

III-PS 6

粒状体のモデル実験における画像解析を用いた計測法

東京大学	学生員	○遠藤 秀彰
東京大学	正員	堀井 秀之

1 はじめに

これまで、個別要素法の妥当性検証、粒状体変形のメカニズム抽出、地盤の変形・破壊挙動のシミュレーションを行うために、棒材料を用いたモデル実験が数多く行われている。しかしながら、その実験における計測は自動化されておらず時間のかかるものとなっているというのが現状であり、ゆえに計測さらには計測したデータの処理の自動化・高精度化が必要となっている。本研究では、画像解析を用いて丸棒の変位量・回転量の計測を自動化することを目的とした。

2 画像解析手順およびアルゴリズム

イメージスキャナーを用いて、端面の半分を黒く塗ったアルミ棒積層体の写真から256階調のデジタル画像を作成する。この原画像に対して図1のような濃度変換を行う。次に最も大きな半径のアルミ棒と同じ大きさの円を考え、ある画素を中心としたこの円内の濃度とを計算する。この計算を画像の全画素について行う。濃度変換によりこの半径のアルミ棒の中心では濃度とが極大となるが、極大点の中には誤って選ばれたものが含まれているため、これを除外することが必要である。極大点のうち、濃度とがあるしきい値以上のものに対し、原画像の階調値を質量とみなしたモーメントの釣合から前述の円内の領域の重心を求める。さらに図2の直線Lまわりのモーメントを計算する。実際にアルミ棒の中心である極大点に対して直線Lまわりのモーメントを計算すると、その値はアルミ棒の中心ではない極大点での値に比べて極端に大きくなる。モーメント値があるしきい値以上の極大点を最終的にアルミ棒の中心であると判定し、中心位置を記録する。また、水平面からの回転角度は各極大点における直線Lの傾きから得ることができる。次にこれらの点を中心とする前述の円内の領域を黒く塗りつぶす(値0で埋める)。

以上の一連の作業を径の大きい順に実行することにより、全てのアルミ棒の中心位置と水平面からの回転角度を検出することができる。

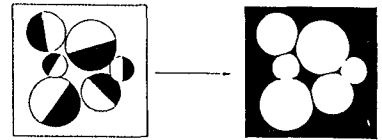


図1 濃度変換

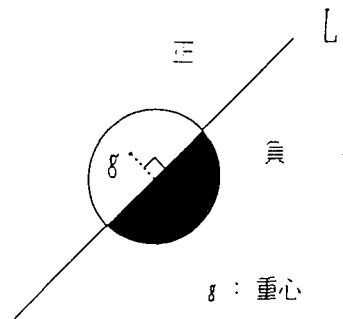


図2 直線Lの定義

3 実験の概要

本研究では画像解析による変位量・回転量の計測法の有用性を検証するため、図3のような実験装置を使用して、トンネルの内圧の変化に対する地盤の変形挙動の簡単なモデル実験を行った。地盤材料をモデル化するものとしてアルミ棒を用い、アルミ棒積層体の中に自由に変形することのできる円柱状のビニール製のチューブを挿入し、チューブの内圧を変化させることによって生じるアルミ棒積層体の挙動を観察した。初期状態においてチューブの内圧を 32g/cm^2 とし、内圧を徐々に減少させて写真を撮影した。解析は鋼板右端部付近の写真上で縦横2.5cmの領域に対して行った。

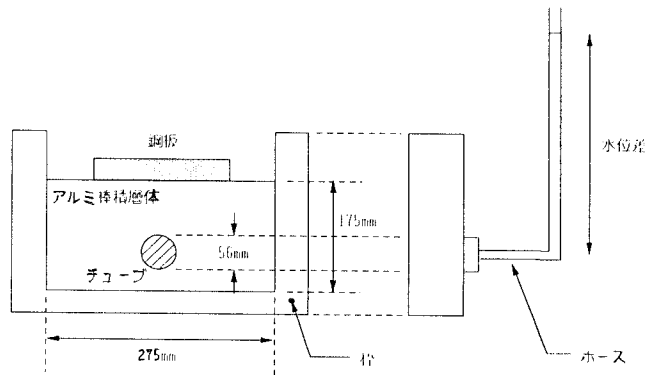


図3 実験装置

4 解析結果

図4は内圧が $12g/cm^2$ の段階のアルミ棒の半径・位置・水平面からの回転角度の検出結果を表している。この図から実在するアルミ棒の8割から9割が正しく検出されているのを確認することができる。さらに、この検出結果をもとにデータ処理を行い、棒と棒との接点における変位と回転による接線方向へのすべり量を算出した。結果を図5に示す。太線はすべり量の大きさを表しており、細線は次の段階へのアルミ棒の変位ベクトルを表している。また、次の段階へ至るまでの各アルミ棒の回転方向および回転量の大小は図に示すとおりである。この図から、鋼板右端部直下から左下方および右下方にすべり面が生じているのがわかる。前者ではアルミ棒の転がりによって変形を緩和しながらすべり面が進展しており、後者では転がりによって変形を緩和しきれずに破壊に至っていると分析される。

また、これはあくまでもデータ処理の一例であり、他に粒状体の構造骨格・絶対変位量・絶対回転量等もデータ処理により算出した。このように、基本的なデータさえ取得できれば、それをもとに様々な形のデータ処理を容易に行える。

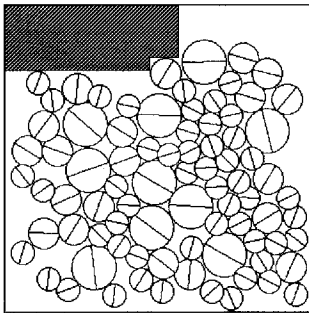


図4 検出結果

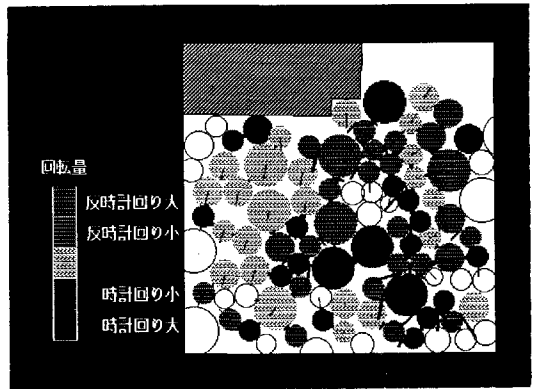


図5 データ処理結果

5 まとめ

本研究ではアルミ棒によるモデル実験における画像解析を用いた変位量・回転量の自動計測法を提案した。現段階では検出されるアルミ棒の割合が、写真の均一性や鮮明さによってかなりばらついた値となるため、均一かつ鮮明な写真の撮影法およびその撮影法に合う実験装置のセッティングの仕方の確立が今後の課題であろう。

< 参考文献 >

安居院 猛 \ 中嶋 正之 \ 木見尻 秀子 C言語による画像処理, 昭晃堂, 1990