

Ⅱ-207 振動センサーを利用した火山性土石流の現地計測（2）

鹿児島工業高等専門学校 正 員 足田 誠
 同 上 学生員 築瀬 純矢
 同 上 榎並 利征
 (株)アイエムティ 会田 和義

1. まえがき

桜島は昭和32年以降、継続して火山活動を続けている。火口から噴出される火山灰は山頂付近に堆積し、降雨を引き金として数多くの土石流が発生している。建設省大隅工事事務所では、平成6年12月及び平成8年11月、土石流の通過する野尻川下流に振動センサーを3個設置した[1][2]。前報[1]に引き続き、土石流の発生を検知し、土石流通過時に発生する地盤振動による土石流のハイドログラフの推定法について、水理学的考察を行った結果を報告する。

2. 土石流による地盤振動の状況

野尻川下流の流路工において、下流方向をX軸、X軸に対して水平直角にY軸、鉛直上向きにZ軸をとる。センサーS1とS2は流路工右岸のコンクリートで被覆された高水敷に埋設されている（X=0m及び100m）。センサーS3（Y=18.1m）は、センサーS1（Y=3.4m）から約15mの堤内地に設置されている。

土石流の振動解析には、流量等が観測されている平成9年9月16日のデータを用いた。図-1は、設置された3つの振動センサーの地盤振動レベル（gal）の時間的推移を示したものである。途中で一部データの欠測があるが、土石流の増減傾向を一望できる。ピーク流量は6時12分に227m³/sであった。振動レベルは、DATで記録されたデータを再度、AD変換し、30秒単位（30000個）で計測した。数値データは大きいものから、1/3最大、1/10最大の2種類の値を求めたところ、1/10最大は、1/3最大の約1.5倍となった。図-1は、1/10最大の値を、図-2は3つの振動センサーの関係を示したものである。

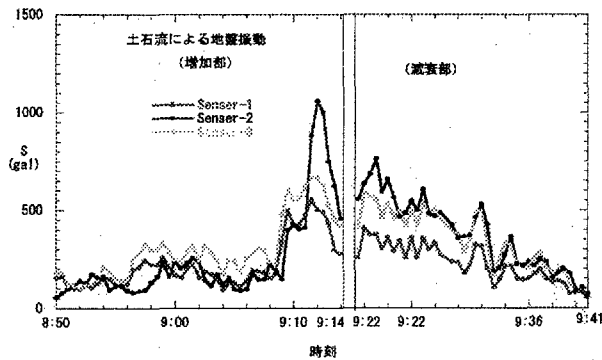


図-1. 地盤振動の時間的推移（1997.9.16）

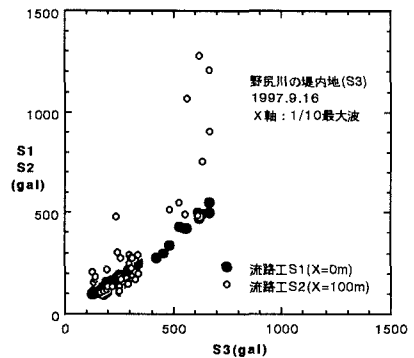


図-2. 3つの振動センサーの関係

S1に対して、約100m下流のS2のデータは、1分程度遅れた増減傾向を示している。データ検知開始（8:49）以降はしばらく同じような規模の振動が続き、約20分経過して出現したピーク付近（9:12）で、S2の値がS1の約2倍に達している。下流に設置されたS2の付近で河床上昇が起こり、側岸に、より大きな土石流による衝撃力が与えられるようになったのではないかと考えている。一方、図-2で、S3に対するS1の値はよい相関を示している。しかし、S3に対するS2の値はばらつきが大きい。S1とS3の間は約15m、S2とS3の間は約100m離れている。ピーク流量に時間差が発生し、ばらつきが大きくなったと考えられる。振動レベルは、流路工内でコンクリート被覆の高水敷に埋設されたS1よりも、堤内地の堆積地盤の表層に設置されたS3の方が大きくなっている。振動センサーの設置条件による振動の伝搬による差異の影響と考えられる。

3. 振動解析

図-3は、超音波方式で計測された観測流量と振動センサーS1、S3の地盤振動レベルの関係を示したものである。どのデータも、流量が増えるに従って、振動レベルは明瞭に増大していることが分かる。図は増水部と減水部に分けてプロットしている。同一流量に対する振動レベルは、減水部の方がより大きい値を示している。図-4は、振動レベルと流量の比S/Qを、水深Hに対してプロットしたものである。増水部のS/Qの値は、ばらついていて、水深H=70cm以上ではほぼ一定とみなせるようである。減水部では、水深70cm以下となっている。水深が小

