

一面せん断試験および圧密試験における周面摩擦の影響

佐賀大学 工学部 正 鬼塚克忠
 " " 正 吉武茂樹
 " " ○学 南崎雅文

1. まえがき

圧密や直接せん断試験では、供試体側面を拘束するため拘束リングと供試体の間に摩擦が発生し、試験結果に少なからず影響する。著者らは、以前より切土斜面や盛土等の表層すべりの安定問題を取り扱い、通常の応力範囲 ($1.0 \text{ kgf/cm}^2 \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$) の他に数 10 gf/cm^2 のような低圧域での一面せん断試験を行っている。従来より周面摩擦に関する研究が行われ実測値も一部報告されているが¹⁾、低圧における周面摩擦の影響については、説明されていないようである。そこで本報告では、主に締固めた不飽和土を対象として載荷試験を実施し、まだ研究の初期段階ではあるが、低圧域における周面摩擦の測定結果と、せん断特性および圧密特性に及ぼす影響について述べるものである。

2. 試験方法

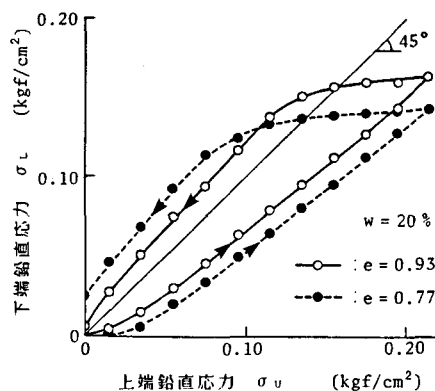
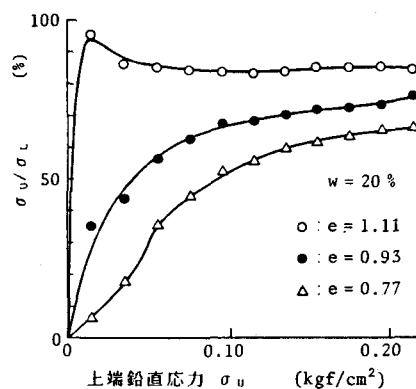
試験に用いた測定装置は、拘束リング内（砲金製、潤滑剤は未使用）の供試体をブルーピングリングで支え、供試体上の載荷台に荷重板（上端鉛直応力 σ_u ）を載せていくという非常に簡単なものである。ブルーピングリングにはひずみゲージを張り付け、ストレインメーターで読み取ることによりブルーピングリングの10倍の精度で計測でき、この値を求める下端鉛直応力 σ_L とした。試料は、佐賀市川久保で採取したまさ土が主で、有明粘土（他に豊浦砂、カオリン）も使用した。その物理的性質は表-1に示す。試験には、粒径 2 mm 以下のものを使用した。空気乾燥した試料に水を加え含水比を調整したものを、締固めモールドの中で直径 6 cm 高さ 2 cm の形状と密度になるように静的に締固めた後、同じ寸法の測定用リングに移した。これを試験装置にセットして荷重板を一枚 (0.02 kgf/cm^2) ずつ載荷し、そのつど σ_L を測定した。最大荷重 (0.2 kgf/cm^2) まで載荷した後は、逆に一荷重ずつ除荷した。

3. 試験結果

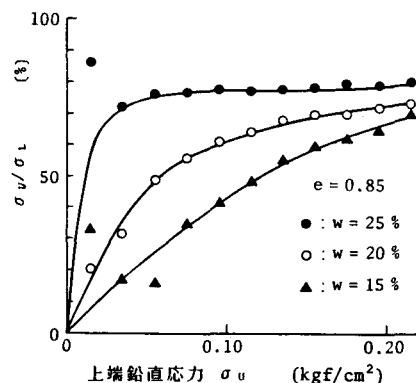
図-1に、まさ土供試体の上端鉛直応力 σ_u と下端鉛直応力 σ_L の関係の一例を示す。図より明らかなように、等含水

表-1 試料の物理的性質

試料	比重 Gs	粒度分布 (%)				液性限界 WL (%)	塑性指数 Ip (%)
		レキ	砂分	シルト分	粘土分		
まさ土	2.67	9	56	20	15	46	14
有明粘土	2.58	0	11	54	35	99	41

