

Safety Evaluation of Open Cut Excavation Work –The Historical and Theoretical Backgrounds of Enacting Standards for the Gradient of Excavation Surfaces–

by

Kazuuya ITOH^{*1}, Yasuo TOYOSAWA^{*2}, Ikuo MAE^{*3},
Akihiro TAKAHASHI^{*4}, Jiro TAKEMURA^{*4}, and Osamu KUSAKABE^{*4}

Most labor accidents during open cut excavation work are caused by slope failure, and the importance of countermeasures has long been recognized. Standards for the gradient of excavation surfaces were established in 1965 following an amendment by the Ordinance on Industrial Safety and Health, Japan. This paper introduces the regulations and design standards for the gradient of excavation surfaces for each institution. The historical background of enactment is investigated and some numerical analyses are carried out regarding the standard for the gradient of excavation surfaces, which is covered by Articles 356 and 357. **Key Words:** ordinance on Industrial Safety and Health Articles 356 and 357, gradient of excavation, height of excavation, rigid plastic finite element analysis, occupational safety

*1 Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health

*2 Department of Research Planning and Coordination, National Institute of Occupational Safety and Health

*3 Former National Institute of Industrial Safety, Ministry of Labour

*4 Department of Civil Engineering, Tokyo Institute of Technology

斜面崩壊による労働災害の現状と防止対策について

独立行政法人労働安全衛生総合研究所 伊藤 和也

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)斜面の切取り工事中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い、平成22年4月に「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」報告書を公開した¹⁾。本報では、この報告書の内容の中でも、特に①斜面崩壊による労働災害の現状と②調査研究会にて検討された防止対策の内容について紹介し、今後の展望について述べたいと思う。

2. 斜面崩壊による労働災害の現状

2.1. 斜面崩壊による労働災害の調査・分析

本節では、斜面崩壊による労働災害事例の調査分析から、その特徴や問題点を示す。なお、本節の詳細については、文献^{2)～3)}に詳しく記載されている。本調査は、建設業における死亡災害事例および重大災害事例から、道路工事・土地造成等により斜面を切取る切土掘削工事中に発生した斜面崩壊を、1989(昭和64/平成元)年から2002(平成14)年の14年間について調べたものである。本報では、該当した180件の中から、詳細について把握することができた死亡災害129件、重大災害20件(うち18件は死亡災害と重複)の計131件について調査・分析を行った。

2.2. 発注機関別による災害発生状況

図-1は発注機関別による災害発生件数を示したものである。なお、同図には、工事種類別についても併せて表示している。まず、工事種別について見ると、道路工事中における災害が全体の7割近くを占めており道路工事中の事故による災害が多いことが分かる。また、発注機関別について見ると、調査対象とした工事の性格上、国や都道府県・市町村が発注した、いわゆる公共工事が災害件数の大部分を占めていることが分かる。特に、地方公共団体(都道府県、市町村)が発注した工事による災害が、全体の約8割を占めており、災害が多く発生している。なお、公共工事のみに限定すると、約9割が地方公共団体の発注であり、国が発注した工事は1割にも満たなかった。公共工事の着工について、国土交通省は公共工事着工統計調査(1999(平成11)年度終了)⁴⁾としてまとめている。図-2に1989年から1999年までの公共工事着工の年度別推移を示す。機関別で見ると、地方公共団体が発注した工事額は全体の70～75%を占めている。災害件数を工事額と関連づけて比較すれば、地方発注の工事は災害が多い。しかしながら、国発注工事の1件当たりの工事額と地方発注のそれでは、国発注工事

の方が大規模であり、地方公共団体の発注工事は工事額が少ない小規模工事が数多くあると考えるのが普通であろう。従って、地方の発注工事が工事1件当たりの災害発生確率が高いとは断定できない(統計調査では、全ての工事を対象とした調査を行うことはできないため、工事件数についての記述はない)。但し、地方発注の工事は着工額と災害発生件数の年度別推移の増減傾向が合致していることや、絶対的な災害件数が多いことは事実であり、地方公共団体が発注するいわゆる小規模工事での労働災害を抑止することが、建設工事中の斜面崩壊による労働災害の減少に大きく寄与するものと思われる。

