

でんぱふかんちたい せいさんせいこうじょう しょうじんか もくとき えんかくせこう 電波不感地帯における生産性向上と省人化を目的とした遠隔施工について



株式会社中和コンストラクション 栗平川 2号砂防堰堤垂直壁他工事
(工期: 令和6年3月15日から令和7年3月28日)

キーワード: 安全性向上・生産性の向上・省人化・コスト削減・働き方改革

○現場代理人 山村 登

監理技術者 濱名 克嘉

1. はじめに

本工事は、平成23年9月に発生した台風12号（紀伊半島大水害）による被害があった奈良県十津川村の栗平地区における土砂崩壊災害復旧関連工事となる。台風12号では、8月31日～9月4日の5日間で1,358mmもの総降雨量が観測（風屋）され、この記録的豪雨により深層崩壊や土石流が群発した。

栗平地区でも栗平川左岸で深層崩壊が発生し、発災当時、幅600m、高さ450m、長さ650m、崩壊土砂量2,384万m³にのぼる崩壊土砂が河道を閉塞し、湛水地（天然ダム）を形成した。

現在は湛水地の埋立てが完了し、埋立てにより越流・決壊等のおそれは低下したが、河道閉塞部の堆積土や崩壊地内の不安定土砂の二次移動により、下流の滝川地区で甚大な被害が生じるおそれがあるため、河道閉塞部の堆積土や崩壊地内の不安定土砂の下流への流出を防止するための工事を実施している。

本工事では、下流域への土砂流出を防ぐためにINSEM工法を用いた2号砂防堰堤の築造が主な工種となる。電波不感地帯における遠隔施工を用いて生産性向上や省人化を図った取り組みの内容について報告する。

2. 工事概要

砂防堰堤

砂防堰堤工：掘削（砂防）(ICT) 9,100m³ 掘削（砂防）6,800m³
堰堤本体工：内部材（砂防ソイルセメント）2,602m³ 壁面材 947m²
人工地山：砂防ソイルセメント 158m³
垂直壁工：内部材（砂防ソイルセメント）803m³ 壁面材 312m²
側壁工：内部材（砂防ソイルセメント）3,786m³ 壁面材 176m²
水叩工：内部材（砂防ソイルセメント）2,569m³



写真-1 工事着手前



図-1 施工現場位置図

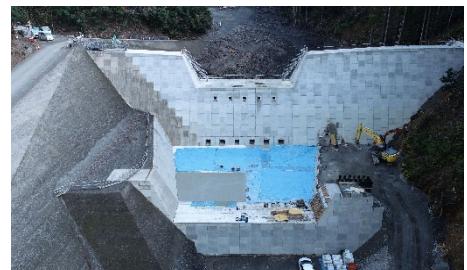


写真-2 施工状況

3. 問題点の改善・対策など

3.1 遠隔操作による省人化

現場は山間部にあり、携帯電話や無線通信の電波が届かない「電波の不感地帯」かつ、現場と現場事務所とが約8km（片道30分）離れている。生産性向上と省人化を目的に現場事務所に設置した遠隔操作室から衛星通信（StarLink）を用いて現場にあるバックホウの無人化（遠隔）施工を行った。

