

掘削工事中の土砂崩壊による労働災害の調査・分析

Investigation and Analysis of Labor Accidents Caused by Slope Collapse during Excavation Works

伊藤 和也 (いとう かずや)

労働安全衛生総合研究所 研究員

Timpong Sahaphol (ティムボン サハポン)

労働安全衛生総合研究所
日本学術振興会 外国人特別研究員

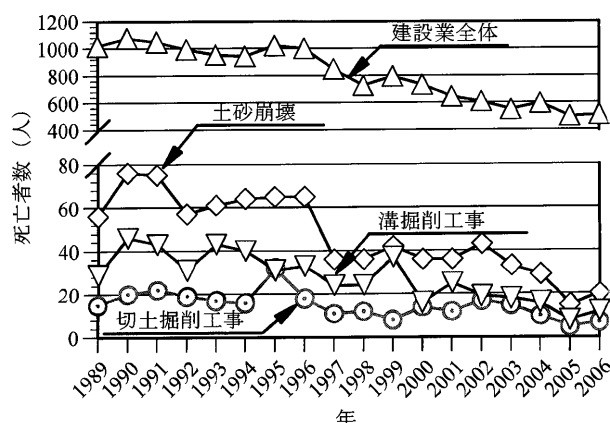
豊澤 康男 (とよさわ やすお)

労働安全衛生総合研究所 部長

1. はじめに

土砂崩壊による労働災害は毎年繰り返し発生し、それらの中には一時に3人以上の死傷者を出す重大災害が多く含まれる。土砂崩壊による労働災害は、①溝掘削工事、②切土掘削工事、③トンネル工事、④土石流などで発生し、死亡災害の大半は①溝掘削工事と②切土掘削工事が占めている。図-1は建設業全体および土砂崩壊に関係した労働災害による死亡者の年度別推移を示したものである¹⁾。建設業全体としては、1980年代まで1000人前後で横ばいだったものが1996年から減少傾向となり、2005年には初めて500人以下となった。土砂崩壊災害においても建設業全体の災害と同様な傾向が見られる。土砂崩壊を詳細に見ると、溝掘削工事での土砂崩壊による死亡者数は、1980年代までは50人前後だったものが近年では半数程度に激減している。一方、切土掘削工事での斜面崩壊による死亡者数は20人前後で横ばいだった。

ここでは、まず土砂崩壊災害の中でも死亡災害の上位を占める①溝掘削工事と②切土掘削工事による労働災害事例について、調査・分析を行い、最近の労働災害の傾向を明らかにする。その後、それぞれの災害事例を示し、発生状況と原因・対策を考えてみる。

図-1 労働災害の年度別推移¹⁾

2. 掘削工事による土砂崩壊災害の傾向

建設業における死亡災害事例については、建設業安全衛生年鑑に、発生した都道府県、月日、被災者の年齢・性別、災害の状況について記載されている¹⁾。本報では、これらの死亡災害事例から1989年～2000年の12年間に発生した掘削工事における土砂崩壊災害を抽出し、調査・分析を行った。その結果、溝掘削工事では399件、切土掘削工事では178件発生し、それによる死亡者はそれぞれ、422人、208人であった。以下に、それぞれの掘削工事による労働災害の傾向を示す。

2.1 地域別の発生状況と傾向

図-2は掘削工事での労働災害による死亡者を地域別に示したものである。溝掘削工事での労働災害は、死亡者数が多い順番に関東(91人)、中部(89人)、近畿(75人)、九州・沖縄(54人)と都市圏を中心として発生している傾向が見られる。今回、各地方での工事件数については、統計データが無いので具体的なことは言えないが、他の地方に比べて相対的に工事件数が多いことも一因と考えられる。一方、切土掘削工事での労働災害については、死亡者数の多い順に中部(63人)、九州・沖縄(28人)、東北(27人)のようになっている。溝掘削工事の傾向とは異なる結果となっている。切土掘削工事での労働災害が多い各地方は、中山間地域があり、斜面を切り取る工事が多いためではないかと推測できる。

2.2 工事種別

図-3に掘削工事での労働災害の工事種別を示す。溝掘削工事での工事種別では、上下水道工事での災害が80%弱を占めており、突出している(図-3(a))。一方、切土掘削工事での工事種別を見ると、擁壁工事での災害が全体の70%強を占めており、他には法面保護工

