

## 18.岩盤分類の再評価（その2）

### — ダムの岩盤分類の相互比較（物性値データの共有化に向けて） —

Review of Rock Mass Classification (Part V)

— Intercomparison of rock mass classification for dam (Towards sharing data about physical properties) —

○小林隆志（東電設計），阿南修司（土木研究所），新井 隆（電源開発），石田良二（JR 総研エンジニアリング），岸本弘樹（ダイヤコンサルタント），武内俊昭（深田地質研究所）：岩盤分類再評価研究小委員会 WG1

Takashi Kobayashi, Syuji Anan, Takashi Arai, Ryoji Ishida, Hiroki Kishimoto & Toshiaki Takeuchi : Research Group for Rock Mass Classification WG1

#### 1. はじめに

ダムで原位置岩盤試験が実施されるようになって40年以上が経過している。この間、各機関が建設したダムで多数の原位置岩盤試験が実施されデータが蓄積されている。これらのデータは、岩級区分と物性値との関係として整理されていることが多いが、各機関で利用されている岩盤分類の要素とその区分基準が異なっているため、データを共有して利用することは難しかった。そこで、各機関の岩盤分類相互の関係が明確になれば、貴重なデータの有効活用が可能となるものと考えられる。

本報告では、物性値データの共有化に向けた第1段階として、各機関の岩級区分を比較するための方法を検討し、ダムの代表的岩盤分類である電研式と土研式の岩盤分類の相互比較を試みた。比較に当たっては、地盤工学会(JGS 3811-2004)<sup>1)</sup>の分類要素及び区分値を共通尺度とし、岩盤分類再評価研究小委員会で実施したDダム及びUダムの横坑及びボーリングコアの現地調査結果を事例として紹介する。

なお、本報告は岩盤分類再評価研究小委員会のダム・橋梁・原子力発電所の基礎の岩盤分類に関するワーキンググループ(WG1)の検討結果の中間報告である。

#### 2. 原位置岩盤試験有効活用への課題

ダム基礎岩盤を対象とした岩盤分類は、電研式、土研式などが各機関から提案されている。これらの分類要素としては風化・変質の程度、岩石の硬さ、割れ目の間隔、割れ目の状態が代表的なものである。

既往の岩盤分類は、分類要素は概ね共通しているものの、その区分値については、各機関毎に表-1に示

表-1 各機関による割れ目間隔の区分例

| 区分 | 割れ目間隔 (cm)        |        |                          |        |       |
|----|-------------------|--------|--------------------------|--------|-------|
|    | 土研式 <sup>2)</sup> |        | 電研式(菊地ほか <sup>3)</sup> ) |        |       |
|    | 横坑                | 横坑     | コア                       | 横坑     | コア    |
| 1  | 50以上              | 300以上  | 60以上                     | 100以上  | 30以上  |
| 2  | 15-50             | 50-300 | 30-60                    | 40-100 | 30-10 |
| 3  | 15以下              | 10-50  | 10-30                    | 20-40  | 10-3  |
| 4  | —                 | 10以下   | 10以下                     | 5-20   | 3-1   |
| 5  | —                 | —      | —                        | 5以下    | 1以下   |

すように差が見られる。

実際のダム基礎における岩盤分類は、調査の初期段階では標準的な岩盤分類の要素とその区分値に従って岩盤を分類するが、調査の進展とともに地点の地質特性を加味して区分値の変更・要素の追加等を行って適用性の向上が図られることも多い。図-1及び図-2は、土研式岩盤分類が適用された地点間で割れ目間隔の区分値がどの程度異なっているかを整理したものである。このように同じ岩盤分類が適用されている地点においても区分値にはある程度の幅が認められる。

