

2. 土石流による労働災害防止対策に関するアンケート調査*

豊澤康男**, 堀井宣幸***

2. Questionnaire Survey regarding On-site Construction Management of Debris Flow*

by Yasuo TOYOSAWA** and Noriyuki HORII***

Abstract: In order to establish countermeasures against accidents due to debris flow in construction work sites, a questionnaire survey of construction sites was carried out. To identify the factors concerning accidents in construction work sites, the questionnaire focused on the followings: the contents and scale of construction, site conditions, alarm and evacuation equipment, and evacuation procedure at the time of debris flow, etc. Statistical analyses were made on 226 responses to this questionnaire survey.

The results can be summarized as follows:

- 1) About 80% of the construction sites that responded are at risk of debris flow. Among these, about 40% of the sites have not taken measures to prevent from debris flow such as monitoring and alarm systems. On construction sites with fewer than 15 workers, about 80% of the sites have not taken measures to prevent from debris flow; thus, small-scale construction sites tend to lag behind in terms of safety.
- 2) The following problems were identified by this survey regarding keeping the monitoring and alarm system effective: (1) No maintenance for 10% of construction sites, (2) Where maintenance is infrequent, faults or failures of the system between maintenance checks would be overlooked until the next maintenance, (3) A failure in an electric circuit in the monitoring and alarm system would not be noticed, since the inside of the system cannot be checked, neither in a brief check nor peripheral inspection.
- 3) The monitoring and alarm system for debris flow would be widely used if the following issues were addressed: (1) lower cost, (2) easy maintenance and (3) high reliability without incorrect action.
- 4) Some 30% of construction sites have no alarm installed, so the alarm system for evacuation is inadequate in one third of construction sites. Furthermore, maintenance procedures are not always suitable in most of the sites where alarms have been installed.

Keywords; Debris flow, Occupational accident, Construction management, Questionnaire survey

* 平成 13 年 3 月第 28 回土木学会関東支部技術研究発表会¹⁾, 平成 13 年 5 月平成 13 年度 (社) 砂防学会研究発表会²⁾, 平成 13 年 10 月第 56 回土木学会年次学術講演会³⁾において, 各々, 本研究の一部について発表した。

** 建設安全研究グループ Construction Safety Research Group

*** 研究企画調整部 Research Planning and Coordination Division

1. はじめに

日本では急峻な地形が多く存在し、この地形を縫って多くの河川が流れている地理的状况にある。全国の土石流発生危険渓流の数は約8万ヶ所にも及び、年間降水量も多いことから、土石流が発生しやすい状況にある。さらに土石流の発生が懸念されているような場所に道路や家屋などが建設されていることも多いことなどから、土石流による災害が後を絶たないのが現状である。

こうした被害を防止する目的で、砂防ダムをはじめとする土石流対策工や各種防災システムの設置が行われているところであるが、1996年12月6日、長野県小谷村の蒲原沢で大規模な土石流が発生し、下流で砂防工事に従事していた工事関係者14名が死亡する労働災害が発生した。

このような土石流による労働災害を防止する目的で、監視人の配置や各種センサーの設置などが行われている。しかし、これらの現場における安全対策の現状や問題点等について調査されたものはほとんどない。

そこで本研究においては、土石流災害防止工事における現場の安全対策についての現状を把握することを目的として、土石流発生危険河川等における工事現場を対象に調査票を配布し、現場で実施している災害防止のための措置や、警報避難設備等について、その現状や現場が抱えている問題点などについて調査し、結果について分析した。

2. アンケート内容

2.1 調査対象

全国の建設関連会社300社を対象として調査票を配布し、その中で土石流危険河川等において施工を行っている建設工事現場がある場合、1社当たり最大3通について回答を依頼した。218社から226調査票の回答があった。57社は該当工事が無いと返答してきたため、実質162社から回答があったことになる。返答がなかった会社は81社であった。

以下、226の調査票について集計・分析を行った。

2.2 調査内容

アンケートの調査項目は、①工事内容と規模、②現場の状況、③警報避難設備、④土石流発生時の避難の4項目とした。

具体的な項目は次のとおりである。

- (1) 現場の工事内容や規模等
 - ・工事内容

- ・主とする建造物の種類及び大きさ
 - ・工費
 - ・工期
 - ・現場作業員の人数
- (2) 現場の状況
 - ・流域概要
 - ・河川(上流側)及び周囲の状況
 - ・警戒降雨量基準
 - (3) 土石流の発生を早期に把握するための措置及び警報・避難設備
 - ・土石流検知器による土石流の発生を検知するシステム
 - ・監視カメラ
 - ・監視人の配置
 - ・現場で設置されている土石流検知器等の位置関係図
 - ・土石流の発生の前兆や土石流を予知していると考えられる自然現象等
 - ・警報器
 - (4) 土石流発生時の避難
 - ・想定される土石流
 - ・避難用の設備、避難場所
 - ・避難時間
 - ・安全教育、避難訓練
 - (5) その他意見など

3. 調査結果

3.1 現場の規模と工事内容

3.1.1 発注者

現場の発注者について調査分析した結果をFig. 1に示す。国土交通省などの国の機関から発注された現場が全体の60%を占めている。次に都道府県が37%で、その後に市町村、公団の発注となっていたが、これらの数は3%と少なかった。

3.1.2 工事内容

工事内容は、砂防ダムの建設が最も多く37%であった。次に、堰堤建設工事、床固め工建設工事、谷止め工建設工事がそれぞれ約12%とほぼ同様の割合で実施されていた(Fig. 2参照)。

3.1.3 作業員数、工費、工期

作業員数についてFig. 3に示す。作業員数は、5人～10人が90件以上(40%)で一番多く、その次に10～15人が約80件(35%)となっている。またFig. 4に示すように工費は1億円以下の現場が121件で調査対象の半数以上を占めている。Fig. 5に示す工期については6ヶ月～9ヶ月が92件(41%)と最も多かった。

