

前橋工科大学 学生会員 板橋 和登

前橋工科大学 学生会員 小板橋 武

前橋工科大学 正 会 員 土倉 泰

1. まえがき

土などの粒子集合体を材料とした構造物に関して、その挙動を調べるために小さな模型を作って実験が行われることがある。このような模型実験では、相似粒度を適用しない限り、粒子の大きさの影響は考慮されないことになる。しかし、問題によっては粒子の大きさが模型の挙動に影響を及ぼすこともあるのではないかと考えられる。そこで本文では、上記のことを整理して考えるための基礎資料を得るために、粒径の異なるガラスビーズに対する一面せん断試験を行って、粒子の大小が試験結果に及ぼす影響を調べた。

2. 実験方法

同一粒径のガラスビーズをせん断箱に詰めて供試体を作成した。供試体の直径は6 cm、高さは2.0 cm～2.2 cmである。高さに差があるのは、間隙比がほぼ一定となるような質量のガラスビーズをせん断箱に詰め、詰めた後に高さを測定しているためである。粒径別に間隙比を表したものが表-1である。通常、粒径1.0mmを超えるものに対してこの大きさの標準型一面せん断試験は行われないが¹⁾、ここではあえて粒径の大きいものも含めた。粒径の大きいものを除き、間隙比のほぼ等しい供試体を作成できた。粒径2.0 mm、4.0 mmで間隙比が大きくなるのは、せん断箱との境界付近にできる空隙のためと考えられる。表中の層数は何層に分けて締固めたかを示し、回数は一層当りの締固め回数である。また、載荷速度が変形・強度にどのような影響をもたらすかを調べるために、載荷速度を変えた実験も行った。表中の供試体A～Cは載荷速度1.0mm/min、供試体Dは載荷速度0.01mm/minの試験に用いたものである。なお、垂直応力は、すべての試験において49kPaとした。

表-1 粒径別の間隙比と供試体作成方法

粒径 (mm)	間隙比				層 数	回 数
	供試体A 1.0mm/min	供試体B 1.0mm/min	供試体C 1.0mm/min	供試体D 0.01mm/min		
0.1	0.490	0.527	0.490	0.527	5	50
0.2	0.527	0.527	0.490	—	5	50
0.4	0.527	0.527	0.565	—	5	50
0.8	0.527	0.527	0.490	0.601	3	50
2.0	0.564	0.564	0.564	0.490	3	50
4.0	0.602	0.601	0.602	0.639	2	50

3. 実験結果及び考察

図-1に各粒径に対しての最大せん断応力を示す。すべての粒径において載荷速度1.0mm/minで一面せん断試験を行った結果、粒径0.1mmを除き最大せん断応力の値に大きな差はみらなかった。ただし、粒径0.1mmでは最大せん断応力が他の粒径よりも小さい値となった。間隙比は、粒径0.1mm～0.8mmの各場合にほぼ一定なのでそれが影響しているとは考えにくく、この結果については実験条件等を再検討する必要がある。

図-2,3,4,5のグラフは、載荷速度1.0mm/minと0.01mm/minとでそれぞれ実験を行って得たせん断

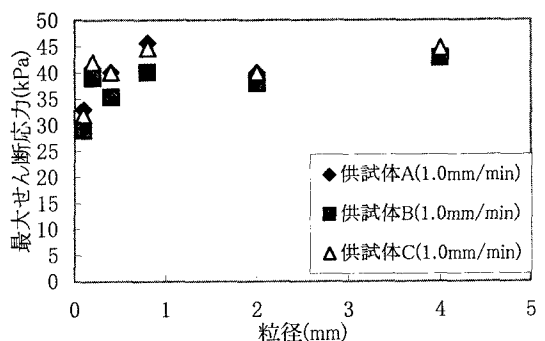


図-1 粒径別の最大せん断応力(1.0mm/min)

キーワード：一面せん断試験，ガラスビーズ，ダイレイタンスー

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学工学部建設工学科 TEL (027) 265-7305

断変位とせん断応力・垂直変位の関係を粒径別に示したものである。極端に遅い速度 (0.01mm/min) の場合、実験に時間を要するためせん断変位 0.7mm 程度で実験を打ち切っているが、グラフの曲線の形から強度を推定することは可能である。

図-2より、せん断変位とせん断応力の関係において、载荷速度の小さい供試体Dのみのこぎり型の曲線が描かれており、明らかに異なっているのがわかる。しかし、载荷速度の違いによって強度、垂直変位に有意な差はみられないのが読み取れる。粒径 0.8mm, 2.0mm に対しての実験結果 (図-3, 4) でも同様のことがいえる。

