

小ひずみ領域における不飽和粘性土の力学特性

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○中村 公一
 長岡技術科学大学 正会員 豊田 浩史
 長岡技術科学大学大学院 SRAMOON WILAILAK
 長岡技術科学大学大学院 TRAN TUAN KHANH

1. 目的

飽和土では微小ひずみ領域から破壊に至るまでの変形特性を調べる必要性から、これまで様々な研究が成されてきた¹⁾²⁾。しかし不飽和土の力学特性については、これまで主に破壊について研究されてきたため、小ひずみ領域について検討された例は少ない。そこで、本研究では微小ひずみを測定可能な試験機を用いて、サクシジョンが異なる単調載荷の排気・排水三軸圧縮試験を行い、不飽和土の小ひずみ領域における力学特性を検討した。

2. 試験概要

図1に不飽和土サクシジョン制御試験機の概要を示す。軸方向、直径方向共に微小ひずみは非接触型変位計（GS）を用いて測定した。これは等方圧密後、また脱水後における供試体の変形に対応するためである。軸方向は供試体側面に2つのターゲットを図のように取り付け、この2点間距離を測定した。横方向は供試体中央部直径方向にターゲットを2つ取り付け測定した。サクシジョンは加圧板法で制御し、供試体上部より空気圧をかけ、排水は供試体下部のセラミックディスクより行った。軸ひずみは供試体片面のみで測定するため、供試体が一様に変形しているか確認する必要がある。そこで Target を供試体上部の両側に取り付けせん断試験を行った。その結果を図2に示す。図より両側の軸ひずみはほぼ同じであり、供試体は一様に変形していることが確認できた。

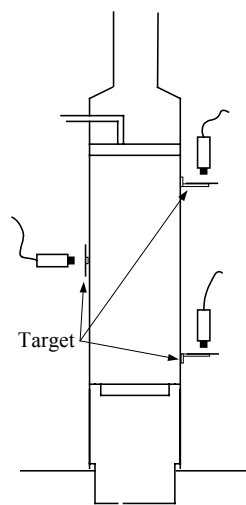


図1：試験機概要

試料は、新潟県柏崎市米山付近より採取した練返し粘性土（ラテライト系粘土）を用いた。米山粘性土の物理的性質を表1に示す。応力履歴を明確にするため、以下のような手順を経て不飽和供試体を作製した。気乾状態の試料に蒸留水を加えスラリー状にした後脱気し、一次元圧密容器により 50kPa の圧力で予圧密した。その後、作製した飽和状態の土塊を直径 50mm、高さ 125mm に成形し、不飽和土三軸試験機に設置した。二重負圧法で飽和した後等方圧密を行い、その後加圧板法により不飽和化した。

不飽和土のせん断試験は側圧一定サクシジョン一定試験（CS 試験）を行った。条件は基底応力（ p_{net} ）を 100kPa、サクシジョン(s)を 100kPa、200kPa、400kPa、せん断速度を 0.0025mm/min とした。飽和土のせん断試験は側圧一定排水試験（CD 試験）を行った。条件は平均有効主応力(p')を 100kPa、せん断速度を 0.01mm/min とした。

表1：米山粘性土の物理的性質

ρ_s	wl	IP	Clay	Silt	Sand
2.730	52.4	22.5	23.6	57.0	19.4

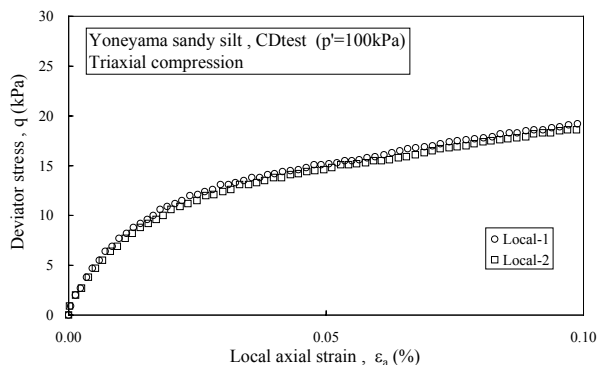


図2：軸ひずみの比較

キーワード 不飽和土 微小ひずみ 弾性係数 三軸試験 サクシジョン

連絡先 〒940-2136 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 地盤工学研究室 TEL：0258-47-1611(6314)

3. 試験結果

それぞれのサクシオンにおける三軸圧縮試験時の軸ひずみ ε_a と軸差応力 q の関係を図3に示す。図より微小ひずみの領域においても、サクシオンによる強度の増加がみられる。

それぞれのサクシオンにおける三軸圧縮試験時の割線弾性係数 $E_{sec}(q/\varepsilon_a)$ と、軸ひずみ ε_a の関係を図4に示す。 q は軸差応力、 ε_a はGSで測定した軸ひずみである。図より、弾性係数のサクシオンおよびひずみ依存性が顕著である。また、 ε_a が0.01%以下では弾性係数がほぼ一定になる傾向を示している。

