

磁界を用いた土石流速度計測システムの提案

筑波大・院 シス情 ○杉山文乃、川村洋平
日本工営(株) 倉岡千郎

1 はじめに

日本の国土は急峻な地形を有するため、降雨が集中すると各地で土石流が頻発し、多くの尊い人命や財産が失われている。土石流による被害を軽減する砂防ダムの設計において、礫の速度・位置・回転等の土石流の挙動を知ることは必要不可欠であり、実験による観測や、シミュレーションによる解析が行われてきた。現在、大型水路を用いた実験において、挙動の観測には高速度カメラによる撮影が用いられている。しかしながら、例えば他の礫の下や、濁流の中、画角の外など、カメラに写らない場所に対象となる礫が移動したときに測定が不可能である。その問題点の解決のために、新たな計測システムを提案する。

このシステムは、センサであるコイルが、礫の取り付けられた磁石が動くことにより起電力を発生し、不可視の状態の礫の位置・速度を計測できるものである。この計測システムを高速度カメラ撮影と併用することで、より精度の高い計測が可能となる。本発表では、日本工営(株)の大型水路を用いて行った実験で、礫の流下速度が計測できたことの報告と、実験とシミュレーションとの整合性の検討を行う。

2 磁界を用いた位置計測システムの動作原理

位置計測システムの概要を図1に示す。土石流モデルの流下する斜面にコイルを取り付け、これをセンサとする。土石流モデルの中の着目する礫の一つに磁石を取り付け、この礫がセンサの近くを通過すると、電磁誘導によりコイルに起電力が生じる仕組みである。コイルに生じた起電力は、アンプを介し増幅され、ロガーにデータとして蓄積される。図2にセンサとして用いたコイルの写真を示す。コイルは、鉄棒のコアにエナメル線を500回巻きつけたものを4つ直列に接続したものを1セットとして使用した。これを水路内に、約1m間隔で設置した。高さは、図3に示すとおり水路底面から約25cm上方の、土石流を流下させ

た際に水がかからない程度の位置とした。また、直径3~4cmと1~2cmの礫にネオジム磁石を接着剤で取り付けつけたものを図4に示す。この2つを測定の対象とし、大きい礫、小さい礫と呼ぶ。

実験は、図5に示す、全長7m、幅0.3m、深さ0.5m、勾配5°の大型実験水路で、これらの装置を用いて行った。5セットのコイルを、上流からコイル1、コイル2、…、コイル5とする。一方、コイル1より1.5m上流に2種類の大きさの礫を

