

2 種混合アクリル円板粒子の二次元一面せん断試験

名城大学	学生会員	○中村太意
名城大学大学院	正会員	岩田 賢
名城大学	正会員	板橋一雄・小高猛司

1. はじめに

土のせん断特性は間隙率が大きく影響することは周知であるが、特に礫材料の場合には、充填特性や壁効果などの影響が顕著に現れる。本研究では、礫粒子をアクリル円板で模擬して一面せん断試験を実施することにより、せん断中の粒子回転や粒子接点角の変化などを観察しつつ、微視的に初期充填構造の効果や壁効果などの礫材料特有の問題の解明を試みている。春日井らは、直径 10mm の均一アクリル円板での試験結果を示したが¹⁾、本報では他粒径での試験結果や 2 種混合粒径での試験結果を示す。

2. 試験概要

今回の試験では粒径 10, 20, 30mm, 厚み 20mm の均一アクリル円板粒子を用いた。せん断箱は幅 300mm, 高さ 310mm の長方形であり、上下中央部の高さ 150mm の位置で、上下 2 分割できるようになっている。一面せん断試験はアクリル円板をせん断するための特殊な一面せん断試験機を用いた¹⁾。すなわち、上部せん断容器を固定し、下部せん断容器にせん断力を与える。せん断力と垂直力はせん断荷重計と垂直荷重計で測定し、せん断変位と垂直変位は変位計により測定した。均一円板の試験では、(1) せん断容器に示すアクリル円板粒子が斜方配列を形成するように詰める。(写真 1＝初期状態)(2) せん断箱上部から載荷板を介して垂直応力 50, 100, 150, 200kN/m² を一定にかける。(3) 手動式ジャッキによりせん断変位速度 2.4mm/min でせん断容器下部を左方向に移動させる。(4) せん断変位は粒径の小さい順に 10mm, 20mm, 30mm となるまでせん断する。一方、2 種類混合円板の試験では、試験材料に粒径 10, 30mm の 2 種類のアクリル円板粒子を用い、粒径比 10/30 とし、細粒分含有率(混合割合)を面積比で 0 (30mm のみ), 5.26, 30.77, 80.00, 100% (10mm のみ) と算出した。せん断容器および一面せん断試験機は均一円板と同様である。(1) せん断容器に所定の細粒分含有率になるように粒子を一粒ずつ無作為に投入し、粒子を投入するごとに落し蓋で軽く押し付け最密充填状態になるように詰める。(写真 2＝初期状態)(2), (3) を同様に行い、(4) せん断変位はすべての細粒分含有率で 30mm までせん断する。

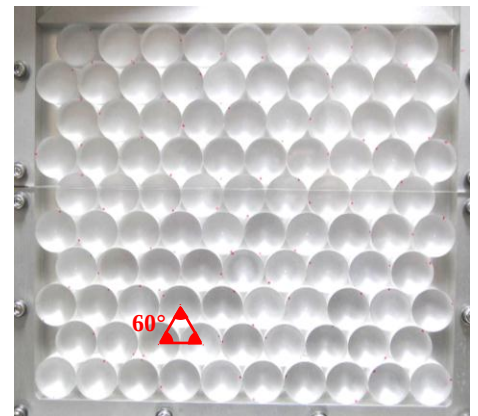


写真 1 粒径 30mm の供試体



写真 2 細粒分含有率 5.26% の供試体

3. 試験結果

表 1, 2 に均一円板と 2 種混合円板のせん断変位とせん断強度とクーロンの破壊規準線および強度定数を示し、図 1, 2 および 3 はそれぞれ、均一円板 (30mm) (上) と二種混合円板 (5.26%) (下) のせん断変位とせん断応力の関係、せん断変位と垂直変位の関係および垂直応力とせん断応力の関係である。図 3 の直線はせん断応力の最大値を結んだものであり、この直線でクーロンの破壊基準を決定した。図 1 と表 1 より、均一円板では、せん断応力は粒径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、垂直応力が増加するとせん断力も大きくなる。そのため、せん断強度はせん断初期にみられ、垂直応力が増加すると大きくなる。図 1 と表 2 より、2 種混合円板では、細粒分含有率に関係なくせん断応力の変動が大きく、せん断強度

は細粒分含有率が小さいとせん断後半部分に現れる。図 2 より均一円板では、せん断開始直後から体積膨張しており、供試体の初期構造が密である。また、ダイレイタンシー特性を比較するために垂直変位、せん断変位の値をそれぞれの粒径の大きさに除して正規化した場合、ダイレイタンシー特性が等しいことがみられた。2 種混合円板では、全体的に体積膨張の傾向を示しているが、せん断変位によっては収縮する部分が見られた。また、細粒分含有率が大きいとせん断前半部分で体積膨張を示すことがわかる。図 3 と表 1 より均一円板では、粒径が大きいほど粘着力は高い値を示すが、粒径の違いがせん断抵抗角に与える影響は小さいことが示唆される。図 3、表 2 より 2 種混合円板では、細粒分含有率が小さいほど粘着力は高い値を示すが、細粒分含有率の違いがせん断抵抗角に与える影響は小さいことが示唆される。

