

不飽和青葉山ロームのせん断強度に関する研究

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○小川 元

東北大学大学院工学研究科 正 会 員 風間基樹・渦岡良介・仙頭紀明

1. 序論

火山灰質粘性土（ローム土）は特殊土の一種であり、在来の土質工学の手法だけでは力学的特性の把握が困難であり、しばしば実際の現場で問題が生じる土である。火山灰質粘性土の強度を評価する際、自然状態では多くの場合不飽和であるため、サクシオンを考慮する必要がある。これまで、火山灰質粘性土に関する研究^{1),2)}が行われているが、乱さない試料でサクシオンを考慮した試験は非常に少なく、サクシオンが強度に及ぼす影響についてほとんど解明されていない。本研究では、仙台市内に分布する火山灰質粘性土を用いて、サクシオンを計測できる一軸圧縮試験を行い、サクシオンが乱さない・乱した試料の圧縮強度に及ぼす影響を調べた。

2. 火山灰質粘性土試料の採取

本研究で対象とした試料は、主に宮城県の青葉山に分布している青葉山ロームである。サンプリングを行った位置は写真-1に示すA、B地点である。また、現地におけるスウェーデン式サウンディング試験（SS試験）の結果を図-1に示す。サンプリングは、A地点で2回、B地点で1回行った。2回に分けて行ったA地点間は約2mである。それぞれの地点で7～8本の試料をサンプリングした。サンプリングにおいて、試料が乱れないようネイルサンプラーで採取し、モールドに入れてラップで封をして静かに運搬した。供試体は試験直前に取り出してトリミングを行い成形した。

3. 試料の物理特性

サンプリングした乱さない試料の物理特性を表-1、粒度分布を図-2、水分特性曲線を図-3に示す。なお、A地点は2回に分けてサンプリングを行ったのでA₁とA₂と記述している。どの地点についても同じような粒径加積曲線を示すが、自然含水比 w_n や乾燥密度 ρ_d 及び水分特性曲線から、AとBは同じ青葉山ロームでも異なる物理性質を持つことがわかる。

4. 力学試験

表-2に試験を行った試料の初期状態と実験ケース及び結果を示す。表-2において、 w_n^+ は初期サクシオンを低下させるために供試体を装置に設置後、

水分を吸収させて意図的に含水比を高めた供試体である。試験装置には不飽和三軸土用に改良した三軸試験機を用いた。図-4に試験装置の概要を示す。載荷速度は、試料の透水係数を考慮した上で0.005%/minと十分遅い値を設定した。排気及び排水条件に関しては非排気非排水条件を採用した。

Case w_n とCase w_n^+ の乱した試料に関して、表-2の試験結果から、初期含水比が上昇した結果、初期サクシオン及び破壊時サクシオンが低下し、それに伴って強度が低下していることが認められた。

図-5にCase w_n の乱さない試料の有効応力経路を示す。この図から、初期サクシオンが大きいと破壊時の強度も大きいことが確認できる。しかし、A₂-3とB4のように、初期サクシオンが同じ値でも破壊時の強度に差が生じる場合があった。これは、図-6に示すせん断中のサクシオン挙動を見ると、A₂-3の方はせん断初期段階にサクシオンが増加しているが、B4の方は破壊時までサクシオンの増加がみられなかったことが影響していると考えられる。

5. 結論

本研究の結論は以下のとおりである。

- (1) 試料の飽和度が高いと初期サクシオン及び破壊時サクシオンが低下し、それによって強度が低下することが確認された。
- (2) 強度は初期サクシオン及び破壊時サクシオンのみならず、圧縮中の間隙水圧の挙動にも影響を受ける。

参考文献

- 1) 地盤工学会東北支部：東北地方の地盤工学，pp.53-71，1997.
- 2) 清水正喜，風間基樹：火山灰質粘性土の工学的性質，土と基礎，Vol.53，No.12，pp.107-114，2005.

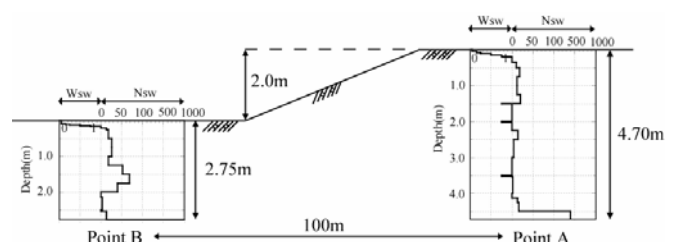


図-1 サンプリング調査位置及び SS 試験結果



写真-1 サンプル調査位置上空写真

表-1 乱さない試料の物理特性

Point	w_n (%)	ρ_d (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	w_L (%)	w_p (%)	I_p (%)
A ₁ -1	39.2	1.254				
A ₁ -2	39.0	1.287				
A ₁ -3	42.9	1.232	2.680	78.2	30.8	47.5
A ₁ -4	41.8	1.203				
A ₁ -5	39.9	1.231				
A ₂ -1	36.8	1.302				
A ₂ -2	37.7	1.270				
A ₂ -3	37.5	1.278	2.677	73.7	35.1	38.6
A ₂ -4	39.4	1.267				
B1	31.4	1.382				
B2	31.3	1.374				
B3	29.8	1.396	2.659	70.6	26.1	44.5
B4	30.6	1.401				

