

# 耐荷力を対象とした岩盤分級基準の提案

電力中央研究所 ○菊地宏吉 斉藤和雄 井上大栄

## 1. まえがき

当研究所で用いている岩盤等級は、もともとコンクリート・ハイダムの基礎岩盤、特に花崗岩岩盤のダム基礎としての評価を目的として考え出されたものであるが、その後、徐々に改良されて、現在のような硬質岩岩盤を対象とする分級基準となり、また、適用範囲も、ダム基礎ばかりでなく、他の土木構造物、たとえば導水路トンネル、水圧管路および発電所等の基礎岩盤の評価にも用いられるようになった。

この分級基準は昭和30年代前半までのコンクリート・ハイダムを主体とした時代には、その適用にあまり問題が生じなかったが、昭和30年代の後半より登場してきたフィルダム地点および原子力地点等の調査においては、その適用に問題が生じてきた。

その理由はフィルダムおよび原子力の構造物は基礎に作用する荷重がコンクリートダムほど一般に大きくないので、サイトが中硬質岩、時には軟質岩分布地域にも求められるようになり、調査対象の岩石が中硬質岩および軟質岩にまで広がったため、適用範囲が明確でなかったにしても、もともと硬質岩を対象としていた分級基準はその適用がむずかしくなったからである。

このように電研式の岩盤等級は岩石の対象範囲が広がったことから、中硬質岩および軟質岩までを含めた岩盤等級の再検討の必要が生じている。また、この岩盤等級の分級基準は定性的であるための判定の不明瞭さ（特に分級区分の境界付近のものについて）、設計に用いられる物性値との対応づけの不備による設計への適用の不便さ等、必ずしも実用に即さない面を有していた。

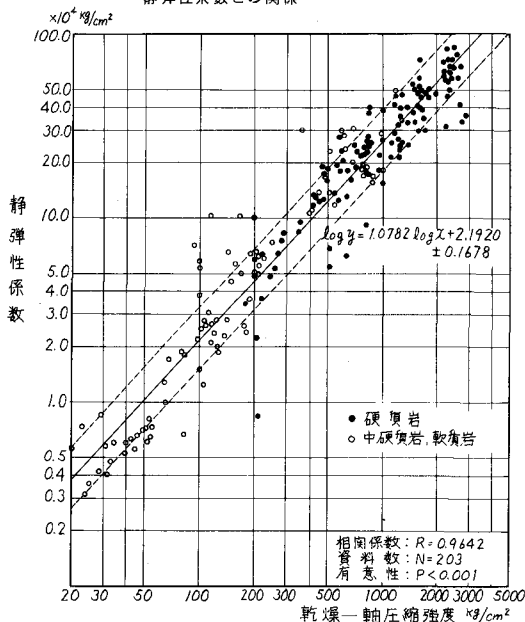
このような状況から筆者らは岩盤等級のこれらの問題点を解決し、実用に即した岩盤等級の設定を目標として数年前より検討、研究を行ってきた。今回、この検討がある程度まとまったので報告する。

## 2. 検討結果

従来、の岩盤等級は「ダム基礎岩盤の安定の条件である岩盤の耐荷性および遮水性の把握は岩石それ自身の風化状態および岩盤中の割目密度ならびに状態の把握に帰順する」という考え方に出发しており、これらの地質要素をインデックスとした定性的な分級基準であるが、筆者らの検討における基本的な考え方もこれを変えるものではなく、この考え方を発展させたものである。

実用に即した岩盤等級の分級方法としては、1). 主観の入らない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性値との対応づけがなされていること。3). 全ての岩盤に適用出来る絶対等級であること。等の3点が要求されるが、これらの点は分級基準に欠くことのできない条件であ

図-1 岩石テストピースにおける乾燥一軸圧縮強度と静弾性係数との関係



り、この条件が盛り込まれてない分級基準では、分級の意味および利点が著しく低下し、場合によっては、その地点における岩盤の相対的な分級にのみに終ることになる。

以上の点から、検討内容はおのずと次の4点、すなわち 1)適用範囲の拡張の検討、2)設計に用いられる物性値との対応づけ、3)岩盤等級の定量的分級方法の検討、4)定性的分級要素の検討整理。に集約されるが、ただ、この場合、岩盤等級の評価内容に、岩盤の透水性を組入れる事は現段階では極めて困難であるので、評価は主に耐荷性を対象とした。

