

高サクションを受けた不飽和シルトのせん断強さ

足利工業大学 学生会員 金 志煥
 足利工業大学 正会員 西村 友良
 総合地盤研究所 非会員 松本 政文

1 まえがき

地表面からの土中水の蒸発、降雨浸透、気温の変化が繰り返されることで土の構造やせん断抵抗力は変化し、風化・劣化につながる。この自然環境の要因の内、土中水の蒸発は湿度の変化に依存するといえる。湿度と土のせん断強さに関する実験的研究報告は少なく、試験方法の確立およびデータの蓄積が必要である。そこで本研究では締固めた不飽和シルトに 75%の湿度環境下で高サクションを作用した。その後非排気・非排水三軸圧縮試験を行い、応力-ひずみ曲線ならびに強度定数について明らかにしている。

2 試料と実験方法

2.1 試料 試料には粒度分布が均一で、最大粒径が 0.1mm の非塑性シルトを用いた。含水比を 10%に調整した後、モールド内で目標間隙比を 0.91 として静的に締固めた。供試体の初期寸法は、直径 5cm、高さ 10cm である。供試体を湿度 75%、温度 20℃に設定した恒温恒湿槽内に静置した。供試体の上端、下端にはポーラスストーンおよびアクリル円筒を置き、全体をゴムスリーブで覆った。湿度 75%、温度 20℃の環境は図-1 のサクションと湿度の関係からサクション 39MPa になる。サクション制御のための養生期間を一カ月以上とした。39MPa のサクションを受けた供試体の含水比は 0.4%程度となり、水分量がかなり減少している。

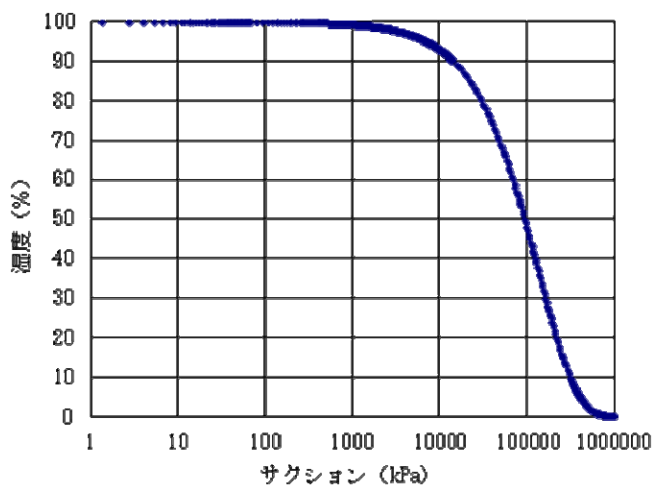


図-1. サクションと湿度の関係

2.2 試験機と試験手順 本実験には図-2 に示す体積変化測定可能な二重セル構造の三軸圧縮試験機を用いた。供試体の体積変化は内セル上部に取り付けた非接触型変位計を用いて計測した。三軸室に高サクションに平衡した供試体をセットし、ダイヤルゲージ、荷重計、セル圧計の初期値を読み取り、配管経路の全ての弁を閉じて、非排気・非排水状態とした。軸ひずみ速度は毎分 0.013%とした。軸圧縮過程前の側方方向応力は 50kPa、100kPa、200kPa とし、間隙空気圧は大気圧としたので基底応力は 50kPa、100kPa、200kPa である。ただし、試料キャップ付属の弁を開放し基底応力を 0kPa とした排気条件の三軸圧縮試験も行っている。

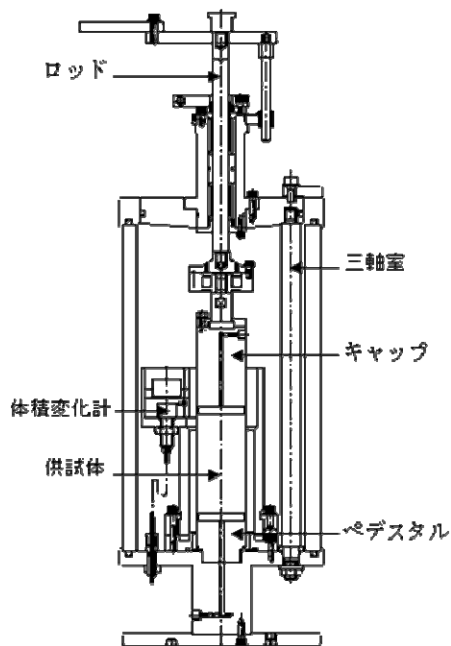


図-2. 三軸圧縮試験機

3 試験結果

3.1 応力-ひずみ関係 図-3 に基底応力が異なる応力-ひずみ曲線を示す。どの基底応力であっても、軸圧縮開始とともに軸差応力が直線的に増大している。軸圧縮が進行するにつれて徐々に軸差応力の増加割合が小さくなり、基底応力が 50kPa、100kPa の場合に軸ひずみ 1.6%以内で最大軸差応力

