

アルミ棒状材料を用いた模型実験による粒状体の挙動追跡方法の構築と解析

木更津高専 学生会員 石川貴朗, 木戸正太, 中花洋介
木更津高専 正会員 鬼塚信弘, 金井太一

1. はじめに

近年におけるデジタルカメラ等の画像計測機器の機能向上には目覚ましいものがあり, 同時にその画像を解析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, 撮影した画像の解像度が落ちると, 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, 本研究では最適な画像計測システムを導入し, 粒状体の個々の挙動をどの程度追跡することができるのかについて検証することにした. 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, アルミ棒模型実験とする)を行い, 高解像度デジタルカメラ(以下, 高解像度カメラとする)を使用した粒状体の挙動追跡方法の構築と粒状体の挙動の定量化解析について報告する.

2. 粒状体の挙動追跡方法

画像計測システムの概略図を図-1に示す. 高解像度カメラの被写体となるアルミ棒模型実験装置は, 基盤の断層変位によるアルミ棒地盤内の破壊現象が再現でき, 基盤にかかる応力も瞬時に測定できる. 画像計測・解析過程, 画像計測条件は以下の通りである.

a. 画像計測・解析過程

任意の層厚および角度から定めた重量のアルミ棒を実験装置に配置し, 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る.

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.

取り込んだ動画を微小範囲の変化が捉えられる動画解析ソフトを用いて任意の測定点を追跡し, 測定点の変位量や

速度の値を得る. ただし, 本研究で使用した動画解析ソフトは, 測定する範囲の光度が低いと追跡できないことがある.

動画解析ソフトより得られた結果を解析する.

b. 画像計測条件

本論文では, 基盤のずれ先端の角度を 60° にした層厚 $H=300\text{mm}$ の逆断層の実験について述べる. この実験の画像計測をするにあたって, 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, 動画解析ソフトでの追跡を円滑にするために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解析の精度を上げる工夫をした. なお, 高解像度カメラの位置は高さ $h=1010\text{mm}$, 焦点距離 $f=1605\text{mm}$ 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.

3. 解析結果

逆断層 60° , 層厚 300mm の実験開始時と実験終了時の画像を写真-1, 2に示す. その写真を解析すると, 基盤のずれ先端からせん断層が発達しているのが分かる. せん断層を境にした上盤側, 下盤側の粒子の動きを追跡するために, 粒子の測定範囲を層厚上部(A), 層厚中部(B), 層厚下部(C)に分けてペイントソフトで測定する粒子を加工し, 上盤側から順に

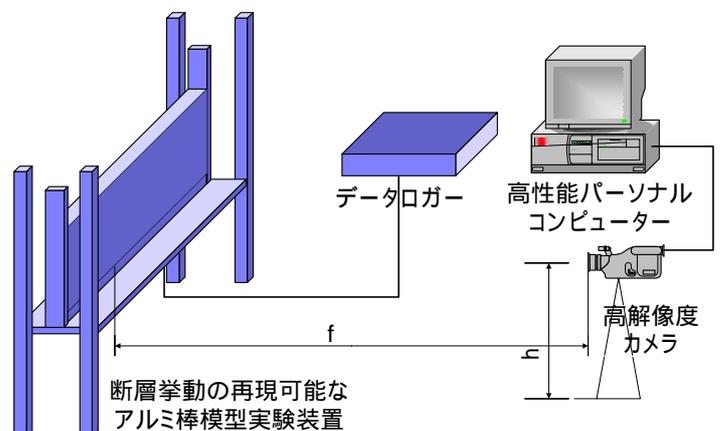


図-1 画像計測システム概略図

キーワード 粒状体, 模型実験, 画像計測

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

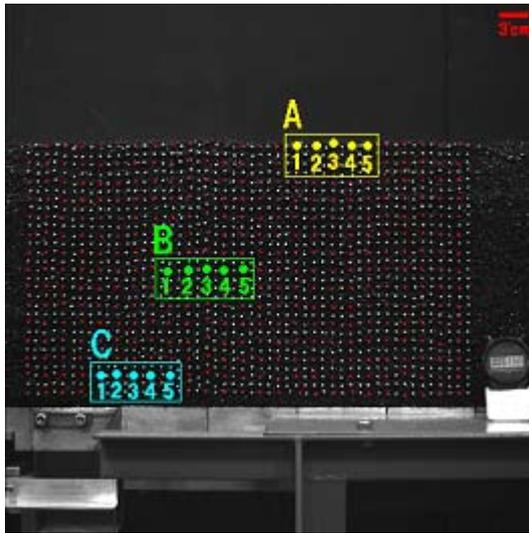


写真 - 1 逆断層 60°，層厚 300mm の実験開始時 (V/H = 0%)