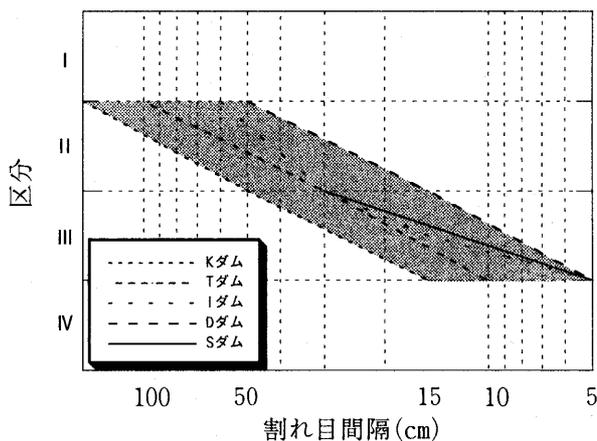


図-1 各地点の横坑における割れ目間隔の区分

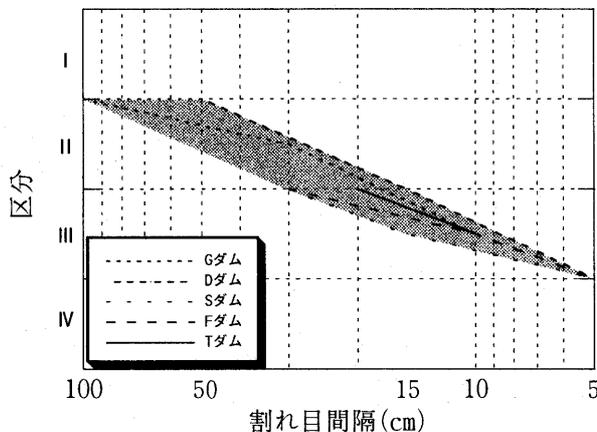


図-2 各地点のコアにおける割れ目間隔の区分

原位置岩盤試験は、ダム基礎岩盤の地質調査の最終段階で行われる事が多く、地点特性に適応させた岩級

区分に基づいて、試験箇所の選定及び結果の評価が行われることが多い。このため、各機関では、原位置岩盤試験のデータを、上記のような地点特性に適応させた後の岩級区分と共に整理・蓄積している。

このようにして蓄積された原位置試験データには、地点特性に適応させた岩盤分類の内容を十分把握していないと有効活用できないという問題が含まれている。

### 3. 物性値共有化の方法

各機関で実施された原位置岩盤試験による貴重な物性値データを共有化するためには、各機関の岩盤分類の相違や適用性向上のために各地点で採用された区分値の変更などの内容が十分に把握されている必要がある。しかしながら、そのようなデータが残されていることは希である。

そこで、試験箇所の岩盤性状を、分類要素及び区分値を共通の尺度として評価・比較する事ができれば、異なる機関で実施した原位置岩盤試験データを活用する事が可能と考えられる。

共通の尺度としては、国際的な岩盤分類の基準化の流れの中で地盤工学会によって提案された「岩盤の工学的分類方法」<sup>1)</sup> (以下「JGS 分類」と呼称) を活用するのが最も妥当と考えられる。新鮮な岩石の一軸圧縮強さがおよそ 25MN/m<sup>2</sup> 以上の硬岩系岩盤についての JGS 分類の分類要素としては、岩石の強さ、風化度、不連続面の間隔・系列数・開口幅・粗さ・充填物の有無があり、岩盤はこれらの要素を分類軸として多次元的に分類されるものと考えられる。これらの分類要素のうちで、岩盤物性値との相関が大きい主要な要素は岩石の強さ、不連続面の間隔であると考えられるので(例えば森ほか<sup>5)</sup>)、本報告ではこれらの2つの要素を用いた2次元的な分類に基づいて検討を行った。これらの分類要素の区分値は、JGS 分類において表-2のように規定されている。

表-2 JGS 分類による硬岩系岩盤の岩石の強さと不連続面の間隔の区分<sup>1)</sup>

| 分類要素                       | 区 分    |        |       |       |      |      |
|----------------------------|--------|--------|-------|-------|------|------|
|                            | A      | B      | C     | D     | E    | F    |
| 岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> ) | 100 以上 | 100-50 | 50-25 | 25-10 | 10-5 | 5 以下 |
| 不連続面の間隔 (cm)               | I      | II     | III   | IV    | V    | VI   |
|                            | 200 以上 | 200-60 | 60-20 | 20-6  | 6-2  | 2 以下 |

各機関によって各地点で実施されている岩盤分類をこのような共通の尺度を用いて記載し、物性値と共に整理すると、図-3 に示すように各岩級区分間の関係が明確になると共に、物性値の他機関、他地点における利用が、従来よりも合理的に行えるものと期待される。

