片栗粉を用いたダイラタント流体の在来型一面せん断試験結果について

長野工業高等専門学校　学生会員　○中田　明穂
長野工業高等専門学校　正会員　　松下　英次

１．はじめに

近年，メディアにおいて頻繁に片栗粉やコーンスターチなどを用いたダイラタント流体の実験が取り上げられている．ダイラタント流体とは，非ニュートン流体の一つでひずみ速度と応力が比例関係になく，ひずみ速度の増加に対して応力が急激に増加する性質を持っている [1)]．このダイラタント流体の実用例として，プロテクターやエンジンの機能を回復させるエンジンオイル等に用いられている．

このように様々な分野で実用化されているダイラタント流体を土木工学の分野においても利用できるのではないかと考える．しかし，ダイラタント流体の土木工学的性質は明らかにされていない．その中で著者らはこれまで片栗粉を用いたダイラタント流体の圧密特性について調べた [2)]．その結果，**図 - 1** に示すようにスラリー状資料にもかかわらず間隙比と圧密応力の関係に特異な変曲点が存在することが分かった．

そこで，本研究では片栗粉を用いたダイラタント流体の地盤工学的性質の内，せん断特性を調べることを目的とし，一面せん断試験を行った．

２．実験概要

実験に用いたダイラタント流体は片栗粉と蒸留水を混合したものを用いる．片栗粉の物理的性質を求めるにあたり，片栗粉の特殊な性質のため地盤工学会基準では行うことができなかった．そこで，土粒子の密度試験は真空脱気法で行った．その結果，1.642g/cm^3 であった．粒度試験は，**写真 - 1** に示す電子顕微鏡写真より大きさごとに粒子を数えて行った．**図 - 2** に得られた粒径加積曲線を示す．なお，粒径を求める際，粒子の長軸と短軸の長さを平均して粒径を求めた．さらに，通過質量百分率は，粒子を楕円体として体積を計算し，各粒子の密度を同じと仮定して算出した．液性限界試験では，ダイラタント流体の性質である急激に外力を加えると固体的に振舞うことから実験を行うことができなかった．また，塑性限界についても同様である．よって，NP として扱うこととする．

一面せん断試験は現在の地盤工学会基準では改良型の

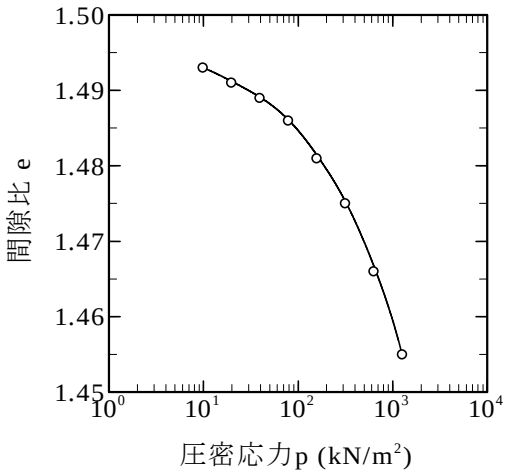

図 - 1　間隙比 e と圧密応力 p の関係

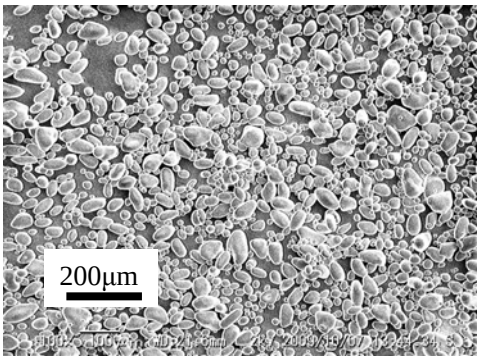

写真 - 1　片栗粉の粒子

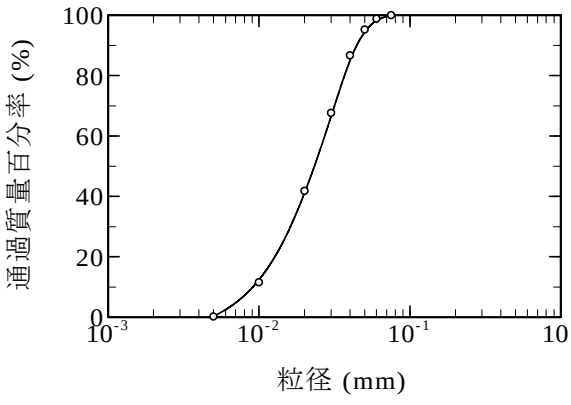

図 - 2　粒径加積曲線

一面せん断試験機で行うことが通例であるが，本試験室の設備上の問題から在来型の一面せん断試験を行った[3)]．試験方法は定圧せん断で，せん断速度は 0.1mm/min で行った．圧密圧力は図 - 1 で変曲点が現れた付近を想定し，95.4kN/m^2，146.0kN/m^2 および 194.9kN/m^2 の 3 種類で行った．

