

遠心模型を用いた不連続性岩盤内矩形空洞の変形・崩壊形態の把握

長崎大学工学部 学生員○岩松 輝 長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦
長崎大学大学院 学生員 佐藤貴文 長崎大学大学院 学生員 神蘭大介

1.はじめに

岩盤は一般に不均質で、節理、亀裂、層理、破碎帯、断層などの不連続面を有しており、その力学的挙動は非常に複雑である。不連続面を有する岩盤の力学的性質は一般に、それを構成する最小要素としての岩石の性質と異なるため、岩石試料に対する各種の力学試験の結果をそのまま岩盤の力学的挙動の予測に用いることはできない。したがって、岩盤力学においては、岩盤の力学的性質を把握するうえで原位置試験が重要な位置を占める¹⁾。

遠心载荷装置は、模型地盤に大きな遠心加速度を与えることによって実地盤と同じ応力状態を生じさせることができ、実大定量実験を室内の小型試料容器で再現できる装置である。本研究は、亀裂性岩盤を簡単なモデルにしたものを模型で再現し、その数パターンの模型の挙動から亀裂性岩盤内の矩形空洞の変形・崩壊状況の把握に努める。

2.研究内容

岩盤の安定性を解析する場合には、岩盤の破壊挙動を把握することが重要である。岩盤の挙動を適切に評価する一般的な手段として、数値解析や模型実験が挙げられる。模型実験の中で、遠心模型実験とは、遠心加速度を付与できる装置の中に幾何学的に縮小された小型模型を取り付け、遠心加速度が作用している場での小型模型の挙動を調べる実験をいう。地球の重力場で行われる 1G 小型模型実験では、相似則上、実地盤と一致した現象を再現させることは不可能であり定性的な実験に留まっている。一方、遠心载荷装置は、模型地盤に大きな遠心加速度を与えることによって実地盤と同じ応力状態を生じさせることができ、実大定量実験を室内の小型試料容器で再現できる装置である。

本研究は、亀裂性岩盤を簡単なモデルにしたものを模型で再現し、数パターンの模型の挙動から亀裂性岩盤の安定解析の指標を見出そうとするものである。今回はその指標として、図-2 に示す l 、 b を用いた無次元量 l/b を考える。この l/b は各ブロックの縦横比で、本研究では l/b を色々と変化させ、亀裂性岩盤内矩形空洞の安定性の変化をみる。

3.実験概要

3.1 遠心载荷装置

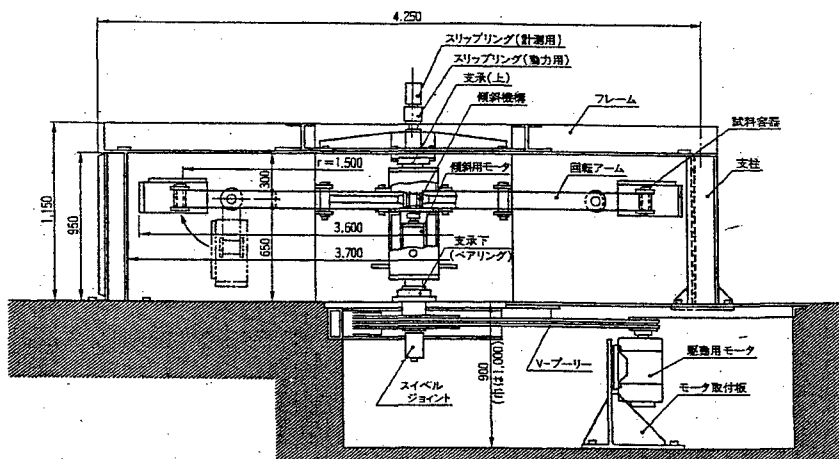


図-1 遠心载荷装置

実験には、図-1 の遠心载荷装置を使用する。この実験装置は、回転軸を中心に 2 本のアームを出し、そこにヒンジ連結された試料容器が水平に持ち上がり、模型が遠心力を受け変形や破壊を生じるものである。また、画像計測器として CCD カメラを試料容器に搭載し、模型の破壊までの挙動をビデオ収録することができる。

3.2 実験方法

本研究では、亀裂性岩盤内矩形空洞の模型を、亀裂の角度 α を 30、45、60(°) の 3 種類、その各々について模型ブロックの幅 b を 2(cm) と一定にして長さ l を 10、8、6(cm) の 3 種類、合計 9 パターン製作し、遠心模型実験によってそれぞれの空洞の変形・崩落の様子をみる。模型の縮尺は全パターンともに 1/100 で、模型岩盤の配置は図-2 の通りである。

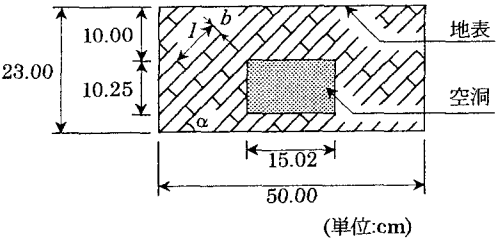


図-2 模型岩盤の概況

3.3 模型岩盤

模型岩盤の材料は、石膏、石灰、標準砂、水、リグニンスルホン酸カルシウムを用いて作成する(表-1 参照)。初めに、石膏と石灰と標準砂をそれぞれ 1 : 3 : 12 の比率で、かつ合計 12kg となるような分量に取り分け、それらと質量比で石膏の 0.5% のリグニンスルホン酸カルシウムを混合し、水を加えてよく練り混ぜる。次にその模型材料を型枠に入れて 25℃ で 24 時間、さらに 70℃ で 72 時間炉乾燥する。そして型枠から外した材料を所定の長さに削ったものを図-2 のように並べ、亀裂性岩盤内の矩形空洞を再現する。

表-1 模型岩盤材料の配合

材料名	分量(kg)
石膏	0.75
石灰	2.25
標準砂	9.00
水	2.71
リグニンスルホン酸カルシウム	0.00375

3.4 計測手段

変位ベクトルを出力させるため、模型岩盤には縦 2.5cm、横 3.0cm のピッチで標点を打っておく(図-3 参照)。また、試料容器側面に加速度計を図-4 のように配置する。

3.5 実験の手順

①模型岩盤を実験装置の試料容器に作成する。計測器、標点は、それぞれ作成時に決定した場所に図-3、図-4 のように配置する。②試料容器を実験装置に据え付ける。③試料容器の対称側の容器におもりを入れ、両アームの重量のバランスをとる。④データを記録するためにビデオとコンピューターの準備をする。⑤30G の遠心力をかけ、その後 50G、70G、100G と段階的に遠心力を载荷していく。⑥100G で模型岩盤の変形や崩落の様子を観察し、安定したら装置を停止させる。⑦実験終了後、CCD カメラによって撮影された画像を編集し、変位ベクトルを出力する。

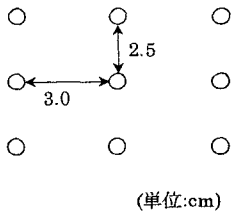


図-3 標点間隔

4. 実験結果およびまとめ

本研究は、度重なる実験装置のトラブルにより、実験の開始が大幅に遅れており、未だ満足な実験結果が得られていない。したがって、詳しい実験結果と考察は西部支部の発表の際に述べることにする。

参考文献

1) 土木学会: 第四版土木工学ハンドブック I, pp397, 1989

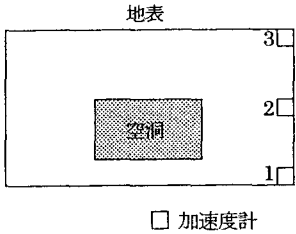


図-4 計測器の配置