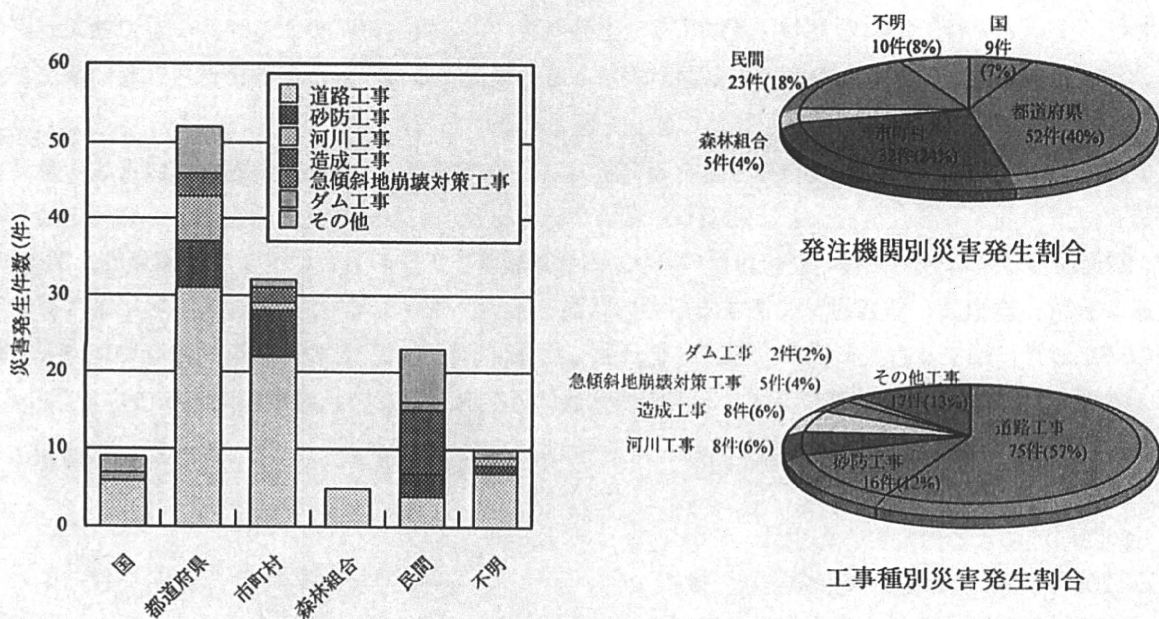


図-1 発注機関別災害発生件数

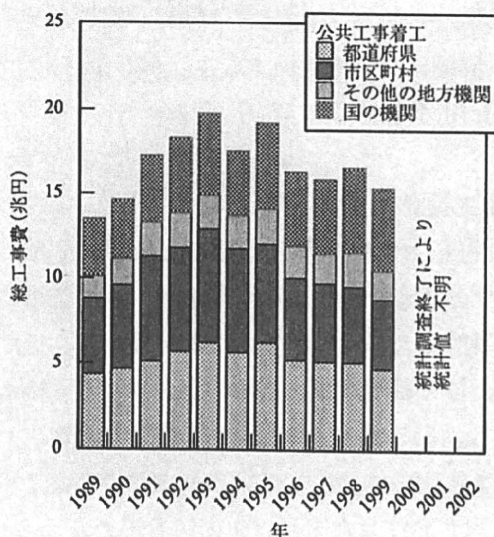


図-2 公共工事着工統計

2.3. 工事規模別による災害発生状況

災害が発生した工事規模に関連する項目として、請負金額、下請次数、工期、災害発生時の作業人

数について調査を行った。表-1は請負金額と下請次数の関係を示したものである。なお、ここでの下請次数とは、災害によって被災した労働者が所属していた会社の下請次数のことである。また、請負金額についてもその会社が受注を受けた金額である。まず、請負金額別に見ると、2000万円未満の請負金額による工事での災害が3割を占め、次いで2000万円～4000万円、4000万円～6000万円の順となり、請負金額が高いほど災害件数は減少している。次に下請次数別で見ると元請けの災害が約6割であり、その中でも2000万円未満の請負金額による工事での災害が最も多かった。

表-1 災害が発生した工事での請負金額と下請け次数の関係

下請け次数 請負金額(円)	元請け	一次 下請け	二次 下請け	三次 下請け	四次 下請け	五次 下請け	不明 下請け	計
～2000万	24	8	5	1		1		39
2000万～4000万	15	4						19
4000万～6000万	10	1						11
6000万～8000万	3							3
8000万～1億	5							5
1億～2億	6							6
2億～	1	1		1				3
不明	10	14	9	2			10	45
計	74	28	14	4	0	1	10	131

図-3に工期別の災害件数分布を示す。工期別の分布では半年以内の工期が77件あり、工期が不明な14件を除くと全体の65%を占めている。このことから概して短い工期の工事において災害が多く発生している様子が伺える。

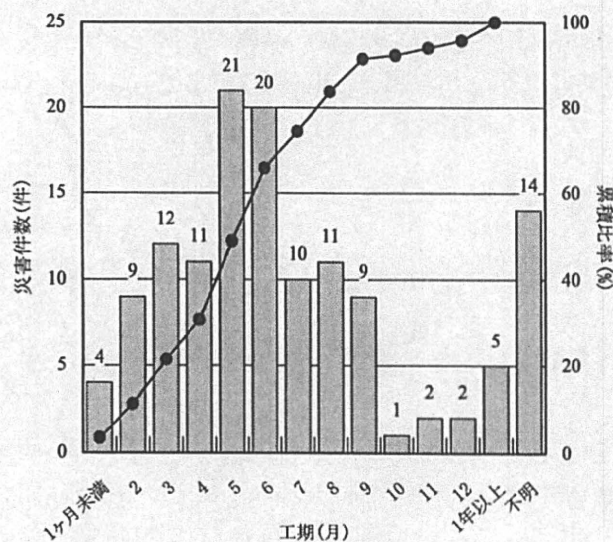


図-2.3 工期別災害件数

図-4は災害発生時の作業人数別での災害発生件数を示したものである。作業人数別に分類すると1～4名の作業人数で47件の災害が発生しており、これは全体の36%を占めている。また、10名以下の作業人数での災害が全体の90%以上であり、災害が発生している現場規模はそれほど大きくないことが分かる。

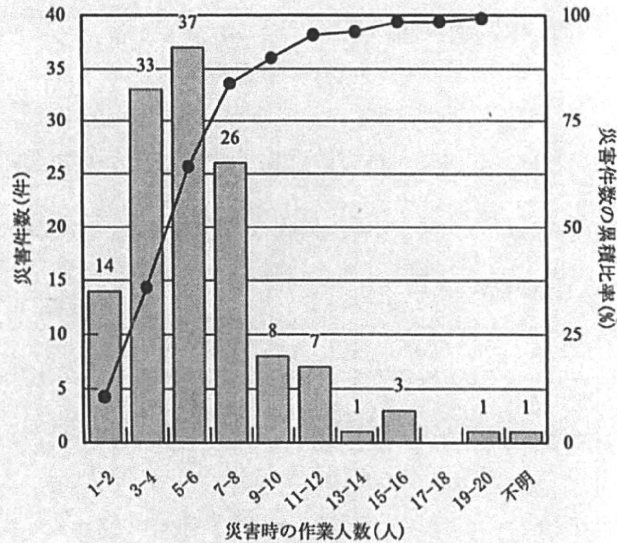


図-4 災害発生時の作業人数別での災害発生件数

以上のことから、切土掘削工事での労働災害は請負金額が低額で、工期が短く、かつ作業人数が少ない、いわゆる小規模工事で多く発生していることが指摘できる。中小規模の施工業者は、安全衛生管理に関する十分な知識やノウハウを有する者が不足、あるいは、そのような人材を自ら確保することが困難であると言われており⁵⁾、そのような背景も小規模工事にて労働災害が多発する原因の一つとして考えられる。

