

粒状体の断層挙動模型実験におけるデジタル画像の解析例

木更津高専 正会員 ○鬼塚信弘，金井太一

1. はじめに

近年，高画質で低価格なデジタルカメラが普及し，その画像を加工する，あるいは動画にするためのアプリケーションソフトも充実してきた．しかし，上記のような機能・性能を持ったデジタルカメラでは，地盤の変形や破壊現象を解明する上で重要な粒状体の個々の挙動を追跡することは困難である．そこで，本研究では高解像度デジタルカメラ（以下，高解像度カメラとする）を使用し，最適な画像計測システムを構築して，粒状体の個々の挙動を追跡することにした．本論文は，アルミ棒状材料を用いた断層挙動の再現可能な模型実験（以下，模型実験とする）におけるデジタル画像の解析例について報告する．

2. デジタル画像を利用する上での注意点

デジタル画像を取得できる機器として，デジタルカメラ，デジタルビデオ（DV）が挙げられる．最新のデジタルカメラは高画質，低価格であり，DVのような動画機能もついている．一方，DVはアナログビデオカメラのように長時間の動画撮影や，動画1コマの画像を取り出すこともできるが，デジタルカメラよりも画質が落ちて価格も高い．両者を比較した場合，デジタルカメラの方に汎用性があるが，被写体をデジタルカメラに取り込んだ時の画像とデジタルカメラからパソコンに取り込んだ時の画像の解像度の差が大きいことが意外と知られていない．つまり，画像が圧縮してパソコンに取り込まれていることである．そのため，土木分野でデジタル画像を取り扱うには，どういう目的で，被写体が何であるかを念頭において，撮影機器を選ばなければならない．

3. 高解像度カメラを用いた画像計測方法

画像計測システムの概略図を図-1に示す．高解像度カメラは特殊レンズを用いているので画像ひずみの影響がなく，画像を非圧縮の状態でパソコンに取り込むことができる．本論文では，基盤のずれ先端の角度を

75°にした層厚 $H=300\text{mm}$ の逆断層の模型実験について述べる．撮影時の照明は自然光を用いて測定点のアルミ棒を明確にし，測定点のアルミ棒前面には蛍光塗料を塗り，その他のアルミ棒前面には黒く塗って画像解析の精度を上げる工夫をした．高解像度カメラの位置は高さ $h=1055\text{mm}$ ，焦点距離 $f=1100\text{mm}$ で撮影した．基盤の断層変位速度は 0.075mm/sec とし，基盤の断層変位量（鉛直変位量） V を層厚の10%に相当する $V=30\text{mm}$ で実験を終了した．以下に主な画像解析手順を示す．

基盤のずれ先端の角度に沿って断層変位を上方に変位させ，断層変位の開始と同時に高解像度カメラで撮影した画像を画像入力ソフトにより動画（1秒間に1枚撮影した連続静止画像）としてコンピューターに取り込む．

取り込んだ動画を動画解析ソフトにより任意の測定点を追跡し，測定点の変位量や速度の値を得て，その結果を解析する．

4. 画像解析結果

逆断層 75°，層厚 300mm の実験終了時の画像を写真-1に示す．上盤の逆断層変位が増加すると，アルミ棒前面の粒子は移動し，すべり面に明瞭なせん断すべりが生じて上盤先端よりせん断層が形成される．1本のせん断層が上盤先端から地表面へ連続的に発達するのではなく，1本のせん断層が分岐しながら地表面に発達する．せん断層を境にした上盤，下盤の粒子の動き

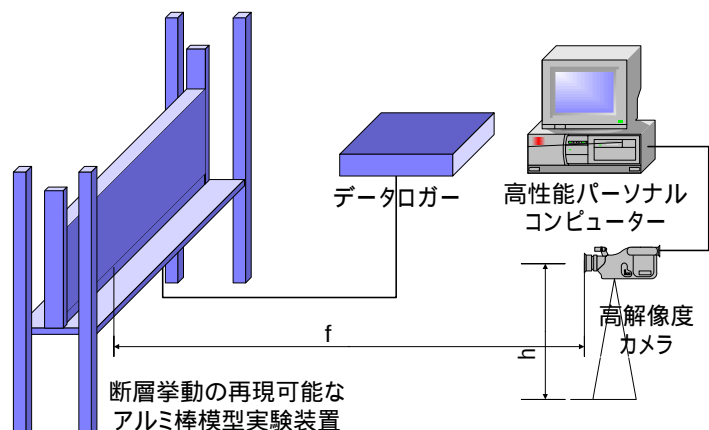


図-1 画像計測システム概略図

キーワード デジタル画像，粒状体，模型実験

連絡先 〒292-0041 木更津市清見台東 2-11-1 木更津高専 TEL 0438-30-4161 E-mail: conizuka@minato.kisarazu.ac.jp

