

[論文 No. 7] 中小規模の斜面掘削作業を伴う工事における労働災害の防止対策の提案

(独)労働安全衛生総合研究所 伊藤和也, 豊澤康男
東京工業大学 竹村次朗 日下部治
斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会

1. はじめに

土砂崩壊による労働災害は、主に斜面掘削や溝掘削などの掘削工事において発生しており、年間約 20～30 件の死亡災害が発生している。これらの土砂崩壊による労働災害は、(1) 溝掘削時の溝崩壊、(2) 斜面の切取り工事時の斜面崩壊による労働災害がほとんどを占めている現状である。溝掘削工事については「土止め先行工法」などの普及により、土砂崩壊による災害が減少する等、一定の効果が表れている。しかし、土砂崩壊のなかでも斜面崩壊による労働災害は目立った減少が見られない状況であり、斜面崩壊による労働災害の防止措置の強化を図る必要があった。このため、独立行政法人労働安全衛生総合研究所では、平成 21 年 3 月から「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会」を開催し、有効な斜面崩壊による労働災害防止対策の強化を図るため、斜面崩壊による労働災害の防止措置の現状、斜面崩壊防止工法の普及状況及び問題点等を調査し、実態の分析と同種災害防止対策に関する所要の検討を行った¹⁾。本報では、本調査研究会の中でも特に地盤リスクに基づいて検討された内容について概説する。

2. 調査研究会の検討結果

(1) 調査研究会の立場

本調査研究会では、斜面崩壊による労働災害の現状を受け、表-1 の委員構成による計 4 回の調査研究会および 4 回のワーキンググループを開催した。調査研究会委員の斜面崩壊による労働災害防止対策についての主な基本的な共通認識は次の 4 点にまとめられる。

1. 溝掘削時の土砂崩壊による労働災害を防止する対策と斜面掘削時の斜面崩壊による労働災害を防止する対策は大きく異なるものである。すなわち、溝崩壊による労働災害を防止する「土止め先行工法」の考え方をそのまま斜面掘削に適用することは現実的でない。斜面掘削時の崩壊による労働災害を防止する対策を新たに示す必要がある。
2. 中小規模工事で発生しているような死亡災害が大規模工事ではほとんど発生していない。大規模工事の多くでは、経験豊富な機関が地盤調査、

表-1 調査研究会メンバー（敬称略）

座長	
日下部 治	東京工業大学
委員	
竹村 次朗	東京工業大学
末政 直晃	東京都市大学
藤沢 和範	(独) 土木研究所
梅田 修史	(独) 森林総合研究所
館山 勝	(財) 鉄道総合技術研究所
加藤 孝夫	東日本高速道路 (株)
川合 康文	東京都
扇原 博	横浜市
桧皮 政輝	大成建設 (株)
野中 格	(株) 熊谷組
片桐 雅明	(株) 日建設計シビル
高橋 元	建設業労働災害防止協会
別木 孝	国土交通省
高 忠敏	農林水産省
田中 敏章	厚生労働省
オブザーバー	
吉田 哲	厚生労働省
船井雄一郎	厚生労働省

設計・施工を実施するため死亡災害を回避する安全管理の仕組みが機能しているからである。しかしながら、中小規模工事では構造物を築造するための工事に付随して斜面掘削が行われることが多いため、構造物の施工にかかる作業手順や安全対策については検討されるが、必ずしも斜面崩壊に対する危険性の認識が高くなく、安全管理の仕組みも十分には機能せず、結果的に災害が多くなっているのが現状と考えられる。そのため、中小規模の工事において安全管理が機能するような方策を検討し、提案することが必要である。

3. 斜面崩壊による労働災害で毎年 20～30 名の労働者が死亡している実態を鑑みると、人の命を大切にするためには、費用対効果を考慮しつつも必要十分なコストを投じて斜面工事の安全性を高めるべきである。
4. 斜面崩壊による労働災害防止対策としての関係者への教育は重要である。本報告書の内容を含め防止対策に関する知見が斜面掘削工事に係わる全関係者に周知されることが望まれる。

(2) 適用対象と用語の定義

以上のような本調査研究会の認識に基づき、斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する目的、適用対象を以下のように設定をした。

1. 目的

労働安全衛生関係法令と相まって、擁壁工等工事における中小規模の斜面掘削作業又は斜面下での作業において、適切な対応をとることにより、地山の崩壊又は土石の落下を防止し、もって擁壁工等工事における労働災害の防止を図ることを目的とする。

