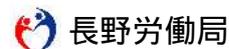


斜面での土砂崩壊による労働災害を防ごう!



土砂崩壊はひとたび発生すると、死亡災害や重大災害(一度に3人以上が死傷)につながる可能性がある非常に危険なものです。災害復旧工事など斜面を掘削するなどの作業により、特に発生するおそれがあり、また、そのメカニズムも非常に複雑なことから、十分な調査と適切な対策を講ずることが、同災害の防止の基本となります。

1 斜面崩壊による労働災害の現状

工事種別による災害発生状況

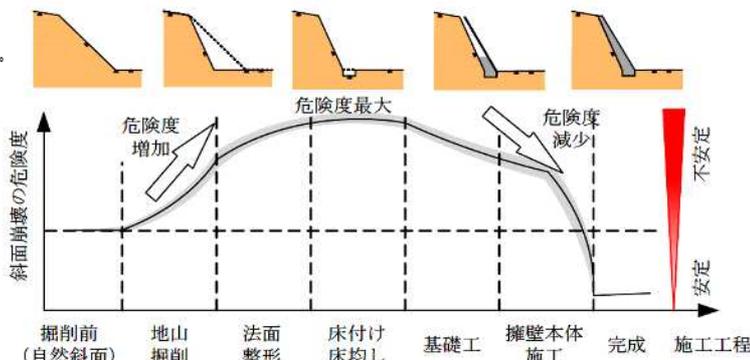
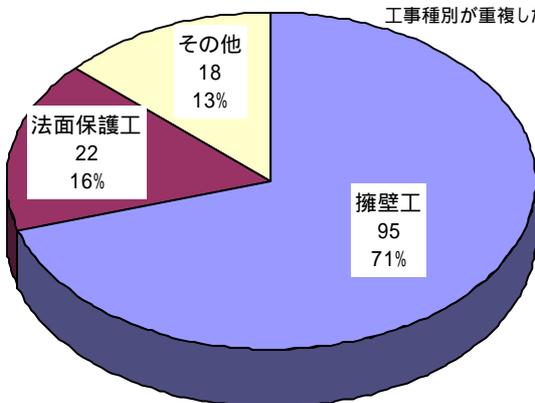
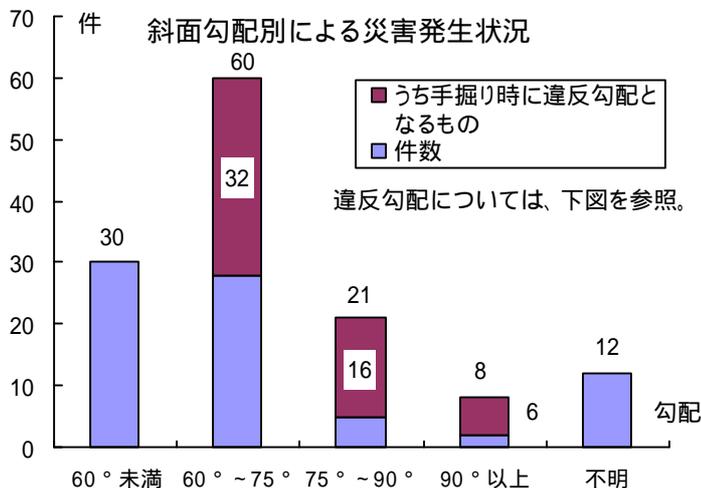


図: 擁壁工を構築時の斜面崩壊危険度の時系列模式図

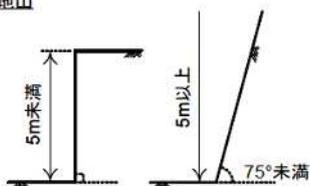
独立行政法人労働安全衛生総合研究所が実施した統計分析では次のような傾向が認められています。
 擁壁施工中の災害が約7割を占める。
 法面の勾配60°以上の急斜面で災害が多発している。
 小規模な崩壊(崩壊土量50m³未満)による災害が6割を占める。
 施工上の崩壊原因としては、急勾配掘削が46%、床掘り掘削が35%を占める。
 自然現象による崩壊原因としては、降雨・雪、地下水・湧水といった水に関するもので約6割を占める。

