

CCD カメラを用いた地盤材料の変形挙動観察

岐阜大学工学部土木工学科

○市川 大祐

岐阜大学工学部

正会員

八嶋 厚

岐阜大学工学部

正会員

沢田 和秀

1. はじめに

土の微視的構造を把握するために、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、圧密試験前後の土の微視的構造の観察が行われてきた¹⁾²⁾。しかし、これらの実験では、SEMの機能上変形前後で同一の粒子を観察することは非常に困難であり、地盤材料が破壊するまでにどのような過程で変形しているのかまでは把握できなかった。

そこで遠藤²⁾³⁾は、CCDカメラを用いて、時々刻々と変化する地盤材料の変形現象を視覚的に把握するための研究を行った。土がせん断破壊するときのせん断帯付近の挙動の可視化を行うために、アクリル板を用いてせん断試験装置を作成した。土が時々刻々と変形する様子を観察することはできたが、粘土試料をせん断した際、粘土の膨張により試験機が振動したため、明瞭な映像が得られないという問題点が挙げた。そこで本研究では、その問題を解決するために改良型のせん断試験機を作成した。さらに土のせん断時の状態を詳細に把握できるように、せん断試験機にロードセルと変位計を取り付け、応力と変位量を測定し、これらの結果と観察から得られた情報との関係を考察した。実験の結果を基に、土の変形時のミクロな情報とマクロな情報との関係を把握する。

2. 可視化装置

CCDカメラを用いた理由を以下に示す。

- ・電子顕微鏡と異なり時々刻々と変化する挙動を観察することができる。
- ・高倍率ではないが本当に見たい場所を観察することができる。

本研究では、土のせん断変形の観察にCCDカメラ(VC-10 PLUS 社製)を用いた。VC-10はモニターに接続することにより、モニター画面上でリアルタイムに対象物を写し出しながら観察することができる。観察倍率は25～100倍に設定できる。

3. せん断試験機

せん断帯を観察するために作成したせん断試験機の全体図を図1, 2に示す。せん断箱の詳細図を図3, 4に示す。せん断試験機は、せん断箱の可動部と固定部からなる。せん断箱可動部側面に稼動レールを設置することにより、可動部がせん断方向にスムーズにスライドできる。せん断時に試料が膨張することを防ぐために固定部の側面とせん断方向面、および稼動レールの側面にL字型アングルを設置し、またせん断箱に蓋をするように上板を設置した。上板とせん断箱可動部が接地する面で摩擦が生じないように、ナットを用いて上板の高さを調節できる仕組みとした。また、モーターを用いることにより、可動部に一定速度で変位を与えながら試料をせん断させることが可能である。(図1参考)

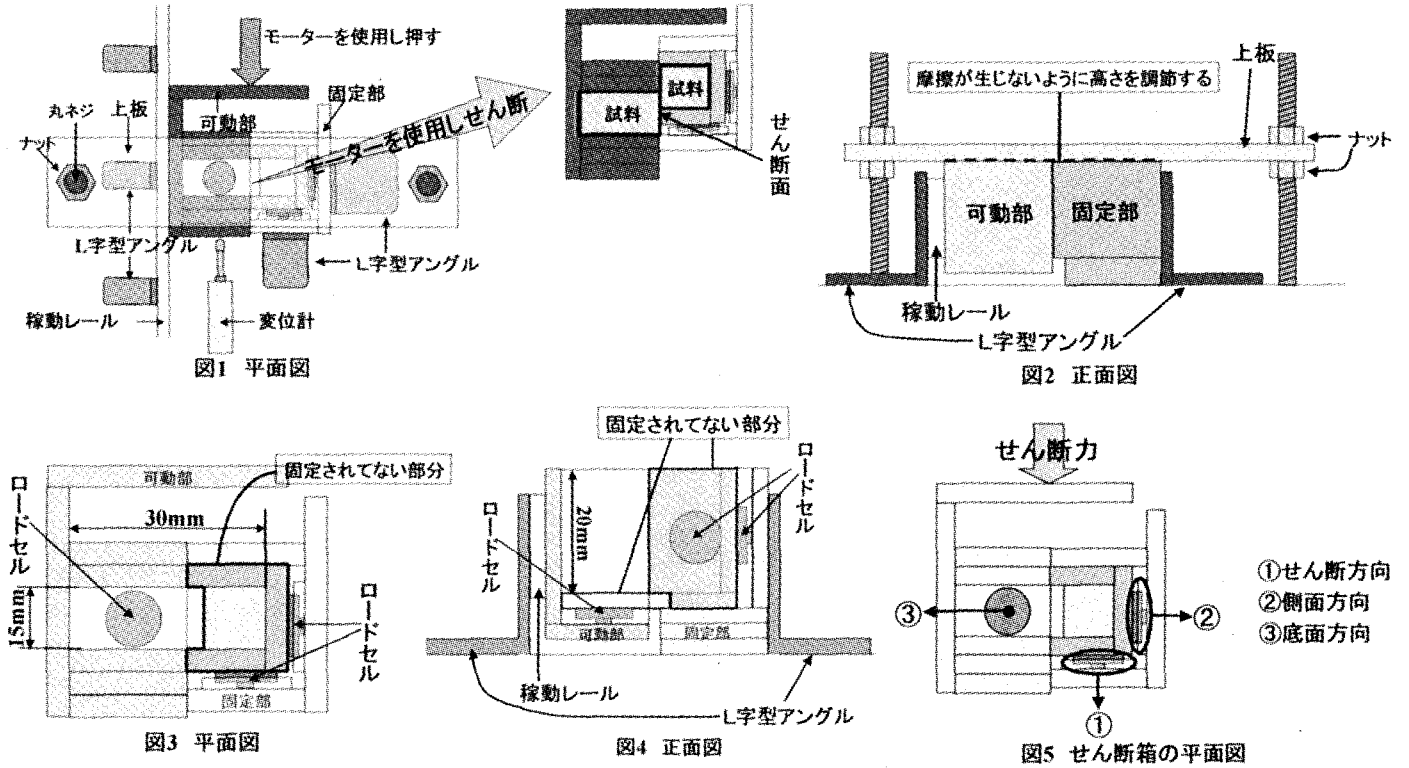
図3, 4のようにロードセルを3ヶ所に設置することにより、試料が膨張する力とせん断抵抗力を測定できる。固定部の内側にある小箱は、試料が膨張する力とせん断抵抗力を測定するために固定されていない。

