

おほっぶがわ

覚生川における工事現場内事故技術検討会

報告と提言

平成28年3月17日

目次

はじめに

I. 委員名簿	2
II. 検討会の報告	3
1. 工事概要	3
2. 事故の概要	3
3. 調査・検討項目	4
4. 検討結果	4
III. 検討会からの提言	8

はじめに

平成 28 年年始の作業開始から間もない 1 月 7 日 13 時 55 分頃、『樽前山火山砂防工事の内 覚生川工事用道路整備外工事』の現場でバックホウを運転していたオペレーターの尊い命が土砂の崩落によって失われた。ご本人のご冥福をお祈りし、残されたご遺族に心からお悔やみを申し上げます。

当検討会は、事故発生に至る現象の解明、及び現場に残る土砂によって二次災害を発生させない対応について、現地の調査や採取試料の分析、解析などに基づいて詳細に検討し、ここにその結果について報告する。

詳細は本文に述べるが、土質、地下水、気象条件、年末年始の休工期間など、様々な事柄の条件が相互に関係して崩落事故が発生したものと考えられ、予め事故の発生を予見することは困難であったと判断した。また、事故発生箇所周辺は、再度不安定化することもあり得ることから、工事再開時における二次災害の発生を防止し、さらには今後の工事の安全を確保するために、本報告と提言の活用を期待する。

I. 委員名簿

覚生川における工事現場内事故技術検討会

委員長	かにえ 蟹江	しゅんじ 俊仁	北海道大学大学院	教授
委員	おさない 小山内	のぶとも 信智	北海道大学大学院	特任教授
委員	こはた 木幡	ゆきひろ 行宏	室蘭工業大学大学院	教授
委員	いとう 伊東	よしひこ 佳彦	寒地土木研究所	地質研究監

(敬称略)

II. 検討会の報告

1. 工事概要

樽前山南麓の覚生川において、火山泥流対策の砂防堰堤の建設を進めているが、砂防堰堤建設のための工事用道路を造成するものである。

施工延長 L=640.00 m

砂防土工

掘削 V=55,800 m³ 盛土 V=1,170 m³

付帯道路工

道路側溝 L=654.1 m

路盤工 A=4,360 m²

2. 事故の概要

樽前山火山砂防事業の工事用道路造成のため、平成 27 年 10 月から現地を開始していた「樽前山火山砂防工事の内 覚生川工事用道路整備外工事」において、平成 28 年 1 月 7 日 13 時 55 分頃、工事用道路造成中に落とし込み土の崩落が発生し、バックホウ 1 台とダンプトラック 1 台が土砂に巻き込まれる事故が発生した。この事故で、バックホウのオペレーターが土砂に埋もれ死亡した。なお、ダンプトラックの運転手は自力で脱出し無事であった。

崩落規模は幅約 25 m、長さ約 30 m、厚さ約 4 m、崩落土量は約 2,900 m³ である。

被災したダンプトラックの運転手の証言によると、事故当日、落とし込み土の末端部で作業を行っていたバックホウは、土砂の末端部を斜面に向かい左側から掘削を始め、順次右側に掘削を進めていた。バックホウによる掘削は、昼時間を挟み 14 時前には右側の尾根近くまでバケットが届く位置に至り、バックで進入したダンプトラックがバックホウから 2m 程度の場所に停車し、土砂を積み込もうとしたときに、突然、土砂に流されたとのことであった。

3. 調査・検討項目

今回の事故の原因究明および、二次災害の発生防止のための対応方針を決定するために実施した調査・検討の概要は以下の通りである。

- ① 現況調査
現地踏査、現地測量、トレンチ調査、施工状況確認、気象状況の整理
および水文調査等
- ② 地質調査
地質ボーリング、各種孔内試験、ピット掘削、室内土質試験等
- ③ 斜面崩落原因究明検討
地質総合解析および斜面安定検討

4. 検討結果

(1) 事故現場の状況

崩落要因を検討する上で重要となる、地形・地質、落とし込み土の状況、水理状況、気象・地象条件、災害発生範囲等について以下に述べる。

① 地形・地質

事故発生箇所周辺は樽前火山の南東山麓に位置し、山麓斜面は緩い傾斜をなして広がり、覚生川等に開析されている。事故が発生したのは、山麓面と覚生川によって形成された沖積原の間にある比高差 30 m 程度の斜面である。後述するように、崩壊は自然地山を巻き込んだり、自然地山と落とし込み土の境界部ではなく、落とし込み土内部で発生している。

事故発生箇所の地質は、約 4 万年前の支笏カルデラ形成時に噴出・堆積したスコリア流堆積物、降下火砕堆積物、および軽石流堆積物等が主体である。これらの地層は水平に堆積しており、その上位に、時代未詳のロームや完新世の樽前降下火砕堆積物等が、斜面の地形なりに分布している。いずれも未固結～半固結の粗しょうな堆積物である。

