

格子形鋼製砂防えん堤に設置した土石流検知システムの効果事例に関する一考察

株式会社神戸製鋼所

国土交通省北陸地方整備局神通川水系砂防事務所

独立行政法人土木研究所

○ 佐伯拓也，守山浩史

福田光生

石塚忠範，武澤永純

1. はじめに

鋼管構造による格子形鋼製砂防えん堤（以下、格子型えん堤と表記）は、優れた振動伝達特性を有している。この特性を利用すれば、格子形えん堤自身を振動体として、加速度計（振動センサー）でその加速度波形を捉えることより、土石流を検知するシステムを構築できると考えられる^{1),2)}。その実用化にあたっては、土石流により格子形えん堤がどのように応答するかを明らかにする必要があるため、実証実験として、2008年10月から北陸地方整備局神通川水系砂防事務所管内の白谷4号えん堤に土石流検知システムを設置し、動作確認とデータの記録を継続している。同検知システムの設置後、白谷4号えん堤では数回、土石流と思われる加速度波形が観測されたが、土石流を確認できる映像がなく、検証を行うためのデータが得られていなかった。

今回、2010年7月12日に発生した土石流について、初めて加速度波形と土石流の映像の両方を取得できたことから、土石流に対する格子形えん堤の応答を明らかにするために、データの分析を行った。

2. えん堤の位置関係と振動の検知方法

今回、加速度波形が観測されたのは白谷4号えん堤であり、流量（ハイドログラフ）については、上流の白谷6号えん堤での映像データを基に判読した。なお、白谷6号えん堤の映像は、監視カメラの画角、位置の問題から土石流流量の判読結果の精度に影響しており、流量を大きめに算定している可能性がある。図1には、えん堤と監視カメラの位置関係を示す。

また、本検知システムは、写真1に示すように加速度計で格子形えん堤の振動を検知し、振幅の絶対値の積分値がある一定値以上になると、通報メールを発信する仕組みとなっている。



図1 えん堤と監視カメラの位置関係

3. 土石流による格子形えん堤の振動の分析

写真2に、格子形えん堤に土石流のイベントの中で流況が変化した時刻（例えば勢いよく水しぶきが上がる等の変化が映像から読み取れる時刻、以下サージと表記）のカメラ映像（写真2の～）と、比較のために土石流後続流が通過している時刻の映像（写真2の～）を示す。映像にはサージの上面を破線で示している。また、図2には、土石流を検知した時間帯の応答加速度波形、ハイドログラフおよび、4本の通報メールの発信時刻を示す。同図には、映像で確認したサージが発生した時刻の位置に、写真2に対応する時刻～を表示した。

分析の結果を以下に示す。

- 1) 写真2の～と～を比較すると、破線で示されたように、サージの上面が盛り上がっているのがわかる。これより、サージが到達している場合とそうでない場合が区別できることがわかる。
- 2) 写真2および図2より、映像で確認できるサージの時刻は、応答加速度のグラフから確認できるサージの時刻とよく一致していることがわかる。
- 3) 写真2から、映像で確認できる最大のサージは、～のときのものである。また、図2から、応答加速度の最大値も同じ時刻で生じていることがわかる。これについては、～では土石流が左岸よりに偏流しており、加速度計の設置位置付近に高い流動深の土石流が衝突したことで、大きな振幅値となった可能性が考えられる。
- 4) 図2に点線の矢印で示すように、ハイドログラフで確認できるサージ（時刻～，～）と、応答加速度のグラフから確認できるサージの時刻は、土石流の流速と、土石流が白谷6号えん堤から4号えん堤まで流下する時間を考慮すれば、よく一致していることがわかる。
- 5) 図2からサージが確認された時間帯には、いずれも 25 m/s^2 を超える加速度が観測されており、サージが確認されない時間帯については、応答加速度は 25 m/s^2 以下の値となっていることがわかる。



