

大規模土砂移動早期検知システムの開発

国土交通省金沢河川国道事務所流域対策課 中谷洋明
 (現国土交通省北陸地方整備局地域河川課)
 日本工営株式会社 ○大角恒雄, 井上公夫

1. はじめに

大規模土砂移動による振動を検知するために、振動センサーを設置し、観測波形から大規模土砂移動現象を早期に検知するシステムを開発した。道路管理等で実用的な災害検知手法として採用されている振動センサー観測システムから震源を決定する手法を用いて、崩壊位置を検知するシステムに応用したものである。

これまで豪雨時の危険な状況、または冬期雪深い地域では斜面崩壊が発生した場合、ヘリ等による災害箇所確認活動が困難なため、崩壊位置の把握が困難であった。一方、防災訓練等では、斜面崩壊位置を設定し、道路封鎖および土石流発生を想定して訓練が実施されていることもあり、斜面崩壊位置の検出は欠くことのできない基本的かつ重要な情報である。斜面崩壊が生じた時、地盤振動を検出し、崩壊箇所や方向を推定する方法を検討する。この手法により大規模土砂移動箇所の概要を把握し、交通網等の寸断が発生しているかどうか推定できるため、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。以下にそのシステム開発と振動計の設置・観測状況を報告する。

2. 観測機器設置

手取川上流域の広域的な土砂出現象の監視、特に地震の震源決定アルゴリズムを応用した土砂移動現象発生位置推定を目的とする振動センサーの機器仕様や配置を計画した。振動センサーは中ノ川上流、市ノ瀬(旧白峰砂防出張所)、白峰砂防出張所の3箇所に設置し(図1)、収録装置は、中ノ川上流の監視カメラ設置位置に観測機器を設置し、他の地点は出張所建屋内に設置した(図2,3)。収録装置のデータは、中ノ川地点では光ファイバーを用い尾口出張所経由で白峰出張所に、市ノ瀬地点では旧白峰出張所で光ファイバーを用い白峰出張所に送り、白峰出張所で集中管理を実施するシステムである(図4)。さらに白峰出張所から金沢河川国道事務所へは事務所間のLANに接続することにより金沢河川国道事務所で集中管理が可能とした。



図1 手取川上流直轄砂防事業区域内振動センサー観測データに基づく土砂崩壊位置推定システムイメージ図



図2 センサー埋設および収録装置設置位置状況

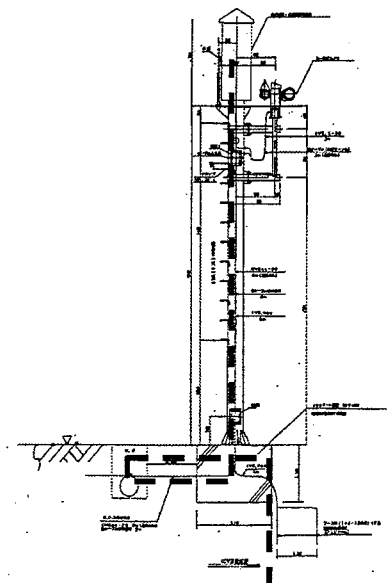


図3 通信設備収納架配線

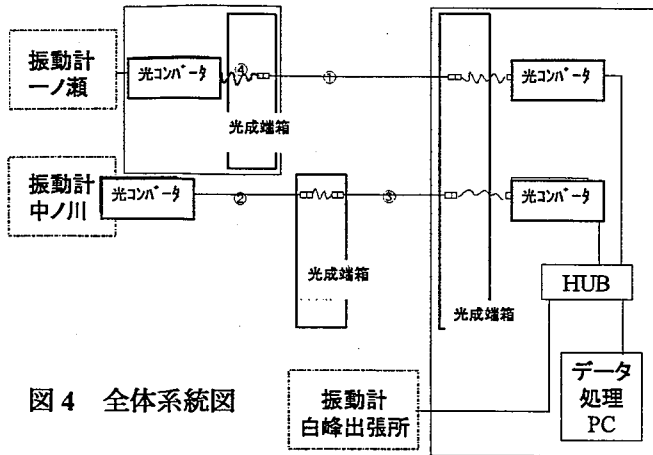


図4 全体システム

振動センサーはノイズ軽減のため、設置深度は下記に示すとおりとし、岩盤部にセンサーを設した(図5)。

- ①市ノ瀬地点：25m
- ②白峰砂防出張所地点：11m
- ③中ノ川資材運搬路地点：4m

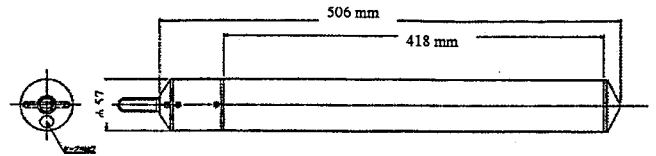


図5 ボアホールタイプ振動センサー外見 (SV-355)

