

ボーリング孔壁から得られる地質情報解析システムの 開発と適用例

東電設計(株) 三室俊昭 鶴田 修

鹿島建設(株) ○佐々木猛 栗岡 均

同技術研究所 稲生道裕

1. はじめに

ボアホール孔壁のカラー画像データは、地盤内の状況を大量の岩石コアを保存することなく、技術者が判断できる重要な視覚情報である。著者らは、新型ボアホールテレビとパソコンによるデジタル画像処理システムの開発を行った。文献1)では、特にその構造についてのべた。

今回は、岩石のカラー画像データの標準化を目的として室内および原位置データの収集を行い、それらの光特性を種々の条件により分析した。岩石の光特性として、岩種、鉱物の組成、水分、クラック、狭在物などの分類種を設定した。これらの基準となる特性と実物との物理的な対応関係を得ることにより、実際の調査で得られた画像データを以上で述べた手法により解析し、岩石の物理的な性質を推定することが考えられる。

本報告では、室内6種類、原位置7種類についてのボーリング孔壁の画像データについて、乾燥、湿潤、水中などの条件による光特性の分析を行った。それらの結果、岩石を構成する鉱物の組成、水分等で、反射光{R(赤)、G(緑)、B(青)}の各色調で、濃度及び分散(スペクトル特性)に有意性のあることが判明した。

2. 地質情報解析システムの構成

図-1 に地質情報解析システムのソフトウェア全体構成を示す。

本システムは、1)画像処理システム、2)節理情報システムから構成されている。1)は、孔壁展開画像データをモニターテレビに一画面毎の面情報として収録し、面を構成する画素の各種画像処理(2値化、エッジ強調、フィルタリング、コントラスト強調)及び岩質、狭在物、クラック等の光特性を統計的に分析するシステムである。2)は、節理として認識されたものの走向/傾斜をマウスにより自動的に決定し、これらを基に、割れ目分布一覧表の基礎データを作成し、さらにこの基礎データから各種の図表を出力するシステムである。

3. 機器構成

図-2に本システムの機器構成を示す。ボアホールテレビで収録されたデータは、ビデオテープ(アナログRGB)又はフロッピーディスク(デジタルRGB)を媒体として、PC-9801上のプログラムにより、ハードディスクにRGB各64階調のデジタルデータとして一画面単位(256×256画素)に収録される。これらのデータは、一画面毎に一旦イメージメモリ(4画面まで)に取り出され、そこからAVモニターテレビに表示され、種々の処理が行われる。また、それらの結果をカラーハードコピーに出力したり、再びハードディスクに収録する。また、フロッピーディスクを媒体としたデジタルデータは、イメージメモリを通して一画面毎にビデオテープに記録することが可能である。

本システムは、入力媒体としてビデオテープを主体に設計した。そのため家庭用のVTRとテレビがあれば、簡易にデータの観察が可能である。更に各種の画像処理は、一般に市販されているパソコンとイメージメモリ用いているため、現場でも簡単に利用できる。

4. 岩石の光特性分析

ボアホール内の岩石の自然光の情報を認識する時、次の特徴がある。①人工光を用いているため、光源の種類及び使用時間によりスペクトル特性に差があること。②スペクトルは岩の粗度及び水分の状況により光の反射特性が異なり、時にはボアホール内が水に満ちており懸濁していたり、藻類が発生している場合があること。③センサー及びA/D変換時に、スペクトル毎に感度特性が異なっている可能性があること。

本報告では、フィールド調査に先立ち、実験室にて基礎的なボアホール内の岩石及びコンクリートの光特性分析を行った。表-1に使用した岩石、測定状況を示す。用いた光源は蛍光灯(15W)である。表-2に室内実験の岩石の平均濃度値を示す。測定器具は、同一のもの(B社)を用いているが測定状況を変えている。又孔壁表面の水分状況を三段階(乾燥、湿潤、水中)に分けて測定した。湿潤は、霧吹きにより岩表面が濡れて滴下する状況である。

岩石の成因による分類(堆積岩、火成岩、変成岩)及び岩石に含まれる鉱物の種類によりその色調が変化する。又表面の水分状況に応じて光の反射特性が異なる。これらの特徴をつかむためには、多数のデータ分析が必要である。

実験室での分析を通じてデータ収集の基本的把握に努めた。注意事項としては、①光源は、自然光に近いスペクトルを持ち、色調の調整は標準カラーパターン等でキャリブレーションを行い収集データ間の比較を可能にすること。②光の反射量(R,G,B)を分析可能階階内(フルレンジ)に収めること。

