

山梨大学工学部 正員 箭内寛治
 千葉県土木部 " 〇増岡洋一
 山梨大学工学部 学生員 越地秀彦

1. まえがき

落石現象はその形態として、転石型落石（土斜面に埋没した石が落ちるもの）と浮石型落石（岩斜面が風化し表面から剥落するもの）に大別できる。特に後者の落石形態をとる斜面は、母岩が種々の風化作用を受けて、細かい節理の発達や露頭部の劣弱化をみることが多い。そして主な風化作用としては、凍結融解、乾湿湿潤、温度変化等、諸作用が掲げられるが、特に凍結融解作用は落石の起因となる最も重要な風化作用であると考えられる。この点に關して、筆者らは浮石型落石が1月～4月の凍結融解期に多く発生し、年間を通じてこの期に単位時間当りの連続落石も頻発することを指摘した。

そこで凍結融解作用による岩石の風化過程を検討する意味で、山梨県の落石多発地点の斜面からの採取岩に対して凍結融解作用を施し、力学特性の変化及び風化進行度を実験的に考察した。また同時に現場においてシュミットハンマー反発度を測定し、一軸圧縮強度との比較を行ない岩石に対するシュミットハンマーの適用性を検討した。

2. 岩石の指示物性とシュミットハンマー反発度の関係

実験に用いた岩石の種類及び採取路線を表-1に示す。A及びDはグリーンタフ帯からの産物であり、Eは中生層からの採取岩である。

図-1は岩石の指示物性として、縦軸に比重、横軸に吸水率をとり力学特性としてシュミット反発度と比較させてプロットしたものである。花コウ内緑岩の $W-G_s$ 関係は顕著でないが、これは風化・変質が進んでも長石・雲母が溶脱し石英が残ることになり、相対的に比重も265近くに落ちつくものと考えられる。 $W-R$ 関係はどの岩も良い相関を示し、同種岩であれば吸水率は岩石の力学特性を知る意味で重要な物性値となることを考察される。

番号	岩石名	採取地
A	変形安山岩	山梨県 橋・三珠線
B	花コウ内緑岩	〃 甲府・青森線
C	黒色硬質花崗岩	〃 甲府・青森線
D	玢岩	〃 甲府・横尾線
E	粘板岩・頁岩(砂岩)	〃 野辺・渡高線

表-1 採取岩石と路線名

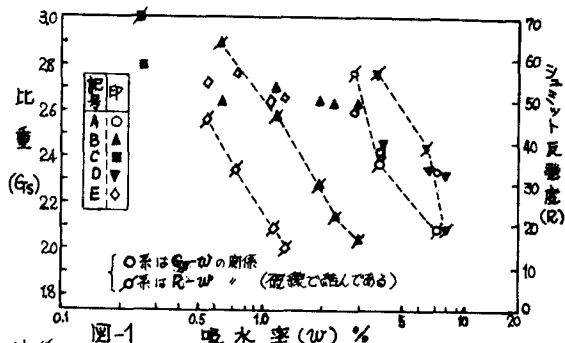


図-1

3. シュミット反発度、一軸圧縮強度、静弾性係数の関係

一軸圧縮試験に用いた試料はすべて気乾状態でない供試体す法は直径3.7cmを基準とし、長さば長径の約2倍の円筒形のものとした。試験に際し抵抗線歪ゲージにより歪測定を行ない静弾性係数 $E_{50}(50\% \text{ tangent moduli})$ を求めた。シュミット反発度と一軸圧縮強度との関係は図-2に示すように比較的良好な相関を得た。シュミット反発度と E_{50} の関係はB'（風化花コウ内緑岩）を除いて良好な相関を得ている。（図-3）

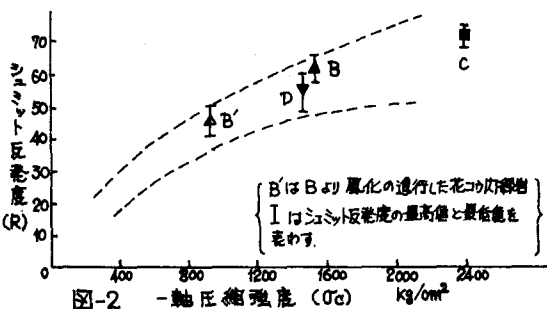


図-2

4. 凍結融解作用による一軸圧縮強さと風化度の変化

(i) 一軸圧縮試験片を表-2に示すプログラムにより100サイクルまで凍結融解作用を施し、各サイクル(50, 100サイクル)において一軸圧縮試験(気乾状態)を行なった。図-4にその結果(C~E)を示す。

