

桜島野尻川における振動センサーを用いた土石流観測

鹿児島工業高等専門学校 正員 疋田 誠
 同 上 学生員 福重 裕史
 同 上 学生員 福島 隆宏
 建設省大隅工事事務所 児玉 大善

1. まえがき

桜島は現在も活発な活動を続け、火口から噴出される上流域の生産土砂により、豪雨のたびに土石流が発生している。この火山性土石流は地域住民の生活へに大きな影響を与えている。毎年十数回も発生する野尻川の流路工内の高水敷に振動センサーを設置した。土石流と地盤振動の応答特性を調べ、流動機構を明らかにし、土石流の発生を予知し、規模を推定することができれば、土石流の早期警報システムとして応用することができよう。土石流の発生は火山の活動状態、即ち火山噴火に伴う土砂生産量に左右され、土石流発生は豪雨と降下火山灰にみまわれるために、観測条件は劣悪である。地盤振動は河川から離れるに従って次第に減衰するため、計器の設置箇所も大きな問題となる。土石流の発生予知システムとしては実用化されていないようである。本研究では、野尻川の観測機器の設置の経緯、土石流の発生した平成7年4月14日、5月1日、6月3日の観測データ及びその解析結果の一部を報告することにする。

2. 研究の経緯

従来、土石流検知システムとしては、流路工を直接横断するワイヤー及び光センサー、間接にとらえる音響センサーが用いられてきた。振動センサーを用いて土石流通過時の様子をとらえた研究としては、焼岳（奥田等）、桜島（加茂等¹⁾²⁾、雲仙普賢岳（諏訪等³⁾）の観測事例がある。昭和54年以降、鹿児島県の協力を得て、疋田は桜島の長谷川において、流路工を横断してはられたワイヤーセンサーによる土石流検知線の切断及びビデオカメラによる土石流下時の映像記録データの集積を行ってきた。平成6年度、長谷川の堤防に振動センサーを埋め込み、土石流通過時の観測データ入手を試みた。大規模な土石流であればうまく作動することを確認した。その後、トリガユニットやビデオデッキの故障などが続発し、機器の改良を行ってきた。現在活動中の桜島の火口は南岳にあるが、長谷川は桜島北岳を源流とし山頂付近の堆積火山灰量はかなり少なく、土石流の規模も小さい。平成7年度、大規模な土石流が発生する野尻川において、下流の流路工の高水敷内に振動センサーを2個設置し、改良型の観測システムとして、データをほぼ確実に入手することが可能となった。

3. 振動センサーの設置

野尻川の振動センサー（加速度計：TEAC-710Z）による土石流観測の原理は、流路工に加わる土石流の衝撃力を加速度として計測するものである。地震計と同レベルの高感度のものを用いる。土石流によって発生する微弱振動をとらえ、その信号を直流増幅器で増大させ、遠隔地にあるデータ収集装置へ転送し、複数回発生し通過する土石流を監視することが可能である。図-1は設置した振動センサーの設置状況を示したものである。X軸を川の下流方向、Y軸をX軸に直角水平に、Z軸を鉛直下向きにとっている。

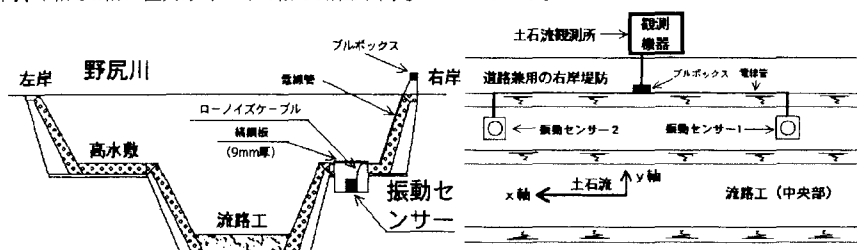


図-1 野尻川の流路工における振動センサーの設置状況：横断面図と平面図

振動センサーは振動による揺れを察知し、ローノイズケーブルを通してセンサーアンプ（直流増幅器SA-16U）に電圧として知らせる。その電圧がトリガユニットに設定されている基準電圧（上下流の2つのセンサーのZ軸成分でチェック、0.2V）より大きくなったとき、データ記録装置（RD130TE）が記録動作に入る。そして基準電圧より小さくなり、設定時間（30秒）を経過してもこれを超えることがない場合は記録を終了する。落雷やその他

