

令和3年度 全国砂防関係工事安全施工管理技術研究発表会 優秀論文

# チケッペ川砂防堰堤外工事における 安全対策と働き方改革について



宮坂建設工業株式会社 厚真川水系チケッペ川砂防堰堤外工事

現場代理人・監理技術者 こまつ ひろき 小松 弘樹

## 1. はじめに

本工事は平成30年に北海道胆振東部地震にて発生した、厚真町幌里地区のチケッペ川流域における大規模な山腹の崩壊によって、河道内に堆積した不安定土砂等の再移動を起因とした土砂災害が発生する恐れがあるため、国営の砂防事業によってコンクリートの砂防堰堤を構築する工事である。

本工事現場は写真-1に示すように不安定土砂が堆積し、降雨の影響により土石流が発生しやすい環境下であったことから、降雨量および河川の状態を常時把握する必要があった。

また、過年度に緊急災害復旧によって既に構築されている砂防堰堤を拡幅および嵩上げする本堰

堤工を主体としたコンクリート打設と、それに伴う砂防土工を実施する工事であることから、クレーン災害や重機接触災害を防止するための安全対策を行う必要があった。

そこで、本工事ではICT技術を活用した気象状況の把握と、重機関係災害防止のため、既知の技術を活用したリスクの低減と意思疎通の円滑化を図り、カメラやスマートフォンを活用した監視体制を構築することで、リアルタイムで現場確認が行えるように立案・実施したものであり、その結果として安全対策の有用性やその効果が確認できたことから、本稿をもって報告する。また昨今、建設業界でも課題とされている「働き方改革」にチャレンジした結果を併せて報告する。

## 2. 工事概要

本工事はコンクリート堰堤のうち、本堰堤工、垂直壁工、側壁工、水叩き工を構築するものであり、そのコンクリート総量は約 $V=8,700\text{ m}^3$ にも及ぶ、コンクリート打設がメインとなる。

表-1に工事の概要を、図-1に3Dモデルの完成イメージを示す（工期：令和2年5月1日～令和3年3月9日）。



写真-1 砂防堰堤施工箇所周辺状況

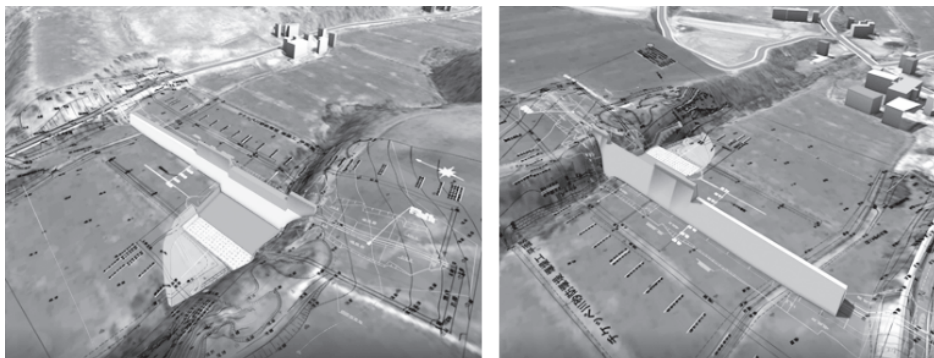


図-1 砂防堰堤完成イメージ (3D モデル)

表-1 工事概要

工種	単位	数量
砂防土工	式	1
コンクリート堰堤工	式	1
コンクリート (本堰堤工)	m <sup>3</sup>	7,367
コンクリート (前庭保護工)	m <sup>3</sup>	1,358
鋼製スリット堰堤 A 型	基	8
護床工・根固め工	式	1
構造物撤去工	式	1
仮設工	式	1

### 3. 気象状況のリアルタイムな把握

#### (1) 自然災害防止システムの活用

前述のとおり、工事区域の上流は震災により大規模な山腹崩壊が発生した地域である。

これらの土砂は、短時間強雨や長雨、台風などの影響により、いつ土石流となって流下するのかが予測が難しく、また崩土によりチケッペ川の上流域が大きく左右に蛇行していたことから、埋没した立木の影響などによる土砂ダムの形成を起因とした河道閉塞も予想された。

また、施工条件として河川水の全てを水中ポンプにより排水しなければならなかったため、ポンプの稼働状況を監視する必要があったことから、自然災害防災システム「ZEROSAI」を採用し、気象予測、雨量・風速・温湿度をリアルタイムに把握するため現場に設置した (写真-2)。

