

加速度センサーを用いた斜面崩壊場の特性に関する研究

群馬大学	正会員	○近藤	良夫
群馬大学	正会員	松本	健作
群馬大学	非会員	竹澤	弘久
群馬大学	正会員	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しあって発生するため、メカニズムの解明は進んでいるものの、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のかという情報を得ることは、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、加速度センサー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検出に利用できないか。また、その知見により斜面崩壊場の特性解明に資する知見は得られないかと考えた。

本研究の目的は、過去数回の崩壊実験データとの比較を行い、加速度の時系列データ計測による土砂崩壊場の特性を理解する上でのデータを取得検出、崩壊現象の特性についての考察を行うことである。

2. 実験の概要

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た。人工降雨 50 mm/h 給水強 15 mm/h で散水及び給水を行った。図-1 中の丸印は加速度センサーの設置位置となっている。向かって左下から Ch1, Ch2 と計 4 器のセンサー(図-2 参照)を設置した。なお実験に使用した加速度センサーは、数理設計研究所製の静電容量型 3 軸加速度センサーで、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ものである。実験斜面の斜面寸法は、幅 4 m 長さ 10 m 厚さ 1 m で、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、実験と並行して斜面から 5 m 程離れた位置で、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。

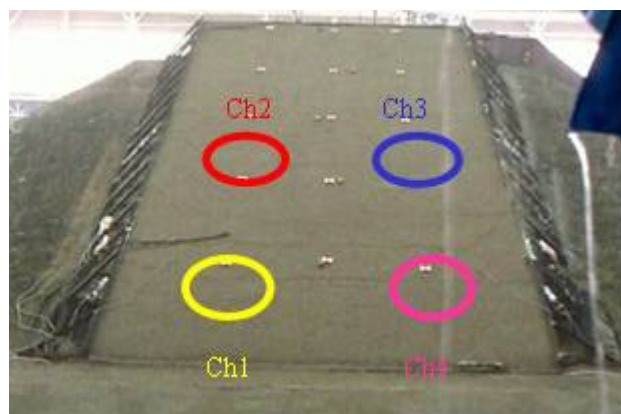


図-1 崩壊実験斜面の概観

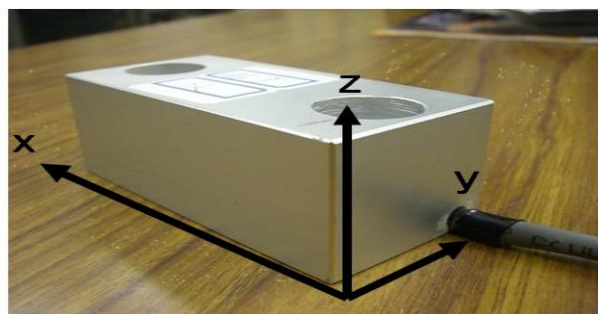


図-2 加速度センサー検出部の外観

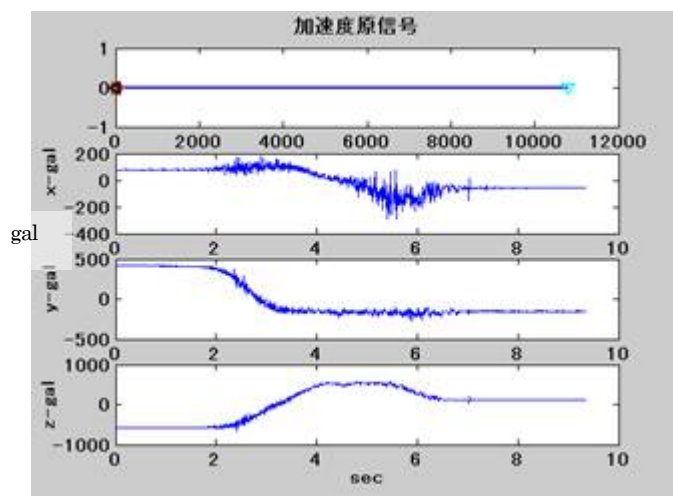


図-3 加速度の経時変化 (Ch 1 2007)

キーワード 流域環境、崩壊実験、加速度センサー、微弱徴候

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

3. 実験結果

崩壊は、時間雨量 50 mm の降雨を 1 時間 48 分散水したところで発生した。総雨量は 90 mm であった。

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。この事から、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。2007 年度の実験で亀裂が出来た位置は 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 年度の実験では Ch1, Ch4 の下部に一つずつ見られた。これより、2007 年度と 2006 年度の崩壊の形態が異なっていた事が予想された。

