

テーパ形状を有する貫入体の地盤抵抗特性 (その2)

九州共立大学大学院 学○田嶋 宏崇

九州共立大学 正 狩山 裕

九州共立大学 正 前田 良刀

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正 田上 裕

1. はじめに

コーンを用いて地盤強度を推定する場合には支持力理論により仮定するすべりを生じるための地盤強度 c , ϕ を逆算する方法であり力学的条件は不明確である。

本研究では、小さなテーパ角度を有する貫入体を地盤中に押し込み、貫入体と地盤の境界面で滑りが発生するような状況下で室内載荷試験を行い、形状寸法が明確である貫入体の幾何学的効果により地盤の抵抗特性がどのように変化するかを検討する。前年度は岡垣砂について検討したが今年度は新たにしらす地盤を対象にした試験結果を示す。

2. 試験概要

試験装置は、図-1、図-2、に示すように前年度に使用したものであり、その特徴は文献¹⁾を参照のこと。

今年度は、鹿児島県内の東九州自動車道大隈地区で採取された、しらす地盤を試験地盤とした。試験に用いた不攪乱のしらす試料4個の物理特性(平均値)は以下のとおりである。

- ・土粒子密度 $\rho_s = 2.445 \text{ g/cm}^3$ ・含水比 $W = 33.9\%$
- ・乾燥密度 $\rho_t = 1.141 \text{ g/cm}^3$ ・間隙比 $e = 1.142$

原位置から採取された不攪乱しらすの三軸圧縮試験結果から、粘着力 $c = 12.7 \text{ kN/m}^2$, 内部摩擦角 $\phi = 41^\circ$ が得られている。試験では、このしらすを乾燥させた後、不攪乱試料の地盤の乾燥密度と同様になるように5cm毎の層厚で密度管理を行いながら地盤を作成した。

3. 試験結果とその考察 (周面摩擦力)

試験からは先端支持力および周面摩擦力の発現特性が得られるが、ここでは周面摩擦力に関して、結果とその考察を述べる。なお先端支持力はテーパ角の影響を受けない結果が得られるが、これは前年度と同じ結果である。

図-3(a)にテーパ角 $\theta = 0^\circ$ で等方圧密条件下での貫入体の変位に対する正規化変位量と周面摩擦力の関係を示す。ダイレイタンスーの効果によりいずれの拘束圧下でもピーク強度が発現した後、次第に摩擦強度

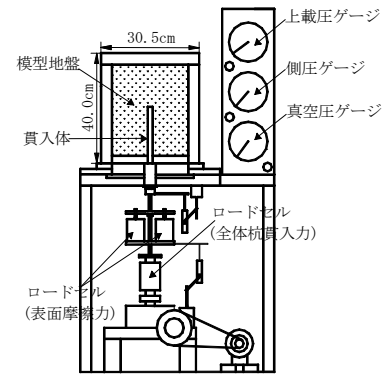


図-1 室内模型載荷試験装置模式図

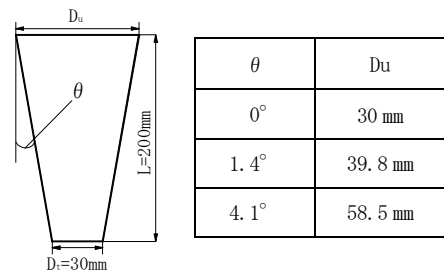


図-2 貫入体模式図

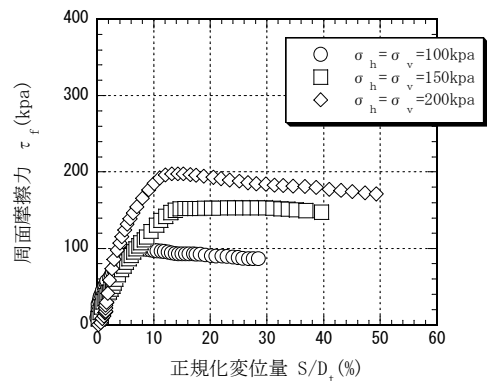


図-3(a) 周面摩擦力の発現特性 ($\theta = 0^\circ$, $k_0 = 1.0$) (しらす)

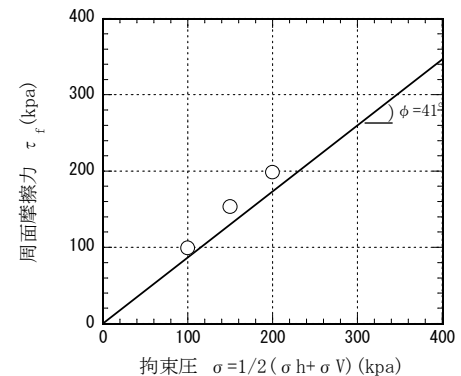


図-3(b) 拘束圧と周面摩擦力の関係 ($\theta = 0^\circ$, $k_0 = 1.0$) (しらす)

が低下していくことが分かる。

図-3(b)はこの条件下での拘束圧と周面摩擦力ピーク値をプロットしたものである。図中には不攪乱しらすの室内三軸圧縮試験から得られた内部摩擦角 $\phi = 41^\circ$ の線を併せて図示している。なお、今回の室内試験では密度は調整してあるが試料を攪乱し、また乾燥させているので不攪乱時に発現する粘着力は無視している。図から、地盤の周面摩擦力の粗さ角は地盤の内部摩擦角とほぼ同じであり貫入体の表面を十分粗にすることにより地盤の内部摩擦角 ϕ と同程度の粗さ角を測定できることが分かる。

