

北海道釧路土木現業所 安田 努  
 国際航業(株) ○稲葉 千秋・佐々木 寿  
 株式会社 拓 和 柳町 年輝・野呂 裕司・岡田 和幸

北海道室蘭土木現業所 吉田 栄治  
 (株)総合防災システム研究所 能和 幸範  
 日本無線(株) 宮原 功明・森山 宏治

## 1. はじめに

近年、全国の火山で土石流・泥流の検知センサーとして振動センサー・音響センサーが設置されている。しかし、非接触型センサーの場合、設置状態や感度調整等によってはノイズによる誤報や実際の土砂移動の見逃しなどの事態が発生する恐れがあるため、設置場所の地盤特性を把握して最適な設置と機器調整を行う必要がある。

今回、雌阿寒岳において現場の振動・音響の伝播状況について、人工的な振動を発生させて測定実験を行い、その結果より機器の調整を行った。また同様に有珠山では地震計を用いて実験を行った。

## 2. センサー設置方法

雌阿寒岳のS観測局における、振動センサー・音響センサーの設置状況は図-1のとおりである。

設置した振動センサーはサーボ型加速度計（1成分、0.1~30Hz）、音響センサーは防水型コンデンサマイクロホン（20Hz~2kHz±3dB）である。

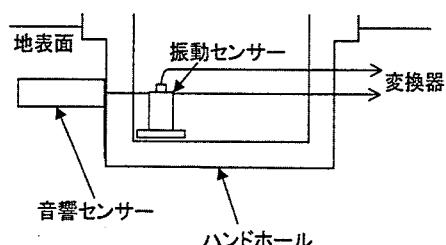


図-1 センサー設置状況

## 3. 実験方法

センサー感度等の条件設定を行うには現地の地盤特性（振動の減衰特性）、ノイズレベルの測定等いくつかの設置現場固有の情報が必要である。

そこで、センサー近傍（0m）地点、10m離れた地点、渓流内（ここではセンサーから28m）の3地点で地盤振動を発生させ、その時の各センサーからの出力波形の測定を行った（図-2）。それぞれの地点における振動の発

生源は次の6種類、12ケースとした。

- ① 7kgの重りを0.5・1・2mの高さから落とす
- ② 6kgの重りを0.5・1・2mの高さから落とす
- ③ 3kgの重りを0.5・1・2mの高さから落とす
- ④ ランマーで地面をたたく
- ⑤ 人が歩く
- ⑥ 人が走る

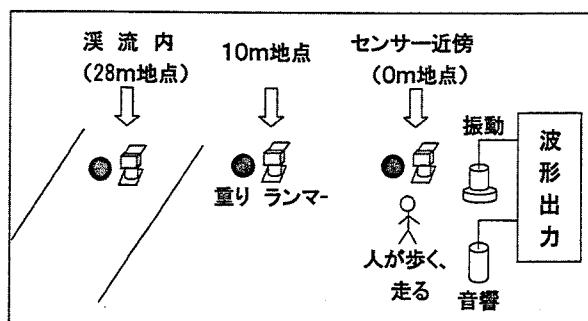


図-2 測定実験模式図

## 4. 実験結果と考察

12ケースの測定データのうち、振動センサーは3kg、7kg重り落としとランマー、音響センサーは7kg重り落としとランマーによる振動（音響）レベル測定結果をグラフ化し、センサー設置位置から渓流間における地盤の振動減衰特性を得た（図-3、4）。

ここで、各センサーによる測定振動レベルは、振動発生源が離れるに従って小さくなるので、測定可能な距離はその減衰した振動がそれぞれの装置のホワイトノイズレベルを上回ることが最低条件となる。さらに、装置周辺で人が歩くなどの人工的振動もノイズとして排除する必要がある。

各装置のノイズレベルは、振動センサーでは、ホワイトノイズが0.2gal (0.02V)程度、近くを人が走った場合は2.7gal程度、音響センサーではおのおの0.15V程度と2.5V程度であり、各図に横線で示した。