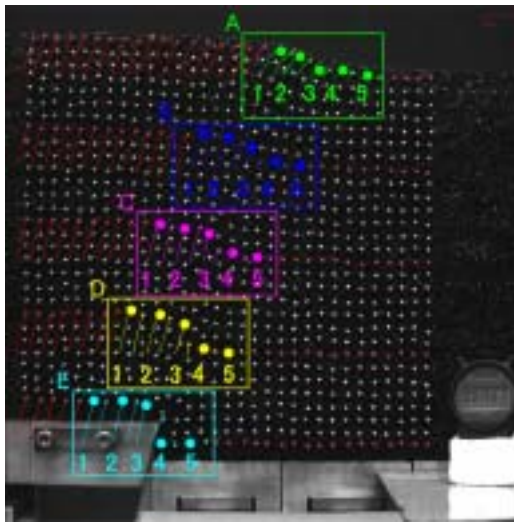


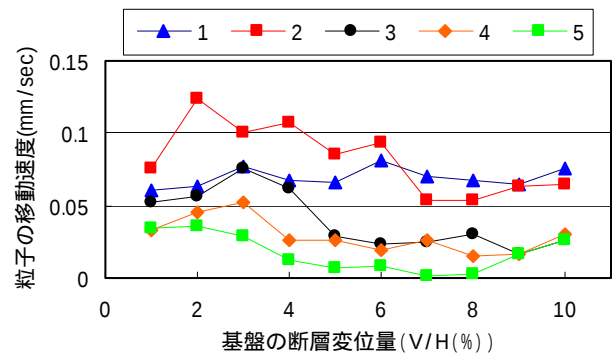
写真-1 逆断層 75°，層厚 300mm の実験
終了時 (V/H = 10%)

を追跡するために，粒子の測定範囲を層厚上部からA，B，C，D，Eに分けて，上盤側左端から順に番号をつけた粒子の軌跡を表示した．上盤側の粒子は右斜め上方に動き，下盤側の粒子はほとんど動かない．上盤側の粒子の移動量は地表に近づくAの領域になるほど粒子の移動量が小さくなる．これは基盤の断層変位がそのまま地表に伝わるのではなく，アルミ棒地盤内で分散していることを示している．さらに，粒子の動きを詳細に解析するために，粒子の測定範囲別の粒子の速度分布を図-2(a)～(e)に示す．縦軸は粒子の移動方向に対する速度で，横軸は層厚に対する基盤の断層変位量 (V/H(%)) である．速度が0に近い場合には粒子が動いていないことを意味する．C，D，E領域の粒子1，2，3はほぼ速度が一定で，各領域の粒子4，5はV/Hが増加するにしたがって速度が0に近づく．その他の粒子は速度の変化が著しく，せん断層が出現した領域であるため，このような結果になったと考えられる．

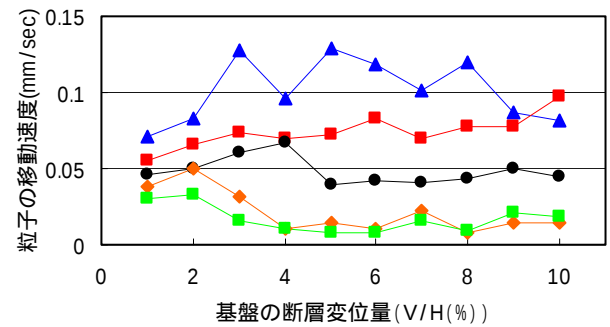
5．おわりに

本論文では，最適な画像計測システムを構築して，アルミ棒状材料を用いた断層挙動模型実験におけるデジタル画像の解析例を示した．せん断層を詳細に解析するためには，せん断層の出現する領域に注目した画像計測を行う必要がある．

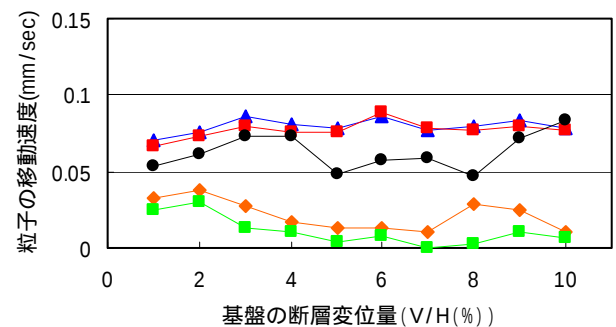
〔謝辞〕元本校卒研生 中花洋介氏，木戸正太氏，石川貴朗氏にデータの作成を手伝っていただいた．関係各位に深謝する次第である．



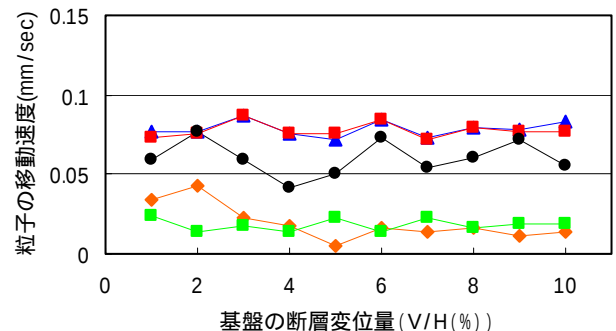
(a) A領域



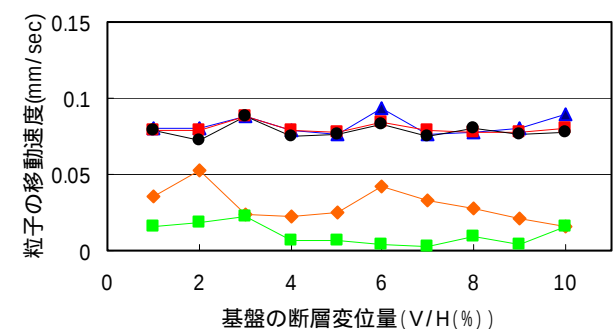
(b) B領域



(c) C領域



(d) D領域



(e) E領域

図-2 粒子の速度分布