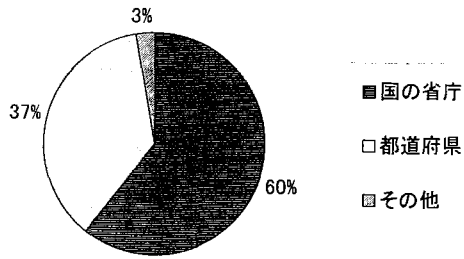


Fig. 1 Classification of orderers.
発注者

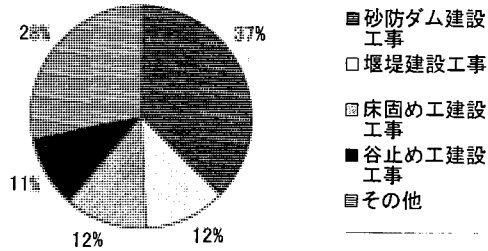


Fig. 2 Type of construction work.
工事内容

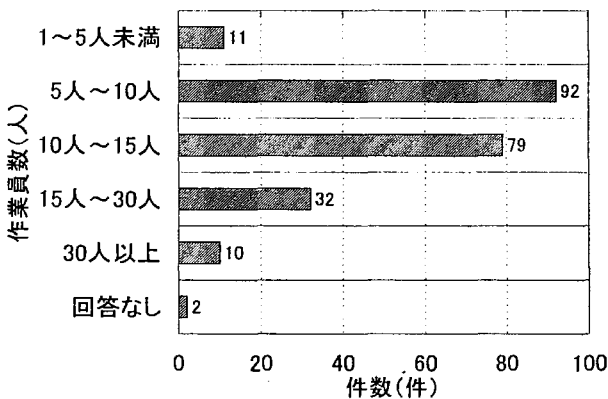


Fig. 3 Number of workers employed in a site.
作業員数

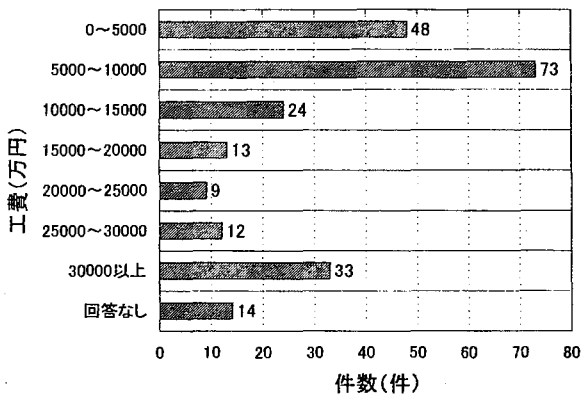


Fig. 4 Cost of construction project.
工費

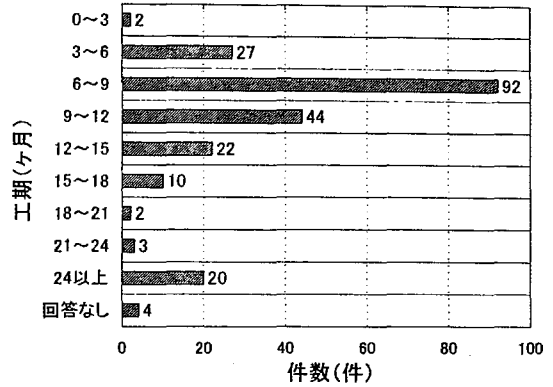


Fig. 5 Period of construction project.
工期

3.2 現場の状況

3.2.1 流域概要

(1) 平均河床勾配

現場より上流 0.2 km までの平均河床勾配についての結果を Fig. 6 に示す。平均河床勾配は、3～10 度が最も多く、約 76 件 (34%)、3 度以下であると回答した現場は 60 件 (27%) であった。

(2) 流域面積

上流側の流域面積を調べた結果を Fig. 7 に示す。0.2～10 km²の現場が最も多く 83 件 (37%) であった。流域面積が 0.2 km²以下の現場は 3 件 (1%) であった。

(3) 土石流危険渓流

土石流危険渓流とは、土石流発生のおそれがあり、5 戸以上の人家 (5 戸未満であっても官公署、学校、病院、駅、旅館、発電所等のある場所を含む。) に被害の生じるおそれのある渓流を示す。現場の上流部又は現場内に土石流危険渓流を有するか、有さないかについて調査した結果、土石流危険渓流を有する現場は全体の 46%、有さない現場は 54% であった。

(4) 崩壊土砂流出危険地区

崩壊土砂流出危険地区とは、山腹崩壊地、地すべり等から多量の土砂が渓流を流下し、被害を与えるおそれのある地区をいう。

崩壊土砂流出危険地区を有する現場は 39%、有さない現場は 61% であった。

3.2.2 河川, 周囲の状況

(1) 現場周辺の地質

現場周辺の地質を調べた結果、礫岩、砂岩で全体の約 70% を占めていることがわかる。これらの岩は、崩壊しやすい性質を持っており、崩壊・堆積によって土石流に含まれる土砂になることが予想される。特に凝灰岩、粘板岩、頁岩は地すべり地帯に多く存在している。

