

## 2. 切土掘削工事現場における斜面崩壊による労働災害の調査・分析\*

伊藤和也\*\*, 豊澤康男\*\*, 堀井宣幸\*\*

## 2. Analysis of Labor Accidents Caused by Slope Failure During Slope-cutting Work.

by Kazuya ITOH\*\*, Yasuo TOYOSAWA\*\* and Noriyuki HORII\*\*

**Abstract;** Accidents due to slope failure frequently occur at excavation sites. About 15 to 20 workers die annually in accidents attributed to slope failure or rock fall during slope-cutting work in Japan. Study of such accidents from 1989 to 2002 was carried out and found that about 131 fatal accidents occurred due to slope failure and rock fall. Analyses of such accidents were done to recommend effective countermeasures for reduction of such accidents. The profiles of the slope failures were studied and classified by various factors, such as geology, type of construction works, slope height, gradient, scale of failure, and rain fall conditions, etc. These factors were investigated and analyzed in this research and following summary is made.

- 1) About 70% of labor accidents caused by slope failure during construction works occurred in retaining wall construction. Regarding types of work, many accidents occurred during the works related to retaining walls which were carried out near slopes, as well as excavation works of the slope and ground.
- 2) About half of the deaths were caused by suffocation and crushing. This means that victims died when they were buried alive under earth and sand from failed slopes or their chests were crushed by such earth and sand pressure.
- 3) According to the results of assessments of failed ground, slope failure that leads to labor accidents often occurred at the slope angle equal to 60 degrees or more but less than 75 degrees. This indicates that labor accidents tend to occur in construction works where the slopes are too steep. Natural slope failures often occurred at gradients, which varies from 40 to 49 degrees.
- 4) In 60% of cases, the collapsed soil amount was less than 50 m<sup>3</sup> and it was understood that many accidents occurred where the small-scale slope failures took place.
- 5) Regarding the correlation between rainfall and accidents, in about 60% of the accident cases, there was rainfall within three days before the occurrence of the accident. It turned out that there is a close relationship between rainfall and slope failure.

**Keywords;** Labor accident, Slope stability, Slope-cutting work

---

\* 日本地すべり学会誌 (Vol. 41, No. 6 (164) , pp.17-26 (2005)) で一部誌上発表

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

## 1. はじめに

我が国は国土の70%以上が山地や丘陵地で占められている。その地質学的特徴として世界有数の変動帯に位置し、激しい地殻変動による急峻な地形と脆弱で複雑な地質構造が挙げられる。また、気象条件として梅雨、台風等に伴う集中豪雨や、寒冷地帯の凍結融解等があり、斜面は地すべり・崖崩れ・落石・土石流といった自然災害が発生しやすい環境にある。一方、我が国の鉄道や道路などの主要な交通網は、山間部や海岸沿いの急斜面下を通過するものが多く、また都市域の拡大に伴う開発は丘陵から山麓に及び、斜面や崖に近接して多数の住宅が建設され、高度で過密な土地利用がなされており、土砂崩壊災害の危険性と背中合わせとなっているケースが多々ある。

一般的に土砂崩壊発生誘因は豪雨や地震のような自然現象と建設工事等の人為的なものの2種類に分けることができる。後者の誘因により、建設工事に従事する労働者が被災する労働災害が毎年繰り返し発生し、それらの中には死亡災害あるいは重大災害（一度に3人以上が被災する災害をいう）となる場合が少なくない。建設工事、特に斜面の切り取り工事では自然斜面の下方を取り去ることや斜面を急勾配にすることにより斜面を不安定化させてしまい崩壊に至る。加えて、労働災害が発生するような斜面崩壊では、崩壊発生の前兆現象が明確に現れず、一瞬のうちに土塊の滑動が起こり崩壊する場合が多い<sup>1)~2)</sup>。そのため、労働者が退避する時間的余裕が無く避難を困難なものとしている。

しかし、建設工事における斜面崩壊による労働災害は、人為的な要因も多いので、計画・設計・施工の各段階において十分な対策を講ずることにより解決する可能性がある。このような背景から、本報では斜面崩壊によ

る労働災害について、今後の有効な防止対策を樹立するため、最近の災害事例を調査し、いくつかの観点から分析を行った。

## 2. 調査の対象および項目

建設業安全衛生年鑑<sup>3)</sup>に掲載されている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り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。その結果、死亡災害178件、重大災害30件（うち28件は死亡災害と重複）の計180件の災害がそれに合致した。本報では、その中から、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。なお、分析要因は①工事・管理関連要素（工事規模、安全管理状況等）、②災害発生状況（降雨との関連性、崩壊規模、崩壊形状、被災状況等）である。

## 3. 年度別の労働災害発生状況

### 3.1 全体の傾向

Fig. 1は建設工事中の斜面崩壊による労働災害180件と建設業全体の死亡者数<sup>3)</sup>の年度別発生件数を併せて示したものである。Fig. 2は本報にて対象とした災害件数131件と実際の災害件数180件の年度別内訳を示したものである。年度により差はあるものの、平均すると、全体の約8割の災害について調査したことになる。