写真1 白谷4号えん堤と土石流検知システム

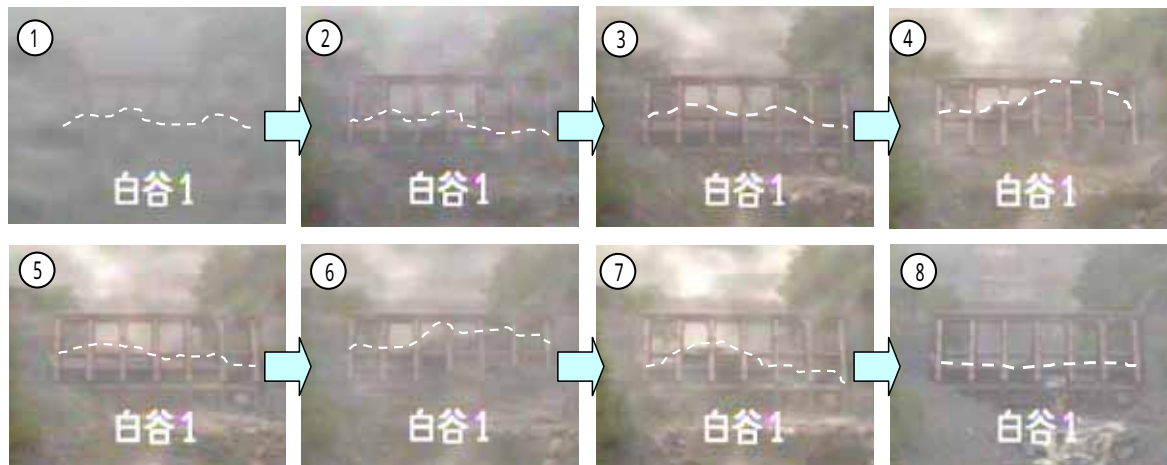


写真 2 白谷 4 号えん堤に映った土石流の映像

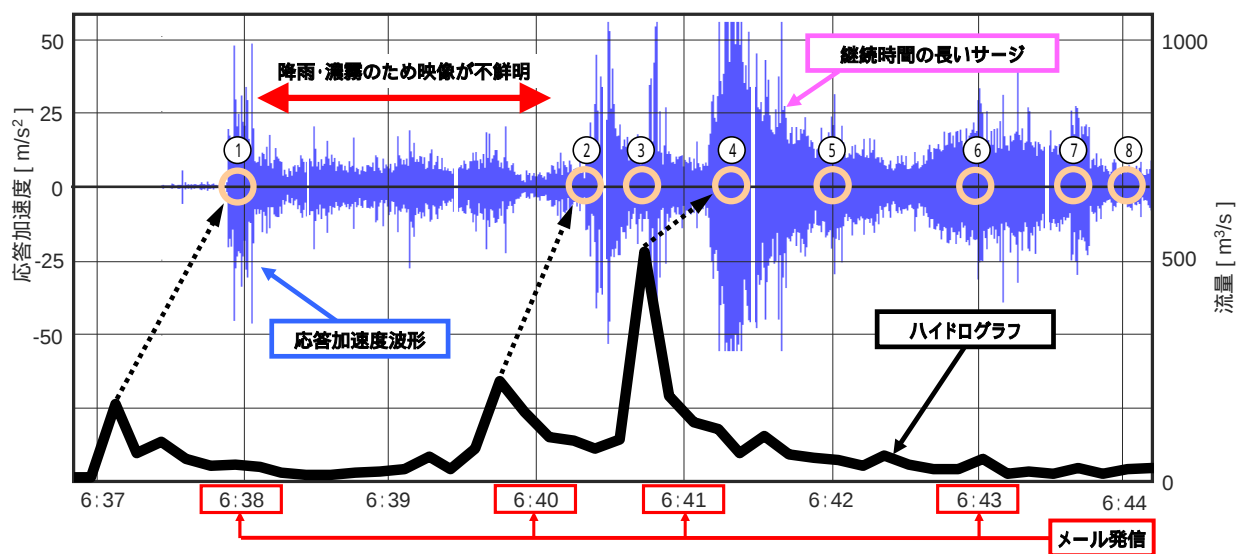


図 2 白谷 4 号えん堤の応答加速度波形と土石流のハイドログラフ

また、以上の分析以外に、図 2 の応答加速度が 60m/s^2 (約 6000gal) 以上という非常に大きい値に達していたことは注視すべきことと思われる。約 60m/s^2 が加速度計の計測性能限界のため、それ以上の加速度は測定できなかったが、実際はさらに大きな加速度が発生していた可能性が考えられる。なお、この 6000gal 以上という加速度は、地震時に観測される加速度(1000gal 以下程度)と比較しても、かなり大きな値である。

4. あとがき

今回、映像から読み取れる土石流のサージの発生時刻と大きさは、応答加速度のそれとよく一致しており、応答加速度から、土石流のサージが作用している時刻と、作用していない時刻を明確に区別することがわかった。このことは、格子形えん堤は土石流が作用したとき、土石流の流下状況をうまく表現できるような応答をするということを示している。加えて、大きなサージが発生したときには検知メールが発信されたことで、格子形えん堤は土石流検知のための振動体としての確に機能し、本検知システムは正常に作動したことが確認された。

以上を踏まえ、今後も白谷 4 号えん堤での実証実験を継続して様々な規模の土石流を検知し、データの蓄積および分析を進めていく。これにより、加速度波形の大きさから到達したのが土石流であるかどうか、また、到達した土石流の規模を推定するなど、より精度の高い土石流検知システムの開発につなげていく所存である。

引用文献

- 1) 川村崇成, 守山浩史, 加藤光紀, 濱崎義弘: 格子形構成砂防えん堤に設置した土石流検知システムについて, 平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) 川村崇成, 守山浩史, 加藤光紀, 田村圭司: 鋼製砂防えん堤を活用した土石流検知システムについて, 砂防学会誌, Vol.62 No.5(286), 2010