

⑨ 河道内および降雪時におけるボーリング調査時の安全対策

ダイチ株式会社 高原川流域地質調査業務

(工期：平成 26 年 7 月 31 日～平成 27 年 1 月 20 日)

主任技術者 やの とおる
矢野 亨

担当技術者 ほりた ともき
堀田 知希

【1. はじめに】

本業務の目的は、砂防施設が計画されている地区で地質調査を行い、砂防施設の設計・施工に必要な基礎資料を得る事である。地質調査作業は、砂防工事等と比べ、調査地区が複数に渡って点在しており（4 地区、全 14 孔）、一定の箇所での滞在が短期間である。そのため安全に対する仮設備も軽微となり、安全対策の重要性も軽視されがちである。

本業務では、調査地区毎にボーリング作業実施前にリスクアセスメントを実施した。その結果、河道内でボーリング作業を行う地区では、出水の発生に対する安全対策（課題 1）を講じる必要があった。更に一部の地区では、標高 1200m、計測最低気温 -11°C 、作業期間が平成 26 年 12 月 4 日～12 月 25 日と、通常の冬期作業とは異なる雪崩・低温（凍結）に対する安全対策（課題 2）を講じる必要であった。

本論文では、ボーリング調査時に実施した、出水と雪崩・低温（凍結）に関する安全対策について報告する。

【2. 現場条件と課題】

2.1. 調査地区とボーリング概要

《ボーリング概要》

《調査箇所》高原川流域の

4 地区で全 14 孔

《内 容》調査ボーリング（ $\phi 66\text{mm}$ ）

《掘削深度》8～55m（全長 229m）

《作業日数/1 孔当り》6～10 日間

《作業日程》中尾地区 : H26/9/18～10/5

跡津川地区 : H26/11/27～12/19

右俣谷地区 : H25/9/30～11/21

白谷地区 : H26/12/4～12/26

2.2. 現場条件

全ボーリング数 14 孔の内、跡津川地区の 1 孔は、河道内の流水箇所に該当した。

また、白谷地区は標高 1200m、作業時期は 12 月上旬～末で、低温（計測最低気温 -11°C ）、降雪・積雪（例年 100～150cm 前後）の気象現象がある期間での作業であった。



図 2.1.1. 調査位置図



写真 2.2.1. 跡津川地区：河道内作業の状況

2.3. 調査地区毎に実施したリスクアセスメント

本業務で実施した調査箇所は、神通川水系砂防事務所管内の4地区(中尾・右俣谷・跡津川・白谷)に及び、それぞれで現場条件が異なる。よって、調査地区毎の作業前に現地踏査を行い、表2.3.1.に示すリスクアセスメントを実施し、安全対策を講じた。

その結果、全調査地区は溪流の河道内および流水箇所で作業を行うため、豪雨時に異常出水が発生する可能性があり、作業員が危険にさらされる他、ボーリングマシン等の資機材(総重量2 t程度)や油脂類が流出する恐れがあった。特に、跡津川地区では河道内の流水箇所

で作業を行うため、出水被害を受けた場合、被害は甚大であることが想定された。
また、白谷地区では、通常とは異なる冬期作業になるため、降雪・積雪による作業環境の悪化(雪崩)、及び、低温(凍結)による労働災害の発生が懸念された。

以上から、各地区の気象情報を現場責任者(担当技術者)がいち早く把握し、現場作業員に正確かつ迅速に情報伝達できる体制を構築する必要があった。さらに冬期間特有の安全対策が求められた。



課題1：「出水等の発生に対する安全対策」(全調査地区：4地区)
※跡津川地区のみ河道内の流水箇所

課題2：「雪崩・低温(凍結)に対する安全対策」(白谷地区)

表2.3.1. リスクアセスメントの例 (各調査地区の代表的な危険項目のみ抽出)