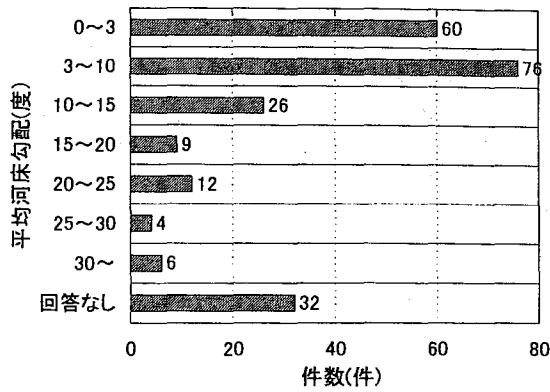


Fig. 6 Average gradient of riverbed.
平均河床勾配

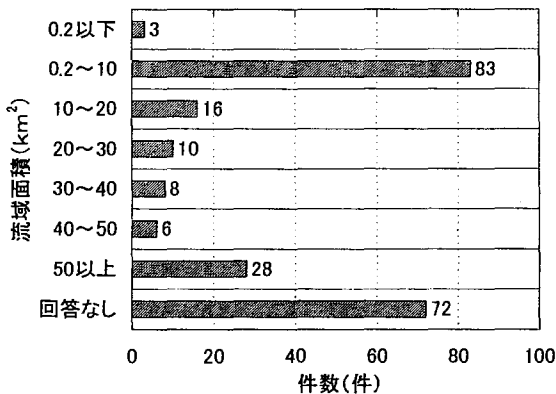


Fig. 7 Catchment area.
流域面積

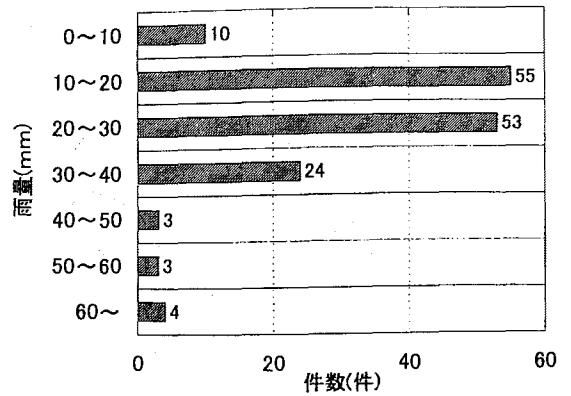


Fig. 8 Warning level of 1 hour rainfall.
警戒1時間降雨基準

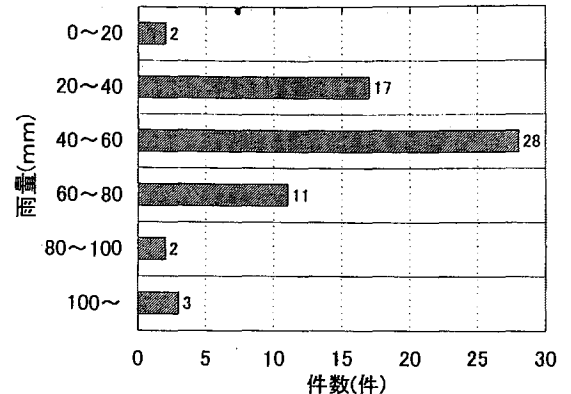


Fig. 9 Warning level of 3 hours rainfall.
警戒3時間降雨基準

(2) 崩壊地

現場周辺に崩壊地を有すると回答した現場は52%、有さないと回答した現場は48%であった。

(3) 積雪

上流側に融雪を考慮しなければならないような積雪を有するか否かについて調べた結果、積雪を有する現場は43%、有さない現場は57%であった。

(4) 既設の砂防施設

当該現場において、この上流側に砂防ダムをはじめとする既設の砂防施設の有無について調べた結果、上流側に既設の砂防施設があると回答した現場は62%で、砂防施設が無いと答えた現場は38%であった。砂防施設は、単独で設置されるのではなく、複数設置される場合が多いことを示している。

当該現場の上流側又は下流側に他の工事現場の有無について調査した結果、調査した現場の約半数は他の工事現場があると回答しており、約半数は、他の現場が複数同時に稼働していることがわかる。その中では、5件未満の現場数が約半数を占めている。

(5) 他現場との安全衛生協議会の設置

他現場と安全衛生協議会の設置等安全管理について連携がある現場は全体の約80%を占めており、連携に

よる安全協力体制が推進されていることが伺える。

(6) 過去に発生した土石流

過去に発生した土石流の有無について調べた結果、過去に土石流が発生したことのある現場は全体の37%で、発生したことのない現場は63%であった。

3.2.3 土石流危険河川

上記での分析の結果、次のいずれか1つでも該当するものを土石流発生の可能性が高いと考えられる現場とした。

- ① 上流側の流域面積が0.2 km²以上であって、上流側の0.2 kmにおける平均河床勾配が3°以上
- ② 土石流危険溪流に指定
- ③ 崩壊土砂流出危険地区に指定
- ④ 周囲に土石流発生の可能性がある崩壊地がある。
- ⑤ 過去に土石流が発生した。
- ⑥ 上流側に融雪を考慮するような積雪がある。

上記①~⑥のいずれかに該当した土石流発生の可能性が高いと考えられる現場は全体の81%で、土石流発生の可能性が低いと考えられる現場は19%あった。

3.2.4 警戒基準, 作業中止基準, 作業開始基準

(1) 警戒降雨基準

降雨時の警戒降雨基準の有無について調査した結果、

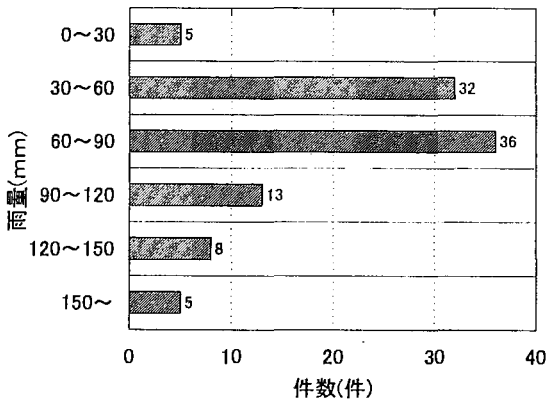


Fig. 10 Warning level of 24 hours rainfall.
24 時間降雨基準

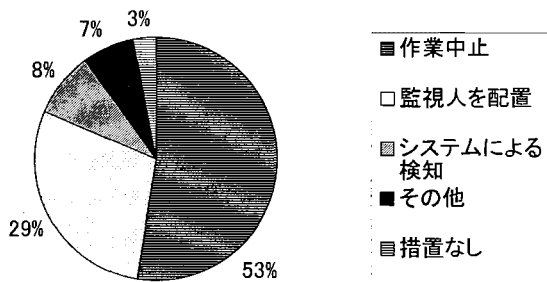


Fig. 11 Measures at the time of rainfall reached the warning level.
警戒降雨基準に達した場合の措置