建設業全体の死亡者数は、1980年代から1000人前後で増減を繰り返し、横ばいの状態であったが、1996年以降減少傾向となっている。本報で対象とした災害につ

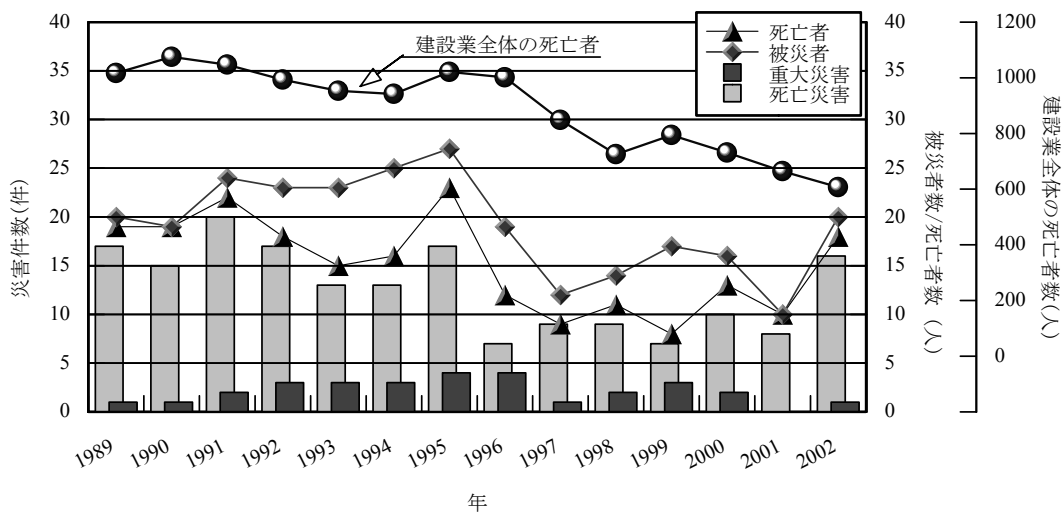


Fig. 1 Annual occurrence of number of labor accident cases during the construction works. 建設工事中の斜面崩壊による労働災害の年度別発生件数<sup>3)</sup>

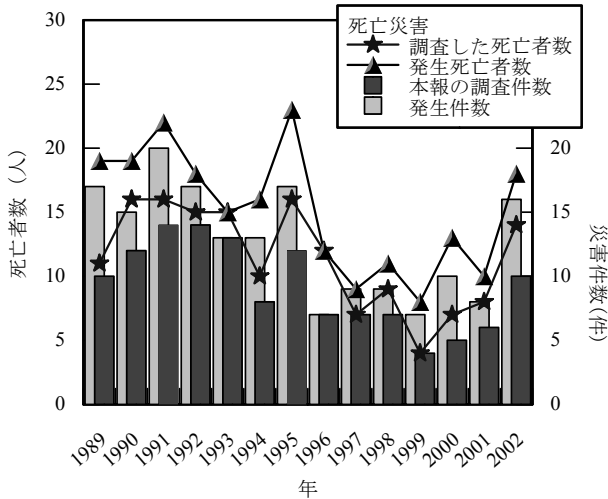


Fig. 2 Number of investigated labor accident in this paper.  
災害発生件数と本報にて調査した災害件数

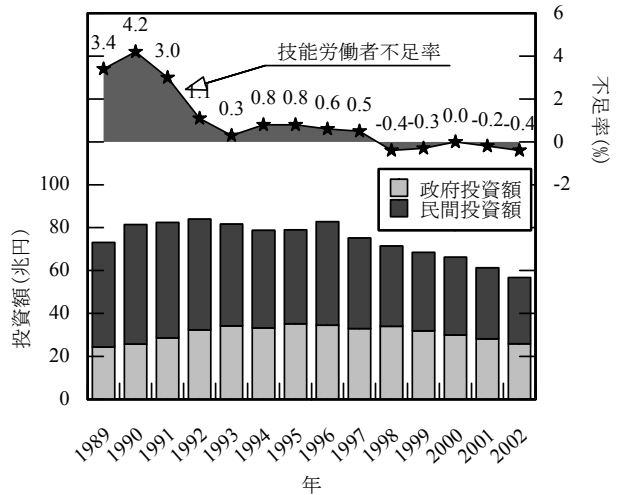


Fig. 3 Annual change in construction demand and technical skill supply.  
建設投資額と技能労働者不足率の年度別推移<sup>7)-8)</sup>

いても、1995年までの災害件数は13件～20件で推移していたのに対して、1996年以降は7件～10件に減少しており、建設業全体における災害発生件数の動向と対応している。しかしながら、建設工事中の斜面災害による労働災害では2002年は1996年以前の水準に戻っており、今後の推移を追跡する必要がある。

1996年以降において労働災害の発生件数が変化した理由としては、①建設工事現場における安全対策に関連した法整備の充実と、②建設業の好不況の影響が考えられる。以下、これらについて考察する。

### 3.1.1 建設工事現場における安全対策に関連した法整備

安全対策に関連した法整備として、労働省（現、厚生労働省）が1992年に中規模建設工事現場における安全衛生管理の充実を図ること等を内容とする労働安全衛生法及び関係政省令の改正を行っている<sup>4)</sup>。この改正のポイントは、(1)死亡災害の8割が集中する中小建設現場では、元方（現場の元請け業者）が店社（支店・営業所）の安全衛生管理者を現場ごとに選任し、指導に当たらせること、(2)元方事業者による現場の安全確保と注文主による違法な指示の禁止、(3)都道府県労働基準局長（現、労働局長）による、技術的に高度な工事計画の計画段階での審査制度の新設、そして(4)災害再発防止のための講習の実施の4点である。さらに、上記をうけて1993年には、労働省労働基準局長から各都道府県労働基準局長あてに、「建設業における総合的労働災害防止対策の推進について<sup>5)</sup>」という通達が発出されており（平成5年5月27日付通達）、安全衛生管理体制の整備等の対策や、各種ガイドラインの周知・普及により、作業時の墜落災害、土砂崩壊災害等の防止をより一層図っている。なお、土

砂崩壊の防止については、“掘削箇所及び周辺の地山について十分な調査を行い、その結果に基づく適切なこう配による掘削を行うこと。また、地山が崩壊するおそれのある場合には、土止め支保工の設置等適切な土砂崩壊防止措置を確実に講ずること”と記載されている。