危険性・有害性 (予想される災害・問題点)	可能性	重大性	評価	危険度	危険性・有害性の除去・低減対策	作業計画書 参照箇所	リスクの再評価			
							可能性	重大性	評価	危険度
中尾 焼岳噴火、火山活動が活発化。	○	×	○ ×	3	活動が活発傾向にある場合は、作業を行わない。 焼岳噴火、火山活動が活発になった場合直ちに避難。	6. 6. 5) 火山対策	△	○	△ ○	2
右俣谷 出水・土石流に対する監視対策(気象情報、現場の河川水位の把握)を行っていない場合、緊急時に避難対応が遅れ、出水・土石流に巻き込まれる。	△	×	△ ×	4	出水・土石流に対する監視体制の構築 【遠隔監視】 ①気象情報の把握 ②既設監視カメラによる監視 【現場監視】 ③河川水位の監視、④土石流センサーによる監視	6. 5. 1) 監視体制の構築	△	○	△ ○	2
跡津川 H26-B2孔は河川流水箇所に位置するため、出水に伴う作業員の危険性が非常に高く、資機材の流出の可能性も高い。	×	×	× ×	5	①モ/レール台車一体型移動式ボ-リングマシンを採用し、毎作業毎に搬入出(設置・撤去)を行う。	6. 5. 4) モ/レール台車一体型移動式ボ-リングマシンの採用	○	○	△ ○	1
白谷 冬期間作業は降雪や低温(凍結)のため、削孔水が凍結し作業が出来なくなる。また、スリッパ障害、ボ-リングツ-ルが滑って危ない。	△	△	△ △	3	①ポンプや給水ホースから水を抜く。 ②お湯やバーナー、解氷スプレー等を用意する。 ③スパイク長靴を着用する。 ④滑り止め材(簾・融雪剤・砂)を使用しスリッパ防止対策を行う。	6. 6. 3) 冬期間作業対策	△	○	△ ○	2
H26-B1孔の斜面上方で雪崩が発生し、作業員が巻き込まれる。	△	×	△ ×	4	①作業前に斜面点検を行い、必要に応じて作業を中断する。 ②弱層テストを行い、雪崩に対する危険意識を高める。 ③作業中、随時、外気温を確認し、気温変化に細心の注意を払う。	6. 6. 5) 雪崩対策	△	○	△ ○	2

危険性又は有害性の評価と判定基準

可能性		重大性		評価	危険度	対策
×	かなり起きる(半年に1回)	×	極めて重大(死亡・障害)	× ×	5	即座に対策必要
△	たまに起きる(1年に1回)	△	重大(休業4日以上)	× △・△ ×	4	抜本的対策必要
○	殆ど起こらない(5年に1回)	○	軽微(休業3日以内)	× ○・△ △・○ ×	3	何らかの対策必要
				△ ○・○ △	2	現時点では必要なし
				○ ○	1	対策の必要なし

【3. 出水等の発生に対する安全対策（課題1の対応策）】

本業務で実施した神通川水系砂防事務所管内の4地区の調査箇所は、すべて出水の危険を伴う河道内に該当する。以下に、出水に対して実施した安全対策を報告する。

3.1. 2つの監視体制

出水等の発生と、冬期間作業の中止基準に対して、“遠隔監視”と“現場監視”の2つ監視体制を構築し、安全を確保した（図3.1.1.参照）。

『遠隔監視』

技術部職員が本社（富山県富山市）で気象情報・監視カメラ(Web)映像を常時モニタリングし、異常時には、現場の担当技術者に電話交信し、現場作業員に情報を伝達する方法

『現場監視』

各作業箇所の上流に“土石流センサーなどの監視施設を設置”また“現場に指標を設け”、担当技術者や現場作業員が、自ら判断できる方法

3.2. 避難行動計画の立案と実施

(1) 行動レベルの設定

避難行動計画は、監視項目（気象,雨量,水位,土石流・出水,降雪）を基に、段階的に行動レベルを設定した（表3.2.1.参照）。

表3.2.1. 行動レベルと行動内容

避難行動計画			行動レベル			
			常時（毎日）	注意	警戒	避難
監視項目	気象	大雨、洪水、大雪 警報・注意報	注意報、警報なし	注意報 発令	警報 発令	—
	雨量	雨量計(Web,設置)	—	—	R1=10mm, R24=30mm	R1=20mm, R24=50mm
	水位	河川水位(目視)	安全レベル	危険レベルⅠ	危険レベルⅡ	危険レベルⅢ, 前兆現象
	土石流	土石流センサー	—	—	—	土石流センサーから警報
	出水	監視カメラ(Web,設置)	—	—	—	出水, 土石流を確認
	降雪	指標(目視)	—	—	—	1回の降雪量が連続25cm以上
		気象情報	—	降雪深50cm/24時間	降雪深80cm/24時間	—
	雪崩	作業前点検	—	—	—	クラック(雪割れ)、雪しわが確認
		弱層テスト	—	—	円盤状にはがれ、弱層が確認。	—
		気象情報	—	—	①降雪深30cm以上/24時間かつ積雪70cm以上 ②積雪70cm以上かつ日平均気温2℃以上 ③積雪70cm以上かつ降雨が予想	—
行動内容	作業員の行動		監視は、作業前後に実施 安全通路の確認	監視を随時実施 警戒行動(撤去)の準備	資機材の撤去 避難行動の準備(避難場所ルート)	全ての作業中止 即、避難場所へ移動
	資機材 対応	ボーリングマシン	特になし、(注5)	特になし、(注5)	撤去(特装車, モノレール, 吊上(索道))	(放置)
		燃料, 油類	作業後、安全な場所へ引上げ	作業後、安全な場所へ引上げ	安全な場所へ引上げ	(放置)