2.4. 工事種別による災害発生状況

一般に斜面を安定化する対策工法としては①擁壁工と②法面保護工がある。斜面崩壊災害を工事種別にて分類すると図-5のようになる。なお、災害件数の合計が135件となっているが、これは擁壁工と法面保護工を併用した工事が4件あるためである。この図から、工事種別では擁壁工が全体の約7割を占め、発生した労働災害の多くが擁壁工に関係する工事であることが分かる。

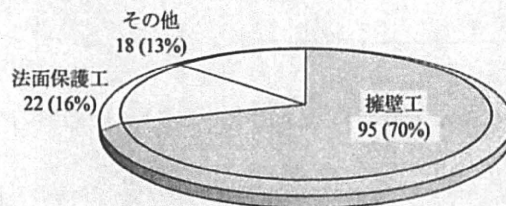


図-5 災害の工事種別分類

図-6は災害発生時に被災者が行っていた作業について、それぞれの対策工法別に分類したものである。擁壁工に関係する工事では、地山・法面掘削(28件)や床掘り(11件)のような擁壁を施工するために行う掘削作業中に災害が多い。図-7は、切土斜面直下における擁壁工の施工状況の一例であり、

図-8は、図-7のような切土掘削を行って擁壁工を構築する時の斜面崩壊危険度を施工手順に沿って時系列として模式的に描いたものである。擁壁設計実務では完成型において安定が検討されるが、危険度が最大になると想定される床付け・床均し時における安定の検討は通常行われない。そのような斜面崩壊の防止対策工がなされないままに人力作業が行われているのが実態である。

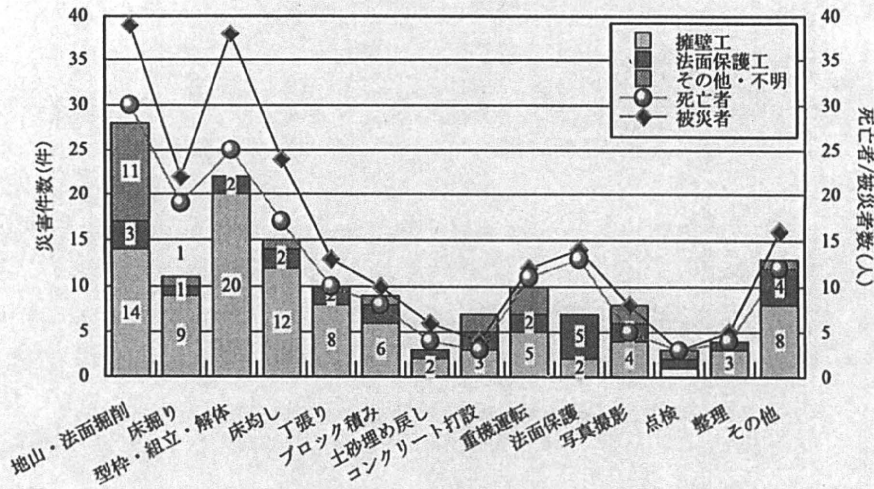


図-6 災害発生時に被災者が行っていた作業

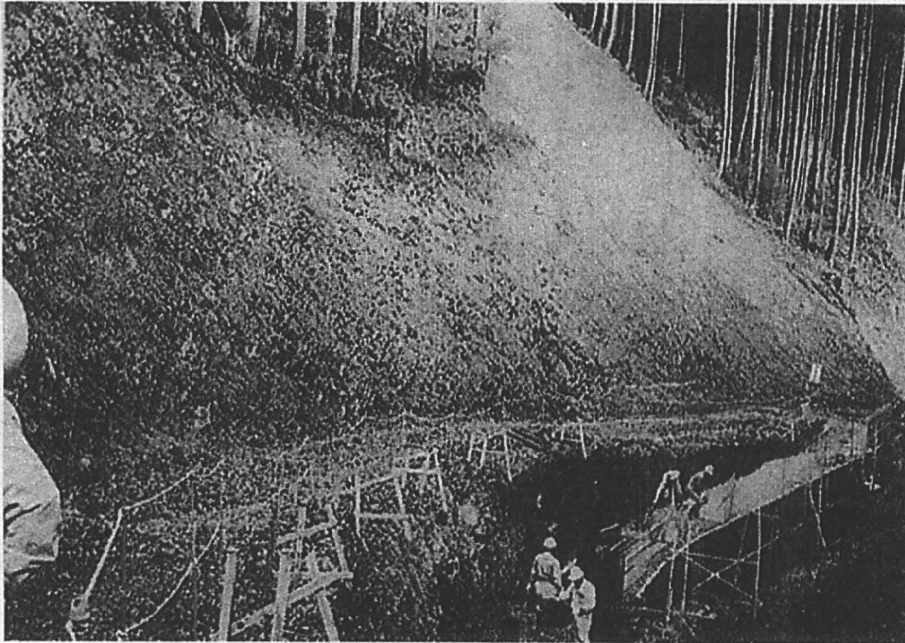


図-7 切土斜面直下における擁壁工の施工状況の一例

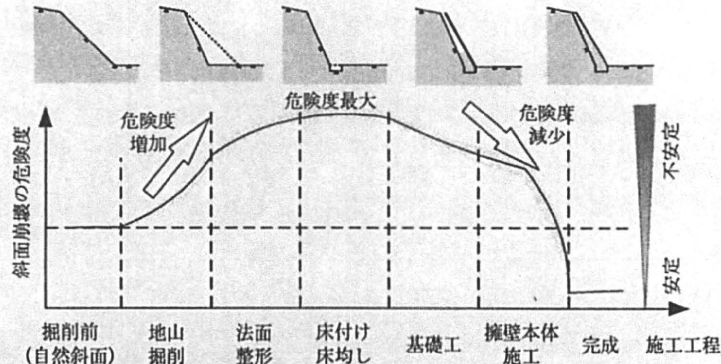


図-8 擁壁工を構築時の斜面崩壊危険度の時系列模式図

また、擁壁工では擁壁築造に関連する型枠の組立・解体(22件)や床均し(14件)、丁張り(8件)、ブロック積み(9件)のように、地山・法面掘削には直接関係しないが、切取った斜面の近くで行う作業中において被災する場合も多い。これは、擁壁を築造する型枠の組立・解体作業では、擁壁と地山の間の狭い場所で行わなければならない作業であり、斜面崩壊が発生した際に逃げ遅れてしまうことや、地山より急勾配に切土掘削を行い不安定化している法面付近で作業しなければならない施工方法の欠点なども指摘できる。擁壁工の施工に関するこのような問題は、1980年代に建設業労働災害防止協会(労働省)⁶⁾や奥園⁷⁾によって指摘され、彼らにより幾つかの対応策なども提案されているが、現在でも多くの災害が発生している現状にある。また、発注者に提出する施工管理資料のため、床均しが終わった現場(一番危険な状態)で、斜面下に入ったの写真撮影・寸法計測時の災害も1割前後見られる。このような施工監督上の要請による作業での労働災害が土砂崩壊災害のさらなる減少を妨げている要因となっている。