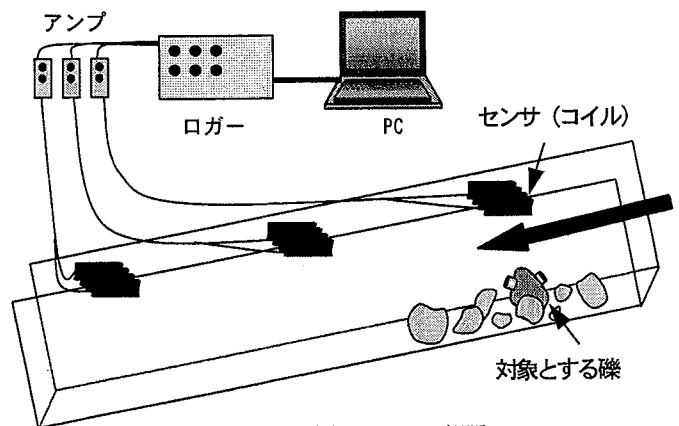


図1 計測システムの概要

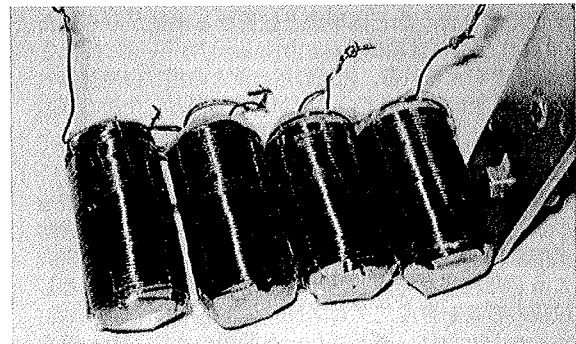


図2 センサとして用いたコイル

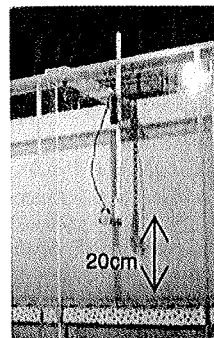


図3 斜面に取り付けられたコイル

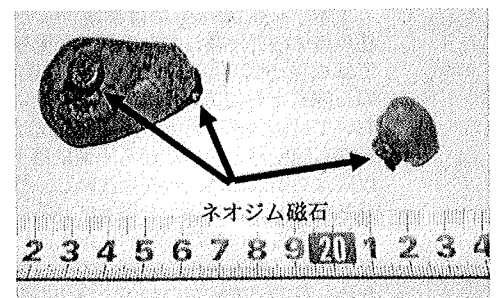


図4 磁石を取り付けた礫

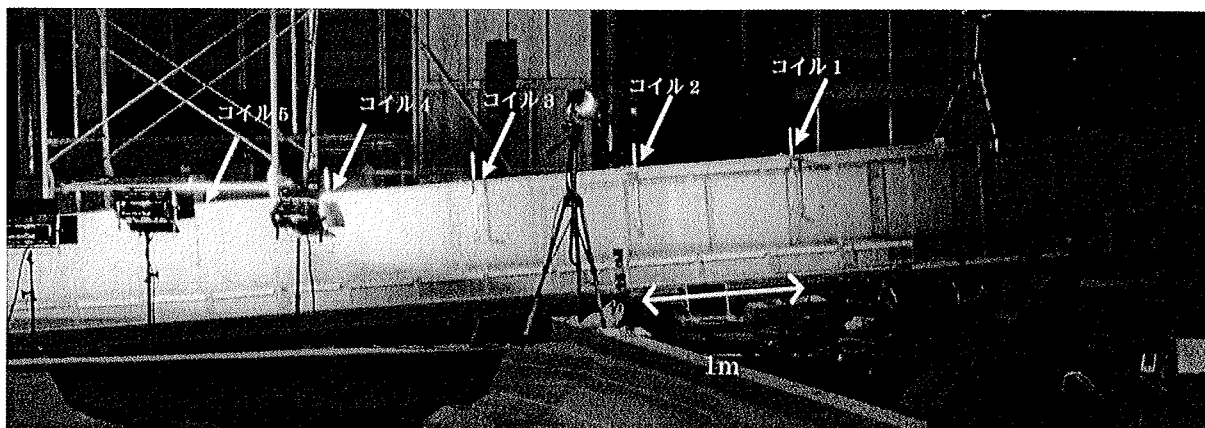


図5 大型実験水路

貯め、その中に2種類の磁石の付いた礫を混ぜる。小さい礫を前、大きい礫を後ろという配置で、1m間隔をあけて礫群の中ほどの深さに埋める。この後、 0.4m^3 の水を流下させ、土石流を発生させた。土石流中の礫群の構成は、直径2~3cmの礫 0.03m^3 とする。

3 大型水路での実験・結果

このときのセンサからの出力を、アンプを用いて1000倍に増幅したものを図6に示す。それぞれのコイルからの波形には、2つずつピークが立っており、小礫、大礫が通過したことによる起電力だと言える。これより、小、大それぞれの礫の平均速度は、 1.05m/s 、 1.09m/s と、大きい礫の方が速いことが計測できた。数回行った他のケースや、大小の礫の初期配置を入れ替えたケース、礫群の構成を変更したケースでも、同様の傾向が見られた。また、シミュレーションによる土石流モデルにおいても、大きい礫の方が流下速度が速いという結果が得られているため、シミュレーションとの整合性も確認できた。

4 まとめ

電磁誘導を用いたセンサを用いて、大型実験水路において、非接触で礫の速度・位置を計測ができた。また、小さい礫と大きい礫の挙動を比べると、大きい礫の方が流下速度が速い傾向にあるという、シミュレーションとの整合性が確認できた。

今後は、センサ数を増やし信号の解析手法の改善をすることにより、精度を向上させ、流域モデルにおける実験へと発展させたい。

参考文献

- 1) 倉岡千郎、杉山文乃、川村洋平: 土石流における巨礫の移動機構の個別要素法による検討, 平成19年度砂防学会研究発表会, 概要集 pp.432-433, 2007

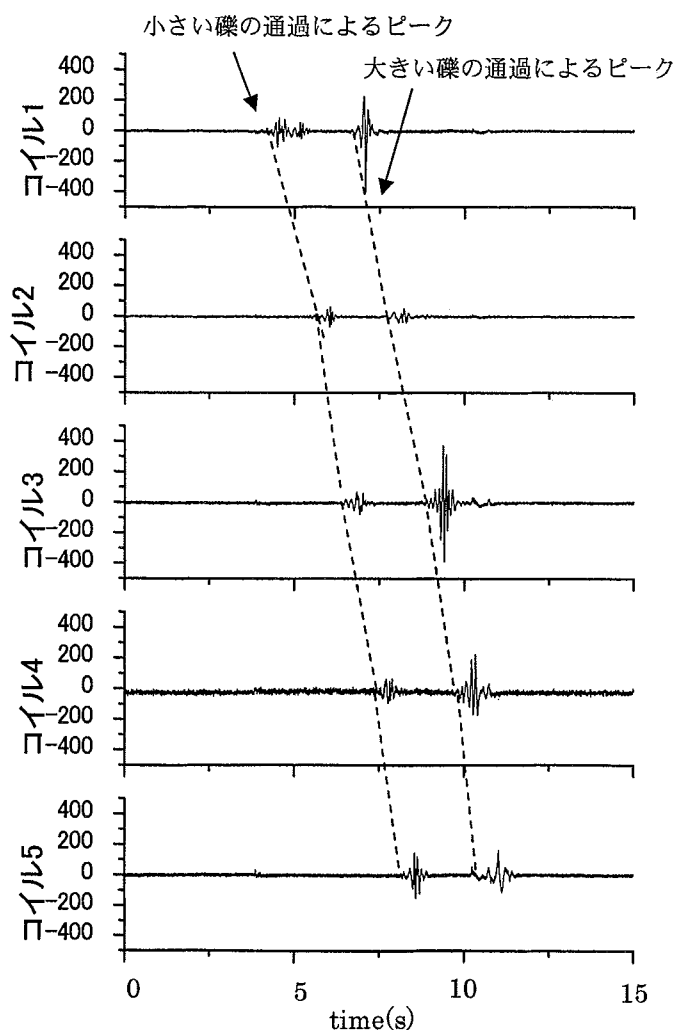


図6 センサからの出力