(2) 避難場所と避難経路の設定

調査地区毎に避難場所を設定した。避難経路をカラーロープ等で明示し、迅速な避難行動を行えるようにした。

(3) 避難訓練の実施

本社(富山市)と現場(中尾地区・右俣谷地区・跡津川地区・白谷地区)と連携を取って避難訓練を実施した。

また、避難開始から完了までの時間を計測し、土石流センサー設置位置の妥当性（避難に必要な時間）を確認した。

《監視体制フロー》

【遠隔監視】技術社員が本社(富山市)で監視

- ①気象情報 : 天気予報(警報、注意報)
: XバンドMPLレーダー雨量情報
- ②監視カメラ : Web

雨量、気象情報を電話交信により情報を発信。

現場(担当技術者)

指示

ボーリング・モノレール作業員

担当技術者が、作業期間中、随時確認。

避難行動計画に基づき避難行動を実施

《監視実施状況》

【遠隔監視】

①気象情報・雨量情報の把握

気象・雨量情報を常に把握し、
現場(担当技術者)と電話交信をする。

②監視カメラモニタリング(Web)

高原川流域 LIVE 画像の画像を確認
(神通砂防 HP より)



【現場監視】

③河川水位の監視(中尾, 右俣谷, 跡津川, 白谷)

目視でわかる指標の設置(黄: 警戒、桃: 避難)



④土石流・出水センサーの設置(中尾, 右俣谷, 跡津川, 白谷)

避難時間を考慮して上流側に設置。ボーリング地点にて避難警報(回転灯, サイレン)発令。

通信手段は、設置が簡便で、センサー切断から警報発令までタイムラグの発生しない、無線式警報システムを採用。



⑤雨量計の設置(跡津川地区)

WEB 雨量情報が得られない跡津川地区に設置し、避難警報(回転灯, サイレン)発令。

⑥積雪深の監視(跡津川地区)

目視でわかる指標の設置(25cm/1回の降雪量)

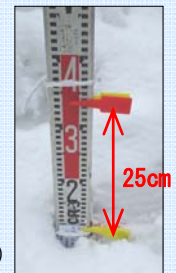


図 3.1.1. 監視体制実施状況

3.3. 河道内作業時のボーリングマシン流出防止対策

跡津川地区は、毎年、異常出水や土石流が頻繁に発生しているため、河道内の流水箇所では、ボーリングマシンや油脂類の流出が危惧された。このため、跡津川地区で、ボーリングマシンの移動が速やかに行える「モノレール台車一体型移動式ボーリングマシン」を使用して資機材の流出防止対策を行った。

【2つの利点】

●突発的な降雨・水位上昇時に速やかに撤去

モノレール台車一体型移動式ボーリングマシンでは、10～15分程度で速やかに移動が可能である。

●作業時間外、毎作業毎に撤去可能

突然の降雨による急な出水に備える必要があると判断し、好天時でも作業日毎にモノレール台車一体型移動式ボーリングマシンの搬入出(設置・撤去)を行い、作業時間外は河道内にボーリングマシンを放置しない事で、流出の危惧を回避できる。



写真 3.3.1. モノレール台車一体型移動式ボーリングマシン



写真 3.3.2. ボーリングマシンの避難状況

※ 跡津川地区における降雨に伴う出水状況

跡津川地区作業時に、降雨の影響で1日作業中止日があった。平成26年11月29日未明より調査地一帯では突発的な降雨にみまわれ、作業開始時の午前8:00には目立った増水がなかったが、1時間後の午前9:00～10:00にかけて、徐々に増水し、午前10:00過ぎには、写真3.3.4.の様に、河川水はモノレールを超えるまで増水し、河道内は濁流と化していた。

河川の水出状況から、仮にボーリングマシンを河道内に設置したままの場合、濁流にのまれ、油脂分を含む資機材の大半が流出していたと推測される。



写真 3.3.3. 平常時



写真 3.3.4. 降雨後

【4. 雪崩・低温（凍結）に対する安全対策（課題2の対応策）】

白谷地区（標高 1200m、計測最低気温 -11°C ）の作業期間は 12 月初頭から月末に当たり、降雪や低温（凍結）の影響で厳しい作業環境となり、作業工程が遅れがちになる他、これらの事象が招く労働災害が予想されたため、事前に雪崩・低温（凍結）対策を施した。