また、建設省（現、国土交通省）では、建設工事に伴う事故防止のため、1992年に「建設省の工事安全対策」を取りまとめ、これに基づき総合的な安全対策を進めた。さらに、1993年には、「建設工事公衆災害防止対策要綱」を制定し、建設省直轄工事については共通仕様書に明記して遵守を義務付けるなど、発注者及び施工者に対し周知徹底を図るとともに、「土木工事安全施工技術指針」等の技術基準を整備し、施工現場における工事安全の充実を図っている<sup>6)</sup>。

建設業の労働災害は、1992年以降若干の変動はあるが、概して災害件数は減少傾向を示しており、これら法整備の充実がその一要因となっているものと思慮される。

### 3.1.2 建設業の好不況・雇用の影響

建設業の好不況の影響について、建設投資額<sup>7)</sup>と技術労働者不足率<sup>8)</sup>の年度別推移をFig. 3に示す。我が国では1980年代後半から1990年代前半にかけて建設ブームにより建設投資額が増加していたが、その後は概して減少傾向にある。また、技能労働者の不足率についても建設ブーム中には顕著だったが、需要が頭打ちとなる1993年以降は不足状況が解消に向かい、近年では過剰気味となっている。近年の災害件数の減少傾向は、このような建設業全体の投資の低迷により工事件数が減少していることが影響しているものと推測される。なお、技

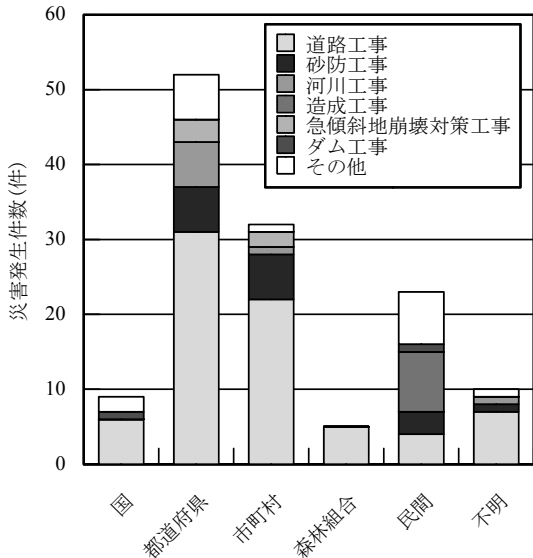


Fig. 4 Number of accident cases depending upon a order medium.  
発注機関別災害件数

術労働者不足率が高かった1989～1992年は、災害件数も多く、技能労働者の不足と労働災害の間には何らかの因果関係があると思われる。

### 3.2 発注機関別による災害発生状況

Fig. 4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）<sup>9)</sup>としてまとめている。Fig. 5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

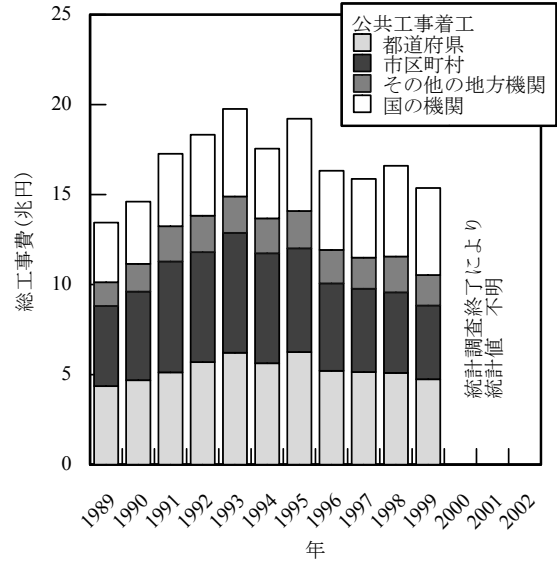


Fig. 5 Statistical chart of constructing public works.  
公共工事着工統計<sup>9)</sup>

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。

## 4. 工事関連要素・管理関連要素に関する分析

### 4.1 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。Table 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。

Fig. 6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。

Fig. 7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

Table 1 Relationship between the total contract amount and number of subcontracted works.  
請負金額と下請け次数の関係

下請け回数 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

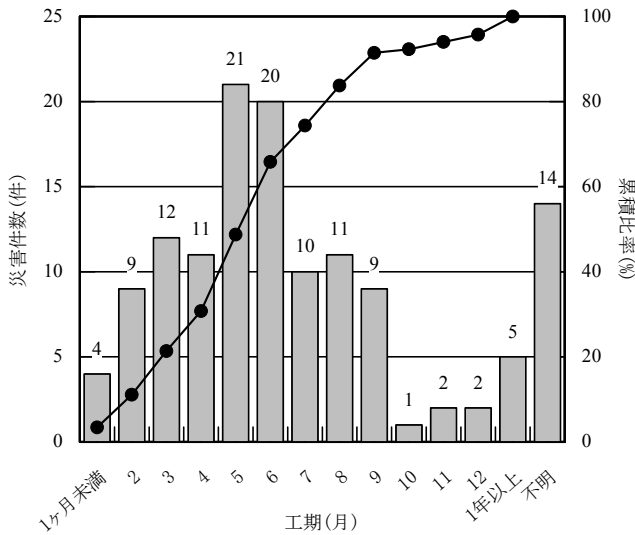


Fig. 6 Number of the labor accidents depending upon the construction period.  
工期別災害件数

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。

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にて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<sup>10)</sup>、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。