斜面勾配別による災害発生状況

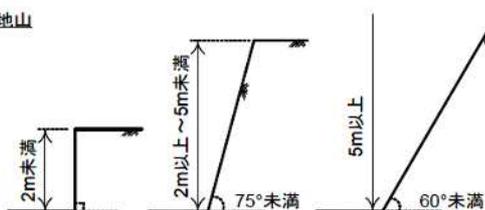


労働安全衛生規則第356条

・ 岩盤または堅い粘土からなる地山

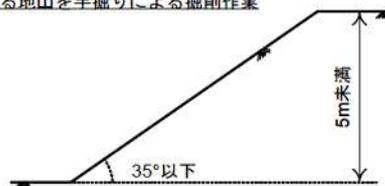


・ その他の地山

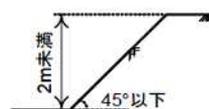


労働安全衛生規則第357条

・ 砂からなる地山を手掘りによる掘削作業



・ 発破などにより崩壊しやすい状態の地山



2 斜面崩壊による労働災害防止上の問題点

土砂崩壊のメカニズムが複雑であり、崩壊規模・移動形態の想定が困難であるために、危険を防止・回避する対応に遅れのあること。

切土法面を対象にしたボーリング等の事前調査の数量が、トンネル・ダム・橋梁等の他の構造物に比較して少なく、設計想定外の断層破碎帯や脆弱な地質が出現する機会が多いこと。

擁壁や法尻排水等等の施工に伴う一時的な急勾配での掘削による法面の不安定化があること。

このような状況において、法面の構造物を建設する労働者は、法面直下や法面に張り付いて作業し、小規模な崩壊でも逃げる時間がなく、死亡災害などの重大な災害に結びつくこととなります。

3 施工前の調査実施と施工中の点検の徹底

斜面崩壊による労働災害を防止するには、まずは、施工前の調査・点検が重要です！

労働安全衛生規則第355条(作業箇所の調査)

事業者は、地山の掘削の作業を行う場合において、地山の崩壊、埋設物等の損壊等により労働者に危険を及ぼすおそれのあるときは、あらかじめ、作業箇所及びその周辺の地山について次の事項をボーリングその他適当な方法により調査し、これらの事項について知り得たところに適応する掘削の時期及び順序を定めて、当該定めにより作業を行わなければならない。

- 1 形状、地質及び地層の状態
- 2 き裂、含水、湧水及び凍結の有無及び状態
- 3 埋設物等の有無及び状態
- 4 高温のガス及び蒸気の有無及び状態

労働安全衛生規則第358条(点検)

事業者は明かり掘削の作業を行うときは、地山の崩壊又は土石の落下による労働者の危険を防止するため、次の措置を講じなければならない。

- 1 点検者を指名して、作業箇所及びその周辺の地山について、その日の作業を開始する前、大雨の後及び中震以上の地震の後、浮石、及びき裂の有無及び状態並びに含水、湧水及び凍結の状態の変化を点検させること。
- 2 点検者を指名して、発破を行なった後、当該発破を行なった箇所及びその周辺の浮石及びき裂の有無及び状態を点検させること。

調査時における調査項目及び着眼点(参考)

調査項目	着眼点	危険度、崩壊形態
地形図の点検	崩壊確率の高い地形 ・崩壊跡地及びその周辺 ・複合斜面 ・台地斜面 ・屋根の鞍部	最も崩壊しやすい 複雑な地質 弱い地山 断層などの可能性
	地下水や表面水が集まりやすい地形など ・窪地、谷部 ・台地の窪地 ・海、湖、川の近く	地下水、表面水が多い オボレ谷の可能性 地下水が多い
地盤調査資料の点検	落石の多い地質 ・粘板岩、石灰岩、風化花崗岩、崖錘など	落石型、剥離型
	岩の目の流れ盤 ・層理、片理、節理とのり面の方向	剥離型、滑落型
	滑りやすい層の流れ盤 ・断層・破碎帯、傾斜した粘土層、石墨層	滑落型
	崩壊しやすい層構成 ・傾斜した岩盤上の土砂(流れ盤) ・傾斜した不透水層上の透水層(流れ盤) ・硬軟互層の岩盤 ・地下水水位の高い砂質土(パイピング) ・軟らかい粘性土(円弧滑り)	崩落型、地すべり型 崩落型、地すべり型 落石型、剥離型 崩落型 地すべり型
地域特性などその他	降雨量の多い地域 ・降雨強度	各種崩壊の危険性
	寒冷地域 ・凍結、融解	落石型
	複雑な地盤 ・地盤調査の見落とし	断層、流れ盤、オボレ谷
	その他 ・計画と異なる状況	各種崩壊の危険性