キーワード 不飽和土, 三軸圧縮試験, 蒸気圧法

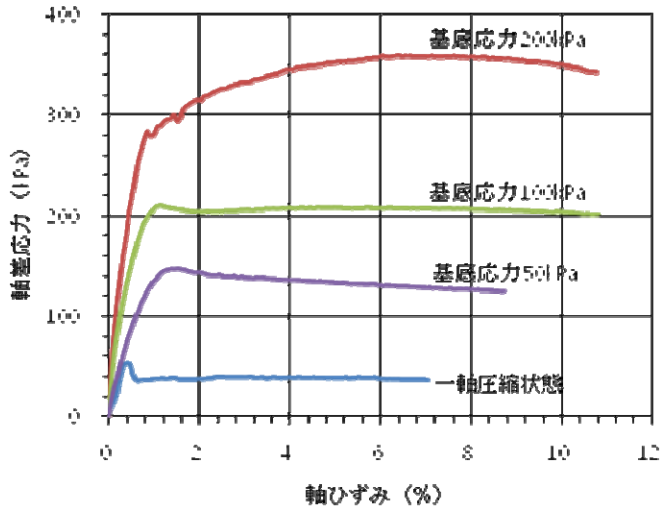


図- 3. 応力-ひずみ曲線

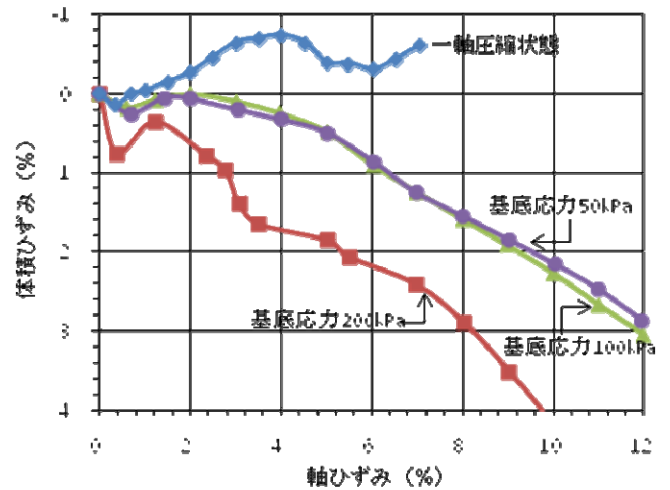


図- 4. 体積ひずみ-ひずみ曲線

に至っている。また、基底応力が 50kPa、100kPa の場合には最大軸差応力に到達した後、軸差応力が低下し残留状態に移っている。軸圧縮終了時点の残留強さは基底応力に依存していることがわかる。一方、基底応力が 0kPa の場合、その応力-ひずみ関係は一軸圧縮状態に類似していることがわかる。非排気・非排水状態として間隙圧の測定を行ったが、供試体から間隙空気圧計までの配管中の空気の圧縮性の影響で、過剰間隙空気圧はゼロであった。また、供試体の含水比が 0.4% 程度なので過剰間隙水圧も計測出来なかった。

図- 4 には、軸圧縮過程での体積ひずみの変化を

示している。軸圧縮が始まった時点では、基底応力に関わらず供試体は体積収縮を起こし、その後収縮ひずみが減少を示している。しかし、軸圧縮の進行とともに再び、供試体は収縮（負のダイレイタンス）を続けている。最も体積収縮ひずみが高いのは基底応力 200kPa の場合である。一方、基底応力 50kPa と 100kPa では体積ひずみと軸ひずみの関係に相違がないことがわかる。また基底応力が 0kPa の場合は一軸圧縮状態であることから体積膨張が確認された。

3.2 破壊線と強度定数 平均主応力と軸差応力の関係を図- 5 に示す。基底応力が 50kPa、100kPa、200kPa の 3 つの応力経路が示されている。それぞれの応力経路における最大軸差応力を連ねた破壊線を定め、その傾きである摩擦係数 (M) と切片 (b) から、土のせん断抵抗角ならびに見かけの粘着力を算定¹⁾すると、25.2 度と 19.8kPa であった。19.8kPa の見かけの粘着力が測定されたのは、供試体が締固めた不飽和土であり、また高サクシオンを受けたことが要因であると考えられる。

4 まとめ

本研究では蒸気圧法で高サクシオンを与えた不飽和シルトに非排気・非排水条件の三軸圧縮試験を行った。高サクシオン载荷に伴い含水比は 0.4% まで減少した。最大軸差応力および残留強さは基底応力による依存性が見られ、土の強度定数のせん断抵抗角は 25.2 度、見かけの粘着力は 19.8kPa であった。

謝辞 科学研究費補助金（基盤研究 (C) 研究課題名：降雨と地震の複合作用に対する盛土安定性能評価のための基礎的研究，課題番号：22560497）の補助を得たここに謝意を表します。

参考文献 1) 日下部 治：第 9 章土の挙動とモデル化，土質力学，コロナ社，pp. 206-217，2004。

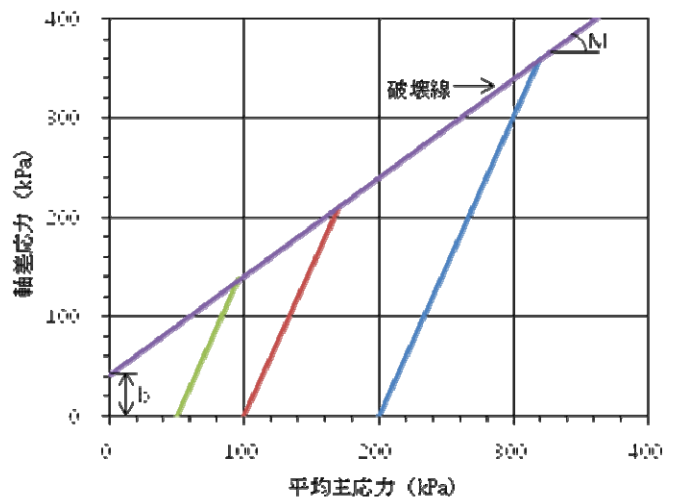


図- 5. 応力経路