

底面摩擦模型実験の画像解析

九州大学 工学部 学生会員 ○ 三谷 泰浩

正会員 江崎 哲郎

正会員 木村 強

学生会員 矢野 和文

1. 緒言

底面摩擦模型実験は、重力場における比較的浅い被りの地下空洞の挙動を調べるのに適した一つの手法である。これは、地盤を二次元化したモデルの底面に摩擦力を与え、これを重力効果におきかえ、模型の挙動を調べるものである¹⁾。この実験の大きな特徴は、相似則がよく成立する定量的実験であり、模型の変形・破壊の逐次的な変化を連続的にかつ視覚的に観察できることである。しかしながら、今のところ定量的実験であるにも関わらず、デモンストレーション的色彩が強い。これは定量的実験の画像を記録する手段が写真やビデオ等に限られており、実験結果の定量的検討を行なう上で大きな障害となっているからである。筆者らは、実験結果を効率よく定量的に解析するために、ビデオフロッピーとパソコンを組み合わせた、新しい画像解析装置を開発した。

2. 画像解析装置の開発目的

従来、実験結果の処理は、写真のネガから標点座標を工業用顕微鏡で読み取る方法を採用してきた。しかし、得られる情報が変位のみで、その作業は極めて労力を要する。一方、亀裂の伸展や最終的な破壊状況の記録は、手で書き写している。これらの問題点を整理すると、(1)実験データの記録性、再現性が良くない。(2)写真は、亀裂の伸展や破壊過程を検討する上では定性的に観察するだけで、明確な線図化ができない。(3)模型の全体像を撮影した35mmのネガフィルムを顕微鏡で拡大して観察するのは、所定の精度は得られるが観察できる視野が限られ不便である。(4)ネガフィルムから得られるデータが標点座標のみであるため解析に限りがある。(5)ビデオ画面は破壊開始の場所や時期を調べる程度しか利用できない。以上の問題点を解消し実験結果の定量的な処理をするには、次のような条件を満足するものでなければならない。(1)精度の良い画像を記録できること、また記録、再生が即時にかつ容易にできること。(2)記録画面を用いて多種にわたる処理が効率的にかつ客観的にできること。(3)解析処理を行った結果は数値または図としてCRTや紙面上の情報として出力できること。(4)解析の機能として①模型の変形や応力を数値、ベクトル、分布図等に出力する、②亀裂の伸展を表示し、図面上にプロットする、③亀裂や層理面などの不連続面の間隔の変化を計測する、④剛体と仮定した岩盤ブロック(複数)の運動を段階ごとに表示する、などが可能なこと。(5)以上の作業が経済的にかつ容易に行えること。

3. 画像解析装置概要

装置の構成をFig.1に示す。装置は大別して2つのブロックに分かれる。1つは画像を撮影しビデオフロッピーに記録する収録ブロックで、これは精度を高めるためアクチュエータを用いてカメラを自動的に移動させて模型を分割して撮影する。分割の数は計測精度に

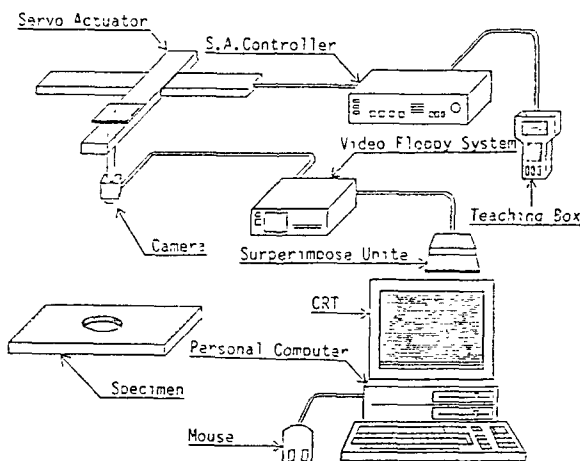


Fig.1 The Picture Analyzing System.

