

メンブレン貫入量が砂の応力・ひずみ関係に及ぼす影響について

山口大学大学院 学生員 中田幸男 西川明宏○大原 誠
山口大学工学部 正 員 安福規之 村田秀一

1. まえがき

三軸供試体が変形することにより生じる体積変化は、側圧が変動する場合、メンブレンの土粒子への貫入量を含んでいる。そのためメンブレン貫入量を補正しないと応力・ひずみ関係を十分把握できない。そこでメンブレン貫入量を補正するために本研究では、Vaid and Negussey¹⁾の提案した手法を用いてメンブレン貫入量を調べた。具体的にメンブレン貫入量が砂の応力・ひずみ関係に及ぼす影響について考察した。

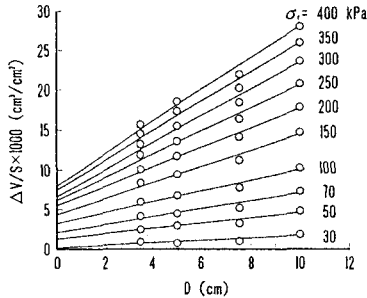
2. 試料及び試験方法

試験に用いた試料は、山口県吉敷郡秋穂町で採取した秋穂砂で0.074~2mmに粒度調整している。供試体は、初期間隙比 $e_{in}=0.75 \pm 0.02$ (相対密度 $Dr=55\%$) を目標として、空中落下法を用いて作成した。本論文において、メンブレンの貫入量に対する評価方法は、Vaid and Negussey の提案した手法を用いて行う。

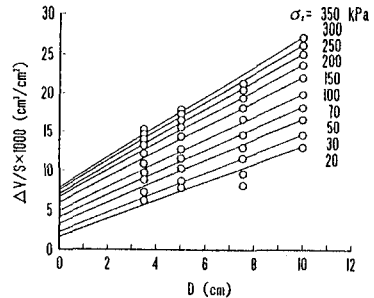
用いた供試体直径は3.5, 5.0, 7.5, 10.0cmの4種類であり、メンブレンの厚さは0.2mm, 0.5mmのものを用いた。応力径路は載荷・除荷・再載荷・再除荷に対して行い、拘束圧は20kPaから400kPaまでで行った。

3. 試験結果および考察

図-1(a)は、載荷時におけるそれぞれの有効拘束圧のメンブレンの単位面積当りの体積変化 $\Delta V_T/A_s$ と供試体直径 D の関係を、メンブレン厚 0.2mmについてプロットしたものである。ここで、 ΔV_T は全体積変化、 A_s はメンブレンで覆われた土粒子の面積である。図中の直線は、それぞれの有効拘束圧に対する4つのプロットを最小2乗法を用いて回帰したものである。その直線の切片と勾配は、拘束圧とともに増加している。これは、メンブレンの単位表面積当りの貫入量 ε_m と体積ひずみが拘束圧に依存することを示している。図(b)は、除荷時の $\Delta V_T/A_s$ と D の関係を示しており、載荷時と同様の知見が得られた。



(a) 載荷時の結果



(b) 除荷時の結果

図-1 メンブレンの単位表面積当りの体積変化と供試体直径の関係

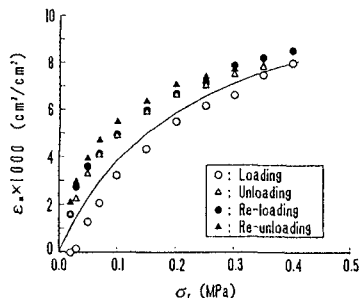
全ての応力段階から得られた有効拘束圧 σ_r と ε_m の関係を示したものが、図-2である。図-2(a)は、メンブレンの厚さが0.2mmの結果であり、図-2(b)は、メンブレンの厚さが0.5mmのものである。両図より載荷、除荷、再載荷、再除荷時の ε_m はさほど変わらないことを示しており、メンブレンの貫入量は、メンブレンが厚くなることによって低減されることを示している。そこで、メンブレン厚0.2mmに対する ε_m - σ_r 関係を双曲線関数を用いて式化すると以下ようになる。

$$\Delta V/A_s = (\sigma_r/\sigma_{r0}) / (a + b(\sigma_r/\sigma_{r0})) / 1000 \quad (1)$$

