



Title	寒冷地急崖を対象とした長期モニタリングと熱変形に関する数値計算
Author(s)	前田, 将平; 富樫, 晃平; 菅原, 隆之 他
Description	平成27年度資源・素材学会北海道支部総会および春季講演会、2015年6月13日(土)、函館市国際水産・海洋総合研究センター、函館市
Citation	資源・素材学会北海道支部春季講演会講演要旨集, 2015, 17-18
Issue Date	2015-06-13
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59298
Type	conference paper
File Information	MMIJ-H, 2015, 17-18. pdf



寒冷地急崖を対象とした長期モニタリングと熱変形に関する数値計算

北大工 前田将平・富樫晃平・菅原隆之・藤井義明
函館高専 小玉齊明、ドーコン 宮下尚志

1.はじめに

寒冷地である北海道では落石や岩盤斜面崩壊がしばしば発生している。既往の研究では、気温変化による熱変形、間隙水の凍結融解、樹木の成長、降水により岩盤の亀裂が進展するとされている(Keppetipola et al. 2013)。しかしながら不安定岩体が落下するメカニズムは未だに明らかにされていない。そこで、本研究では非常に不安定な岩体に計測装置を取り付ける方法を開発し、函館市豊崎町の旧道沿いの岩盤斜面を対象として2012年12月より長期モニタリングを開始した。また、有限要素法を用いて熱変形に関する数値計算を行い、傾斜と気温の関係から不安定岩体の寸法を推定する手法を開発し、計測対象としている急崖の不安定岩体の寸法を推定した。

2.計測の概要

函館市豊崎町の旧道沿い岩盤斜面を対象として、2012年12月2日より岩盤表面および孔内の亀裂変位、岩盤温度、気象条件について計測を開始した(図1)。従来計測装置の取り付けが困難であった非常に不安定な岩体に、モルタルを用いて傾斜計を取り付ける手法を開発し、2013年12月13日より不安定岩体AおよびCの計測を開始した。2014年6月14日には表面亀裂計の位置に温度計測のための熱電対が、2014年12月6日には岩盤を撮影するためのカメラが設置され、現在も計測は実施中である。



図1 計測対象の岩盤と計測装置の様子

3.計測結果

本発表では計測中の各項目の内、2013年12月14日から2014年12月6日までの不安定岩体Cの傾斜及び同期間の気象条件の計測結果について述べる。

気温変化と共に傾斜は変動しているが、これは気温変化に伴う熱変形と考えられる(図2、3)。

計測された不安定岩体の傾斜から、気温変化に比例した変形成分を除去したところ、夏にみられた多量の降雨の後に傾斜が変動していた(図4、5)。

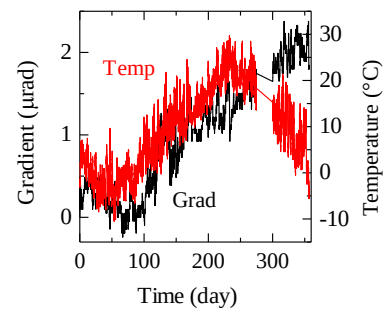


図2 岩体Cの北方向の傾斜と気温変化

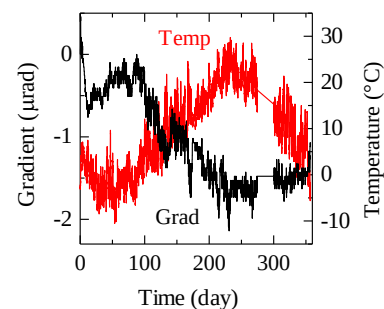


図3 岩体Cの西方向の傾斜と気温変化

4.熱変形に関する数値計算

計測対象の岩盤の熱変形に関する基礎的知見を得ること、ならびに、不安定岩体の寸法を推定する手法を開発することを目的として、有限要素法を用いて、現地より採取した岩石試料の物性値(富樫ら、2014)を使用した二次元弾性非定常熱応力解析を実施した。図6にモデルの概略図を示す。モデル右端・下端は断熱境界、上端も植生や未固結土にて断熱されていると仮定し、モデル左端に気温変化を与えた。気温変化は、2014年3月

