

III-58

砂とガラスビーズによる一面せん断強度と 平面ひずみ強度の比較検討

日本大学理工学部 学生会員 ○森川岳幸 森岳史 正会員 梅津喜美夫

1. はじめに 当研究室では、別報1)2)のように傾斜実験、平面ひずみ圧縮試験および一面せん断試験による砂のせん断特性について、装置の開発を行いながら比較検討を行っている。ここでは、平面ひずみ圧縮試験と一面せん断試験について、粒子形状の異なる数種類の砂とガラスビーズを用い、両者の内部摩擦角の関係についてよく引用されるDavisの式を基に比較検討を行ってみた。

2. 試料及び供試体 図-1は、使用した試料の粒度曲線を示したものである。表-1にこれらの物理定数(粒子の比重 G_s 、平均粒径 D_{50} (mm)、均等係数 U_c)を示す。供試体はこれらの試料をモールド内に空中落下法で堆積させ、不飽和状態にして凍結させたものを、図-2のように供試体の堆積面がせん断面と直行するように装置にセットして、「一面」と「平面」とで初期構造の異方性の影響が現れないようにした。

3. 試験装置及び試験方法 3-1 傾斜分割箱一面せん断試験 せん断箱の断面図を図-3に示す。詳細は別報2)に記してあるので、ここでは割愛するが、試験は拘束圧 $\sigma_n=40\text{ kPa}$ (0.41 kgf/cm^2)を一定にし、通常的一面せん断試験で行われる応力経路の実験を行った。

3-2 平面ひずみ圧縮試験 この試験装置についても別報1)に記述してあるので割愛するが、上述の一面せん断試験とすべり面上の応力が、なるべく対応するように拘束圧を $\sigma_3=50\text{ kPa}$ (0.51 kgf/cm^2)とした。

4. 試験結果と考察 4-1 応力曲線 (1) 一面せん断試験 図-5は、傾斜分割箱一面せん断試験のせん断変位(D_s)に対応する応力比(τ/σ_n)と体積変化(D_v)の関係の代表例を示したもので(a), (b), (c)の各図は豊浦砂、大磯砂、ガラスビーズのものを示している。この一面せん断試験は、応力制御なので、ピーク以降のデータはとれていないが、体積変化特性は密詰め時の正のダイレイタンス特性を示している。なお、ガラスビーズについては、粒子の径が大きいことなどが影響し、せん断変位が大きくシフトしている。Davisの式に用いるピーク時のダイレイタンス角は、このような場合も、最終測定点とその前のデータを用いて基本的に計算している。

(2) 平面ひずみ圧縮試験 図-6は、平面ひずみ圧縮試験の軸ひずみ(ϵ_1)に対する軸差応力($\sigma_1-\sigma_3$)と体積ひずみ(ϵ_v)の関係の代表例を上述と同様に示したものである。これらの応力ひずみ曲線は、一面せん断の場合と同様に正のダイレイタンス特性を示しており、またひずみ制御なのでピーク強度も現れており、密詰め砂の特性を示している。ガラスビーズ((c)図)については、「一面」ほどではないが、応力曲線の凸凹に粒子径等の影響が現れている。なお、応力曲線は2本あるが下側のものは内部ロードセルのデータを示しており、一面との比較に用いる強度はこのデータを用いている。

4-2 一面せん断試験と平面ひずみ圧縮試験の内部摩擦角の比較 図-7は、一面せん断と平面ひずみの内部

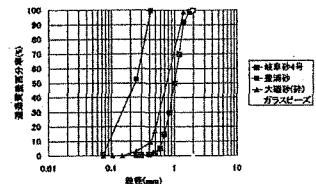


図-1 粒径加積曲線

表 1 各試料の物理定数

	大磯砂	ガラスビーズ	豊浦砂	標準砂4号
G_s	2.75	2.48	2.63	2.64
D_{50}	0.76	2.00	0.24	0.96
U_c	2.00	1.00	2.93	1.69

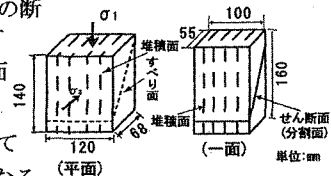


図-2 供試体寸法と堆積面

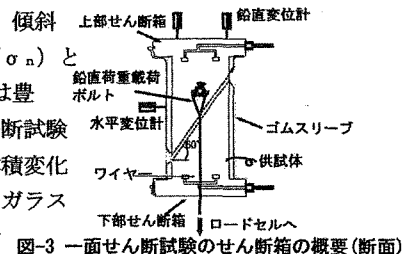


図-3 一面せん断試験のせん断箱の概要(断面)