の事故等で交流電源が停止した場合に、5～10分の間、一時的に電気を供給するために、システムには無停電源装置を組み込んでいる。

4. 桜島の火山活動と土石流による振動データの解析

図-2は最近21年間の桜島の爆発回数の推移を示したものである。ピークは昭和60年(1985)の474回、平成7年は222回に達し、火山活動は依然活発である。

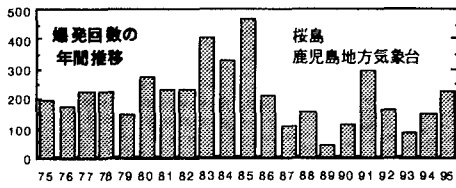


図-2 桜島の年間爆発回数の推移

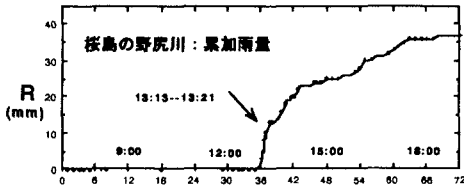


図-3 野尻川のマスカーブ (1995.5.1)

図-3は平成7年5月1日の土石流発生時の野尻川の雨量記録である。図-4は、X軸方向に約100m離れた2つの振動センサーの観測波形に示す。川上の振動センサー (Z,Y,X,Z+)、川下の振動センサー (Z,Y,X,Z+) の合計8チャンネルを同時に記録し、約15秒間のデータを示している。記録開始(トリガー)は第5チャンネル(Z)で行われている。第4及び第8チャンネル(Z+)は、第1及び第5チャンネル(Z)を過去にさかのぼり、トリガーの作動する約1.4秒前からの過去の波形記録を描いている。両者を比較すると、波形のピークに時間差がみられる。波形データの最大値を地震加速度(gal)に換算すると、直線部にある川上は約222gal、少しカーブしている川下で約472galに達している。これは気象庁の震度階で震度5～6(強震～烈震)に相当する。振動波形の解析には、National Instruments社の計測ソフトLabVIEW及びグラフテックのWR7900を用いた。

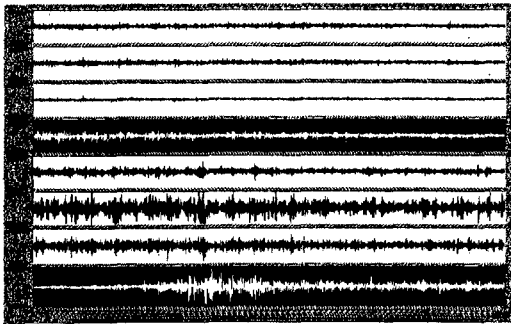


図-4 土石流の観測波形 (1995.5.1)

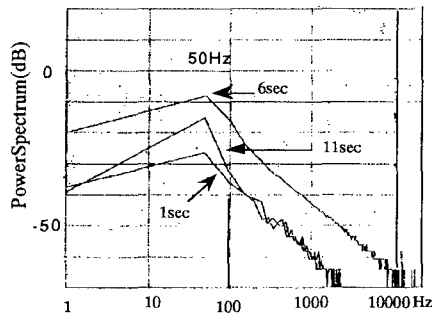


図-5 パワースペクトラム (下流側:Z+)

設置した振動センサーから約2km上流の5号ダムにおける土石流の発生時刻とトリガー開始時刻との差、つまり土石流の流下時間は、4月14日は1時間29分(8:27と9:56)、5月1日は8分(13:13と13:21)、6月3日は7分(14:28と14:35)であった。4月14日の春松川(野尻川に隣接)での発生時刻は9:53である。この日、野尻川では、途中の堆砂池に土石流が堆積したために流下時間が長くなってしまった、と考えられる。

図-5は、第8チャンネル(Z+)の振動波形について、データの最初から1秒後(増大域)、6秒後(ピーク時)、11秒後(減減域)のそれぞれに対するパワースペクトラムを表示したものである。データ個数が1024個と少ないが、卓越周波数は50Hz位で、6秒後(ピーク時)の値が最も大きくなっている。土石流の振動特性は土石流中の火山灰の混入率に関係し、振動センサーの設置場所の影響もあると思われる。今後、多くの観測データを入手し、解析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、建設技術コンサルタンツ、アイエムティー、鹿児島高専土木工学科の榎並利征技官及び卒業研究生など、多くの方々にご世話になりました。ここに厚く謝意を表する次第です。

参考文献: 1)加茂幸介:桜島に発生する土石流による土地振動の特性、文部省自然災害特別研究報告書(昭和51年6月豪雨による鹿児島県の土砂および土石流災害に関する調査研究報告)、pp119-120、1977.3、 2)奥田節夫:桜島野尻川に発生した土石流と地震計記録の対応、同上、pp121-124、1977.3、 3)諏訪浩・清水洋:雲仙に発生した土石流と火砕流による地盤振動の特性、文部省突発災害調査研究成果(1991年雲仙における土石流の調査研究)、pp40-51、1992.3