

(96) 原石山横坑におけるステレオ写真の利用について

水資源開発公団	正会員	浦山真次郎
		○ 引地 隆久
	正会員	齊藤 明朗
	正会員	解良 一夫

Application of Stereo pair to rock quality survey at Quarry Adit

Shingiro URAYAMA,
Takahisa HIKICHI,
Akirou SAITO,
Kazuo KERA,

Water Resources Development Public corporation

A b s t r a c t

Properties and interval of crack in rocks is a great influence on a rock mass strength. Quick judgment of crack is desirable for engineering classification of rock mass referring to site work such as slope and tunnel excavation. However the method of investigation is little known in this kind of purpose as yet. This report explains application of stereo pair to rock quality survey at quarry adit.

1. はじめに

原石山調査は、所要の品質の材料をダム建設に必要な十分の量を確保することにある。量の調査においては、踏査、弾性波探査、ボーリング等で所要の品質の材料の分布を調べることで行なわれる。一方、岩石材料の品質的調査においては、サンプルの室内試験と合わせてそれが代表する岩石の分布を調査するものであるが、この調査は、一般的にボーリングコア観察および横坑の直接観察により、ハンマーの打撃に対する堅さ、キレツの状態、色調、風化・変質具合等で判断される。

しかしながら、ボーリングコアの場合掘進時にキレツの間隔や状態を乱す場合があり、更に、孔径が小さいため、弱層や節理の方向が斜行する場合に、それらの規模を正確に把握できないことがある。また、横坑の直接観察では十分な明るさが確保しにくいこと、作業環境が悪いことなどにより、効率が悪く、観察により得られるべき情報を十分把握できないこともある。

本報告は、これらの問題を補う1つの方法として原石山横坑において行なったステレオ写真の利用の事例について述べるものである。

2. 原石山横坑における事例（その1）

実際にダムの原石山横坑において撮影を行い、従来の岩分類、特に割れ目情報に関する評価について検討を行った。

2-1. 地形・地質概要

事例としてとりあげた原石山周辺の地質は、中・古生層の頁岩、砂岩、チャートよりなり、被覆層として、段丘堆積物、崖錐、ローム、現河床堆積物がある。

最近の研究によれば、砂岩、チャート等は、海底地すべり（オリストローム）によって形成された泥質岩（頁岩）に含まれるブロック状の外來岩体であり、オリストリスと呼ばれるものである。当地においても放散虫化石の同定により、チャートは三疊系、頁岩はジュラ系に属すると考えられることや、頁岩は大小の礫を多く含んでおり岩相上オリストロームの特性を有していること等からうかがえる。

原石山の地形は、図-1のとおりで北北西方向に突き出した独立峰的山容を呈し、河川はここで大きく蛇行している。周辺において、砂岩層が幅広く分布するのはここだけで、南北に分布するチャート・頁岩層が、この地点より東側あるいは西側で幅が大きくなり、逆に砂岩層の分布が小さくなる。地層の構造は北西-南東方向の走向を有し、下流側に $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ で傾斜しており、下位より厚いチャート・頁岩互層、砂岩層、薄いチャート・頁岩層、砂岩層・チャート・頁岩層と累重している。

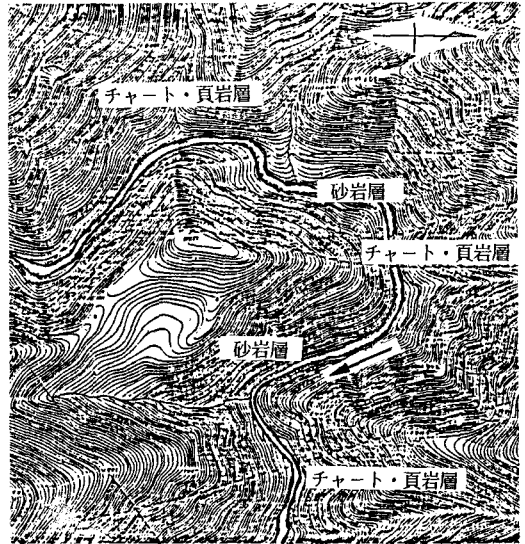


図-1. 原石山周辺模式地質平面

2-2. 岩級区分と材料区分

原石山においては、横坑、ボーリングコアの見直し調査ならびに原石山の地質特性を考慮して、岩盤を構成する3要素 ①岩片の堅さ ②割れ目間隔 ③割れ目状態 の各要素について原石としての岩盤評価のための区分基準が定められ、その組合せにより岩種別に岩級区分を行い、その結果をもとに当原石山における材料区分が行われた。

表-1は3要素の区分判定基準で、表-2には砂岩の場合における各要素の組合せと岩級区分の対応を示してある。表-3は岩盤の3要素区分の組合せによる岩級区分やその分布状況、岩相等の関係により、材料区分を分類したものである。