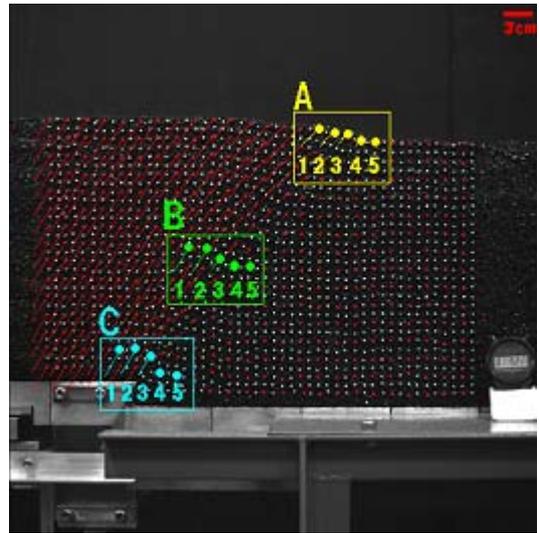


写真 - 2 逆断層 60°，層厚 300mm の実験終了時 (V/H = 10%)

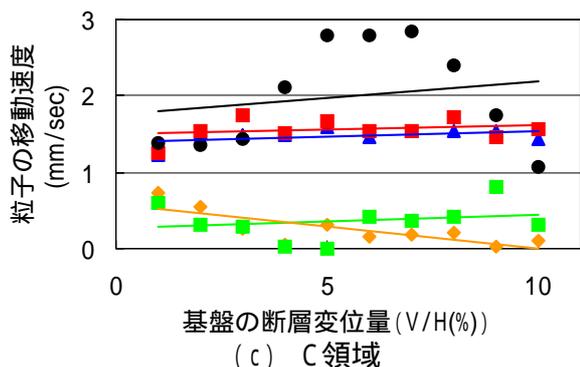
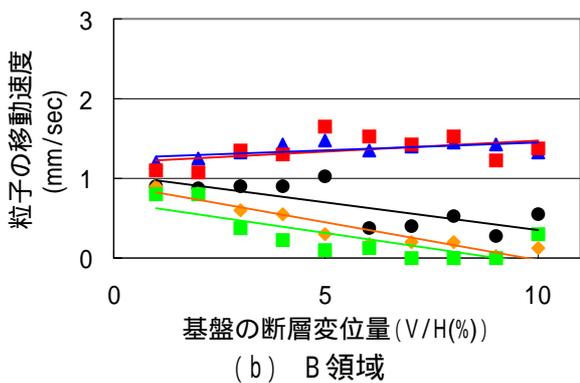
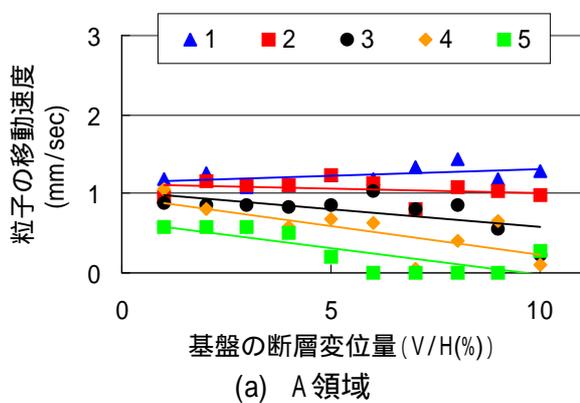


図 - 2 粒子の速度分布

粒子に番号をつけた．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，アルミ棒地盤内で尖減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 A, B, C 別の粒子の速度分布を図-2(a), (b), (c)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．A, B, C 領域によらず，粒子 1, 2 は速度が一定である．A, B 領域の粒子 3, 4, 5, C 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．C 領域の粒子 3 は速度の変化が著しい．これはせん断層が出現した領域で，そのせん断層がある一定の幅を持っていることからこのような結果になったと考えられる．

4. おわりに

本論文では，高解像度デジタルカメラ，画像入力ソフト，動画解析ソフトを組み合わせ，最適な画像計測システムを構築し，断層挙動の再現可能なアルミ棒模型実験を被写体として粒状体の挙動の定量化ができることを確認した．また，模型実験で見られたせん断層については，その出現する領域に注目して画像計測を行わないと詳細な解析ができないことも分った．今後は，せん断層を中心に画像計測を行って解析をする予定である．