

三重県西之貝戸川における振動検知式土石流センサーの検知基準設定手法に関する一考察

(独)土木研究所 ○武澤永純 柳町年輝 栗原淳一 寺田秀樹
 三重県北勢県民局桑名建設部 西本利彦 小原正人

1. はじめに

三重県いなべ市藤原町にある二級河川員弁川水系西之貝戸川では、土石流を検知するために振動センサーが設置されている。しかし、発生する振動ノイズや電氣的ノイズ等によって誤検知が多発するため、同センサーの検知基準の精度向上が望まれている。そこで、著者らは2005年3月から11月までに現地で観測された波形データを整理し、振動ノイズと電氣的ノイズについて振動波形特性の分析を行い、これらを除外する手法を検討したので報告する。

2. 観測された振動データ

2005年3月～2005年11月までの9ヶ月間に観測された振動波形のデータ分析を行った。振動波形の分析より、土石流は1度も発生しておらず、すべてノイズによるデータと推測された。なお、この時期、振動センサーのメンテナンスのため業者が立ち入っており、その作業によるノイズも発生していたと考えられるのでメンテナンスの日を除いて調べたところ、ノイズは20データ観測されており、その原因は波形の違いから以下のとおりと判断した。

- 落石等の振動ノイズ 16データ (80%)
- 電氣的ノイズ 4データ (20%)

落石等の振動ノイズ 16データについて最大加速度別の頻度を図-1に示す。当該地の振動センサーの検知基準値は2galで設定されており、振動ノイズにより16回誤作動が生じたことになる。なお、藤原岳山頂の雨量観測所のデータによると、振動ノイズが発生した時刻に降雨が観測されていなかったことを確認している。

3. 振動センサー検知基準設定手法

2. より、振動の大きさだけで土石流の検知基準を設定してもノイズとの分離が困難な場合があることが分かった。そこで、振動の振幅に加えて継続時間等を加えた検知基準の改良案を検討した。

3-1 振動の振幅

台風21号により、2004年9月29日に西之貝戸川で何らかの土砂移動現象が発生し、振動センサーがその時の波形を観測した。図-2にその波形を示す。現地調査から、振動センサー付近に設置されていたワイヤーセンサーは切断されていなかったが、ワイヤー上流部で新たな土砂の堆積を確認しており、土砂が流下し、ワイヤーセンサー付近で停止したものと考えられる。

図-2より、40秒あたりで3gal程度のピークが見られ、その後は振動が減少していることから、この時刻に土砂移動が停止したと推測できる。現地調査により、この時刻の土砂移動現象の規模は小さいものと考えられるが、この時の最大加速度を検知対象とする土石流の検知基準として考えることができる。図-2の波形より、最大加速度は3gal程度であり、現在設定している基準の2galで問題ないと判断した。なお、図-2より振幅は3軸方向で大きな差異は生じていないことが分かる。

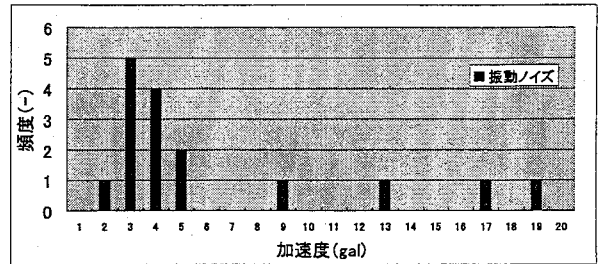


図-1 振動ノイズの加速度と頻度分布

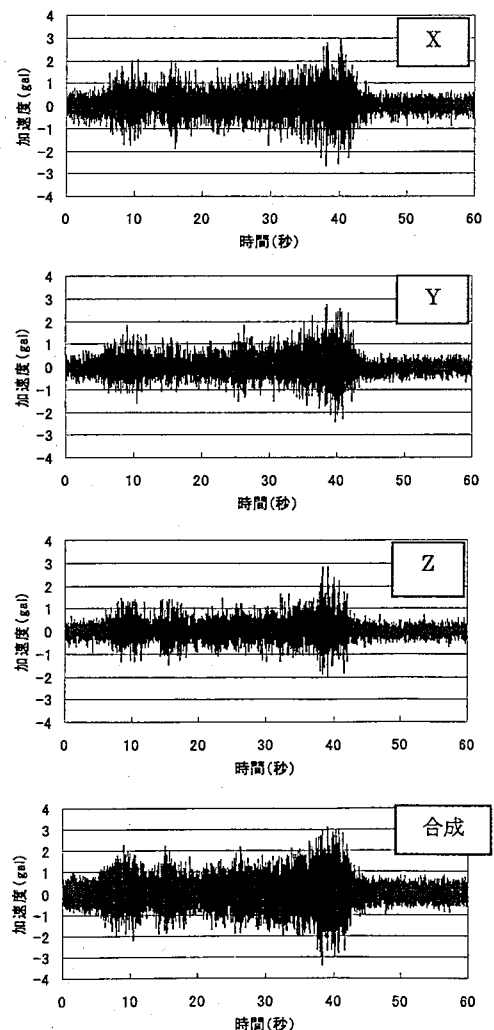


図-2 土砂移動現象の振動波形 (2004年9月29日)

3-2 振動の継続時間

振動センサーには土石流による振動が発生していない場合にも、電気的なノイズ、または工事現場の重機の振動等によるノイズが入っている。これらの常時ノイズを棄却するため、常時ノイズの振幅より大きい値が一定時間継続する場合を土石流等の振動とみなす。つまり、観測波形から常時ノイズの振幅は概ね±1 gal 以下であるので、1 gal 以上が一定時間継続していれば土石流の可能性があると考えられる。

