

(Ⅲ - 13) 不飽和土の一次元圧縮特性に与えるひずみ速度の影響

足利工業大学 学 生 ○坂口真司 足利工業大学 正会員 西村友良
長岡技術科学大学 正会員 豊田浩史 長岡技術科学大学 正会員 小川正二
足利工業大学 正会員 桃井 徹

1. まえがき 不飽和土に関する体積変化やせん断特性を把握することは、不飽和地盤の設計には不可欠である。これまで、不飽和土の室内試験において、締固め土やスラリー状態の試料に間隙水压および間隙空気圧を制御して任意のサクション力を与えられた供試体が用いられた。締固め土は一般に大きな先行圧縮応力を有し、等方圧縮試験やせん断試験を行うと、応力-ひずみ関係に過圧密状態の挙動が見られる。正規圧密状態で不飽和土の有効応力成分の拘束圧力とサクション力の挙動を把握するには、正規圧密状態での不飽和土の圧縮性を明白にする必要がある。Barden¹⁾やFredlund and Hasan²⁾は不飽和土の一次元圧縮について検討を行ったが、一次元圧縮特性に与えるひずみ速度の影響について明白にしていない。本研究では不飽和土の正規圧密状態での圧縮性を把握するために定ひずみ速度圧密試験機を用いて不飽和土の一次元圧縮試験を行い、不飽和土の一次元圧縮特性に与えるひずみ速度の影響について検討を行っている。

2. 試料と実験方法 実験に用いた試料はDL-clayと呼ばれる非塑性のシルト質土である。試料を含水比20%に調整し、圧密用リングの中に緩い状態に詰めた。定ひずみ速度圧密試験機の構造は、三軸室内に内径60mm、高さ155mmの圧密用リングが三軸底版に固定されている。本実験に用いたひずみ速度は1.0, 0.5, 0.1, 0.05, 0.01(%/min)の5種類である。ただし、土質工学会基準(JSF T 412-1992)では、ひずみ速度の目標値を塑性指数に応じて掲げているがその目標値に準ずれば、DL-clayは非塑性なので0.1(%/min)に相当する。所定のひずみ速度に設定し、軸圧縮を開始し、軸圧縮応力が約3430kPa(35kgf/cm²)の大きさに達すると圧縮を終了する。

3. 実験結果 ゆる詰め試料の一次元圧縮試験を標準圧密試験のような段階載荷方式で行うと、急激な荷重が載荷され、瞬時に沈下が起こり、圧縮の時間的変化を計測することが困難である。しかし、定ひずみ速度圧密試験の場合、低応力領域から圧縮特性を求めることが可能であり、間隙比と圧縮応力の連続的な関係を把握することが可能である³⁾。Fig-1に軸圧縮応力の時間的変化を示す。ひずみ速度の大きさにかかわらず、不飽和土中に圧縮力が伝達され始めると、軸圧縮応力は低応力レベルから急激に増大し、一挙に最大圧縮応力にまで到達している。e-log(p)の関係は、Fig-2に示すようにひずみ速度の大きさによる影響が見られず、e-log(p)の曲線は、どのひずみ速度においてもほぼ一致している。このようにひずみ速度の効果が圧縮性に現れないのは、DL-clayが非塑性であり、土粒子間の粘着力がなく、ひずみ速度の差異が圧縮変形に影響しないためであると考えられる。e-log(p)関係において、圧縮応力が9.8kPaから98kPa、98kPaから980kPa、980kPa以上の範囲のe-log(p)曲線の勾配をそれぞれ $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ と定め、ひずみ速度との関係をFig-3に示す。曲線の勾配はひずみ速度の大きさにかかわらず