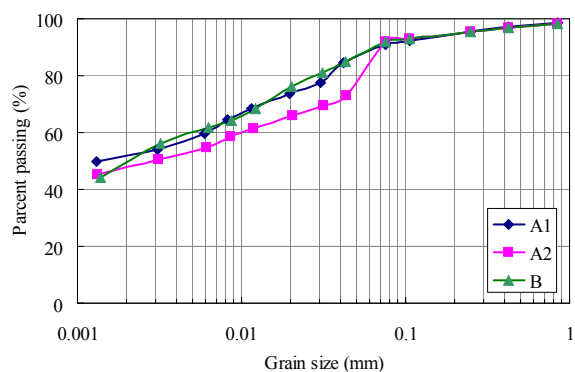


図-2 試料の粒径加積曲線

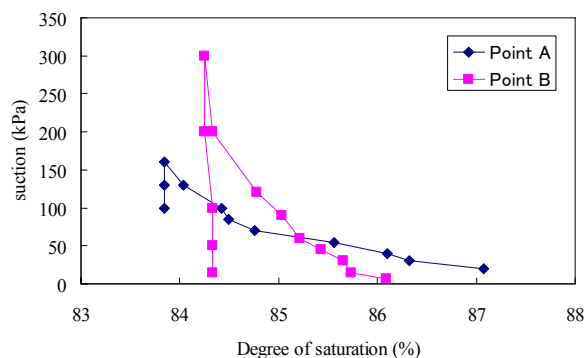


図-3 乱さない試料の水分特性曲線

表-2 試験 Case 及び試験結果

Case	Point	disturbed or undisturbed	w (%)	s_0 (kPa)	s_f (kPa)	q_u (kPa)	E_{50} (MPa)
w_n	A ₁ -4	undisturbed	41.8	38.9	33.2	147.3	5.9
	A ₂ -1		36.8	15.8	31.5	149.7	9.0
	A ₂ -3		37.5	8.7	34.6	157.5	9.1
	B4		30.6	9.4	15.8	82.2	4.4
	A ₁ -4	disturbed	41.6	26.3	20.8	86.2	7.1
	A ₂ -1		35.4	27.3	25.0	135.4	6.7
	A ₂ -3		37.5	25.9	27.4	129.3	5.2
	B4		31.1	12.0	10.1	46.7	3.3
w_n^+	A ₁ -4	disturbed	42.4	4.6	6.9	72.3	11.4
	A ₂ -1		37.9	2.4	3.8	74.0	8.4

s_0 : 初期サクシオン
 s_f : 破壊時サクシオン

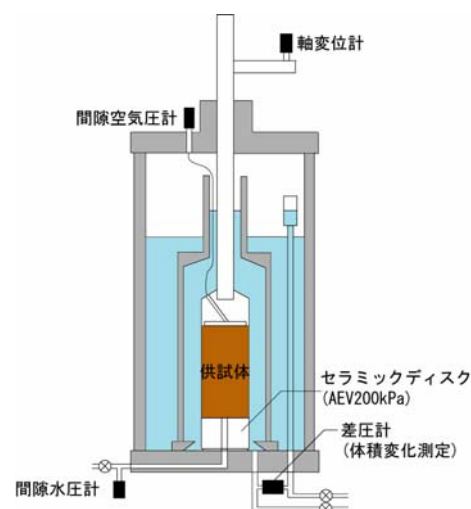


図-4 不飽和土用三軸試験機

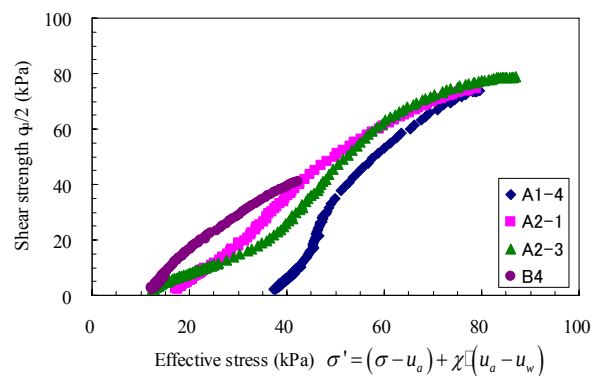


図-5 乱さない試料の有効応力経路

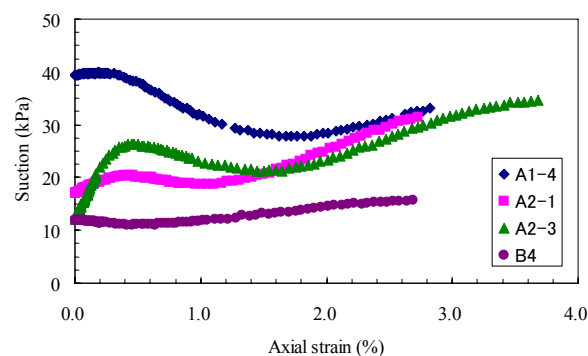


図-6 乱さない試料のサクシオン挙動