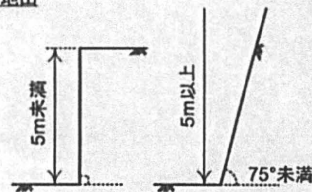
2.5. 崩壊地山に関する分析

(1) 崩壊地山の地形的特徴

地形的に斜面崩壊を誘発する要因として斜面勾配と斜面高さがある。労働安全衛生規則(以下、安衛則)では第6章「掘削作業時における危険の防止」の中で、明り掘削作業について安衛則第356条および第357条にて法面勾配と高さの基準が示されている⁸⁾。図-9は安衛則第356条・第357条に示されている明り掘削作業での掘削面の勾配の基準を示したものである。これは、手掘り(パワー・ショベル、トラクター・ショベル等の掘削機械を用いないで行う掘削の方法)による地山の掘削作業に適用され、地山の種類と掘削面の高さに応じ、勾配をそれぞれの値以下にすることとされている。今回調査した災害事例での斜面勾配と高さの関係を労働安全衛生規則に準じて分類すると、表-2のようになる。なお、今回調査した災害事例では、安衛則第357条に該当する地山は存在しなかった。表中の灰色で示された箇所は、斜面高さと勾配の関係が安衛則第356条にて規則違反となるものであり、「岩盤または堅い粘土からなる地山」での規則違反は点線、「その他の地山」での規則違反は二重線で示している。今回の調査結果から、労働災害の発生頻度が高い勾配は60度以上75度未満であった。斜面崩壊についてまとめた「がけ崩れの実態」によれば、我が国で発生したがけ崩れは、40度から49度の勾配において最も発生頻度が高く⁹⁾、労働災害の発生頻度は、自然斜面の崩壊に比べて、急勾配な場合が多いことが言える。

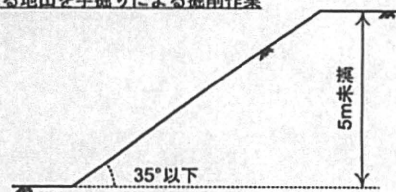
労働安全衛生規則第356条

・ 岩盤または堅い粘土からなる地山

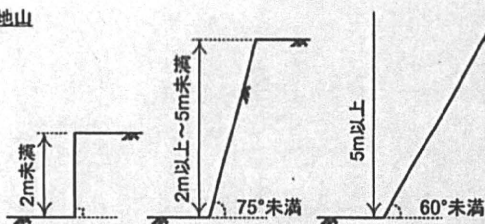


労働安全衛生規則第357条

・ 砂からなる地山を手掘りによる掘削作業



・ その他の地山



・ 発破などにより崩壊しやすい状態の地山

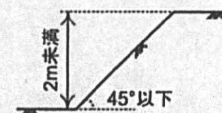


図-9 労働安全衛生規則第 356・357 条により規制された地山の高さ・勾配の関係

表-2 崩壊斜面の高さ・勾配別分類

	60° 未満	60° 以上 75° 未満	75° 以上 90° 未満	90°	不明	計
2m 未満		1	1	2		4
2m 以上 5m 未満	1	15	8	1		25
5m 以上 10m 未満	8	12	3	3	1	27
10m 以上 30m 未満	10	16	5	1	1	33
30m 以上 50m 未満	2	1			1	4
50m 以上	1	3				4
不明	8	12	4	1	9	34
計	30	60	21	8	12	131

安衛則第 356・357 条は、前述したように手掘り(パワー・ショベル、トラクター・ショベル等の掘削機械を用いないで行う掘削の方法)による法面勾配と高さの基準が示されている。しかしながら、機械による地山の掘削や掘削作業以外の作業を行っている場合には、それらの制限は無い。表-2 中の規則違反の範囲にある 53 件のうち、手掘りによるものは僅かであり、そのほとんどが機械による掘削や掘削作業以外での被災であった。しかしながら、機械による掘削により形成された法面であっても、仕上げや修正等を手掘りで行う場合には、安衛則第 356・357 条が適用される。今回の調査から、機械による掘削であっても法面が急勾配の場合には多くの労働災害が発生していることが判明したため、今後は掘削の方法に拘わらず何らかの対策を講ずる必要があるのではないかと考えている。

(2) 崩壊規模

図-10は斜面災害を崩壊土砂量別に分類したものである。崩壊土量が50m³未満の小規模なものが60件あり、不明分(24件)を除くと全災害の6割を占めている。このことから、労働災害が発生する斜面崩壊の規模は概して小規模であることが分かる。前述したが、一般的に小規模崩壊は大規模な地すべりのように変形が長期間に渡るものは少なく、一瞬のうちに土塊の滑動が起こる。そのため、法面付近にて作業している労働者は、気づいたとしても既に避難する時間的余裕がほとんど無いため、被災してしまうものと思われる。