図-1 締固めたまさ土の $\sigma_u - \sigma_L$ 関係

(a) 含水比一定



(b) 間隙比一定

図-2 締固めたまさ土の $\sigma_u - (\sigma_u/\sigma_L)$ 関係

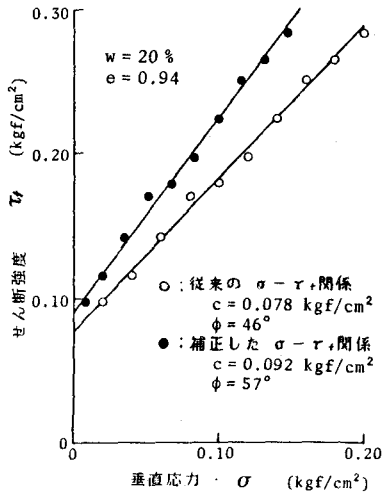


図-3 周面摩擦を考慮した締固めた
まき土の $e - \log p$ 曲線

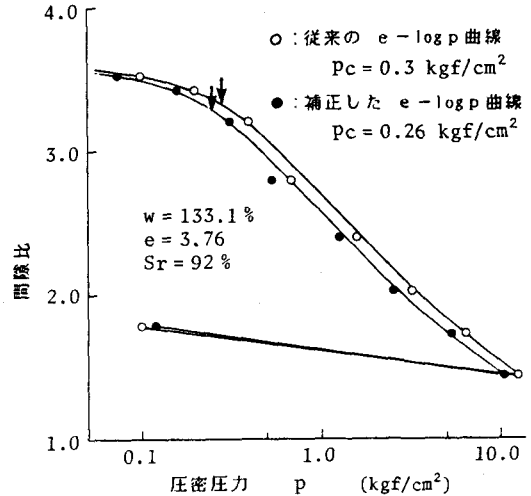


図-4 周面摩擦を考慮した有明粘土の
 $e - \log p$ 曲線

比であれば高密度に締固められた方が摩擦の影響が顕著であり、応力を伝えにくい。一方、除荷した時には、供試体下端では σ_v 以上の応力が残留していることが分かる。また、載荷時における応力の伝わる割合(σ_L/σ_v)を表わしたのが図-2.(a)である。従来の研究報告では、標準圧密試験での80~90%が下部に伝わると言われているが、低圧域になればなる程伝わる割合は低くなり、前述のように高密度のもの程摩擦が大きく影響していることが分かる。また、図-2.(b)は、一定間隙比の条件下で含水比を変えた試験の結果である。一般に含水比が高くなると周面摩擦は小さいようである。また、図-2.(a), (b) いずれの場合も、(σ_L/σ_v)がある値に収束する経路に密度や含水比による違いが現われている。

4. 1 せん断特性に及ぼす影響

図-3は、低圧域における一連の一面せん断試験から得られた $\sigma - \tau$ 線である。一般に、せん断強さ τ はピーク時の垂直応力に対してプロットするが、前述のように低圧域においては周面摩擦の影響が非常に大きいため、上端鉛直応力 σ_v を垂直応力として用いるのは適当ではなく、周面摩擦の影響を考慮した垂直応力を用いるべきであろう。図には、下端鉛直応力で整理した破壊線も描いているが、両者の強度定数(c , ϕ)を比較すると、粘着力 c が $0.078 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow 0.092 \text{ kgf/cm}^2$ 、内部摩擦角 ϕ が $46^\circ \rightarrow 57^\circ$ (c , ϕ いずれも、 σ_v による値 $\rightarrow \sigma_L$ による値、のように表わす)と、差が現われる。そこで、周面摩擦が一様に分布するとすれば、供試体の上端と下端の鉛直応力の平均値 $(\sigma_v - \sigma_L)/2$ を垂直応力としてせん断強度を求める方法が良いと思われる。側方拘束条件で K_0 値を測定する場合、供試体の上端と下端の平均値で K_0 値を求めた方が、上端鉛直応力のみで求めた値より精度が高い、と報告している²⁾。

4. 2 圧密特性に及ぼす影響

有明粘土の標準圧密試験結果を、載荷試験より求めた(σ_L/σ_v)が約85%で一定になったことを考慮して補正した $e - \log p$ 曲線が図-4である。上端、下端の鉛直応力でそれぞれ表示したが、圧密降伏応力 p_c が若干小さくなるだけで、両者の間に大きな差は見られない。なにぶん常圧域での摩擦の測定データが不足しているため現段階では圧密特性に影響は無いと言わざるを得ない。今後、低圧域から常圧、高圧域までの連続的な載荷試験と圧密試験を行い周面摩擦と圧密特性の関係をさらに解明していく予定である。

参考文献

- 1) 網干寿夫(1969): 周面摩擦の影響, 「最上武雄編土質力学」技報堂, PP.452~453.
- 2) 鬼塚克忠・吉武茂樹(1983): 締固めたまき土の K_0 値について, 「第38回年次学術講演会講演概要集, 第3部」土木学会 PP.47~48.