図-4 および図-5 はテーパ角 $\theta = 1.4^\circ$, $\theta = 4.1^\circ$ と変化させた場合での周面摩擦力の発現特性である。テーパのない $\theta = 0^\circ$ の場合に比べて周面摩擦力が増大することが分かる。また、テーパ角 θ の増大により地盤のダイレイタンス後の強度低下が緩和されている。ここで、摩擦面における拘束圧とせん断抵抗の関係はテーパ角に関係なく一定でなければならないので、この平均的な測定線と $\theta = 0^\circ$ での測定線の離れがテーパ角 θ の存在による拘束圧の増加と考えることができる。

図-6 は等方圧密試料 $K_0 = 1.0$ に関して、測定された周面摩擦力 τ_f と初期拘束圧の関係 (白抜き部記号) に対してテーパの存在による拘束圧増加に対する計算上の幾何学的効果 (塗り潰し部記号) を併せて示したものである。 σ_h , σ_v をそれぞれ主応力とすると、 $K_0 = 1.0$ の条件下ではテーパ角 θ の違いによらず任意の面で垂直応力 σ が同じであるので、初期拘束圧は、 $\sigma_m = (\sigma_h + \sigma_v) / 2$ で評価している。多少のばらつきはあるものの、移動後 (塗り潰し部記号) の各点を結ぶ線も $\theta = 0^\circ$ の場合の破壊包絡線とほぼ同様の勾配となっている。これから、接触面での周面摩擦力は地盤の内部摩擦角 $\phi = 41^\circ$ が十分に発揮されていることが分かる。したがって今回の試験のようにかなり小さなテーパでも拘束圧を効果的に増大させ得ることが分かる。

このことから、今後原位置で実際の拘束圧を測定する技術が開発されるならば、小さなテーパを有する貫入体を地盤に挿入して明確な力学条件の下で地盤抵抗を測定できる可能性がある。これから得られる地盤強度特性は現在のコーン貫入試験と比較して信頼性が向上していることは明らかである。

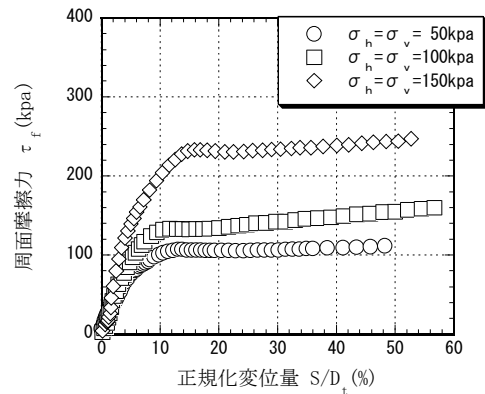


図-4 周面摩擦力の発現特性 ($\theta = 1.4^\circ$, $k_0 = 1.0$) (しらす)

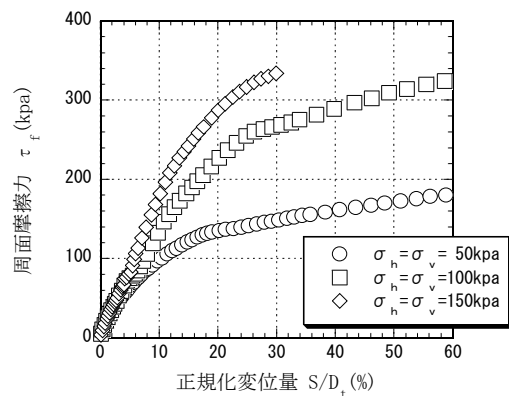


図-5 周面摩擦力の発現特性 ($\theta = 4.1^\circ$, $k_0 = 1.0$) (しらす)

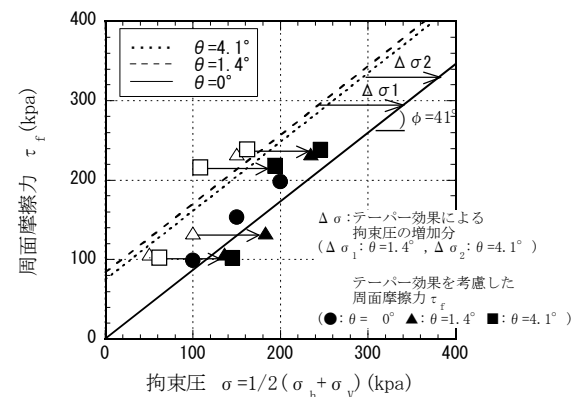


図-6 テーパー角の存在による拘束圧増加の検討 (しらす)

4. まとめ

本研究での成果を要約すると以下のようなものである。

- ① 小さな角度のテーパ形状を有する貫入体においては破壊面が抵抗体と地盤の接触面で生じるため力学的な条件が明確となる。
- ② テーパー形状の幾何学的効果により境界面での拘束圧を効果的に増加させ得る。
- ③ この工夫により岡垣砂、しらす地盤の内部摩擦角 ϕ を測定できた。

参考文献

1) 田嶋、前田、狩山：テーパ形状を有する貫入体の地盤抵抗特性、平成17年度土木学会西部支部研究発表会後援集、2006