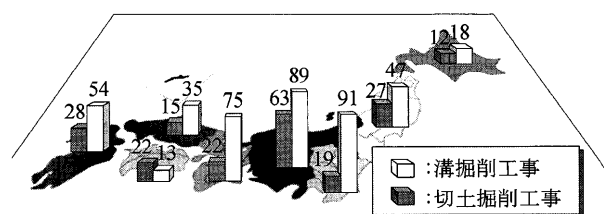
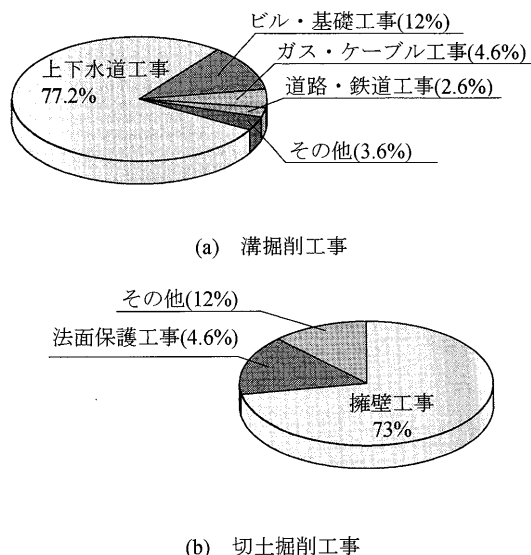


図-2 掘削工事での労働災害による死亡者数の地域別比較



図—3 掘削工事での労働災害の工事種別

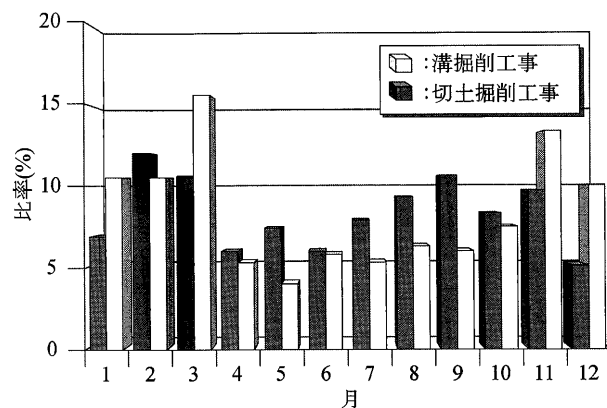
事 (15%), その他 (12%) となっている (図—3 (b))。擁壁の築造工事は、斜面の切土掘削中も当然ながら危険を有しているが、掘削後の擁壁の基礎部の床均しや型枠の組立・解体など、急勾配となっている切土斜面が存在する中での作業中に被災する事例が多い²⁾。このような擁壁工事の施工中に発生する問題については、昔から指摘され、検討が行われているが、現在でも多く災害が発生している現状である。

2.3 月別発生状況

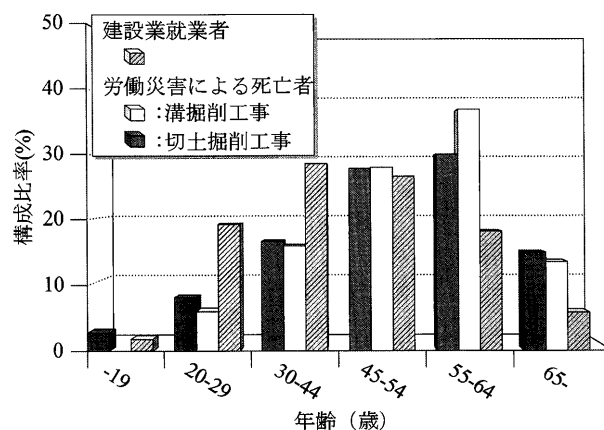
図—4 は掘削工事での労働災害による死亡者を月別に比率として表し、どの月で発生比率が高いかを示したものである。溝掘削工事での労働災害は、死亡者の比率が高い順番に、3月 (15.4%), 11月 (12.8%), 1月 (10.7%), 12月 (10.0%), 2月 (10.0%) と年末と年度末に集中している。この結果は、溝掘削工事の工期や月別工事件数との関連性がありそうである。一方、切土掘削工事での労働災害では、2月 (12.0%), 3月 (10.6%), 9月 (10.6%), 11月 (9.7%), 8月 (9.3%) となり、溝掘削工事と同様に年度末に集中しているが、それ以外に8～11月にも発生比率が高い期間が見られる。筆者らは、切土掘削工事の労働災害について調査・分析を行っている²⁾。それによると、災害発生の3日前までに6割の災害に降雨があった。年度末以外に発生比率が高い月は、台風のように大雨となるがその後一転して晴天となり、作業が出来るような場合に多発しているといえる。逆に、断続的に雨が降る梅雨時期は、作業が行えないため発生比率が低くなったのであろう。切土掘削工事では、工期の問題も当然あるが、自然現象との関連性が現れており、溝掘削工事と災害傾向は異なる。

