

非接触型センサーのトリガーレベル設定について (第2報)

北海道室蘭土木現業所 吉田 栄治

国際航業(株) ○稲葉 千秋・佐々木 寿・柳町 年輝・能和 幸範・大野 善典

1. はじめに

近年、ワイヤーセンサーに代わる土石流・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が、非接触型センサーのトリガーレベル設定の手法は確立していない。前回の報告では、現地で人工的な振動を発生させて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トリガーレベルの検討を行った(安田・吉田・稲葉ほか, 2003)。その結果、センサーと溪流の距離が20~30m程度での検知が可能と考えられたが、工事による連続的なノイズ等による誤報対策には、さらに振動波形や周波数も含めた検討と何よりも実際の土石流等によるデータが必要とされた。

今年度は、実際の土砂移動に伴う振動・音響データを取得するため、土砂移動の発生しやすい溪流にセンサーを仮設してデータの連続収録を行った。

2. センサー設置・観測方法

有珠山のO沢実験観測局におけるセンサーの設置状況は図-1のとおりである(流心からセンサーまで約10m)。

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、この他に土石流の正確な

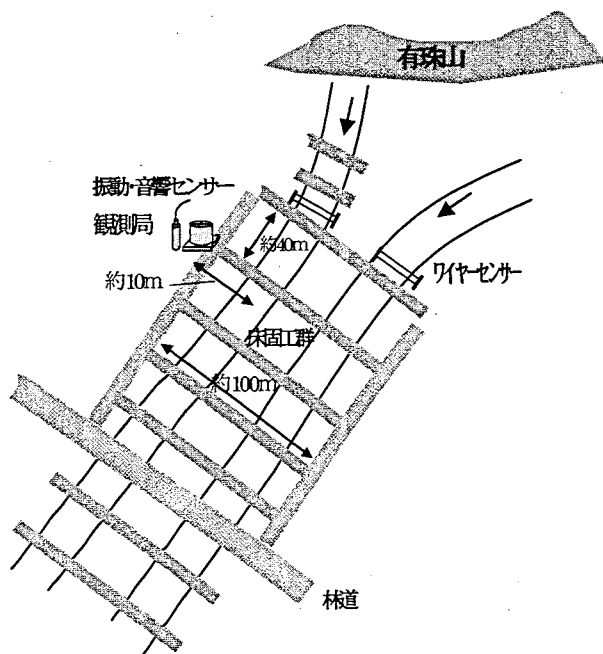


図-1 実験地点概要図

通過時刻把握のため約40m上流の床固工にワイヤーセンサーを設置したほか、雨量計も設置した。

現地は商用電源がないため、太陽電池と蓄電池による稼働とし、振動センサーは連続記録、雨量計は10分間毎、音響センサーは人工振動実験によりノイズ等を考慮したトリガーレベル以上のイベント記録とし、現地のデータロガーに収録するとともに、携帯電話通信網によるパケット通信を用いたデータ取得と常時監視を行った。

観測期間は平成16年8月上旬~11月中旬の約3ヶ月間であった。

3. 観測結果

振動データを降雨データ、気象庁・北海道大学地震データ等と照合し、溪流地盤の振動によるもの、遠方地震・火山性直下型地震によるもの、その他ノイズ等に分けて、振動・音響の特徴(波形、周波数等)を整理した。

今回の観測期間中、ワイヤーセンサーが切断されることは一度もなかった。つまり、ある程度の規模の土砂移動、いわゆる土石流的流動は発生しなかった。これは、観測期間の最大連続雨量が58ミリにとどまったこと(8月19~20日;その間の最大時間雨量は8ミリ)等による。したがって、土石流の振動データを取得する目的は達せられなかった。

しかし、8月20日をはじめ、期間最大時間雨量を記録した9月19日(16ミリ;連続雨量39ミリ)など、時間雨量2~3ミリ、連続雨量10ミリ程度の降雨でも、センサーにより波形が記録されていた。以下、振動記録例を示す。

(1) 9月19日の振動記録

9月19日03時07分頃から、最大振動レベル(加速度)が約3gal程度、継続時間が約35分間の振動波形が得られた(図-2)。降雨は03時台に時間雨量16ミリを記録し、10分雨量強度6ミリが20分続いた。後の現地調査とヒアリングによれば、このとき観測期間で最も多い土砂が溪流を横断する林道に流出したと見られる。この振動波形の周波数は15Hz

