

1. まえがき

土の応力-ひずみ関係に関する研究は、最近かなり活発になってきている。その手法としては種々あるが、いずれも変形要因をすべて網ろえず、実際の地盤や土構造物への適用に当っては、その現場の土の力学的特性や施工前後の状態変化(応力経路)に応じて取捨選択せねばならないのが現状である。従来のシラスに関する研究もせん断強度特性の解明を目的としたものが大部分であり、一応その成果はあげられている。しかし変形特性については、今のところまだ資料が十分とはいえない。このような観点から、本研究は著者らが従来から継続しているシラス地盤の変形解析を目的とした研究^(a)の一環として乱したシラスを対象に、そのダイレイタンスや形状変化などの変形特性を実験的に求めようとしたものである。すなわち(a)、正八面体垂直応力(σ_{oct})一定実験(b)、正八面体せん断応力(τ_{oct})一定実験を行い、シラスの変形特性を実験的に考察したものである。

2. 試料および実験方法

2-1. 試料

実験に用いたシラスは、宮崎県関ノ尾のシラス($G_s=2.40$, $e_{max}=2.09$, $e_{min}=0.94$)である。これと比較するために、豊浦の標準砂($G_s=2.62$, $e_{max}=0.83$, $e_{min}=0.60$)とがらすビーズ($G_s=2.50$)を用いた。なおシラスは、豊浦の標準砂に近似するように粒度調整した。試料は、比較的密な状態(相対密度 $Dr=75\%$ 程度)を対象にして飽和状態で実験を行った。

2-2. 正八面体垂直応力(σ_{oct})一定実験の方法

この実験の手続きは次のとおりである。まず、供試体に $\sigma_3 = \frac{2}{3}\sigma_{oct}$ ($\sigma_1=0$)の側圧をかける。その瞬間に軸反力 σ_1 が発生する。その為、その反力 σ_1 に見合うように、つまり $\sigma_{oct} = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_3}{3}$ を満足するように、 σ_3 を減少させる。 σ_3 を減少させると σ_1 も下がり、すぐには上式を満足しないが、3~4回の調整で上式の状態に落ちつく。その後、 σ_{oct} を一定に保ちつつ、 $\tau_{oct}=0$ ($\sigma_1=\sigma_3$)の状態になるまで σ_1 を増加する。この $\tau_{oct}=0$ の状態を σ_{oct} 一定実験の開始として、以下その時点における間ひき比でデータを整理する。 σ_{oct} 一定実験は、 σ_{oct} が1.0, 1.5の2通りで行った。実験はすべて排水状態でひずみ速度は大体0.15%/分である。

2-3. 正八面体せん断応力(τ_{oct})一定実験の方法

τ_{oct} 一定実験は主応力差($\sigma_1 - \sigma_3$)を一定に保ち σ_3 を増加させる方法と、減少させる方法とがある。この実験では通常の側圧一定実験のある段階($\sigma_3 = \sigma_{sc}$, $(\sigma_1 - \sigma_3) = \lambda$)を初期条件としてその後の主応力差を一定に保ちつつ σ_3 を増加させ、 σ_3 がある応力になると σ_3 を減少させる方法をとった。今回は、 $\sigma_{sc} = 0.5$, $\lambda = 2.0$ と $\sigma_{sc} = 0.0$, $\lambda = 0.0$ の2通りの実験を行った。なお実験は、排水状態で、歪速度は σ_3 が増加するとき0.03%/分、 σ_3 が減少するとき、0.01%/分である。

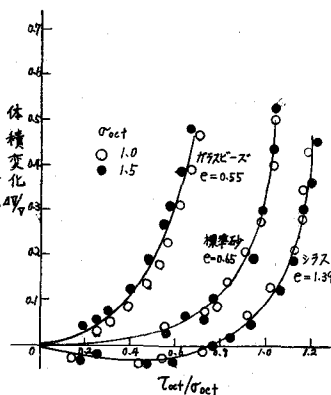


図-1 体積変化 $\Delta V/V$ と τ_{oct}/σ_{oct} の関係

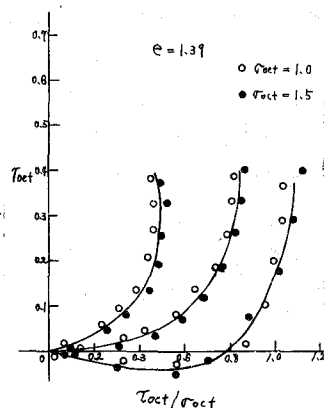


図-2 σ_{oct} と τ_{oct}/σ_{oct} の関係

3. 実験結果と考察

3-1. σ_{oct} -一定実験結果

図-1と2に σ_{oct} -一定実験の結果を示した。図-1はシラスと標準砂、ガラスビーズについて体積変化 $\Delta V/V$ ($=\epsilon_{oct}$)と τ_{oct}/σ_{oct} の関係を示している。又、図における微係数は

$$\begin{Bmatrix} d\epsilon_{oct} \\ d\tau_{oct} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 & f_2 \\ h_1 & h_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d\sigma_{oct} \\ d\tau_{oct} \end{Bmatrix} \quad \text{--- ①}$$