キーワード：火山，現地計測，砂防，振動センサー，土石流

連絡先：〒899-5193 鹿児島県姶良郡隼人町真孝1460-1 鹿児島工業高等専門学校・Tel:0995-42-9122・Fax:42-9126

さくなるに従って、 S/Q の値は次第に大きくなっていることが分かる。水深が小さくなると、河床の凹凸の影響が大きくなるためであろうか、振動レベルはより大きな値になっている。また、ピーク流量はセンサーS1、S3の設置された $X=0$ m地点を通過するまでは、上流からの振動が伝わってくるが、次第に上流と下流にわたって、幅広く振動が伝わるようになる。このため、 S/Q の値は次第に増加していくものと考えられる。図-5は、振動レベルと流量の比 S/Q を、流速 V に対してプロットしたものである。同じ流速 V の値に対する S/Q の値は、減水部では増水部と明瞭に異なっていることが理解できる。

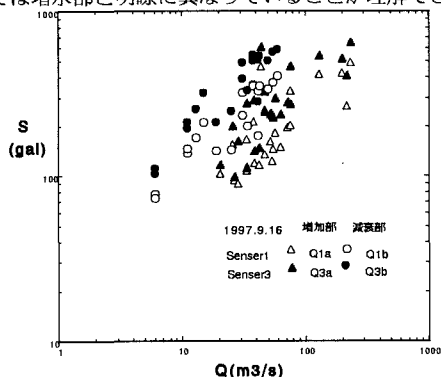


図-3. 土石流の流量と地盤振動の関係

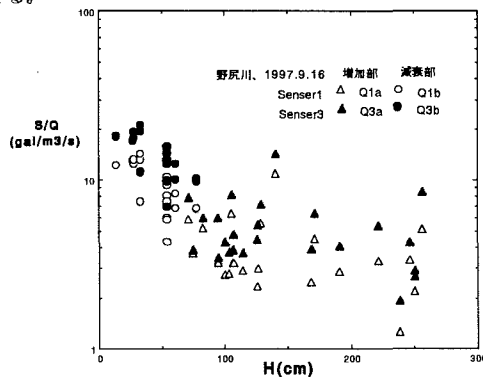


図-4. 地盤振動／流量と水深の関係

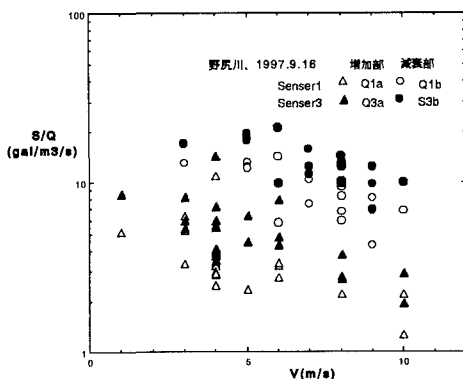


図-5. 地盤振動／流量と流速の関係

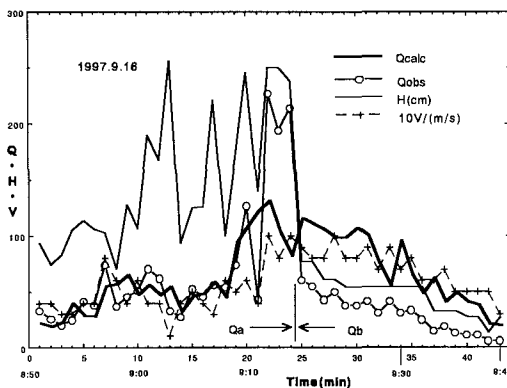


図-6. 土石流の流量・水深・流速の時間的推移

4. 土石流のハイドログラフの推定

前報[1]では、卓越するパワースペクトルの振動レベル (Spec) と観測流量 Q の関係式として、 $\text{Spec}=20 \times \log(Q) - \text{const}$ とおけることを報告している。しかし、土石流の増水部と減水部を比較した場合、前者の方が振動レベルが高い。定数(const)の物理的意味を吟味する必要があった。

以下、図-6で、水理学的考察を行ってみる。超音波で観測された水深 h 、流速 V 及び流量 Q の値を示している。図-4で $S/Q=5$ と置き、振動レベルから計算流量を求めた値を、図-6の折れ線でプロットした所、ピーク直前までの増水部では、実測流量と比較的よく一致している。しかし、ピーク付近では、観測流量のばらつきが大きく、減水部では観測流量の約2倍程度の計算値となった。

観測流量は、ピーク直前まで大きく変動し、ピーク通過後はなだらかな値となり、漸減している。流速 V の時間的な変動は少ないようである。即ち、土石流自体、ダムアップされたような流動体が大きな水面変動を起こしながら移動し、ピーク通過後はなだらかな低減部を有する土石流の様子と推察される。

土石流の流下現象をシミュレートできるようなモデルを考え、振動レベルからハイドログラフを推定できるような方法を検討したいと考えており、今後、解析データを増やし、更に検証してみたいと考えている。

謝辞：本研究をすすめるに際しては、建設省大隅工事事務所の吉川知弘所長と調査第二課、建設省土木研究所の南哲行砂防研究室長、摂南大学の澤井健二教授、砂防地すべり技術センター、及び関係各位より、ご協力を頂いた。ここに厚く謝意を表する次第である。

参考文献：1) 足田・吉田・前村：振動センサーを利用した火山性土石流の現地計測，第53回土木学会年講，共通セッション，pp4-5，1998.10、2) 山田・南・水野：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.50-5，pp60-64，1998.1