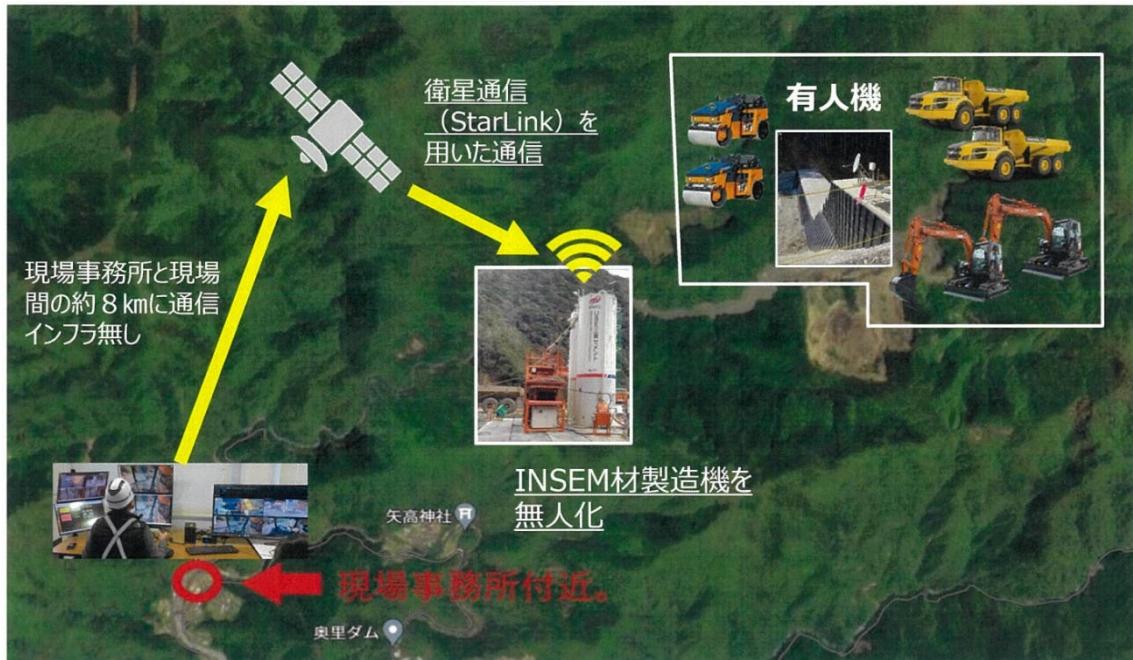


図-2 現場全体図

3.2 電波不感地帯における通信ネットワークの構築

まず、遅滞のない作業遂行と作業員の安全確保の両立を目指して、安全な遠隔地から建設機械を操作するための通信設備について検討した。

当現場のような衛星通信しか受信できない山間部および災害により通信インフラが被災した場合でも、衛星通信（StarLink）を用いれば対応可能であるためStarLinkを採用した。

その際、StarLinkの契約形態と通信の質とが強く関係していることが判明。制御信号、作業支援画像、音声通話など、通信の使用目的に応じて契約形態を使い分けることにより、安定した通信の確立と通信費の削減の両立を行った。

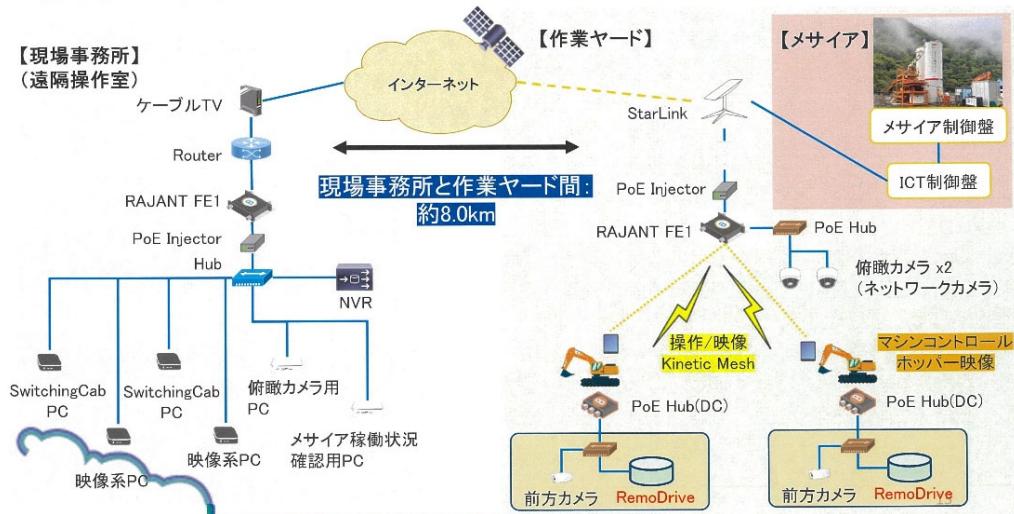


図-3 無人化（遠隔）施工を実現したネットワーク構成図

また、ダイナミックなメッシュネットワークが構築可能な Rajant 社の通信機器と RPT (Remote Protocol Tunneling) 機能を活用することで、**安定した通信ネットワーク環境が構築可能**となり、遠隔施工で懸念される無線通信が切断した際の重機の暴走等による事故の発生を軽減させた。通信環境が整ったことにより、重機オペレーターの約 8km (片道 30 分) の移動回数が減り、危険区域 (崩落・落石・水害・豪雨) に入らずに作業できること、運転による疲労軽減や道中の事故発生リスクを低減できることにより、安全性の向上に繋がった。

