

1. はじめに

日本、特に西日本では、毎年のように豪雨災害や土石流災害が発生している。その中でも花崗岩地域の斜面は、豪雨の際に土砂災害が問題となる。そのため花崗岩地域の土砂災害の発生メカニズムを知ることは重要である。花崗岩の風化残積土であるまさ土は風化の程度によって、異なる物理・化学、力学的性質を示し、不均質な風化状態のものが多く、多種多様な性質を示す¹⁾。まさ土は、不攪乱試料採取が難しく、不均一性の高い材料であるため、供試体寸法が小さく、供試体本数を増やすことができるものが望まれる。今回、まさ土の浸透やせん断特性を把握するために、単純せん断試験機を開発した。ここでは、粒径の異なるガラスビーズを用いて、開発した試験機の基本的な性能の確認を行った。

2. 試験機概要

単純せん断試験機は、材料に様なせん断ひずみを生じさせ、せん断破壊を与えるものである。変形などのパラメータについては変形の一様性から考えると、一面せん断試験より有利であると考えられている。写真-1のように供試体は基盤と9枚の積層板に囲まれ、メンブレンが装着されている。これにより、土の吸排水量を測定することができる。積層板1枚が厚さ2.5mmで、供試体は直径60mm、高さ22.6mmとなる。垂直力は錘を用いて供試体上部から、せん断力は供試体下部に作用させる。写真-2に示すように9枚の積層板はせん断が進むにつれて、単純せん断モードを示す動きとなる。

この試験機の特徴は、低圧での実験が可能であるとともに、供試体上部から間隙空気圧を作用させることでサクションを制御することが可能である。また、まさ土は比較的均等係数が高く、大きな粒子が混在しているため、一面せん断試験ではせん断箱の隙間の影響が問題となるが、この直接せん断試験機では隙間の影響は解消されることになる。

3. ガラスビーズを用いた単純せん断試験

粒径3mmと1mmのガラスビーズを用いて、単純せん断試験を行った。供試体は密詰めとなるように作成し、粒径1mmのガラスビーズは 1.64g/cm^3 、粒径3mmは 1.69g/cm^3 である。垂直応力は、8.5, 11.3, 14.1 kN/m^2 の低圧領域である。粒径3mmの結果を図-1、粒径1mmの結果を図-2にそれぞれ示す。せん断ひずみは、せん断中の水平変位をせん断開始時の供試体高さで除したもので、体積ひずみは、せん断中の鉛直変位を供試体高さで除したものである。いずれの結果についても明確なピーク強度は見られず、硬化型の応力ひずみ挙動を示している。せん断ひずみ10%まではせん断応力の増加が認められ、10%を過ぎたあたりから、せん断応力が一時的に減少する傾向が認められる。初期のせん断剛性やせん断応力の最大値は、明らかな垂直応力依存性が認められる。体積挙動にも垂直応力の影響が現れ、垂直応力が低いものの方がより顕著な膨張挙動を示している。図-2には、メンブレンの有無の影響を示している。メンブレンを用いて供試体を覆うことで、発揮されるせん断応力がわずかに大きくなることわかる。垂直応力8.5, 11.3, 14.1 kN/m^2 のいずれのとき

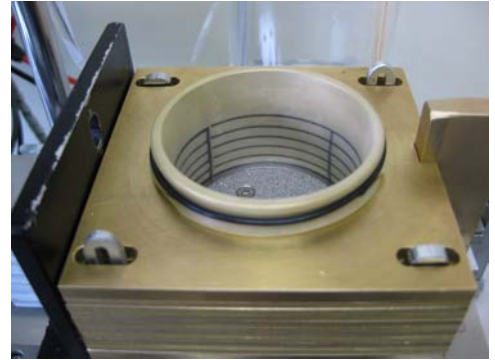


写真-1 供試体作成前



写真-2 単純せん断試験機 (積層板)