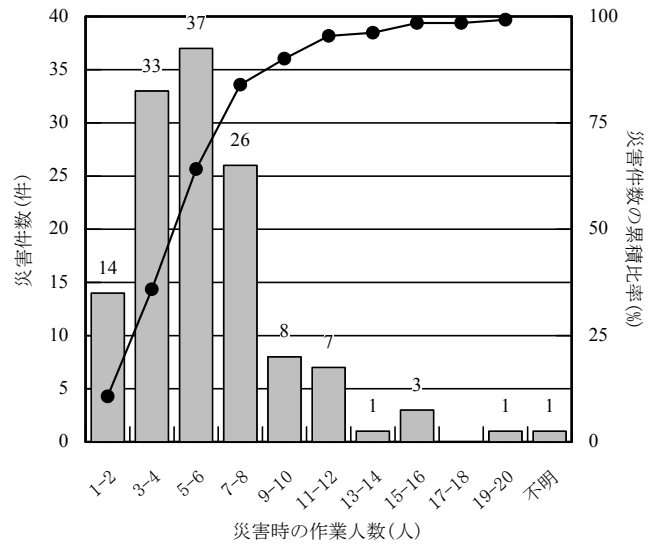


Fig. 7 Number of the labor accidents depending upon number of workers present at the time of accident.  
災害発生時の作業人数別での災害発生件数

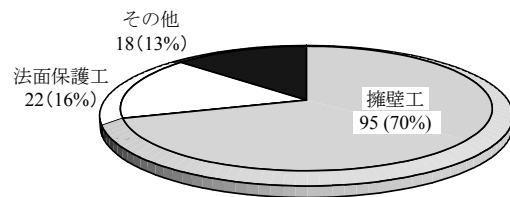


Fig. 8 Classification of accident depending upon the type of construction works.  
災害の工事種別分類

#### 4.2 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Fig. 8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

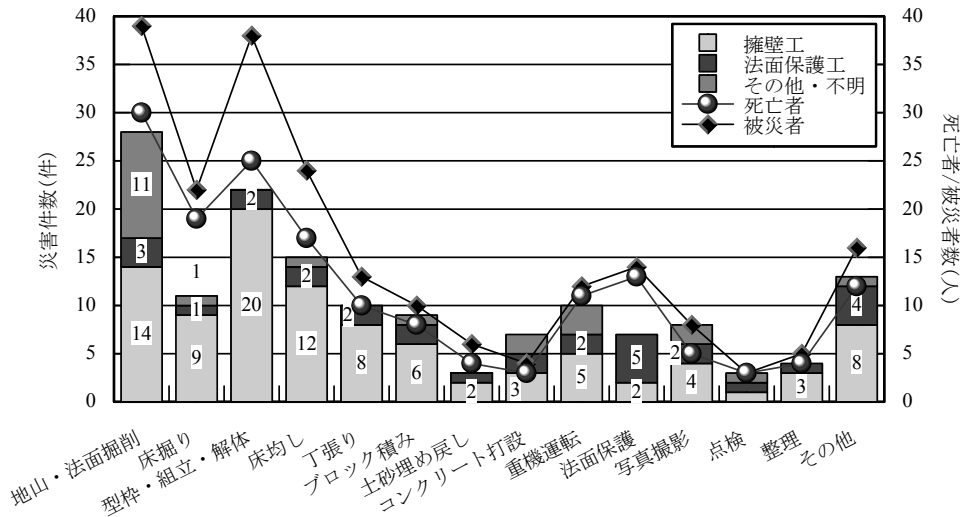


Fig. 9 Types of construction work that the suffering workers were doing at the time of accident.  
災害発生時に被災者が行っていた作業

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。

Fig. 9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。擁壁工では、完成時には安定勾配であっても、擁壁を設置する施工工程では不安定な急勾配で掘削を行うことが多い。このような擁壁工の施工方法の問題も災害発生に影響しているだろう。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)<sup>11)</sup>や奥園<sup>12)</sup>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。

一方、擁壁工に比べて法面保護工で発生した災害件数は、災害件数が少ないため、作業別の違いについて比較することは難しい。しかし、法面保護(5件)と地山・法面掘削(3件)において災害発生件数が多かった。なお、擁壁工において法面保護作業時に災害が1件発生している。これは擁壁を設置するための床掘り作業中に斜面が崩壊したため、応急措置として崩壊法面にモルタルを吹

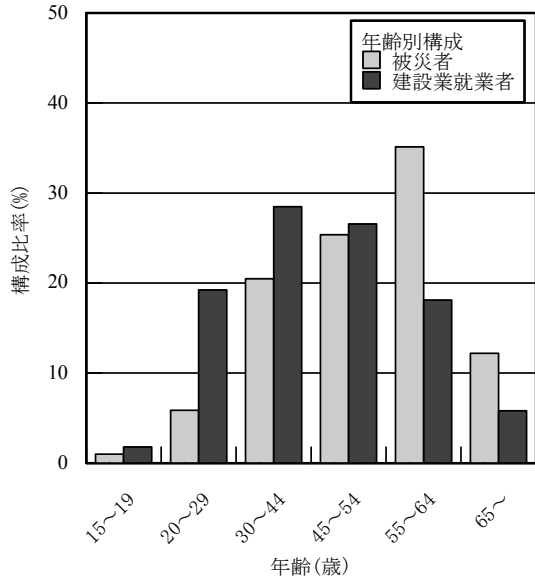
き付けている際に、再度当該斜面が崩壊し、被災したものである。

### 4.3 被災者の属性について

#### 4.3.1 年齢・経験年数別分類

作業中に被災した労働者の年齢別構成(1989年～2002年平均)を建設業就業者の年齢別構成<sup>13)</sup>(1993年～2001年平均)とともにFig. 10に示す。建設業就業者全体の年齢別構成の特徴として、45歳以上の割合が1997(平成9)年に50%を越えており、労働者の高齢化は高水準で推移している傾向にある。被災した労働者についてまとめた年齢別構成をみると、45歳以上の被災者は73%であり、就業者全体の年齢別構成に比べて、高齢層の労働者がより多く被災している。特に、全被災者の半数を55歳以上の労働者が占めていることも特徴として挙げられる。

