

岩盤等級と原位置せん断試験結果との対応

電力中央研究所 ○楠 建 一 郎

菊 地 宏 吉

斉 藤 和 雄

1. ま え が き

筆者らは実用に即した岩盤等級およびその分級基準の設定を目的として種々の研究、検討を行っており、その一環として岩盤等級と設計に用いる物理定数との対応性の検討を行っている。

設計に用いる岩盤の物理定数には原位置変形試験から得られる静弾性係数および変形係数、また原位置せん断試験から得られる純せん断強度および内部摩擦角などが主要なものであり、岩盤等級との対応づけは、これらの物理定数が主な対象となる。

このうち、岩盤等級と静弾性係数および変形係数との対応性については、既に報告したので、今回は岩盤等級と原位置せん断試験結果との対応性の検討結果およびその試験結果の取扱いを主体に筆者らの考え方を述べることにした。

2. 岩盤等級の考え方

ここで用いる岩盤等級は、第9回のシンポジウムにおいて、筆者らが提案した、ダム基礎岩盤評価を対象としたものであり、(表-1参照) その考え方の概略は下記のとおりである。

実用に即した岩盤の分級基準は、下記の3つの条件を盛り込むことが必要と考えられる。

- ① 分級の方法は客観的なものであり、かつ簡便であること。
- ② 設計に用いられる物理定数との対応づけがなされていること。
- ③ 全ての岩盤に適用できるものであること。

このうち、特に②の条件が盛り込まれていない場合、すなわち設計に用いる物理定数との対応づけがなされていない分級基準では、各々の地点についての岩盤の相対的な分級にのみ終ることになり、分級の意味および利点が著しく低下する。このような理由から筆者らは岩盤等級と設計に用いる物理定数との対応性の検討を行っている。

3. 岩盤等級と原位置せん断試験結果との対応

3-1. せん断強度の判定について

岩盤のせん断強度はダムの設計には特に欠くことの出来ない物理定数である。設計に用いる岩盤のせん断強度、すなわち、岩盤の純せん断強度(粘着力)および内部摩擦角は各サイトの調査横坑内で切り出した個々の岩盤ブロック試験供試体を用いた岩盤せん断試験あるいは試験個所にコンクリート打設して作られる個々のコンクリートブロック試験供試体を用いたブロックせん断試験など原位置せん断試験によって得られた測定値からクーロン破壊条件に従うものとして取り扱われ、求められている。しかし実際の試験結果はデータにばらつきが多く、クーロン式で表わされるような単純な直線関係にならない場合が多い。したがって、実際の純せん断強度および内部摩擦角の評価判定は試験の諸条件、特に、個々の供試体の条件を総合的に評価検討して判定しているのが現状である。このような測定値のばらつきは、主に、各等級別の試験において同一条件の供試体を選ぶことの難しさに起因しており、複雑な岩盤の性質から考えると、避け得ないものである。(図-1参照)

こうした岩盤の性質に原因するばらつきのある測定値から、岩盤のせん断強度を判定する方法としては、筆者らは、摩擦抵抗試験(すべり試験)結果を適用している。

摩擦抵抗試験は、破壊(試験)後の各供試体について、新たに数段階の鉛直荷重を加え、この各段階の鉛直荷重に

おけるすべりせん断応力を摩擦抵抗力として測定するものである。

この試験の目的は、岩盤の破壊後のいわば破壊面のせん断強度を求めるために実施するものであるが、これは、また岩盤のせん断強度の内部摩擦角を推定するためにも有効と考える。

図-2は摩擦抵抗試験結果の一例であり、この図から個々の供試体の破壊面についての摩擦係数が求められるが、同時にこの場合の個々の供試体の包絡線からの内部摩擦角に相当するものが求められる。

この値は、破壊後の供試体から得られたものであるために、厳密には試験の対象とする岩盤の内部摩擦角を示すものではないかもしれないが、巨視的にはその岩盤供試体の構成材料のかみ合わせ具合、すなわち内部摩擦角に近似した値を示すものと考ええる。