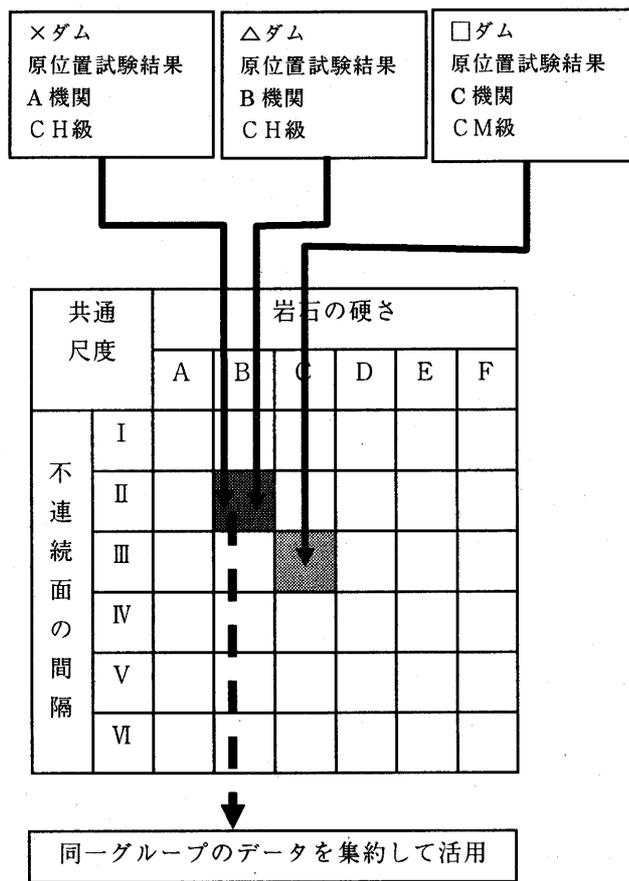


図-3 岩石の硬さ及び不連続面の間隔による物性値データの区分と活用のイメージ

### 4. 検討事例

#### 4.1 花崗岩における検討事例

基礎岩盤として花崗岩が分布する D ダム地点の横坑 (50m 区間) 及びボーリングコア (100m 区間) について、土研式及び電研式分類及びそれに対応する JGS 分類の「岩石の硬さ」及び「不連続面の間隔」の調査 (横坑はスキャンライン調査) を実施し、これらの2つの分類要素の組合せの分布長を 10cm 単位でカウントし、各岩級区分ごとにこれらの分類要素の組合せの構成比率を求めた。

調査結果を図-4, 5 に示す。図-4 は2つの分類要素と岩級との関係を、構成比率 10% 以上のものについて整理したもので、図-5 は各分類要素の組合せに対応する岩級区分の構成比率を示したものである。分類要素の組合せも岩級も、相互に 1 対 1 に対応するものではなく、複雑な対応を示す。土研式と電研式の岩級を比較すると、この地点では同じ要素の組合せに対して、土研式の岩級がやや低めの評価となっている。

なお、横坑とコアはほぼ同じ地点で掘削されたものであるが、新鮮部の JGS 分類の岩石の強さが横坑では A に区分されコアでは B と 1 ランク低く評価されているが、これはこの花崗岩の強さを目視で 100MN/m<sup>2</sup> 以上と判断したかどうかによるもので、調査者の個人

差の問題が含まれている。

### 4.2 チャートにおける検討事例

基礎岩盤としてチャートが分布するUダム地点のコア(100m 区間)について、D ダム地点と同様の調査・整理を実施した。調査結果を図-4、5 に示す。ここでも電研式のCH 級が土研式でCM 級に評価されるなど、土研式がやや低めの評価となる傾向が認められるが、全体としては両者の岩級は比較的似た分類要素の組合せとなっている。

### 4.3 課題

以上の検討を通して岩盤分類に関して以下のような問題点が確認された。

#### ①岩盤分類を行うスケールの問題

硬質岩盤は一般的に不連続面の発達などが不均一であり、岩盤分類の評価対象としてどのような大きさのマスを考えるかによって、異なる区分値の部分が本質的に含まれ、バラツキが生じる。

#### ②不連続面の系列数・間隔の問題

JGS 分類の不連続面の系列数の区分はかなり難しく、その区分に基づく不連続面の間隔の評価も正確に行うのは難しい。また横坑とボーリングコアの評価の対比についても検討が必要である。

#### ③評価の個人差の問題

岩石の強さ区分において、一軸圧縮強度をハンマー打撃で推定した場合、1ランク程度の個人差は避けられないことが多い。

以上のような問題があり、かなりベテランの地質技術者が共通の尺度に基づいた岩盤分類を行っても各要素の区分に個人差があり、それらを組み合わせた評価では更に問題が大きくなる可能性も考えられる。これらは単に分類要素と区分基準を共通の尺度として定めるだけでは解決されず、岩盤分類を実施する上で基本的な部分で別な形の共通の基準のようなものが必要と考えられる。