2.4 被災者の年齢構成

工事中に死亡した労働者の年齢別構成 (1989年～2000年平均) を建設業就業者の年齢別構成 (1993年～2001年平均)³⁾ とともに図—5 に示す。建設業就業者は、1997年に45歳以上の割合が50%を超え、他業種に比べて労働者の高齢化は高水準で推移している傾向にある。



図—4 掘削工事での労働災害の月別の発生状況



資料出典: 総務省統計局「労働力調査」

図—5 建設業就業者と死亡者の年齢別構成の比較

死亡した労働者の年齢別構成では、どちらの掘削工事においても45歳以上の割合が70%以上を占めており、建設業就業者の年齢別構成に比べて、さらに高齢層の労働者が被災している。特に55歳以上の年齢層では、その差は顕著である。切土掘削工事と溝掘削工事の年齢別構成を比較すると、55歳～64歳の年齢層において、溝掘削工事での死亡者の割合が高い。掘削工事にて労働災害となる土砂崩壊は、一瞬のうちに土塊の滑動がおき、避難する時間的余裕が無い場合が多い。このような特徴が、高齢層の労働者が被災する一因となっているものと思われる。

上述の2種類の掘削工事について、労働災害事例を次章以降に示す。

3. 溝掘削工事による土砂崩壊災害の事例

3.1 災害の概要

(1) 発生日時

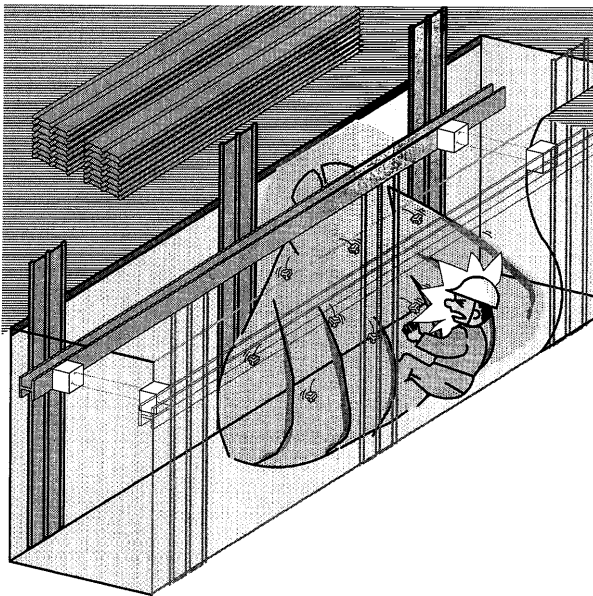
5月19日

(2) 死傷者

死亡1名 (27歳・男性)

(3) 発生状況

下水道管設置工事において、下水道管を敷設し砂を投入して転圧後、完全に埋戻す前に土留め支保工である軽量鋼矢板を引き抜いたために、掘削面の上方が崩壊し、



図一六 溝掘削工事での労働災害事例（イメージ図）

作業員が生き埋めとなった。

本来の工事手順としては、2 スパンをドラグショベルにて掘削し、軽量鋼矢板を建て込み、腹おこし・切梁を設置後、床砂を敷き、直径20 cm の下水道管を設置した後、埋め戻すものである。しかし、下水管を敷設し砂を30 cm まで埋めたところで、作業員の判断により、切梁設置箇所以外の軽量鋼矢板を撤去してしまった。そして引き続き、転圧のために溝内で作業していたところ、溝側面の上部が崩壊し、作業員が生き埋めとなった（図一六）。