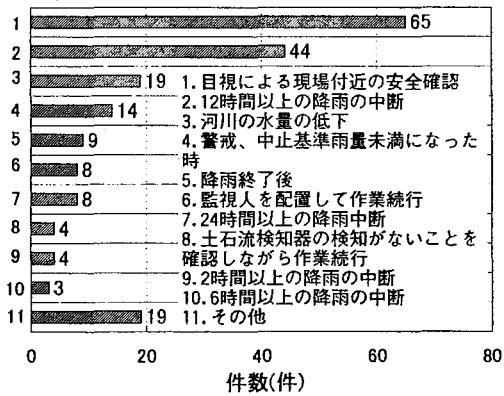


Fig. 12 Rules for restart of construction.
作業開始基準

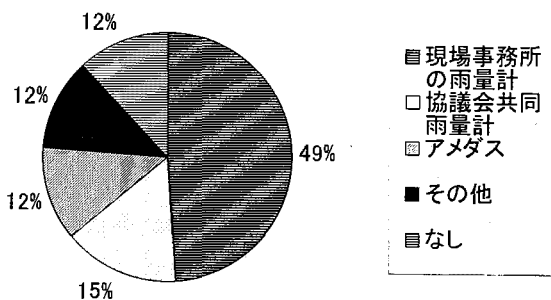


Fig. 13 Methods of gathering rainfall data.
降雨量等の把握の方法

1 時間、3 時間、24 時間のいずれかの警戒降雨基準を定めている現場は 68%，いずれも定めていない現場は 32%であった。

1) 警戒 1 時間降雨基準

警戒 1 時間降雨基準に関しては約 7 割の現場が定めていた。Fig. 8 は、各現場が定めている警戒 1 時間降雨量である。10~20 mm, 20~30 mm の間に定めている現場が多く見られる。

2) 警戒 3 時間降雨基準

警戒 3 時間降雨基準を定めていると回答した現場は 28%であった。Fig. 9 に示すとおり、警戒 3 時間降雨基準を 40~60 mm の間に定めている現場が最も多い。

3) 警戒 24 時間降雨基準

警戒 24 時間降雨基準を定めている現場は 42%，定めていない現場は 58%であった。Fig. 10 から、60~90 mm の間に警戒 24 時間降雨基準を定めている現場が最も多いことがわかる。

(2) 作業中止基準

1 時間、3 時間、24 時間のいずれかの作業中止基準を定めている現場は 67%で、定めていない現場は 33%であった。

現場では警戒降雨基準と作業中止基準は、ほぼ同様の値が定められており、警戒降雨基準に達した時点で作業を中止していることがわかる。また、1 時間降雨基準と 24 時間降雨基準を定めている現場が半数以上であった。約 3 割の現場が警戒降雨基準及び作業中止基準を定めていなかった。

土石流の誘因のなかで支配的であると考えられる降雨ではあるが、降雨量と土石流発生危険性の関連性は明確になっていない。そのため、基準を定めている現場であっても、基準のみでは必ずしも安全であると言い切れないのは言うまでもない。

(3) 警戒降雨基準に達した場合の措置

警戒降雨基準に達した場合の現場の措置について調査した結果、措置を定めている現場は 96%，定めていない現場は 4%であった。Fig. 11 に警戒降雨基準に達した場合の現場の措置を示す。警戒降雨基準のみで作業を中止する現場が 53%で最も多かった。

(4) 作業開始基準

作業開始基準を設けている現場は 63%，設けていない現場は 37%であった。また、現場で設けている作業開始基準は Fig. 12 のとおりである。最も多かったのが目視による現場付近の安全確認で、65 件であった。

(5) 降雨量等の把握の方法

Fig. 13 に降雨量等の把握方法について調査した結果を示す。現場事務所に設置した雨量計による把握が

全体の約半数を占めている。この調査は複数回答を認めている。ここで、現場の雨量計のみと回答した現場は、49%(147件)中の約70%(107件)を占めている。

3.3 土石流を早期に把握するための措置及び警報・避難設備

3.3.1 土石流検知警報システム

現場での土石流検知警報システムの普及率を調査した結果、土石流検知警報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。

(1) 土石流検知警報システムの費用

Fig. 14に示すようにシステム全体の費用は、150万円以下が多い。設置費用に関しては、20万円～40万円と回答した現場が最も多かった。維持管理費用については、20万円以下の現場が多く、全体の約6割を占めていた。

(2) 土石流検知センサー

土石流検知警報システムにおいて、土石流の発生を検知する部分を土石流検知センサーという。現在、ワイヤーセンサーや振動センサーなど、数種の土石流検知センサーが開発されている。Fig. 15に現場で使用されている土石流検知センサーの種類を示す。システムを設置している現場のうち、73%がワイヤーセンサーを使用している。次に水位計、振動センサー等となっているが、いずれも10%に満たない。

(3) 土石流検知警報システムの点検方法

土石流検知警報システムを設置していると回答した現場を対象に、システムの点検方法について調査した。Fig. 16に土石流検知警報システムの点検について、Fig. 17にシステムの点検頻度、Fig. 18にシステムの点検方法を示す。

土石流検知警報システムの点検を自分達で行なっている現場は68%であった。メーカーが行なっている現場は16%、行なっていない現場も9%あった。また、Fig. 17に示すように、システムの点検頻度として1ヶ月に1回点検する現場が60%で最も多く、毎日点検する現場が28%であった。さらに、点検方法の例としては、Fig. 18に示すように、動作確認を行なう現場が43%、周辺の巡視を行なう現場が34%をあわせて7割を占めていた。

これらの問題点として、①点検をまったく行なっていない現場が1割あること、②点検頻度が少なく、その間におきたシステムの故障に気づかない可能性があること、③動作確認や周辺の巡視ではシステムの内部が点検できず、電気系統に故障が生じたとしても、それに気づかないこと、などが考えられる。