被災者の経験年数別構成ではFig. 11に示すように経験年数が10年未満のいわゆる経験が浅い労働者が全体の約40%を占めている。これを詳細に分類し、死亡者の経験年数と年齢の関係を示したものがFig. 12である。それぞれの年齢層において20代で建設業界に従事したことが伺えるピークが存在する(例えば、45～54歳の階層では経験年数が20年以上25年未満の領域に12名の死亡者がいる)。ここで、55歳～64歳の階層では、上述の傾向(30～35歳の領域に9名の死亡者がいる)の他に、経験年数が5年未満でもピークがあり、経験年数の浅い労働者も多く被災しているといった特徴が見られる。中高年齢層の被災者が多くなっている理由は、このような経験年数の浅い労働者が多く被災しているためだと推察される。



資料出典：総務省統計局「労働力調査」  
 Fig. 10 Ratio of an age bracket of the accident sufferers and whole construction workers.  
 被災者および建設就業者の年齢別構成<sup>12)</sup>

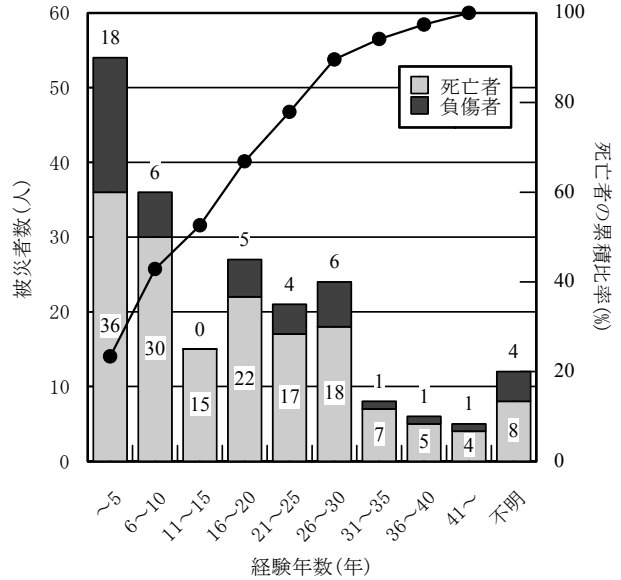


Fig. 11 Number of accident sufferers and their work experience in years.  
 被災者の経験年数

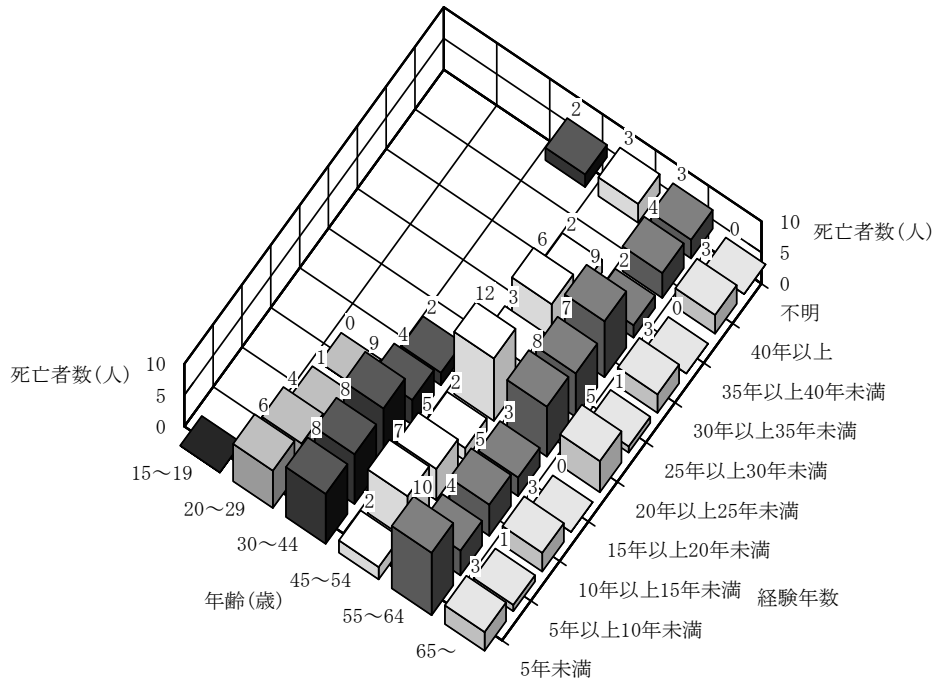


Fig. 12 Relationship between an age bracket of construction workers and their experience in years.  
 被災者の経験年数と年齢層の関係

4.3.2 死亡原因別分類

Fig. 13は、被災者の死亡原因を前ら<sup>14)</sup>が1973年～1976年の労働災害をまとめた結果とともに示したものである。今回調査した災害での死亡原因は、全体の約3割が窒息によるもの、約2割が圧迫によるものであった。これら2つの死亡原因は、崩壊した土砂に被災者が生き埋めになったことによるものと考えられる。また、前ら

の結果と比較すると頭部損傷（前らの研究では頭部打撲と記載）による死亡原因が減少している。これは、前らが調査した1973年～1976年は労働安全衛生法（1974年施行）の施行前後であり、ヘルメット等の頭部保護が十分浸透していなかったことと関連しているのではないかとと思われる。

