

基底応力，サクシオンが八戸ロームの体積変化挙動に及ぼす影響

八戸工業高等専門学校 正会員 ○清原 雄康

東北大学大学院工学研究科 フェロー会員 風間 基樹

1. 目的

不飽和状態下の体積変化挙動は，基底応力とサクシオンの影響を受けることが知られている．本研究では，攪乱，不攪乱八戸ロームを用いて，これまで著者らが行ってきた拘束圧ゼロの状態下での不飽和排気非排水(UU) 三軸試験に加え，排気排水(UD)不飽和三軸試験を行い，体積変化に及ぼす基底応力，サクシオンの影響を把握した．

2. 実験方法

実験に用いた八戸ロームは，八戸市内の切土斜面からネイルサンプラー(φ9×15cm)を用いて採取し，トリガーとマイターボックスでφ5×10cmに成形し不攪乱供試体とした．攪乱土は不攪乱土作製の際に生じた削りくずを含水比 30%程度に風乾させてほぐし，その後不攪乱土と同じ乾燥密度になるよう，タンパー(100N)で突き固めて作製した．表 1，図 1 にローム土の基礎性状および粒度分布を示した．今回採取した不攪乱土の圧密降伏応力は 100～300kN/m²であった．

三軸試験装置は二重セル式とし，体積変化は内セルの水位変化量をギャップセンサーで計測する方式とし，セラミックディスクは AEV が 300kPa のものを使用した．試験条件は表 2 に示したように拘束圧を 0kN/m²，空気圧を制御して初期サクシオンを 0，50，90kPa とし，各ケースで供試体からの水分移動が安定してから，せん断試験を行った．ひずみ速度は UU 条件，UD 条件でそれぞれ 0.003mm/min，0.0005mm/min とした．サクシオン 0 kPa の時は飽和非排水試験の手順に準じた．

3. 実験結果

図 2，図 3 に不飽和三軸試験から得られた不攪乱，攪乱土の軸ひずみに対する主応力差，サクシオン，体積ひずみの関係をそれぞれ示した．不攪乱土では，初期サクシオン 50，90kPa において，UU 条件ではサクシオンは低下する傾向にあり，主応力差は UD 条件の方が UU 条件より大きい値をとった．攪乱土ではサクシオンの変化は比較的小さく，UD，UU 試験条件の違いによる強度差は小さかった．体積ひずみは，不攪乱土の飽和 UD 試験でせん断開始時から収縮傾向にあった以外は，破壊時まではやや膨張しその後収縮に転ずる傾向にあった．

主応力差が最大値をとるまでのデータから，式(1)に従って基底応力，サクシオンが体積変化に及ぼす割合を決定

表 1 八戸ローム基礎性状

ρ_s (g/cm ³)	2.707
D ₂₀ (mm)	0.0045
D ₅₀ (mm)	0.130
液性限界(%)	47.1
塑性限界(%)	39.3
塑性指数(%)	7.8
収縮限界(%)	25.6

