

二次元一面せん断試験による均一アクリル円板のせん断特性

名城大学 学生員○春日井真 学生員 古谷祐樹
正会員 岩田 賢 正会員 板橋一雄
正会員 小高猛司

1. はじめに 筆者らは、礫質材料の相対密度を求めることを目的として、礫質材料の最密、最疎状態ならびに粒子形状に関する基礎的かつ詳細な実験を実施し、充填特性に対する壁効果や粒子形状の影響を明らかにしてきた¹⁾。また、密度はせん断強さなどの粒子の力学的性質に影響を与えるといわれており、せん断特性に対する詳細な検討を行う必要がある。今回は二次元状態の研究の一貫として、均一円板を用いた一面せん断試験を行い、粒径の違いがせん断特性に与える影響を明らかにしたのでここに報告する。

2. 実験方法 実験材料として今回の実験では粒径の相違を明らかにするために、写真-1 に示すような直径 $d=10, 30\text{mm}$ の 2 種類の均一アクリル円板粒子を使用した。せん断容器は幅 $L=300\text{mm}$ 、高さ $h=310\text{mm}$ の長方形であり、上下中央部が分割できるようにしている。一面せん断試験は写真-2 に示すアクリル円板をせん断できる ACL 一面せん断試験機を用いた。垂直荷重 P 及びせん断荷重 S の載荷容量は 2kN で、垂直変位 h とせん断変位 δ 最大値はそれぞれ 30mm および 100mm である。実験手順として、せん断容器にアクリル円板粒子が斜方配列を形成するように詰めた後、載荷板を下ろし所定の垂直荷重をかけた。今回の実験では垂直応力 $\sigma=50, 100, 150\text{kN/m}^2$ の 3 種類として垂直応力を一定に保ち、せん断変位速度 2.4mm/min で手動式ジャッキを回した(写真-3)。そして、せん断変位が 10mm になるまでせん断を行った。写真-4 には直径 $d=30\text{mm}$ の均一円板を斜方配列でせん断容器に詰めたときの供試体の初期状態を示している。

3. 実験結果 図-1 にはそれぞれの粒子の直径が 10mm と 30mm のせん断変位とせん断応力の関係を示してある。この図より、せん断応力は粒子の大きさに関係なくせん断初期に急激な増加傾向を示しており、せん断応力は垂直応力が増加すると大きくなる傾向が見られた。また、 10mm 円ではせん断応力の最大値がせん断初期に現れているのに対し、 30mm 円ではせん断変位 5mm 程度で現れている。このことより、せん断応力の最大値は粒径が小さいほどせん断初期に現れることが考えられる。ただし、せん断変位は無次元量ではないので粒径の影響を直接受けることに注意しなければならない。図-2 にはそれぞれのせん断変位と垂直変位の関係を示しており、垂直変位は膨張を正としている。この図より、せん断開始直後から体積膨張を示しており、供試体の初期構造が密な状態であると考えられる。粒径 30mm

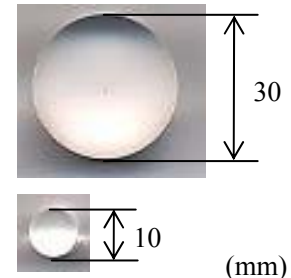


写真-1 アクリル円板粒子

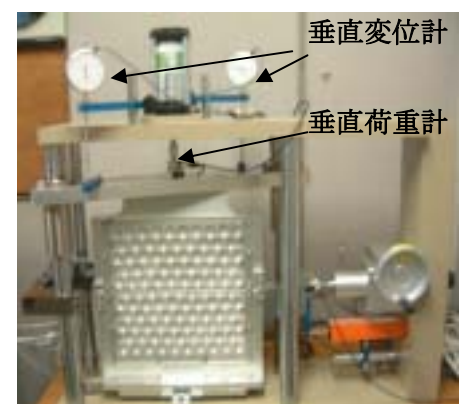


写真-2 ACL 一面せん断試験機(全景)



写真-3 ACL 一面せん断試験機(拡大)

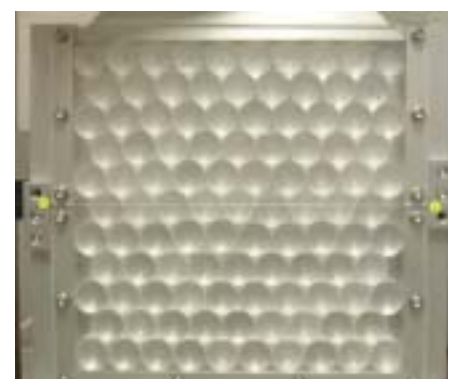


写真-4 供試体写真

の図の垂直変位, せん断変位いずれも 1/3 にした場合, 粒径 10mm の図にほぼ一致し, ダイレイタンシー特性は等しいことがわかる. 図-3 には垂直応力とせん断応力の関係を示している. この図より, いずれの粒径においても, せん断応力の最大値を直線で結ぶことができ, クーロンの破壊規準が成り立つことがわかる. このクーロンの破壊線よりそれぞれのせん断抵抗角 ϕ を求めると, 粒径が大きくなるとせん断抵抗角も大きくなることが示唆された.