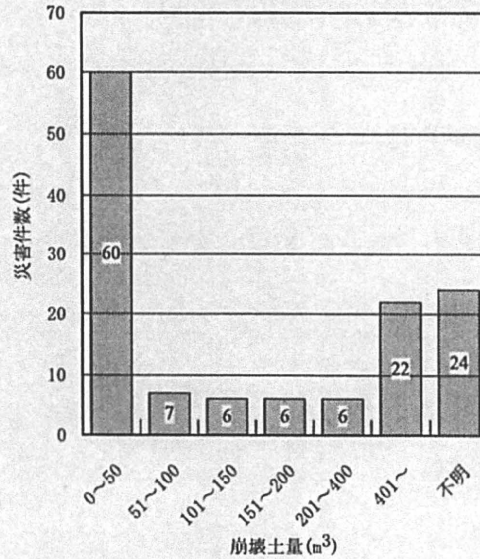


図-10 崩壊土量別分類

(3) 地盤調査

労働安全衛生規則では、第355条「作業箇所等の調査」において、“地山の掘削作業において労働者に危険が及ぶおそれのあるときには作業箇所及びその周辺の地山について調査しなければならない”、とされている。これは、掘削箇所の地形及び地質、気象条件、埋設物の種類、掘削の方法等を勘案してなされるべきであるが、掘削面が2m以上の掘削を行うときに“労働者に危険がおよぶおそれがある”という文言に原則該当する¹⁰⁾。また、法面勾配と高さに関しても前述した図-9に示したような地山の分類を行っており、計画段階では少なくとも何らかの地盤調査を行っているものと思われる。これらの災害事例の中には、当初の計画では掘削面が2m以下の掘削であった工事が、何らかの理由により2m以上の掘削を伴う工事へと設計が変更された場合に、作業箇所等の調査を行わず被災した事例も存在した。また、今回調査した131件の中で何らかの形で地盤強度が分かった事例は18件であった。本来であれば地盤強度等が決定しないと対策工の設計は出来ないはずであり、どのような条件のもとで発注・設計・施工したのか、さらに調査を行う必要がある。

2.6. まとめ

斜面崩壊による労働災害事例から災害発生原因等について分析すると、主に次の諸点が指摘できることがわかった。

- ① 崩壊の前兆現象への適切な対応がなされていない
- ② 十分な科学的知見を得る調査が不足している
- ③ 専門的な技術的知見が生かされていない
- ④ 小規模工事で土砂災害が多発している
- ⑤ 施工時における安全な人的配置という視点が欠如している。

3. 「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」の検討結果

3.1. 調査研究会の立場

調査研究会では、前節に挙げたような斜面崩壊による労働災害の現状を受け、表-3の委員構成による計4回の調査研究会および表-4の委員構成による4回のワーキンググループを開催した。調査研究会委員およびワーキンググループ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、以下の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、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。調査研究会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。

表-3 調査研究会メンバー等一覧

(順不同、敬称略)

座長	日下部 治	東京工業大学 大学院理工学研究科 土木工学専攻 教授
委員	竹村 次朗	東京工業大学 大学院理工学研究科 土木工学専攻 准教授
	末政 直晃	東京都市大学 大学院工学研究科 都市工学専攻 教授
	藤沢 和範	独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ 地すべりチーム 上席研究員
	梅田 修史	独立行政法人森林総合研究所 林業工学研究領域 森林路網研究室 室長
	館山 勝	財団法人鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 部長
	菊池 秀二	東日本高速道路株式会社 技術部 技術管理課 課長補佐(平成21年5月より)
	加藤 孝夫	東日本高速道路株式会社 技術部 技術管理課 調査役(平成21年5月まで)
	川合 康文	東京都 土木技術センター 所長
	扇原 博	横浜市 都市整備局 公共事業調査室 室長
	椛皮 政輝	大成建設株式会社 安全・環境本部 安全部長(平成21年5月より)
	前川 邦男	大成建設株式会社 安全・環境本部安全部長(平成21年4月まで)
	野中 格	株式会社熊谷組 顧問
	片桐 雅明	株式会社日建設計シビル 技術開発部 技術長
	高橋 元	建設業労働災害防止協会 技術管理部 部長
	別木 孝	国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐(平成21年4月より)
	森田 宏	国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐(平成21年3月まで)
高 忠敏	農林水産省 林野庁 林政部 経営課 林業労働対策室 課長補佐	
田中 敏章	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室長	
オブザーバー	吉田 哲	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 主任技術審査官(平成21年7月より)
	本山 謙治	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 主任技術審査官(平成21年6月まで)
	船井雄一郎	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 技術審査官(平成21年4月より)
	大村 倫久	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 技術審査官(平成21年3月まで)
事務局	豊澤 康男	独立行政法人労働安全衛生総合研究所 研究企画調整部 部長
	玉手 聡	独立行政法人労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 上席研究員
	高木 元也	独立行政法人労働安全衛生総合研究所 人間工学・リスク管理研究グループ 主任研究員
	伊藤 和也	独立行政法人労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 研究員

表-4 ワーキンググループメンバー等一覧

(順不同、敬称略)

座長	竹村 次朗	東京工業大学 大学院理工学研究科 土木工学専攻 准教授
委員	末政 直晃	東京都市大学 大学院工学研究科 都市工学専攻 教授
	藤沢 和範	独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ 地すべりチーム 上席研究員
	中島 高志	横浜市 環境創造局 施設整備部 公園緑地整備課 課長補佐
	村上 隆博	財団法人神奈川県都市整備技術センター 県央支所 所長
	高柳 剛	財団法人鉄道総合技術研究所 防災技術研究部 地盤防災研究室 研究員
	緒方 明彦	株式会社熊谷組 土木設計部 土工・開削グループ 部長
	児島 郁男	多摩火薬機工株式会社 代表取締役
	岩佐 直人	日鐵住金建材株式会社 商品開発センター開発企画部
	林 豪人	岡三リビック株式会社 技術部技術企画室 課長代理
	藤井 俊逸	藤井基礎設計事務所 技術部 部長
委員兼 事務局	豊澤 康男	独立行政法人労働安全衛生総合研究所 研究企画調整部 部長
	玉手 聡	独立行政法人労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 上席研究員
	高木 元也	独立行政法人労働安全衛生総合研究所 人間工学・リスク管理研究グループ 主任研究員
	伊藤 和也	独立行政法人労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 研究員
オブザ ーバー	吉田 哲	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 主任技術審査官
	船井 雄一郎	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 技術審査官
	高橋 元	建設業労働災害防止協会 技術管理部 部長

3.2 適用対象と用語の定義

以上のような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-11 参照)

