

東 電 設 計 協 正会員 菊地宏吉
鹿島建設技術研究所 正会員 岡林信行
鹿島建設技術研究所 正会員 ○稲生道裕

1. はじめに

岩盤を対象とした構造物の設計には、岩盤物性の適正な評価が必要とされる。その方法として、岩盤を割れ目・風化度等の諸性質により工学的に分類し、分類した各等級ごとに各種の調査・試験を実施することにより、岩盤等級と物性値の対応づけをして設計に適用されてきた。しかしながら設計に対する総合的な適用基準は未だ完成されておらず、今後のデータの蓄積が急がれるのが現状である。

このような背景のもとに、ダム・地下発電所・大規模斜面・基礎等の工事で実施された硬岩及び中硬岩に関する試験データを収集・整理し、岩盤等級と岩盤物性との対応、岩石物性と岩盤物性との関係について検討した。今回は変形係数及びせん断強度について、菊地らによる分類¹⁾を用いて整理した。ここでは岩盤等級別物性値の標準の提案と、岩石物性（インタクトロック）と岩盤物性との相関性について報告する。

2. 物性値の検討

(1) 変形係数

数多くの地点で実施した岩盤変形試験のデータを集めて整理した。このうち設計に最もよく用いられる変形係数について岩盤等級が明確に記載されている約 510 のデータを用いた。岩盤等級別に整理して図-1 に示すが、岩種による差異は見られないので、等級別の全データを用いて平均値と標準偏差を求めた。（表-1 参照）この結果、設計用変形係数として表-1 に示す標準値が提案できる。

次に岩石物性と岩盤物性の関係を検討した。両者が対応しているデータは約 120 であり、その関係を求めるために変形特性比 R を提案し、下式のように定義した。

$$R = D / E \times 100 \quad (\%)$$

ここに、D：岩盤の変形係数 (kgf/cm^2)

(岩盤の変形試験による)

E：岩石の接線弾性係数 (kgf/cm^2)

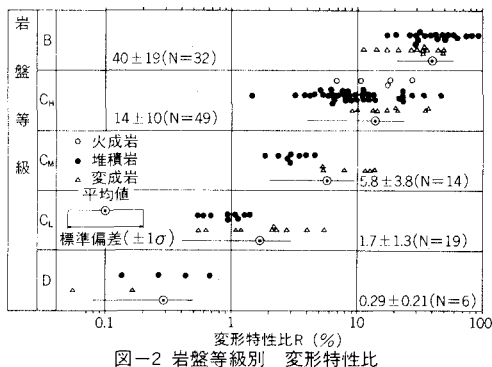
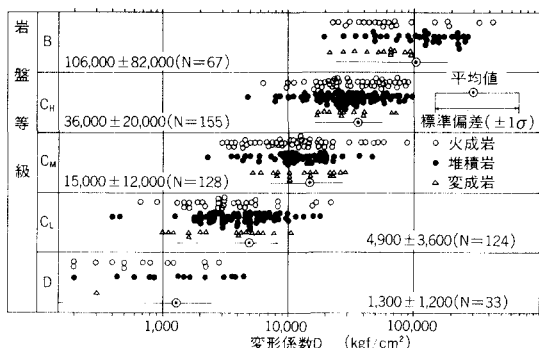
(岩石の一軸圧縮試験による)

これを岩盤等級別に整理して図-2 に示す。

岩種による差異はデータ数が少なく検討できないので等級別全データを用いて平均値と標準偏差を求めた。

表-1 変形係数・変形特性比一覧表

岩盤等級	変形係数 D kgf/cm^2		変形特性比 R %	
	データから求めた値	設計用提案値	データから求めた値	設計用提案値
B	$106,000 \pm 82,000$	70,000 以上	40 ± 19	40 (30~80)
C _H	$36,000 \pm 20,000$	20,000~70,000	14 ± 10	15 (7~30)
C _M	$15,000 \pm 12,000$	6,000~20,000	5.8 ± 3.8	6 (3~7)
C _L	$4,900 \pm 3,600$	2,000~6,000	1.7 ± 1.3	2 (0.5~3)
D	$1,300 \pm 1,200$	2,000 以下	0.29 ± 0.21	0.3 (0.1~0.5)



準偏差を求めた。(表-1参照)この結果、岩盤等級別の変形特性比として表-1に示す値を提案する。今後データが加われば多少の変動はあろうが、これは岩石試験で弾性係数を求めれば岩盤の変形係数を推定できる可能性を示唆するものである。