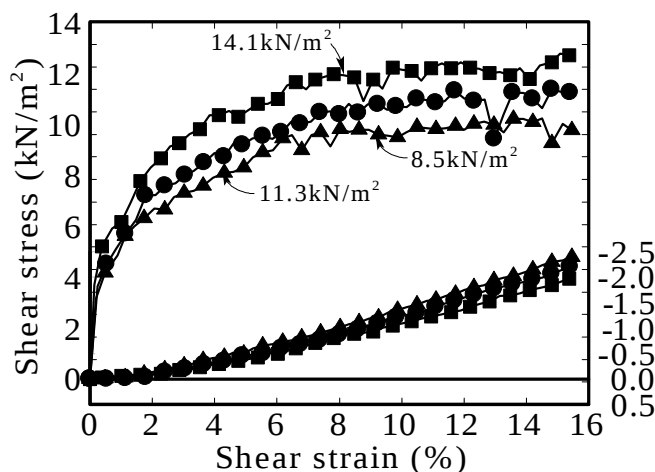


図-1 粒径 3mm のガラスビーズの応力ひずみ挙動

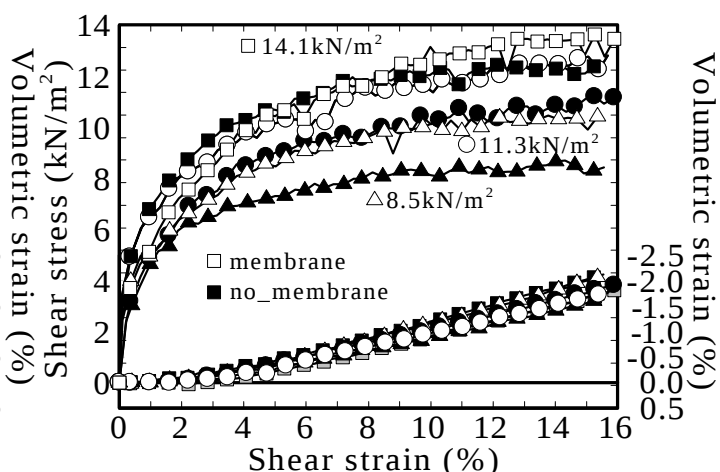


図-2 粒径 1mm のガラスビーズの応力ひずみ挙動

も 2 kN/m^2 ほどの差が見られた。図-3 は、せん断ひずみ 5%, 10%, 15% のときのせん断応力とせん断応力の関係である。このときの応力状態で求められた強度定数を求めた。せん断ひずみ 10% のときの強度定数は、粒径 3mm の場合、粘着力 5.97 kN/m^2 、せん断抵抗角 23.2° で、粒径 1mm の場合、粘着力 1.65 kN/m^2 、せん断抵抗角 37.2° 、粒径 1mm の供試体にメンブレンを装着した場合、粘着力 6.64 kN/m^2 、せん断抵抗角 24.1° であった。粒径が大きいほうが、粘着力は大きくなり、せん断抵抗角は小さくなる結果となった。強度定数にもメンブレンの影響が見られ、メンブレンがあると、粘着力は増加し、せん断抵抗角は減少することがわかった。図-4 は、図-3 の縦軸のせん断応力を垂直応力で除したせん断応力比と垂直応力の関係を示している。いずれの試料についても、垂直応力の増加とともにせん断応力比が減少している。それぞれの結果に対する近似線の傾きは、粒径 1mm と 3mm では異なっているが、せん断ひずみレベルによらず、ほぼ同程度の傾きとなっている。さらにいずれのせん断ひずみに対するせん断応力比も、粒径 3mm のほうが高い応力比を示している。

4. まとめ

不攪乱まさ土を低垂直応力条件で試験可能な単純せん断試験機を開発し、粒径の異なるガラスビーズで基本的な性能の確認を行った。その結果、応力ひずみ挙動にメンブレンの影響が現れること、粒径のよって発揮されるせん断応力に違いがあることがわかった。

参考文献：

1) 社団法人地盤工学会，地盤材料試験の方法と解説，p797,1008

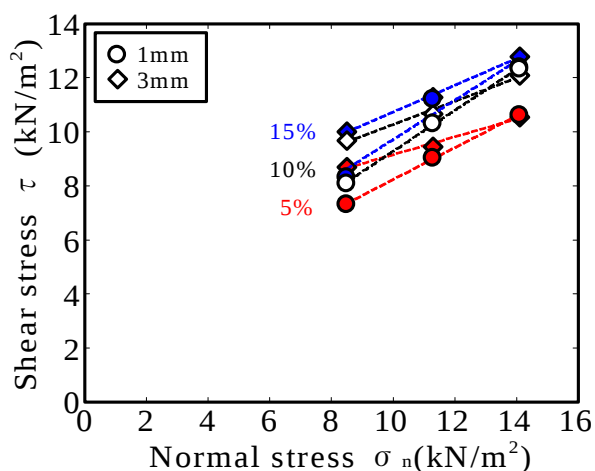


図-3 せん断応力と垂直応力の関係

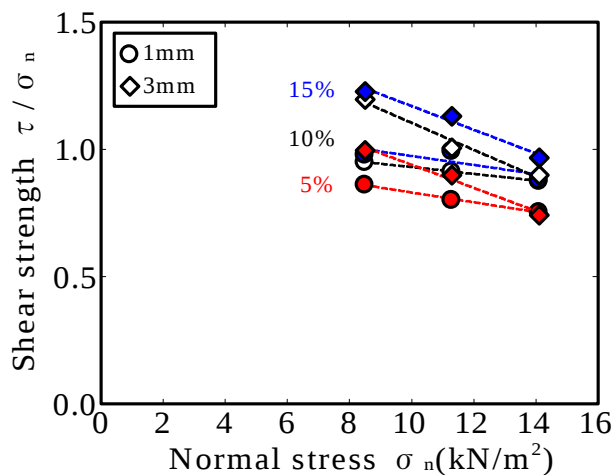


図-4 せん断応力比と垂直応力の関係