しかし、この判定だけでは図-3 のように振動のピークが連続的に発生すると、土石流と判断してしまうおそれがある。そこで、継続途中で1gal 以下になっても1秒以内に再び1gal 以上の振動が記録された場合を「継続時間」とみなす。これらを踏まえてパルス的な波形が見られた振動ノイズの継続時間を調べたところ、図-4 に示すように継続時間は最大4.9秒であったことから、例えば継続時間を5秒に設定すればこれまでに誤検知した振動ノイズを全て棄却する事が可能となる。

但し、センサーと保全対象までの距離が短い現場で、土石流が発生した場合、できるだけ早く土石流を検知する必要がある。つまり、継続時間は長ければよいというものではなく、センサーと保全対象までの距離も十分に考慮する必要がある。9ヶ月間で記録した振動ノイズから求めた継続時間と誤検知回数の関係を図-5 に示す。継続時間を例えば5秒に設定した場合は、誤検知回数は0回になる。しかし、土石流平均流速を10m/sec と仮定すると、土石流が50m 流下した後に検知と判断することになる。

このような考え方に基づいて、現場状況を勘案して、個別に「継続時間」を設定すべきである。

3-3 電気的ノイズ

9ヶ月間の観測記録の内、図-6 のように加速度が-1400gal (継続時間約50秒) というような異常値を記録したことがあった。これは電気的ノイズと考えられる。上記3-2 までの設定手法ではこれも土石流と判定してしまうので、これも棄却する基準が必要になる。そこで、通常の振動波形の軌跡は正負の方向に行き交うことを利用して、一定時間以内に振動波形の正負が逆転しなければ異常データとみなすことにより、このような電気ノイズは棄却でき得ると考えられる。

以上より、ノイズを棄却するために新たに検討した基準として従来の振幅の基準に加え、落石等で発生するパルス的な振動を棄却するための継続時間の基準及び電気的なノイズを棄却するための振幅の正負の基準の付加が考えられる。

4. まとめ

本論文では振動センサーで実際に観測された波形を分析し、新たな検知基準設定手法を提案した。これにより、例えば振動センサーを新設する際に、現地で発生するノイズを収集すれば、そのデータを解析することにより、より御検知の少ない検知基準が設定可能となると考えられる。

参考文献 1) (独) 土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チーム：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、2005。

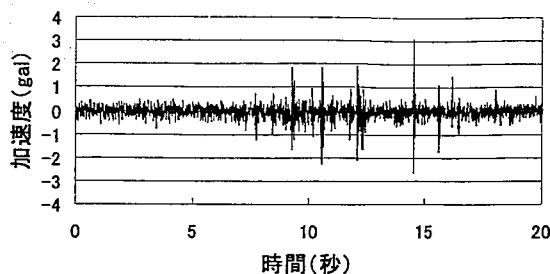


図-3 落石と思われる波形の例

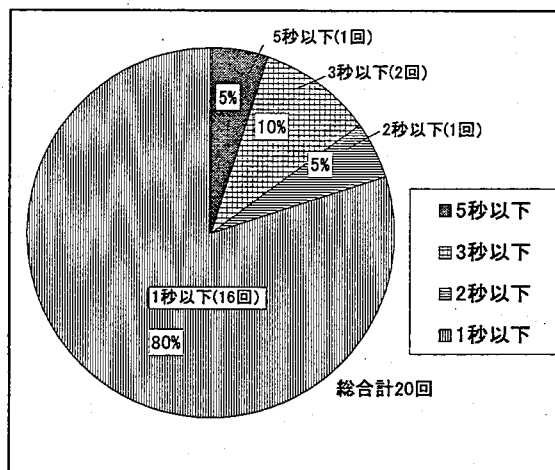


図-4 1 gal 以上の継続時間

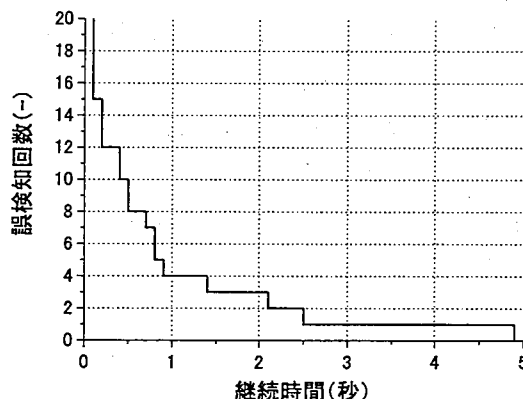


図-5 継続時間と誤検知の回数について

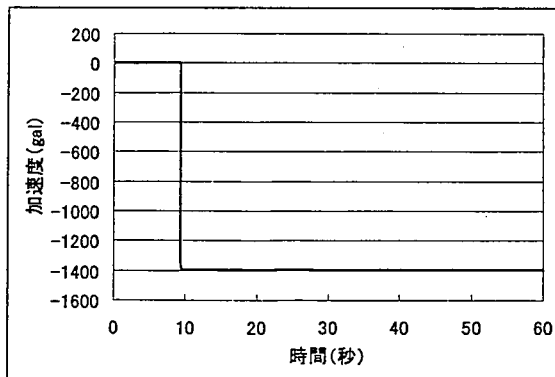


図-6 電気ノイズの例 (7月15日)