

## 非接触型センサーのトリガーレベル設定について(第3報)

北海道室蘭土木現業所 黒田 英偉

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

## 1. はじめに

振動・音響センサーなどの非接触型センサーは、土石流・泥流の検知センサーとしてワイヤーセンサーの弱点である①繰り返し検知と②メンテナンスに有利と考えられているが、トリガー設定の手法が確立していない。平成17年7月には(独)土木研究所により「振動検知式土石流センサー設置マニュアル(案)」が発刊されたが、限られたデータから導き出された手法であり、今後のさらなるデータ蓄積が期待されている。

本報告は、平成15年、17年につづく第3報である。これまで、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るトリガーレベルの検討を行い(安田・吉田・稲葉ほか, 2003)、出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確認された(吉田・稲葉ほか, 2005)。今回は、新たに流況確認のためにビデオカメラを導入し、振動データの連続収録を行った結果を報告する。

## 2. センサー設置・観測方法

有珠山のA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)。

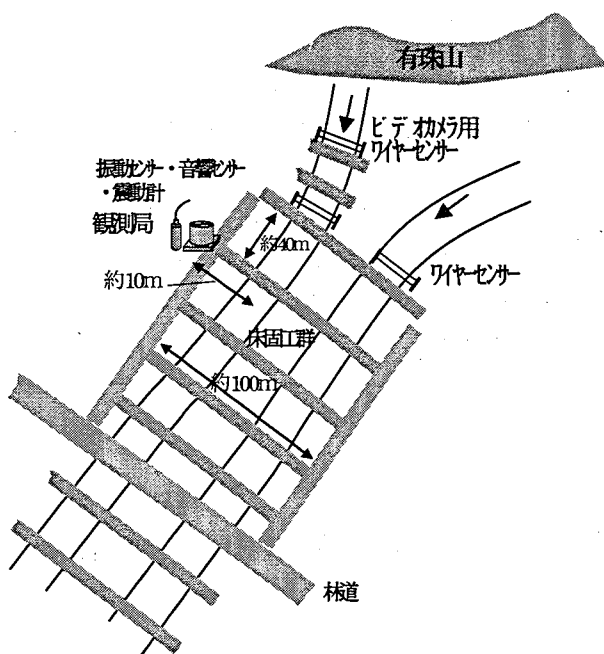


図-1 実験地点概要図

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ホン(20Hz~2kHz±3dB)で、この他に震動計(3成分速度計、1~100Hz)、約40m上流の床固工にワイヤーセンサー、約70m上流にカメラ起動用の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17年7月下旬~11月末の約4ヶ月間であった。

## 3. 観測結果と考察

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・音響の特徴を整理した。

今回の観測期間中、規模の大きな土砂移動、いわゆる土石流は発生しなかった。これは、期間最大日雨量が65ミリにとどまったことなどによる。

しかし、時間雨量数ミリ、連続雨量10数ミリ程度の降雨でも波形が記録されていた。これらのうち、出水発生が日中であったためビデオカメラで映像が収録された8月19日の記録から、流量と振動レベルの関係把握を行った。また、遠方地震、火山性地震、工事ノイズ、定常ノイズの振動レベルや継続時間、周波数から、土石流判別の可能性についても検討した。

## (1) 流量と振動レベルの関係把握

8月19日15時50分頃から、出水ピーク時の振動レベルが約5gal(振動センサー:加速度)、約32mkine(震動計:速度)、および約0.3V(音響センサー:電圧)、継続時間が約8分間の振動波形が得られた。降雨は15:40~50の10分間雨量が8ミリ、次の10分が6ミリという20分間の短時間強雨であった。床固工の水通しを流下するビデオ映像から、

ピーク時の流量は約  $8 \text{ m}^3/\text{s}$  と推定された。この出水振動波形の卓越周波数は  $10\sim 30\text{Hz}$  程度であった。振動レベルは焼岳の石礫型土石流（諏訪ほか，1999）の10分の1以下と小さく、映像からも「土砂混じりの出水」程度のイベントと確認された。

本観測地点の人工振動実験結果と焼岳のデータを用いた想定、および土研マニュアル案の手法を用いた想定振動レベルと、8月19日の実測値を比較すると、マニュアル案による想定はかなり低い値を示す（表-1）。ピーク加速度がおよそ  $40\text{gal}$  より小さな規模の土石流では、振動計測による土石流規模の推定値と実測の流量との誤差が大きくなるといわれており（諏訪ほか，1999）、小規模な土砂移動への現行マニュアルの適用は難しいものと思われる。