3.3 遠隔施工の性能向上について

バックホウやキャリアダンプなど、様々な建機に取付け可能な「**後付け可能な汎用型遠隔操縦装置 (RemoDrive®)**」と遠隔操縦の対象となる建機を切り替えることが可能な「**遠隔操作卓 (SwitchingCab®)**」、作業支援用画像切替パネルを組合せて、遠隔地 (約 8km 離れた現場事務所) にある操作室から現場にある **2台のバックホウの遠隔操縦**を行うことにより、遠隔施工を実施するとともに、装置の性能向上を図った。

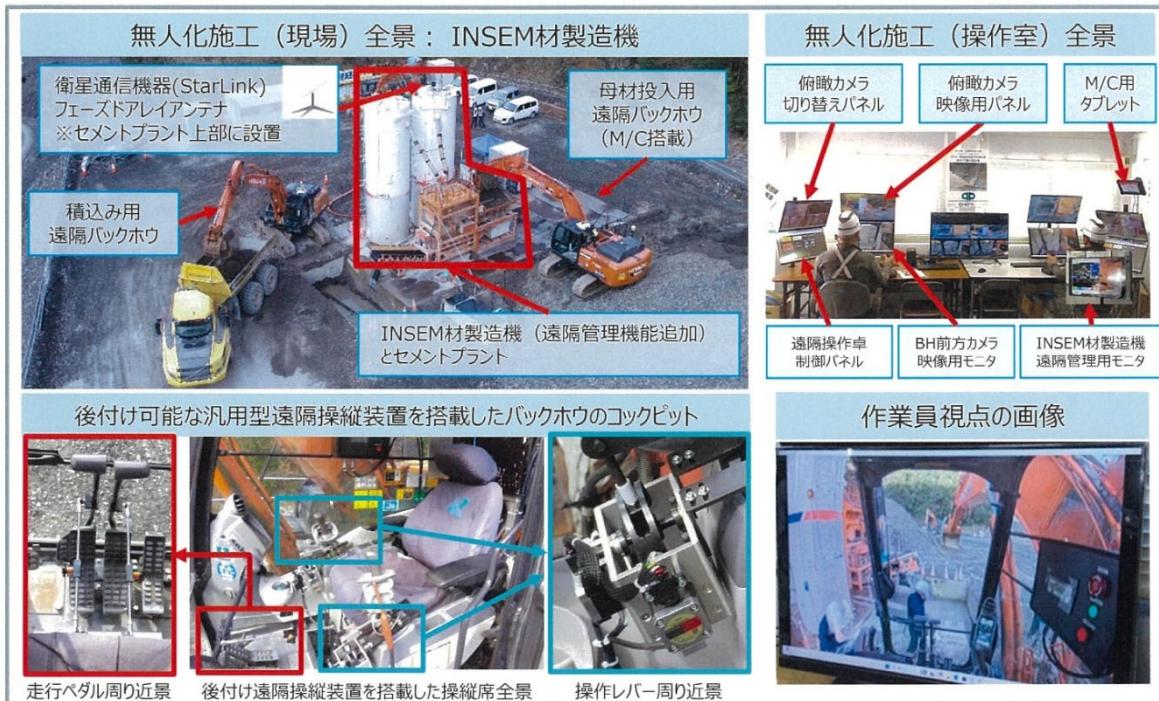


図-4 無人化（遠隔）施工の機器構成

2台の重機を遠隔操作する場合、従来は重機1台に対して1名ずつ重機オペレーターが必要であったが、SwitchingCab を使用して遠隔操作室にある遠隔操作卓にて「母材投入用バックホウ」と「INSEM 材の積込み用バックホウ」の対象重機2台を切替えて操縦することにより、**1名の重機オペレーターで2台（複数台）の重機操作が可能**となった。

また、INSEM 材製造機の稼働状況を「現地モニターによる管理」から「操作室へのデータ送信によるリアルタイムデータ収集と遠隔管理」に改良し、現場の管理人を不要にした。

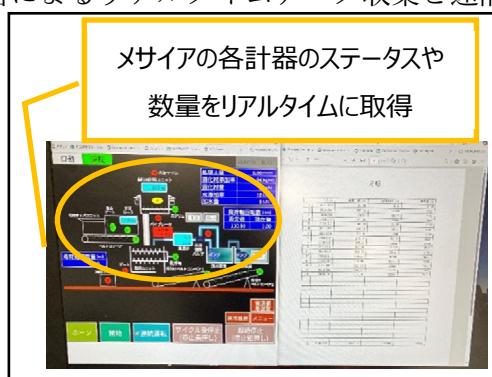


図-5 メサイアの管理パネル



図-6 遠隔操作室の制御パネル

3.4 遠隔施工による省人化効果

100m³当たりのINSEM材の生産時間は遠隔施工により3時間から4.3時間に増加するが、前述の人員削減により合計作業工数は12人・時から8.6人・時へ約28.3%削減されるとともに、現場との移動時間（片道30分）も不要になり、生産性向上と省人化を実現。