なお、掘削面の裏側には、過去にガス管や水道管の埋設工事が行われていたため、その埋戻し土部分から崩壊が発生したものと考えられる。

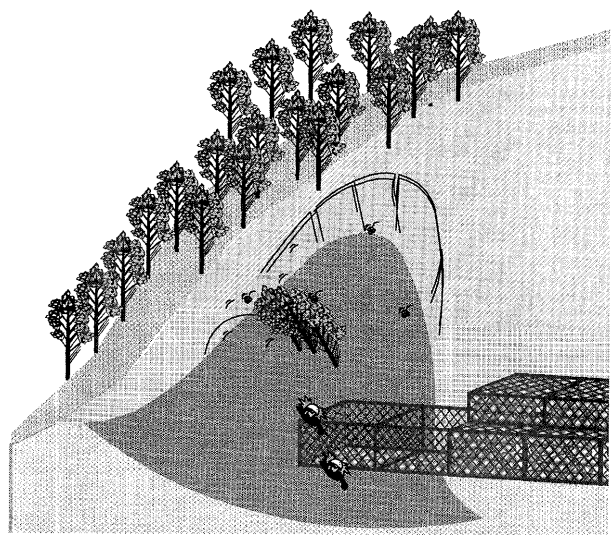
3.2 災害の原因・対策

(1) 掘削溝内で作業があるのに矢板を撤去したこと

溝掘削工事における土砂崩壊による死亡災害は、土留め支保工無し（66%）、または土留め支保工の組立・解体中（25%）に発生している。この災害は、本来の手順を遵守して作業を行っていれば、発生しなかった災害である。矢板を事前に引き抜くことで得られた作業効率と労働災害で被った損失を比較すると、損失のほうが大きいと思われる。このような労働災害による損失が企業に及ぼす影響の大きさを定量的に示す試みも諸外国では行われており、そのような概念も含めた検討が必要と言える⁴⁾。

厚生労働省では、小規模の上下水道等工事における土砂崩壊災害防止のために、労働者が溝内に立ち入ることなしに土留め支保工を設置する「土止め先行工法^{注1)}」の普及が促進されている⁵⁾。この安全なはずの土止め先行工法でもパネルが引き抜けないうえに、構内に安易に作業員が立ち入りパネルを解体している際に土砂崩壊が発

注1 厚生労働省に関連する法令では、「土留め」を「土止め」と表記している。本論文では厚生労働省関係の法令以外については地盤工学会にて一般的に使用される「土留め」と表記した。



図一七 切土掘削工事での労働災害事例（イメージ図）

生し、4 名が死亡した事例もある⁶⁾。どのような工法でも手順を遵守しなければ安全は確保されない。

(2) 掘削面裏側の埋戻し土の存在

豊澤らは、1986年～1988年に発生した溝掘削工事における土砂崩壊による死亡災害を詳細に分析している⁷⁾。その結果によると全災害の85%においてすべり面の一部に埋戻し土の存在が確認された。過去に地下埋設物の敷設等の土工事が行われ、地盤中に何らかの弱面が存在していることが崩壊の要因となっていると指摘している。この災害についても、掘削側面から50 cm 裏側に水道管があり、埋戻し土の存在が崩壊に何らかの影響を与えたと考えられる。

この現場では、切梁設置箇所以外の矢板を事前に撤去するような作業は、地山が堅固だと判断したときに常習的に行われていたようである。溝を掘削した箇所が自然の地山で土留め支保工を設けなくても危険がないように見える場合でも、掘削面の裏側に埋め戻し土があれば崩壊の危険性が高まることを認識することが必要であろう。

4. 切土掘削工事による土砂崩壊災害の事例

4.1 災害の概要

(1) 発生日時

11月8日

(2) 死傷者

死亡2名（65歳・男性、17歳・男性）

(3) 発生状況

新潟県中越地震による農業用水路復旧工事現場において、地山掘削後（掘削期間10月11日～10月18日、最高掘削高さ17 m、掘削勾配・上部1割、下部のフトン籠部分の背面5分、図一八参照）に、土留め工としての大型フトン籠の中で5名の作業員が詰石作業を行っていたところ、地山の法面が、幅13 m、直高13 m、土量254 m³にわたり崩壊し、フトン籠内で作業していた2名が生き埋めとなった（口絵写真一1参照）。なお、災害前日から雨が降っており、作業は雨の中行われていた。

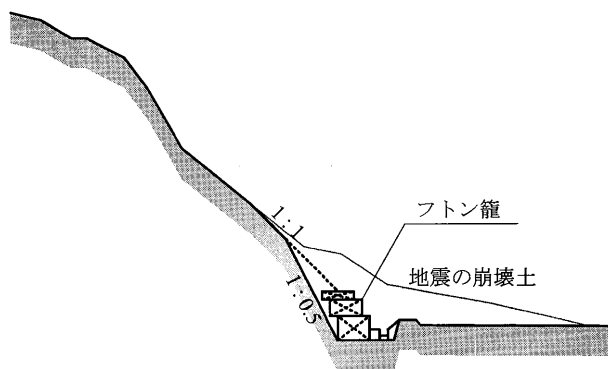


図-8 施工計画図面

4.2 災害の原因・対策

(1) 地域特有のスレーキングしやすい地盤

現場から採取した試料についてX線回折分析に供したところ、膨潤性粘土鉱物であるスメクタイト（2面体型のモンモリロナイト-バイデライト）が検出された。また、浸水崩壊度試験を行ったところ開始してまもなく泥状化し、非常にスレーキングしやすい試料であることが分かった。以上の工学的知見から、災害前日からの降雨により斜面は崩壊しやすい状態であったと考えられる。一般に新潟県の地質は、第三紀層が脆弱で崩壊しやすいと言われている。我が国には全国各地に地域特有の独特な挙動を示す地盤、いわゆる“ローカルソイル”が存在する。これらローカルソイルの地盤工学的性質を十分理解して設計・工事を行うべきであろう。