2. 適用対象と用語の定義

擁壁設置等のために中小規模の斜面掘削作業を伴う工事を対象とする。ここで、「中小規模な斜面掘削作業」とは、切土部の掘削高さが概ね 10メートル以下の斜面掘削作業をいい、掘削方法は機械掘削又は手掘りのいずれも含むものとする。(図 2 参照)

3. 斜面下での安全な施工方法

(1) 発注者・設計者・施工者の 3 者の斜面崩壊の危険性の共有化

掘削勾配は地質状況と高さによって決定されるが、斜面崩壊による労働災害が多い小規模工事では、事前にボーリング等の詳細な地質調査がされていないことが多く、施工後に地質状況が設計と異なることが判明するケースがある。そのような場合、工事を一旦止めて、設計変更や対策工を検討する必要があるが、労働災害となったいくつかの事例の中には、危険性を正しく判断する技術力を持たない施工業者によって危険と知りつつも作業を行い被災したケースや、発注者・設計者が現場の状況を的確に判断出来ずに施工を行い被災したケース等が報告されている。

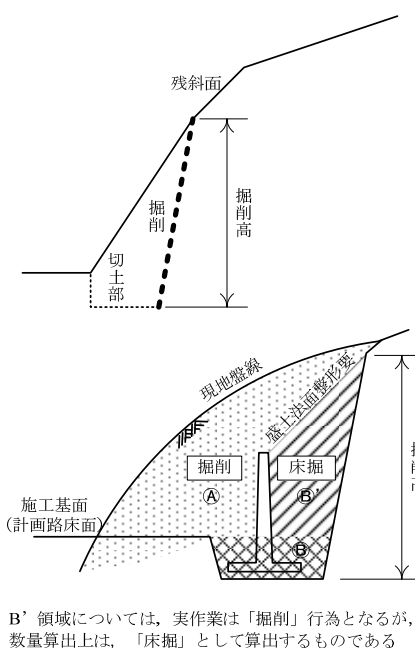


図 2 適用対象と用語の定義

これらは、斜面崩壊の危険性を予測することが非常に難しいことによるが、発注者・設計者・施工者の相互コミュニケーション不足や現場情報の共有化が十分に機能していないことが一因として考えられる。

斜面工事は、工程やパターンが多様にあること等からハードだけに頼った対策では費用対効果を考えると難しい場合が多いことから、設計・計画・施工の各段階において適正で有効なリスクアセスメントを実施することが不可欠である。

斜面掘削工事におけるリスクアセスメント実施上の難しさは地盤内部を完全には掌握できないことにある。地盤リスクを低減するためには、まず事前の地盤調査を行的確にリスクを把握することであるが、斜面掘削では実際に掘削してみ初めて地盤の性状が明らかになることも少なくない。地盤リスクの特徴は、施工途上で新たな地盤リスクが判明するということにあることを認識し、斜面崩壊による労働災害のリスクを施工段階毎に的確にリスクを判断して必要な対策を適切に講じることによりリスクを低減させることが効率の良い安全対策だと考えられる。

設計段階で知り得なかった新たな地盤リスクが施工段階で判明した場合は、その時々で新たにリスクアセスメントを実施する必要があり、その際には、発注者・設計者・施工者の3者等の工事関係者が積極的に係わり、斜面崩壊の危険性について共通の情報を共有化することが重要である。そこで本調査研究会では、発注者・設計者・施工者の3者が斜面崩壊の危険性について共通の情報を共有化し、施工途上で判明した新たな地盤リスクに対応するための「手段」として、調査・計画・設計から施工終了までの全ての工程で掘削地山の情報を共有化する3種類の点検表を提案している。中でも、「設計・施工段階別点検表」は、調査・計画・設計から施工終了までの全ての工程での掘削地山の情報を発注者・設計者・施工者の3者が共有化することが出来るものである(図3参照)。これらの点検表によって、1項目でも該当した場合には安全性の検討を行うことにしており、斜面崩壊の危険要因の芽を早期に摘みとり、安全な施工が可能となる。

この点検表は、掘削する地山の露頭(①設計、②施工計画)、表面(③丁張り)、内部(④掘削工事中 ⑤完了時)と地山の状況が確認できる状態ごとに特に注意の必要な切土部の調査項目をチェックするためのものである。1項目でも有があれば安全性の検討を行い、安全な掘削勾配とすると、施工の安全を確保してから次の段階に進む。