また、上記に併せて河川増水やポンプの異常に伴う水位の上昇を監視する目的で、チケッペ川の



写真-2 ZEROSAI (雨量・風速・温湿度)



写真-3 水位計設置状況

水中ポンプ上流に水位計を設置した (写真-3)。

これにより、気象予測および気象情報のリアルタイムな監視体制が構築され、気象予測を元にし



写真-4 アラートメール通知

た事前通告やセンサーが感知した異常のメール通知などにより、早期に状況を把握することができた (写真-4)。

(2) 河川監視用 WEB カメラ

水中ポンプの常時排水に使用する発動発電機の電源を利用して、水中ポンプの監視を目的とした

「WEB カメラ」と照明を設置した (写真-5)。

WEB カメラの活用により、水中ポンプの状態を 24 時間監視できるようになったため、夜間や緊急時においても現地に行くことなく状況の把握が可能となり、リアルタイムな気象状況の把握と安全な巡視体制を確保できた (写真-6)。



写真-5 河川モニタリング用 WEB カメラ



写真-6 スマートフォンによる夜間遠隔監視

4. リアルタイムな安全対策

(1) クレーンカメラ

本工事はコンクリート堰堤 (打設量  $V = 8,700 \text{ m}^3$ ) を構築することが主たる工種であり、クレーンを用いた作業が連日発生することから「クレーン災害」のリスクが高い工事であるため、使用するクレーンのジブ先に「クレーンカメラ」を設置した (写真-7)。

このカメラ機能を用いて、オペレーターが運転席のモニター (写真-8) で直接的に吊り荷直下を確認し、無線合図により吊り荷直下の人払いや

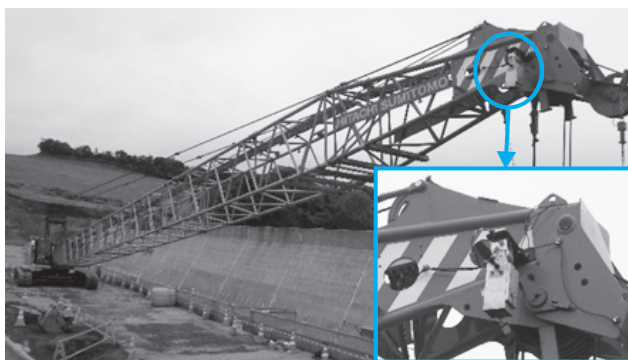


写真-7 クレーンカメラ



写真-8 運転席モニター

頭上の通過を防止することができた。

### (2) 玉掛警報装置

クレーンカメラの使用と併せて、音声で吊り荷の接近を伝達する「玉掛警報装置」をコンクリートホッパーに取り付けた(写真-9)。

これにより、聴覚に対して接近を警告することで、クレーン作業従事者だけではなく、工事箇所の全員がリアルタイムに危険を察知し、クレーンカメラと併せて二重の安全対策を確保できた。

クレーン打設状況を写真-10に示す。



写真-9 玉掛警報装置



写真-10 クレーン打設状況

### (3) トランシーバー合図

本工事で、緊急災害復旧工事にて過年度に構築された砂防堰堤の上流側や袖部について、掘削や床掘り等を行う必要があった。

この条件下では、狭隘部や高低差のある作業環境において、人と重機を併用した作業が日常的に行われ、合図の確認不足や重機への接近により事故が発生するリスクが高いと判断した。

このため、土工事を担当するオペレーター・作業員・ダンプトラック運転手に使用方法を教育した上で、トランシーバーを全員に配布し、無線合図を実施した(写真-11)。

合図や誘導を無線で行うことにより、重機との離隔を確保しながら合図することが可能となり、手合図よりも明確で相違のない合図ができるようになった(写真-12)。

また同時に、作業員間の意思疎通にも無線機を使用することにより、離れた位置でもリアルタイ



使用方法 座学



使用方法 実地

写真-11 トランシーバー使用・合図教育

ムに相違なく明瞭な意思疎通が可能となったことで、段取りが的確で、作業の遅延や手戻りがなくなり、円滑な工事の進捗に大きく寄与した。



写真-12 トランシーバー合図状況

## 5. 通信技術等を活用した働き方改革

### (1) 電子黒板の採用

本工事では、写真撮影時の黒板への筆記や写真の取り込み時におけるフォルダ分類等の事務作業低減を目的として、電子黒板ソフト「Site Box」を活用し、労働時間の短縮を図った。

