

振動特性による斜面上転石の危険性評価に関する実験的研究

～その2：卓越周波数・減衰定数について～

長崎大学工学部 学生会員 ○片渕 麻尋 長崎大学大学院工学研究科 フェロー会員 蔣 宇静
 長崎大学大学院 学生会員 川島 康誠 長崎大学工学部 木村 晃彦 中央開発株式会社 正会員 王林

1. 研究の背景と目的

近年では、集中豪雨が多発し、それに伴い岩塊崩壊が日本各地で相次いでいる。斜面には、不安定な巨石が残り、危険な状態が続いていることから斜面内に人が立ち入っての作業ができず、災害復旧が停滞している。そのため、巨石に近づかず、斜面上の巨石の危険度評価技術が求められている。本研究は振動特性による定量的な危険性評価の検討を行うことを目的とする。振動特性を用いる理由としては、巨石の揺れによって転倒する前に、岩塊の振動は増幅するので、早く危険を察知できるためである。現在は有線での加速度を使用しているが、現場への適用を考慮して無線計測システムを用いた実験と考察を行っていく。

2. 研究方法

ここでは振動特性を用いて危険度判定を行う。振動計を用いた方法では、測定対象の浮石部と基盤部に振動計を設置し、振動測定を行う。選別された波形から周波数応答関数を求める(図1)。図2に周波数応答関数の例を示す。卓越周波数と減衰定数を逆解析により求める。RMS速度振幅比とは浮石部と基盤部の速度振幅を平均化し比率にしたもので、基盤部に対する浮石部の相対的な振幅の大きさを、卓越周波数は岩塊が揺れる速度を、減衰係数は岩塊の揺れの収まりやすさを示す指標である。図3のようにそれぞれの指標の関係を比較した図を作成し、安定領域、不安定領域で区分し判定し、既往の基準値との比較を行う。既往の研究からRMS速度振幅比2以上、卓越周波数30Hz以下、減衰定数0.2以下が危険な転石の基準値である。また、本研究ではH/L(供試体の高さ/縦の長さ)とRMS速度振幅比、卓越周波数、減衰定数とのそれぞれの関係図から浮石部の転倒時の挙動を分析する。

3. 実験方法

本研究では、微小な振動を測定するため、1mgalという微小加速度を測定できるサーボ式加速度計を用いた。コンクリートの直方体の供試体を転石に見立て、斜面傾斜角度の変化により転石を転倒させ、転倒するまでの振動計測を行った。また基盤部の状態によって振動特性に違いが出るのかを確認するため、ゴム、ウレタン、発泡スチロールの3種類のマ

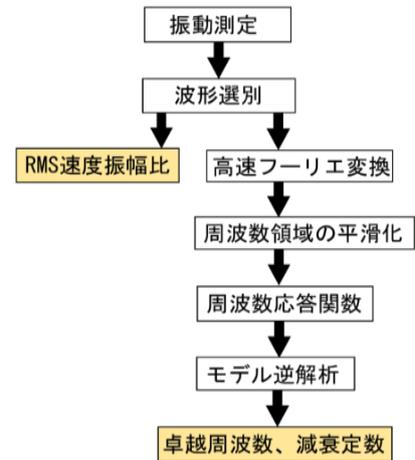


図1 RMS速度振幅比, 卓越周波数, 減衰定数の算出のフロー

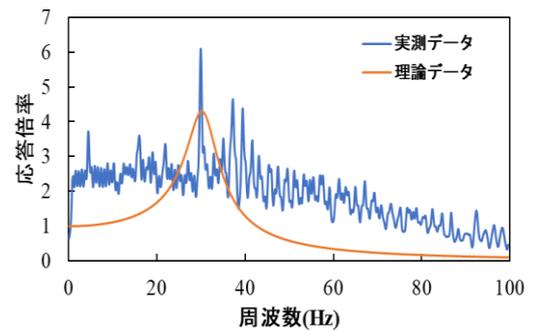


図2 周波数応答関数の出力例

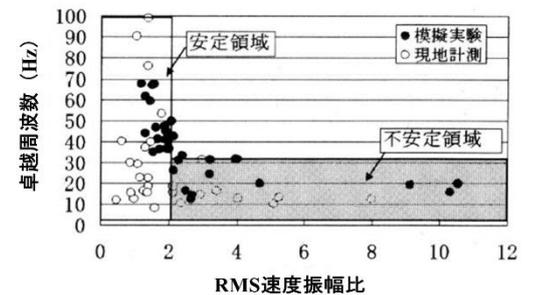


図3 振動特性を用いた危険度判定図

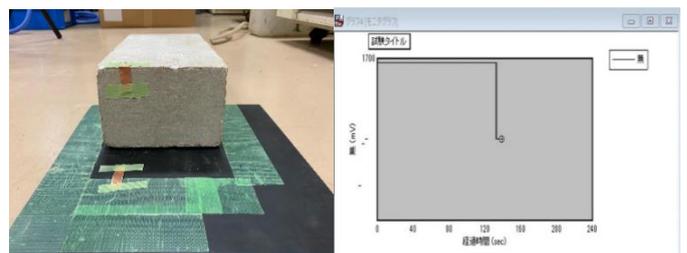


図4 銅板センサによる転倒判定

ットで室内実験を行う。そして銅板を用いた接触センサで供試体の転倒時刻の判定を行った。銅板を供試体前方から 2.5cm (供試体の縦の長さ 15cm の 1/6) の位置に設置して、供試体を転倒させた。図 4 に銅板の接触状況を示す。斜面と供試体底面が触れていれば電圧約 1700mV を維持し、転倒で 0mV に下がり、転倒の瞬間を電圧の変化で可視化できる仕組みである。