### 5.まとめ

物性値データの共有化に向けてダムの岩盤分類の相互比較について検討を行った。JGS 分類の分類要素及び区分値を共通尺度として、岩盤分類再評価研究

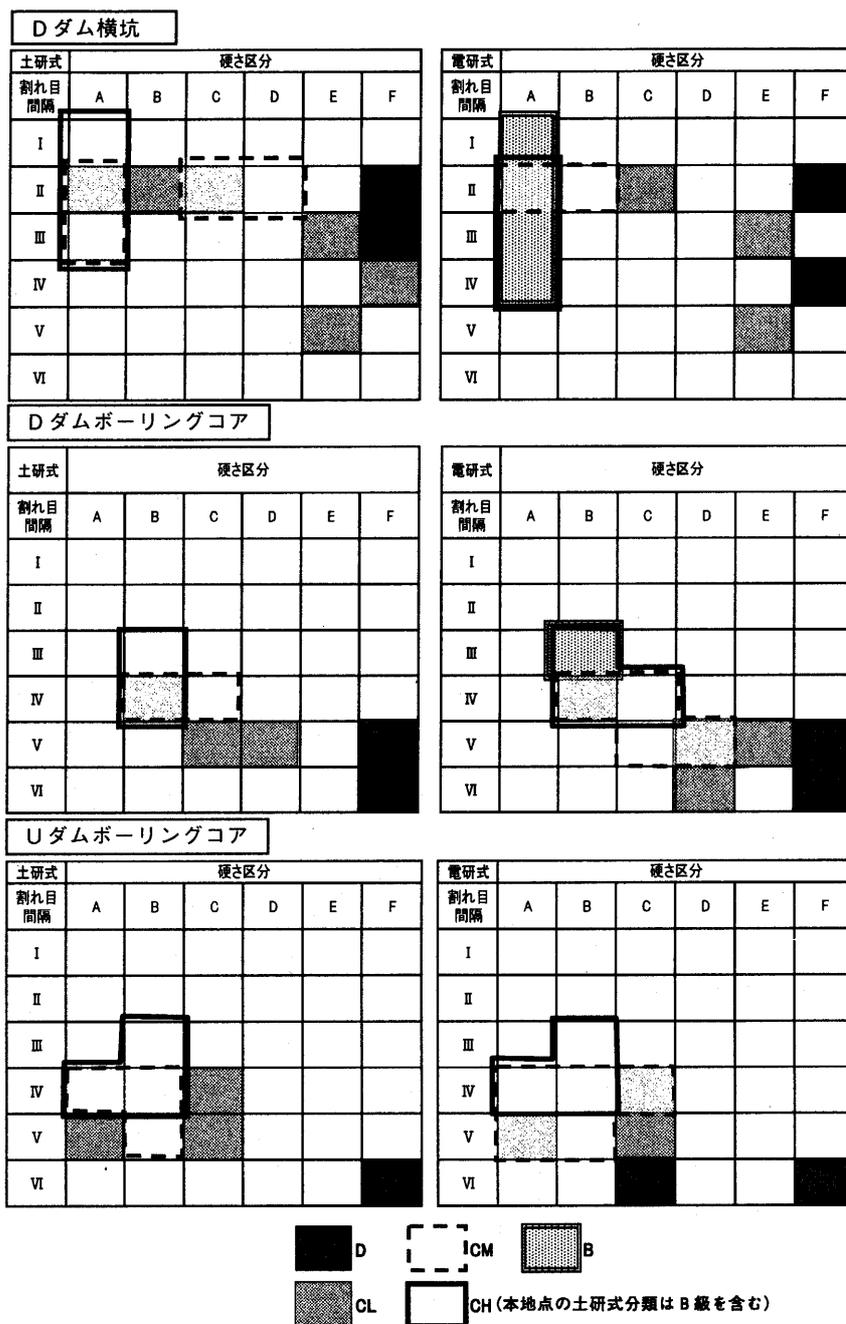


図-4 土研式・電研式岩級区分を構成する硬さ・割れ目間隔の組合せ (頻度10%以上のものを表示)

小委員会のメンバーが現場で横坑及びボーリングコアを観察し、土研式及び電研式の岩盤分類を実施した。今後JGS分類が普及し、岩盤試験などと共に記載され、物性値と共に整理されるようになることによって物性値の共有化が可能になっていくものと考えられるが、岩盤分類を行うスケールの問題、不連続面の系列数・間隔の評価の問題、評価の個人差の問題などの課題も明らかになった。