法面点検のポイント

法面点検に経験のある技術者を指名する。
点検は毎日行い、工事スケジュール、天候等に応じて、適宜追加する。
点検結果は日常点検表などに記録・保管し、過去の点検結果と比較できるようにする。
点検は法面の地質状況(土砂または岩盤)を考慮して行う。

土砂法面の主な点検項目	岩盤法面の主な点検項目
法面の変状 ・はらみ出し、ずれ、き裂 ・崩壊 法面の安定性 ・浸食 ・き裂への粘土介在 ・抜け落ちそうな玉石 ・パイピング孔の出現 ・湧水、しみ出し	法面の変状 ・ずれ、き裂 ・崩壊 法面の安定性 ・流れ盤 ・き裂への粘土介在 ・風化の進行が著しい ・湧水、しみ出し ・浮石
共通事項 ・法面小段・上部斜面の変状や計測管理による計測結果の異常の有無 ・すべての監察結果を勘案し、異常時対応の必要性確認 ・備考欄などにき裂等の大きさ、湧水量、雨量などを記入	

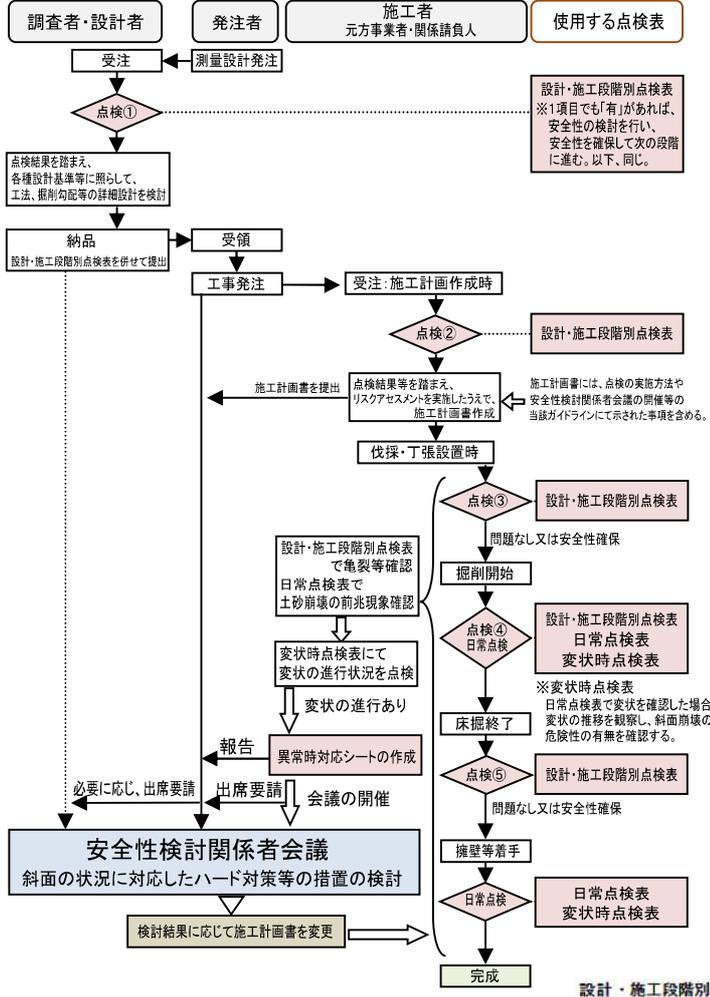
しかしながら、事前の調査を実施してもなお、土砂崩壊のメカニズムは複雑であり、また、地山の性状は実際に掘削してみて初めて明らかになることも少なくなく、そのような状況で、発注者・設計者・施工者間での情報の共有化の不足や連携不足によって、適切な対応がとられないまま作業を進め、土砂崩壊災害を発生させてしまう可能性があります。

各施工段階で地山を調査し、安全性に問題がある場合には、発注者と協議しましょう！

4 発注者等との情報の共有化等

安衛則第355条の調査及び第358条の点検のより適切な実施方法、施工者が発注者及び設計者と協力して斜面崩壊の危険性に関する情報を共有するために実施することが望ましい方法及びそれらの留意事項について、「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」により示されております。
本ガイドラインによる実施事項を通じて、斜面崩壊による労働災害を防止しましょう。