② 落とし込み土の状況

当該工事では、火山麓台地から沖積原に下る工事用道路を造成しており、台地部から尾根斜面に向けたヘアピン状カーブ付近で崩落事故が発生している。事故が発生した箇所では、上部の台地部表層から順次掘削を進め、掘削土砂を沢地に落とし込み、上部作業と時間を変えて落とし込んだ土砂を下部より掘削・運搬していた。なお、事故箇所よりも低い尾根部分の掘削土砂は、落とし込みを行わず、掘削土を直接積み込み、運搬・排出して

いた。

沢地の底部は浅い窪地や不陸があったため、土砂の落とし込み作業に先立って暗渠排水をY字状に施し、作業用に盛土して造成した進入道路と同程度の高さに整地していた。

落とし込み土量は約 22,000 m³と想定され、このうち崩落土量は約 2,900 m³と推定されている。斜面には、掘削土砂の落とし込みによって地山の地層の上下が逆転した状態で、土砂が勾配を持って順次堆積しており、崩落は斜面に堆積した落とし込み土の内部で発生している。崩落面は板状を呈し、両側岸に残された落とし込み土の断面は、面的な広がりを感じさせる明瞭な層状模様を見せている。

崩落後に沢底に堆積している土砂は、地質調査等の結果から色調や強度、土質構成が異なる上下 2 層に分かれており、上層の土砂の表面が列をなした波状になっている。上層が今回崩落した土砂、下層は今回の崩落に寄与しなかった落とし込み土と考えられるとともに、上層の土砂が下層の土砂の上面を流れたと想定され、上層と下層の土砂が一体となって移動したとは考えにくい。また、崩落土砂の斜面側は凹み、下流に向かってやや盛り上がりしており、高速で崩落した土砂が跳ね上がったことが想定される。

③ 水理状況

崩落直後、滑落土砂の斜面側の凹みには水溜まりが形成され、目測で毎分 100 リットル程度の湧水が確認できた。湧水箇所は、明瞭な水みちを形成しており、位置は滑落土砂の斜面側の東端に近く、標高は 76 m 付近である。なお、この湧水は 20 日後には毎分 20 リットルに減少している。また、事故発生後の調査で、崩落斜面西側の地山で同程度の標高からしたたり出るような湧水が確認されている。

これらのことから、標高 76 m 付近に分布していた地下水は、落とし込み土によりせき止められた形になっており、また、崩落土砂には相当量の水を供給していたような状況にあったことが推察される。

④ 気象・地象

近隣の苦小牧や白老の気温は、12月26日から29日にかけては最高気温がマイナスになる真冬日であった。その後、事故が発生するまでの1月7日にかけては、最低気温と平均気温はマイナスではあるが、最高気温がプラスに転じ、特に1月2日は最高気温が6℃まで上がり降雨を伴った。

このため、斜面や落とし込み土表層の間隙水の凍結や降霜によって、その内部の水分が滞留しやすい条件であったとともに、斜面内部には、降雨や

融解により一定量の水の供給も進んでいたと考えられる。

なお、今回の崩落に係るような地震は確認されていない。

⑤ 災害発生範囲

通常、自然斜面に土砂を落とし込んだ場合、自然斜面と落とし込み土の境界に不連続面ができることから、水の影響を受けやすく、この面での崩落が発生しやすい。しかし、今回の崩落は、測量や詳細な調査の結果、落とし込みにより堆積した土砂の内部に崩落面が存在することが確認された。

(2) 考察

○ 崩落の原因について

事故後の現地調査、各種試験結果等を踏まえ、可能性のある複数の崩落のプロセスについて検討した結果、今回事故を引き起こした崩落現象は、標高 76～79 m 付近に地下水面を持つ地山地下水が斜面に落とし込んだ土砂によって流出口を閉塞されて地下水位が上昇するとともに、落とし込んだ土砂には相当量の水が供給されて強度が低下し、土砂の一部が不安定化したと考えられる。その結果、斜面堆積層脚部が崩壊したことで、上部の土層が崩落し、沢底に堆積していた土砂の上に跳ね上げ、これらの土砂の一部を巻き込んでバックホウなどの作業現場まで押し出したと考えられる。

○ 予知予測の可能性

現地では、沢底部からの地下水については、予め暗渠排水を設けて排水を行なったが、崩落に影響があった可能性が考えられる標高 76 m 付近の地下水については、東側の細尾根の背後の沢においても明瞭な湧出は確認できず、相当量の地下水の供給を事前に想定することは困難であったと考えられる。

また、掘削作業を行なうバックホウのオペレーターは、作業前に投入箇所周辺の亀裂や段差が無いことを確認しながら作業を行い、自らの危険回避を図っており、沢底に堆積した土砂も水分を含んだ扱いにくいものでは無かったことから、現地での施工作业中に崩落につながる現象を予見することは困難であったと考えられる。

