

土石流による労働災害防止に関する調査と土石流検知システムの開発

独立行政法人産業安全研究所
株式会社ジオデザイン
飛鳥建設(株)

堀井宣幸 豊澤康男
橋爪秀夫 丸山憲治
大野陽子

1. はじめに

日本は急峻な河川が多く、かつ降水量も多いため、このような土石流災害が発生しやすい傾向にある。そこで本研究では、アンケート調査により、土石流危険河川における建設工事現場での土石流災害の防止・対策に関する現状及び既存の土石流検知警報システムの現状を把握すると共に、新しい土石流検知警報システムの提案及び開発を行った。

2. 土石流による労働災害の防止・対策に関するアンケート調査

実施したアンケート調査の目的、対象、内容は次のとおりである。

(1)調査目的 現場での土石流災害に対する防止・対策の現状把握

(2)調査対象 全国の土石流危険河川における建設工事現場 226 箇所

(3)調査内容 工事内容と規模、現場状況、警報避難設備、土石流発生時避難

本報では、調査内容 警報避難設備について報告する。図 1 に土石流検知警報システム等の有無について示す。システムを設置している現場は 26%、設置していない現場は 74%であった。また、システムは設置せず監視人のみ配置している現場が 27%であった。しかし監視人のみの現場を詳細に調査すると、これら現場の半数以上が、監視人により直接警報器を鳴らせない、監視人を 1 人しか配置しない、など監視体制が必ずしも十分でないという問題があった。システムも監視人もないと回答した現場が 47%で半数近くを占めており、建設工事現場における土石流災害の対策は必ずしも十分とはいえないと考えられる。土石流検知警報システムを設置している現場を対象に、土石流検知警報システムの維持管理方法を調査した。その結果を図 2 に示す。動作確認が 43%、周辺の巡視が 34%で合計すると約 7 割を占めている。また、点検頻度は 1 ヶ月に 1 度が最も多かった。この結果より、1 ヶ月に一度の動作確認ではその間の故障には気づかない、巡視ではシステム内部の点検ができず電気系統に異常があった場合は警報できない、などの問題が考えられ、維持管理は適切であるとはいえないと判断される。土石流検知システムの信頼性、必要性について図 3、4 に示す。信頼性については、ほぼ信頼しているという回答が 54%と半数以上である。必要性については、あったほうがよいと回答した現場が 76%で最も多くなっている。従って、土石流検知警報システムは、高い信頼性が得られれば、普及率は上がると思われる。

3. 既存の土石流検知警報システム

新しい土石流検知警報システムの提案・開発のため、代表的な土石流検知警報システムを調査した結果、センサーとしては、ワイヤーセンサーが最も多く使われていることがわかった。このうち、(1)土石流の流下時にワイヤーが切断されることにより検知警報するワイヤ - 切断方式と、(2)ワイヤーが引き抜かれることにより検知警報する近接スイッチ方式の 2 種類を調べた。その結果、以下の問題が考えられた。

(1)ワイヤー切断方式土石流検知システム：a)電気配線の一部分でも故障すると警報できない。b)バックアップ電源の電圧が低下してもこれを検出できない。c)警報器が故障してもこれを検出できない

(2)近接スイッチ方式土石流検知システム：a)センサー部の故障を検知できない。その他は 同様の問題が考えられる。

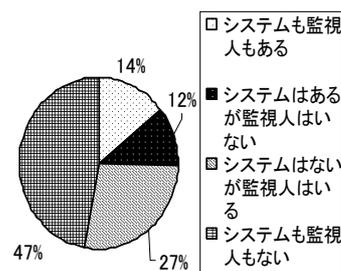


図 1 システムと監視人の有無

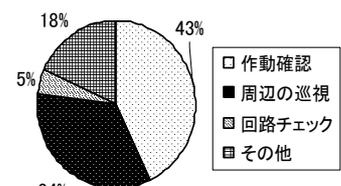


図 2 システムの維持管理方法

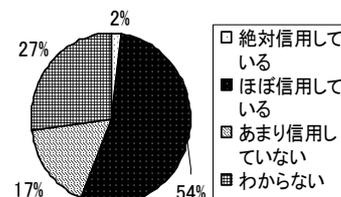


図 3 システムの信頼性

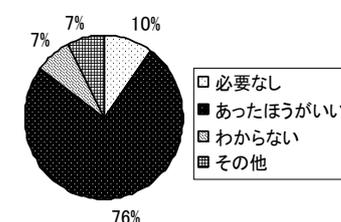


図 4 システムの必要性

キーワード：労働災害、土石流、フェールセーフ型土石流検知システム

〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6 TEL(0424)91-4512 FAX(0424)91-7846

従来の土石流検知警報システムは、ワイヤーの切断などの外的要因があったときのみ作動し、危険を検出する危険検出型システムであるといえる。しかし、このようなシステムでは故障などが原因となり、土石流が発生しているにもかかわらず、警報できない場合があることがわかった。