図-1の純せん断強度および内部摩擦角の範囲は上記の方法によって決定したものである。

3-2. 岩盤等級との対応について

2.で述べた目的から岩盤等級と原位置せん断試験から得られたせん断強度との対応性を検討した。

検討にあたっては、塊状岩を岩種別ではなく一括して取扱ったが、これは既に報告した岩盤等級と原位置変形試験結果との対応性の検討結果(図-3、図-4参照)に示されているように、岩盤を物性的な面からとらえれば巨視的には問題がないものと考えられるからである。

次頁の図-5は、原位置変形試験と同様に、筆者らが調査した塊状岩盤を基礎とする全国各ダム地点および地下発電所地点で実施された原位置せん断試験から求めた純せん断強度(粘着力)と岩盤等級との関係を示したものであり、両者の間には明らかな対応が認められ、

B級は40.0 Kg/cm以上

C^H級は20.0~40.0 Kg/cm

C^M級は10.0~20.0 Kg/cm

C^L級~D級は10.0 Kg/cm以下

の値をそれぞれ示している。

また、図-6は個々の供試体から得られた測定値を、せん断荷重と鉛直荷重についてまとめたものであるが、この結果においても、岩盤等級とせん断試験結果との間には著しい対応性が認められる。

すなわち、各岩盤等級に対応する純せん断強度および内部摩擦角は

B級は40~60 Kg/cm², 55°~65°

C^H級は24~40 Kg/cm², 45°~55°

C^M級は10~24 Kg/cm², 38°~45°

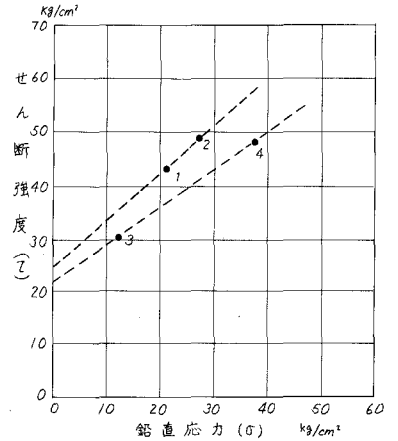


図-1. 原位置せん断試験結果の一例

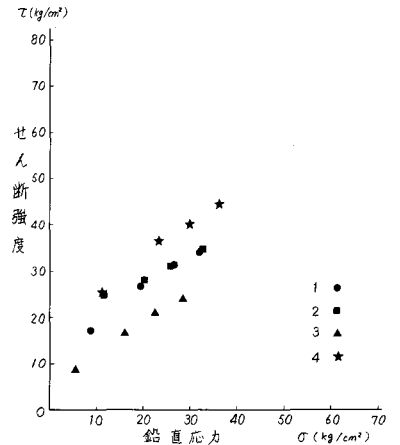


図-2. 摩擦抵抗試験結果の一例

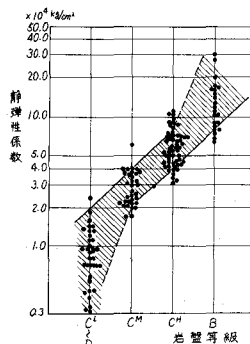


図-3. 塊状岩盤における岩盤等級と静弾性係数の関係

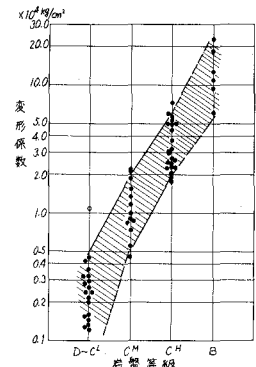


図-4. 塊状岩盤における岩盤等級と変形係数の関係

C^L級は5～10 Kg/cm², 30°～38°

D 級は0～5 Kg/cm², 15°～30°

のそれぞれ範囲の値を示している。

このうち、C^H級の岩盤の測定値はかなりばらつきが多く、C^M級岩盤の測定値の分布範囲と、かなりラップした部分が認められるが、これはC^H級岩盤のせん断試験が、割れ目の影響をより敏感に受けることによるものと考ええる。