さらに、衛星通信（StarLink）とRajant社製のRPT機能の活用により、2拠点間のネットワーク構築工数を従来比で約1/3に削減、機材削減によりコストも約15%低減した。

無人化施工による省人化効果							
INSEM材生産 (100m ³)	従来(有人)施工		無人化施工			概算延べ工数(シミュレーション) INSEM材数量: 7,758m ³	
	作業時間	人工	工数(人・時)	作業時間	人工	工数(人・時)	
バックホウ(投入)	3時間	1	3	4.3時間	0.5	2.15	【従来(有人施工)時】 12人・時*7,758m ³ /100m ³ =931人・時
バックホウ(積込み)		1	3		0.5	2.15	【無人化施工時】 8.6人・時*7,758m ³ /100m ³ =661人・時
運搬ダンプ(25t)		1	3		1	4.3	
INSEM材製造管理		1	3		0	0	合計: 270人・時の工数を削減
合計		4	12		2	8.6	

図-7 無人化施工による省人化効果

3.5 現場見学会・視察

本取組は、i-Construction2.0で掲げられている砂防分野のDX展開に合致する先導的例である。「電波の不感地帯」での遠隔操縦は高い関心を集め、現地自治体をはじめ大学や各種研究所、ICT施工に携わる中小施工業者など50名以上が当現場に来場され、遠隔施工の見学や無人化施工に伴う安全基準の策定に関する意見交換を実施した。



写真-3 現場見学会・視察の様子

4. おわりに

本工事では粒計処理した現場発生土(母材)とセメントをINSEM材専用製造機(メサイア)を用いて製造するINSEM工法の工程で以下の安全性の向上や生産性向上、省人化を実現した。

- ① 「母材をメサイアのホッパーへ投入するバックホウ」と「完成したINSEM材をダンプトラックに積込むバックホウ」を、現場事務所にある遠隔操作室から衛星通信(StarLink)とRajant社製のRPT機能を活用して無人化(遠隔化)
- ② メサイア稼働状況のリアルタイムデータ収集と遠隔管理による施工の最適化。
- ③ 現場事務所と現場間の移動時間削減による疲労・事故リスクの大幅低減。
- ④ 遠隔操作対象のバックホウは操作室の遠隔操作卓にて対象建機を切り替え可能で、1人のオペレーターが2台の建機を遠隔操作することによる省人化。

遠隔施工は、飛躍的な安全性向上、働きやすさの実現、生産性向上を同時に達成する極めて効果的な取り組みである。通信技術の進化と遠隔操作技術の高度化により、より多くの現場で活用が可能となり、将来的には「どこでも・誰でも重機操作ができ、人が危険な場所で作業する時代を終わらせる」重要な技術となることを実証できた。

まだまだ課題はあるが、今後も技術的な進歩と安全性の向上に努める。

最後に、当工事の施工において近畿地方整備局、ならびに関係各社各位に深く感謝すると共に今後もご指導ご鞭撻のほど、宜しくお願い申し上げます。

「坂ノ下第2砂防堰堤他整備工事における安全対策およびAR(拡張現実)の活用実績について」

株式会社大和建設 坂ノ下第2砂防堰堤他整備工事

(工期 令和7年3月19日～令和8年2月27日)



現場代理人 ○市川孝義

監理技術者 長濱清彦

キーワード 「AR(拡張現実)」「グローバル化」「生産性の向上」

1.はじめに

当工事は木津川水系における名張川流域の安部田地区にある土砂災害特別警戒区域（通称：レッドゾーン）指定地域内における土石流の発生による災害から住民の生命や財産を守ることを目的としている。

また下流側の幹線道路は国道165号線（第1次緊急輸送道路）であり土砂、流木等の流出による被害を未然に防ぐために砂防堰堤を構築する工事である。

本工事は昨今の労働力不足の解消から協力業者の作業従事者の多国籍化（インドネシア、カンボジア、ベトナム）が進んでおり土砂災害特別警戒区域内での多言語に対しての作業員の安全の確保、施工品質の確保が必要となってくる。