工事箇所名		有無未に○印をつける： 有=現象がある / 無=現象が無い / 未=未確認(確認出来ない)									
位置	要因	項目	現象(確認内容)	①設計	②施工計画	③丁張り	掘削		掘削		のり面工・斜面安定工指針
							④工事中	⑤完了時	道路土工 土質調査指針	特に注意の必要な切土部の調査等	
残 斜 面	地形	地すべり地	亀裂、段差、等高線の乱れ等がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無	3-3-2-(3)	4-4-(7)	
		浮石転石	不安定な状況にある	有無未	有無未	有無未	有無	有無		4-4-(10)	2-3-6
		オーバーハング	新鮮な崩落が認められる	有無未	有無未	有無未	有無	有無			
切 土 部 斜 面	地質 (土・岩質)	崩積土・強風化斜面	不均一で軟弱な土質である	有無未	有無未	有無未	有無	有無	2-3-1-(2)i	4-4-(2)	2-3-2-(3)i
		砂質土等	特に浸食に弱い土質である	有無未	有無未	有無未	有無	有無	2-4-1-(2)ii		2-3-2-(3)ii
		風化が速い岩	表層から土砂化する岩である	有無未	有無未	有無未	有無	有無	2-4-1-(2)iii		2-3-2-(3)iii
		割れ目の多い岩	亀裂が多く、もろい岩である	有無未	有無未	有無未	有無	有無	2-4-1-(2)iv		2-3-2-(3)iv
	構造	流れ壁	流れ壁亀裂で簡単に剥離する	有無未	有無未	有無未	有無	有無	3-3-2-(6)ii		2-3-2-(3)v
		破砕帯など	すべる可能性がある弱層がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無	3-3-2-(2)		2-3-2-(3)iv
	湧水	地下水	多量で湧りがある	有無未	有無未	有無未	有無	有無	2-4-1-(2)v	4-4-(4)	2-3-2-(3)vi
	凍結	凍結融解	凍結・融解が著しく起こる	有無未	有無未	有無未	有無	有無		4-4-(3)	
	災害記録	斜面崩壊	近隣工事箇所で崩壊履歴がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無	3-2-6-(1)(2)		
	掘削勾配	自立性	掘削作業で仕様の勾配が確保できない	—	—	—	有無	—			
月/日 点検者サイン				/	/	/	/	/			
施工の安全性の確保が出来ている 月/日 確認者サイン				/	/	/	/	/			