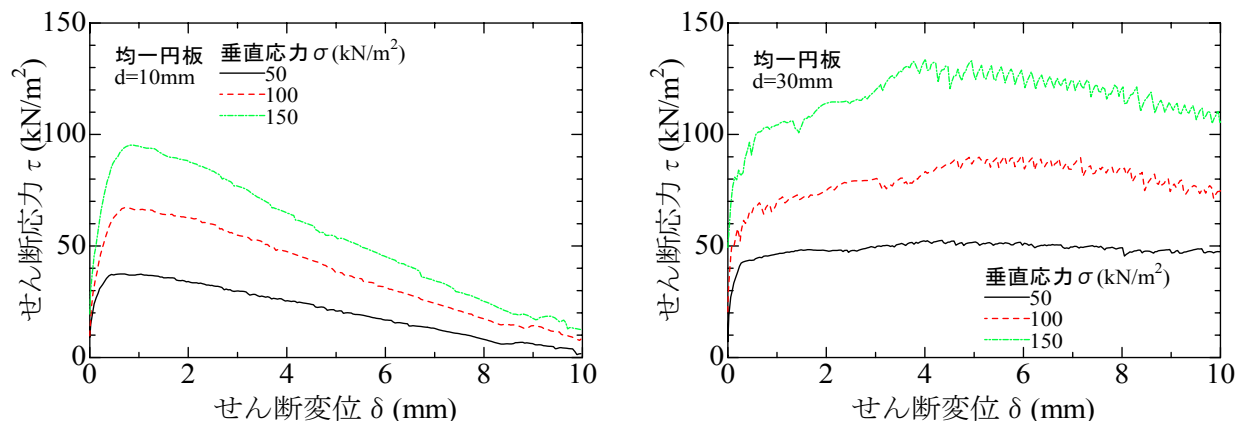


図-1 せん断変位とせん断応力の関

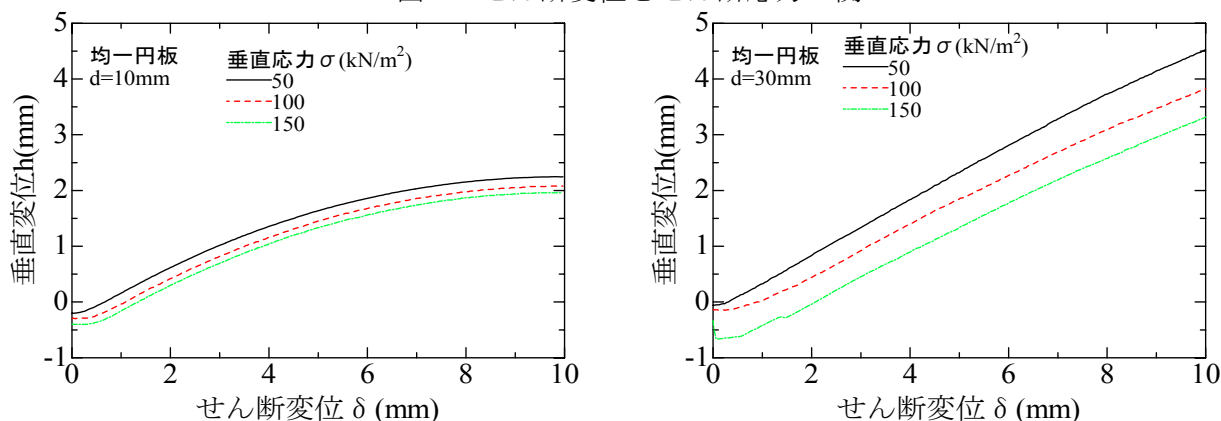


図-2 せん断変位と垂直変位の関

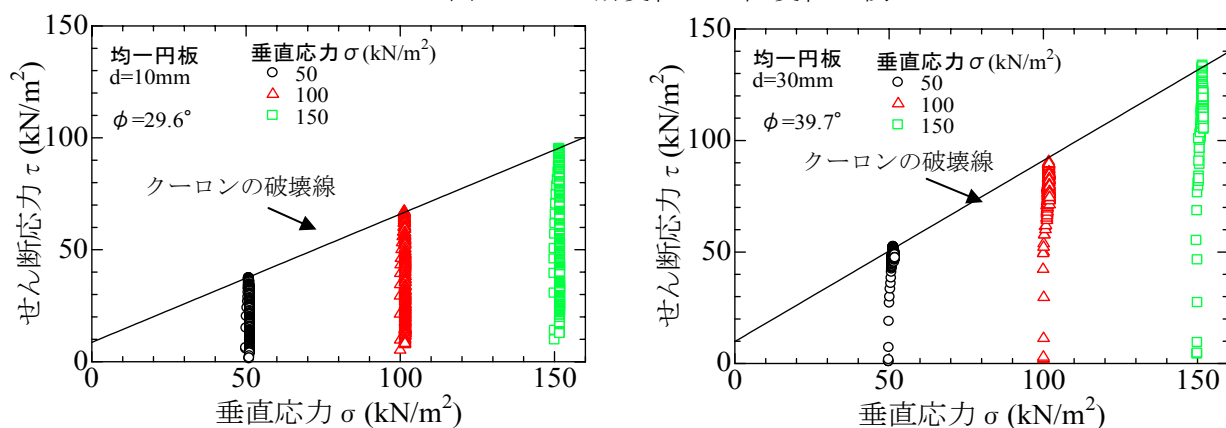


図-3 垂直応力とせん断応力の関係

4.まとめ 均一アクリル円板を用いた一面せん断試験を行った結果, 以下の知見を得た. ①せん断応力は粒子の大きさに関係なくせん断初期に急激な増加傾向を示し, せん断応力は垂直応力が増加すると大きくなる傾向が見られた. ②せん断応力の最大値は粒径が小さいほどせん断初期に現れる. ③粒径が大きくなるとせん断抵抗角も大きくなる.

参考文献 1) 板橋一雄・松尾稔・内藤充則・神谷圭吾: 均一な粗粒材料の粒子形状評価と充填特性, 地盤工学会論文集, 43(1), pp.115-127, 2003.