

桜島野尻川における土石流の検知警報システムの構築

鹿児島工業高等専門学校 学生員 丸野宏暢・永野拓也
 鹿児島工業高等専門学校 正員 疋田 誠
 崇城大学・工学部 正員 森山 聡之

1. 研究目的と実施内容

既報では、土石流の検知警報システムとして、土石流発生場で雨量・地盤振動・画像の3つのセンサーを利用して、これらの情報をインターネットサーバーに転送し、住民が常時どこからでも携帯電話などを使い閲覧可能なように情報伝達網を構築することを目的として検討してきた¹⁾。

本報では、その問題点として次のように工夫改良を行った。上流の土石流発生と下流の被災との間に時間的余裕が欲しい。そうすれば避難可能になる。そのために、できる限り上流で斜面崩壊を検知したい。このため、

土石流発生場の検知装置として、可搬型のスペースをとらない一体型のものに改良した(図-1)。これは急斜面にも設置可能である。上流では崖崩れの斜面崩壊、下流では土石流に対応できる2段構えの検知を行う。

土砂災害によって起こる地盤振動を土石流現象にはパイプロプレート方式(土石流シミュレーション実験)、崖崩れや斜面崩壊現象に複数の礫の転動方式(図-2 崖崩れシミュレーション実験)を用いた。地盤振動センサーの最適な設置位置として、地表面からの深さ及び水平設置位置について検討した。

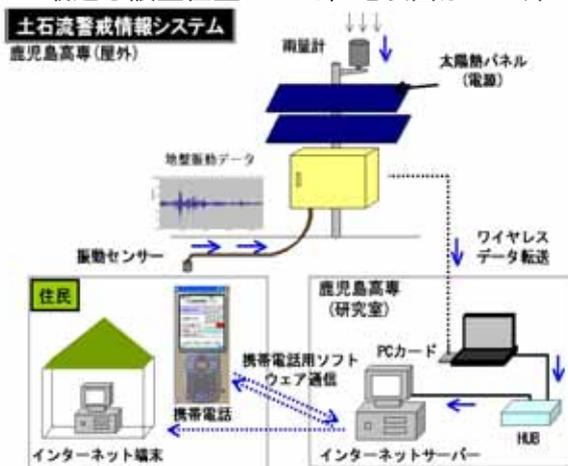


図-1 土石流の検知警報システムの改良型構成図



図-2 崖崩れや斜面崩壊のシミュレーション実験

3. 地盤振動による土石流流量の推定法

振動センサー(1軸 707LF と 3軸 710Z)を、土石流との相対距離(x軸)と地表面からの深さ(z軸)を定め、実験を繰り返した。概ね、直線的で次式で示することができる。

$$S = a(z) \cdot x^b$$

ここに、 $S(gal)$: 地盤振動レベル、 $x(m)$: 土石流と加速度計の距離。
 $b = -0.987$ である。 $a(z)$ は地表からの深さ $z(m)$ の関数、次式

$$\log_{10} a(z) = c - 2.56 \cdot z$$

1軸センサーでは $c=3.10$ 、3軸センサーでは $c=3.18$ となった。野尻川の流路工では、 $S/Q = 5 gal/m^3/s$ の関係式が得られており、流量の推定も可能となる。

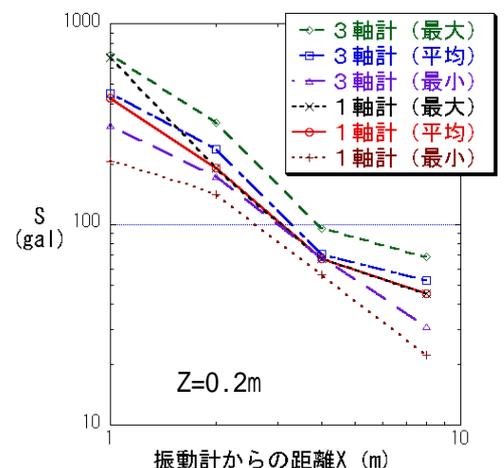


図-3 振動レベルSの設置位置(x,z)の影響

4. 崖崩れシミュレーション実験結果の考察

崖崩れシミュレーション実験には、図-4のように鉄パイプを5本並べた傾斜角30度の斜面を作成し利用した。図-4の下図において、斜面と地表面の交点から水平直交に $x=0.5$ m離れた地点、地表から $z=0.2$ mの深さの位置に、地盤振動センサーを埋設した。5つの礫を地上2mの高さから斜面から連続的に転動させ、崖崩れや斜面崩壊に近い現象を発生させた。誘起される地盤振動は地盤振動センサーに感知され、デジタル記録テープ(DAT)に収集し、解析を行った。実験に使用した礫は、大(2.4kg)・中(0.6kg)・小(0.1kg)の3ケースである。図-5は、斜面の終了地点から転動した礫の着地点に至る水平到達距離(X)と流下距離の位置を