窒息や圧迫による死亡は、労働者が土砂に生き埋めに

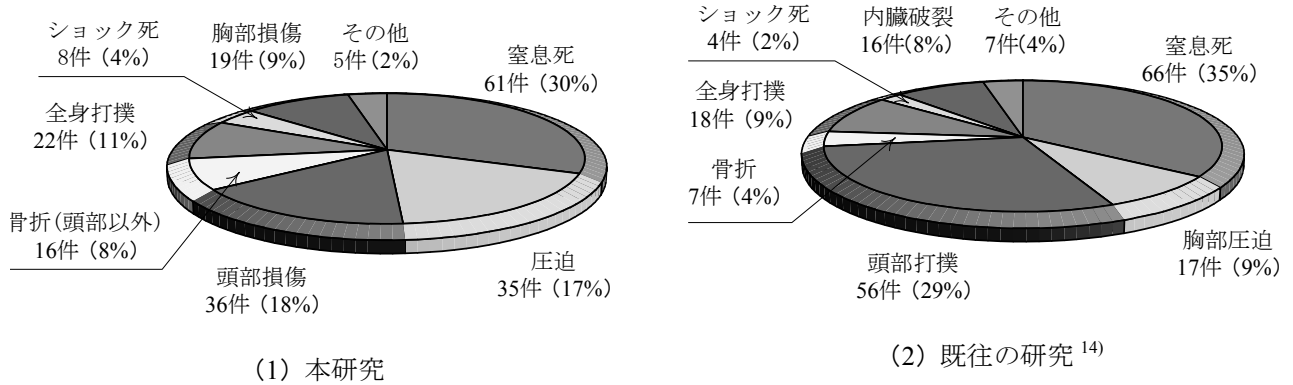
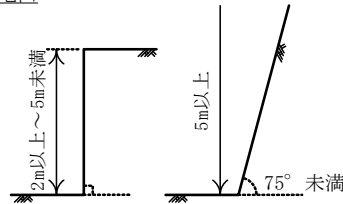


Fig. 13 Cause of death of accident sufferers.  
被災者の死亡原因

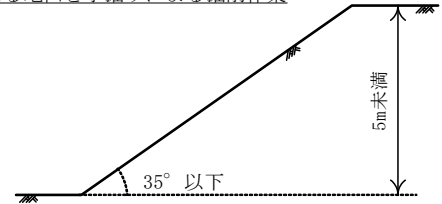
労働安全衛生規則第356条

- 岩盤または堅い粘土からなる地山

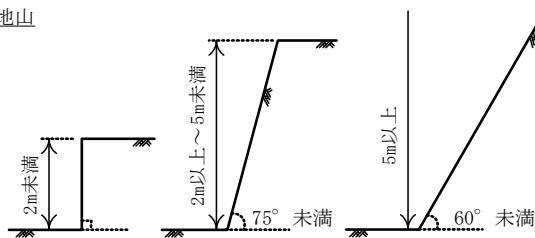


労働安全衛生規則第357条

- 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

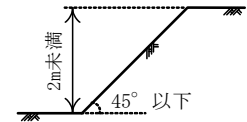


Fig. 14 Height and the gradient of the excavation surface regulated by the Article 356 and 357 of the Ordinance on Industrial Safety and Health.  
労働安全衛生規則第356条および第357条により規制された地山の高さとう配<sup>15)</sup>

なることや、胸部等を土砂等に圧迫されることが原因である。したがって、それを阻止する対策を取ることができれば、窒息や圧迫による死亡原因の労働災害が減少するだろう。

## 5. 災害発生状況に関する分析

災害発生の特性をより明確に把握するため、崩壊地山の地形的特徴、崩壊規模、地盤調査の有無、降雨の状況、斜面切り取り後から災害発生までの経過時間に関して分析を行った。

### 5.1 崩壊地山に関する分析

#### 5.1.1 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う配と斜

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条にて法面う配と高さの基準が示されている<sup>15)</sup>。Fig. 14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う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、う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う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、Table 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、斜面高さとう配の関係が安衛則第356条にて規則違反とな



Table 2 Collapsed slope classification on the basis of height and slope angle.  
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

注1) \*印が付いているものは、Fig. 15の算定方法で法面勾配と高さを選定した斜面

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。また、災害現場によっては法面途中で傾斜が変化する場合がある。このような場合の法面勾配と高さの決定については、議論が分かれるところだが、本報ではFig. 15に示すように急勾配部の勾配とその高さによって分類し、Table 2には\*印の数にて表記することとした。ただし、実際の崩壊では緩勾配まで崩壊面が及んでいることもあるため、本算定方法では危険側となる可能性も否定できない。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<sup>16)</sup>、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と言える。

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。Table 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

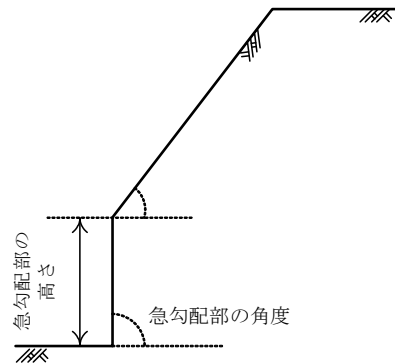


Fig. 15 Method used in this research for computing the height and angle of slope which changes at the middle of construction.  
法面途中で傾斜が変化する斜面における本研究での法面高さや角度の算定方法