表 1 均一円板のせん断変位とせん断強度と強度定数

	粒径10mm		粒径20mm		粒径30mm	
垂直応力	せん断変位	せん断強度	せん断変位	せん断強度	せん断変位	せん断強度
(kN/m ²)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(kN/m ²)
50	1.74	35.22	1.13	61.77	1.97	71.17
100	1.14	66.73	1.15	100.12	2.46	111.85
150	1.07	97.10	0.92	134.28	2.58	136.03
200	0.92	134.20	0.93	166.60	2.79	171.53
粘着力(kN/m ²)	2.89		26.56		39.45	
せん断抵抗角(°)	32.36		34.90		32.83	

表 2 2 種混合円板のせん断変位とせん断強度と強度定数

	細粒分含有率5.26%		細粒分含有率30.77%		細粒分含有率80.00%	
垂直応力	せん断変位	せん断強度	せん断変位	せん断強度	せん断変位	せん断強度
(kN/m ²)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(kN/m ²)
50	22.73	85.12	10.69	58.20	4.36	44.73
100	23.02	112.90	25.11	78.30	9.53	83.68
150	28.36	142.58	25.09	119.65	5.48	106.27
200	27.87	184.93	4.99	154.65	9.47	133.57
粘着力(kN/m ²)	48.02		20.01		17.56	
せん断抵抗角(°)	32.32		33.21		29.97	

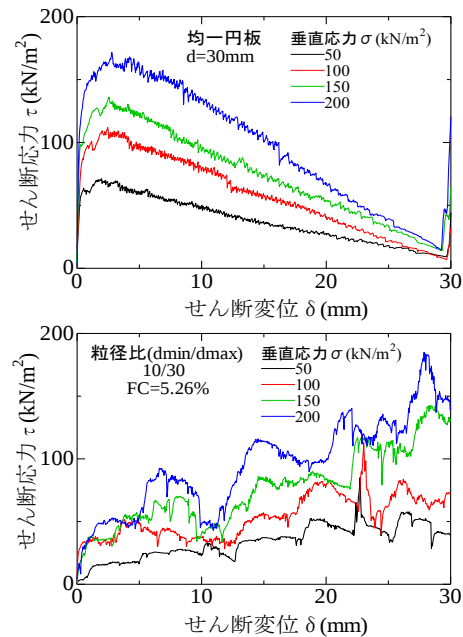


図 1 せん断変位とせん断応力の関係

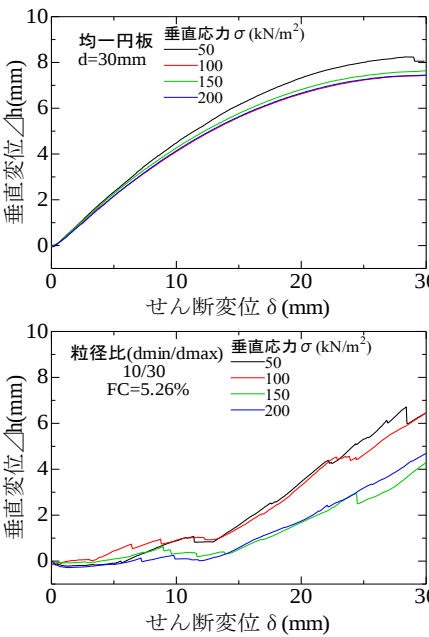


図 2 せん断変位と垂直変位の関係

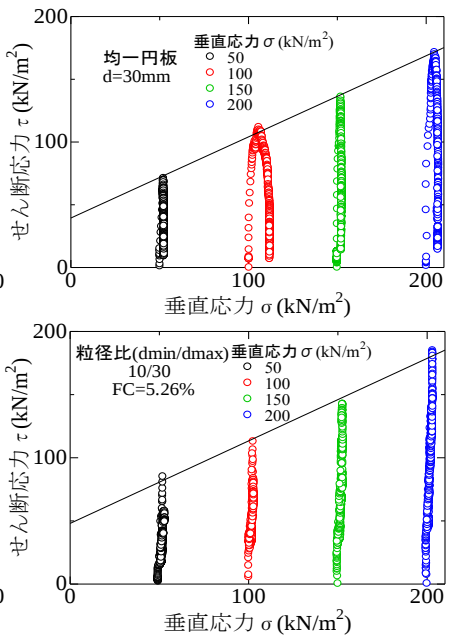


図 3 垂直応力とせん断応力の関係

4. まとめ

本試験より、粒径が大きい粒子が多いほど粘着力が大きくなるが、せん断抵抗角に与える影響は小さいことが示唆された。今後は、粘着力増加のメカニズムについて考察し、充填特性や壁効果の影響についても検討する。また、粒子レベルのシミュレーションによって同様の検討を進める予定である。なお、試験の実施にあたり、元大学院生の春日井真氏、古谷祐樹氏に多大なお世話になった。記して謝意を表す。

参考文献 1) 春日井真・古谷祐樹・岩田賢・板橋一雄・小高猛司：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，第 44 回地盤工学研究発表会，2009。