

加速度センサを用いた斜面崩壊場における亀裂と崩壊兆候の諸特性に関する研究

群馬大学大学院 学生会員 ○ 竹澤 弘久

群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻 正会員 松本健作

株式会社数理設計研究所 玉置晴朗

株式会社数理設計研究所 矢澤正人

(独)防災科学技術研究所 福藺輝旗

(独)防災科学技術研究所 酒井直樹

群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻 小葉竹重機

1. はじめに

日本は国土の約70%が山岳地帯であり、近年の集中豪雨の多発などによって土砂災害が頻発している。土砂の崩壊現象は、降雨や地盤の特性などのさまざまな要因が影響あって発生するため、メカニズムの解明は進んでいるが、実際の崩壊危険地帯において、何時どのような崩壊が発生するかという情報を得るのは、現状では極めて困難な状況にある。

当研究室では数年前より、加速度センサを用いた構造物の劣化や破壊の兆候の検出に関する研究を進めてきている。そこで、この構造物の診断技術を土砂崩壊の兆候の検出に利用できないか、また、その知見を土砂崩壊の予知・警報装置の開発に利用できないかと考えた。

本研究の目的は、加速度の時系列データ計測による土砂崩壊の微弱兆候の検出が可能であるのかの検討および、実際の斜面崩壊と亀裂発生位置の因果関係から特性解明に資する事が出来るかの検討を行うこと。また、過去数回の崩壊実験データとの比較を行い、崩壊現象のメカニズムに関する考察を行うことである。

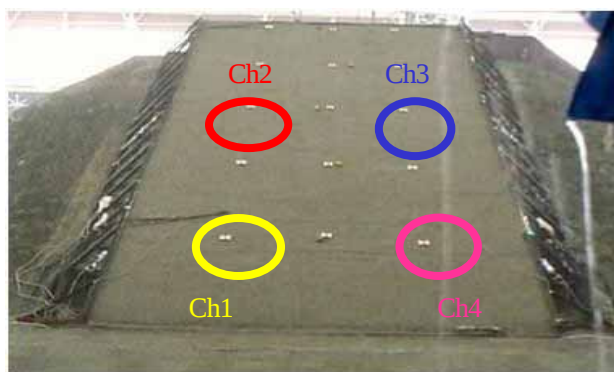


図-1 崩壊実験斜面の外観

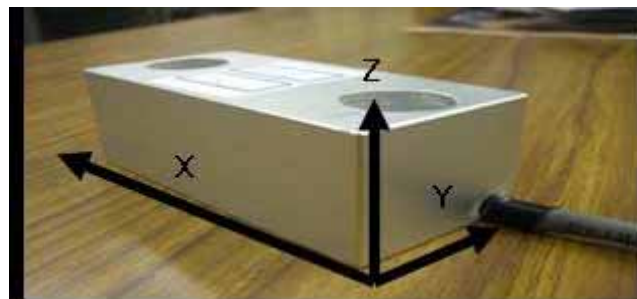


図-2 加速度センサ検出部の外観

2. 実験方法

崩壊実験には、防災科学技術研究所の大型降雨実験装置を使用し、人工降雨 50mm/h、給水強度 15mm/h で散水及び給水した。図-1 中の丸印は加速度センサの設置位置である。向かって左下から Ch1, Ch2 と計 4 器のセンサ(図-2 参照)を設置した。実験に使用した加速度センサは、数理設計研究所製の静電容量型 3 軸加速度センサで、3 軸方向それぞれにサンプリング周波数 1,600 Hz で ± 1.5 G の範囲の加速度を計測できる。斜面寸法は幅 4 m 長さ 10 m 厚さ 1 m 体積 40 m³ 充填時乾燥密度 1.44 g/c m³ 含水比 8.4 %で実験を行った。また、斜面から 5 m ほど離れた位置で、重さ 30 kg の鉄塊を 80 cm の高さから落下させ、そのパルスの伝播特性を調べ、土中水分の変化に伴う斜面の状態推定を試みた。

