

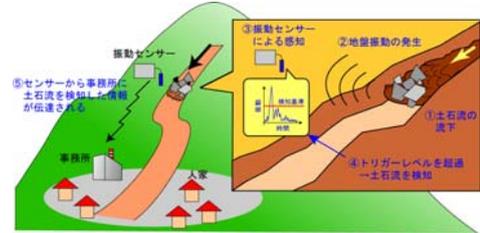


# 振動検知式土石流センサー

- 独立行政法人土木研究所  
土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム
- 日本工営株式会社
- 株式会社拓和
- 坂田電機株式会社

## 1. 振動検知式土石流センサーとは (振動センサー)

土石流の流下にともなって発生する地盤の振動を振動センサーで計測し、土石流の発生を検知するセンサーです。



## 2. 主な振動センサーの設置・観測目的

住民の警戒避難



工事の安全管理



土砂移動の監視



道路の通行止等



## 3. 土石流検知センサーの現状と問題点

土石流検知センサーとしてワイヤーセンサーが最も多く使われている。ワイヤーセンサーは、渓流を横断する形でワイヤーを張りそのワイヤーが土石流の流下により切断されることで検知する。

しかし、

- 一度切れると再び張り直さなければならない張り直すまで欠測となってしまう。
- 落石・動物等により切断・誤報の可能性がある。
- 出水等により河床高が変化すると設置・計測が困難になる場合がある

そこで、

非接触で繰り返し検知可能な**振動検知式土石流センサー**が開発されたが、ワイヤーセンサーに変わるほど普及には至っていない。

## 振動センサーに対する課題と開発テーマ

### ■振動センサーを普及させるための課題①

- 土石流以外の現象で誤検知する(誤発報)

開発テーマ

**土石流検知センサーとして必要な性能**  
→土石流を確実に検知し、土石流以外の事象を可能な限り棄却する検知手法を搭載した振動センサー

### ■振動センサーを普及させるための課題②

- ワイヤーセンサーに変えて、あえて振動センサーを使う理由・メリットがない
- (ワイヤーセンサーと比べて)価格が高い  
→さらなる付加価値が必要

開発テーマ

**振動検知式土石流センサーとして重要な性能**  
→振動センサーを活用することの付加価値を分析し、それに対する追加機能を搭載した振動センサー

## 4. 開発した振動センサー

### 既存の振動センサー



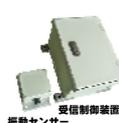
**特徴:** 土石流等の振動を検知して信号を発するセンサー。  
**価格:** 約230万(A社)  
**構造:** 振幅値  
**実績:** 全国で100基以上が設置・運用

### 土石流検知特化型



**特徴:** 閾値に波形の形状を判別するアルゴリズムを組み込んだセンサ。インターネットを介して振動データをダウンロードできるため、現地に行かなくても波形記録を取得できる。  
**価格:** 約150万を想定  
**構造:** 振幅値+波形形状  
**実績:** 福島で運用中

### 現場汎用型



**特徴:** 閾値に継続時間を組み込んだセンサ。警報値を5段階設定可能。警報の継続状況から、発生規模の推定が可能。  
**価格:** 約100万  
**構造:** 振幅値+継続時間  
**実績:** 福島・群馬・和歌山で運用中(土石流の検知実績あり)

### 無線運用型



**特徴:** ヘリ等で空中から投下・設置できることを目的に開発。センサーから受信部までは無線で伝達。  
**価格:** 10~20万を想定  
**構造:** 振幅値  
**実績:** 福島で試験運用中(土石流の検知実績はない)



### 土石流検知特化型

システム構成

- 太陽電池パネル+バッテリー → センサー
- センサー → 無線発信機
- 無線発信機 → 無線受信機
- 無線受信機 → データ監視・回収用PC
- データ監視・回収用PC → LANや光ケーブルによる遠隔伝送

項目	内容
検知手法	波形の形状
検知信号レベル	1段階の警報値
波形記録	記録装置をつければ可
振動波形記録の回収方法	遠隔地からダウンロード可能
センサーと受信機間の信号送信方法	無線
電源	ソーラーパネル+バッテリー(波形記録の場合、商用電源が必要)

