

岩盤の変動状況からひび割れ位置を推定するための基礎的研究(その1)

— 模型実験による検討 —

群馬大学	学生会員	○北爪	敦司
群馬大学	非会員	江口	和暉
群馬大学	正会員	若井	明彦
元群馬大学	正会員	仲	祐亮
(株)オサシ・テクノス	非会員	古島	広明
(株)オサシ・テクノス	非会員	廣嶼	孝也

1.はじめに

従来岩盤斜面の計測は、監視対象は目視で確認できる亀裂に限られるが、根本的な対策が完了するまでは岩盤内部の亀裂開口の可能性も含めた慎重な監視が欠かせない。そこで、これを補助する手段として対象岩盤に小型傾斜計を多数配置し、観測を行うことにより、岩盤内部の潜在的なひび割れについても 3 次元的に把握できると考えられる。本研究では、斜面上の傾斜角度の多点観測データから岩盤のひび割れ位置を推定する手法を開発することを目的とし、模型実験により、岩盤斜面中の亀裂の進行と、斜面上に多数配置した傾斜計の各測定値の関係性について検討を行う。この実験計測データは、山本他¹⁾の弱面位置推定アルゴリズムの開発に活用される予定である。

2.実験概要

2-1 実験模型

本研究では図 1 のように弱面を有する模型岩盤を市販のインスタントコンクリートで作製した。弱面を挟んで崩落側をブロック A、不動側をブロック B としている。弱面には、図 1 の弱面内部の概略図のように穴を開けたテフロンシートを用いることで、不連続な箇所を設けており、これにより弱面を模擬している。

2-2 実験条件

本実験では手順を 2 段階に分ける。ステップ 1 では模型岩盤を屋外に設置し、気温や日周運動による変動を計測する。図 2 に計測の様子を示す。ステップ 2 では図 3 のように模型岩盤上部のくぼみにジャッキを取り付け、このくぼみを広げるように荷重をかけることで弱面を開口させる。荷重は 1 日 5kN ずつ増やすが、これを 5 度に分けて行う。具体的には、1.0kN の荷重をかけた後、30 分以上の時間間隔を開ける。各計測値の

変化が見られなくなったことを確認した後、荷重を1.0kN増やす。1日のうちにこれを5度行う。

2-3 測定項目

実験中のブロック A の挙動を把握するため、4 つの変位計と 2 つの傾斜計を使用する。各変位計を図 2 に示す位置に設置し、a 点の x 軸変位、b 点の y 軸変位、c 点・d 点の z 軸変位（c 点を z 軸変位①、d 点を z 軸変位②とする）を計測する。傾斜計は不動側上面に傾斜計①、崩落側上面に傾斜計②を設置し、傾斜角度（x 軸周りの角度（反時計回りを正、以降「x 軸角度」）と、z 軸周りの角度（時計回りを正、以降「z 軸角度」）とセンサ温度を計測する。ステップ 2 ではロードセルにより荷重を計測する。