これらの結果より、土石流検知警報システムを設置

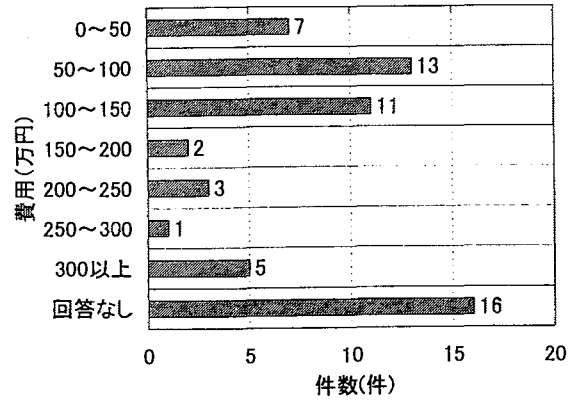


Fig. 14 Cost of the monitoring and alarm system for debris flow.
土石流検知警報システムの費用

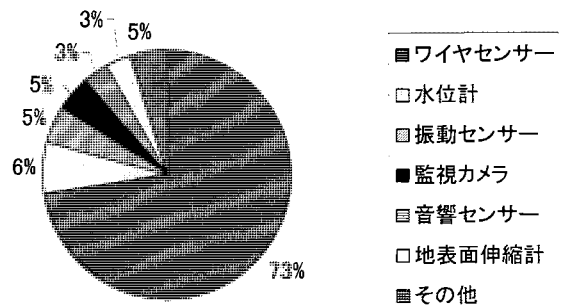


Fig. 15 Type of sensor for debris flow.
土石流検知センサーの種類

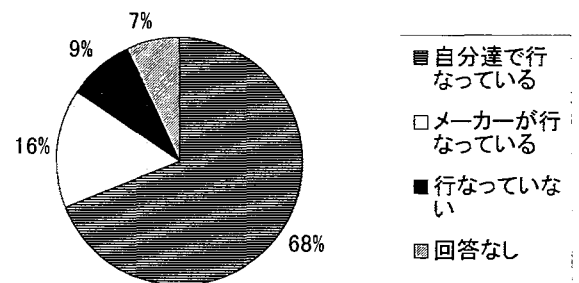


Fig. 16 Person in charge of a system check.
システムの点検

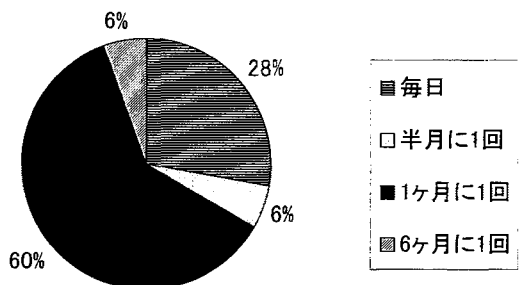


Fig. 17 Check frequency of a system.
システムの点検頻度

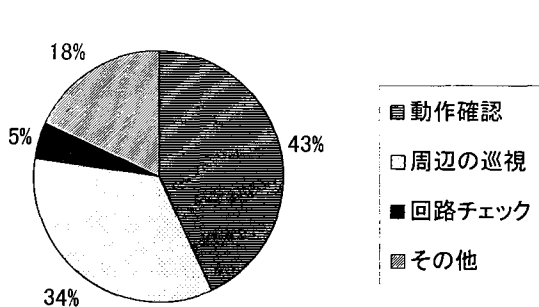


Fig. 18 Check method for a system. システムの点検方法

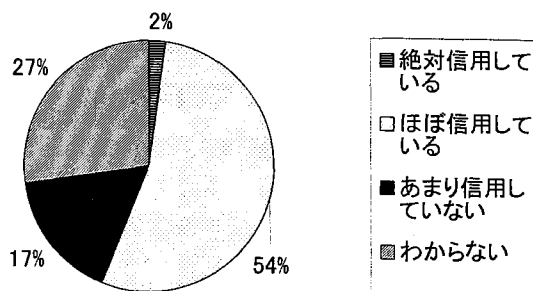


Fig. 20 Reliability of monitoring an alarm system for debris flow. 土石流検知警報システムの信頼性

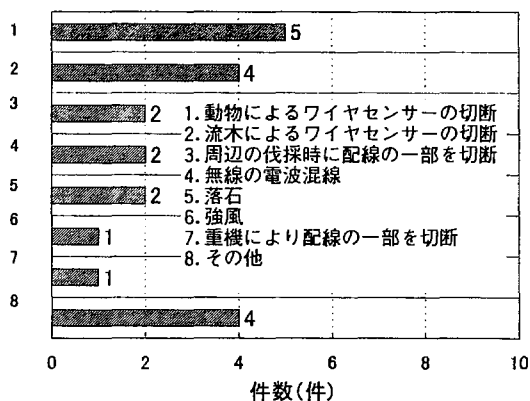


Fig. 19 Cause of system errors. システムの誤動作の原因

Table 1 Reasons why system is not installed. 土石流検知警報システムを設置しない理由

設置しない理由	件数
降雨基準によって作業中止, 避難するため必要ない	77
検知システムに経費がかかる	48
信頼性に疑問	15
発注者の指示	13
その他 ・土石流のおそれがない ・過去に土石流が発生していない ・監視人がいるため必要ない ・設置場所がないまたは難しい	54

している現場でも、その維持管理方法が必ずしも適切でない場合があることがわかる。

(4) 土石流検知警報システムの誤動作

土石流検知警報システムを設置している現場を対象に、システムの誤動作について調査した。Fig. 19にシステムの誤動作の原因を示す。土石流検知警報シ

テムを設置している現場のうち、34%の現場は誤動作が生じたことがあると回答している。また、Fig. 19より、その原因として最も多いのが動物等によるワイヤセンサーの切断で、その次に流木によるワイヤセンサーの切断、周囲の伐採時に配線の一部を切断してしまう等といった原因があげられている。これらの結果より、土石流以外の要因によってセンサーが切断されてしまい、誤動作が生じている場合があることがわかる。これらの誤動作を防止するためには、ワイヤセンサーに関しては、動物や流木等では切断せず、土石流のような大きな衝撃を受けた時に初めて切断されるような強度を有するワイヤシステムを使用するなどの対策が必要であると考えられる。

(5) 土石流検知警報システムを設置しない理由

土石流検知警報システムを設置していない現場を対象に、土石流検知警報システムを設置しない理由について調査した。その結果をTable 1に示す。設置しない理由として最も多かったのが、「降雨基準によって退避するため必要ない。」というもので、77件(33%)であり、次に多かった回答としては、経費がかかること、信頼性に疑問があることであるが、コストの低下や信頼性の向上は、今後の土石流検知警報システムの開発改良にあたって、考慮すべき点であると考えられる。

(6) 土石流検知警報システムの信頼性

土石流検知警報システムの設置の有無にかかわらず、各現場における土石流検知システムの信頼性について調査した。その結果をFig. 20に示す。システムをほぼ信頼していると回答した現場が54%で最も多かった。次にわからないと答えた現場が27%で、これは土石流検知警報システムを使用したことがない現場や見たことがない、知らないという現場から得られた回答であった。このように土石流検知警報システムの信頼性は比較的高いと思われるが、一方で土石流危険河川での工事であるにもかかわらず、土石流検知警報システムを知らないという現場が約3割ほどであった。

