

振動特性による斜面上転石危険度評価の有用性検証

長崎大学工学部 学生会員 ○高田 俊介 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

1. はじめに

近年、日本では集中豪雨や地震といった自然災害が多発しており、それに伴う斜面崩壊も頻繁に発生している。図-1 のように崩壊した斜面内には不安定な岩塊が残存することがあり、落石が発生した際に大きな被害が発生するため常時監視を行う必要がある。このような危険な転石を定量的に評価するために、振動特性を用いた危険度判定基準値が定められている。しかし、これらの基準値が設定されてから約20年が経過していることや、既往の研究における実験では大がかりな実験装置が必要となるため、本研究においては簡易的な実験装置を用いて、再度これらの基準値の有用性を検証するとともに、新たに斜面上の転石に対する危険度の評価を行うものとする。



図-1 斜面崩壊による不安定岩塊の残存状況
(長崎県内崩壊現場)

2. 振動特性を用いた危険度判定方法

危険度判定基準値には、RMS 速度振幅比、卓越周波数および減衰定数の3つの振動特性が用いられる。卓越周波数は岩塊が揺れる速度を示し、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。これらの振動特性を図-2のようなフローで検討する。RMS 速度振幅比は、浮石部が基盤部に対してどの程度大きく揺れているのかを示す指標であり、下式(2.1)で算出する。

$$R = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n A^2/n}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n B^2/n}} \quad (2.1)$$

ここで、 R : RMS 速度振幅比、 A : 転石部における速度振幅の振動記録の時系列、 B : 基盤部における速度振幅の振動記録の時系列、 n : サンプル数である。既往の基準値では、RMS 速度振幅比 2 以上、卓越周波数 30Hz 以下、減衰定数 0.2 以下となると転石の危険があると定められている²⁾。

3. 実験方法

崩壊斜面上の転石は図-3 のように転石を剛体とし地盤がスプリングと粘性減衰からなる1質点自由度モデルで表現される¹⁾。そのため、模型実験では、図-4 のように転石をコンクリートの直方体(高さ 20cm, 横 10cm, 縦 15cm), スプリングと粘性減衰を EVA 樹脂マット、傾斜基盤を鉄板として簡易的に模型を作成し、約 0.2°/s で鉄板を傾斜させていくことで供試体を転倒させた。振動計測にはサンプリング間隔 1000Hz の 1 軸サーボ式加速度計を使用し、供試体、マ

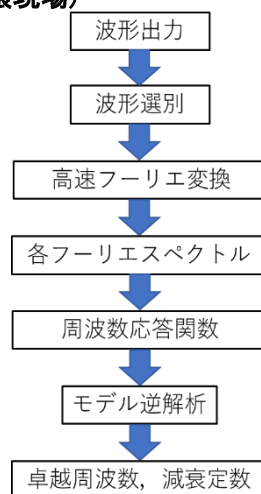


図-2 卓越周波数、減衰定数
算出のフロー概要

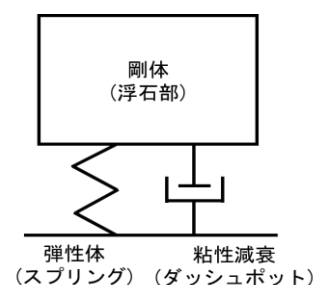


図-3 1 質点自由度モデル

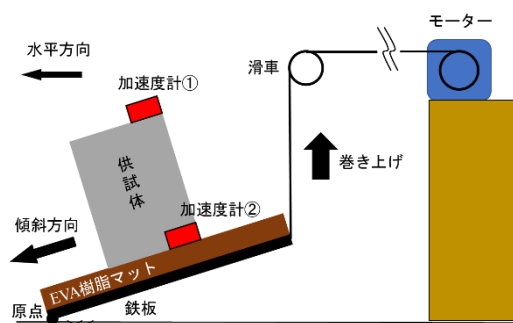


図-4 模型実験の概略

ットにそれぞれ傾斜方向を正として設置し、水平方向の振動計測を行った。供試体の転倒の判断は、鉄板及び供試体の裏に貼り付けたアルミ箔に電流を流し、接点の接触状況により転倒を判断した。これらの振動計測によって、供試体が転倒する付近の傾斜角において、RMS 速度振幅比と卓越周波数、減衰定数を算出して、既往の基準値との比較を行った。