実際に、12 月上旬に予想外の寒波が襲来した際にも、十分に対応ができ、安全施工が行えた。



写真 4.1.1. 斜面上の雪割れ状況

以下に白谷地区で実施した、雪崩・低温（凍結）に対する安全対策を報告する。

4.1. 雪崩に対する安全対策

作業期間中に立て続けに襲来した大寒波により、降雪量が 20～30cm/日の日々が毎日のように続き、調査箇所（傾斜角度 30° 程度）の積雪深は 1 m 以上となり、斜面上には雪割れなどの現象が確認され（写真 4.1.1）、雪崩が発生する危険性が高まった。

しかし、以下の 2 つの雪崩対策を事前に行っていた事で、現場作業員の雪崩に対する危険意識も高まり、雪崩災害を未然に防げた。



写真 4.1.1. 始業前点検



写真 4.1.2. 弱層テスト

対策①：作業前、斜面点検

（雪割れ、雪しわ等の確認）

対策②：弱層テスト

（表層雪崩の要因となる弱層の確認）

●弱層テストの方法



①安全な斜面を選び、雪面に直径 30センチほどの円を描く



②高さが 20～30センチほどの円柱を掘り出し、上部を両手で抱えて引く



③軽く引くだけで、円盤状にはがれたら弱層あり。①②の作業を繰り返し、深さ 70センチまでテストする

4.2. 低温（凍結）に対する安全対策

作業期間中の外気温は計測最低気温 -11°C と非常に低温となり、ボーリング時に使用する削孔水が金属パイプやホース内部で凍結し、削孔作業が不可能になった。また、ボーリングツールが凍結して滑りやすくなり、作業上、非常に危険な状況に陥った。

更に、除雪後の路面が凍結し、資機材運搬時に特装車がスリップしたり、作業員が転倒するなどの障害も発生した。

これらの障害を解除するために以下の対策を実施した。



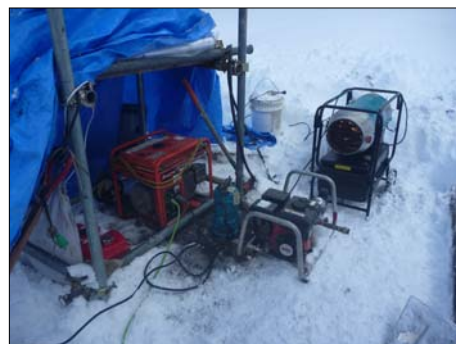
(1) 凍結防止対策

対策①：解氷の道具を準備

投込ヒーターによりお湯を常備、バーナー、ジェットヒーター、解氷スプレー



投込ヒーター
(お湯を常備)



ジェットヒーターによる機器類の解氷作業



バーナー(左)、解氷スプレー(右)によるツールの解氷作業

対策②：金属露出部の保温効果の向上

削孔水が流れる金属パイプ部は、ナイロンホースと比べ、外気温の影響を受け安く、そこから凍結障害を起こし安い。そこで、スポンジパイプカバーで覆い、直接外気にさらさない工夫を施した。



金属部をスポンジカバーで保護

(2) スリップ防止対策

対策①：滑り止め材の使用（筵（むしろ）・融雪剤（塩化カルシウム）・砂）

資機材運搬の際に、スリップ等の危険性の高い登り坂やカーブ箇所の路面に筵（むしろ）を敷設することで、スリップ防止効果が飛躍的に向上した。

融雪剤（塩化カルシウム）を散布。外気温 -2°C 前後ならば、下写真のように凍結部が解氷した。（外気温 -5°C 以下の場合、解氷効果は低い。）



特装車の運搬道路に筵（むしろ）を敷設



融雪剤（塩化カルシウム）の散布。散布後、効果確認。

対策②：スパイク長靴

作業員はスパイク長靴を着用したことで、転倒の危険が軽減された。



作業員はスパイク長靴を着用

【5. おわりに】

河道内の作業中は、出水等による被災と隣り合わせであったり、雪崩・低温（凍結・スリップ）という悪条件の中でも、事前に対策する事で未然に事故を防止する事ができた。

調査ボーリングという作業規模・短い作業期間にできることにも制限がある中、まだまだ工夫できる点があるが、本現場の経験を生かして、今後の安全意識を高めたい。

最後になりましたが、現場作業に当たり、御指導・監督いただきました神通川水系砂防事務所 調査課の皆様には厚く御礼申し上げます。

—以上—