

浦川における振動式土石流検知センサーのトリガーレベル設定手法の提案

独立行政法人土木研究所 ○武澤永純 山越隆雄 田中秀基 小山内信智 西本晴男
国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 大井孝輝 鈴木啓介

1. はじめに

浦川(図-1 参照)は、日本でも代表的な荒廃溪流であり、豪雨や融雪に起因した土石流が頻発する。浦川における工事現場での安全管理を果たすための手段のひとつとして、土石流検知センサーの活用が有効である。一般的に広く用いられているワイヤーセンサーは、積雪、融雪期には雪の影響で誤作動を起こし易い。さらに当該地点の溪流の河床に作業員が立ち入ることは危険が伴うため、浦川において同センサーのみで対応することは困難である。このため、本検討では危険な河床部に立ち入ることなく設置が可能な振動センサーに焦点をあて、浦川唐松沢、金山沢(図-2 参照)に設置するに当たってのトリガーレベルを決定するための手法を提案した。

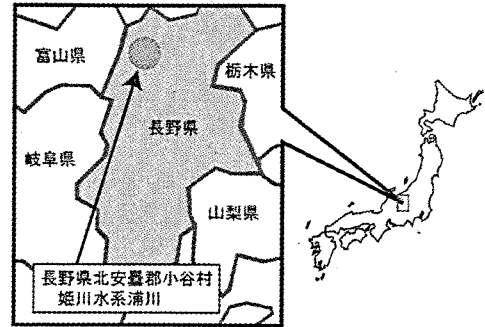


図-1 浦川の位置

2. 本検討で用いる振動の距離減衰式

振動センサーの検知基準となるトリガーレベルは、現地で想定する土石流の振動が、センサー設置位置に伝播したときの振幅が把握できれば、それを参考に決定することが出来る。一方、既往の研究成果から土石流が発生させる振動は、土石流のピーク流量と正の相関があると言われている¹⁾。

本研究では、その関係に基づいて、過去に土石流の振動が計測された桜島野尻川の記録を用いて、現地で想定する土石流の振動の大きさを算出するものである。また、地盤振動は震源からの距離や地盤の内部構造によって、減衰の程度は大きく変化することから、既往の振動の距離減衰式を変形して、現地で想定する土石流流量、河道とセンサー設置位置の距離、地盤の内部減衰を関数に持つ式を導出し、センサー設置位置で計測される振動の大きさを推定しようとするものである。以下にその式を示す。

$$P = P^* \cdot \left(\frac{Q}{Q^*} \right)^2 \cdot \left(\frac{D}{D^*} \right)^{-n} \cdot e^{-\alpha(D-D^*)} \quad \dots (1)$$

※ P : 距離 D (m) の地点における振動振幅、 Q : 現地で想定する土石流流量、 D : センサー設置位置と河道との距離、 $n : 0.75$ ¹⁾、 α : 媒質の内部減衰 (0.01 を使用)²⁾

(1) 式に*があるものは桜島野尻川、*のないものは浦川唐松沢、金山沢のパラメータを代入する。

桜島野尻川で平成9年9月16日に発生した土石流は、野尻川5号堰堤でピーク流量 $641 \text{ m}^3/\text{sec}$ が観測されており、河道から 66 m 離れたセンサーで 0.065 kine を計測している³⁾。このパラメータを参考に浦川での土石流の振動を求める。振動センサー設置候補地点においては、以下の仮定のもとに、想定する土石流流量時の

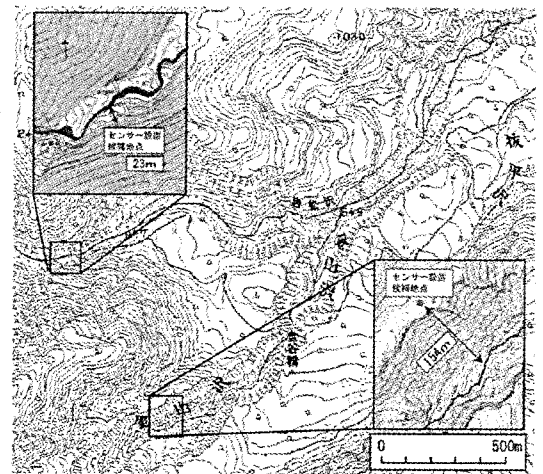


図-2 浦川唐松沢、金山沢の振動センサー設置候補地点

(国土地理院 数値地図 25000 を引用)

