

III-198

風化軟岩における弾性波速度 V_s と強度-変形特性との関係

(財)電力中央研究所 正会員 西 好一
前田建設工業(株) 正会員 O石黒 健

1. まえがき

近年、長大な切土のり面や斜面が風化作用を受けて脆弱化し崩壊に至る事例が数多く報告されている。¹⁾特に、泥岩や凝灰岩等の軟岩系材料は風化に対する耐久性が弱く脆弱化が早いと言われており、このような風化軟岩に対しては、斜面の問題に限らず、大型構造物等の風化岩盤立地における安定性の面からも、その力学的挙動に及ぼす風化作用の影響を解明することが急がれている現状である。本研究はこのような問題意識に基づき、軟岩の静的強度-変形特性に及ぼす風化の影響を実験的に調べたものである。特に、風化による脆弱化傾向の指標として弾性波速度 V_s に着目し、 V_s 値より求まるせん断剛性率 G_0 と静的パラメータとの関連性について論じた。さらに、この結果から数多くの現位置サンプリングを行うことなく、現位置 V_s 値により風化岩盤の物性値を推定する合理的評価手法の可能性を示した。

2. 実験方法

試料は第三紀中新世後期の珪藻質泥岩、および大谷石と通称される第三紀堆積の多孔質凝灰岩の2種類を用いた。また、大谷石については一軸強度約50kgf/cm²のsample Aと約30kgf/cm²のsample Bの2種類から成る。試料の物理的性質を表1に示す。実験は、直径5cm、高さ10cmの円柱形飽和供試体(以後インタクト試料と称す)に、図1に示す各種の人工的風化および自然気象風化を加えて風化軟岩を作成し、飽和状態にて弾性波速度試験、一軸圧縮試験を行った。

3. 実験結果および考察

図2、3は、弾性波速度試験より得られた V_s 値と供試体密度 ρ より次式

$$G_0 = V_s^2 \cdot \rho \quad (1)$$

にて計算したせん断剛性率 G_0 と一軸圧縮強度 q_u の関係を両対数紙上にプロットしたものである。多少のばらつきは認められるものの、両者は両対数紙上でほぼ線形的な関係を示す。また、図4、5は、 G_0 に対し静弾性係数 E をプロットしたものであるが、やはり同様の傾向が認められる。ただし、大谷石の E を決定する際には、

表1 供試体の物理的性質

	珪藻質泥岩	凝灰岩A	凝灰岩B
間隙比 e	2.72	0.65	0.72
乾燥密度 γ_d (g/cm ³)	0.60	1.39	1.36
湿潤密度 γ_t (g/cm ³)	1.32	1.77	1.77
含水比 w (%)	120.0	27.1	30.0
比重 G_s	2.27	2.40	2.40

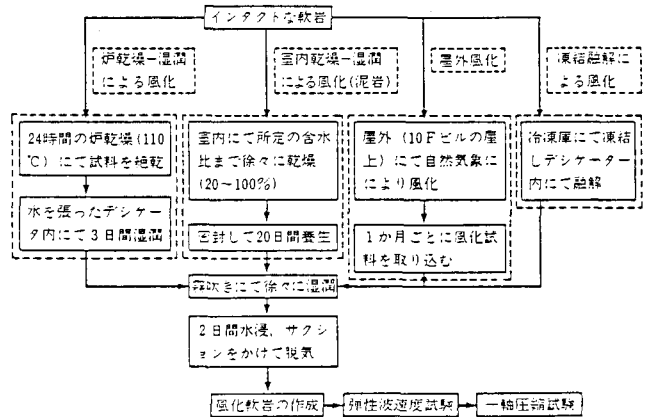


図1 実験のフロー

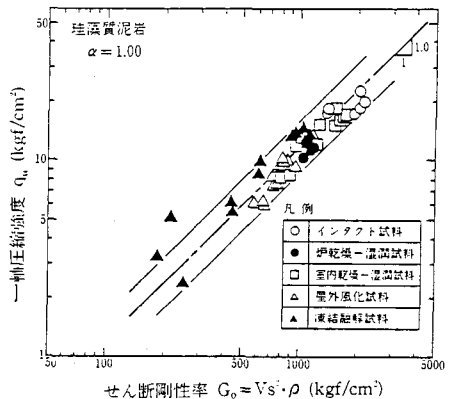


図2 せん断剛性率 G_0 と一軸圧縮強度 q_u の関係 (泥岩)