2-3. 結果

写真-1、-2はこれらの岩級判定基準により判定された、砂岩のC_M級及びC_L級岩盤のステレオ写真であり、これを利用して図-2に示す様に割れ目の状態（主として褐色汚染度）を表-1の③割れ目状態に照らして、ステレオ写真から判読し単位面積当りで表わしたもので、風化による褐色汚染の度合を面的にとらえたものである。但し、壁面は凹凸であるが、簡略化のため平面とみなした。

表-1. 各要素の区分判定基準

〔① 岩 片 の 硬 さ〕	
A	岩片は堅硬でハンマーの打撃に対して金属音を発し、容易に割れない。
B	岩片は堅硬でハンマーの打撃に対して金属音を発するが、潜在クラックに沿ってやや割れ易い。
C	岩片はやや脆く、ハンマーの打撃に対して鈍い音を発し、硬質ではあっても容易に割れる。
D	岩片は軟質であり、ハンマーの打撃に対して鈍い音を発し、打撃面がつぶれるかあるいは細片状になる。
〔②割れ目間隔＝割れ易さの度合〕	
I	20 cm以上
II	10～20 cm
III	5～10 cm
IV	5 cm未満
〔③割れ目状態＝風化・変質等による割れ目・岩片の劣化度〕	
α	割れ目層の劣化はなく、岩片・割れ目とも新鮮・密着。
β	割れ目沿いに劣化が見られ、薄く褐色化あるいは弱いシャーが見られるが、岩片内部は新鮮。
γ	割れ目沿って強い風化・変質が見られ岩片内部も変色している。割れ目の一部は開口し流入粘土が見られる。
δ	割れ目沿いの風化は岩芯まで及び、岩片内部まで強く変色している。断層や変質により粘土化・破碎したゾーンもこの区分に含める。表層部の割れ目はほとんど開口し、流入粘土が普遍的に見られる。

表-2. 各要素の組合せと岩級区分（砂岩）

①	③/②	I	II	III	IV
A	$\alpha \sim \beta$	C _H 級		C _L 級	
	γ	C _M 級			
B	$\alpha \sim \beta$				
	γ				
C	γ				
	δ				
D	$\gamma \sim \delta$	—	—	D級	

※①～③は表-1. に対応

表-3. 材料区分

- ゾーンⅠ：大砂利の確保可能な岩盤で、当原石山では最も良質の骨材原石が採取されるゾーン
- ゾーンⅡ：大砂利の確保は可能と考えられるがやや割れやすい傾向があり、Ⅰに比べて若干粒径が小さい方に偏るものと思われるが、コンクリート骨材としてはごく通常の原因が採取されるゾーン
- ゾーンⅢ：風化度、割れ目間隔（割れやすさの程度）より大砂利の所要比率の確保が難しいと考えられるが、骨材としてはその単独使用を避ければ問題はないと考えられる。当原石山としてはやや質の悪い骨材原石の採取されるゾーン
- ゾーンⅣ：風化度、割れ目間隔（割れやすさの程度）より骨材としての使用が不可能と考えられるゾーン

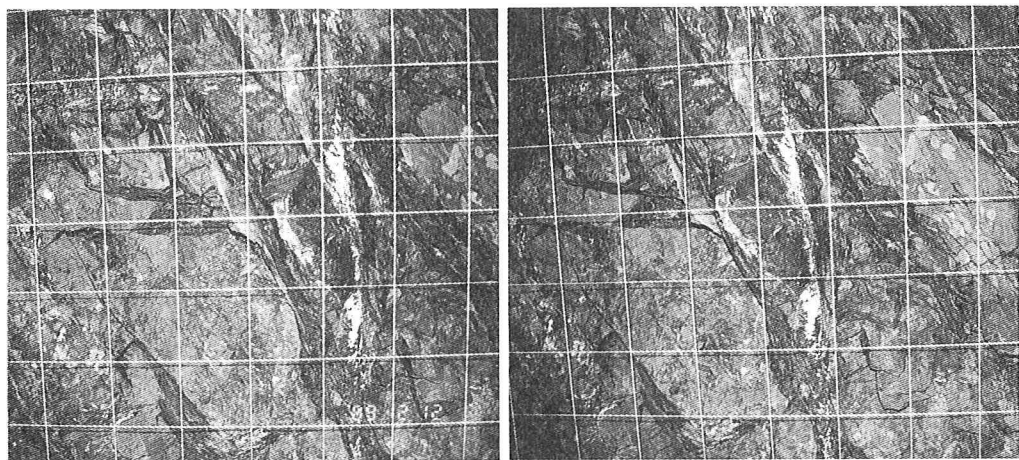


写真-1. 砂岩C_M級岩盤の状況 (B, II, β)