室内実験により以下の結果が得られた。①岩石の光のスペクトル(R,G,B)は、正規分布と考えても良く、このことにより、一般的な画像処理の手法が有効に適用できる。②岩表面の水分によって、濃度値の分布は変化する。本実験では、コンクリートを除き一般的な傾向として乾燥→湿潤→水中で平均値が10~20程度低下する。

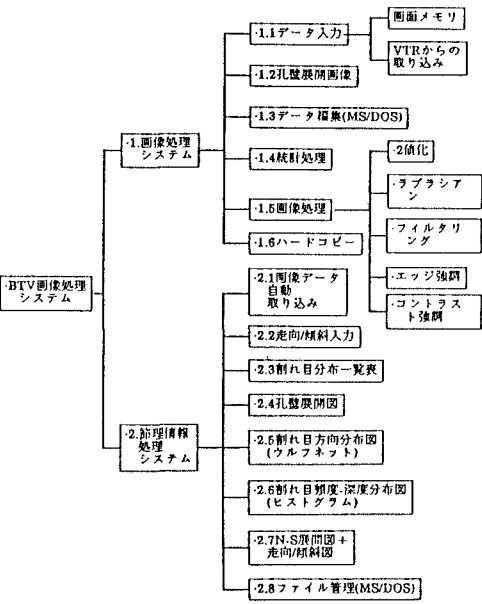


図-1 全体システム構成

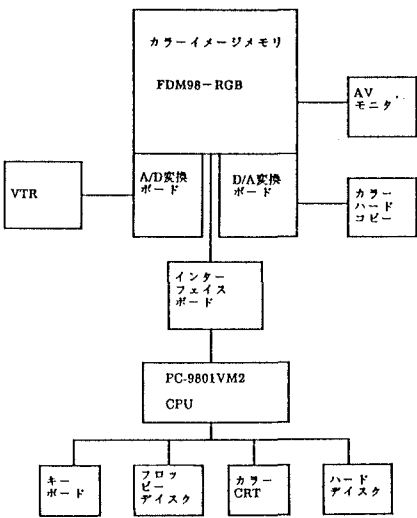


図-2 機器構成及び接続図

表-1 実験室での調査岩種及び測定状況

調査No.	岩石名	採石地名	色調	孔径 (mm)	表面の水分の状況		
					乾燥	湿潤	水中
1	礫岩	吉井	灰色	76	室内1	室内1	室内1
2	ひん岩	豊丘	黒色	70	室内2	室内2	室内2
3	礫岩	神農原	桃色	76	室内1	室内1	室内1
4	凝灰岩	大谷	緑色	76	室内1	室内1	室内2
5	花崗岩	庵治	茶色	66	室内1	室内1	室内2
6	コンクリート	---	灰色	76	室内1	室内1	室内2

(室内1:室内消灯、室内2:室内灯あり)

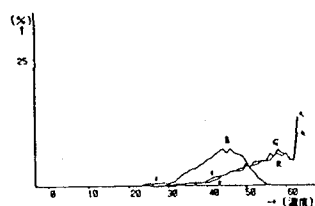


図-3-1 吉井(乾燥)

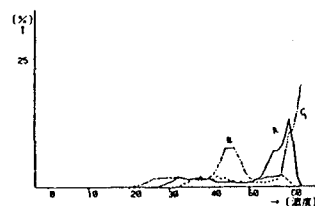


図-3-2 豊丘(乾燥)

表-2 室内実験による岩石のRGBの平均濃度値

調査No.	表面の湿潤状態	岩全体			クラック			比較的白い所			比較的黒い所		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1-1	乾燥	54	54	43	27	29	20	63	62	51	45	46	37
1-2	湿潤	39	40	30	17	18	13	42	43	31	28	30	23
1-3	水没	29	31	23	18	20	14	35	36	26	17	20	16
2-1	乾燥	52	55	43	—	—	—	61	59	58	34	39	28
2-2	湿潤	46	46	34	—	—	—	57	60	44	31	36	26
2-3	水没	27	32	25	—	—	—	30	35	27	27	31	25
3-1	乾燥	54	49	39	50	43	34	58	51	42	52	46	37
3-2	湿潤	41	34	27	33	26	22	45	37	29	34	29	23
3-3	水没	30	25	20	24	21	16	32	26	21	25	22	17
4-1	乾燥	40	41	28	18	19	14	46	47	34	26	28	20
4-2	湿潤	27	30	21	14	16	12	33	36	25	18	20	15
4-3	水没	37	41	24	22	28	20	41	47	27	22	26	20
5-1	乾燥	37	35	26	18	19	14	45	42	32	24	25	18
5-2	湿潤	25	25	19	19	20	15	24	24	18	23	23	18
5-3	水没	36	33	21	16	15	9	34	31	19	29	27	18
6-1	乾燥	29	30	22	—	—	—	29	30	22	26	26	19
6-2	湿潤	27	28	20	—	—	—	34	34	25	20	21	15
6-3	水没	35	35	23	—	—	—	32	35	23	30	28	18