○ 二次災害防止に向けた当該箇所の土砂搬出

今後、沢底に堆積している土砂を除去する際に土質や空隙、含水状況などを観察し、詳しい崩落プロセスを明らかにすることで、当該箇所と同様な条件の箇所における施工の注意点を把握する上で貴重な情報とすることが出来る。

大別すると、斜面上に残存している土砂と、沢内に分布している土砂の搬出に分けて考える必要がある。まず、地下水の影響を受け不安定化するリスクが高い標高 76 m 付近より上部の斜面上に残存している土砂の処理を斜面上方から先行して実施し、安定した状態を確認した後に、標高 76 m 付近以下に残存する斜面上の土砂と沢底の土砂を、沢側から取り除くことになる。

また、沢内の土砂搬出を行う際、周辺地山からの地下水による影響を極力排除するため、地山斜面下部から当該土砂の外へ、直接、水処理を行う水路掘削を行っておくことが望ましい。

底部からの地下水については、あらかじめ設置した暗渠排水や搬出路（道路盛土）の西側の湧水、下流側の沢水の各流量変化を把握できるよう簡易な装置を設置して安全監視に利用することが望ましい。

主な施工上の留意点を以下に記す。

- ・斜面や沢内には不安定化するリスクのある土砂が分布していることから、特に以下の点に注意する。
 - ① 斜面の上部作業は、地山ラインを確認し、それよりも谷側には立ち入らない。
 - ② 斜面上、沢内に残存する土砂の掘削は、作業の安全性に配慮し堆積厚が小さい箇所から行う。
- ・水が落とし込み土に浸透し、強度を低下させたことが崩落の大きな要因と考えられることから、特に以下の点に注意する。
 - ③ 周辺地山からの地下水に対しては、斜面上、沢内に残存する土砂内へ向かう水を発生させないよう仮排水路の設置等を行うとともにボーリング孔内水位や湧水量の変化に留意する。
 - ④ 沢内での施工にあたっては、残存土砂の湿潤状況の変化や水溜まりの出現に注意を払い、降雨への対応を検討すると共に、立ち入り禁止区域や作業中止の考え方を検討する。
 - ⑤ 沢底の地下水変化を確認できるよう観測点を設ける。
 - ⑥ 雨天等の場合には、落とし込み土にブルーシートをかけるなどして、極力雨水等の浸透を抑制する、あるいは工事を見合わせるなどの対応を検討する。

Ⅲ. 検討会からの提言

今回と同様の事故が二度と起こらないこと、併せて建設産業が健全で安全な産業として社会資本の整備と維持管理を続けてゆくことを祈念し、以下のとおり提言する。

○再発防止に向けて

当該地域は、噴火時代が異なる支笏火山、恵庭岳、風不死岳、および樽前山からの火砕流や火山灰などが地層を形成している。

火山麓を掘削すると、軽石や火山灰が変成した未熟土、軽石、火山灰が表出すること、また、これらの土砂は含水量の変動や、練り返すことによって性状が変化することなどの特徴を有していることを理解する必要がある。また、火山麓を形成する地質状況から、地下水面が複数存在する可能性がある。したがって、施工箇所においては、各地層の把握と影響する地下水面の存在を把握する必要がある。

予め、掘削土や掘削土の混合物がどのような性質を持つかは想定しにくく、今回のように当初想定し得なかった地下水の影響をも考慮しなければならぬ場合には、さらに難しいものとなる。そこで、施工中の監視、観察は安全対策を講じる上で重要であるといえ、施工中は、従来から行われている地山チェックリストによるチェックに加え、降水や融雪などの気象条件の変化、周辺斜面や斜面下部の湧水や湿潤状態の変化などにも注意を払い、総合的に判断するチェックリストなどを準備すべきである。

長期の休暇などによって工事を中断した場合には、降水や気温変化によって状況が変化している可能性もある。施工再開の際には、中断前に担当した技術者やオペレーターが再開時に現場に変化がないかを確認し、また、工事中にオペレーターなどが異変を感じたときには管理技術者に異変を報告し、管理技術者は予断なく施工箇所を確認し、作業の安全性を向上すべきである。

今後は、技術の発展や、崩壊土砂や落とし込み土砂のさらに詳しい状況の解明がなされるまで、樽前山の砂防事業では今回のような落差が大きい個所での掘削土砂の落とし込みと、落とし込み土の下部からの搬出作業は避けるべきである。

なお、施工に当たっては、地山の位置が明らかになるように施工上の工夫を徹底し、近年技術が発達してきた UAV データによる監視、ICT 施工の積極的な取り組み、より安全で安心な施工と質の高い工事成果を期待したい。

不幸な事故を教訓にしながら、今回の経験を将来の工事の安全性向上につな

げるため、今回得られた知見、及び今後の調査により得られる知見を北海道開発局に限らず、今後、樽前山周辺の火山地域で行われる工事において参考とするように望むものである。