### 土石流検知特化型 振動センサーの特徴とポイント

①センサーにて、リアルタイムに加速度波形の演算処理を行い、土石流発生の有無を判定。

#### ポイント

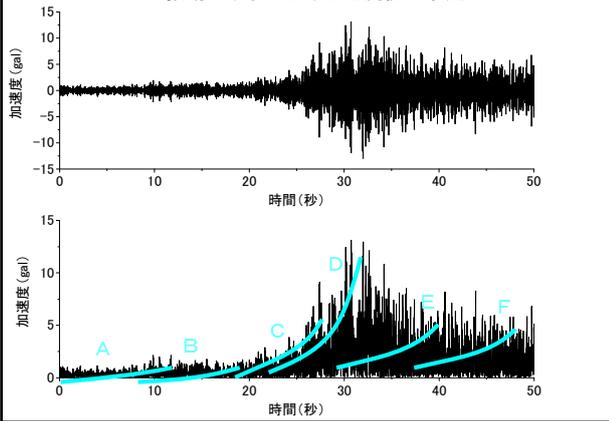
⇒『振動の形状による土石流検知手法』を実装

②無線通信にて情報を伝達。

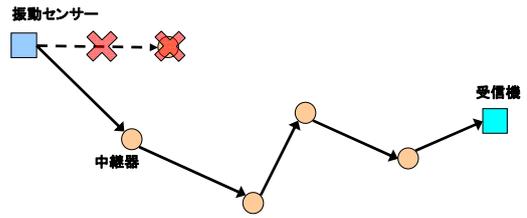
#### ポイント

⇒『自律的なセンサーネットワーク』構築が可能

### 振動の形状による土石流検知手法



### 自律的なセンサーネットワーク (マルチホップ機能)



Zigbee (無線周波数帯 2.4GHz) を搭載

### 室内振動台試験による動作検証

- 観測土石流振動波形を振動台に入力
- 波形の立ち上がりとともに、相関係数の増加を確認

### 無線運用型



項目	内容
検知手法	振幅値
検知信号レベル	1段階の警報値
波形記録	波形は記録できない
振動波形記録の回収方法	波形は記録できない
センサーと受信機間の信号送信方法	無線
電源	電池(受信機側は商用電源が必要)

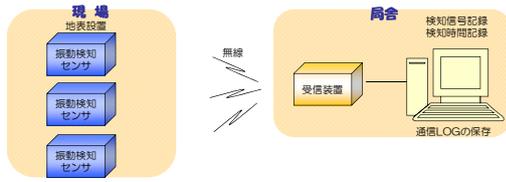
## 無線運用型



## 【無線運用型土石流センサイメージ】



## 【検知システムイメージ図】



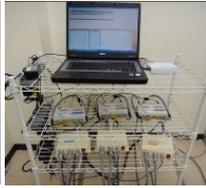
### 【センサ外観】



### 【受信装置外観】



### 【局舎内システム】



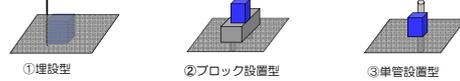
## 現地実験内容

### 土石流検知確認

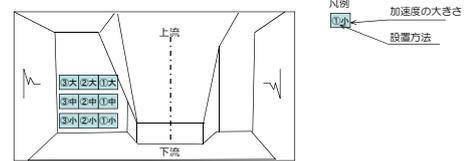
- ① 検知加速度の大きさの違いによる検知差 (大中小の3パターン: 10、20、50gal)
- ② 設置方法の違いによる検知差 (埋設型、単管設置型、ブロック設置型)
- ③ 検知可能期間確認 (電池寿命10ヶ月程度)

センサ台数: 9台

## 【センサ設置パターン イメージ図】



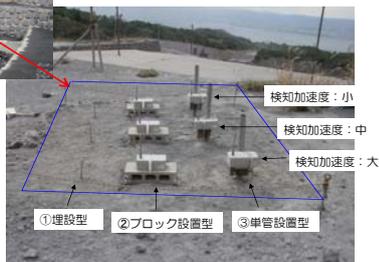
## 【センサ設置 配置図】



## 【センサ設置状況】



- ① 土中にセンサを設置
  - ② 単管を土中に打込み単管にセンサを設置
  - ③ 鉄筋棒等のアンカを打込み、ブロックを固定。ブロックにセンサを設置
- 大: 50gal 中: 20gal 小: 10gal



## 5. まとめ

■現状の問題・課題を踏まえ、新しく3種類の振動センサーの開発を行った。

- ①現場汎用型 → リアルタイムで事象検知
- ②土石流検知特化型 → 新しい検知手法
- ③無線運用型 → 無線伝送

■桜島の実証試験や霧島火山噴火監視対応、和歌山河道閉塞監視対応等実際に活用されている。