における f_2 を表わしダイレタンス係数に相当する。図-1から明らかなように σ_{oct} の影響は τ_{oct}/σ_{oct} の形で処理でき(ϵ_{oct}) d は次式の関数形で書ける。

$$(\epsilon_{oct})d = f_2(\tau_{oct}/\sigma_{oct}) \quad \text{--- ②}$$

又、図-1よりガラスビーズと標準砂のダイレタンスは当然正であるがシラスは圧縮性が大きく正のダイレタンスは発生しにくいことが認められる。図-2に τ_{oct} と τ_{oct}/σ_{oct} の関係を示す。同図における微係数は式-①の h_2 を表わしておりせん断弾塑性係数の逆数を意味している。又、 $(\tau_{oct})d$ も式-②と同様に

$$(\tau_{oct})d = h_2(\tau_{oct}/\sigma_{oct}) \quad \text{--- ③}$$

で表わされる。又、図-2からシラスは標準砂に比べて形状変化 (τ_{oct}) が小さいことが推察される。

3-2. τ_{oct} -一定実験結果

図-3と4にシラスに関する τ_{oct} -一定実験の結果を示す。図-3は体積変化と σ_{oct} との関係を示し、微係数は式-①の f_1 に相当するものであり、体積弾塑性係数の逆数を示している。同図より $\lambda = 0.0$ の場合、まず直線的に体積が減少してゆき(OA間)変形が進み密な状態(AB間)になると体積変化はゆるやかな曲線を描く。 $\lambda = 2.0$ の場合では、この実験での応力範囲内では直線的に体積は減少しているが応力範囲を延長すれば $\lambda = 0.0$ と同様の傾向のあることが推察される。又、 $\lambda = 2.0$ の直線部分の傾きは、 $\lambda = 0.0$ のそれに比べて小さい。これは、 $\lambda = 2.0$ の場合は実験スタート点(C)ですでにせん断応力が発生しており、体積が減少し、かなり密な状態になっているからと推察される。 σ_3 が減少していくときは $\lambda = 0.0$ 、 $\lambda = 2.0$ いずれの場合もほぼ直線に近い曲線を描いて体積が増加している。図-4は (τ_{oct}) と σ_{oct} の関係を示している。同図における微係数は式-①の h_1 に相当するものである。又、 (τ_{oct}) は σ_3 が増加する時も、減少する時も、ほぼ同じ直線になることがわかる。

図-5に標準砂で行った τ_{oct} -一定実験による体積変化と σ_{oct} の関係を示した。この場合は、 $\sigma_{3c} = 0.5$ 、 $\lambda = 0.0$ と $\sigma_{3c} = 0.5$ 、 $\lambda = 2.0$ である。

4. おわりに

標準砂の τ_{oct} -一定実験が不十分なためシラスとの比較による検討はまだ完全でない。また、シラスの σ_{oct} 、 τ_{oct} -一定実験結果に関しては変形係数(f_1 , f_2 , h_1 , h_2)に対する間げき比の影響を検討するまでには到っていない。これらについては今後研究し報告していきたい。

参考文献

- (1) 瀬崎満弘, 他 : 乱れたシラスの静的変形特性(その1)
- (2) 棚橋由彦 : 長崎大学工学部研究報告, 6(昭-50-12)103
- (3) 松岡 元 : 京大防災研年報, 16-B(昭-48-4), 7-11

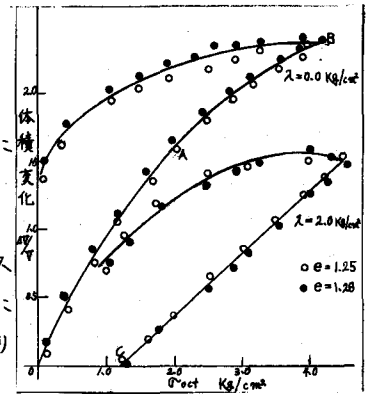


図-3 $\Delta V/V$ と σ_{oct} との関係

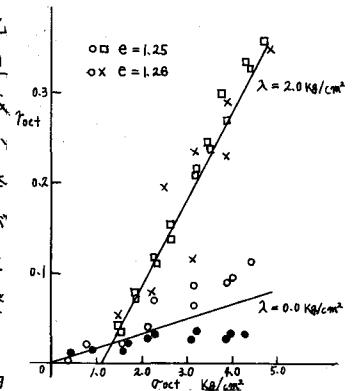


図-4 τ_{oct} と σ_{oct} の関係

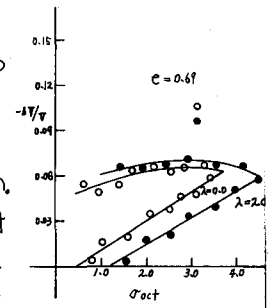


図-5 $\Delta V/V$ と σ_{oct} の関係