なお、この図から、各岩盤等級について、個々の測定結果から、純せん断強度および内部摩擦角の取り得るおよその範囲を推定することが出来るものと考えられる。

む す び

以上岩盤等級と原位置せん断試験結果の対応性、せん断強度の評価における筆者らの考え方について述べたが、これらの結果は既に発表した第9回の結果とともに、「設計に用いる物理定数との対応づけなされた岩盤等級の設定」という土木技術者の要求にある程度応えることが出来たものと考ええる。

最後に、諸試験データを提供して下さった各電力会社および筆者らの横坑調査と共に原位置岩盤試験にたずさわった方々に対し感謝の意を表します。

文 献

- 1) 菊地宏吉, 齊藤和雄; 「耐荷性を対象とした岩盤分級の提案」第9回岩盤力学に関するシンポジウム概要, 1975.2
- 2) 土木学会岩盤力学委員会; 「ダムの地質調査」
- 3) 菊地宏吉, 齊藤和雄; 「ダム基礎岩盤の耐荷性評価を目的とした岩盤等級の検討」電力土木147, 1977.3

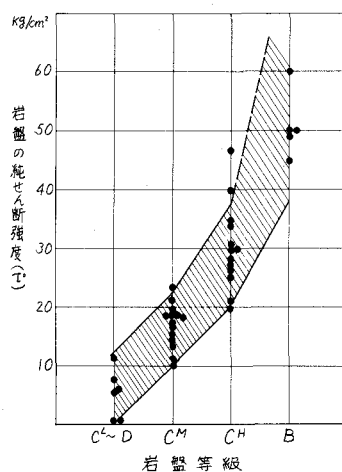


図-5. 岩盤等級と純せん断強度（粘着力）の関係

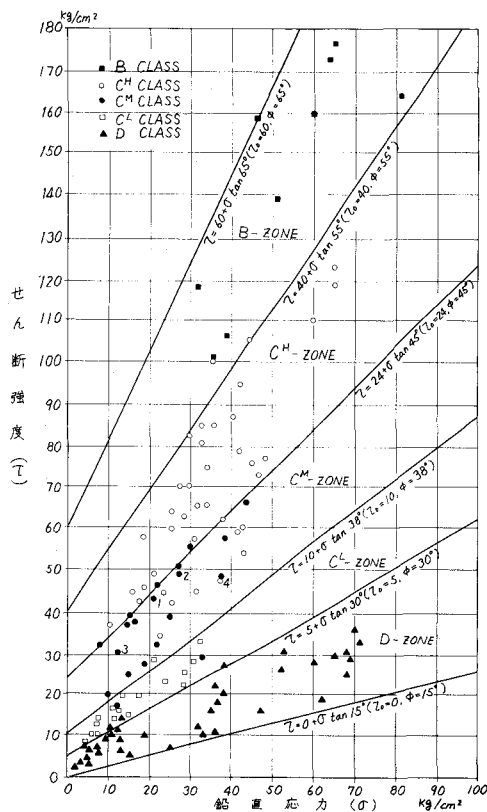


図-6. 岩盤等級と原位置せん断試験結果の関係

表-1 岩盤等級基準(塊状岩盤を対象とする)

[illegible]

A correlation between rock grades and in-situ shear test

K. Kusunoki
K. Kikuchi
K. Saito
Department of Geology
Central Research Institute
of Electric Power Industry

This paper describes a correlation between rock grades and the result of in-situ shear test.

It was found that there exists a correlation between rock grades and values of shear strength. The better the rock grade is, the higher the shear strength.

According to our data, the cohesion and the angle of shearing resistance of each grades is as next ranges.

D class ; under 5kg/cm^2 , under 15°
 C^L class ; $5 \sim 10\text{kg/cm}^2$, $15 \sim 38^\circ$
 C^M class ; $10 \sim 24\text{kg/cm}^2$, $38 \sim 45^\circ$
 C^H class ; $24 \sim 40\text{kg/cm}^2$, $45 \sim 55^\circ$
B class ; $40 \sim 60\text{kg/cm}^2$, $55 \sim 65^\circ$

These results make it possible to estimate the rock static constant of mechanical properties from rock grades, and it can be found applicable for the evaluation of whole rock by in-situ rock test.