振動速度（加速度）値を算出する。

仮定1：野尻川と浦川において同じ流量の土石流は同じ規模の地盤振動を発生させる。

仮定2：野尻川と浦川では、振動の距離減衰特性は同等である。野尻川（浦川）の前述した式における内部減衰特性を表す α は、過去の業務の成果から0.01とする。

仮定3：土石流による地盤振動の卓越周波数は10~30Hz¹⁾である。これより、桜島野尻川で得られた地盤振動加速度は4~12galとなる。

3. 唐松沢で検知できる土石流の規模の推定

浦川唐松沢でのセンサー設置候補地点は図-2のように、浦川の金山沢と唐松沢の合流地点から1100m程度上流にある浦川唐松沢の第13号谷止工（林野庁中信森林管理署）上流側とする。現地の地形の状況から右岸斜面の小段（河道からの水平距離18m・表面距離23m）に設置するのが適していると考えられる。表-1に想定する土石流流量を100、250、500、750、1000、1500m³/secにした時の、唐松沢のセンサー設置候補地点の振動の大きさを示す。この結果は理論的に導き出したものであるが、例えばトリガーレベルを6.74galもしくは0.054Kineにした場合、ピーク流量250m³/sec以上の土石流は検知できると考えられる。

4. 金山沢で検知できる土石流の規模の推定

浦川金山沢は急峻な地形に加えて溪岸の侵食が著しく、崩壊地も多数分布するため、振動センサーの候補地は図-2のように、河道から154m離れた左岸溪岸上にある監視所付近となる。表-2に想定する土石流流量における、唐松沢のセンサー設置候補地点の振動の大きさを示す。これより、金山沢において、土石流の振動が1galにも満たないピーク流量100~200m³/sec程度の土石流を検知することは非常に難しいことが分かる。

5. まとめ

本研究によって提案した手法を浦川で適用したところ、各溪流でセンサーにより検知できる土石流規模を明らかにできた。今後は現場の状況に応じて、土石流が発生した場合に作業員が避難する必要がある土石流の規模を決めて、センサーの適用可能性を判断することになる。今回検討した振動センサーによって、その土石流の検知が難しい場合は、センサー一部を現設置地点より河道近傍に設置する等、対策が必要と考えられる。

参考文献：1) 諏訪浩・山越隆雄・佐藤一幸：地盤振動計測に伴う土石流の規模推定、砂防学会誌、Vol. 52、No. 2、pp. 5-13、1999。 2) 石田哲也、浅井健一、浅野広樹、渡正昭、小泉市郎、井上公夫：富士山大沢川で発生した土石流の地盤振動特性、平成15年度砂防学会研究発表会概要集、pp. 172-173、2003。 3) 南哲行・山田孝・水野秀明・Richard G. LaHusen・吉川知弘・永田謙三：土石流の流下に伴う地盤振動の減衰特性、平成10年度砂防学会研究発表会概要集、pp. 366-367、1998。

表-1 唐松沢で想定される土石流と振動の大きさ

ピーク流量 (m ³ /s)	想定流量で計測される振動の大きさ	
	Kine	Gal ※
100	0.014	1.67(0.85~2.56)
250	0.054	6.74(3.37~10.11)
500	0.152	19.06(9.53~28.59)
750	0.279	35.02(17.51~52.53)
1000	0.429	53.92(26.96~80.88)
1500	0.789	99.05(49.53~148.58)

表-2 金山沢で想定される土石流と振動の大きさ

ピーク流量 (m ³ /s)	想定流量で計測される振動レベル	
	Kine	Gal ※
100	0.001	0.11(0.06~0.17)
250	0.003	0.44(0.22~0.66)
500	0.010	1.24(0.62~1.85)
750	0.018	2.27(1.14~3.41)
1000	0.028	3.50(1.75~5.24)
1500	0.051	6.42(3.21~9.63)

※加速度の値は算出された速度値に $2 \times \pi \times$ 振動数を乗じたものを示している。振動数は仮定3での土石流の振動数10-30Hzをもとに算出している。