3. 手取川崩壊位置監視システムの仕様検討

直轄砂防事業区域内の観測機器配置および振動センサー観測データに基づく大規模土砂移動を推定できるシステムを構築した。求められる仕様は以下のとおりである。

①対象地域は振動センサーを地図エリア内(図1,6)、②弾性波速度はKiK-NET等から設定、③ピッキングは最大時刻、④地図上に決定発生場所をプロット、⑤3個の振動計センサーのデータを用いる、⑥自動と手で検知時刻が入力可能、⑦windows上で動作するシステム。また、観測点3点が同時計測されない場合を考慮し、観測値の大きさを円弧状に示した。

4. 発生源位置推定の計算式

通常の数10kmの深さにある震源決定と異なり地表面付近の崩壊現象による震源決定を扱うことから、発生源位置推定の計算式を震源の深さはゼロで固定とし、算定式¹⁾を簡略化した。また、算定式の妥当性は、防災科学技術研究所Hi-netのデータを用い、斜面崩壊位置推定を幾つか実施し、2004年8月10日奈良大塔村斜面崩壊での検証事例²⁾では、Hi-net観測点はいずれも崩壊地点から10から15km程度離れており、これらの条件にもかかわらず位置推定の精度は823mと1km以内の精度であり、結果は良好であった。

5. 今後の課題

今回のシステムは、崩壊地点推定位置表示の他に、観測値の大きさを円弧状に示したが、当該地域の距離減衰式が得られれば、観測値の逆数を円弧とし、推定範囲を限定することも可能となる。そのためにもデータの蓄積が重要である。また、気象庁観測点の白山山頂弥陀ヶ原の地震計等を本システムに加え連動させることにより、より広範囲な監視システムの構築が可能となる。さらに斜面崩壊推定時刻としてのピッキングは最大時刻としたが、P波とS波の検出に解析事例が多いエンベロープ(時刻歴波形の包絡)技術の適用や高度なピッキング技術の適用が重要となる。また、斜面崩壊が生じやすい台風通過によるノイズは10~20m程度の深さの地点の振動計にも含まれていることが考えられ、このような状況下における検知はフィルタリング技術が不可欠である。

引用文献

- 1) Geiger, L.; Herdbestimmung bei Erdbeben aus den Ankunftszeiten, *Nachr. Koeniglichen Gesell. Wiss. Gottingen Math. Phys.* 4. 1910, 331.
- 2) 大角恒雄, 小原大輔, 秦吉弥, 浅原裕: 2004年8月10日奈良大塔村斜面崩壊でのHi-netデータ解析—土砂崩壊検知への応用—, 日本地震学会2004年秋季大会, 46, 2004.10.

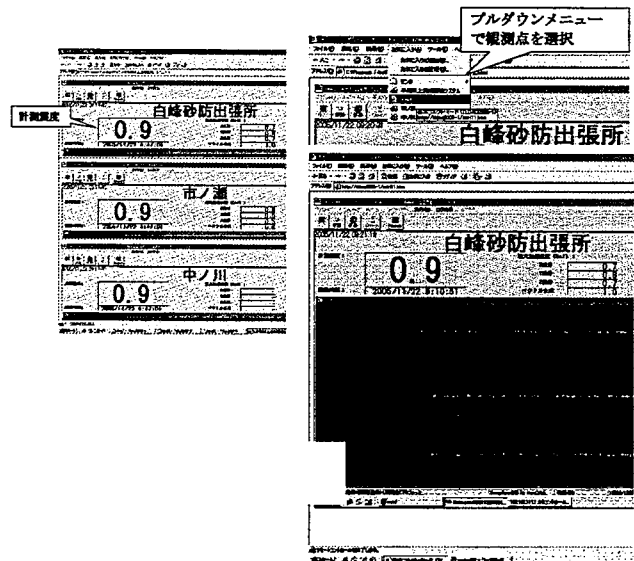


図6 白峰地点振動計観測網画面表示状況
(白峰、市ノ瀬、中ノ川計3地点振動波形状況、測定条件設定を集中管理)