

不攪乱火山灰質粘性土の力学特性における続成作用の影響

鳥取大学工学部 正 清水正喜

鳥取大学大学院 学 ○西田直人

1. 序論

火山灰質土は全国各地に分布しているが、練り返しによる強度やトラフィカビリティの低下という工学的な問題を有している。本研究は火山灰質粘性土の乱さない試料に対して標準圧密試験と圧密定体積一面せん断試験を行い、練り返した試料に対する結果と比較することにより火山灰質粘性土の力学特性における続成作用の効果について考察した。

表 1: 物理的性質

強熱減量 L_i (%)	10.27
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.661
液性限界 W_L (%)	89.6
塑性限界 W_P (%)	48.5
塑性指数 I_P (%)	41.1

2. 試料

青森県八戸市で採取された火山灰質粘性土（高館ローム）を用いた。現地表面からの深度約 7m で採取されたものである。主要な物理的性質を表 1 に示す。力学試験に用いた乱さない試料の初期間隙比は 1.9~2.1 と非常に高いことが特徴的である（表 2, 表 3 参照）。

3. 試験方法

乱さない状態と練り返した状態で標準圧密試験と圧密定体積一面せん断試験を行った。試験条件および主要な結果を表 2, 表 3 に示す。

同表において供試体は A3U-1 のようにブロックナンバー (A3), 状態 (U: 乱さない, R: 練り返した), 供試体ナンバー (1) のように表記し、区別している。

表 2: 標準圧密試験の主要な結果

供試体名	A3U-1	A3U-2	A3R	A4U-1	A4U-2	A4R
初期間隙比 e	1.999	2.11	1.677	1.924	1.924	1.632
初期含水比 W_o (%)	73.08	78.39	62.69	71.68	70.76	59.81
初期飽和度 S_r (%)	97.37	98.73	99.93	99.03	98.12	97.63
圧縮係数 C_c	0.71	0.75	0.166	0.691	0.646	1.065
圧密降伏応力 p_c (kgf/cm ²)	4.2	3.8	0.25	4.5	4.2	-

圧密試験: 同一ブロックから採取した乱さない 2 つの供試体を同じ条件で試験した。すなわち試料

の方向, 載荷荷重や載荷時間, 室温も同じである。これらの試料による試験が終了した後、含水比を変えないようにビニール袋に入れ、片手で 1 時間練り返した。

せん断試験: 別々の垂直応力で試験した乱さない試料を合わせて練り返したもの (A5R) と乱さない供試体を成形した際に生じた余った試料を練り返したもの (A5R') で行った。乱さない試料, 練り返した試料のいずれに対しても圧密圧力 σ'_c を $\sigma'_c > p_c$ または $\sigma'_c < p_c$ となるように選定した。

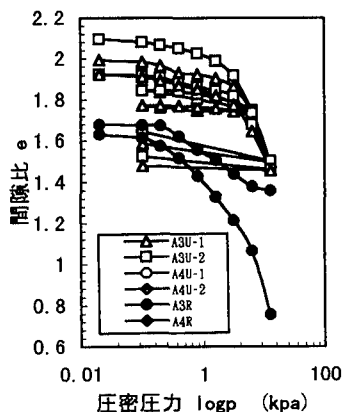
4. 結果

標準圧密試験によって得られた e - $\log p$ 関係を図 1 に、 m_v と p/p_c の関係を図 2 に示す。

- ・A3U-1 と A3U-2 に見られるように同一ブロックから採取したにもかかわらず初期間隙比や同一荷重における間隙比に差が生じることがある。
- ・練り返すと p_c は極端に小さくなり圧縮性が大きくなる。 $p > p_c$ の領域で特に顕著である（図 2）。

表 3: せん断試験の主要な結果 (せん断速度 0.1mm/min)

供試体名	A5U-1	A5U-2	A5R	A5R'
初期含水比 W_o (%)	77.65	75.96	62.08	74.28
初期間隙比 e_o	2.139	2.043	1.706	2.063
せん断抵抗角 ϕ' (°)	41.53	41.56	41.37	38.79
せん断応力のピーク τ_{max} (kgf/cm ²)	1.655	1.035	0.107	0.721
τ_{max} 時の垂直応力 $\sigma'_1 = \tau_{max}$ (kgf/cm ²)	3.024	1.289	0.16	1.216