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。

### 5.1.2 崩壊規模

Fig. 16は斜面災害を崩壊土砂量別に分類したもので

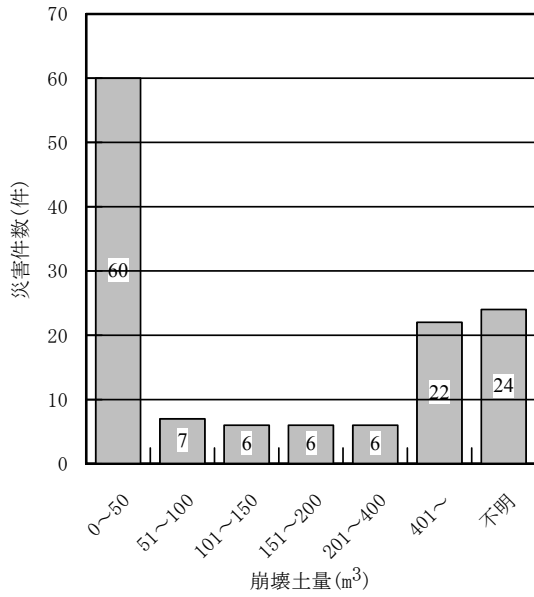


Fig. 16 Collapsed soil amount and number of accident cases.  
崩壊土量別分類

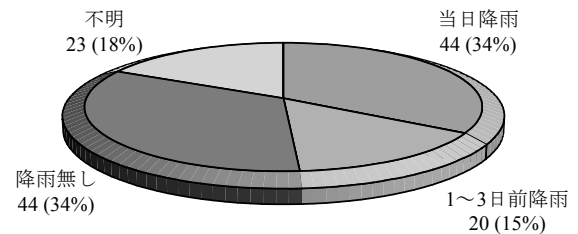


Fig. 17 Period of rain fall till the occurrence of accident.  
災害発生時の降雨状況

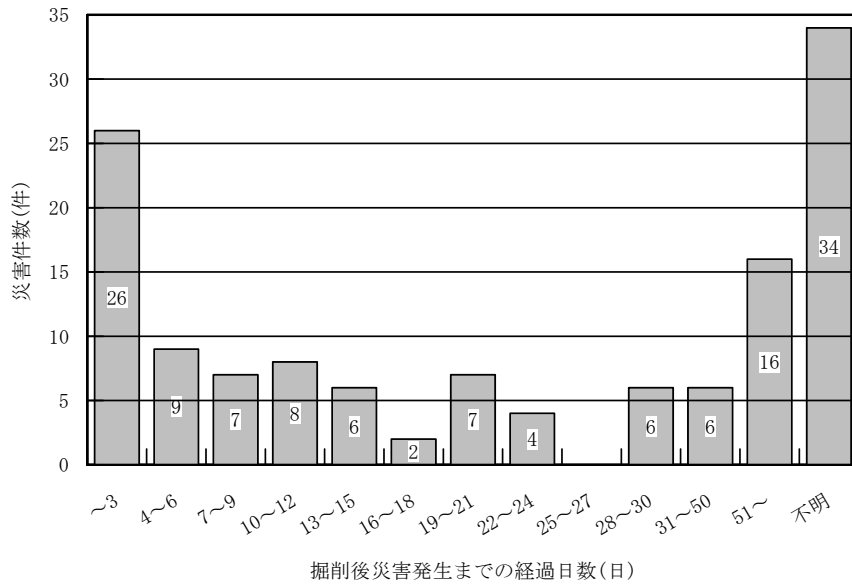


Fig. 18 Number of days elapsed after the construction work just before the occurrence of accident.  
法面掘削後災害発生までの経過日数

ある。崩壊土量が50m<sup>3</sup>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。

### 5.1.3 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<sup>17)</sup>。また、法面

勾配と高さに関しても前述したFig. 14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。

## 5.2 降雨との関連性

Fig. 17は降雨状況による災害発生件数を示したものである。不明分の23件を除いて災害発生当日または災害発生3日前までに降雨があった事例が全災害件数の約6割を占めており、災害発生3日前までの降雨と斜面災害には関連性が高かった。一般的に斜面の安定性に対する水の影響は土のせん断強度の低下、土の単位体積重量の増加、そして間隙水圧の発生等から理論的にも崩壊を発生しやすくなることが知られている。そのため、降雨時の作業や法面の養生方法や、前日までの降雨が作業箇所及びその周辺地山に及ぼす変化（浮石、亀裂の有無や湧水の状態）などについて点検することが必要である。

降雨による斜面崩壊の予測については、八木ら<sup>18)</sup>や小橋<sup>19)</sup>など、多くの研究者により行われている。また、最近では土壌雨量指数<sup>20)</sup>により土砂災害発生時の雨の特徴について統計・分析を行い、土砂崩壊の発生タイミングについて幾つかの分類がなされている<sup>20)</sup>。これらの研究では、地盤条件の違いや雨の観測網の密度によって危険斜面の絞り込み範囲には限度があり、予測に困難を要するといった結論となっている。しかしながら、建設工事中の斜面は、その対象地域が非常に限定されており、これらの研究を応用することで、崩壊の予測が行える可能性は十分あるものと思われる。

## 5.3 斜面切取り後から災害発生までの経過時間

Fig. 18は災害件数を斜面切取り後から災害発生までの経過日数について分類したものである。労働災害が発生するような崩壊に関しては、斜面の切取り後3日以内での災害件数が26件と不明分(34件)を除くと全体の3割弱で最も多かった。これは、切土掘削後に法面付近で労働者が擁壁工設置などの何らかの作業をしていることが多いためと思慮される。しかし、それ以降の災害件数も多く、切取り後50日以降であっても16件の労働災害が発生している。一般に、地山を掘削すると切土法面の

