

学位論文要旨	
氏名	大角 恒雄
題目	振動センサーによる土石流および斜面崩壊検知に関する開発 (<i>Sensing technology of Debris Flow and Landslides using the Data of Seismograph</i>)
<p>土石流検知する非接触型センサーとして、振動センサーを用いた土石流検知手法が注目されている。本論文では、振動センサーによる土石流・地震・ノイズ識別検知に関する開発を実施した。これは、2004年10月23日に発生した新潟県中越地震では芋川周辺に大規模斜面崩壊が生じ、その後も余震が続く状態においては不可欠な課題である。</p> <p>また、防災科学技術研究所 Hi-net のデータを用い、斜面崩壊位置および雪崩位置の推定を実施した。この手法により主要幹線道路のどの位置で崩壊が生じ、交通網等の寸断が発生しているかどうかを推定できれば、被災者の救援、孤立した集落への迅速な対応が可能となる。</p> <p>1章では、土石流災害が懸念される北海道の南東端（函館より30 km 東方）に位置する恵山水無沢川に振動センサーを設置した。対象とする事象は、2003年8月28日18時37分に発生した水無沢土砂流事例と同地点での地震他の雑振動との比較および振動センサーによる土石流検知の自動識別手法を開発した。</p> <p>2章では、防災科学技術研究所 Hi-net のデータを用い、斜面崩壊位置推定への応用を模索するものである。本研究では、災害を管理する事務所等での実用的な災害検知手法として簡易化した震源決定手法を用いて Hi-net データから斜面崩壊位置を決定する。その事例として本手法を Hi-net 観測記録から2004年8月10日奈良県大塔村で発生した斜面崩壊、2004年5月17日石川県石川郡白峰村字別当谷で発生した土石流、2005年8月11日長野県北安曇郡白馬村北城白馬大雪溪葱平で発生した落石・崩落の現象を震源メカニズムを用いて崩壊位置決定に適用した。また、震源特性を把握するために、波形解析を実施した。</p> <p>3章では、河道閉塞近傍の振動センサー記録による振動特性の検討を実施した。2005年9月6日に九州地域を襲った台風14号において宮崎県西郷村塚原ダム下流で大規模斜面崩壊が発生し、耳川の河道閉塞を発生させ、決壊地点から3.8 km の地点に防災科学技術研究所 Hi-net のサイト諸塚が存在する。その波形解析し、振動特性の検討を実施する。震源特性位置を特定し、イベントとの対応を実施した。</p> <p>4章では、2006年1月14日に島根県邑南（おおなん）町のスキー場「瑞穂ハイランド」で雪崩が発生し、防災科学技術研究所 Hi-net のサイト芸北地点の波形解析を雪崩との対応を確認する目的で、震源特性位置を特定し、イベントとの対応を実施した。</p> <p>5章では、振動センサーデータを用い、土石流検知判定および斜面崩壊位置推定への応用を実用化に向けては当該システムの自動化を検討した。土石流検知では、Chapter1にて提案した土石流と地震、ノイズを識別する手法をシステム化して、国土交通省大隅河川国道事務所管内桜島野尻川5号局舎にて計測した観測波形を識別の検証に適用した。土砂崩壊検知は、国土交通省金沢河川国道事務所流域対策課における検知システム構築事例を紹介する。</p>	