4. フェールセーフ型土石流検知警報システム

土石流検知警報システムは、土石流の発生を絶対に見逃すことがないシステムである必要がある。そのためには、危険を検出して警報する危険検出型システムより、危険がないことを常に確認する安全確認型システムであることが望ましい。さらに、システムの故障を起因として災害が発生することのないように、警報を発することができるようなフェールセーフ型であることも重要である。そこで、フェールセーフ化された新しい土石流検知システムとして、図 5、6 に示すフェールセーフ型土石流検知警報システムを提案した。

図 5 にフェールセーフ型土石流検知警報システムのフロー図を示す。従来のシステムは、ワイヤーが切断した時のみ作動し警報するシステムであった。しかし、当システムは、ワイヤーが断線していないこと、警報器が正常であること、バッテリーの電圧が正常であること、コントローラや配線が正常であることの4項目について常時確認している。さらに、これら～の項目がすべてYESの信号を出した時には安全を通報する。また、いずれかがNOの信号を出した時は、それぞれ異なった警報表示をすることができ、故障時でも故障箇所を瞬時に特定できるようになっている。今回試作したフェールセーフ型土石流検知警報システムの特徴は次のとおりである。

土石流が発生していないことを常時動作して確認し、安全であること、システムが正常であることを通報する安全確認型システムである。

図 6 で示すとおり、センサー部に 2 つの抵抗を設けて一定の電圧をかけ、その電圧を主コントローラで監視している。電圧の値が一定範囲にある場合を安全とし、土石流発生時のワイヤーの断線や他の要因により一定範囲より外れた場合に警報を発する。

コントローラの 2 重化によりフェールセーフ化し、主コントローラが故障した場合でも警報することができる。

常時安全を通報することで維持管理を自動化している。

定期的に警報器からチェック音を鳴らし、マイクでその音を拾い、コントローラで警報器が正常であることを確認している。

警報器の 2 重化によりフェールセーフ化し、一方の警報器が故障しても、予備の警報器で警報することができる。

5. まとめ

アンケート調査によると、土石流危険河川における建設工事現場の土石流災害に関する対策は、必ずしも十分であるとはいえないと考えられる。

既存の土石流検知警報システムの調査より、既存のシステムはフェールセーフ化されていない危険検出型システムであることがわかった。

土石流を絶対に見逃さないためには、フェールセーフ化された安全確認型システムであるフェールセーフ型土石流検知警報システムが必要であると考えられる。

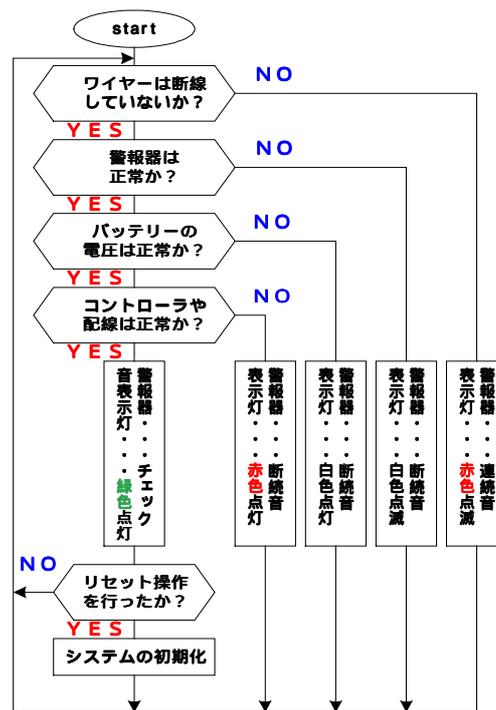


図 5 フェールセーフ型土石流検知警報システムフロー図

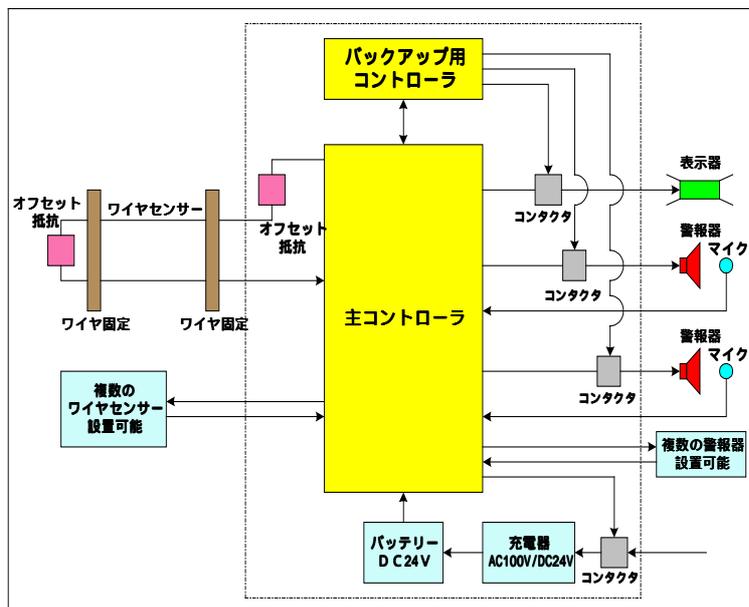


図 6 フェールセーフ型土石流検知警報システム構成図