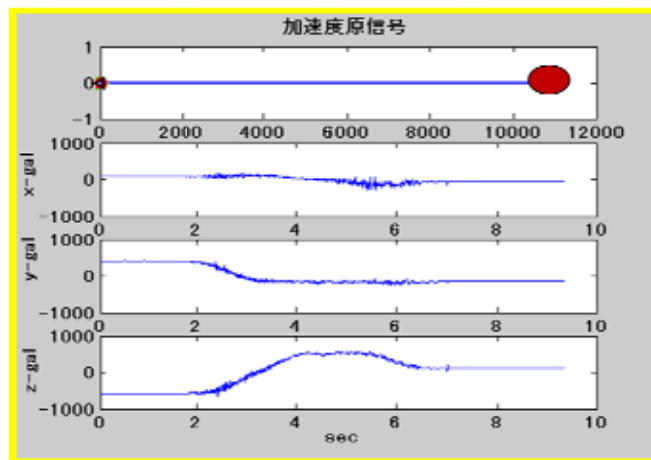


図-3 加速度の経時変化(Ch1, 2007 年度)

キーワード 流域環境、崩壊実験、加速度センサ、微弱徴候、亀裂

連絡先 〒376-8515

群馬県桐生市天神町1-5-1 群馬大学工学部社会環境デザイン工学科

E-mail: matsu@ce.gunma-u.ac.jp

4. 考察

崩壊は、時間雨量 50 mm の降雨を 1 時間 4 分降らせたところで発生した。総雨量は 90 mm であった。加速度の経時変化は図-3 の通りである。上からデータ数、X 軸、Y 軸、Z 軸となっている。ここで、センサの設置方向は 2006、2007 年度同じ向きであるが、Y 軸に注目すると傾きが 2006 年度とは逆向きになっていた。これより、両年での崩壊パターンが違えることが確認できた。また、Ch2、Ch3 の経時変化でも Ch1、Ch4 の経時変化と Y 軸の向きが逆向きになっており、斜面上部と下部ではセンサの回転方向が違えることも分かった。

谷本ら¹⁾によれば、加振によって亀裂に近い斜面上部では降雨による浸透性能が上昇するという傾向が認められたとの報告がある。これより、浸透性能が上昇した土砂部分は飽和状態になりやすく破壊しやすくなっている可能性がある。図-4 の様に 2007 年亀裂が出来たところは Ch1、Ch4 の上部に一つ、Ch2、Ch3 の下部に一つの計二つ見られた。2006 年度の崩壊実験の際には Ch1、Ch4 の下部に一つずつ見られた。これより、2007 年と 2006 年の崩壊のパターンが異なっていた事が予想される。図-5、6 は 2006 年、2007 年度の Ch1 における崩壊前に検出した微弱微候図である。2006 年度では、崩壊約 20 分前から検出されたのに対し、2007 年度では微弱兆候は約 2 分前から検出された。これより、2007 年度の崩壊は微弱兆候がほとんど見られない危険な突発的な崩壊だったと言える。

亀裂発生時刻と微弱兆候発生時刻を比較して見るとほぼ同時刻に発生していることが分かった。これより、加速度センサ埋設位置と亀裂発生位置から崩壊現象の予測に繋がる知見が得られる可能性がある。また、微弱兆候検出時刻と亀裂発生時刻との比較から崩壊現象の特性解明についての知見が得られる可能性がある。今後は、これらについてのより詳細な検討を行っていく予定である。

参考文献 1) 谷本ら 平成 18 年度砂防学会研究発表会
概要集 PP.134-135.2006.

