

島尻層泥岩の排水剪断特性 Drained shear strength characteristics of Shimajiri mudstone

小宮 康明* 瀬戸内 秀規* 林 諭**
Yasukaki KOMIYA Hideki SETOUCHI Satoru HAYASHI

1. はじめに 沖縄本島中南部の基礎地盤は第三紀の島尻層群で構成され、堆積埋没深度の異なる泥岩が地表に露出分布している。この泥岩層は良好な支持層として評価されているが、多くの断層が介在し風化帯が形成されているため力学特性は変化に富み、重量構造物の建設に際しては的確な設計定数が要求される。本研究では沖縄本島中部のうるま市からブロックサンプリングした泥岩について 0.1MPa ~ 10MPa までの広範囲な圧力領域での排水剪断特性について検討した。

2. 試料と試験方法 泥岩試料は地下約 6m からバックホーを用いてブロックサンプリングし、コアドリル、コアカッター、マイターボックス、ストレートエッジ等を用い直径 50mm、高さ 100mm の供試体を作製した。試料の物理的性質を表 1 に示す。泥岩は高塑性の粘土から構成され、含水比 26.3% の飽和状態にある。

表 - 1 物理的性質

自然含水比	W_n (%)	26.3
飽和度	S_r (%)	99.8
粒子密度	ρ_s (g/cm ³)	2.77
液性限界	W_L (%)	101.2
塑性限界	W_p (%)	25.6
塑性指数	I_p	75.6

試験は中容量三軸圧縮試験機を用いて行った。まず、側圧 0.30MPa、背圧 0.29MPa で供試体を予圧密し、セット時に混入した余分の水と空気を排除した。それから、所定の圧密圧力(0.10MPa、0.29MPa、0.49MPa、1.96MPa、2.94MPa、3.92MPa、4.90MPa、5.88MPa、6.86MPa、7.85MPa、9.81MPa) によって等方圧密を行った後、圧縮ひずみ速度 0.002mm/min で排水剪断試験を行った。なお、剪断中にピーク強度が現れない場合は軸ひずみが 15% に達するまで剪断を継続し、このときの値を排水剪断強度とした。

3. 試験結果 図-1 に等方圧密試験による間隙比と圧密圧力の関係を示す。圧密降伏応力は 7.6MPa が示される。図-2 に軸差応力 - 軸ひずみ関係および体積ひずみ - 軸ひずみ関係を示す。軸差応力 - 軸ひずみ関係の初期には直線部がみられ変形は弾性的である。また、圧密圧力の小さい領域では変形はひずみ軟化挙動を示し、圧密圧の増加に伴いピーク強度は増加する傾向にあるが、圧密圧力 4.90MPa ではピークがみられなくなり、これ以上の圧密圧力では軸差応力は増加し、ひずみ硬化挙動を示した。体積ひずみは収縮傾向にあって圧密圧力 1.98MPa 以下では体積ひずみと軸ひずみの関係にピークがみられるが、圧密圧力 2.94MPa 以上では増加傾向を示した。

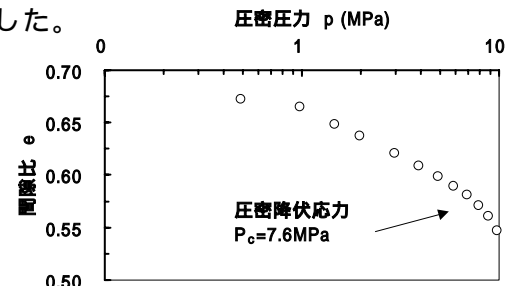


図 - 1 間隙比と圧密圧力の関係

図-3 に圧密非排水試験による有効応力経路と非排水剪断強度¹⁾および排水剪断強度と弾性降伏応力を示す。なお、降伏応力は図-4 に示した主応力差と偏差ひずみの両対数関係において初期に現れる直線関係が崩れる点として求めている。排水剪断の破壊抱絡線は曲

*琉球大学農学部 University of the Ryukyus, **琉球大学大学院農学研究科(Graduate School of Agriculture, University of the Ryukyus, キーワード 島尻層泥岩 排水剪断強度 降伏応力

線を呈し, 圧密圧力 4.90MPa までは非排水剪断の破壊抱絡線とほぼ一致し, それ以上の圧密圧力では直線で示した非排水剪断の破壊包絡線から外れ, 両者は一致しない。排水試験では軸差応力が増大傾向を示している段階で圧縮を終了しているため最大応力が小さく求まる傾向がある。これが不一致の理由であるか否かは今後の課題である。降伏応力は圧密圧力 3.92MPa までは増加傾向にあるがそれ以降は低下する傾向を示している。

