

斜面落石における岩の運動に関する実験

(株) 吉田組 ○江端 宏哲 鳥取大学大学院 後藤 義宜
鳥取大学 正会員 藤村 尚, 木山 英郎

1. はじめに

日本のような急な斜面のある道路は、急激な雨や風化作用のために起こる落石による危険性が高い。そのために、落石が引き起こす衝撃力や岩の挙動、落下地点を知ることは、落石防止の指標をつくるのに非常に重要である。

本実験の目的は、高速度カメラを使用して、転がり始めた岩がどのような挙動をするかを知るためである。ここでは、御影石とまさ土斜面上に円柱状の岩を落下させて、斜面勾配および斜面状態と岩の挙動について調べた。

2. 実験概要

実験方法は、斜面の状態を石板、まさ土、障害物として円柱状のスティールを設置した石板の 3 通りであり、傾斜角を変えて円柱状の岩を転がし、高速度カメラで撮影する。なお、実験装置は図-1 に示す。

試料は、鳥取県東伯郡三朝町から採取したまさ土を、自然乾燥してから 4.75mm ふり通過分を含水比約 7% に調製した後に、縦*横*高さ=25.0*48.0*5.5cm³ の箱に締固めて、土斜面のモデルとした。また、岩モデルは、

研磨した御影石の石板を使用する。斜面を落下する岩の寸法は、直径=51.45mm, 幅=55.00mm、質量 306.25g であり、鳥取県八頭郡佐治村河本の深度 25m で採取された縞状チャートである。

また、高速度カメラはスピードカム 512 を用いて、毎秒 1000 フレームの録画周波数に設定にして、照明灯には周波数に影響しないフィラメントの電球を用いて撮影する。

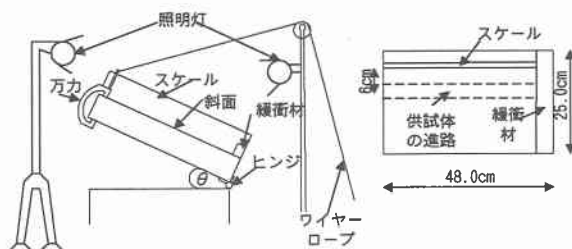


図-1 装置の概要

3. 解析方法

解析の方法はパーソナルコンピュータに出力された映像を目視する。スケールの目盛りは 5 mm、フレームの録画周期が 1/1000 秒で収録されているので、供試体が 5mm 進むのに所要する時間はフレーム数を数えて算出する。速度 V 、加速度 α 、摩擦係数 μ 、スリップ比 i を求める。

4. 解析結果

4. 1 岩の運動について

供試体が並進運動で進んだ距離と時間との関係を図-2 に示す。グラフより、ほぼ $L=at^2$ (L : 並進距離) で表わされて、傾斜角が大きいくほど、斜面の状態がまさ土より石板の方が傾き a が大きくなることから分かる。

4. 2 スリップについて

図-3 より並進速度が増加するとすべり量が増加し、斜面が石材の場合、傾斜角が大きくなると、スリップ量も大きくなることから分かる。しかし、斜面がまさ土の場合には、傾斜角が大きくなってもスリップ量が小さくなる。また、斜面が石材よりもまさ土の場合の方が、大きなスリップ量がみられる。

4.3 転がり摩擦について

図-4 より、転がり始めて摩擦係数が減少して一定になり、また、傾斜角が大きいほど摩擦係数も大きくなり、斜面の状態は石板よりもまさ土の方が摩擦係数が大きくなっている。

4.4 岩が障害物に衝突時の運動について

図-5 のような実験から、衝突後の岩の軌跡は図-6 に示される。なお、回転速度はほぼ等速度運動をしている。また、衝突時の岩の並進速度が大きくなると、飛び出し角度は小さくなるが、飛距離は長くなる。そして、並進速度が小さくなると、衝突後、岩は飛び出さずに障害物を通過し、やがて乗り越えなくなる。

5. まとめ

- 1) 転がり運動時、まさ土斜面では傾斜角が大きくなるとスリップ量は小さくなるが、石板ではスリップ量は大きくなる。
- 2) 転がり運動時、並進速度が増加するとスリップ量も大きくなる。
- 3) 転がり摩擦の摩擦係数は運動始めは減少するが、その後は一定になる。

参考文献)

- 1) S.Kawahara&T.Muro:Effect of soil slope gradient on motion of rockfall ,Slope Stability Engineering VOLUME2 ,pp1343~pp1348

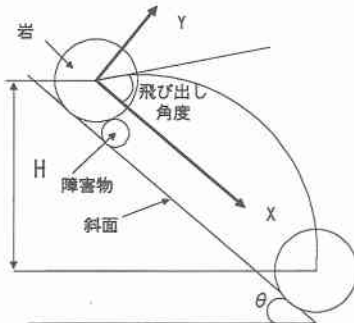


図-5 岩の飛び出し運動

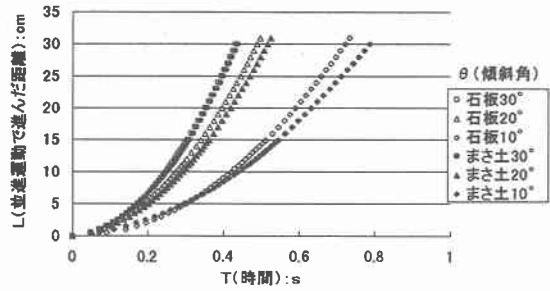


図-2:時間と並進距離

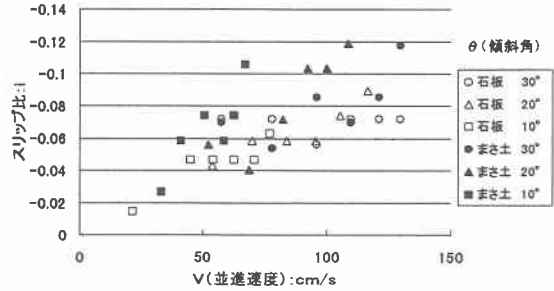


図-3 :すべりと並進速度

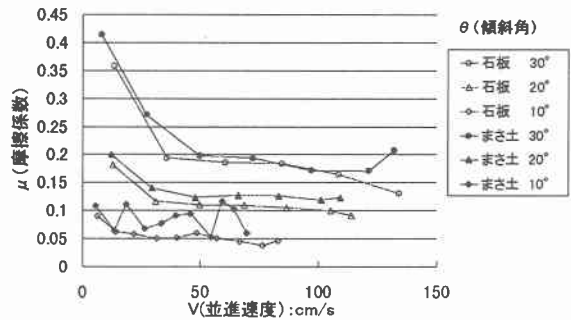


図-4:摩擦係数と並進速度

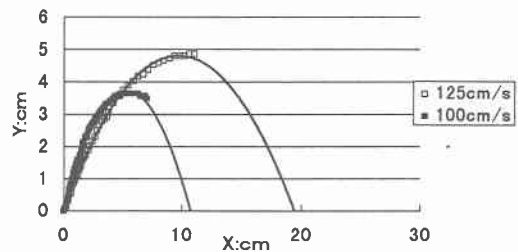


図-6:障害物に衝突した後の岩の軌跡