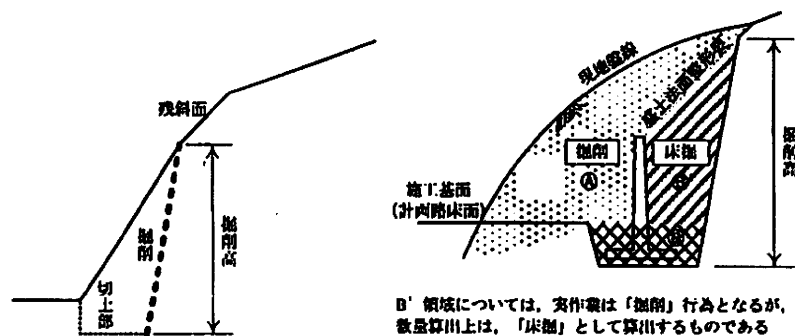


図-11 適用対象と用語の定義

4. 斜面下での安全な施工方法

4.1. 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。

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満足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ても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、施工途中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る、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。これをフロー「一連の流れ」で表すと図-12のようになる。調査研究会ではこのようなフローに従って斜面掘削工事におけるリスクを低減することを提案している。

さらに調査研究会では、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、施工途中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以下の3つの点検表を提案している。

1. 設計・施工段階別点検表(表-5)
2. 日常点検表(表-6)
3. 異常時対応シート(表-7)

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-12に示す。地山に関する情報は、次のように工事中の各段階で増えていく。

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

このように、地山の新しい情報が得られるタイミングで、地山の状況や変状の様子を以下の2つの点検表に従い点検していく。

「設計・施工段階別点検表」

①設計時、②施工計画時、③丁張設置時、④掘削工事、⑤床掘終了時の各段階ごとに、特に注意の必要な切土部の調査項目について点検を行う。

「日常点検表」

施工業者が④掘削工事、⑥擁壁等工実施期間の作業開始・終了時に、掘削面の地山状況を点検する。

この2つの点検表によって、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共有化する。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むことができ、安全な施工ができることを期待している。また、「日常点検表」にて変状が発生した場合には「異常時対応シート」を作成し、発注者に報告することで崩壊危険性についての情報の共有化を図る。

それぞれの点検表の使用方法について以下に示す。

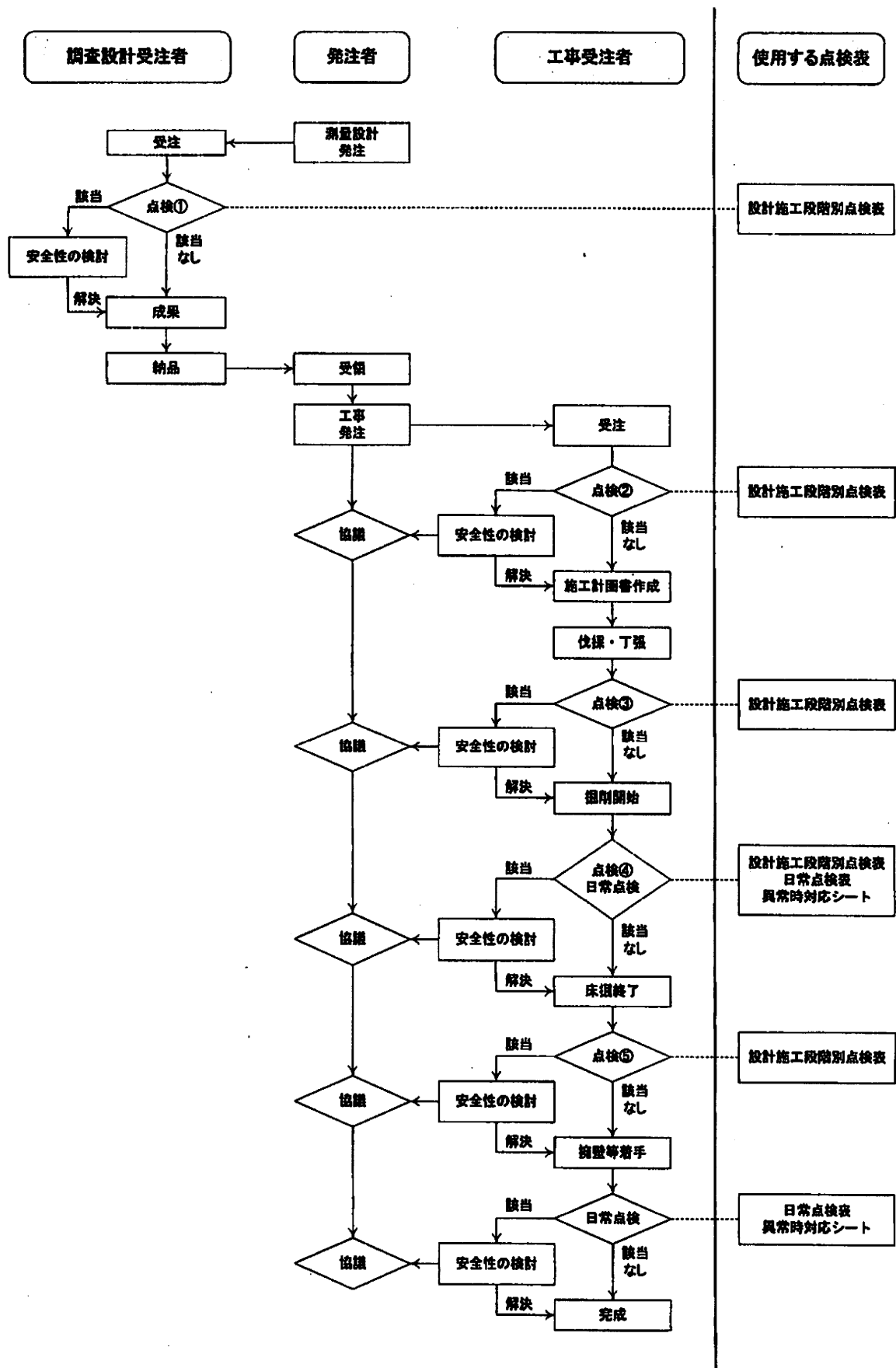


図-12 適用対象と用語の定義

4.2. 設計・施工段階別点検表 (表-5)