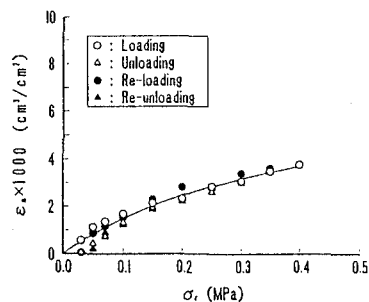
ここで、 σ_{r0} は、単位拘束圧である。式中のパラメーターは、本研究中で用いた秋穂砂 $Dr=55\%$ に対しては、 $a=0.18$, $b=0.08$ で与えられる。図中の線は、この式を用いて描いた予測曲線を表している。

図-3は、メンブレン貫入量に対して行った実験の載荷時の体積ひずみと有効拘束圧の関係を示している。この結果は、直径が大きいほど同じ拘束圧において体積ひずみが小さくなっていることを示している。これは、供試体の単位体積におけるメンブレンの表面積の割合が、供試体直径によって違うためと考えられる。式(1)を用

いてメンブレンの貫入量を補正した体積ひずみと拘束圧の関係が、図-4である。この図から、プロットはほぼ一本の線に近似でき、式(1)がメンブレン貫入量をうまく評価していることを示している。さらに、拘束圧の変化する実験に対しては、メンブレン貫入量を加味し、体積ひずみを算出する必要があることを表している。



(a) メンブレンの厚さが 0.2mm の結果



(b) メンブレンの厚さが 0.5mm の結果

図-2 メンブレンの単位表面積当りの貫入量と拘束圧の関係

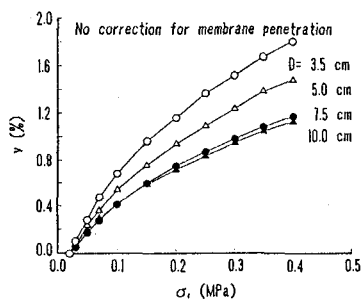


図-3 体積ひずみと拘束圧の関係
(メンブレン貫入量を考慮しない場合)

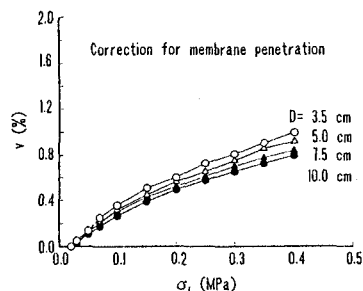


図-4 体積ひずみと拘束圧の関係
(メンブレン貫入量を考慮した場合)

図-5は、圧密時の p が、50kPa, 100kPa, 200kPa の場合の p -一定圧縮せん断試験結果に対してメンブレンの貫入量を考慮しない体積ひずみ、あるいは考慮した体積ひずみと応力比の関係を示したものである。図中のプロットは考慮した体積ひずみを、実線は考慮していない体積ひずみを示している。この図から圧縮側の p -一定せん断経路において、メンブレン貫入量補正をしない場合、体積ひずみを過小評価することがわかる。

4. まとめ

- (1) メンブレンの厚さが貫入量に与える影響は大きく、メンブレンが厚くなることによってメンブレン貫入量は低減される。
- (2) v - σ_r 関係からメンブレン貫入量を考慮していない体積ひずみは、メンブレン貫入量を考慮した体積ひずみと比較すると直径5cmのもので2倍程度異なる。
- (3) p -一定圧縮せん断試験において得られる体積ひずみは、メンブレン貫入量を補正しない場合、補正した場合と比較して過小評価される。

参考文献

- 1) Vaid, Y. P. and Negussey, D. (1984): "A critical assessment of membrane penetration effects in drained tests," Geotechnical Testing Journal, Vol. 7, No. 2, pp. 70-76.

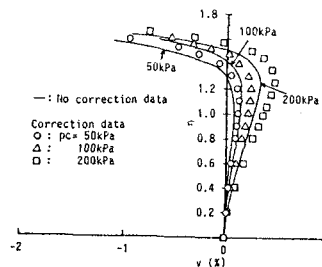


図-5 応力比と体積ひずみの関係
(p -一定応力制御せん断試験結果)