(64階調)

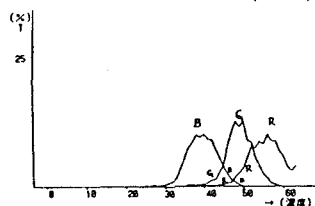


図-3-3 神農原(乾燥)

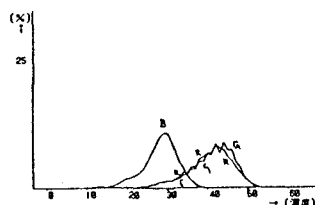


図-3-4 大谷(乾燥)

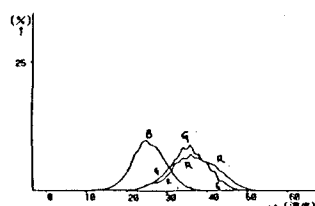


図-3-5 庵治(乾燥)

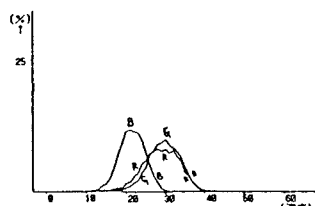


図-3-6 コンクリート(乾燥)

コンクリートでは、全体に大きな差異がみられず部位によっては、増加するところも見られる。

③表面の水分の濃度値の分散変動への影響は、吉井、神農原(礫岩)で小さく、豊丘(ひん岩)で大きい。④微細なクラックの検出では、乾燥、湿潤で濃度値に差異があるが水中では判別が困難な場合があり、岩質、表面の粗度の関係を調べる必要がある。

表-3に原位置での調査岩種及び測定装置を示す。測定装置は三種類で、光源量、スペクトルが異なる。

表-4に原位置での濃度値の平均を示す。以下にその特徴を述べる。①室内実験データと同様に正規分布と考えて良い。②光源量が少ない場合、クラックの検出さえ困難な場合がある。③岩石の色調分析と物理的な対応関係の推定などの目的には、室内実験と同様のキャリブレーションが必要である。(写真-1～3参照)

5. むすび

岩石の光特性について、ボーリング孔壁の展開画像データを例に分析した。これらのデータは、比較的同一の条件で分析が可能である。データの質を標準化することにより、データベースが構築出来れば、コアを保存することなく精度のよい分析が可能と思われる。

参考文献

1)宮永、内山、三室、松山、佐々木、栗岡、“新型ボアホールテレビによる節理情報システムの開発”、土木学会第20回岩盤力学シンポジウム,1988

表-3 原位置での調査岩種及び測定状況

調査No.	岩石名	調査地名	色調	孔径 (mm)	表面水の状況	測定 装置名
1	花崗岩	茨城	白色	66	水没	A
2	砂岩	---	黒色	66	水没	A
3	安山岩	津南	群青色	66	気中	B
4	凝灰岩	大谷	緑色	70	水没	B
5	凝灰角礫岩	日川	緑色	66	気中	B
6	花崗岩	---	黒色	66	水没	C
7	花崗岩	庵治	緑色	66	気、水	B

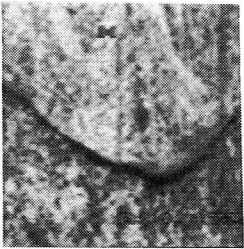


写真-1 花崗岩



写真-2 角礫凝灰岩



写真-3 安山岩

表-4 原位置での岩石のRGBの平均濃度値

調査 No.	岩全体			クラック			比較的白い所			比較的黒い所		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	31	35	29	9	10	9	43	48	41	22	23	20
2	20	23	20	13	15	13	39	47	42	18	21	18
3	16	21	18	11	13	11	43	54	52	14	18	15
4	55	61	43	-	-	-	58	63	46	50	57	38
5	44	48	35	26	29	19	52	60	42	41	47	32
6	10	10	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(64階調)