(2) せん断強度

数多くの地点で実施された岩盤せん断試験の結果(データ数約 360)を集め、岩盤等級別に整理して図-3~7に示す。岩種による差異は見られないので、等級別の全データを用いて直線回帰により破壊包絡線を求めると図中及び表-2に示すようになる。この結果、設計用の粘着力(c)と内部摩擦角(φ)として表-2に示す標準値が提案できる。

また、岩石と岩盤のせん断強度の関係については、既に一部報告済²⁾³⁾であるが、岩石物性から岩盤物性を推定する見通しが得られている。

3. おわりに

今回、菊地らによる分類と岩盤の変形係数・せん断強度の関係を整理したが、岩種による差異は見られず等級別物性の標準的な値が得られた。また変形特性比を求めることにより、岩石物性から岩盤物性を推定できる見通しも得られた。

今後の課題として次の事項があげられる。

- a. 今回は硬岩・中硬岩の領域を扱ったが、今後軟岩での検討が急がれる。
- b. 弾性波速度と岩盤等級との関係、岩石コアの超音波速度と弾性波速度との関係についての検討が必要である。

参考文献

- 1) 菊地宏吉, 斎藤和雄: 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, 発電水力No 147, 1977
- 2) 岡林信行, 稲生道裕, 大野清: トンネル周辺岩盤の破壊規準と支保の設計, 第15回岩盤力学シンポジウム, 1983
- 3) 同上: トンネル周辺岩盤の破壊規準の設定に関する一考察 応用地質Vol 24 No 1, 1983

表-2 せん断強度一覧表

岩盤等級	せん断強度 Ckgf/cm ² φdeg	
	データから求めた値	設計用提案値
B	$\tau = 15 + \sigma \tan 66^\circ$	$\tau = (15 \text{以上}) + \sigma \tan 65^\circ$
C _H	$\tau = 15 + \sigma \tan 57^\circ$	$\tau = (10 \sim 15) + \sigma \tan 55^\circ$
C _M	$\tau = 7.2 + \sigma \tan 55^\circ$	$\tau = (5 \sim 10) + \sigma \tan 55^\circ$
C _L	$\tau = 3.3 + \sigma \tan 45^\circ$	$\tau = (3 \sim 5) + \sigma \tan 45^\circ$
D	$\tau = 0.4 + \sigma \tan 22^\circ$	$\tau = (3 \text{以下}) + \sigma \tan 25^\circ$

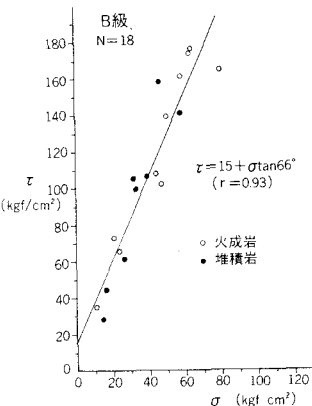


図-3 B級せん断強度

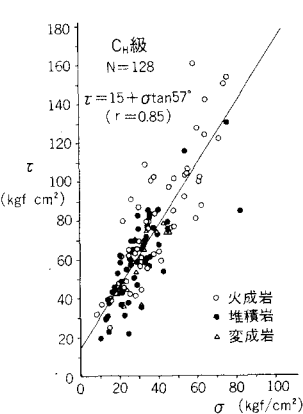


図-4 C_H級せん断強度

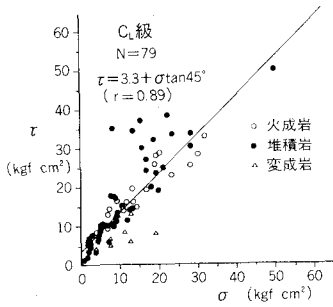


図-6 C_L級せん断強度

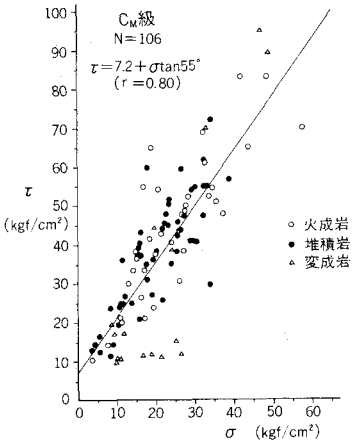


図-5 C_M級せん断強度

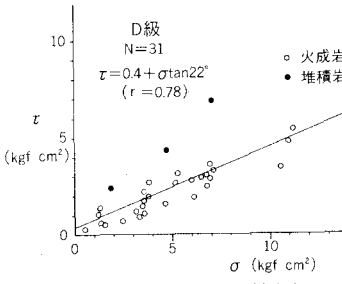


図-7 D級せん断強度