26 日までの現地で計測された日平均の最高・最低気温を最高・最低値とする周期 1 年の正弦波を 2 周期とした。岩盤中の水の凍結を考慮しない場合は気温全体を 13℃ 高くした。

凍結を考慮しない場合のモデルを拡大・縮小し、亀裂長さ L を変動させた場合の不安定岩体の 2 周期目の傾斜に関する回帰直線の傾きを $-b$ と定義し(図 7)、 b と L の関係をグラフに示した(図 8)。

不安定岩体の傾斜の計測結果と現地の気温に関する回帰直線からも同様に b を求めた。計測結果より得られた b と数値計算により作成した b と L との関係より、現場の不安定岩体の亀裂長さ L の推定を行った。傾斜の計測対象としている不安定岩体 A 及び C のうち、岩体 A の亀裂長さは 0.86 (m) と推定できたが、岩体 C の b は負となったため、亀裂長さは求められなかった。岩体 C の計測値には下部にある別の岩体の変形が影響していると考えられる。

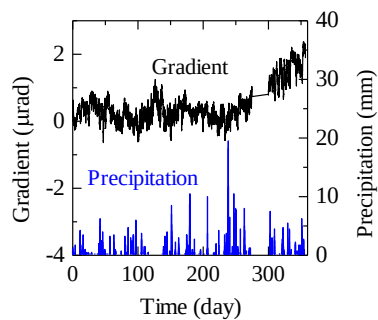


図 4 岩体 C の北方向の熱変形除去後の傾斜と雨量

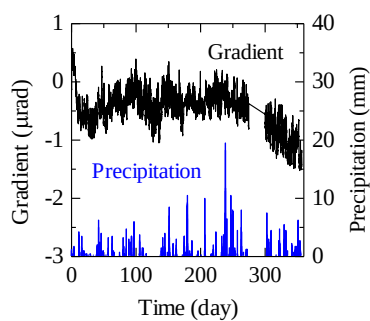


図 5 岩体 C の西方向の熱変形除去後の傾斜と雨量

5.まとめ

長期モニタリングにより、不安定岩体の傾斜に対する気温、雨量の影響を明らかにした。熱変形に関する数値計算により、不安定岩体の寸法を推定する手法を開発した。

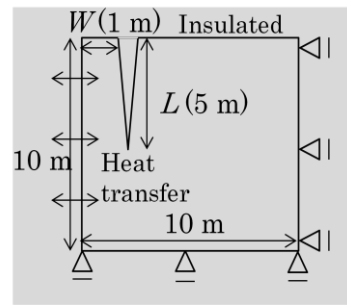


図 6 モデルの概略図

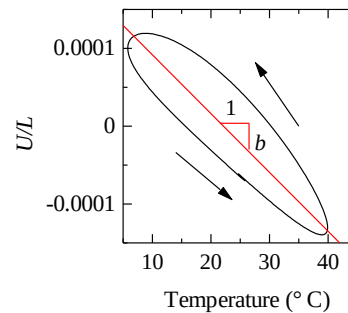


図 7 傾斜と気温計算結果の例

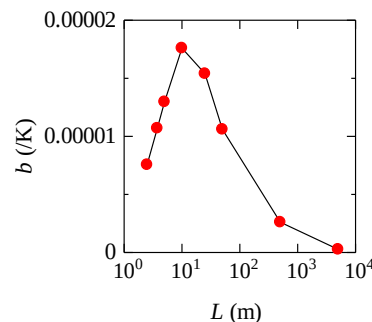


図 8 L と b との関係

謝辞

本研究は一般財団法人北海道道路管理技術センター道路管理技術研究所との共同研究として行われた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- Keppetipola, S.S.S.M., Fujii Y. and Kodama, N. (2013), Mechanisms of Falling Rock Formation at Steep Slope due to Temperature Perturbation, Proc. 47th US Rock Mechanics/ Geomechanics Symposium in San Fransisco, 23-26 June, 2013, Paper No. 13-237, June 24, 2013.
- 富樫晃平・小玉齊明・山真典・菅原隆之・畠山葵・福田大祐・加藤昌治・川崎了・藤井義明(2014)、函館市豊崎町における落石メカニズム解明を目的とした長期モニタリング対象の旧道岩盤斜面を構成する岩石の特徴、資源・素材学会春季大会、33-1