労働安全衛生規則第 355 条及び土木工事安全施工技術指針(第 7 章土工工事第 1 節一般事項)によれば、あらかじめ地山の形状、地質等、含水、亀裂の状況を調査することとされている¹¹⁾。ここでは、現地踏査等目視による場合において特に留意する点を抽出して設計・施工段階点検表とした。なお、それぞれの点検項目は道路土工土質調査指針内の「特に注意の必要な切土部の調査等」¹²⁾、道路土工のり面工・斜面安定工指針内の「特に注意の必要な切土部の調査等」¹³⁾を網羅するように作成した。

この点検表で 1 項目でも該当する項目があれば安全性の検討を行い、施工の安全を確保することとした。各段階での点検項目と流れについて以下に示す。

① 設計段階

発注者は多くの工事において調査設計会社等に調査設計を発注することが多い。調査設計受注者は、設計・施工段階別点検表①によって掘削する地山の状況を確認し、設計を行うものとする。成果品を納品する場合には、設計・施工段階別点検表①をあわせて提出する。設計段階では確認できない項目については未確認であることを明記し、どのような条件で設計を行ったのかが明確になるようにする。

なお、工事によっては調査設計を発注者が行う場合がある。その場合には、これらの検討は当然のことながら発注者が行う。

② 施工計画

設計施工段階別点検表②以降は工事受注者(施工者)が記載するものである。

発注者は工事を発注する際に、調査設計会社から納品された設計・施工段階別点検表①を工事受注者に提供し、掘削する地山の状況についての情報の共有化を図る。受注者は、この設計・施工段階別点検表①をもとに再度確認を行い(設計・施工段階別点検表②)、新たな情報が加わればそれを反映させて施工計画書を作成する。

③ 丁張

掘削着手前に樹木を伐採するため、丁張検査では地山表面の状況が明確となる。この段階で設計・施工段階別点検表③によって点検を行う。

④ 掘削工事中

掘削工事中には、潜在的な地質の変化等が露出する可能性がある。このような変化が掘削工事中に確認された場合には、設計・施工段階別点検表④に記入する。

掘削工事中には、仕様の勾配を確保できない場合もあるため、掘削勾配について点検する項目を追加している。

⑤ 床掘終了時

床掘終了時は、掘削面が全て現れ擁壁等設置作業を開始する最終点検となる。また、床掘検査で発注者が確認をするため、段階確認として設計・施工段階別点検表⑤によって点検を行う。

4.3. 日常点検表 (表-6)

このチェックシートは掘削作業および掘削斜面下にて擁壁工等の作業を行う場合に、作業開始・終了時、緊急時に斜面の変状等を確認するためのものである。変状等が確認された場合は、作業を中止し応急対応を施し、監督員に報告するとともに、異常時対応シート(4.4、表-7 参照)を作成し、安全が確保されたことを確認してから作業を再開する。なお、この点検表は成果として提出するものではなく、日々の安全管理のために使用するものである。

表-5 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など、施工の安全を確保してから次の段階に進む。

位置	工事箇所名	項目	現象(確認内容)	①設計	②施工計画	③丁張り	掘削		掘削工 土質調査設計	のり土工・ 斜傾定工設計
							④工事中	⑤完了時		
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	有無未	有無未	有無	有無	3-3-2-03	4-4-07
		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	4-4-09	2-2-4
		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	3-3-1-021	4-4-02
		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	3-3-1-0211	2-2-2-0311
		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	3-3-1-02111	2-2-2-03111
	構造	割れ目の多い岩	亀裂が多く、もろい岩である	有無未	有無未	有無未	有無	有無	3-3-1-0211	2-2-2-0311
		流れ盤	流れ盤亀裂で簡単に剥離する	有無未	有無未	有無未	有無	有無	3-3-2-0011	2-2-2-0311
		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	3-3-2-02	2-2-2-0311
湧水	地下水	多量で濁りがある	有無未	有無未	有無未	有無	有無	3-3-1-0211	4-4-01	
	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	4-4-01	4-4-01	
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	有無未	有無未	有無	有無	3-2-2-0302	3-2-2-0311	
	掘削勾配	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る 月/日 確認者サイン										

表-6 日常点検表（報告書を加筆修正）

日常点検表

この点検表は④掘削工事及び、⑥掘削斜面下で擁壁工等の作業を行う場合に作業開始、終了時等（注1）に斜面の変状等を確認するためのものである。

変状等が確認された場合は、作業を中止し、応急対応を施し、監督員に報告するとともに、異常時対応シート（別添）を作成し、安全が確保できてから作業を再開すること。

工事名	
請負業者名	
箇所名	

有か無に○印をつける：

有=現象が有る（ただし、風や振動等による原因が明確な極微小なものは除く）

無=現象が無い

位置	項目	現象 *注1 (チェック時期)	月/日		/		/		/	
			()	()	()	()	()	()	()	()
切土掘削部	切土勾配	丁張りとは合致していない	有	無	有	無	有	無	有	無
	亀裂	進展する恐れがある	有	無	有	無	有	無	有	無
	はらみ	進展する恐れがある	有	無	有	無	有	無	有	無
	落石	小石程度が連続して起こる	有	無	有	無	有	無	有	無
	崩壊	肌落ち等が連続して起こる	有	無	有	無	有	無	有	無
	湧水	量に変化が起きる	有	無	有	無	有	無	有	無
		濁りが発生する	有	無	有	無	有	無	有	無
	浮石・転石	変動が見られる	有	無	有	無	有	無	有	無
その他	異常が見られる	有	無	有	無	有	無	有	無	
残斜面及び周辺	亀裂	進展する恐れがある	有	無	有	無	有	無	有	無
	はらみ	進展する恐れがある	有	無	有	無	有	無	有	無
	崩壊・落石	拡大する恐れがある	有	無	有	無	有	無	有	無
	浮石・転石	変状が見られる	有	無	有	無	有	無	有	無
	樹木	根曲がりなど根に変状がある	有	無	有	無	有	無	有	無
	構造物	変状が見られる	有	無	有	無	有	無	有	無
	その他	異常が見られる	有	無	有	無	有	無	有	無
その他	降雨時の排水・法面保護対策に異常がある	有	無	有	無	有	無	有	無	
	危険箇所の立入り禁止措置に異常がある	有	無	有	無	有	無	有	無	
点検者サイン										