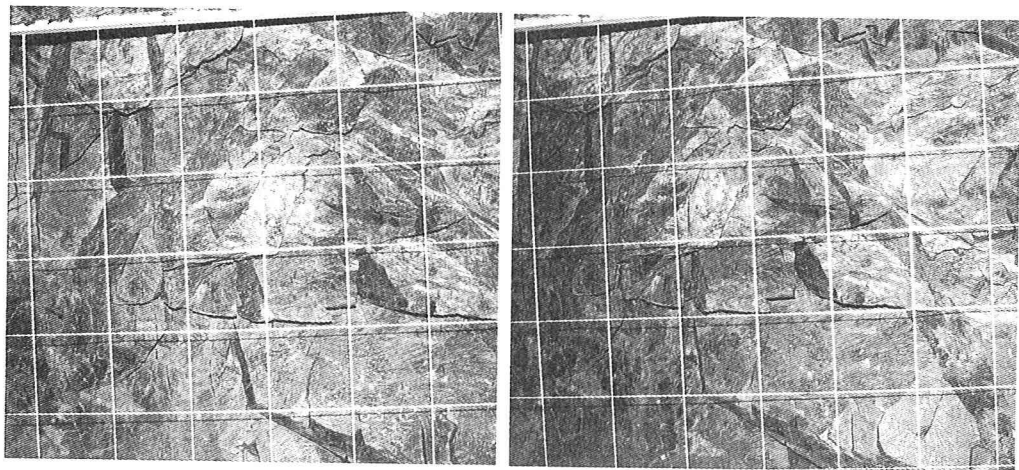
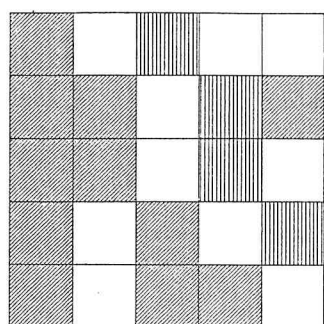
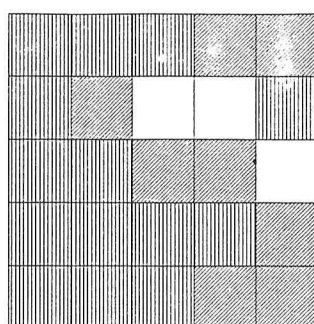


写真-2. 砂岩C_L級岩盤の状況 (B~C、II~III、 γ)



i) 写真-1の場合



ii) 写真-2の場合

□ : α 表-1 に対応
 ▨ : β "
 ▤ : γ "
 ▥ : δ "
 1マス (10 cm × 10 cm)

図-2. 割れ目の状態 (主として褐色汚染) 分布状況

3. 原石山横坑における事例（その2）

事例（その1）と同様な中・古生層を原石山とする他のダムにおいては、通常用いられているRQDの考え方（ボーリングのコア10cm以上のコアの累計長を単位長さ当りで除してもものの百分率で定義される）を横坑の壁面にも拡大して、壁面に鉛直方向の測線に沿って割れ目間隔がそれぞれ5cm以上、10cm以上、15cm以上の場合を壁面RQD5、壁面RQD10、壁面RQD15、と定義し解析を行なった。

その結果の一部として室内試験を実施するために採取した岩石の採取状態と平均壁面RQDとの比較を行なった例を表-4に示す。これにより当初の材料区分と採取された原石の状態が定量的に把握出来た。

表-4. 原石の採取状況と平均的壁面RQDとの比較一覧表

当初の材料区分	採取された原石の粒径状況		平均壁面RQD (%)		
			5	10	15
概ねコンクリート骨材に十分適する層が分布するゾーン	1	大粒径よりも小粒径の原石	65.2	18.2	0.0
	2	大粒径の原石	81.9	51.3	37.3
大粒径の骨材の確保には難があるが一応コンクリート骨材として使用可能な層が分布するゾーン	3	小粒径の原石のみ	66.8	20.5	11.4
	4	小粒径の原石が多かった	74.7	40.5	16.2
	5	大粒径の原石も含む	75.3	35.3	10.1

4. まとめ

以上、原石山の横坑におけるステレオ写真の撮影方法とその利用法について述べた。これにより割れ目の分布状況及びその褐色汚染度を定量的に把握する糸口がつかめたと考える。このことは、原石山調査のみならず一般の岩盤分類にも関連するので、ダム・トンネル等の施工に関連して、岩盤力学上割れ目情報の把握が重要な要因となる調査において、割れ目の分布や性状を迅速に計測する手段として有効となる。

しかしながら、ステレオ写真の撮影方法や立体視の方法並びに解析手法には、今後解決しなければならない問題が数多くあるので、これらの点について今後は発展前進を計る方針である。

（参考文献）

- 1) 日本応用地質学会(1984)：岩盤分類. 応用地質特別号
- 2) 佐藤 正(1989)：日本中・古生界研究の放散虫革命. 応用地質 Vol.30 No.3 pp.153-162.
- 3) 土木学会：航空写真のみかた