それぞれの軸ひずみレベルの弾性係数にあたるサクシオンの影響を評価するため、図5、6に横軸にサクシオン、縦軸に弾性係数を正規化した E/E_{sat} を示す。ここで E_{sat} は飽和土の弾性係数であり、 E は各サクシオンの弾性係数である。図5は軸ひずみが0.01%から0.1%までを示し、図6は軸ひずみがそれ以上増加した場合を示している。またここで軸ひずみが1.5%まではGSによって測定し、それより大きい軸ひずみでは外部変位計によって測定した。図5、6より、軸ひずみが0.01%から0.1%までは E/E_{sat} は増大し、以降は軸ひずみの増加と共に E/E_{sat} は減少していく。

4. 結論

不飽和粘性土の小ひずみ領域における力学特性を検討した結果、次のことがわかった。

- (1) 不飽和土の弾性係数はサクシオンおよびひずみ依存性がある。
- (2) ε_a が0.01%以下での弾性係数はほぼ一定になる傾向を示している。
- (3) 飽和土の弾性係数によって正規化された E/E_{sat} は軸ひずみが0.01%から0.1%までは増大し、以降は軸ひずみの増加と共に E/E_{sat} は減少する。

〈参考文献〉

- 1) 黄・三田地・澁谷・館市：微小ひずみレベルから破壊に至るまでの乱さない粘土の変形と非排水強度特性，土木学会論文集，No.589/III-42，pp305-319，1998。
- 2) 後藤・龍岡・朴・Teachavorasinskun・末岡：土の変形特性と拘束圧依存性，第28回土質工学研究発表会，pp577～578，1993。

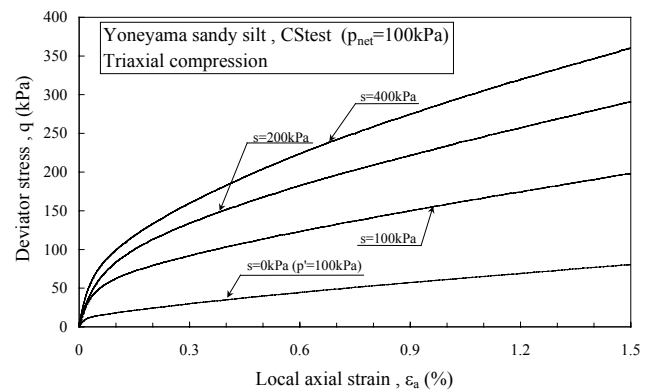


図3：軸ひずみ－軸差応力関係

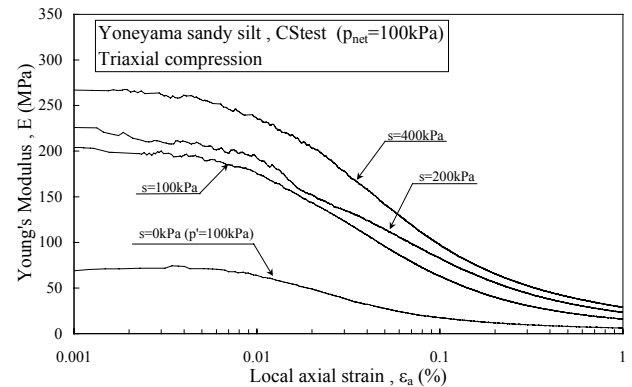


図4：軸ひずみ－割線弾性係数関係

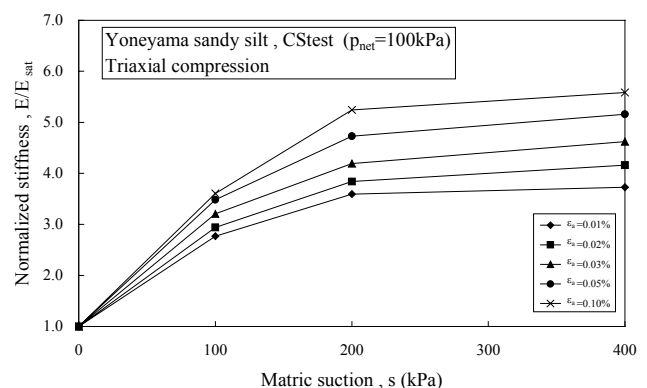


図5：サクシオン－正規化された弾性係数関係
($\varepsilon_s = 0.01 \sim 0.1\%$)

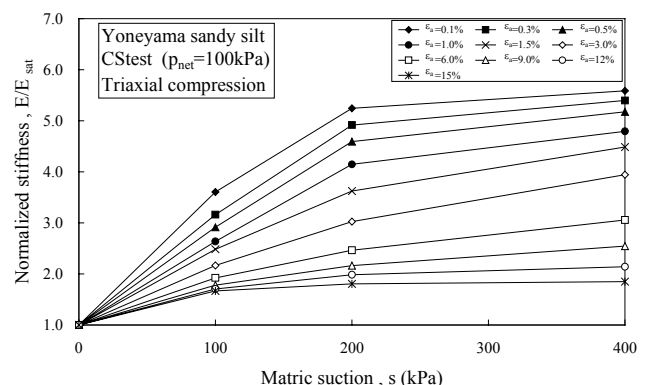


図6：サクシオン－正規化された弾性係数関係
($\varepsilon_s = 0.1 \sim 15\%$)