それらの問題点を解消するためにインフラDXを多用しての安全管理、品質管理、生産性の向上に向けての取り組みを報告する。

2.工事概要

坂ノ下第2砂防堰堤他整備工事

・砂防土工	1式
掘削工(I C T)	1,260m ³
・コンクリート堰堤工	
コンクリート堰堤本体工	1,043m ³
堤冠コンクリート	28m ³
・鋼製堰堤工	1式
鋼製堰堤本体工	9.9t
・護床工、根固め工	1式
大型かご枠	74m ²
かご枠	27m ²
・管理用道路工	
掘削工(I C T)	4,200m ³
盛土工	90m ³
法面整形工	2,730m ³
法面吹付工	1,284m ³
側溝工	70m
・仮設工	
工事用道路工	1式



3. スマートコンストラクションを使用した進捗管理

3-1. スマートコンストラクションでのデータの一元管理

ICT掘削にての施工に伴い三次元起工測量データから作成した三次元設計データを利用してICT掘削機械と連動させることにより日々、時間毎の進捗状況が事務所にいながらパソコンにて可視化できるようになった。

これにより日々の掘削土量が三次元の高精度データによって随時クラウド上で現場の地形をデジタル化することにより情報収集が容易にできることから土砂仮置場内の掘削運搬土量が想定できたので10tダンプトラックでの場外搬出の予定日、予定期間、搬出車の台数の設定が測量せずに段取りを行えるので測量にて数量搬出→工程のシミュレーションからパソコンにて進捗、数量把握→工程のシミュレーションへとタイムリーにできることから測量手間・土量計算の手間が省け生産性、効率性の向上につなげることができた。

▶ スマートコンストラクション



各工程のデータをクラウド経由で
管理しながら自動化・省力化

PCにて進捗・仮置場へ
搬出した土量を確認



スマートコンストラクション機能
『Dashboard』

4. ICT掘削の可視化による出来形精度の向上

4-1. 当現場は山間部にありスギ・ヒノキ等木々に囲まれた地形であり砂防堰堤の築造までに伐採～管理用道路設置・工事用道路の設置を行い工事車両進入路を造る必要があった。

管理用・工事用道路の施工はICT施工（掘削）であったが山間部の急斜面を切り開いての施工となるので追尾型のMG（マシンガイダンス）ICT施工では多数の基準点設置が困難であったためGNSS型MGを採用しての施工を行った。

GNSSを使用したICT掘削施工（3DMG（グローバル衛星測位システム））にでは電波が行き届かないことが多く発生してしまう事案、衛星間帯によっても精度が大きく変わってしまう事案があった。

このため施工完了部において再度人力にての測量を行い精度の確認を行う必要性と精度確認結果において再度掘削を行うといった手間が発生してしまうことがあった。

この事案を解消し出来形精度の向上を図るために掘削工の進捗によりできた平場にまずは追尾型のMG（マシンガイダンス）用の基準点を設けGNSS型MG（0.45m³級バックホウ）にて先行掘削を行い追尾型MG（0.25m³級バックホウ）にて精度確認及び仕上げ掘削を行う（自動追尾型トータルステーションは基準点より後方交会にて座標を取得のため測量と同等の精度であるため）GNSS型MG ICT施工と追尾型MGを併用したICT掘削を行うことで手戻り、人力測量での手間の低減を図り生産性の向上、進捗率の増加を行った。



リアルタイムで
のクラウド化



PCにて進捗・
仮置場へ搬出
した土量を確
認し処分地へ
の搬出台数の
決定

GNSS型ICT施工(グローバル衛星測位システム) 先行掘削



精度確認・仕上げ



追尾型ICT施工(自動追尾トータルステーション)



4-2. TerraceARによるヒートマップ可視化

4-1にて記載したICT施工(GNSS型ICT→自動追尾トータルステーション型ICT)にて施工完了部を地上型三次元レーザースキャナを活用して出来形を施工完了部毎に測量をしヒートマップ化を行いTerraceARに成果図を取り込むことで現地での出来形が可視化される(ことにより不具合箇所の位置の特定が容易になり目視にて精度の確認ができる)ことにより多国籍作業従事者での作業においても目視にて情報伝達がスムーズに行えることになったので言葉の壁を越えての安定した出来形・品質の施工を行うことができた。