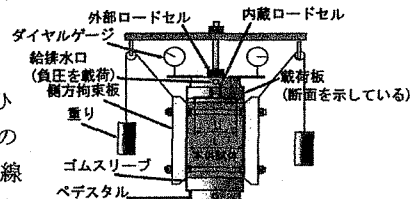


図-4 平面ひずみ圧縮試験機の供試体

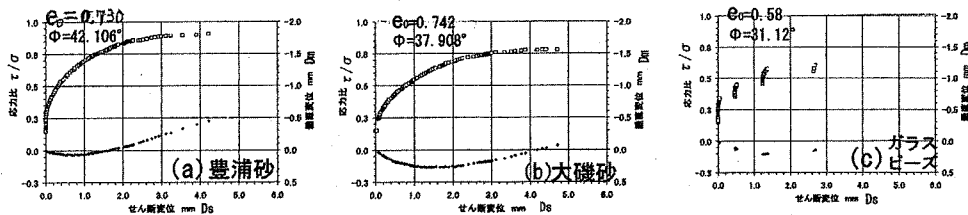


図-5 一面せん断試験の結果 ($\sigma_n=40\text{KPa}$)

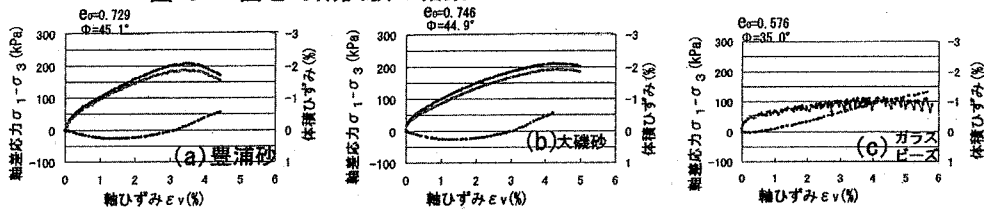


図-6 平面ひずみ圧縮試験の結果 ($\sigma_3=50\text{KPa}$)

摩擦角の関係を示したもので、(a)図は豊浦砂(b)図は大磯砂(c)図はガラスビーズについて示している。また図には、下記のDavisの式を用いた平面ひずみの計算値(ϕ_{psc})も示してある。これより以下の事が認められる。①ばらつきはあるがどの試料の場合も一面せん断試験の ϕ は、平面ひずみ圧縮試験の ϕ より数度小さくなっている。②一面せん断試験の ϕ_{ds} とピーク時のダイレイタンシー角 ν から計算したDavisの平面ひずみ強さ ϕ_{psc} の関係は豊浦砂((a)図○印)については、実験値(●印)よりかなり高くなっているのに対し、大磯砂((b)図□印)とガラスビーズ((c)図△印)については比較的一致している。

Davisの式： $\phi_{psc} = \sin^{-1}(\tan \phi_{ds} / \cos \nu + \tan \phi_{ds} \cdot \sin \nu)$
 ν ：ダイレイタンシー角

このような砂の種類による違いは、粒子形状に関係があると考えられる。実際に粒子形状を見てみると、計算値が実測値より高い豊浦砂は粒子形状に角張りがあり、一方、計算値と実測値に近い大磯砂は豊浦砂のような角張りはなく、角のないガラスビーズも計算値と実測値がほぼ対応している。

5. おわりに 今回、一面せん断試験と平面ひずみ圧縮試験の内部摩擦角の関係についてDavisの式をもとに検討を行った。今後更に実験方法についての検討を行いながら、両者の関係について検討していきたいと考えている。

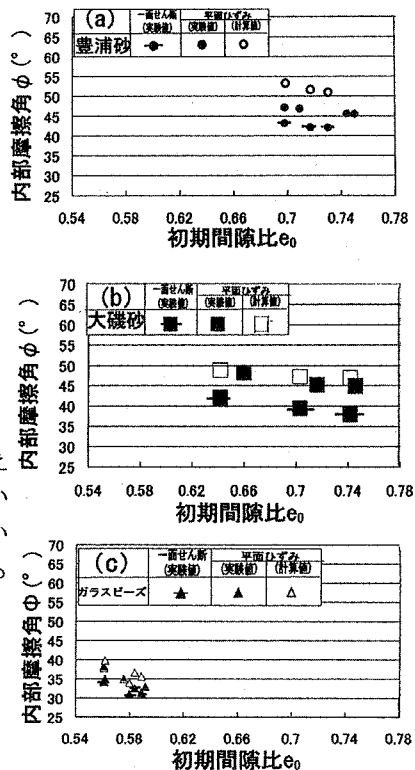


図-7 内部摩擦角と初期間隙比の関係

(参考文献) 1) 梅津・高橋・菅「傾斜実験と平面ひずみ圧縮試験によるJanuna砂(バングラディッシュ)せん断特性」土木学会東北支部技術発表会(平成17年度)H18年3月

10日 2) 梅津・中村・高橋・森「傾斜実験と一面せん断試験による砂とガラスビーズのせん断特性」土木学会東北支部技術発表会(平成17年度)H18年3月

10日 3) E.H.Davis.Theories of plasticity and failures of soilmasses.SoilMechanics-selected topics(ed.I.K.Lee)(1968) pp.341-380