#### 1). 適用範囲の拡張の検討

図-1に示すように岩石テストピースにおける乾燥一軸圧縮強度と静弾性係数の関係が硬質岩、軟質岩を問わず一定の関係にある事から、物性的には、硬質岩から軟質岩まで同一次元で扱えるものと考えた。実際の適用においては、岩石をその岩石固有の本来的強度によって硬質岩、中硬質岩、軟質岩に3区分し、この区分したものをさらに、各地質要素による岩盤としての総合評価によって、相互の関連づけを行った。この関連性は、後述の物性値との対応性をみても証明されているが、この関連づけによって、岩盤等級は全ての塊状岩盤に適用出来るものと考えられる。

#### 2). 設計に用いられる物性値との対応づけ

構造物基礎としての岩盤の適否の判定に用いる物性値としては変形係数、静弾性係数、弾性波速度、純剪断強度(粘着力)および内部摩擦角などがあるが、ここでは岩盤の変形性を示す静弾性係数、変形係数のデータを主体として、岩盤等級との対応づけを行い、その他の物性値についても、現在までに集積されたデータを基に暫定的な対応を試みた。検討結果、岩盤等級と静弾性係数(ならびに変形係数)との間には、図-2、3に示すように、かなり高い相関関係が認められ、岩盤が良くなるに従って、静弾性係数および変形係数が大きくなっている。また、岩盤等級は他の物性値(図-4、5参照)との間にも、かなりの相関関係が認められる。したがって岩盤等級の判定のみによっても、構造物基礎としての適否について概略的な物性値を念頭に置いた判定が可能なものと考えられる。

#### 3). 定量的分級方法の検討

コンクリート強度を非破壊で推定する簡便な方法として用いられてきたシュミットハンマーは、判定内容が、主としてコンクリートの表面硬度を示すものであるが、この特徴は岩盤の固密性にも共通すると考え、岩盤等級の分級に適用することを試みた。すなわち、各ダム地点の横坑調査に際して、岩盤等級とその等級区間の岩盤におけるシュミットハンマーの反発度との関係を検討したが、その結果、両者の間には密接な相関関係があり、岩盤が良くなるにしたがって、シュミットハンマーの反発度も大きくなっている。(この場合、軟質岩盤の計測にあたっては、打撃時の打撃面陥没による反発ロスを無くするために、シュミットハンマーのプランジャー部の先端にアタッチメントを取付け、軟質岩盤計測に適合するように改良を施した。)したがって、この結果から、岩盤等級の分級においてシュミットハンマーによる計測を併用すれば、等級の判定により客

図-2 岩盤等級と静弾性係数の関係について

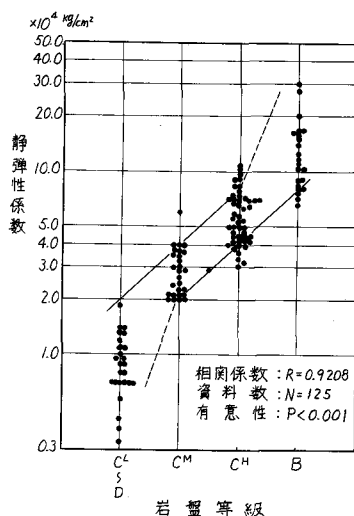
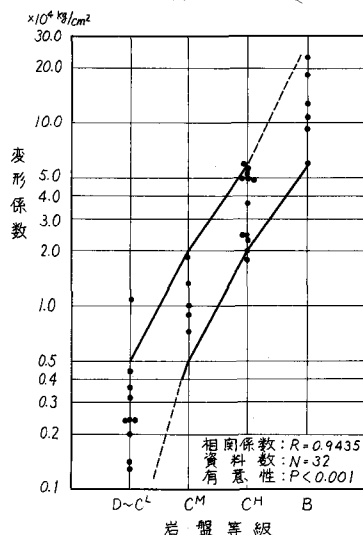


図-3 岩盤等級と変形係数との関係



観性をもたせる事が出来るものと考えられる。また、計画調査段階において、シュミットハンマーの測定結果と静弾性係数等の物性値との対応づけを行っておけば、設計に用いる物性値の迅速な把握を必要とする建設時においては、かなり有効になるものと考ええる。

#### 4). 定性的分級要素の検討整理

電研式の岩盤等級が定性的なものであることを冒頭で述べたが、定性的分級は主観に左右され易いため、判定時の個人差をなくすることは極めて難しい問題である。

しかしながら、岩盤等級の判定は基本的には個人差があつてはならないものであり、この点が不明確な場合には岩盤等級の分級そのものの意味がなくなるばかりでなく、場合によっては重大な誤ちをおかす危険がある。

筆者らは、判定の個人差を防ぐ為には、分級要素に出来るだけ、客観性を持たせる事が必要と考え、分級要素となっている地質要素を抽出検討し、表-1に示すように整理区分した。このように整理された分級要素をもちいて、岩盤を検討判定するならば、判定の個人差はかなり防ぐ事が可能になるものと考えられる。