学 位 論 文 要 旨	
氏 名	Tsuneo OHSUMI
題 目	<i>Sensing technology of Debris Flow and Landslides using the Data of Seismograph</i> (振動センサーによる土石流および斜面崩壊検知に関する開発)
<p>Sensing technology of debris flows by sensor will become an effective automatic system. The automatic detection system configuration is indispensable for the discernment of aftershocks and debris flow such as in the Imo River in the Niigata-cyuetzu earthquake, 2004, in which debris flow detection was difficult to apply in slope failures after the earthquake.</p> <p>A hypocenter detecting system for ground-vibration induced by landslides, using the data of Hi-net (High Sensitivity Seismograph Network, Japan), was developed. Even in dangerous situations in which the amount of rainfall is intense or the region is covered in deep snow, making it impossible for helicopters to approach these areas, this system is useful for pinning down the collapse point which helps to promptly discover the isolated town.</p> <p>In Chapter 1, sensor technology of debris flows by sensor will become an effective automatic system as has been proposed. A vibration sensor was set in the Mizunashi River, located in the southeast, 30 km east from Hakodate City. The automatic detection system, which classifies earth flow, earthquakes and noise was then applied in vibration records that occurred in the both rivers.</p> <p>In Chapter 2, ground vibration records of the hypocenter detecting system were investigated. A new practical landslide detection system was developed using only records from the existing seismograph network, Hi-net for disaster prevention management to rapidly detect sediment disasters. These records were then applied in the Ohtou Landslide case which occurred in Nara Prefecture, Japan, 2004, the Debris Flow in Betto Valley, Ishikawa in 2004 and in the Mass Movement on Mt. Shirouma, Nagano in 2005. These results demonstrate that this application can be implemented for a new automated slope collapse detecting system for initial responses to a disaster in regions where landslides occur frequently such as in Japan.</p> <p>In Chapter 3, Hi-net records were used for the study of the characteristics of seismic waves associated with landslide dams and estimated collapse points. Typhoon No.14 caused many landslides, which hit Miyazaki Prefecture, Japan on September 6, 2005. The characteristics of the seismic waves associated with the landslides were analyzed to investigate the relation between vibration records and landslide phenomena. The source point of ground vibration estimated using Hi-net records was verified.</p> <p>In Chapter 4, Hi-net records were used for the study of the characteristics of seismic waves associated with Snow Slide and estimated collapse points. In the "Mizuho Highland", a snow slide occurred at 9 a.m. January 14, 2006. The characteristics of seismic waves associated with the snow slide were analyzed to verify the record of the snow slide point which was detected using the seismograph network.</p> <p>In Chapter 5, an automatic, prototype system is needed. Sensing technology of debris flow by sensor discussed in Chapter 1, which classifies records into noise and debris flows, was applied for verification of observation data in Nojiri river which is under the administration of Osumi River and Nationalway Office. Next, the detection configuration system was introduced by Kanazawa River and Nationalway Office.</p>	
(493 Words)	

学位論文審査結果の要旨	
学位申請者 氏 名	大 角 恒 雄
審査委員	主査 鹿児島 大学 教授 下川 悦郎
	副査 鹿児島 大学 准教授 地頭菌 隆
	副査 琉球 大学 教授 井上 章二
	副査 琉球 大学 教授 宜保 清一
	副査 鹿児島 大学 准教授 望月 博昭
審査協力者	
題 目	振動センサーによる土石流および斜面崩壊検知に関する開発 (Sensing technology of debris flow and landslides using the data of seismograph)
<p>地震に伴う斜面崩壊の発生ならびにそれを起源とする土石流、さらに火山地域で発生する土石流は悲惨な土砂災害をもたらす。これらの災害を防止するためには、斜面崩壊・土石流の発生位置および発生時間をいち早く特定する必要がある。本研究は、ポアホールタイプ振動センサーおよびHi-net（高感度地震観測網）のデータを用いて、斜面崩壊・土石流の発生位置および発生時間の検知について検討し、それらの手法を提案するとともに現地で検証している。結果は以下のように要約される。</p>	

1. 土石流検知手法について検討するため、北海道の南東端に位置する恵山水無沢川にボアホールタイプ振動センサーを設置し、得られた土石流の振動波を用いた解析を行った。その結果、土石流とノイズの振動波は 20Hz 以上、地震の振動波は 10Hz 以下にピークを持っており、振動波のピークの規模によって地震と土石流の区別が可能であることを示した。

2. Hi-net のデータを用いて振動波形の解析を行い、2004 年 8 月 10 日に奈良県大塔村で発生した斜面崩壊、2004 年 5 月 17 日石川県石川郡白峰村字別当谷で発生した土石流および 2005 年 8 月 11 日長野県北安曇郡白馬村北城白馬大雪溪葱平で発生した崩落の発生位置を推定し、良好な精度でそれらの発生位置を特定した。