写真撮影にはスマートフォンを使用し、写真データの取り込みはクラウドの利用により、あらかじめ設定したフォルダを選択するだけで黒板が作成され、撮影したデータは自動で格納される。

データの取り込みは一括で容易にでき、自動で分類されるため、写真データの整理作業時間を大幅に短縮できた。

### (2) コンクリート自動散水養生

コンクリートの打設工事では、打設後に湿潤養生が必要となる。砂防堰堤工事では、マスコンクリートの影響を抑制するため、各ブロックや打設リフトを細かく分割して施工することが必要なので、ほかの工事と比較して養生の回数が多いのが特徴である。

しかし、この湿潤養生は、高圧ホースとポンプを使用して人力により散水を行うのが一般的であり、夏季においては直射日光と気温の上昇により乾燥が著しく早いため、散水の回数も多く、また養生マットの布設・撤去の作業などもマットが水分を含んで重量が増加し、重労働となる。

これらを解消するために、掘削箇所からの湧水を利用して、フロート制御により自動で給水タンク内に給水されるように機器を配備し、散水については自動切替電源装置（ON/OFFは10min単位で設定可能）と散水用スプリンクラーを利用して自動散水を行うことにより、昼夜24時間の散水を実現し、労務の削減と、常に湿潤状態を保つことで養生マットの設置・撤去作業を省力化した（図-2、写真-13）。

なお、使用した機器は、一般に市販されているものやリースが可能なものである。

また、散水する水は電熱棒を使用して外気温と同程度まで加温し、冷水の散水によるコンクリート内部と外部の温度変化が少なくなるように配慮をしている（写真-14）。

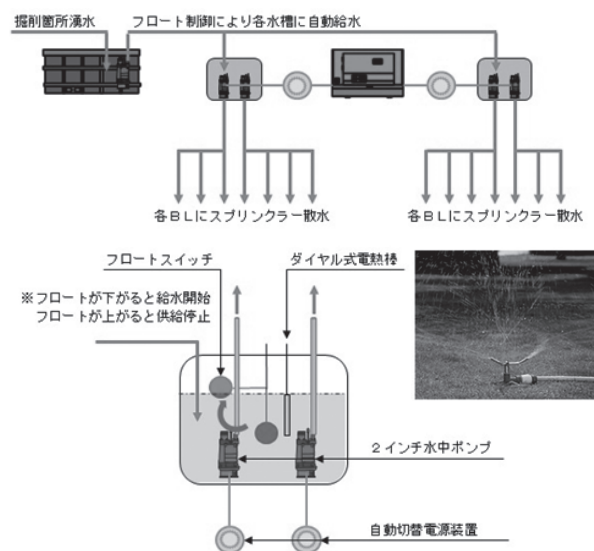


図-2 自動散水養生概念図



写真-13 自動散水養生状況



写真-14 自動散水使用機器

### (3) 遠隔監視・臨場体制の構築

当工事現場には、3.(2)で述べたWEBカメラのほかに、働き方改革を目的に省力化や安全・品質上の監視体制をより強化するため、高画素かつズーム性能の高いWEBカメラを現場が一望できる箇所に配置した(写真-15)。

これにより、PCやスマートフォンでいつでもどこでも監視および管理が可能となり、不安全行動や安全施設の不備についてもモニターで確認して電話連絡するなど、事務作業を行いながら施工管理を実施することができた。そのほか、スマー



写真-15 ソーラー式WEBカメラ



写真-16 TV電話による遠隔臨場

トフォンのテレビ電話機能を活用し、遠隔臨場による現場の把握や指導を実施することで、リアルタイムかつ移動時間を削減し、効率よく生産性の高い現場運営を実現した(写真-16)。

## 6. おわりに

北海道では厳寒の冬期間が12月から始まり、これによって凍結による災害発生リスクが高まるだけでなく、工事の品質確保にも多くの労力を求められる。

今回の砂防堰堤工事においては、本稿の内容のほかに事前の計画を綿密に行い、既に市場にあふれているスマートフォンなどのICT技術を活用した結果、6月から工事を開始し、11月中旬に完成することができた。

砂防工事は地域の方々の安全を確保し、安心して暮らせるという、建設業の役割として根幹の事業であり、これらの工事が安全でより生産性が高いものとなるよう、これからも知識・技術の研鑽を図り、地域と建設業の発展に寄与していきたいと考える。

最後に、本論文を作成するにあたり、ご協力いただいた関係各位に深く感謝申し上げます。