図3 設計・施工段階別点検表

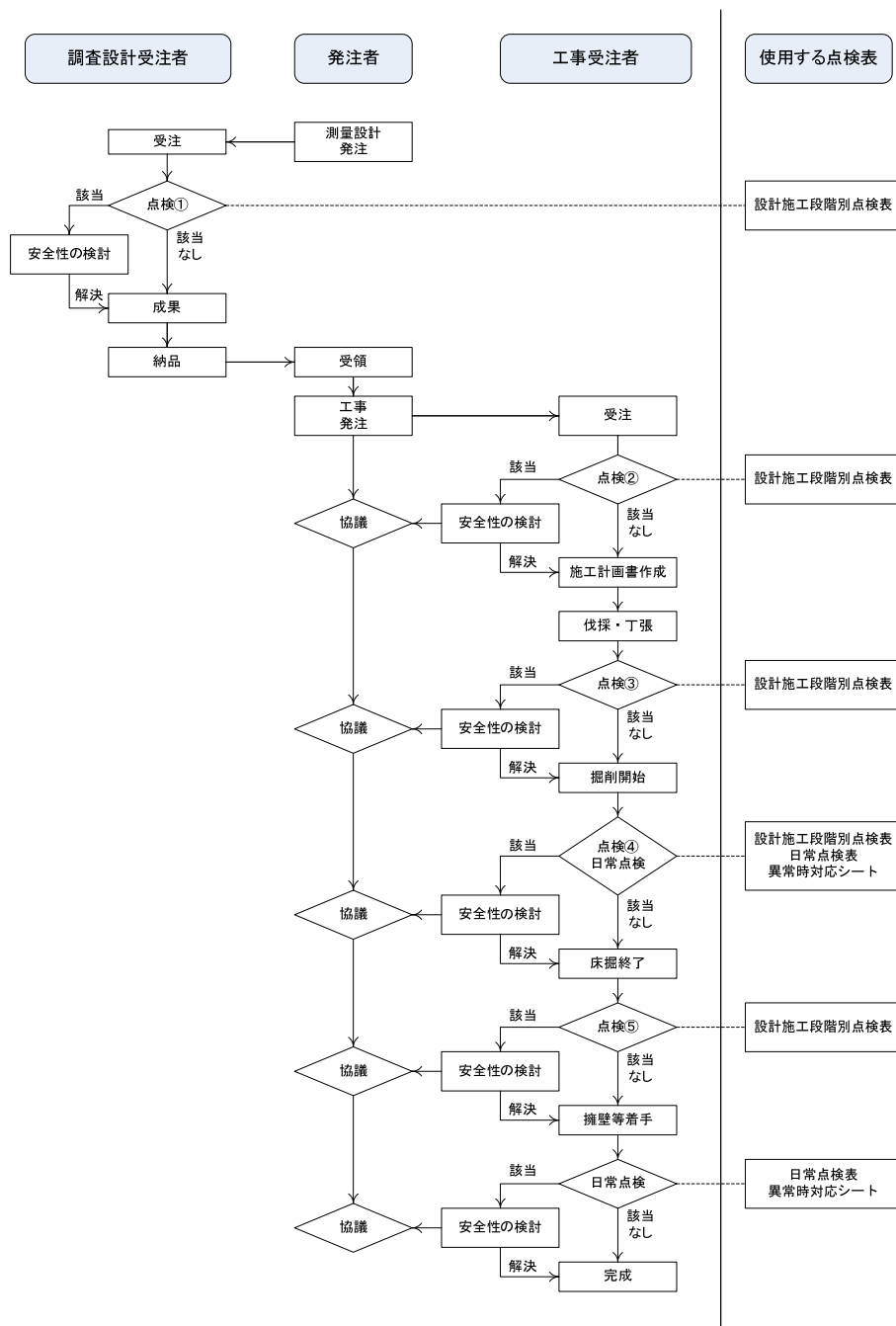


図 4 適用対象と用語の定義

調査・計画・設計から施工終了までの一連の流れとそれぞれの点検表の適用箇所について図 4 に示すとおりである。一般に斜面崩壊による労働災害のリスクは地山に関する情報によって影響される。地山に関する情報は、表 2 のように工事の各段階で増加していく。そのため、地山の新しい情報が得られる各段階で、地山の状況や変状の様子を点検し、問題があれば必要な対策を適切に講じることが必要である。なお、本報告書では、斜面崩壊による労働災害が多い公共団体発注工事を主な対象としているが、民間発注工事についてもこの思想に基づいて検討することが望ましいとしている。

表 2 地山情報の経時変化

段 階	地山情報	状 況
①設計時	伐採前の露頭情報	草木に覆われていて、不明な点が多い（設計者の視点）
②施工計画時	伐採前の露頭情報	草木に覆われていて、不明な点が多い（施工業者の視点）
③丁張設置時	伐採後の露頭情報	草木が無くなり露頭が見えやすく地形形状も確認できる
④掘削工事	切土中の地山の状況	切土面、地山の変状を直接確認できるようになる
⑤床掘終了時	切土後の地山の状況	切土面が全て確認でき、設計時の想定地盤条件との比較を含めた工事に入る直前の安全性検討結果の妥当性を検証できる
⑥擁壁等工事	切土後の地山の状況	切土面が風雨にさらされ風化が進むなど地山が変化することがあり、その変状を直接確認することができる