今後、これらの課題について具体的な対策となるような考え方・手法などを提案できるように検討を進めて行くこととしたい。

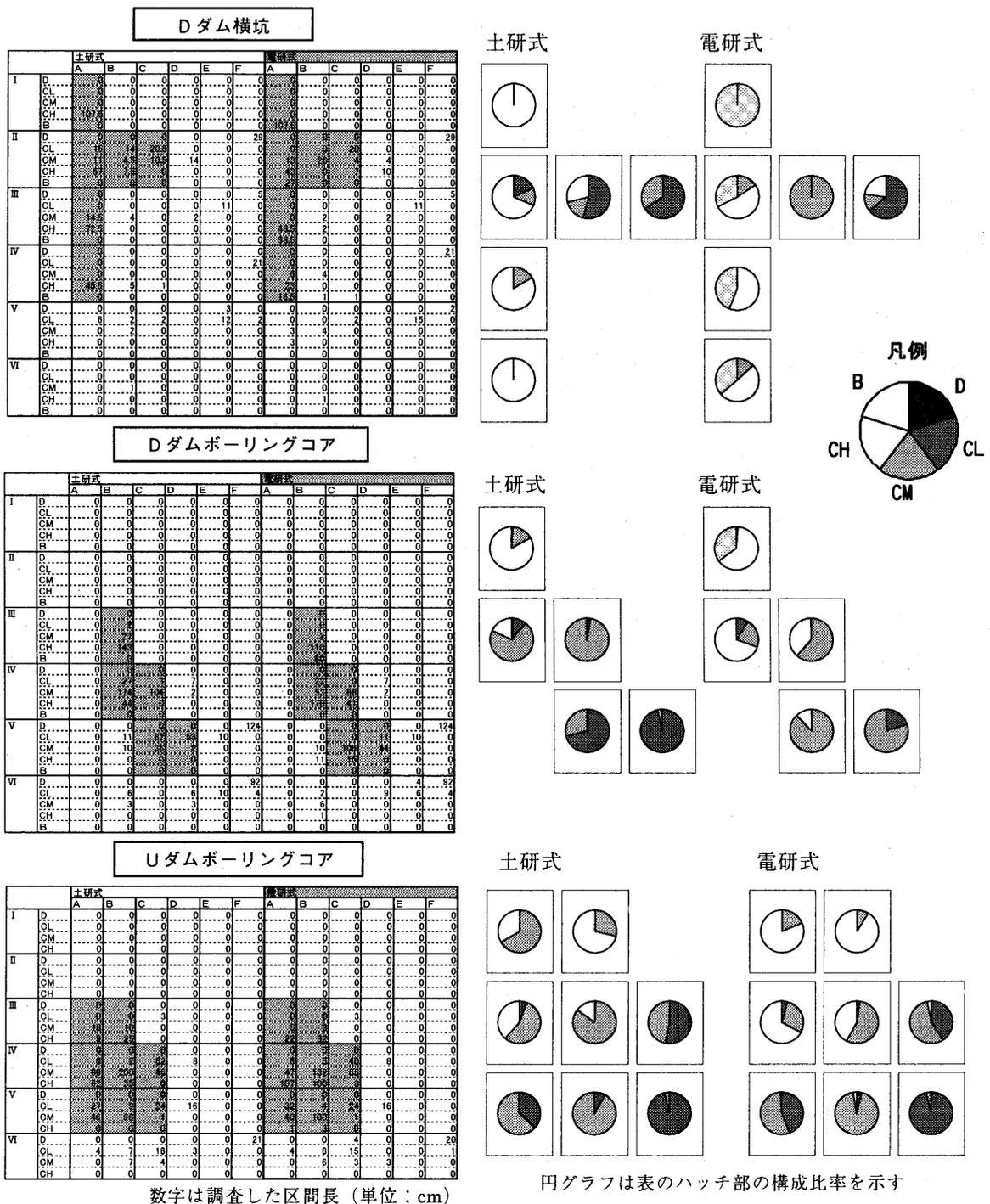


図-5 硬さ・割れ目間隔の組合せに対応する土研式・電研式岩級区分

6. 引用文献

- 1) (社)地盤工学会(2004): 新規制定地盤工学会基準・同解説, 岩盤の工学的分類方法(JGS 3811-2004, 70pp.
- 2) 岡本隆一・安江朝光(1966): ダムサイトにおける岩盤区分の試み, 土木技術資料, Vol.8, No.9, pp.423-432.
- 3) 菊地宏吉・藤枝誠・岡信彦・小林隆志(1984): ダム基礎岩盤の耐荷性に関する地質工学的総合評価, 応用地質特別号, pp.103-118.
- 4) 日本応用地質学会編集委員会(1984): 国内各国機関の岩盤分類, 応用地質特別号, pp.138-165.
- 5) 森良樹・阿南修司・佐々木靖人・脇坂安彦(2005): ダム基礎岩盤の岩盤分類と力学的特性値との相関, ダム技術, No.220, pp.29-41.