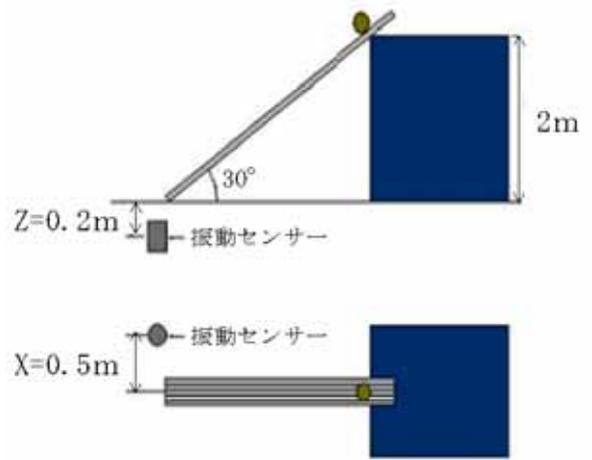


図-4 崖崩れシミュレーションの概要図

プロットした。図-6は礫の水平到達距離(X)の頻度分布を示している。X=0.5m以内に集中しているため、水平距離0.5m地点に地盤振動センサーを埋設し、センサーの破壊損傷を防ぐ。図-7aは野尻川の土石流と土石流シミュレーション実験、図-7bは崖崩れシミュレーション実験の地盤振動によるスペクトルを示している。両者を比較すると、崖崩れシミュレーション実験による地盤振動では、100Hzと300Hzの2箇所にピークがみられる。より高い300Hzは、鉄パイプの金属音によるノイズと考えられる。このため、今後、金属以外の木材などを利用した実験斜面も検討余地がある。

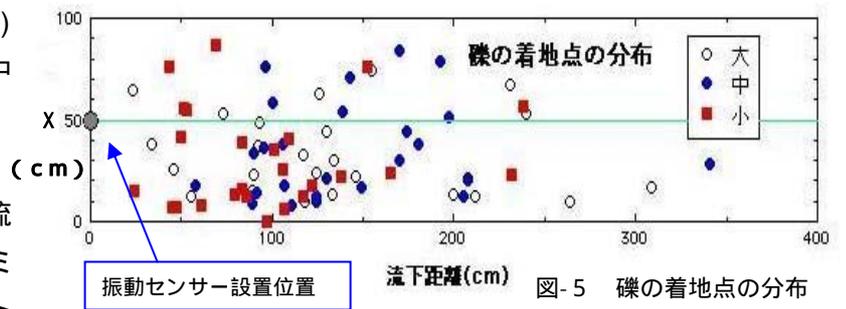


図-5 礫の着地点の分布

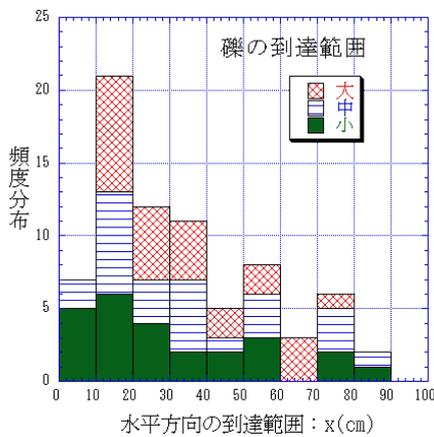


図-6 礫の水平方向の到達範囲

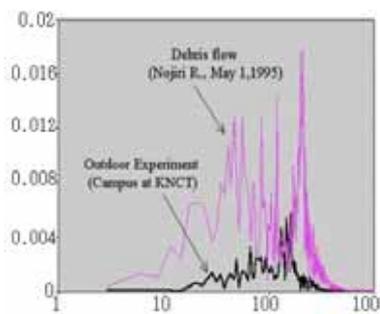


図-7a 野尻川の土石流と土石流シミュレーション実験のスペクトル

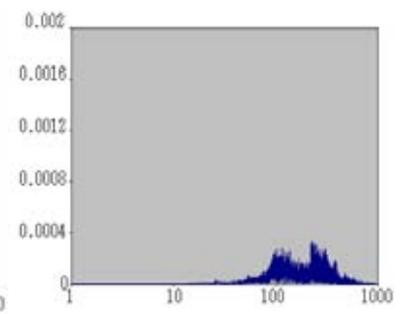


図-7b 崖崩れシミュレーション実験のスペクトル

5. まとめ

本報で、地盤振動センサーを設置する際、最適な深さと水平方向の位置を決定する式が得られた。更に、土石流現象と崖崩れ現象に対応できる地盤振動シミュレーションの手法が提案できた。これらの成果を用いて、今後、桜島の野尻川に土石流の検知警報システムを設置し、土石流データの計測に挑戦する予定である。謝辞：国土交通省大隈河川国道事務所・砂防地すべり技術センターのご協力、及び科学研究費の援助をいただいた。ここに厚く謝意を表します。

参考文献：

- 1) 疋田・八反田・石塚・鮫島：携帯電話を利用した土石流の検知警報システムについて；平成19年度砂防学会研究発表会概要集, pp.8-9, 2007.
- 2) 疋田・橋本・森山・酒谷・会田：振動センサーを用いた土石流の検知と流量予測；河川技術論文集, Vol.9；土木学会水工学委員会河川部会；pp.241-246, 2003.