

粒状体の平面ひずみせん断特性に及ぼす均等係数の影響

山口大学大学院 学生会員 ○中河祥一 岡元拓也 縄田 宏
山口大学大学院 正会員 兵動正幸 中田幸男 吉本憲正

1. 背景

過去の研究では、粒度の違いが地盤のせん断特性に影響を与えることがわかっている^{1), 2)}。これら研究は三軸圧縮試験によるものが大半である。たとえば、長大な土木構造物における地盤では平面ひずみ応力状態と仮定できる場合もあるため、その条件での研究成果の蓄積も必要であると考えられる。そこで、本研究は粒度の影響をより詳細に検討するために、異なる均等係数を有する試料に対して平面ひずみ圧縮試験を行った。

2. 試料

本研究では、三河珪砂とガラスビーズの二種類を用いた。粒度の影響を把握するために、試料ごとに平均粒径をそろえ、三種類の均等係数となるように粒度調整して実験を行った。各試料の粒度、物理性質を図1、表1に示した。

3. 最小・最大密度

せん断試験時の密度条件を揃えるために相対密度を統一して行った。そのため、あらかじめ各試料の最大・最小間隙比を把握した。各試料の密度試験結果を表2に示す。図2は最大間隙比、最小間隙比と均等係数の関係を示している。図には、過去の研究成果¹⁾も示した。いずれの試料も均等係数の増加に伴い、最大間隙比および最小間隙比の値は小さくなる。これについては、過去の研究成果も同様の傾向を示している¹⁾。また、ガラスビーズについては、既往の研究¹⁾とほぼ同じ結果が得られた。

4. 平面ひずみ圧縮挙動

4-1. 平面ひずみ圧縮試験装置

本研究で使用する供試体は 60mm×80mm、高さ 160mm の矩形である。供試体は密度が均一になるように 5 層に分けて自由落下法を用いて作製した。圧縮試験は圧密排水条件で行い、最小主応力 100kN/m²のもと、ひずみ速度 0.1%で行った。

4-2. 試験結果

図3は珪砂による平面ひずみ圧縮試験結果をもとに主応力比と体積ひずみを軸ひずみの関係を示している。珪砂の応力ひずみ関係は、明確なピークを持ち、ピーク後には顕著な軟化を示した。また、体積ひずみ挙動は、ピーク前に小さく収縮した後、ピークを示しながら膨張挙動が現れ、残留状態では、体積変化が観察されないものと

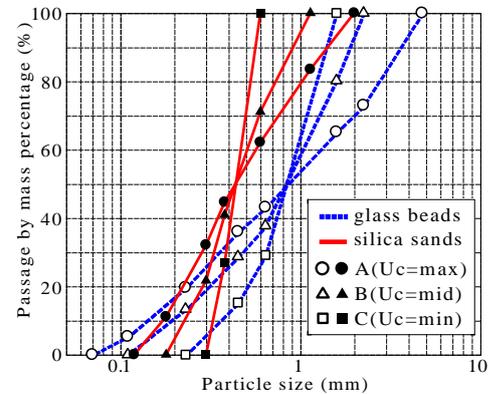


図1 各試料の粒度

表1 各試料の物理的性質

	U_c	U_c'	D_{50}	G_s
Ag	9.13	0.66	0.93	2.47
Bg	5.76	1.02	0.91	2.48
Cg	2.83	1.08	0.92	2.49
Ak	3.31	0.82	0.44	2.65
Bk	2.22	0.91	0.44	2.65
Ck	1.46	0.94	0.45	2.64

表2 最小・最大密度試験結果

	e_{max}	e_{min}	$e_{max}-e_{min}$
Ag	0.446	0.295	0.151
Bg	0.538	0.378	0.160
Cg	0.651	0.463	0.188
Ak	0.839	0.474	0.365
Bk	0.896	0.546	0.349
Ck	0.921	0.608	0.313

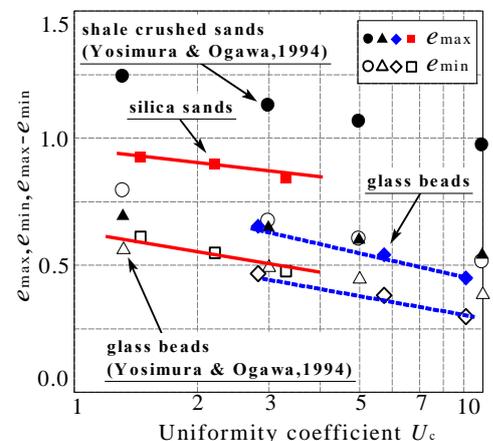


図2 各間隙比と均等係数の関係

なった。均等係数の小さい珪砂 Ck の結果は、剛性が高く、わずかではあるがピーク応力比も高く、より明確な膨張挙動を示した。図 4 はピーク時の主応力比と均等係数の関係を示している。いずれの試料も均等係数が増加すると、ピーク時の主応力比は減少する傾向が認められた。また、既往の研究結果の場合も同様な傾向となっている³⁾。図 5 は主応力がピークに到達した時の軸ひずみと均等係数の関係を示している。全体的な傾向では、均等係数が増加するとともに、ピーク時の軸ひずみは増加する傾向にあると考えられる。しかし Ag は極端に小さく、Bg は極端に大きな結果を示した。これは、Bg の D_r が 8% 低い値であったことから、軸ひずみの大きさが相対密度の大きさに強く依存するためではないかと考えられる。