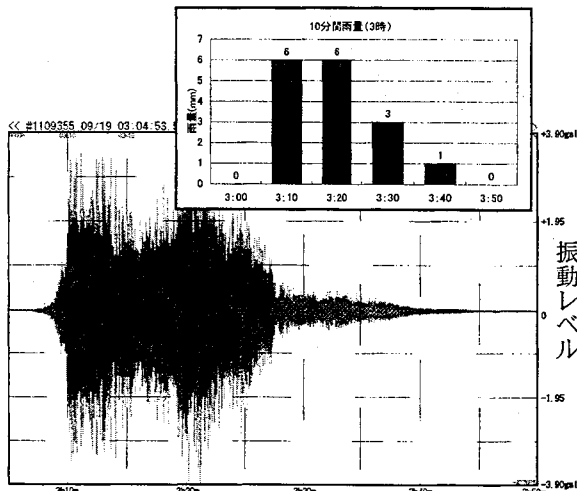


図-2 9月19日の振動波形と雨量

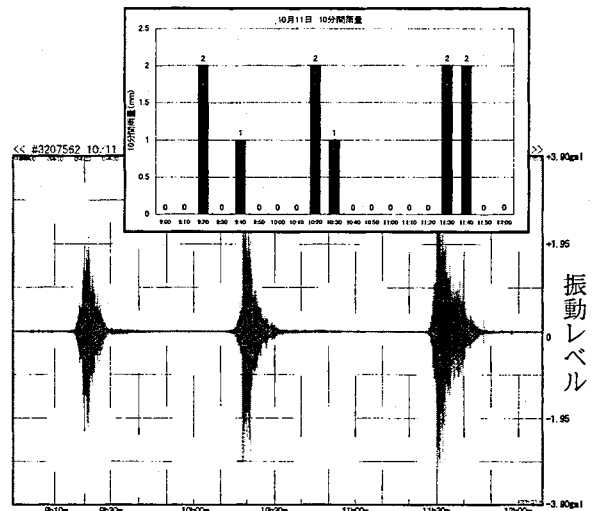


図-3 10月11日の振動波形と雨量

程度で、既往の報告（山田ほか，1998、諏訪ほか，1999 など）の範囲内であるが、振動レベルは焼岳の石礫型土石流の10分の1程度かそれ以下と小さく、大きな石礫が動いた形跡も見られなかったことから土砂混じりの流水程度であったと考えられる。

(2) 10月11日の振動記録

10月11日09時10分頃から、最大振動レベルが2～3gal程度、継続時間約20分間の計3回の振動波形が得られた（図-3）。降雨は各々3～4ミリ程度であるため、流水による振動と思われた。ところが、山の上（観測局から距離500m、標高差220m）から実験地に向けていた監視カメラの録画映像には、1波ではあるが明らかな段波を伴った土砂流動が記録されていた。つまり、たった数ミリの雨で発生した土砂流による振動であった。

(3) その他の振動記録

降雨時のほか、地震ならびに工事による振動波形も記録されていた。近傍の気象庁地震観測点で震度1を記録した地震の現地における最大振動レベルは約0.7galで、周波数は10Hz程度であった。また、数百m下流の治山工事による振動レベルは0.2gal程度以下であり、いずれも振動レベルと波形から土砂移動との識別は可能であった。

なお、音響センサーでは、今回の地震や工事ノイズはトリガーレベル以下のため記録されなかったが、前述の土砂移動では音響振動波形が記録されていた。

4. おわりに

今回は規模の大きな土砂移動が発生しなかったため土石流の振動特性に関する検討を行うことはでき

なかったが、ちょっとした流水や小規模な土砂移動も振動センサーでノイズと分離してとらえられることがわかった。今後、土石流を含めたより多くのデータを蓄積し、振動の特性を解析することで、振動レベルや周波数、継続時間等を用いたトリガー設定に役立てることが可能と考えられる。

また、土石流は地震と比べれば地盤振動のエネルギーが小さく「複数の観測点で同時に観測されているのではなく、機器設置した溪流のみで観測されている」ことが土石流の判別方法のひとつとも言われる。しかし、その反対に高感度の振動センサー（地震計）によって、設置した溪流のみでなく近隣の溪流で発生した土石流の振動も精度良くとらえられれば、溪流ごとにセンサーを設置することによって、複数の溪流の土砂移動を1台の地震計で監視することも可能となるかもしれない。今回の小さな土砂移動は、北海道大学の地震計網にはかからなかったが、こうした高感度地震計の土砂移動検知における活用についても引き続き検討を行っていきたい。

参考文献

- 山田・南・水野（1998）：土石流災害防止のためのセンサー開発の現状と今後の課題，砂防学会誌，Vol.50，No.5
- 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
- 安田・吉田・稲葉ほか（2003）：非接触型センサーのトリガーレベル設定について（基礎的実験），平成15年度砂防学会研究発表会概要集，pp.426-427，2003