

種々の砂のゴム膜貫入特性—粒径および粒子形状の影響—

川重工業株式会社 (正) ○加藤有恒
鳥取大学工学部 (正) 清水正喜

1. はじめに

著者ら^{1), 2)}は従来の方法とは全く異なった方法でゴム膜貫入量を測定する試験器を開発した。本研究の目的は、開発された試験器を用いて、砂と粒径の異なるガラスビーズでゴム膜貫入量試験を行い、過去のデータと比較することによってゴム膜貫入量に対する間隙比、粒径、粒子形状による影響等を調べることである。

2. 試験方法

装置(図1): 試験器は側方を拘束した1次元圧縮試験器で、下部モールドに試料を入れ、試料上面にゴム膜を置き全体を上部モールドで密閉するタイプである。上部圧力及び背圧を作用させた状態で、間隙水圧及び体積変化量を測定できる。

方法: 次の3通りの方法でゴム膜貫入量を求めた。(方法1) 下部モールド内底部にスパーサーディスクを置くことにより供試体高を変化させる方法。ゴム膜貫入量は供試体の体積が0のときの測定体積変化量と考えることができるので、異なった供試体高さHに対して同じ圧力変化を与えることにより、その圧力変化に対応するゴム膜貫入量を求めるという原理である。(方法2) ゴム膜接触面積を変化させる方法。ドーナツ状のプラスチック薄板(厚さ0.2mm)を供試体の上においてゴム膜接触面積を変化させる方法(方法2. a)と円形状のプラスチック薄板でゴム膜接触面積を変化させる方法(方法2. b)である。ゴム膜接触面積が0のときゴム膜貫入量は0と考えることができるので、異なったゴム膜接触面積に対して同じ圧力変化を与えることにより、ゴム膜貫入量を求めるという原理である。

測定手順: 試験器下部を脱気水で満たし供試体及びゴム膜(直径76mm、厚さ0.2mmのラテックスを使用)をセットし軸方向有効応力 σ' を0.2, 1.0, 2.0, 3.0 kgf/cm²と上げていく(処女載荷)。その後、 $\sigma' = 0.2$ kgf/cm²まで除荷し、上述の手順で再々除荷まで行う。その間、各軸方向応力ごとに上下のビュレットの目盛りを測定した。
試料: 粒径の異なる4種類のガラスビーズと0.177~0.250mmに粒度調整した豊浦標準砂である。ガラスビーズは相対密度約40%の緩づめで、豊浦標準砂は相対密度約60%の中密の状態で行った。

3. 試験結果と考察

3. 1 供試体高さを変化させる試験(方法1)

図2に方法1によるゴム膜貫入量試験結果の1例を示す。 σ' と供試体からの総排水量Vの関係を表している。ただし、Vは処女載荷過程における $\sigma' = 0.2$ kgf/cm²のときからの排水量である。図3は再載荷過程におけるHと排水量V'との関係を σ' をパラメーターとしている。ここに、V'は各載荷過程における $\sigma' = 0.2$ kgf/cm²のときからの排水量である。各 σ' の値に対してHとV'の関係を直線で近似できる。H=0のときの排水量がこの過程における $\sigma' = 0.2$ kgf/cm²からその σ' までのゴム膜貫入量 V_m となる。図4にゴム膜単位面積(1cm²)当たりの貫入量 v_m と σ' との関係を示す。その関係は、 $v_m = K \log(\sigma' / \sigma'_0)$ で表される(σ'_0 は基準の圧力で0.2 kgf/cm²、Kは図における傾き)。尚、処女載荷過程は直線にはならなかった。これは、供試体をセットするときゴム膜を置くときに空気が入ったのではないかとと思われる。よってKの範囲を決めるとき処女載荷過程の値は除いた。図5は、傾きKと粒径の関係を表している。Frydman et alの研究と本研究では、ゴム膜の厚さ(Frydman et alは0.3mm)や実験のやり方が違うので単純に比較することはできないが、ガラスビーズは粒径とKの関係を直線で表すことができる。次にガラスビーズ(0.177~0.250mm)と豊浦標準砂を比較するとガラスビーズの方がKの値が小さい。これは粒径が同じなので粒子形状の影響であると考えられる。つまり同じ粒径の試料でも、粒子形状が違えばゴム膜貫入量は違う値を示す。同じ豊浦標準砂でKの値が違うのは、相対密度の違いによるものであり、密につめるほどKの値は小さくなることが分かる。

3. 2 ゴム膜接触面積を変化させる試験(方法2)

実験は粒径(0.177~0.250mm)のガラスビーズでH=40mmで行った。図6、図7は、方法2. aと方法2. bの再載荷過程におけるゴム膜接触面積Aと排水量V'との関係を σ' をパラメーターとしている。図6において、ゴム膜接触面積が小さいほど排水量は減少傾向を示すと予想されたが、実際は増加傾向を示しているところがある。これは、供試体と試験器の接触面の近くでは試料は圧縮しにくく、またゴム膜も貫入しにくい、プラスティ