表-1 想定と実測の振動レベル比較

	実験結果 + 焼岳	土研マニ ュアル	8/19 出水 実測
震動計(mkine)	1500	020	3228
振動センサー(gal)	1200	1.90	4.80
音響センサー(V)	020	004	033

ただし、振動実験結果および土研マニュアルの想定流量は  $10\text{m}^3/\text{s}$ 、8月19日出水は推定約  $8\text{m}^3/\text{s}$

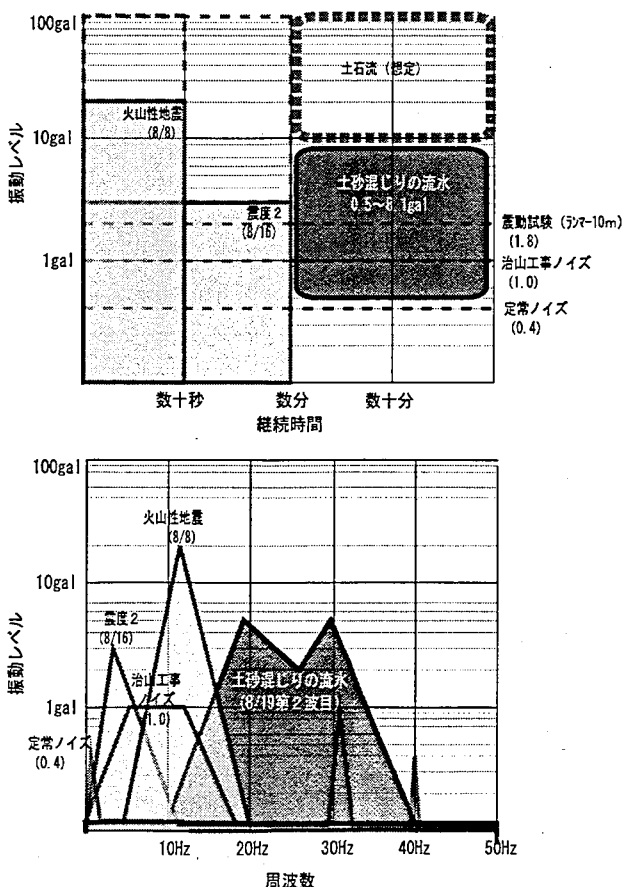


図-2 振動レベルと継続時間・周波数の組み合わせによる判別(振動センサー)

## (2) 土石流の判別

観測期間中に発生した有感遠方地震、火山性地震、治山工事および機器の電氣的ノイズと出水振動について、振動レベルと継続時間および周波数の関係をまとめた（振動センサーの例を図-2に示す。）。その結果から振動による土石流の判別は次のように考えられる。

- ・振動レベル単独での土石流の判別は困難。
- ・地震は継続時間で判別できるものの、判別までに数分間を要することになり、緊急時の実用上問題。
- ・周波数によって地震と出水はおおむね判別可能。
- ・瞬間的な機器ノイズは、継続時間の縛りで判別可能。

そして、本観測地点では、周波数  $15\sim 40\text{Hz}$  で  $1.5\text{gal}$  超の振動レベルが3秒以上継続した場合に出水振動（小規模な土砂流出）と判別し、さらに複数のセンサーと直前までの雨量データを加味することで、より精度の高い判別が可能と考えられる。

## 4. おわりに

振動データによる各種ノイズと土石流の判別方法を検討した。しかし、今回はいわゆる土石流が発生しなかったため、土石流そのものの振動特性に関する検討を行うことができず、想定の域を出ていない。また、継続時間の長い工事等によるノイズや地震との周波数重複部分の判別が課題であり、さらなるデータの蓄積とともに、振動波形形状の自動判別システムの開発等も重要である。

なお、研究タイトルも、今後は「トリガーレベル設定」ではなく「トリガー設定」または「センサー設置手法」と改めるべきと考える。

## 参考文献

- 1) 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
- 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
- 3) 吉田・稲葉ほか（2005）：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），平成17年度砂防学会研究発表会概要集，pp. 426-427，2005
- 4) (独) 土木研究所土砂管理研究グループ（2005）：振動検知式土石流センサー設置マニュアル（案），土木研究所資料第3974号