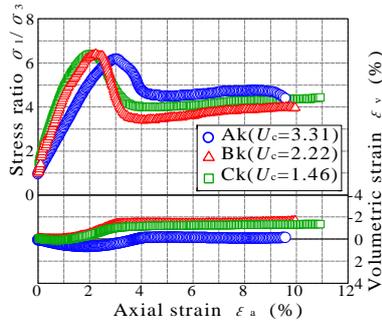


図 3 主応力比と軸ひずみの関係

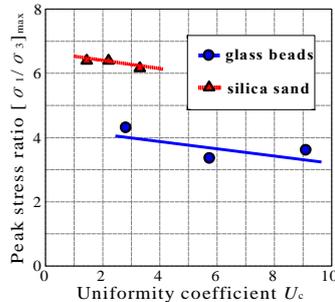


図 4 ピーク時の主応力比と均等係数の関係

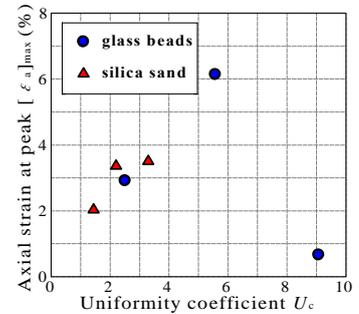


図 5 ピーク時の軸ひずみと均等係数の関係

4-3. せん断帯の発生

各試料において軸ひずみ 3~4%あたりでせん断帯を生じた。典型的な例として、各試料の均等係数が高い試料の供試体側面に発生したせん断帯の様子を図 7 に示した。発生したせん断帯の幅を下方から 5 か所を選定し、測定結果をまとめてものが図 8 である。供試体下方であるせん断帯の幅が各試料内でより大きい値となった。均等係数とせん断帯の幅の関係については、明確な傾向は得られなかった。今後、より詳細に検討していく予定である。

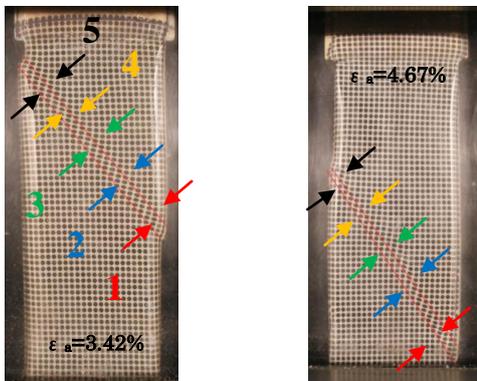


図 7 供試体側面に発生したせん断帯 (右:ガラスビーズ Ag 左:三河珪砂 Ak)

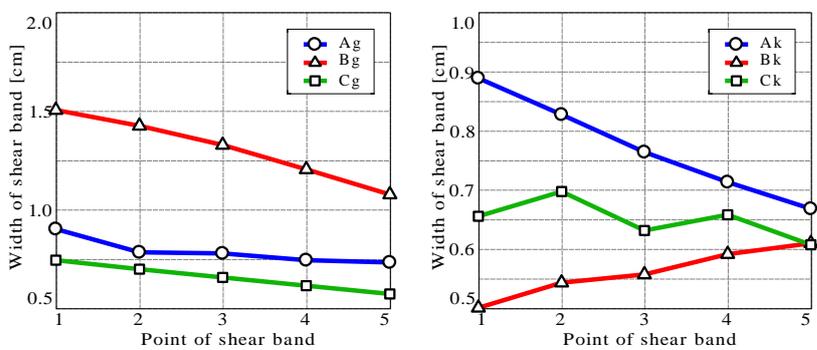


図 8 観察されたせん断帯幅 (左:ガラスビーズ 右:珪砂)

5. 結論

今回の実験結果より、(1)均等係数が増加すると最大最小間隙比が減少すること、(2)均等係数が増加すると強度が低下すること、(3)均等係数がせん断帯の幅に与える影響について明確な傾向は得られないことが、明らかになった。

参考文献

- 1) 吉村優治・小川正二：粒状体の間隙比およびせん断特性に及ぼす一次性質の影響[土木学会論文集 1994.3]
- 2) 戸田研吾：粒状体のせん断特性に及ぼす粒径および粒度分布の影響[筑波大学大学院理工学研究科修士論文]
- 3) 三浦均也：砂の力学的性質に及ぼす粒子形状および粒度分布の影響[北海道大学工学部研究報告第 149 号]