これによると、いずれのセンサーの場合もセンサーか

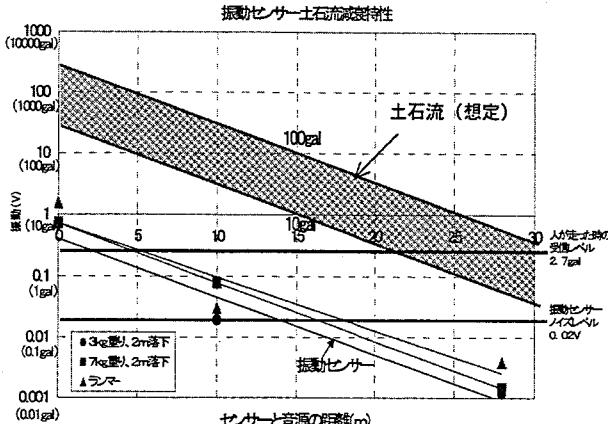


図-3 距離と振動レベル（振動センサー）

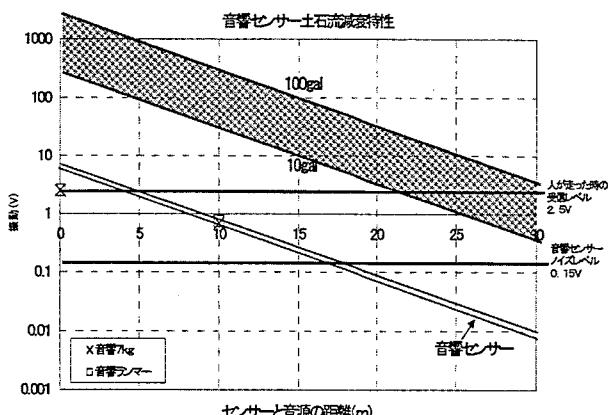


図-4 距離と振動レベル（音響センサー）

ら5m以上離れると、ランマー程度の振動でも人が走るノイズと分離できることになる。

では実際の土石流に対しては、どこまでが測定可能な距離であるか、土石流による振動測定結果のある焼岳（諏訪・山越・佐藤、1999）を参考に検討を行った。

焼岳ではピーク流量が $100\text{m}^3/\text{s}$ 程度の土石流が通過する時に、渓流の流心から15m離れた地盤の振動加速度が100gal程度、同じく $10\text{m}^3/\text{s}$ だと10gal程度としている。これより土石流の流量を $10\sim100\text{m}^3/\text{s}$ と想定し、15m地点での振動加速度を10~100galとして、現地で求めた減衰特性に当てはめると土石流による振動レベルは図-3の帯域になる。音響センサーについては、振動センサーとのデータの相関から音響振動レベルに換算して図-4に示した。

これより振動センサー・音響センサーとも、土石流による振動が10gal程度だとしても約20mの距離まではノイズとの分離が可能と言える。さらに、振動レベルと継続時間（数秒以上設定）の2つで判定を行えば、ホワイ

トノイズレベル以上の設定を行うことにより、30m位までの測定が可能となる。ただし、この設定では工事などによるより大きな連続振動のノイズ等は土石流との判別が難しいと考えられ、誤報対策にはさらに振動波形や周波数なども含めた検討が必要と考える。

有珠山のK観測局の地震計（サーボ型3成分速度計、1.5~30Hz）でも同様な実験を行った結果、同一地点の地表に設置した振動センサーが実験振動を約50mの距離まで測定可能であったのに比べて、地震計は15m程度までしか測定できなかった。これは、この地震計が地上のノイズを避けるよう地下10mの孔内に設置したもので、本実験による地表での弱い人工振動（いわばノイズ）は深度方向での減衰が大きく検知にくかったためと考えられる。しかし、本地震計は実績として有珠山の火山性地震をはじめ遠方地震などの無感地震さえもとらえていることから、土石流等の大きなエネルギーを持った振動であればより遠くまで検知可能ではないかと思われる。

また、振動センサー・音響センサーの測定結果から、有珠山では雌阿寒岳と異なる振動減衰特性が得られたことから、センサーは各地点ごとに地盤特性の検討を行いながら設置すべきと考える。

## 5. おわりに

雌阿寒岳と有珠山において地盤の人工振動による振動センサー・音響センサーおよび地震計の測定実験を行い、振動発生源からの距離による地盤の振動減衰特性を求め、ノイズによる誤報をできるだけ避けられるようなセンサートリガーレベルの検討を行った。

本実験は、ふだん土砂移動の発生頻度が低い渓流においてセンサーの検知レベルを適正に設定するための試みとして行ったものであるが、実際の土砂移動に伴う振動・音響発生データによる検証がぜひとも必要と考える。今後、こうした試みを土砂移動の頻発する渓流で実施し、非接触型センサーの検知信頼度の向上と設置手法の確立を目指したい。

## 参考文献

- 諏訪・山越・佐藤（1999）：地盤振動計測による土石流の規模推定、砂防学会誌、vol.52, No.2