せん断試験機の特徴を以下に挙げる。①CCDカメラによってせん断帯を観察することができる。②等体積を保ちながらせん断させることができる。③試験機に変位計を取り付けたことによってせん断方向の変位量を測定できる。④試験機に3つのロードセルを取り付けたことによって試料が膨張する力とせん断抵抗力を測定できる。

4. 土のせん断試験

15×30×21(mm)の粘土試料を作成し、せん断試験を行った。試料には繰り返し再圧密深草粘土(予備圧密 98kPa)

を用いた。図5のように、①をせん断に抵抗する荷重、②を側面方向に加わる荷重、③を底面方向に加わる荷重としたときの変位量と荷重は、それぞれ図6、7に示す通りである。今回の試験についてはロードセルに加わる荷重が未知であったため、まず定格容量20Nのロードセルを使用し、ロードセルを設置する3つの場所についてそれぞれの荷重を測定した。図6から、それぞれ線形的に変形していることがわかる。図7の①のせん断方に抵抗する荷重のグラフから、せん断破壊が起こっていることがわかる。②の側面方向に加わる荷重のグラフは、波を打ちながら上昇し最大値2.7Nに達し下降している。③の底面方向に加わる荷重は、側面方向の最大荷重の約1/2倍であった。これらの現象を撮影した映像と比較した。



5. おわりに

今後はより明確な土の変形挙動を把握するために、乱した粘土と乱さない粘土について試験を行い、せん断帯の現れ方を観察し、変位量と荷重の関係を測定する。また CCD カメラから得られた映像と、実験で得られた変位量と荷重のデータを比較し、せん断時の挙動を把握する。

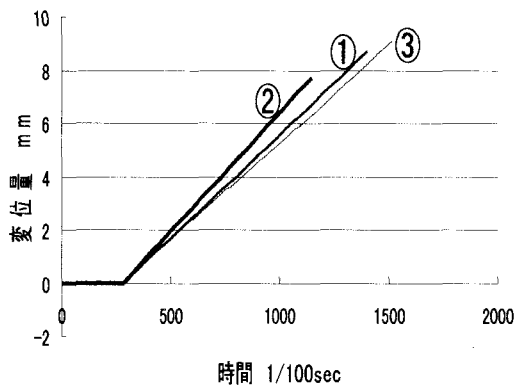


図6 時間(1/100sec)における変位量(mm)の関係

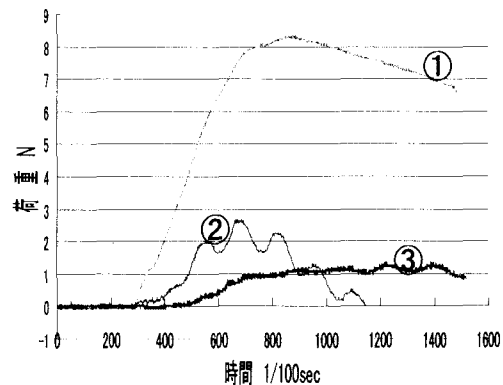


図7 時間(1/100sec)における荷重(N)の関係

参考文献

- 1) 八嶋厚・重松宏明・岡二三生・長屋淳一：上部大阪洪積粘土の力学特性と構造変化 土木学会論文集 No.624/Ⅲ-47 pp217～229 (1999.6)
- 2) 遠藤彰博：地盤材料の構造の可視化と破壊現象の解明 岐阜大学卒業論文 (2000)
- 3) 遠藤彰博：地盤材料を微視的に観察する試み 岐阜大学修士論文(2002)