4. 実験結果

図 5 と図 6 はそれぞれ転倒直前の RMS 速度振幅比と卓越周波数、減衰定数の関係図である。転倒直前の値であるため、赤枠で示す不安定領域に分類されるはずであるが、青枠で示す安定領域にも分類された。マットで使用したゴムの摩擦や供試体がウレタン、発泡スチロールに沈み込むことによる抵抗力が発生したことで転倒直前でも卓越周波数、減衰定数が大きくなったと思われる。図 7~9 にそれぞれ H/L と RMS 速度振幅比、卓越周波数、減衰定数の関係図を示す。H/L が一番小さいとき、卓越周波数、減衰定数は危険基準に近い値または危険基準より小さい値となったが、その他の H/L での卓越周波数、減衰定数の値はまばらであり、危険状態の挙動を捉えるには至らなかった。RMS 速度振幅比ではマットの種類によらず H/L が大きくなると RMS 速度振幅比は小さくなるのが分かる。そのため転石の大きさによって転倒時の RMS 速度振幅比も変化するのではないかと考えられる。

5. まとめ

実験の結果から RMS 速度振幅比は転倒角度に近づくにつれ、増加傾向を示すので危険性評価への有用性は高いと言える。しかし、本研究で行った実験では供試体の H/L の値によっては RMS 速度振幅比が 2 を超えても倒れないケースや 2 を超えずに転倒するケースがあった。卓越周波数と減衰定数に関して傾斜角度変化に伴う変化に規則性が見受けられず、不安定状態の挙動を捉えるには至らなかった。また、マットの厚さや種類の違いによる RMS 速度振幅比の大きな違いは見受けられず、供試体の高さまたは H/L に依存するものと思われる。今後は、根入れ深さや底面積を変化させて、振動特性との関係性を探っていきたい。また、既往の研究で行われた実験との比較により危険度評価基準の再検討を行っていききたい。

参考文献

- 1) 緒方健治, 松山裕幸, 天野浮行: 振動特性を利用した落石危険度の判定, 土木学会論文集, No.749, VI-61, pp.123~135, 2013
- 2) 川島康誠, 他: 振動特性による斜面上転石の危険性評価に関する実験の研究, R3 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2022

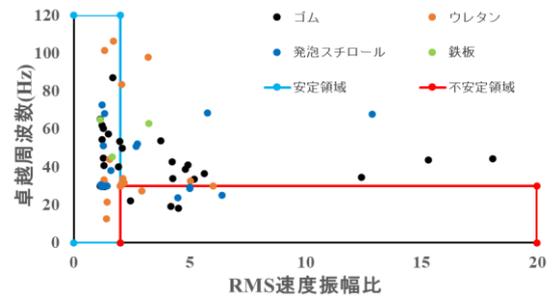


図 5 RMS 速度振幅比と卓越周波数の関係図

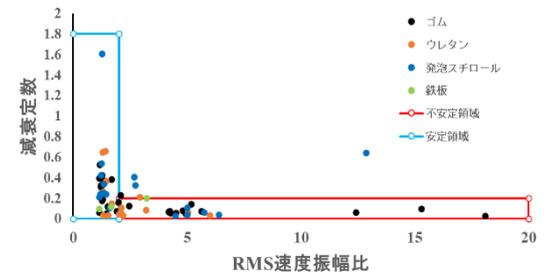


図 6 RMS 速度振幅比と減衰定数の関係図

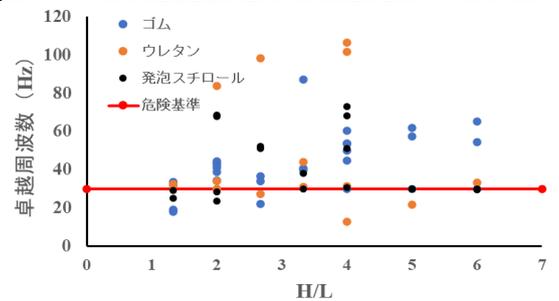


図 7 H/L と卓越周波数の関係図

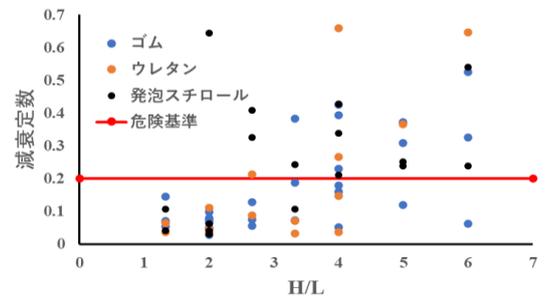


図 8 H/L と減衰定数の関係図

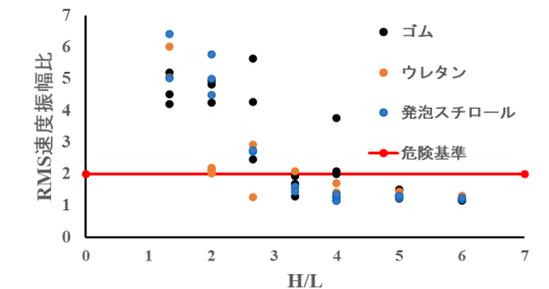


図 9 H/L と RMS 速度振幅比の関係図