強度は、掘削時の重機や発破による乱れ、応力解放による吸水膨張、そしてその後の風化作用により時間とともに低下する。特に、地山が膨張性岩(蛇紋岩、第三紀泥岩、非溶結凝灰岩など)の場合には、極度に固結度が低下することが指摘されている<sup>22)</sup>。このようなことから、切土掘削中の斜面の点検はもとより、切取り後の斜面について、その変化を注視することが、安全管理上重要であろう。

## 6. まとめ

1989年～2002年の14年間で発生した建設工事中の斜面崩壊による労働災害131件について、幾つかの要因を取り上げ、調査・分析を行った。それらをまとめると以下のようなになる。

- 1) 発注機関別にみると、災害発生件数の約8割が地方公共団体発注の工事であった。また、工事種類別では道路工事が全体の約7割を占めていた。
- 2) 工事規模でみると、工費・工期・就労者数などがいずれも小さな、中小規模工事でのものが多い。
- 3) 建設工事中の斜面崩壊による労働災害の約7割は擁壁工施工時によるものであった。作業別に分類すると、地山や斜面の掘削作業の他に擁壁築造に関連して法面近くで作業している際の被災も多いことが分かった。
- 4) 被災者の属性分析結果から、55歳以上の高齢層が過半数を占めている。さらに、高齢層の被災者には、経験年数10年未満の労働者も多く含まれていた。
- 5) 被災者の死亡原因は、「窒息」および「圧迫」が約半分を占めており、崩壊した土砂に生き埋めもしくは、土砂が被災者の胸部等を圧迫することにより死亡したことを示している。
- 6) 崩壊した地山の分析結果から、労働災害となる斜面崩壊は60度以上75度未満の勾配にて多く発生していた。自然の斜面崩壊にて発生頻度が高い勾配は40度～49度であり、労働災害は急傾斜に斜面を施工する際に多く被災することを示している。
- 7) 崩壊土量は50m<sup>3</sup>未満が全体の6割を占めており、いわゆる小規模崩壊での被災が多いことが判明した。
- 8) 降雨と災害の関連性であるが、災害の約6割が災害発生3日前までに降雨があったことが分かり、降雨と斜面崩壊の関連性は高いことが分かった。

切土掘削工事における切取り法面の標準勾配・高さについては国土交通省・鉄道・道路公団・地方自治体等の機関毎に基準が定められているが、これらのほとんどは永久構造物としてのものであり、建設工事中の安全性については必ずしも十分に考慮されていない。したがって、

切取り面の勾配・高さ等については事前調査を十分に行い、設計段階から施工法を考慮した多角的な検討が必要であろう。

### 参考文献

- 1) 武居有恒：地すべり・崩壊・土石流－予測と対策，鹿島出版会，p. 25，1980.
- 2) 奥園誠之：地すべりには金が掛るが落石崩壊は人命が賭っている，これだけは知っておきたい斜面防災100のポイント，鹿島出版会，p. 6，1986.
- 3) 例えば，建設業労働災害防止協会：平成14年度版建設業安全衛生年鑑，建設業労働災害防止協会，247p，2002.
- 4) 例えば，厚生労働省安全衛生部編：安衛法便覧 平成16年度版 (I)，労働調査会，2750p，2004.
- 5) 労働省労働基準局長：建設業における総合的労働災害防止対策の推進について，基発第214号 (平成5年5月27日)，労働基準局長／都道府県労働局長，1993.
- 6) 例えば，建設省編：建設白書2000，ぎょうせい，548p，2000.
- 7) 国土交通省総合政策局情報管理部：建設投資見通し，基礎統計資料，<http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/index.html>
- 8) 社団法人日本土木工業協会：建設業データ集，<http://www.dokokyo.or.jp/data/data.html>
- 9) 国土交通省総合政策局情報管理部：公共工事着工統計調査，基礎統計資料，<http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/index.html>
- 10) 労働省：第9次労働災害防止計画
- 11) 建設業労働災害防止協会 (労働省監修)：切取り工事の安全，建設業労働災害防止協会，pp. 108 - 111，1979.
- 12) 奥園誠之：擁壁裏側掘削中の安全管理の怠慢は命取りとなることがある，これだけは知っておきたい斜面防災100のポイント，鹿島出版会，pp. 90 - 93，1986.
- 13) 総務省統計局統計調査部：労働力調査，<http://www.stat.go.jp/data/roudou/index.htm>
- 14) 前郁夫，鈴木芳美，堀井宣幸：切取り工事における土砂岩石崩壊による死亡災害の分析，産業安全研究所技術資料，RIIS - TN - 78 - 1，19p，1978.
- 15) 厚生労働省安全衛生部編：安衛法便覧 平成16年度版 (I)，労働調査会，2750p，2004.
- 16) 門間敬一，千田容嗣，海老原和重：がけ崩れの災害の実態，土木研究所資料，No. 3651，180p，1999.
- 17) たとえば，厚生労働省安全衛生部編：安衛法便覧 平成14年度版 (I)，労働調査会，p. 914，2002.
- 18) 八木則男，矢田部龍一，榎明潔：降雨による砂質土斜面の崩壊発生時期の予知法に関する検討，土木学会論文集，No. 376，pp. 397 - 305，1986.
- 19) 小橋澄治：がけ崩れ・地すべりの予知・予測手法，基礎工，Vol. 18, No. 4，pp. 21 - 25，1990.
- 20) 岡田憲治：土砂災害発生予測に関する気象庁の取り組みの現状，河川，No. 663，pp. 26 - 29.
- 21) 岡田憲治：雨から見た土砂災害，基礎工，Vol. 32, No. 9，pp. 6 - 9，2004.
- 22) 奥園誠之：切土ノリ面の崩壊とノリコウ配，土と基礎，No. 20, Vol. 2, Ser. 168，pp. 33 - 39，1972.

(平成 19年 1月 24 日受理)