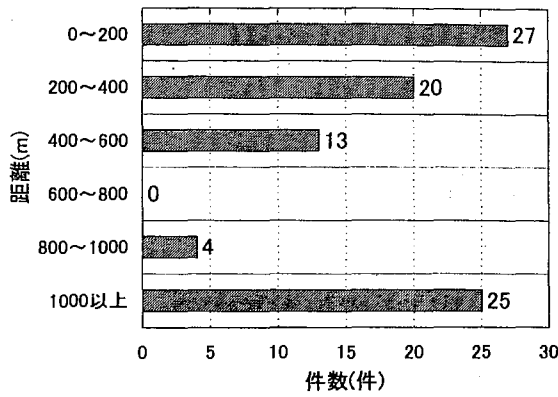


Fig. 21 Distance between watchman and construction site.

監視人から現場までの距離

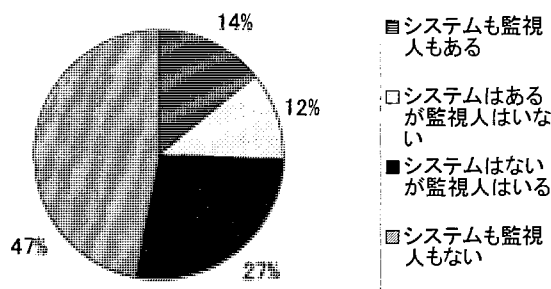


Fig. 22 System and watchman. システムと監視人の有無

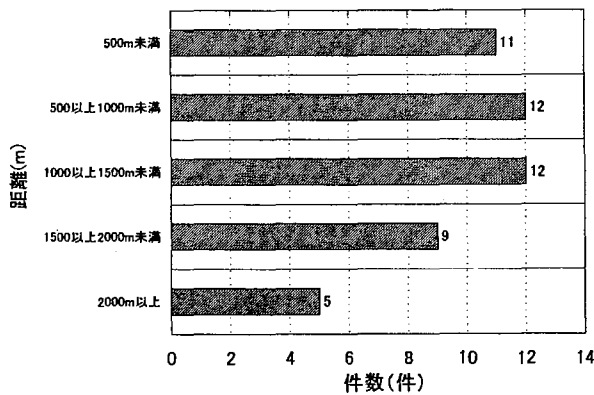


Fig. 23 Distance between detecting sensor and construction site.

土石流検知器と現場間の距離

Table 2 Pre-incident natural phenomena of debris flow.

土石流発生予知と考えられる主な自然現象

土石流発生予知と考えられる自然現象	件数
流水(河川)の増加・減少などの水位の変化	113
流水(河川)の濁り	111
地鳴り・山鳴りなどの異常な音	35
流木の出現	32

(7) 土石流検知警報システムの必要性

土石流検知警報システムの設置の有無にかかわらず、各現場における土石流検知警報システムの必要性について調査した。その結果、土石流検知警報システムはあったほうが良いと回答した現場が76%で、約8割近くにもものぼっていた。

以上より、土石流検知警報システムは次のことを考慮して開発することによって現場での普及率が上がるものと考えられる。

- ① 低コストである。
- ② メンテナンスが容易である。
- ③ 誤動作が少なく、より信頼性が高い。

3.3.2 監視カメラ

監視カメラを設置している現場は8%で、設置していない現場は92%であった。監視カメラを設置している現場は少ないことがわかる。

3.3.3 監視人

(1) 監視人の有無

各現場における監視人の有無について調査した結果、監視人を配置していると答えた現場は42%、配置していないと答えた現場は58%であった。また、監視人を1人しか配置していない現場が66%と最も多く、交代制で2人ないし3人配置している現場が約3割であった。また Fig. 21 より、0~200mの距離に監視人を配置している現場が最も多く、全体的に現場から近い位置に監視人を配置していることがわかる。監視人が直接警報を寄せられる現場は全体の27%で、それ以外は無線や携帯電話などを用いていったん現場事務所に連絡した後に、現場事務所より警報を発するシステムになっている。監視人の位置が現場より比較的近距離にあるにもかかわらず、監視人が直接警報を鳴らすことができないうえに声も届かないような現場では土石流発生時に警報が遅れるおそれがある。

(2) 土石流検知警報システムと監視人の有無

各現場における土石流検知警報システムと、監視人の有無について Fig. 22 に示す。土石流検知警報システムと監視人の両方を設けている現場は14%、システムはあるが監視人はいない現場が12%、システムはないが監視人はいる現場が27%、システムも監視人も設けていない現場が47%でほぼ半数を占めている。また、システムはないが監視人はいると答えた現場では、監視人を1人しか配置していないことや監視人が直接警報を鳴らすことができないこと等の問題点を抱えているところが少なからずあることがわかった。

3.3.4 土石流災害防止対策の有無

(1) 土石流災害防止対策の有無

土石流発生の可能性が高いと思われる現場 (81%)、

土石流発生の可能性が低いと思われる現場（19%）それぞれにおける土石流災害防止対策の有無について調査した。なお、ここで土石流災害防止対策とは、①土石流検知センサー、②監視人、③監視カメラを意味し、いずれか1つでも該当するものとする。ただし、降雨基準に基づく「作業中止及び退避」はここでいう対策から除外してある。

土石流発生の可能性が高い現場において土石流災害防止対策を行っている現場は、全体の63%で、残りの37%は対策を施していないということがわかった。

土石流発生の可能性が低い現場において土石流災害防止対策を行っている現場は、全体の16%で、残りの84%は対策を施していないということがわかった。

これらより、土石流災害防止対策の有無は、現場の状況による土石流発生の危険性とほぼ関連していると考えられるが、土石流発生の可能性が高い現場においても約4割の現場が土石流災害防止対策を行っていないという現状であった。

(2) 土石流災害防止対策の有無による現場の工費

土石流発生の可能性が高い現場で、土石流災害防止対策がある現場（63%）の工費、また土石流災害防止対策がない現場（37%）の工費について調査したところ、土石流災害防止対策がある現場の方が工費が高いことがわかった。土石流災害防止対策がない現場においては約60%が1億円未満であった。