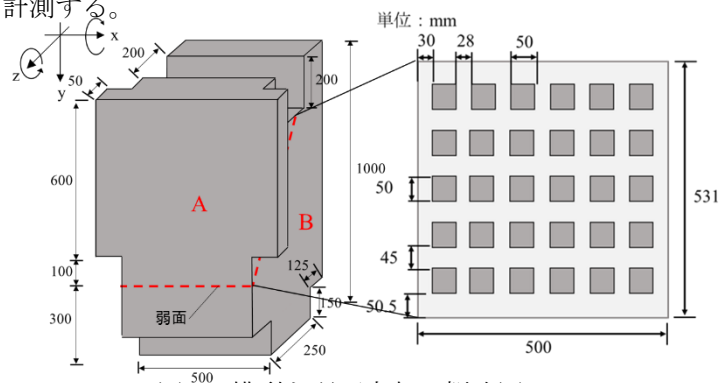


図 1⁵⁰⁰ 模型と弱面内部の概略図

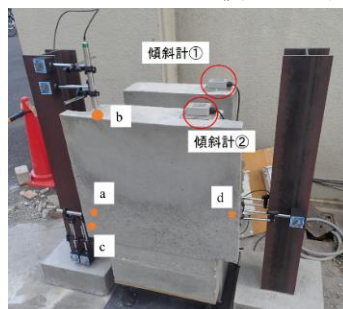


図2 計測の様子

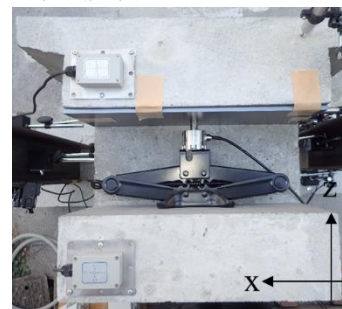


図3 載荷の様子

3.実験結果と考察

3-1 ステップ 1

傾斜角度とセンサ温度の時刻歴を図4に、変位とセ

キーワード 模型実験, 岩盤, 傾斜角度, ひび割れ, 計測, MEMS

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町1丁目5-1 TEL0277-30-1622

ンサ温度の時刻歴を図 5 に示す。傾斜計と変位計ともに、各計測器において、温度上昇に伴い模型が熱膨張する様子が確認できた。傾斜角度について、各傾斜計の x 軸角度は温度が高くなるとそれぞれ正の方向に傾いた。各傾斜計の位置は、x 軸方向についてそれぞれ設置面の中心位置より負の側に設置していることが図 3 より確認できる。そのため模型が膨張すると、x 軸角度はどちらも正の方向へ傾いた。z 軸角度についても同様の理由で、温度が高くなるとそれぞれ負の方向に傾いた。変位について、温度が上昇すると各変位計の y 軸変位、z 軸変位①、z 軸変位②の値は小さくなり、x 軸変位は大きくなった。これは気温変動による熱膨張を如実に表していると考えられる。

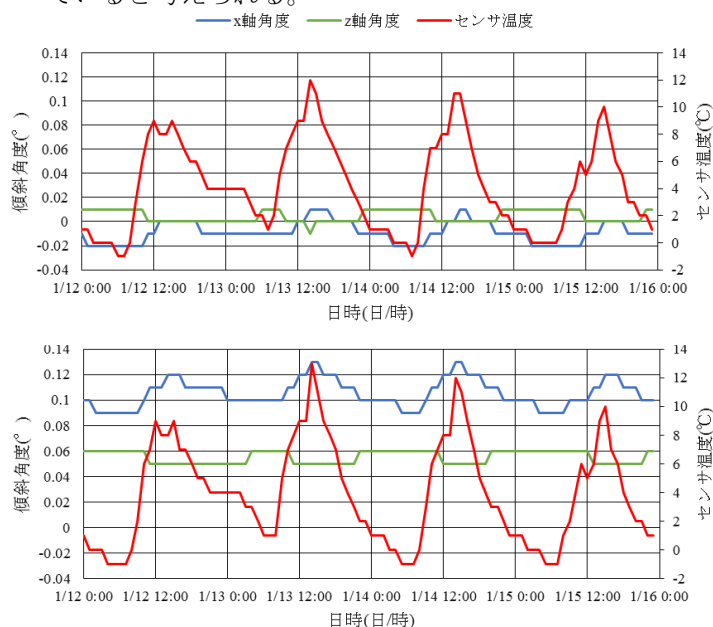


図 4 傾斜角度とセンサ温度の時刻歴(上:傾斜計① 下:傾斜計②)