図 1: 標準圧密試験 e - $\log p$ 関係

平均圧密圧力 $\bar{p}$ と圧密係数 c_v の関係を図3、図4に示す。 c_v は $\sqrt{t}$ 法により求めた。

- ・A3ブロック試料(図3)では、練り返すことにより c_v が低下している。A4ブロックの結果(図4)から、乱さない試料は $p > p_c$ において練り返したときの c_v より小さくなっている。両ブロックで練り返すことによる c_v - $\bar{p}$ 関係への影響に顕著な特性が見られない。練り返しの方法や、その時の含水比に依存しているためと思われる。

せん断試験によって得られた有効応力経路を図5に示す。

- ・乱さない試料は過圧密と正規圧密の両方の領域で試験を行ったにもかかわらずせん断応力の増加にともない垂直応力がいずれの場合でも減少する傾向にある。すなわち負のダイレタンスを生じているのがわかる。
- ・同じ圧密圧力 σ'_v で圧密した場合、練り返すことによって τ の最大値は低下する。しかし練り返しの有無によらずほぼ同一の破壊包絡線が引ける。有効応力による強度定数は練り返しによって大きく低下しないと言える。

5. 結論

本研究で用いた青森県の高館ロームは高い間隙比を有し、推定先行圧密圧力に比べて非常に大きい p_c を発揮する。練り返しによって p_c は低下する。同じブロック内においても土の性質が変わることがある。圧密係数 c_v は $p < p_c$ のとき両者の間に差はほとんどない。 $p > p_c$ のとき乱さない試料の c_v は減少し、練り返した試料の c_v より小さくなることもある。乱さない試料の持つ続成作用の影響は過圧密領域における低い圧縮性と高いせん断強さに表れるが、有効応力に関するせん断抵抗角にはそれほど影響を与えないことがわかった。

謝辞 本研究で用いた試料は八戸工業大学教授 諸戸靖史先生より提供していただいた。謝意を表します。

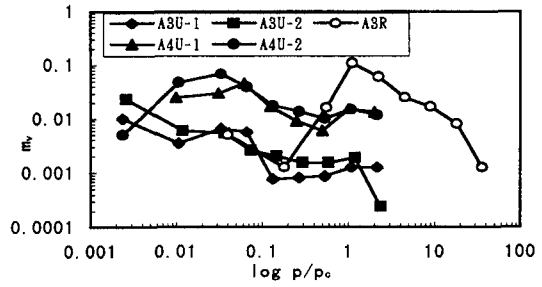


図2: mv と $\log p/p_c$ の関係

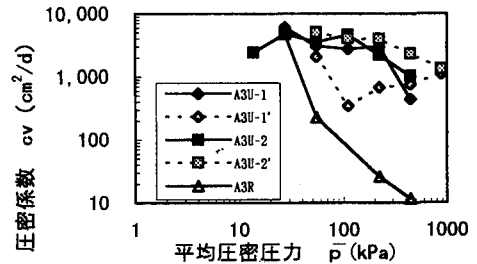


図3: 圧密係数 (A3ブロック)

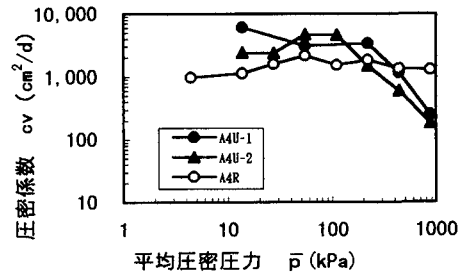


図4: 圧密係数 (A4ブロック)

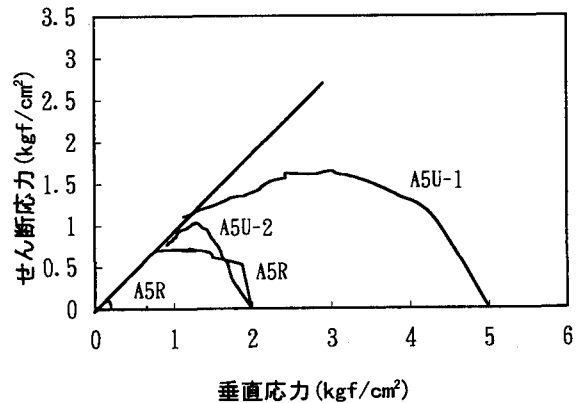


図5: 有効応力経路 (圧密定体積せん断試験)