これにより、現場の工費が土石流災害防止対策の有無に与える影響が示唆される。

3.3.5 土石流検知器等の位置関係

現場で設置されている土石流検知器等の位置関係図において、回答のあった現場の土石流検知器の位置関係を大まかに（作図から判定したため判断できない場合がある。）まとめたものを Fig. 23 に示す。

これにより、現場から土石流検知器までの距離が、500m 未満の現場が11件あった。土石流はいつどこで発生するか明らかではないが、500m 未満の現場で仮に土石流が発生したとすると、検知後非常に短時間で土石流が到達すると考えられる。また、土石流検知器と監視人を併用している現場においては、現場と土石流検知器の間に監視人を配置している現場が多かった。

3.3.6 土石流発生予知と考えられる主な自然現象

各現場での土石流発生予知と考えられる自然現象について回答があった結果を Table 2 に示す。回答のあったもののほとんどが複数回答（2個以上の自然現象を挙げている。）をしており、その中で主な自然現象としては、「流水（河川）の増加・減少などの水位の変化」が113件、「流水（河川）の濁り」が111件であった。また、「流木の出現」、「地鳴り・山鳴りなどの異常な音」

も回答数が多かった。

3.3.7 警報器

(1) 警報器の有無

土石流発生時に現場内で作業員に危険を知らせるための警報器を設置している現場は67%で、設置していない現場は33%であった。現場で用いられている主な警報器は、サイレン、回転灯、拡声器であった。設置していない現場の土石流発生時の警報方法としては、監視人が大声で知らせるという方法が最も多かった。

(2) 警報器の点検方法

警報器の点検を自分達で行なっている現場は89%であった。メーカーが行なっている現場は5%、行なっていない現場は6%あった。ほとんどの現場が点検を自分達で行なっていることがわかる。

警報器の点検頻度として毎日点検する現場が49%で最も多く、次は1ヶ月に1回点検する現場が28%であった。

点検方法の例としては、動作確認を行なう現場が82%、電池交換を行なう現場が14%であった。

この結果より、警報器の点検はシステム全体の点検よりは頻繁に行なわれていることがわかる。しかし、毎日点検している現場は半数に満たない。

以上の結果より、土石流危険河川において、①警報器を設置していない現場が3割もあり、危険を警報する手段が十分ではないということと、②警報器を設置している現場でも、設置個数が少ないことやその維持管理方法が必ずしも適切でない現場もあることがわかった。

3.4 土石流発生時の避難等

3.4.1 想定される土石流

想定する土石流の流速を10 m/s 未満としている現場は18%、10 m/s 以上20 m/s 未満としている現場は19%であった。

土石流発生想定箇所から現場までの距離が500m 未満という現場は25%、500m 以上1000m 未満という現場は18%であった。

土石流が発生した場合の想定到着時間については、50秒未満としている現場は19%、50秒以上100秒未満としている現場は15%であった。

土石流の流速は一般に、石礫型土石流で約5~10 m/s、泥流型土石流で約10~20 m/s ぐらい（地盤工学ハンドブック⁴⁾）と考えられている。土石流の流速を10 m/s 未満と想定している現場は全体の18%もあることから、仮に泥流型土石流が発生した場合は想定したよりも早く土石流が到達する可能性があることが考えられる。災害を防止する観点からは最悪の状況を考慮した土石流を想定することが望ましいと考えられる。

3.4.2 避難場所及び避難用設備

(1) 避難場所

避難場所がある現場は全体の82%で、避難場所がない現場は18%であった。

また、避難場所があると回答した現場において、避難場所までの安全通路の有無について調査した結果、避難場所までの安全通路がある現場は77%、安全通路がない現場は23%であった。これにより、避難場所を設置している現場のほとんど(約7割)が安全通路も設けていることがわかる。

(2) 避難用設備

何らかの避難用設備がある現場は全体の58%、避難用設備がない現場は42%であった。

また、避難用設備があると回答のあった現場において、避難用設備の種類を調査した結果、架設階段のみが35%と最も多く、2番目に梯子と架設階段の組み合わせが18%と多かった。

これにより、避難用設備としては架設階段を使用する現場が多いこと(避難用設備がある現場において合計68%が使用している)がわかる。

3.4.3 避難訓練など

(1) 避難訓練

避難訓練を実施している現場は全体の74%、避難訓練を実施していない現場は26%であった。これにより、1/4の現場が避難訓練を実施していないことがわかった。

また、避難訓練を実施している現場において、隣接した他の工事現場との合同避難訓練の実施について調査した結果、合同避難訓練を実施している現場は23%、実施していない現場は77%であった。

避難訓練の実施頻度としては、1ヶ月に1回が42%と最も多く、3ヶ月に1回及び6ヶ月に1回がどちらも17%であった。これにより、約9割の現場が6ヶ月に1回以上避難訓練を行っていることがわかる。

緊急時の連絡体制がある現場は全体の88%で、連絡体制がない現場は12%であった。

3.5 調査結果のまとめ

土石流による労働災害の防止対策に関して、土石流危険河川における建設工事現場を対象としてアンケート調査を実施した。以上述べてきた「3. 調査結果」をまとめると次のようになる。

- (1) 発注者は国土交通省などの国の機関が60%、都道府県が37%を占めていた。
- (2) 作業員数は、5~15人の現場が7割を超えている。工費は1億円以下の現場が調査対象の半数以上を占めていた。工期については9ヶ月~1年が約90