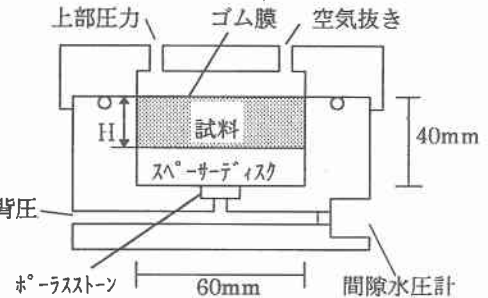


図1 ゴム膜貫入量試験器

ック薄板を設置したときは、接触面近くでも、ゴム膜貫入量はないが、板で供試体を圧縮することになり排水量が大きく出ていると考えられる。このため方法2. aでゴム膜貫入量を求めるのは適当でないと考えられる。方法2. bは、プラスチック薄板を供試体の中央におくことにより方法2. aで述べた影響を受けないと考えたが、結果(図7)を見るかぎり予想よりゴム膜接触面積の変化による影響は現れなかった。

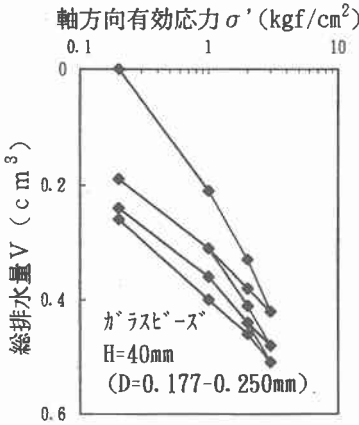


図2 Vと σ' との関係

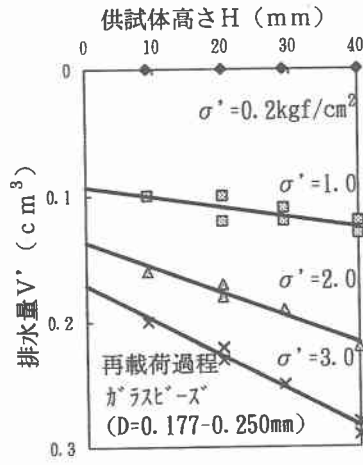


図3 V'とHとの関係

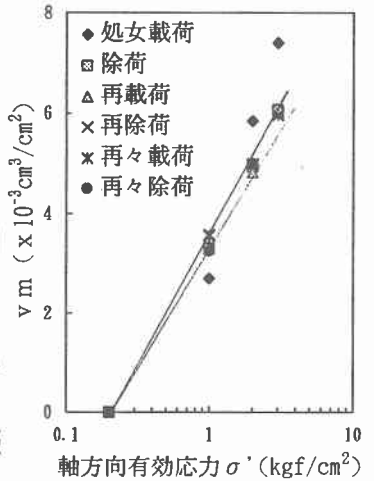


図4 $v m$ と σ' との関係

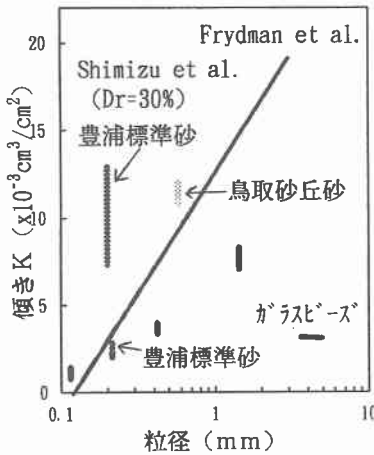


図5 KとDとの関係

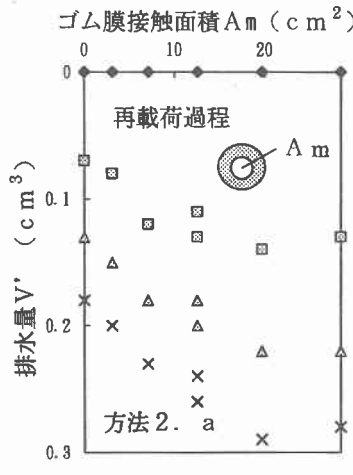


図6 V'とAとの関係

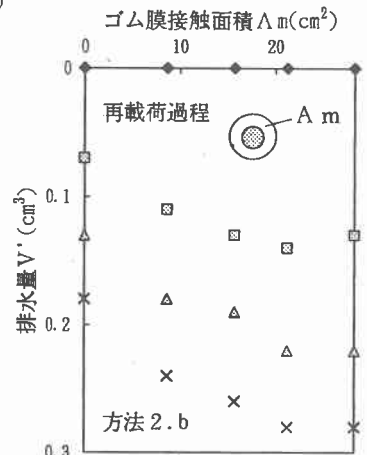


図7 V'とAとの関係

4. 結論

同じ粒径の試料でも、粒子形状が異なるとゴム膜貫入量は異なる。同じ粒径の場合、密に詰めるほどゴム膜貫入量は小さくなる。

5. 参考文献 1) 清水, 岩成, 木内(1993): 砂のゴム膜貫入量試験器の開発, 土木学会第48回年次学術講演会, III-470. 2) Shimizu et al. (1993): A simple apparatus for the measurement of membrane penetration, 鳥取大学工学部研究報告, Vol. 24, No.1, pp. 163~174. 3) Frydman, S. et al. (1973): The Membrane Effect in Triaxial Testing of Granular Soils, J. of Testing and Evaluation, ASTM, Vol. 7, No. 2, pp. 37~41.