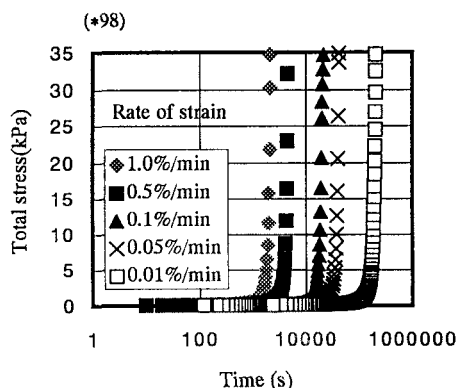


Fig-1 Relation between total stress and time

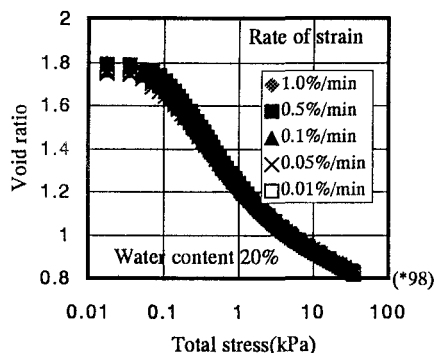


Fig-2 Relation between total stress and void ratio

ほぼ一定であるが、 $\alpha 1$ から $\alpha 2, \alpha 3$ の順に大きさが減少し、圧縮応力の増大に従い、不飽和土の圧縮性が小さくなっている。Fig-4からFig-8は、ひずみ速度における体積圧縮係数(mv)と平均圧縮応力の関係を求めている。体積圧縮係数の結果を見ても、ひずみ速度の影響は見られない。また、平均圧縮応力の増加とともに体積圧縮係数は減少し、不飽和土の圧縮性が小さくなっている。

参考文献1)L. Barden: Consolidation of compacted and unsaturated clays, Geotechnique, 15(3), pp.267-286, 1965.

2)D. G. Fredlund and J. U. Hasan: One-dimensional consolidation theory Unsaturated soils, Can. Geotech. J., 16, pp.521-531, 1979. 3)定ひずみ速度圧密試験について, 委員会報告, 特殊圧密試験に関するシンポジウム発表論文集, 土質工学会, pp.27-36, 1988.

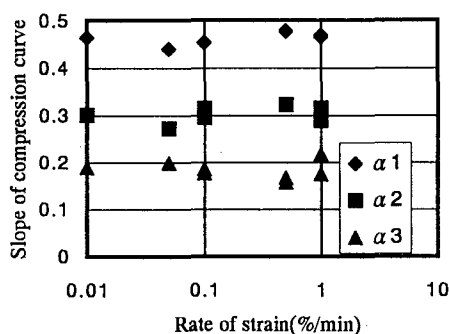


Fig-3 Relation between slope of compression curve and rate of strain

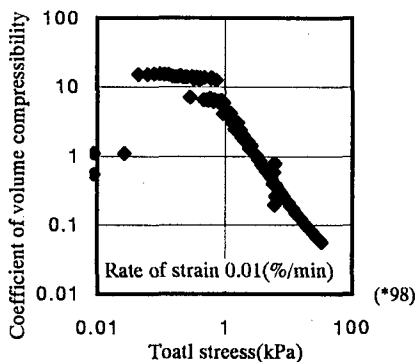


Fig-4 Relation between total stress and mv

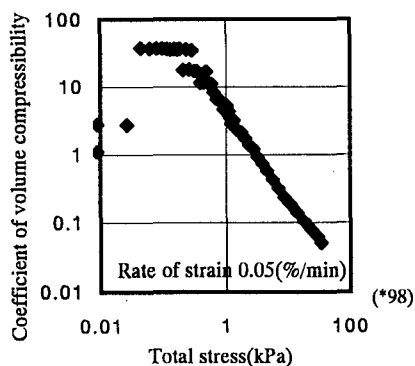


Fig-5 Relation between total stress and mv

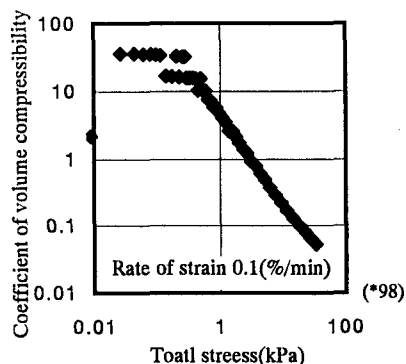


Fig-6 Relation between total stress and mv

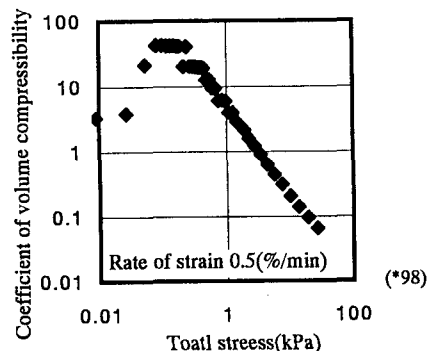


Fig-7 Relation between total stress and mv

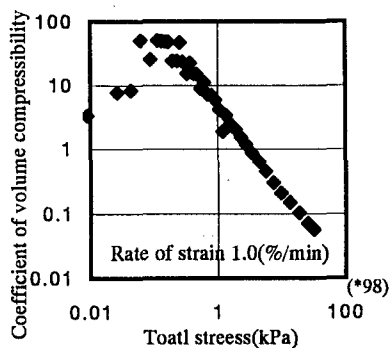


Fig-8 Relation between total stress and mv