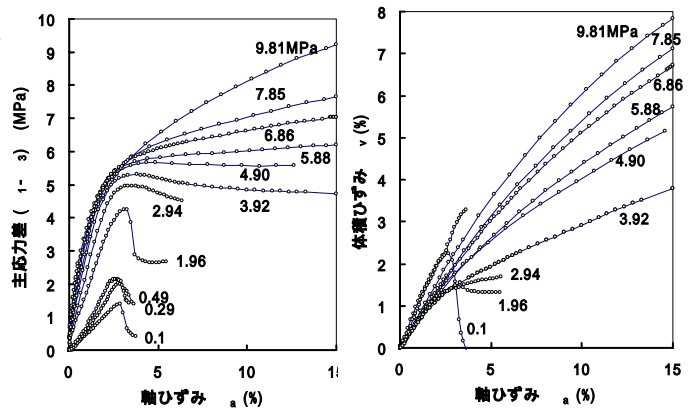


図 - 2 応力, 体積ひずみと軸ひずみの関係

図-5 と図-6 に平均主応力 - 体積ひずみ関係および体積ひずみ - 偏差ひずみ関係を示す。これらにおいては初期に直線関係が認められ, これらの勾

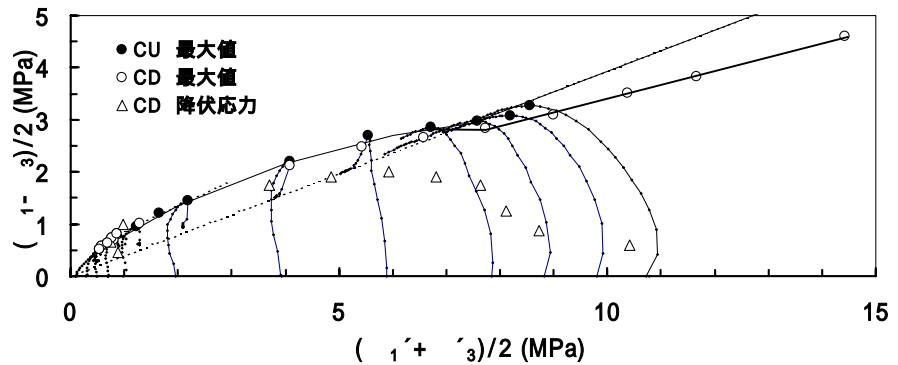


図 - 3 破壊時の有効応力状態及び降伏点

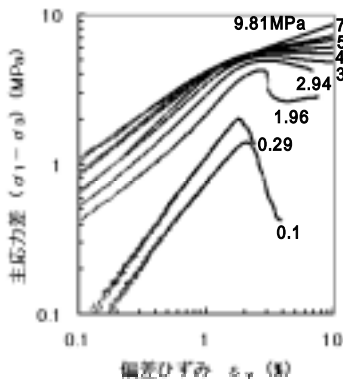


図 - 4 主応力差 - 偏差ひずみ

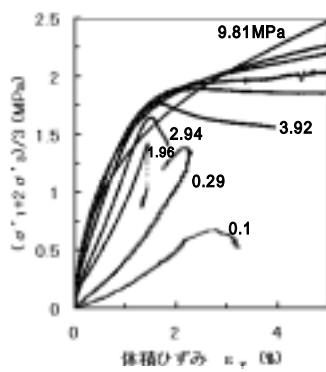


図 - 5 平均主応力 - 体積ひずみ

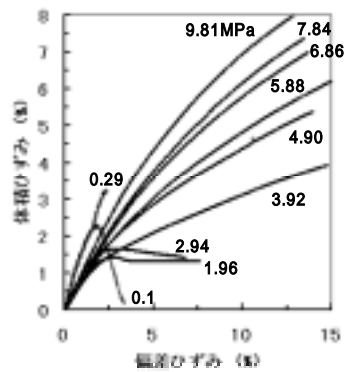


図 - 6 体積ひずみ - 偏差ひずみ

配から求めた体積弾性係数 K と剪断弾性係数 G をヤング率 E とポアソン比 ν と併せて図-7 に示す。圧密圧力の増加に応じて E, K, G は増加傾向を示すが ν には大きな変化はみられない。

4. まとめ 島尻層泥岩について圧密圧力 9.81MPa までの圧密排水三軸圧縮試験を行った結果, 圧密降伏応力 7.6MPa よりも小さい圧密圧力 4.90 MPa 付近まで変形はひずみ軟化挙動を示し, 圧密圧力の増加に伴う降伏応力と剪断強度の増加がみられた。これ以上の応力域からは降伏応力の低下が生じ, 応力 - ひずみ関係はピークを示さず, 変形はひずみ硬化挙動に転じ, 非排水と排水の破壊抱絡線に違いがみられた。

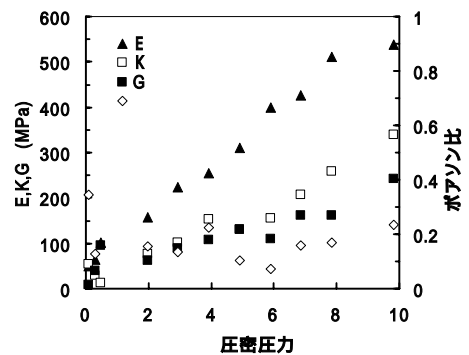


図 - 7 圧密圧力と E, K, G, ν の関係