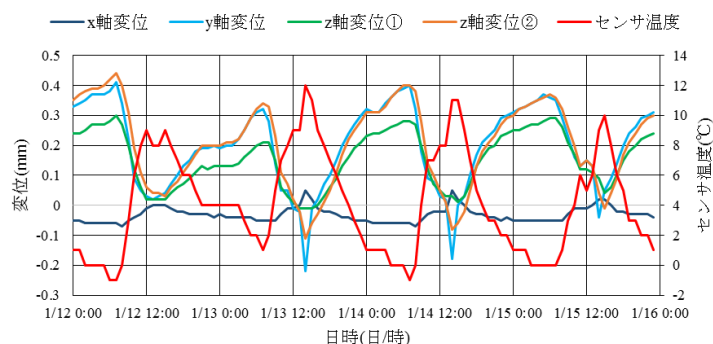


図 5 変位とセンサ温度の時刻歴

3-2 ステップ 2

傾斜角度と荷重の時刻歴を図 6 に、変位と荷重の時刻歴を図 7 に示す。傾斜計、変位計ともに、z 軸変位②を除く各測定値には大きな変動が見られなかった。z 軸変位②については、荷重を約 10kN 載荷後、約 2.4mm の変位が確認できた。このとき模型内部において、ひび割れが発生していた可能性がある。11kN 載荷した際にジ

ャッキに不具合が生じたため載荷を中断した。ジャッキの調整中に意図せずブロック A が崩落したため、崩落直前の計測データは得られなかった。

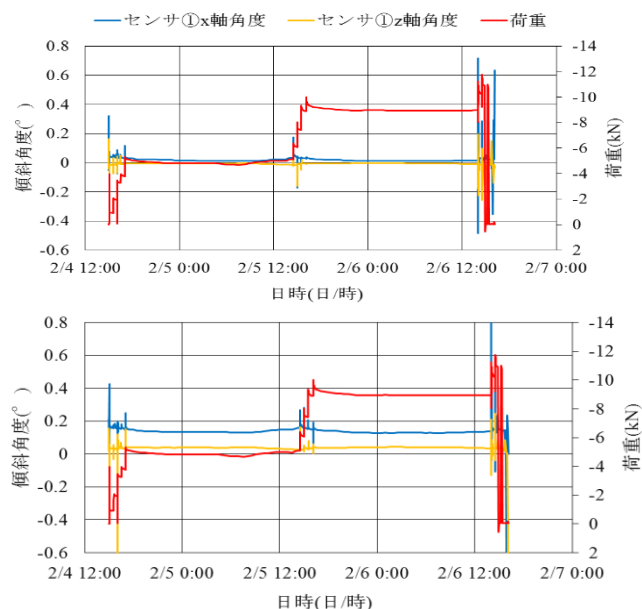


図 6 傾斜角度と荷重の時刻歴(上:傾斜計① 下:傾斜計②)

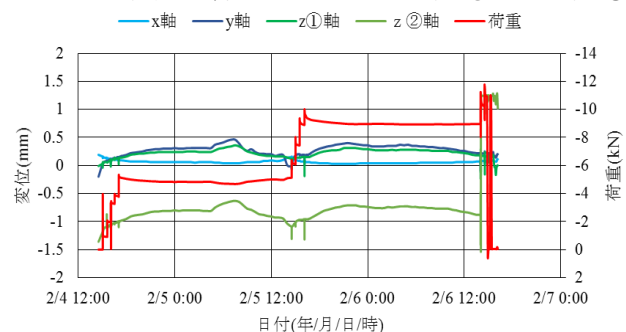


図 7 傾斜角度と荷重の時刻歴

4.まとめ

本研究では模型実験により、岩盤斜面中の亀裂開口と、斜面上に多数配置した傾斜計の各測定値の関係性について検討を行った。岩盤上の傾斜角度と温度の計測により、岩盤の温度変化に伴う熱膨張収縮との相関性が確認できた。しかし、亀裂開口と傾斜角度の変動の関係性は明瞭でなかった。今後も実験条件や模型を改良し、試行を繰り返すことで、亀裂開口と傾斜角度の変動の関係性についての検討を継続していく。

参考文献

- 1)山本優介, 若井明彦(2019):岩盤の変動状況からひび割れ位置を推定するための基礎的研究(その 2), 第 74 回土木学会年次学術講演会公演概要集(印刷中)

謝辞

本研究の一部は、NEXCO 東日本技術研究助成「MEMS 傾斜計の多点観測と弾塑性 FEM 解析に基づく直立不安定岩盤の立体的監視手法の開発」の助成によるものです。ここに記して謝意を表します。