(2) フトン籠背面が急勾配となる設計

この現場の施工計画図面では、掘削高さ17mの法面を勾配1割（45度）で切土し、法尻部にフトン籠工を設置するようになっており、フトン籠背面の掘削勾配は約5分勾配（約63度）としていた（図-8）。擁壁を設置する切土掘削工事では、法尻部分を急勾配に掘削するために斜面が崩壊するケースが多く、この災害もこれに該当する。さらに、フトン籠背面の地山は、スレーキングしやすい泥岩であり、層序は受け盤であった。

フトン籠は地下水を確実に排水し、施工も比較的簡単なことから災害復旧工事などで多用される。実際に新潟県中越地震では、多くの斜面がフトン籠工で復旧されている。しかし、急勾配な斜面の下でフトン籠に石を詰める作業は、ひとたび斜面が崩壊した場合に被災するリスクが高い。事実、この災害ではフトン籠を乗り越えることに時間が掛かったため被災している。崩壊のリスクが高い箇所へは何らかの対策を施さなければ立ち入らないような施工法の開発が望まれるところである。

(3) 一度崩壊した崩壊土の処理方法

この災害現場では、フトン籠背面の掘削勾配は5分勾配（約63度）であった。一般的に、一度崩壊した土砂は軟弱となっており、災害復旧工事では法面勾配など

を通常工事よりも慎重に決定すべきだと思う。

5. おわりに

本報告では、土砂崩壊による労働災害の中でも溝掘削工事・切土掘削工事の労働災害について、調査・分析事例および災害事例を示して再発防止策などを示した。数年前から「失敗学」という概念が注目を集めている。これは、事故や失敗の発生原因を解明することで、事故や失敗を未然に防ぐ方策を提供する学問のことである。労働災害という尊い犠牲から教訓を引き出し、現場に還元して災害防止の一助とすることが求められる。本報告により、「もし、自分や大切な人が被災したら…」という感覚を少しでも持ちながら作業に従事すれば、労働災害はさらに減少するものと確信している。

なお、労働災害事例については、文献^{8),9)}およびWEB（厚生労働省安全衛生情報センターや科学技術振興機構災害失敗知識データベース）に幾つかの典型例が掲載されている。これらの労働災害事例を活用して、現場の作業方法の改善や安全衛生教育の場の参考にしたいだけだと思う。

謝 辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（特別研究員奨励費、課題番号06F06613）の助成を受けた。ここに記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 例えば、建設業災害防止協会：平成19年度版建設業安全衛生年鑑、建設業災害防止協会、216p., 2007.
- 2) 伊藤和也・豊澤康男・Tamrakar S. B.・堀井宣幸：建設工事の斜面崩壊による労働災害の調査・分析、日本地すべり学会誌、Vol. 41, No. 6, pp. 17~26, 2005.
- 3) 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>
- 4) 高木元也・嘉納成男：建設業における中小企業の安全意識向上に資する労働災害損失額の計測手法の構築に関する研究、労働安全衛生研究、印刷中。
- 5) 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監修：土止め先行工法に関する指針とその解説、建設業労働災害防止協会、202p., 2004.
- 6) 豊澤康男：安全手帳 労働災害 安全なはずの先行土留めでも事故 溝掘削の事故を防ぐため溝の中に入らず組立や解体を、日経コンストラクション、2006. 5. 12, pp. 74~75, 2006.
- 7) 豊澤康男・堀井宣幸・玉手 聡：溝掘削作業における土砂崩壊による死亡災害の分析、産業安全研究所特別研究報告、RIIS-SRR-No. 14, pp. 7~18, 1995.
- 8) 例えば、建設業労働災害防止協会：“事例に学ぼう”安全対策 建設工事における労働災害の事例と対策 第8集、建設業労働災害防止協会、101p., 2006.
- 9) 例えば、日経コンストラクション：建設事故Ⅱ 身近に潜む現場の事故 72例、日経 BP 社、279p., 2007.

(原稿受理 2007.12.17)