その応力-ひずみ曲線が、初期に直線部分の現われないハードスプリング型であるため、初期直線部が明瞭に現われる泥岩の場合のように E_{s0} にて計算せず、直線性が明確に現われる破壊ひずみの50～80%間の割線勾配をもって E とした。さて、図2～5の結果より、せん断剛性率 G_0 、一軸圧縮強度 qu 、静弾性係数 E の関係は次式にて近似される。

$$qu = A \cdot G_0^\alpha = A \cdot \rho^\alpha \cdot (Vs)^{2\alpha} \quad (2)$$

$$E = B \cdot G_0^\beta = B \cdot \rho^\beta \cdot (Vs)^{2\beta} \quad (3)$$

ここで A 、 B 、 α 、 β は材料定数であり、今回の実験結果より泥岩について $\alpha=1.00$ 、 $\beta=1.30$ 大谷石についてSample A； $\alpha=0.32$ 、 $\beta=0.56$ ，Sample B； $\alpha=0.46$ 、 $\beta=1.00$ を得た。ここで、筆者らは以前、試験時（飽和状態）の供試体密度 ρ が風化の前後で顕著な変化を示さない事を報告した。²⁾ 従って(2)、

(3) 式は

$$qu = C \cdot (Vs)^{2\alpha} \quad (4)$$

$$E = D \cdot (Vs)^{2\beta} \quad (C, D \text{ は材料定数}) \quad (5)$$

のように表現される。すなわち、一軸圧縮強度 qu と静弾性係数 E は、各々、弾性波速度 Vs の 2α 乗、 2β 乗との間に近似的な比例関係が成立する事になる。この関係から軟岩の材料定数 α 、 β の値が既知であれば、ある1本の供試体の qu 、 E 、 Vs 値（例えばインタクト試料の値）を求める事によって、任意の風化度を示す風化軟岩を各々サンプリングすることなく、その qu 、 E の値を Vs 値の計測のみによって推定することができる。このような評価手法を用いることにより、風化岩盤の物性値をより合理的に把握することが可能となり、また、サンプリングによる供試体の乱れを含まない形で原位置風化地盤の強度-変形特性を評価しようという点からも、その有用性を認めることができよう。

4. 結 論

- 1) 風化軟岩の一軸圧縮強度 qu 、静弾性係数 E と、弾性波速度 Vs より算出されるせん断剛性率 G_0 の間には、両対数紙上でほぼ線形的な関係が認められた。
- 2) 1)の結果から風化岩盤での原位置サンプリングを行わず、弾性波探査のみによってその物性を評価する手法の可能性が示された。

“参考文献”

- 1) 「切土のり面および斜面の風化と安定に関するシンポジウム」発表論文集（1985）
- 2) 西・石黒・西 「風化泥岩の動的変形特性」；第21回土質工学研究発表会概要集

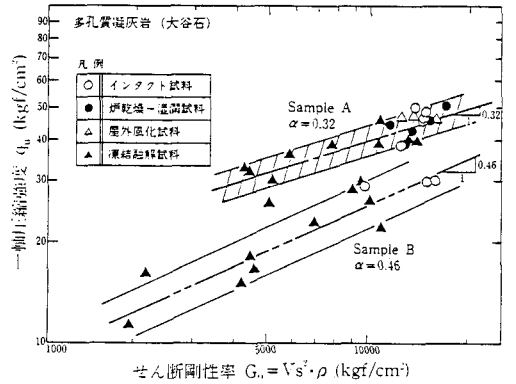


図3 せん断剛性率 G_0 と一軸圧縮強度 qu の関係（凝灰岩）

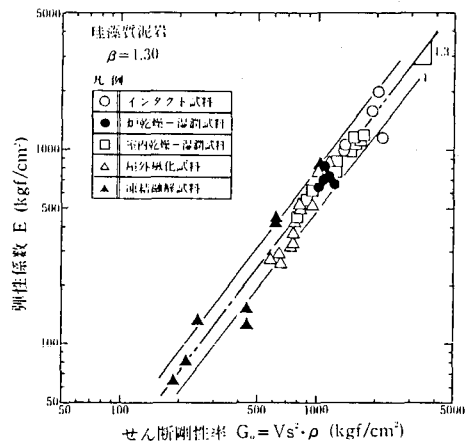


図4 せん断剛性率 G_0 と弾性係数 E の関係（泥 岩）

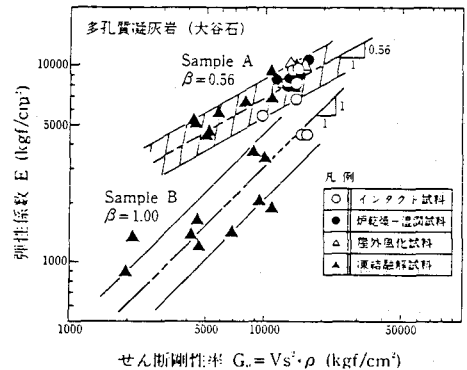


図5 せん断剛性率 G_0 と弾性係数 E の関係（凝灰岩）