーブの重ね合わせ機能や、VRシステム内での着目箇所のマーキング機能も搭載した。これは直感的な VR 映像と正確な展開画像の相互的な活用を想定したものである。

本システムの概要を表-2 に示す。

表-2 システム概要

項目	諸元
VRデバイス	VIVE Focus 3 (HTC社)
スクリーン / 解像度	デュアル2.88インチ / 片眼2448×2448 px
入力データ	JPEG, 不連続面情報データ
出力データ	静止画: PNG, JPEG 動画: MP4
画面内表示	サイト名, 孔番, 孔傾斜, 表示方位, 表示深度
機能	サインカーブ表示/非表示, マーキング機能, 深度ジャンプ, 昇降スピード調整

4. VR 技術の効果

図-3に従来のボアホールカメラ画像成果と本システムでのキャプチャー画像の例を示す。この図から分かるように、一定区間毎を網羅的に提示する従来の画像成果に比べて、VR 画像では岩盤状態について、より直感的なイメージが可能となる。

また、それぞれの画像から得られる印象も異なる。例えば、従来画像では健岩部と脆弱部の境界、VR 画像①視点ではある深さからの孔壁の拡がり、VR 画像②視点では脆弱部における孔壁剥落が印象的であろう。これらの印象の違いに正否はないが、このことは同一の元画像であっても、視点と角度が違えば、技術者の主観に影響が及ぶことを示唆している。こういった点において、VR システムは理論上数多の見せ方が可能であることから、技術者の主観により働きかけるツールと言えよう。

5. まとめ

ボーリング孔壁には原位置の地質に関する様々な示唆が含まれている。それへの“気づき”を高めるためには、技術者の主観により働きかけるボーリング孔壁の見せ方が重要である。本稿では、このことへの対応として、VR システムを活用したボーリング孔壁の見せ方を提案した。本システムは、従来のボアホールカメラ画像成果である展開画像と相互に活用することで、調査全体の質の向上に貢献できる可能性がある。

また、本システムは岩盤状態を直感的にイメージすることのできるツールであるため、地質技術者のみならず、専門家ではない人への見せ方・伝え方（成果図作成ツール）、地質学習における“気づき”の提供（教育・啓発支援ツール）としても活用できる可能性がある。

《引用・参考文献》

- 1) 横山俊治 (2014) : 地すべり現象の地質学的な“みかた”, 日本地すべり学会誌51巻2号, pp. 50-59.



図-3 孔壁画像の見せ方の例