ガイドラインで求められる点検等の流れ図



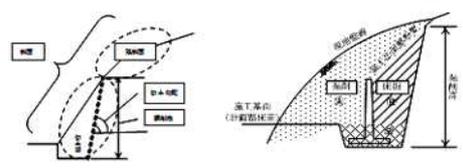
異常時対応シート (第 報)

工事名 (業種名)			調査者 (発注者)		
送付先	氏名		職階		
連絡先	連絡先		職階		
異常発生日時	平成 年 月 日 () 時 分				
異常発症箇所					
異常発症時の作業内容					
進行した変状の種類	切土部	<input type="checkbox"/> ①切土こう配	<input type="checkbox"/> ②亀裂	<input type="checkbox"/> ③はらみ	<input type="checkbox"/> ④落石
	残斜面及び周辺	<input type="checkbox"/> ⑤崩壊	<input type="checkbox"/> ⑥湧水	<input type="checkbox"/> ⑦浮石・転石	<input type="checkbox"/> ⑧浮石・転石
	ほか	<input type="checkbox"/> ⑨樹木	<input type="checkbox"/> ⑩構造物		
変状状況	別紙に添付	<input type="checkbox"/> 現場写真	<input type="checkbox"/> 位置図	<input type="checkbox"/> 平面図	<input type="checkbox"/> 横断面
		<input type="checkbox"/> その他 ()			
現在の措置状況 (応急措置)	措置判断者 (確認者名)				
	<input type="checkbox"/> 引き継ぎ変状を継続する (措置なし)	<input type="checkbox"/> 変状のモニタリングを実施する			
※現場点検不明な点については「不明」と記入	<input type="checkbox"/> 監視員を配置する	<input type="checkbox"/> 変状のある付近を立入禁止にする			
	<input type="checkbox"/> 変状のある付近での作業を中断し、退避する	<input type="checkbox"/> その他 ()			
	今後の対応に関する指示事項				
緊急連絡先	発注者	TEL			
	施工者 (本社)	TEL			
	施工者 (現場)	TEL			
	専門工事業者	TEL			
	設計者	TEL			
	調査者	TEL			

設計・施工段階別点検表

- この点検表は、掘削する地山の露頭 (①調査・設計、②施工計画)、表面 (③丁張り)、内部 (④掘削作業前時 ⑤掘削終了時) と斜面の状況が確認できる状態ごとに特に注意が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、安全な切土こう配とするなど、施工の安全性を確保してから次の段階に進む。
- この点検表は主に切土部の掘削高さが概ね10メートル以下の掘削作業に用いる。

位置	要因	項目	現象 (確認内容)	有無未○印をつける: 有=現象がある / 無=現象がない / 未=未確認 (確認できない)				
				①調査・設計	②施工計画	③丁張	掘削	
						④作業前時	⑤終了時	
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
		浮石・転石	不安定な状況にある	有	無	未	有	無
		オーバーハング	新鮮な崩壊が認められる	有	無	未	有	無
周辺状況	植生	周辺の植生と異なるまたは竹林等がある	有	無	未	有	無	
	構造物	クラックなどの変状がある	有	無	未	有	無	
切土部	地質等 (土・岩質)	崩壊土・強風化斜面	不均一で軟弱な土質である	有	無	未	有	無
		砂質土等	特に浸食に弱い土質である	有	無	未	有	無
		風化が速い岩	表面から土砂化する岩である	有	無	未	有	無
	構造	割れ目の多い岩	亀裂が多く、もろい岩である	有	無	未	有	無
		流れ盤	流れ盤亀裂で簡単に離れる	有	無	未	有	無
		破砕帯など	ずべる可能性がある弱層がある	有	無	未	有	無
	湧水	地下水	常時・多量の湧水、湧水に濁りがある	有	無	未	有	無
	凍結	凍結融解	凍結・融解が著しく起こる	有	無	未	有	無
災害記録	斜面崩壊	近傍工事箇所で崩壊履歴がある	有	無	未	有	無	
備考	「有」と記入した場合、状況や対応を記入する。							
月/日 点検者サイン				/	/	/	/	/
施工の安全性の確保ができています 月/日 確認者サイン				/	/	/	/	/