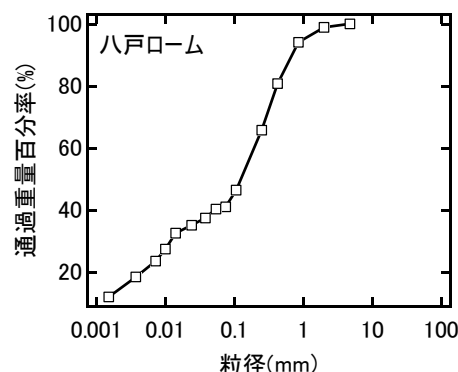


図 1 八戸ロームの粒径加積曲線

表 2 不飽和三軸試験条件および供試体初期性状

圧力条件		排水条件		供試体作製時					排水条件		供試体作製時				
空気圧 (kPa)	拘束圧 (kN/m ²)	試料	非排水 UU 名称	含水比 (%)	ρ_t (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	間隙比 e	Sr (%)	試料	排水 UD 名称	含水比 (%)	ρ_t (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	間隙比 e	Sr (%)
0	0	不攪乱	FUUc0s0	63.9	1.61	0.98	1.75	98.8	不攪乱	FUDc0s0	62.4	1.47	0.91	1.98	85.1
50	0	八戸	FUUc0s50	64.0	1.48	0.90	2.00	86.8	八戸	FUDc0s50	59.5	1.62	1.01	1.67	96.3
90	0	ローム	FUUc0s90	58.5	1.58	1.00	1.72	92.2	ローム	FUDc0s90	63.9	1.51	0.92	1.95	88.8
0	0	攪乱	KUUc0s0	40.8	1.40	1.00	1.71	64.5	攪乱	KUDc0s0	30.2	1.31	1.01	1.69	48.4
50	0	八戸	KUUc0s50	28.6	1.38	1.07	1.53	50.6	八戸	KUDc0s50	31.2	1.34	1.02	1.64	51.5
90	0	ローム	KUUc0s90	36.4	1.29	0.95	1.86	52.9	ローム	KUDc0s90	31.3	1.32	1.01	1.68	50.4

キーワード 不飽和土，三軸試験，火山灰質粘性土

連絡先 〒039-1192 青森県八戸市田面木字上野平 16-1 八戸工業高等専門学校 TEL 0178-27-7367

した. m_1^a はせん断過程でサクシオンを一定に保てる排水試験結果から, 式(1)の第2項をゼロとして決定した. そして m_1^a を決めてから, m_2^a を UU 試験結果から決定した

$$\frac{dV_a}{V_0} = m_1^a \cdot d(\sigma - u_a) + m_2^a \cdot d(u_a - u_w) \quad (1)$$

ここで, V_a : 間隙体積, V_0 : 供試体体積, m_1^a : 基底応力由来の体積変化係数, m_2^a : サクシオン由来の体積変化係数, σ : 平均全応力, u_a : 間隙空気圧, u_w : 間隙水圧である.

図4に不攪乱および攪乱試料のサクシオンと m_1^a , m_2^a の関係を示した. m_1^a は設定サクシオン 0kPa の飽和試料では, -0.003 [1/kPa] の膨張傾向を示した. サクシオン 50, 90 kPa では, 約 0.0003 [1/kPa] とわずかなはあるが収縮傾向を示し, 基底応力に対する体積変化は, 飽和試料の約 1/10 に低減した. m_2^a はいずれのケースでも 0.0003~0.0005 [1/kPa] であった. 不攪乱土での m_1^a と m_2^a は拘束圧のない条件では非常に小さく, 基底応力, サクシオンに対してほとんど変化しないことが分かった.

攪乱試料では設定サクシオン 0kPa の飽和試料では 0.008 [1/kPa], サクシオン 50, 90 kPa の試料では, 0.001, 0.0001 [1/kPa] の収縮傾向を示した. m_2^a は -0.003~0.005 [1/kPa] であった. そしてサクシオンが増加するにつれ, m_1^a , m_2^a は低下する傾向にあった. m_1^a はいずれのサクシオン条件でも収縮側に作用したが, m_2^a は 50kPa 付近から収縮から膨張側へと傾向が変化した.

4. まとめ

一軸条件下における攪乱, 不攪乱八戸ロームの UU, UD 不飽和三軸試験から応力ひずみ関係の挙動把握を行った. m_1^a , m_2^a は土粒構造が発達している不攪乱土ではほとんど変化せず 0.0003 [1/kPa] 程度であった. 攪乱土ではサクシオンが増加するにつれ, m_1^a , m_2^a とも低下し, サクシオン 50kPa 付近で基底応力とサクシオンの体積変化に寄与する傾向が把握出来た. 今後は拘束圧条件下での体積変化特性の把握が必要である.

謝辞

本研究に関連し平成 19 年度科学研究費補助金 (若手(B)課題番号 18760365) の援助を受け, ここに感謝の意を表します.

参考文献

- ・ 清原雄康, 風間基樹: 攪乱・不攪乱八戸ロームの不飽和せん断強度特性, 第42回地盤工学研究発表会, pp.759-760, 2007.
- ・ Fredlund, D. G. and Rahardjo, H.: Soil Mechanics for Unsaturated Soils, John Wiley & Sons, pp.250-253, 1993.