#### 3. むすび

以上、塊状岩盤の岩盤分級に関する筆者らの考え方、検討結果を述べたが、岩盤の耐荷性はいろいろな要素の複雑な組み合わせによって成り立っているために、この基準で分級し尽せるものとは考えていない。しかしながら、上記の考え方をすゝめる事によって、適用範囲を広げる事が出来、また土木技術者が強く望んでいる物性値との対比についても、ある程度こたえる事が出来るものと考ええる。なお、この分級基準は、現段階までに筆者らが集積したデータおよび筆者らの経験の範囲で検討集約したものであり、十分なものではないので、今後、新しいデータの集積次第、土木技術者の協力および助言を得て、改良していくことを考えている。今後の塊状岩盤分級の問題点としては、軟復岩の取扱い方があげられるが、最近のフィールドサイトおよび原子力サイト基礎岩盤の実状から考えるならば、軟復岩については、実用上、さらに細い分級が必要と考えられる。最後に、この研究を纏めるにあたって、終始有意義な御助言をくださった東京電力KK、藤井建設部長代理、知久土木調査課長、加藤徹夫同課副長、佐々木博敏水力設計推進担当、当枝2研の君島博次理等待遇に対して、深く感謝する次第である。

#### 参考および引用文献

- 菊地宏吉；「安曇発電所の建設に関する地質工学的調査・研究」電研技二研，研究報告71020
- 菊地宏吉・斉藤和雄；「岩盤等級と耐荷性の対応について」電力土木研究会資料
- 菊地宏吉・斉藤和雄；「電研式岩盤等級分級基準の再検討とその集約」電力会社説明用資料
- 菊地宏吉・井上大栄；「新冠揚水地点の地質について」電研技二研，依頼報告72560

図-4 岩盤等級と弾性波速度との関係

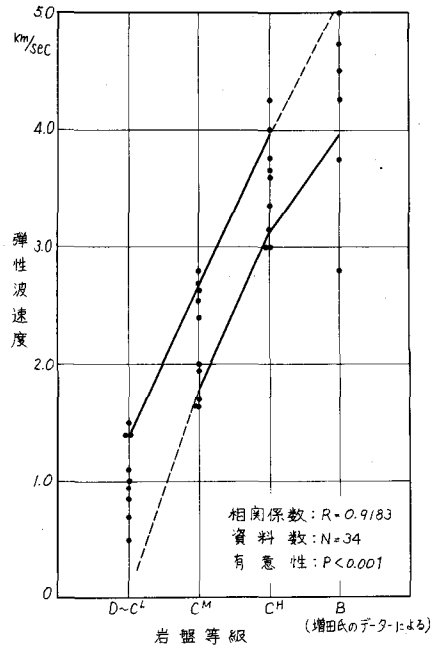


図-5 岩盤等級と岩盤のせん断強度との関係

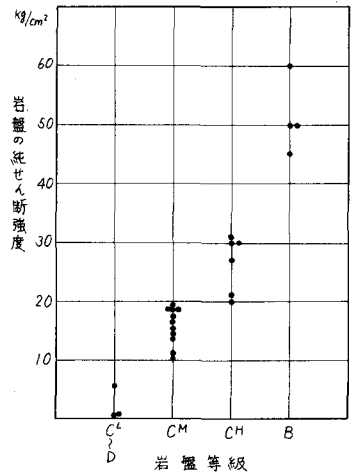


表-1-1 岩 盤 等 級 分 級 基 準  
(塊状岩盤を対象とする)

[illegible]

A proposed method of the classification  
of rock grades, in connection with bearing  
resistance of foundation rock.

Kokichi Kikuchi  
Kazuo Saito  
Daiei Inoue  
Department of Geology  
Technical Laboratory No.2  
Central research Institute of  
Electric Power Industry

#### Summary

This paper describes a new proposal for the classification of rock grades as follows.

- (i) Since uniaxial compressive strength of rock specimens of a massive rock under dry condition is in proportion to static modulus of elasticity in a range from hard to soft condition, the bearing resistance of massive rock foundation can be compared on an identical basis from soft to hard properties.
- (ii) A correlation between rock grades and values of properties is noticed, (the better the rock, the larger the values of properties), and the grades are closely related in particular, with both static modulus of elasticity and that of deformation. Thus, judgement on rock grades alone enables an approximate estimation for rock properties.
- (iii) Rebound of the Schmidt-Hammer is also related with the rock grades, in other words, better the rock, the higher the rebounding, and consequently, the Hammer is applicable to quantitative estimation of the rock grades.
- (iv) It is possible for engineers to grant objectivity to geological judgement by classifying geological factors which consist of classification of the rock grades.