より決まり、精度を高めるときは分割数を多くする。もう1つは解析ブロックで、再生画面を種々の解析機能を用いて解析し、結果を出力する。

4. 解析機能と解析例

実験は破壊に至るまで空気圧を段階的に増加させ各段階での模型の挙動を調べる。ここでは2,3の実験を例に画像解析装置が持つ解析機能を説明するとともに解析結果を示す。

(1)変形解析機能：実験の各段階において各標点の位置にマウスを合わせ座標を読みとり、各段階の間の標点の変位を求める。数値リスト及び変位ベクトル図(Fig-2)を出力する。

(2)局所解析機能：ある特定の領域に着目し、その領域の局所的な変位を計測する。これは亀裂や層理面などの不連続面をはさむ2地点間の座標からこの2点間の相対的な距離の変化を解析する。

(3)亀裂解析機能：亀裂の伸展を各段階ごとに表示し図示する。これにより模型全体の亀裂の伸展状況や各々の亀裂の方向および長さを出力する。

(4)剛体挙動解析機能：ジョイントで分離した岩盤ブロックを剛体と仮定し、変形・破壊過程における剛体の動きをCRTおよび紙面上に連続的に表現する(Fig-3)。入力は剛体の形状をマウスカーソルで囲み剛体を決定する。その内部の2点を基準点として各段階の2点の変位をもとに剛体の連続的变化を出力する。

(5)応力解析機能：標点変位から模型内のひずみ、および応力状態を算出し、ひずみ、および応力の分布図(Fig-4)を出力する。

5. 結言

底面摩擦模型実験は不連続な岩盤の挙動をシュミレートする最も自然な、優れた方法である。この実験の隘路である結果の処理を精度よく効率化して定量的解析手法として確立するという目的で画像解析装置を開発した。実際の模型実験に適用した結果、実験結果の効率的な処理が可能となり、F.E.M.解析等の理論解析との対比が容易になった。今後さらに、解析機能の充実を図る予定である。

参考文献

- 1) 西田 正他：九州大学生産科学研究所報告，75号，p.1-10，1983

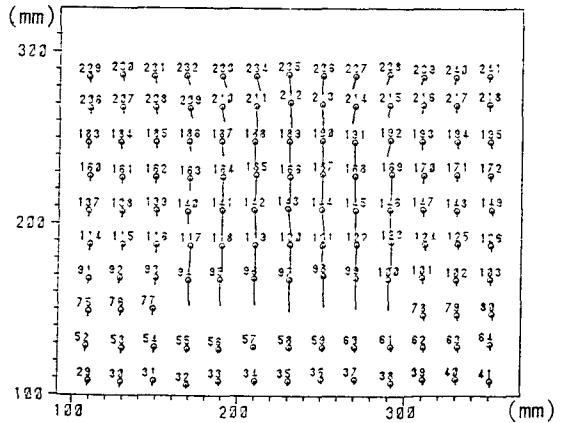
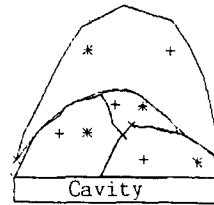


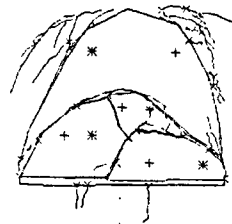
Fig.2 Deformation Vector near the Cavity.

Surface



(a) Air Pressure : 0.1 kg/cm².

Surface



(b) Air Pressure : 0.3 kg/cm²..

Fig.3 Remove of Rock Mass at the Roof.

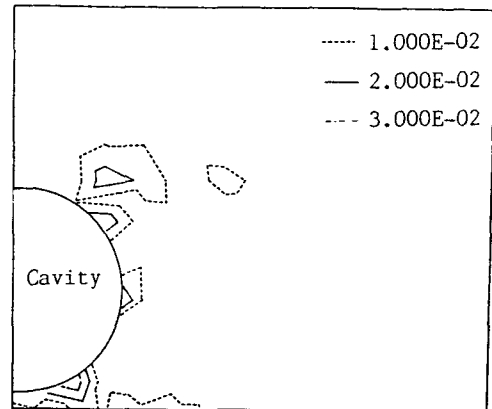


Fig.4 Contours of Maximum Shear Strains near the Cavity.