３．片栗粉のせん断特性

図 - 3 にせん断応力および垂直変位と水平変位の関係を示す．それぞれの最大せん断応力はスラリー状の試料であるにもかかわらず，本研究室で行った CL に分類される試料を再構成したものと同程度の値を示している．また，垂直変位は最大で-0.025mm とごくわずかであり，ほとんど変位しないことが分かる．

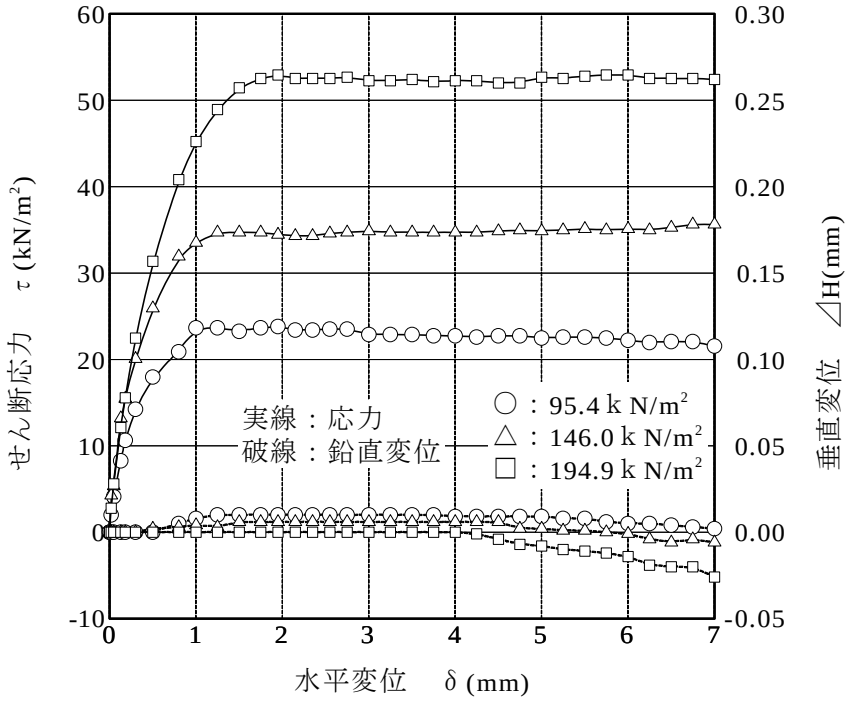

図 - 3　せん断応力および垂直変位と水平変位の関係

図 - 4 に垂直応力とせん断応力の関係を示す．ここで，本実験は在来型の試験機で行っているため，周面摩擦等の影響があるが，補正等はせずにそのままの結果を載せている．最大せん断応力はほぼ直線で結ぶことができることが分かる．これにより得られる強度定数は粘着力 c=0kN/m^2，内部摩擦角 φ =15°となる．粘着力がないことから，正規圧密状態に近いことが推測される．内部摩擦角は通常の粘土よりもかなり小さいことが分かった．これはやはり流体に近いことが影響していると考える．

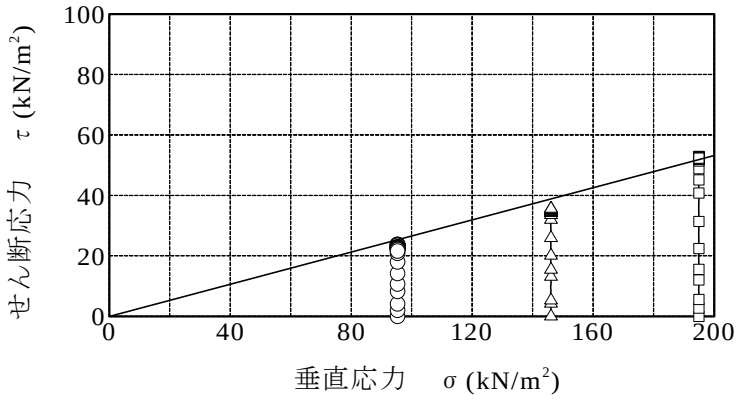

図 - 3　垂直応力とせん断応力の関係

４．まとめ

以上の結果から以下の知見を得た．

(1)各垂直応力における最大せん断応力はスラリー状にもかかわらず比較的大きな値を示す．

(2)せん断時の垂直変位はほとんど発生しない．

(3)粘着力は 0kN/m^2，内部摩擦角は 15°であり，内部摩擦角はかなり小さな値を示す．

参考文献

1)中川鶴太郎：流れる固体，岩波書店，1980.

2)松下英次，上原和也：片栗粉を用いたダイラタント流体の圧密特性，第 65 回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.〜，2010.

3)地盤工学会(編)：土質試験の方法と解説第一回改訂版，社団法人地盤工学会，2006.