件と最も多い。

- (3) 上流側に既設の砂防施設がある現場は62%であった。砂防施設は、単独で設置されるのではなく、複数設置される場合が多い。
- (4) 調査対象においては土石流発生の可能性が高いと考えられる現場は81%、土石流発生の可能性が低いと考えられる現場は19%であった。
- (5) 1時間、3時間、24時間のいずれかの警戒降雨基準を定めている現場は68%、いずれも定めていない現場は32%であった。
- (6) 警戒1時間降雨基準に関しては約7割の現場が定めていた。10~20mm、20~30mmの間に定めている現場が多い。
- (7) 降雨時の作業中止基準については、1時間、3時間、24時間のいずれかの作業中止基準を定めている現場は67%で、定めていない現場は33%であった。
- (8) 警戒降雨基準に達した場合の措置を定めている現場は96%、定めていない現場は4%であった。警戒降雨基準で作業を中止する現場が53%で最も多い。
- (9) 作業開始基準を設けている現場は63%、設けていない現場は37%であった。基準で最も多かったのが目視による現場付近の安全確認であった。
- (10) 土石流検知警報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。設置費用に関しては、20万円~40万円が最も多かった。維持管理費用については、20万円以下の現場が約6割を占めていた。
- (11) 土石流検知警報システムを設置している現場のうち、73%がワイヤーセンサーを使用していた。
- (12) 土石流検知警報システムの点検を自分達で行なっている現場は68%であった。メーカーが行なっている現場は16%、行なっていない現場は9%であった。
- (13) 土石流検知警報システムの点検頻度として1ヶ月に1回点検する現場が60%で最も多く、毎日点検する現場が28%であった。点検方法は、作動確認を行なう現場が43%、周辺の巡視を行なう現場が34%をあわせて7割を占めていた。
- (14) 土石流検知警報システムを設置している現場のうち34%の現場は誤動作が生じたことがある。その原因として最も多いのが動物等によるワイヤーセンサーの切断、流木によるワイヤーセンサーの切断などであった。
- (15) 土石流検知警報システムを設置していない現場における理由は、降雨基準によって退避するため必

要ない、経費がかかること、信頼性に疑問があることであった。

- (16) 土石流検知警報システムはあったほうがいと回答した現場が76%で、約8割近くであった。
- (17) 監視人を配置している現場は42%、配置していない現場は58%であった。また、監視人を1人しか配置していない現場が66%と多く、交代制で2人ないし3人配置している現場が約3割であった。現場から0~200mの距離に監視人を配置している現場が最も多かった。
- (18) 監視人が直接警報を発せられる現場は全体の27%であった。
- (19) 土石流発生の可能性が高い現場においても約4割の現場が検知・警報システムの設置、監視人の配置又は監視カメラの設置による土石流災害防止対策を行っていないという現状であった。
- (20) 土石流災害防止対策がある現場の方が工費が高く、土石流災害防止対策がない現場においては約60%が1億円未満であった。
- (21) 土石流発生時に現場内で作業員に危険を知らせるための警報器を設置している現場は67%で、設置していない現場は33%であった。設置していない現場の土石流発生時の警報方法は、監視人が大声で知らせるという方法が最も多かった。
- (22) 警報器の点検を自分達で行なっている現場は9割であった。
- (23) 想定する土石流の流速を10 m/s未満としている現場は18%、10 m/s以上20 m/s未満としている現場は19%であった。
- (24) 土石流発生想定箇所から現場までの距離が500m未満という現場は25%、500m以上1000m未満という現場は18%であった。
- (25) 避難場所を設置している現場は全体の8割であった。また、避難用設備としては架設階段が最も多く用いられている。
- (26) 避難訓練を実施している現場は全体の約7割で、約9割の現場が6ヶ月に1回以上避難訓練を行っていることがわかる。

4. おわりに

平成8年12月6日に発生した蒲原沢土石流災害に関する調査等に基づき、平成10年2月に労働安全衛生規則が改正され土石流による労働災害防止のための関係法令等が整備された。⁵⁾

今回実施したアンケート調査は、改正された同規則を踏まえて、工事現場における土石流災害防止対策の実態、現場が抱えている問題点、ひいては規則への対応

状況等を調査することを目的として行ったものである。

その結果、工程に余裕がない、安全経費が十分でない、という問題を抱える現場が多いなか、安全協議会の設置、避難訓練の実施など安全管理体制はかなりの現場でよく整備されていることが伺えた。また、日々の工事状況の変化に応じて通路等の避難設備を対応させなければならないこと、工事現場が山奥にある場合にはアクセス時にも危険があるなど土石流危険河川における工事特有の問題点も指摘される。

現在普及している土石流検知・警報システムはごく簡素なものから高価なものまで様々である。これらのシステム等に関して今後さらに検討する必要があると考えられる問題点をまとめると次のようである。

- (1) 土石流の危険性が高い現場は今回調査した全体の約80%であった。このうち土石流検知警報システム等による土石流災害防止対策を施していない現場は約40%であった。土石流災害防止対策を施していない現場の作業員数は5~15人未満が約80%を占めており、小規模な現場において土石流検知警報システム等による土石流災害防止対策が遅れている。
- (2) 土石流検知警報システムの点検の問題点として、①点検をまったく行なっていない現場が1割あること、②点検頻度が少なく、その間におきたシステムの故障に気づかない可能性があること。③作動確認や周辺の巡視ではシステムの内部が点検できず、電気系統に故障が生じたとしても、それに気づかないこと、などが考えられる。
- (3) 土石流検知警報システムは「低コスト・メンテナンスが容易・誤動作が少なく信頼性が高い」ことを考慮して開発することによって現場での普及率が上がるものと考えられる。
- (4) 警報器を設置していない現場が3割あり、危険を警報する手段が十分ではないということと、警報器を設置している現場でも、その維持管理方法は必ずしも適切でない場合があると考えられた。

末筆ながら調査に御協力をいただいた多くの方々へ深甚の感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大野陽子, 豊澤康男, 堀井宣幸, 片田敏行, 末政直晃, 橋爪秀夫: 土石流による労働災害の防止対策に関する調査, 第28回土木学会関東支部技術研究発表会, (2001).
- 2) 堀井宣幸, 豊澤康男, 橋爪秀夫, 丸山憲治: 土石流による労働災害防止対策に関するアンケート調査, 砂防学会研究発表会概要集, pp.104-105, (2001).
- 3) 堀井宣幸, 豊澤康男, 橋爪秀夫, 丸山憲治, 大野陽子:

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, 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol.56th, 第6部, pp.224-225, (2001).

- 4) 地盤工学ハンドブック, (社)地盤工学会, p. 1355, (1999).

- 5) 改正労働安全衛生規則(土石流労働災害防止関係)・土石流による労働災害防止のためのガイドラインの解説, 建設業労働災害防止協会, (1998).

(平成14年1月21日受理)