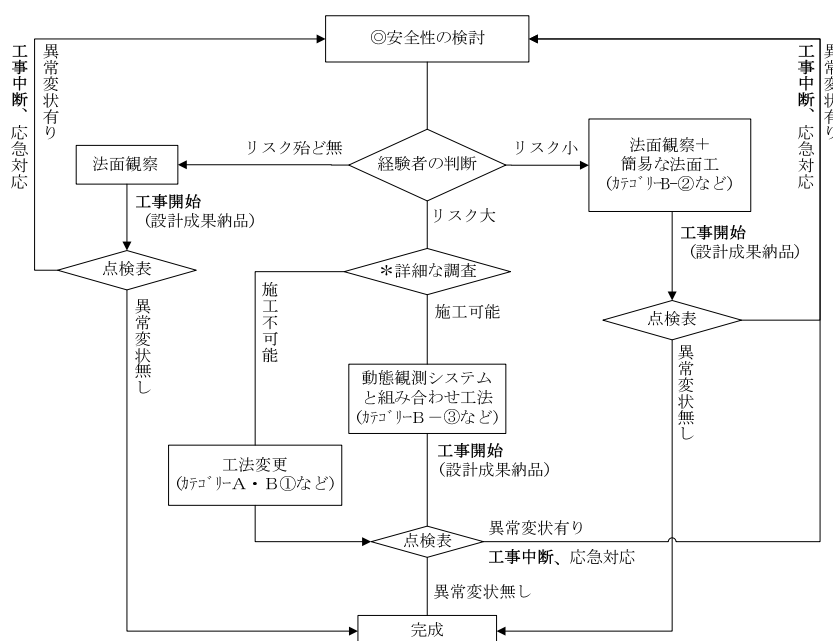


図 5 工事における安定性の検討に関するフローチャート

(2) 安全性の検討について

設計・施工段階別点検表や日常点検表では各段階において点検項目に該当する項目があれば「安全性の検討」を行うこととした。ここで「安全性の検討」とは、ボーリング等の詳細調査を行い、崩壊形態を想定し切取り斜面の安定計算を行うことが理想ではあるが、該当するか否かの判断基準が担当者によることや、該当項目が必ずしも崩壊につながるとは限らないこと等から、複数の経験者の意見を聞き、詳細調査を行うか、仮設のハード対策を行うか、注意して施工するか等の判断をするものとした。安全性が確保できない場合には、工法変更などについての検討が必要となる。「安全性の検討」に関するフローチャートを図 5 に示す。

(3) ハード対策の観点・概念

溝掘削工事では掘削溝の形態・作業方法がほぼ同じであるため「土止め先行工法」で示された工法がハードの対策として有効に機能している。一方、今回対象としている斜面工

表3 ハード対策の観点・概念に相当する工法

カテゴリ	A				B				
目的	作業時に作業員が切土部の下部に進入しない、又は短時間の進入ですむ方法				斜面（残斜面と切土部）を補強する方法（変状が生じても避難する時間を確保し崩壊土砂が可能な限り拡散しない方法を含む）				
対策方法	A①				A②		B①	B②	B③
	吊り カゴ砕	残存 型砕	大型 ブロック	圧入機 利用杭等	吊り カゴ砕	大型 ブロック	地山補強 土工法	簡易 法面工	動態観測システムと 組み合わせた施工方法

事では、地形、斜面の高さ、湧水などの地盤条件が工事箇所毎に変化するとともに、作業工程や擁壁工等の対策工の種類に応じた掘削方法が多様にあることから費用対効果を考えると崩壊を百パーセント防止するようなハードだけの対策は難しい。そこで、斜面崩壊による労働災害を低減することを目的とするようなハード対策について、下記の観点・概念によって整理を行なった。

- A. 作業時に作業員が切土部の下部に進入しない又は短時間の進入ですむ方法
- ①ユニット化した部材の設置で構造物を構築する方法
 - ②無人化施工により構造物を構築する方法
- B. 斜面（残斜面と切土部）を補強する方法（変状が生じても避難する時間を確保し崩壊土砂が可能な限り拡散しない方法を含む）
- ①斜面を補強する方法
 - ②変形を許容する比較的簡易な方法
 - ③変形やひずみを感知するセンサー類と組み合わせた方法

上述のような観点・概念に相当する工法を表3に示す。これらの詳細について、報告書には資料集として記載されている。ただし、資料集で紹介されている工法がこれらを全て網羅しているわけではない。そのため、このような観点・概念を満足するような工法や商品を今後追加していくことが望まれる。

4. おわりに

本報では、調査研究会の中でも特に地盤リスクに基づいて検討された内容について概説した。報告書には、教育・訓練の実施や発注者の配慮等も記載されている。その他多くの課題もあるが、報告書の公開によりその思考・コンセプトが浸透した際に再度検討する必要がある。

最後に、調査研究会の報告書の作成にあたり、御協力頂いた本委員会の委員各位並びにワーキンググループ委員各位に対し、厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 独立行政法人労働安全衛生総合研究所 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会：「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会報告書」，斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会，80p，2010.

(http://www.jniosh.go.jp/results/2010/0407/report_slope_201004_2.pdf)