硬質粘板岩のC試料を除きB, B', D試料はいずれも100サイクルの凍結融解くり返し作用により初期強度の約2%まで強度低下を引き起こしている。又、膨潤性岩である玢岩(D)、風化花こう閃緑岩(B')は凍結融解作用により著しい初期歪の増加をみている。図-3は作用前のE₅₀と100サイクル作用後のE₅₀の比較をみたものであるが、いずれの試料も静弾性係数は低下している。

		温度 ℃	時間 h
1 サイ クル	吸水→凍結		2
	凍結	-25	5
	凍結→融解		1
	融解(水)	80	4
	乾燥→吸水	40	12
Σ			24

表-2 凍結融解プログラム

(ii) 風化進行度を検討するにあたり、辺長5^{cm}の立方体の供試体を作成し、(i)と同様なプログラムで凍結融解作用を施した。進行度の評価は下式のような風化度を定義して求めた。10サイクル毎に試料の乾燥重量を測定して風化度を対数目盛にとりプロットしたのが図-5である。

$$\text{風化度I(\%)} = \frac{4.76^{\text{mm}} \text{フルイを通過する部分の乾燥重量}}{\text{最初の供試体の乾燥重量}} \times 100 (\%)$$

5. むすび

(1) シュミット反発度は岩石の力学的性質(一軸圧縮強さ・静弾性係数)との間に良い相関を示し、岩石にシュミットハンマーを適用することは簡便に岩石の物理的・力学的性質を知る上で有効な手段となる。

(2) 凍結融解作用による岩石の強度低下(一軸圧縮強さ)が確認された。吸水率の大きい岩石ほど、花こう閃緑岩では風化の進んだものほど、その影響を受けやすい傾向にある。

(3) 初期吸水率の大きい岩石は凍結融解作用によって風化度の上昇が著しく崩壊(風化度100%)しやすく、岩石が岩石の風化に起因するという観点からみると凍結融解作用の寄与はさきわめて大きいと考えられる。

〈参考文献〉 1. 山野隆康; フルグムに用いるロック材と軟岩の使用, 土と基礎, 28号 2. 斎藤菊地; シュミットロックハンマー反発度, 静弾性係数, 変形係数, 岩盤等価との関係について, 99回岩盤力学シンポジウム

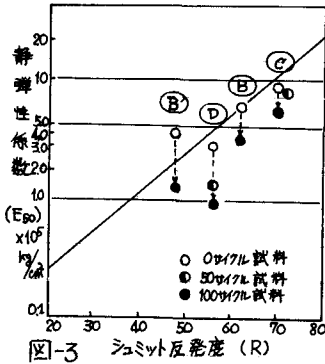


図-3 シュミット反発度 (R)

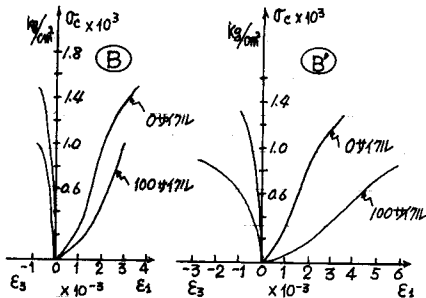


図-4

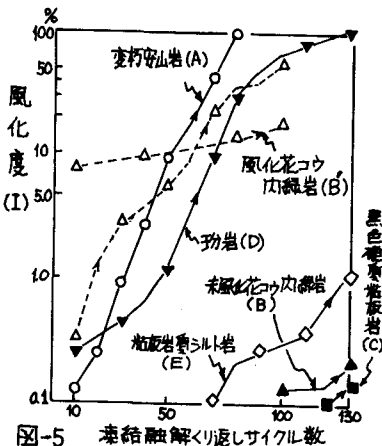
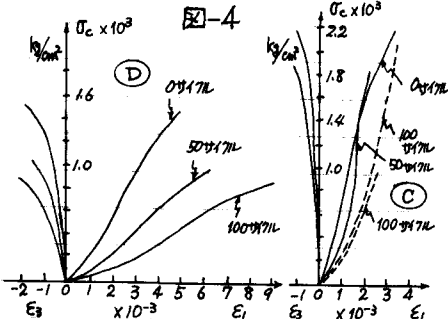


図-5 凍結融解くり返しサイクル数