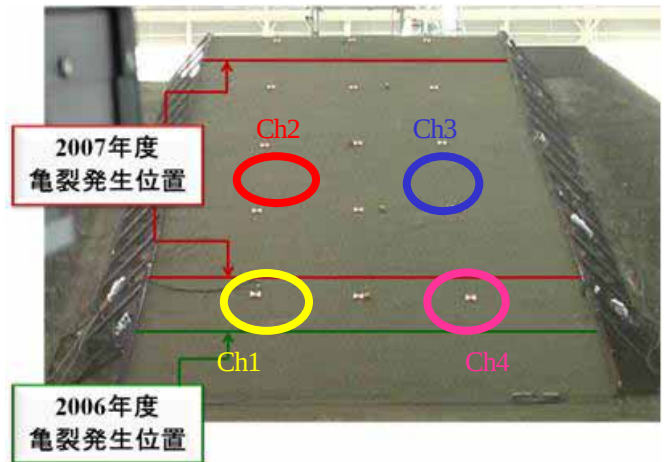


図-4 亀裂発生位置図

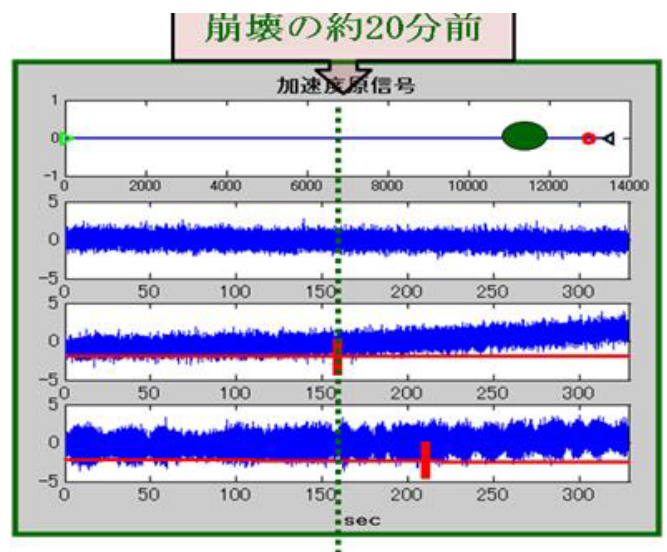


図-5 崩壊前の微弱兆候図 (Ch1 2006 年度)

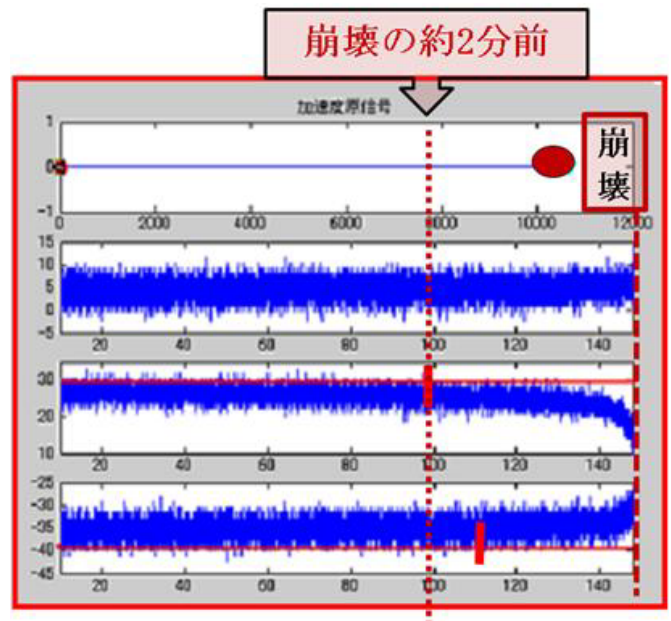


図-6 崩壊前の微弱兆候図 (Ch1 2007 年度)

キーワード 流域環境、崩壊実験、加速度センサ、微弱微候、亀裂

連絡先 〒376-8515

群馬県桐生市天神町 1 - 5 - 1 群馬大学工学部社会環境デザイン工学科

E-mail : matsu@ce.gunma-u.ac.jp