図-5より、粒径 4.0mm に対しては、载荷速度の違いにより強度、垂直変位に差が生じ、载荷速度が極端に遅いと膨張側に生じる垂直変位及び強度が小さくなる結果を得た。このような結果は、アルミ丸棒積層体の一面せん断試験のシミュレーションにおいても得られる²⁾。

粒径別に描いた図-2~5を比較すると、载荷速度 1.0mm/min で実験を行った場合、せん断応力が最大となったときのせん断変位は粒径が大きくなるにつれて大きい値となっている。粒径が大きいと粒子が粒子を乗り越えるまでに大きな変形量を必要とするからではないかと考えられる。なお、残留変形の段階に至る以前の垂直変位量(ダイレイタンス)の出方は、すべての粒径で類似したものとなっている。

4. あとがき

粒径の異なるガラスビーズで間隙比のほぼ等しい供試体を作成して標準型一面せん断試験を行ったところ、粒径 0.2mm~4.0mm の範囲では強度やダイレイタンスの値に差はみられなかった。ただし、せん断応力が最大となる点での変位は、粒径が大きいほど大きくなることがわかった。また、载荷速度が 0.01mm/min と極端に遅い試験も行い、すべての粒径でせん断変位とせん断応力との関係を表すグラフの形がのこぎり型となること、粒径 2.0mm 以下では载荷速度 1.0mm/min の場合と比べて強度とダイレイタンスの大きさにほとんど差はないが、粒径 4.0mm では強度、ダイレイタンスとも小さくなることがわかった。

参考文献: 1) 土質試験の方法と解析, 地盤工学会, p. 459, 1990.

2) 土倉, 粒状要素法を用いたアルミ丸棒積層体の一面せん断試験の再現, 第 32 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 501-502, 1997.

● 供試体A(1.0mm/min) ■ 供試体B(1.0mm/min)
▲ 供試体C(1.0mm/min) ○ 供試体D(0.01mm/min)

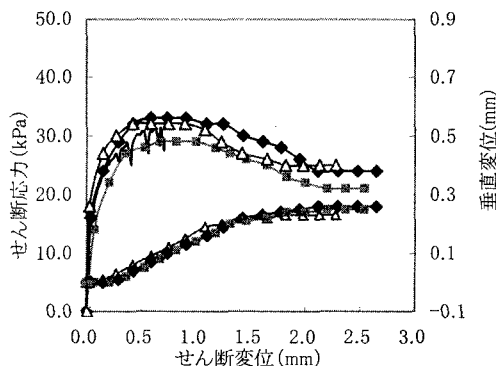


図-2 応力と変位の関係 (0.1mm)

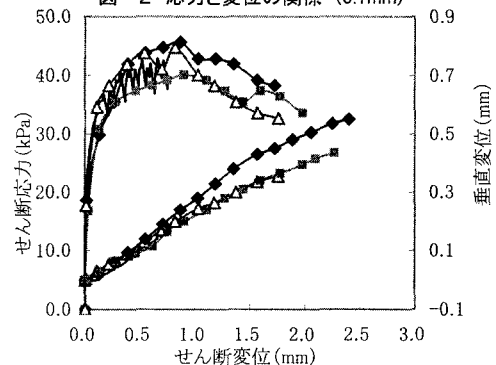


図-3 応力と変位の関係 (0.8mm)

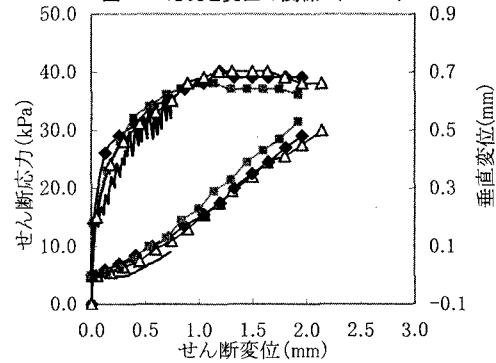


図-4 応力と変位の関係 (2.0mm)

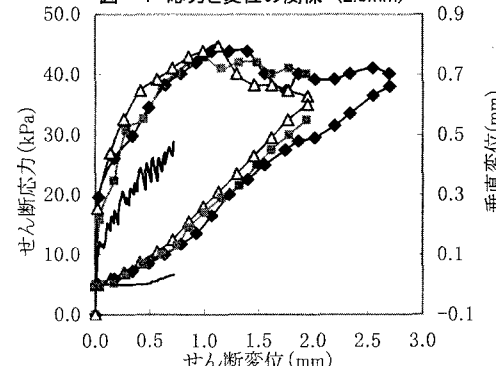


図-5 応力と変位の関係 (4.0mm)