3. 2005 年 9 月の台風 14 号によって大規模崩壊が発生し河道閉塞が生じた宮崎県西郷村の耳川および 2006 年 1 月 14 日に島根県邑南町のスキー場で発生した雪崩を対象に Hi-net データの解析を行い、河道閉塞および雪崩の発生位置を特定した。また、宮崎県西郷村の耳川においては崩壊発生時刻を特定した。

4. 1. で開発した手法を用いて、桜島野尻川で得られた土石流の振動波から土石流の発生時刻を特定するとともに、その振動特性を解明した。

以上のように本論文は、ボアホールタイプ振動センサーのデータを用いて土石流と地震の振動波の識別を行い土石流の振動特性を解明したこと、さらに Hi-net (高感度地震観測網) のデータを用いて斜面崩壊の発生位置および発生時間を特定したことにおいて新規性が認められ、審査委員会は、本論文が学位論文として十分な価値があるものと判断した。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	大角恒雄
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 下川悦郎
	副査 鹿児島大学 准教授 地頭菌隆
	副査 琉球大学 教授 井上章二
	副査 琉球大学 教授 宜保清一
	副査 鹿児島大学 准教授 望月博昭
審査協力者	
実施年月日	平成19年 8月 6日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) (口答) 筆答	
<p>主査および副査の5名は、平成19年8月6日の公開審査会において、学位申請者にたいし学位申請論文について説明を求め、その内容および関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は、学位申請者が大学院博士課程修了者としての学力ならびに識見を有するものと認め、博士(農学)の学位を与えるに十分な資格を有するものと判定した。</p> <p><質疑応答結果></p> <p>(質問1) 土石流と土砂流はどのように区別したのか。</p> <p>(回答1) ボアホールタイプ振動センサーによる振動特性とビデオカメラの動態画像に基づいて区別した。</p> <p>(質問2) Hi-net(高感度地震観測網)データの検定はなされているのか。</p> <p>(回答2) 振動台で計測振動の検定がなされている。</p>	

学位申請者 氏 名	大 角 恒 雄
<p>(質問 3) Hi-net データによる崩壊発生位置の予知の精度はいくらか。</p> <p>(回答 3) 700、800m程度である。</p> <p>(質問 4) 土石流の規模とボアホールタイプ振動センサーによる振動数に関係はあるのか。</p> <p>(回答 4) 桜島の野尻川で検討を行った結果、土石流の規模（ピーク流量・総流出量）が大きくなると振動数も大きくなるという関係がみられた。</p> <p>(質問 5) ボアホールタイプ振動センサーのデータに含まれるノイズの除去は出来るのか。</p> <p>(回答 5) エンベロップ解析を使えば可能である。</p> <p>(質問 6) 土石流の規模の予測は可能か。</p> <p>(回答 6) 土石流の規模と振動特性に関する基礎的なデータが不足している状態なので、振動センサーだけでの予測は難しい。</p> <p>(質問 7) ボアホールタイプ振動センサーの設置方向の違いが周波数に影響しないのか。</p> <p>(回答 7) 3 成分方向（平面および鉛直方向）の測定をしているので設定方向の違いによる影響はない。</p> <p>(質問 8) ボアホールタイプ振動センサーによるデータと Hi-net データの違いは何か。</p> <p>(回答 8) 振動センサーは土石流を予測するためのデータとなり、Hi-net のデータは斜面崩壊の発生位置を特定するためのデータとなる。</p> <p>(質問 9) 斜面崩壊発生を検知の精度を上げるために、河川、大規模崩壊地、遷急線、尾根などの情報を含めてデータを総合的に解析したらどうか。</p> <p>(回答 9) 指摘の通りこれらの情報を解析に含めればより高精度の検知ができると考えている。今後は指摘された情報を含めて解析を進めたい。</p>	