

III-315 一面せん断試験結果に及ぼす周面摩擦の影響

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠
 " " 正 吉武茂樹
 " " 〇学 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。従来の報告によると、鉛直応力が 3~4 kgf/cm² までは周面摩擦は刻々と変化し、とりわけ非常に小さい鉛直応力では周面摩擦に占める割合がかなり大きいことが推察できる¹⁾。そこで、著者らが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 (1.0kgf/cm²~10kgf/cm²) の他に数10gf/cm²のような低圧域での一面せん断試験を行っていることより、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、低圧域における周面摩擦の測定を中心に、一面せん断試験および圧密試験の結果に及ぼす影響について述べるものである。

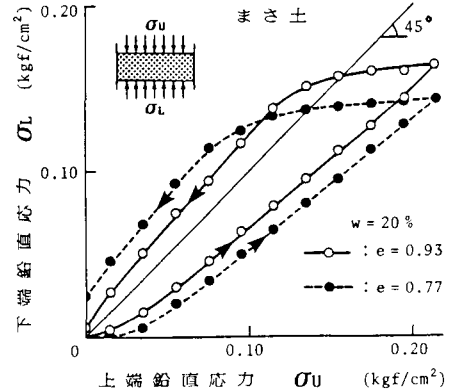
2. 測定装置および方法

試験に用いた測定装置は、拘束リング内（砲金製）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貼り付け、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。供試体は、空気乾燥した試料の粒径 2mm 以下のものより作成した。所定の含水比に調整したものを、締固めモールドの中で直径 6cm 高さ 2cm の形状と所定の密度になるように静的に締め固めた後、同じ寸法の測定用リングに移す。これを試験装置にセットし、低圧域での測定では 0.02kgf/cm² の鉛製の分銅を、常圧域での測定では標準圧密試験用の荷重板を一枚ずつ載荷し、そのつど σ_L を測定した。また、最大荷重まで載荷した後は、逆に一荷重ずつ除荷した。

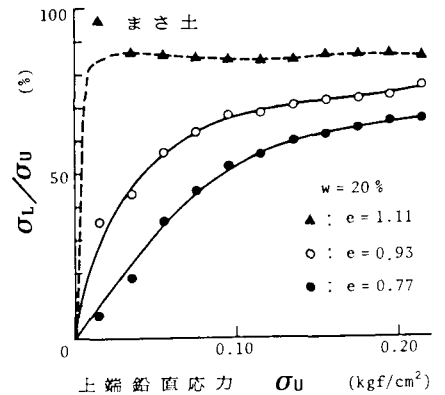
試料は、佐賀市川久保で採取したまさ土が主で、有明粘土（他に豊浦砂、カオリン）も使用した。その物理的性質は表-1 に示す。

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



(a) $\sigma_u - \sigma_L$ 関係



(b) $\sigma_u - (\sigma_L / \sigma_u)$ 関係

図-1 周面摩擦に及ぼす密度の影響

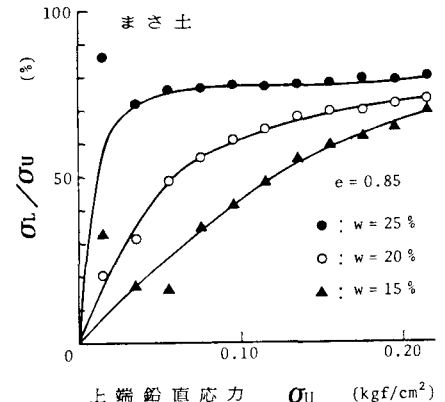


図-2 周面摩擦に及ぼす含水比の影響

3. 測定結果

図-1.(a)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。図より明かなように、等含水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、供試体下端では σ_U 以上の応力が残留していることが分かる。また、同じ結果を縦軸に載荷時における応力の比(σ_L/σ_U)をとって表わしたのが図-1.(b)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様子が分かる。また、図-2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の影響は小さくなるようである。図-3は、潤滑剤（シリコングリース）を使用した場合の一例である

4. 一面せん断試験結果に及ぼす影響

図-4は、以上のような測定結果を一面せん断試験より求めた $\sigma - \tau_f$ 関係図に適用した一例である。一般に、せん断強さ τ_f 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_U 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_d , ϕ_d)を比較すると、粘着力 c_d が $0.078 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow 0.092 \text{ kgf/cm}^2$ 、内部摩擦角 ϕ_d が $46^\circ \rightarrow 57^\circ$ (c_d , ϕ_d いずれも、 σ_U 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($\sigma_U + \sigma_L$)/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。また側方拘束条件で 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⁾。

5. むすび

本研究は、周面摩擦を考慮した試験結果の補正の効果を評価するのが目的であるが、以上のことから次のようなことがいえる。低圧域での周面摩擦の影響はかなり大きく、 0.1 kgf/cm^2 以下では載荷重のわずか40~50%しか伝達しない場合がある。一面せん断試験の測定値は、供試体の上端と下端での鉛直応力の平均値を用いるのがよいと思われる。また、有明粘土を用いた圧密試験結果に及ぼす影響についての考察も行なっているが、詳細は講演時に発表する予定である。

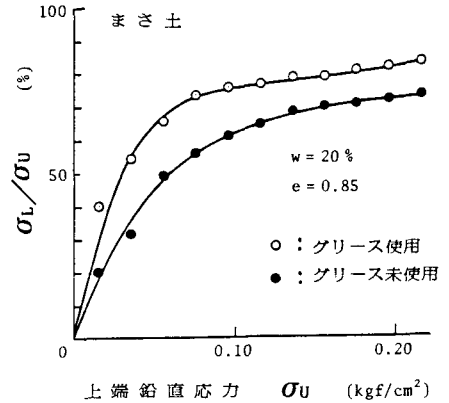


図-3 周面摩擦に及ぼす潤滑剤の影響

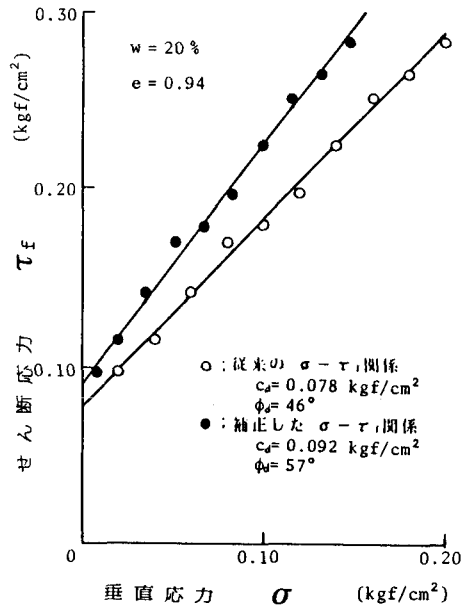


図-4 周面摩擦を考慮した一面せん断試験結果の修正

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): 締固めたまさ土の 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.