

斜面上転石の振動特性と転倒危険度との相関に関する実験的研究

長崎大学工学部 学生会員 ○上田 優斗 長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静
 長崎大学大学院 学生会員 片渕 麻尋 中央開発株式会社 正会員 王林

1. 研究の背景と目的

近年、日本では集中豪雨や地震などの自然災害が多発しており、それにもなつて岩塊崩壊が相次いでいる。長崎県では斜面上または斜面内に転石が多く確認できる地域があり、今後の降雨や地震によって大規模な土砂災害や転石による人的被害や物流被害などの二次災害が起こる可能性がある。また、斜面上に転石が存在し危険なため斜面内に立ち入つての作業ができないでいる。そのため、転石に近づかずに斜面上転石の危険度を遠隔的に判定する技術が求められている。

本研究は、斜面上転石の振動特性に着目して危険度との相関評価を行うことを目的とする。両者の相関が確認できれば、振動特性の遠隔計測から転石の危険度の判定が可能となる。

2. 研究方法

振動計を用いた方法では、**図1**のように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。まず測定結果からRMS速度振幅比を求める。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示している。また周波数分析から周波数応答関数を割り出し、浮石部において逆解析して、卓越周波数、減衰定数を求める。これらの結果から、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する。

図2と**図3**のように、既往研究の関係図より、卓越周波数は30Hz以下、減衰定数は0.2以下、RMS速度振幅比は2以上で不安定状態と判定される¹⁾。

本研究では、既往研究²⁾で設計した模型を用いて室内実験を行う。**図1**のように転石の根入れ深さによる振動特性の変化を調べる。また、現在行っている実験は有線の加速度計を用いて測定しているが、現地での計測を念頭に無線での実験も行う。

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、転石の斜面上における根入れ深さによる振動特性への影響を確認する

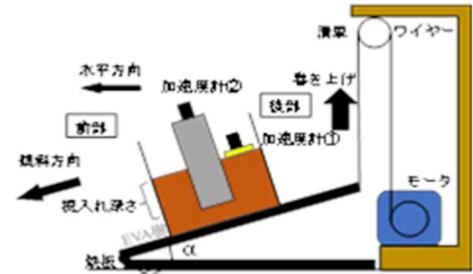


図1 模型実験の概略

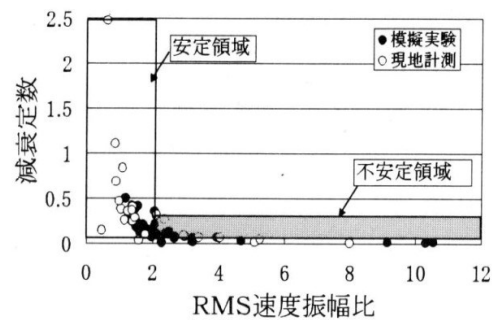


図2 RMS速度振幅比と減衰定数を用いた危険度判定図

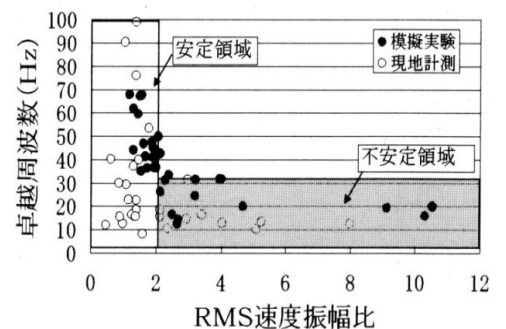


図3 RMS振幅比と卓越周波数を用いた危険度判定図

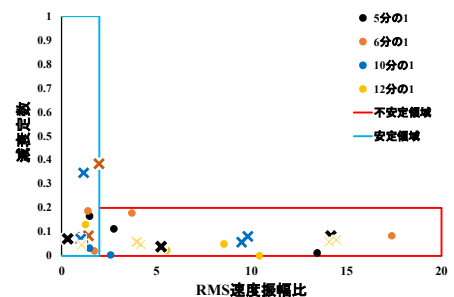


図4 RMS速度振幅比と減衰定数の関係図

ために供試体の高さを H 、根入れ深さを A として、 A/H の値が約 $1/5$, $1/6$, $1/10$, $1/12$ となるように供試体を用意した。そして銅板を用いた接触センサで供試体の転倒時刻の計測を行った。供試体の転倒方向面に銅板を取り付け、転倒する際に銅線に接触することで電圧が発生し、転倒の瞬間を電圧の変化で検知できる仕組みである²⁾。