* (注1) チェックの時期

- (1) 作業開始前 / (2) 作業終了時 / (3) 降雨の後、特に大雨あるいは日照りの続いた後の降雨時
- (4) 地震後特に震度4以上の地震の後 / (5) その他必要に応じて

4.4. 異常時対応シート (表-7)

異常時対応シートは法面に何らかの異常が発生した場合に必要な情報を遺漏なく収集するためのものである。異常時対応シートは、受注者が発注者に報告する書式とし記録として残すものとする。

表-7 異常時対応シート

異常時対応シート

現場事務所のわかり易いところに置くこと
記入できるところだけ記入すればよい

1	発生日時	平成 年 月 日 (曜日)				
2	記録者	氏名:		所属:		
3	発生時の作業	班長:	作業員:	名	作業内容:	
4	一次連絡	報告	受信者(現場責任者):		報告者(発見者等):	月 日 時
		作業員の安全	作業員の安全 <input type="checkbox"/> 確保 <input type="checkbox"/> 被害		内容	
		変状形態	<input type="checkbox"/> 亀裂(法肩上方、法面) <input type="checkbox"/> 崩壊(全体、局部) <input type="checkbox"/> 落石 <input type="checkbox"/> 構造物変形		内容	
		応急対応	作業中止判断		<input type="checkbox"/> 中止 <input type="checkbox"/> 続行 <input type="checkbox"/> その他	
5	二次連絡	報告	受信者(発注者):		報告者(現場責任者):	月 日 時
		変状状況	変状の規模(幅・斜長・深さ)、変形量(土塊移動量、亀裂幅、段差など) スケッチ又は写真に記入(別紙)			
		変状要素誘因など	<input type="checkbox"/> すべり面粘土 <input type="checkbox"/> 流れ盤すべり <input type="checkbox"/> 土が軟らかい <input type="checkbox"/> 湧水	<input type="checkbox"/> 豪雨 <input type="checkbox"/> 融雪 <input type="checkbox"/> 土工バランス <input type="checkbox"/> 地震	内容	
6	対応指示・結果報告	今後の対応に関する指示事項				
		対応結果報告	受信者(発注者):		報告者(現場責任者):	月 日 時
		対応内容				
7	緊急連絡先(事前に記入)	・発注者		tel		
		・階負人(本社)		tel		
		・階負人(現場)		tel		
		・下階負人		tel		
		・コンサルタント		tel		

4.5. 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有れば「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の経験によることや、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-13に示す。(①設計段階はこれに順ずるものとし、完成を設計成果納品とする)。なお、ハード的な対策方法については、4.6にその詳細を記載した。

なお、これらの検討費用については、工事発注後は発注者と協議の上決定することが望ましい(基本的には、現場管理費の安全費に積み上げるなど設計変更で対応する)。

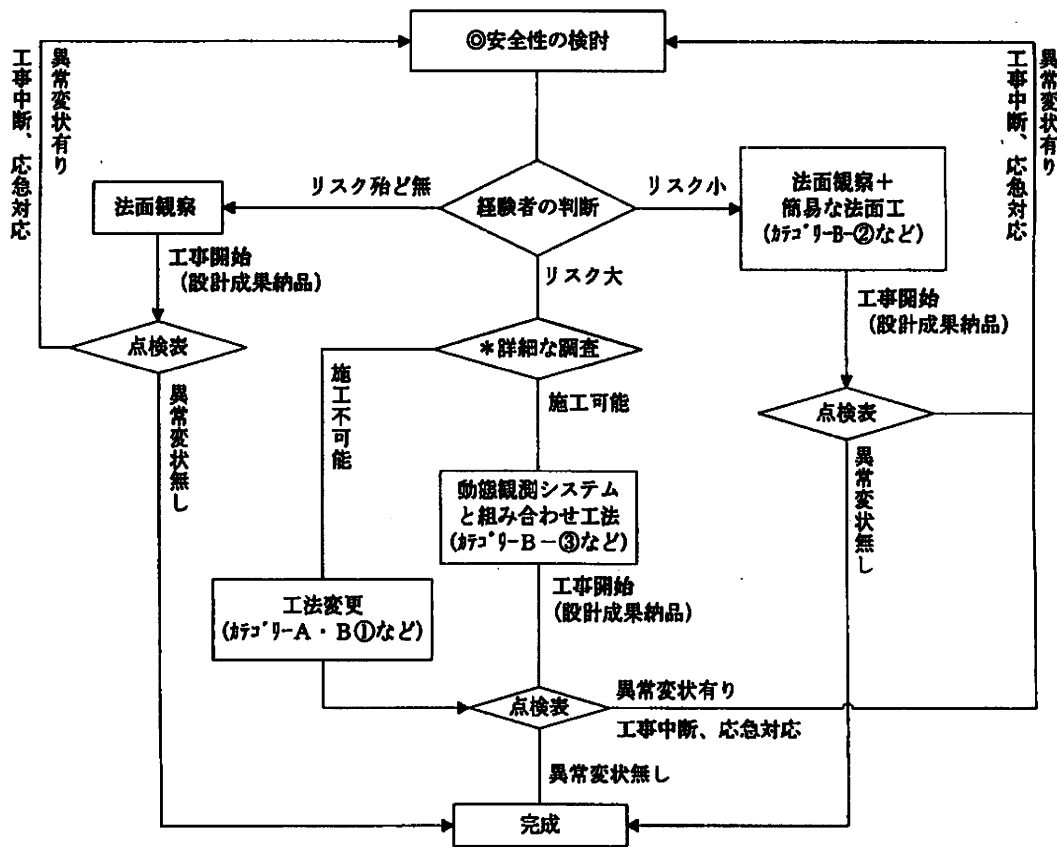


図-13 工事における安全性の検討に関するフローチャート