2007 年度、2006 年度の崩壊時間における加速度の経時変化は図-3、図-4 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、センサーの設置方向は 2006 年度、2007 年度同じ向きであるのだが、Y 軸に注目して見ると傾きが逆なのが分かった。これより、上記の崩壊の形態が違うことが言えた。また、崩壊時刻の Ch2, Ch3 の加速度の経時変化は Ch1, Ch4 の経時変化を比較してみると Y 軸の傾きが逆向きであり、斜面上部と下部ではセンサーの回転方向が違う事が分かった。

図-5 は 2007 年度の崩壊後の写真である。2007 年度の崩壊は斜面上部の土砂が滑り落ちた形の崩壊であった。過去数回の崩壊実験と比べると 2004 年度の崩壊の形態と比較的似ていた。つまり、2004 年度と同じ崩壊現象ではないかと予想される。

ここで、図-6 のレーザースキャナ図の見方であるが、赤い部分は斜面の土砂がせり出した事を青い部分が沈み込んだ事を表している。白い部分は ± 0 を意味する。ただ、2004 年を含め他の崩壊現象と違う点は崩壊が同時であるのに、事前の徴候として、斜面左下から膨張しているのが分かった。(図-6 参照) 2006 年度は左右対称で斜面下部が赤く斜面上部が青くなっていた。

この理由として、崩壊実験準備での不備があったために、非対称な崩壊が起きたという事があげられる。しかし、2007 年度の崩壊実験は過去と違い、落錐実験を同時に行っていた。そのため、落錐実験の影響でセンサー (Ch4) 付近の土砂が締め固められた可能性があるのではないかと考えている。ただ、この点においては、モデル実験などを行っている段階のため現在調査中である。

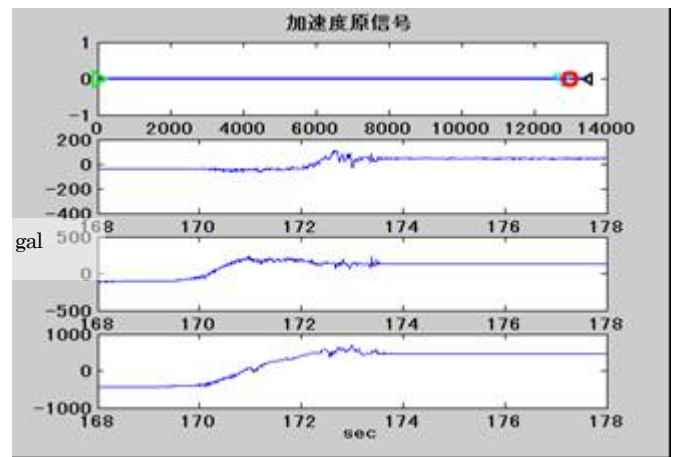


図-4 加速度経時変化 (Ch 1 2007)



図-5 2007 年度の崩壊後の写真

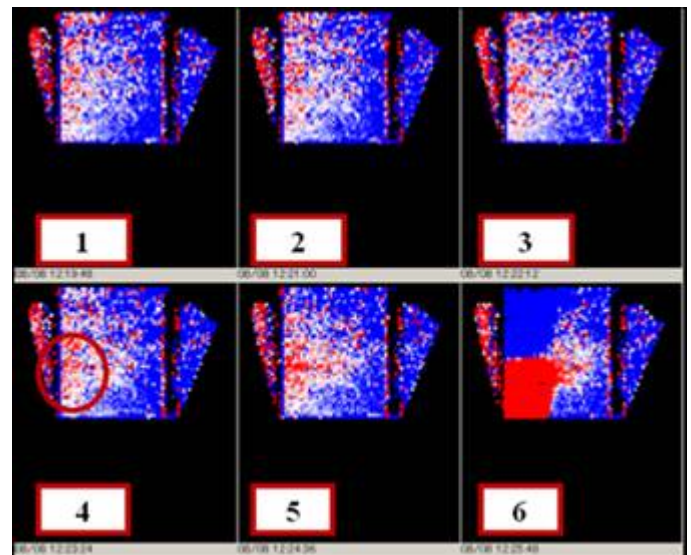


図-6 レーザースキャナによる変動量の計測結果(2007 年度)