4. 実験結果

図4と図5はそれぞれ転倒直前の RMS 速度振幅比と減衰定数、卓越周波数の関係図である。図中の●印が転倒直前の値を表しており、×印が転倒直前3°前の値を表している。転倒直前と転倒直前の3°前の値がプロットされており、転倒直前は赤枠で示す不安定領域、転倒3°前は安定領域に分類されるはずであるが、転倒直前は不安定領域に分類されている結果も見られた。これは、根入れ深さを設定することで抵抗力が発生し、転倒直前でも減衰定数、卓越周波数が大きくなったと思われる。

図6~8はそれぞれ A/H と転倒直前の RMS 速度振幅比、卓越周波数、減衰定数の関係図を示す。図6~8から、転倒直前の RMS 速度振幅比、減衰定数、卓越周波数の値の多くが危険基準を満たしていることがわかるが、危険基準を満たしていない値もいくつか見られた。また、 A/H の値によって RMS 速度振幅比、減衰定数、卓越周波数の値の規則性は確認できなかった。

5. まとめ

実験結果からは、RMS 速度振幅比が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、本研究で得られた RMS 速度振幅比と減衰定数、卓越周波数の関係図において、転倒直前にも関わらず安定領域に分類されている結果が見られた。また、 A/H の値による RMS 速度振幅比と卓越周波数、減衰定数に関する規則性は見受けられなかったが、危険基準を満たしている値は多く得られたため、今後は、危険基準を満たさなかった実験パターンの再計測を行うほか、再現性を高めるために同じパターンでの計測を複数回行い、実験の再現性を確かめていきたい。

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.

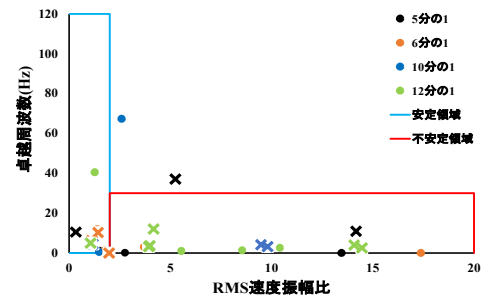


図5 RMS 速度振幅比と卓越周波数の関係図

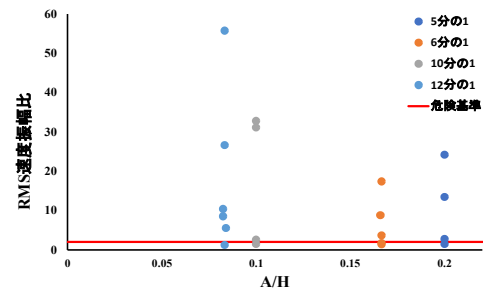


図6 RMS 速度振幅比と A/H の関係図

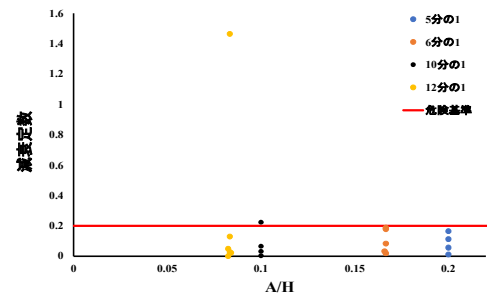


図7 減衰定数と A/H の関係図

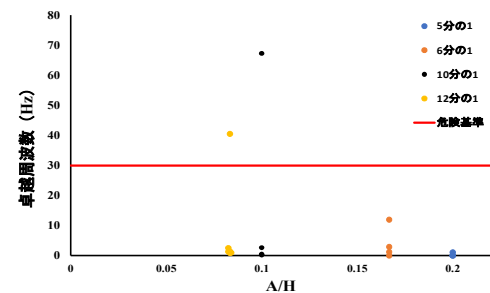


図8 卓越周波数と A/H の関係図