問題がある場合には、十分に安全性を検討して、
解決できない場合にはハード対策を行いましょ！

5 ハード的対策の例

ハード対策比較一覧表

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	ユニット化した部材の設置で構造物を構築する方法				無人化施工により構造物を構築する方法		斜面を補強する方法	変形を許容する比較的簡易な方法	変形やひずみを検知するセンサー類を組み合わせた方法
	吊りカゴ枠	残存型枠	大型ブロック	圧入機利用杭等	吊りカゴ枠	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
永久仮設	永久					永久	仮設	永久・仮設	
適用条件	排水機能が 必要な箇所				排水機能が 必要な箇所				
	重機が動ける スペースがある こと	重機が動けるスペースがあること				重機が動ける スペースがある こと			
	背後の地山が一時的に安定していること			背後の地山が一時的に安定していること		逆巻き工法等によって地山が安定していること			
従来の方法	布団カゴ	木製・鋼製型 枠	現場打設擁壁		なし	なし	なし	吹付け工	

ハード対策については、独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所(以下、「労働安全衛生総合研究所」という。)
「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」の斜面崩壊による労働災害防止のための新しい措置検討ワーキンググループハード対策班報告書を参照。

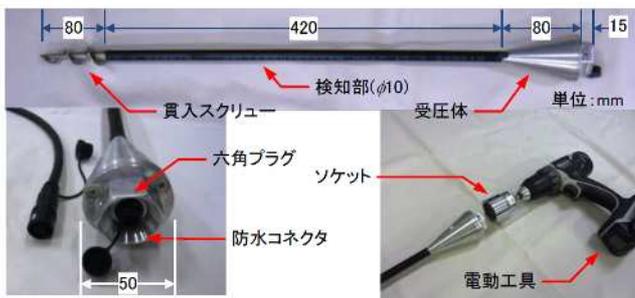
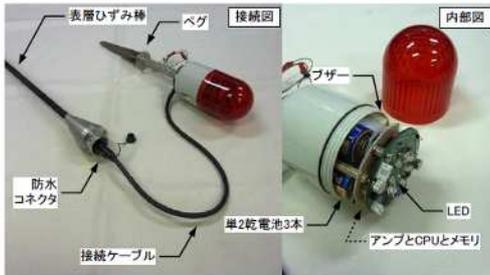
参考：斜面の浅い部分のせん断ひずみ計測による崩壊監視

土砂崩壊災害を防止するためには、安全な施工方法を採用し、予兆を事前に感知しながら施工することが重要です。しかしながら、災害復旧のような緊急的な作業では、想定外の崩壊の危険性もあり、ハード対策のみでは限界が感じられるところです。さらに、予兆を検知するにも点検者の知識と経験を頼りに行っていることが現状であり、崩壊を予知するには限界があります。

そこでセンサー類等を使用した計測手法を採用し、人の監視を補助することが有効となりますが、既往の手法(GPS衛星計測、傾斜計、パイプひずみ計、ワイヤー式変位計)では、比較的大がかりでコストも有するなどの難点も認められるところです。

労働安全衛生総合研究所においては、上記を踏まえて、浅い部分のせん断ひずみに着目し、設置と使用が容易な「表層ひずみ棒」を考案し、大規模実験の結果、掘削終了の約7分前からせん断ひずみ増分を計測、小崩壊の約2分前からは加速度的にせん断ひずみが増加することを計測するなど、崩壊の予兆を検知する可能性があることが明らかになっています。

現在、実験用プロトタイプが市販化されていますが、既往の計測手法とともに、当該計測装置の導入により、土砂崩壊を想定した安全対策を講じていくことで、土砂崩壊による労働災害を防止することにつながればと存じますので参考としてください。



表層ひずみ棒と警報装置



埋設時の状況

本資料の作成に際し、以下の資料を参考にしております。詳細につきましては、そちらもご確認ください。

・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報告書」

https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/houkoku/2010_01/report_slope_201004_2.pdf

・労働安全衛生総合研究所 特別研究報告「斜面の浅い部分のせん断ひずみ計測による崩壊監視の提案」

<https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/srr/SRR-No42-1-3.pdf>

また、一般社団法人全国地質調査業協会連合会からは、「施工業者のための斜面崩壊による労働災害防止ガイドブック」が公表されておりますので、そちらもご参照ください。https://www.zenchiren.or.jp/guide_book/pdf/guide_book.pdf