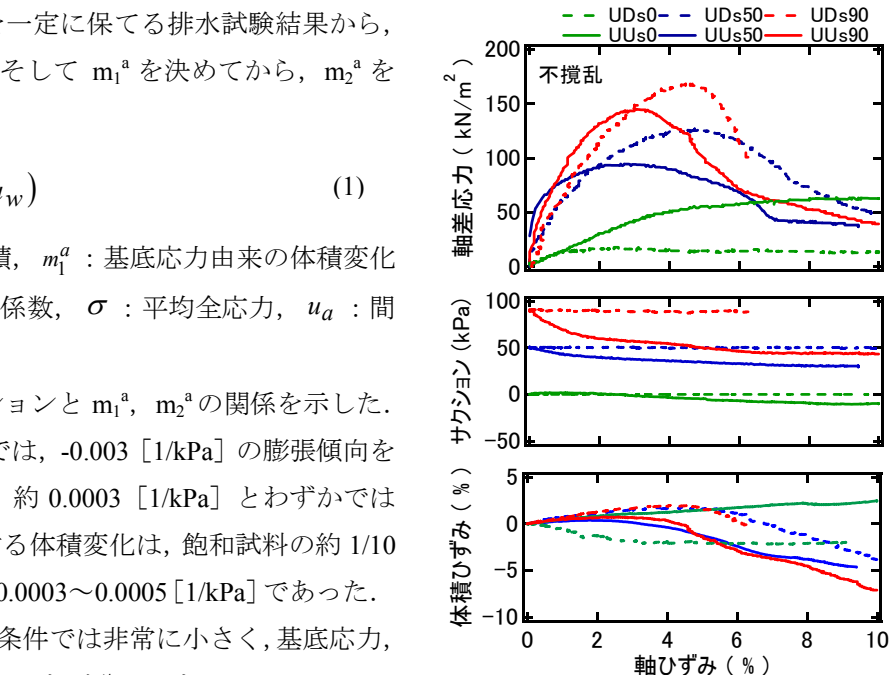


図2 不攪乱土の軸ひずみに対する主応力差, サクシオン, 体積ひずみの関係

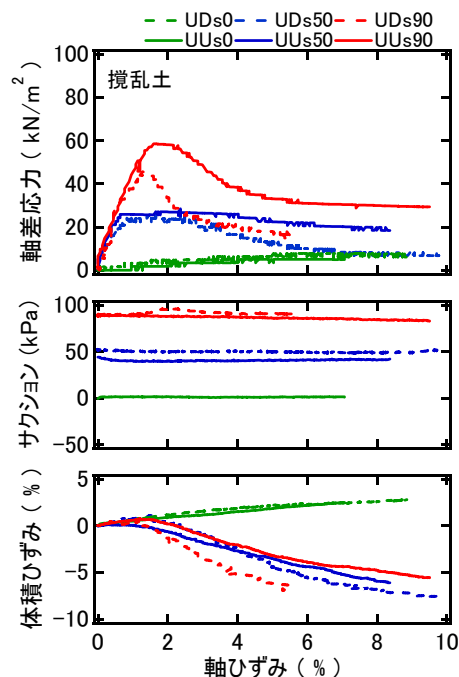


図3 攪乱土の軸ひずみに対する主応力差, サクシオン, 体積ひずみの関係

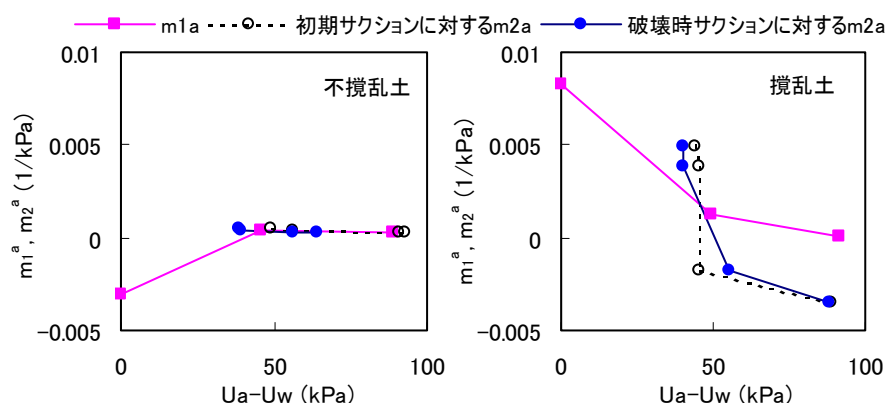


図4 サクシオンに対する m_1^a と m_2^a の関係