4. 実験結果と考察

図-5 は、供試体と基盤のアルミニウム箔の接触状況を表している。約 2000mV で接触、約-2000mV で非接触を表す。傾斜角 25°付近で供試体の振動が激しくなり、27°付近で転倒が開始した。供試体の RMS 速度振幅比に関しては、図-6 に示すように 20°から 1 度ずつ算出すると、振動が激しくなり、不安定になる 25°付近で基準値である 2 を超えた。卓越周波数と減衰定数に関しては、図-7 および図-8 に示すように、いずれも実験中にアルミ箔の接触状況が安定しており供試体が安定している傾斜角 20° 付近であっても、既往の研究で危険とされた基準値 30Hz と 0.2 を大きく下回っていた。また、既往の研究でみられた傾斜に比例して減少するような値とはならなかったため、基準値の検証には至らなかった。しかし、本研究は既往の研究とは異なり、傾斜を変化させる点や供試体の根入れがなく、供試体に対する傾斜方向の拘束力が発生しない点から同様の判定基準を適用できない可能性もあった。そのため、今後は傾斜角度の範囲を広げて計測を行い、既往の基準値の検証に加えて、供試体の挙動の変化を示す新たな振動特性の分析も行っていきたいと考える。

5. おわりに

供試体に根入れがない状態で傾斜角度を変化させる模型実験の結果、RMS 速度振幅比においては、転倒付近の傾斜角で既往の転倒の危険を示す 2 を超える結果となった。しかし、RMS 速度振幅比において危険と判断される傾斜角付近での卓越周波数及び減衰定数については既往の危険判断基準値を大きく下回る結果となり、総合的に既往の基準値の有用性を証明するには至らなかった。

既往の実験装置と比較すると、本実験装置は、簡易的に作成したことで、供試体の根入れ部分がなく、供試体底面の摩擦のみで供試体を支持する状態であった。そのため、今後の実験においては供試体と斜面の接着状況に着目して、振動特性の分析を行っていく。

参考文献

- 1) 緒方健治, 松山裕幸, 天野淳行: 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) 日本道路公団試験研究所: 落石危険度振動調査法調査マニュアル(案), 2002

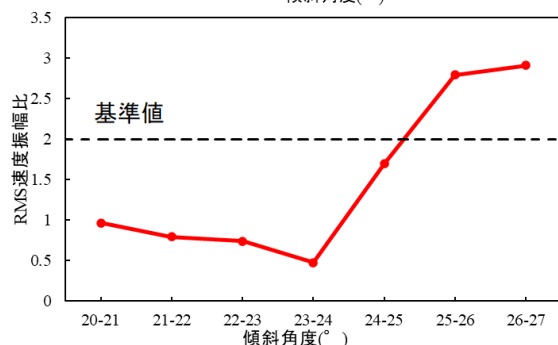
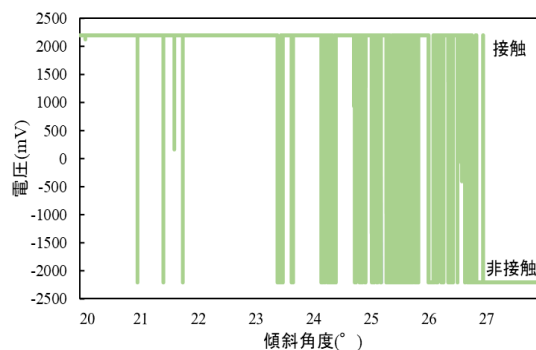


図-6 角度変化による供試体の RMS 速度振幅比の変化

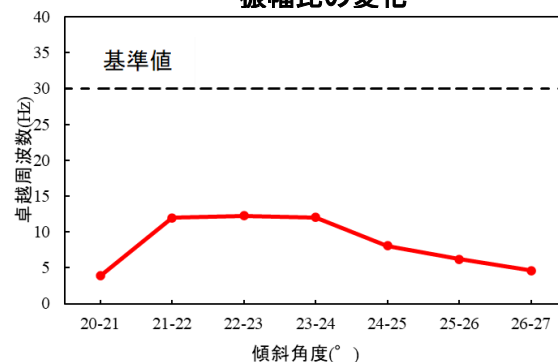


図-7 角度変化による供試体の卓越周波数の変化

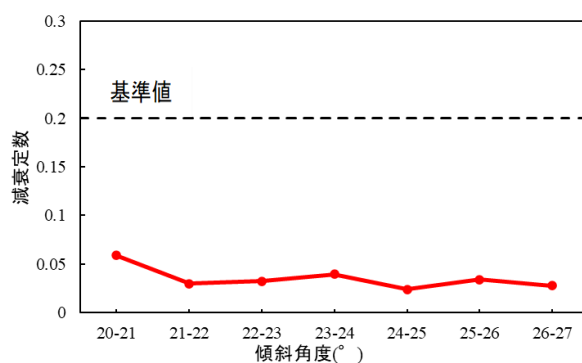


図-8 角度変化による減衰定数の変化