5. AR締固め管理システムを活用したコンクリート打設管理

5-1. 砂防堰堤コンクリート打設管理

コンクリートの打設においてバイブレータのかけすぎによる材料分離や振動時間(5~15秒目安)、挿入間隔、挿入深度等が重要となってきたが現状では挿入時間はストップウォッチ、挿入間隔は40~50cm間隔を明示した区画割(メジャー等)の設置を行ってきましたが砂防堰堤上部でのコンクリート打設は高所作業となり区画明示にて作業スペースの確保や躊躇転倒による転落災害のリスクの低減とコンクリート打設の品質向上に向けてコンクリート締固め状況の可視化を行った。

今回施工した残存型枠(プロテロックピアスワンダー)はコンクリート打設時の充填確認として表面の多数の穴からコンクリートが出てくるのを目視確認するが内部の充填管理としてAR締固めシステムを採用した。

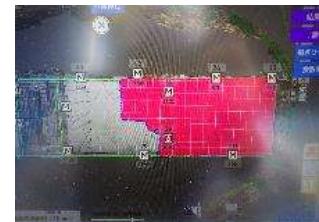
システムとしては

- ① 締固めに応じた色がAR表示される
 - ② 打設エリア全体の締固め状況を把握
 - ③ バイブレーターの投入位置をガイド
 - ④ バイブレーターの投入位置表示
- がデジタル表示にて可視化されるためバイブレーター作業者の経験値や勘等に頼る打設ではなくどの作業者が施工しても安定したコンクリート打設・品質の確保を保つことができた。

マーカーの設置→マーカー読取→現在位置取得



腕につけた装置とPCを連動させることにより外部からも進捗確認が可能



5-2. 充電式高周波バイブレーターの活用

コンクリート打設時に使用する高周波バイブレーターを従来の施工ではインバーター・キャブタイヤをつなげて使用するがキャブタイヤの移動、電源作業に人手がかかること、キャブタイヤによる躊躇転倒・転落災害のリスクの低減やコスト削減を鑑みて充電式の高周波バイブレーターの使用を行った。

これにより背中に背負ったインバーターと手元の電源作業の簡素化になったことで手元人員が削減できること、キャブタイヤ躊躇転倒等によるリスクの低減化が図れたため生産性の向上につながった。



充電式インバーター

スイッチ

6. 安全支援アプリを活用した多国語安全対策

6-1. 多国籍化に対する安全管理

弊社ならびに協力業者において人手不足を解消するための対策として外国からの人材確保が進んでいるが日本語は難しいと言われるように日本語の読み解力にもバラつきがあるのが現状である。

土砂災害特別警戒区域内の作業において日々のKY活動は重要であるが朝礼時のKY活動だけでは伝わらないこともあるため作業開始前に再度現地にて『安全支援アプリ』を活用した現地KY活動を行うこととした。

安全支援アプリは作業場所をカメラで撮影することで当日の作業に関する安全注意事項がAIによるリスク予測を行うことができ世界各地の言語に変換可能なため当作業所でのカンボジア・ベトナム・インドネシアの方たちの母国語へ変換を行い指示事項を確実に伝えることで作業従事者のリスクの低減化を図った。

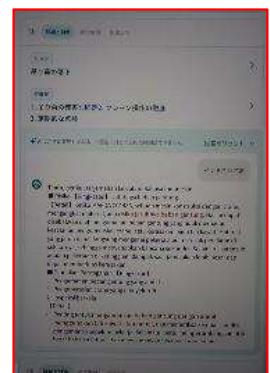
作業場所撮影



現地KY



AI自動生成によるKY母国語変換



7. おわりに。

当作業所は土砂災害特別警戒区域内での作業であるが大きな天災の影響を受けることもなく現在無事故・無災害で作業継続中である。

建設にまつわる技術は驚異的に進歩をしている現代においてICT・BIM/CIM・AR・AI等をできるだけ多く活用できたことで便利さや安全性を大きく実感できた一方で今後もさらに進歩していく技術に取り残されていくことのないように日々研鑽することも重要である。

今後も外国人労働者の増加も考えられることから我々日本人も受け入れる側としての自覚をもって安心、安全に従事できる環境をさらに整備し【CHALLENGE FOR THE FUTURE】未来へ向けての新しい挑戦を行っていくのである。

最後に、今まで技術的指導や情報の提供等御協力頂いた近畿地方整備局、紀伊山系砂防事務所、現場技術員各位、協力して頂いている協力業者各位、当工事にご協力頂いている地域住民の皆様にこの場を借りて厚く感謝の意を表したい。

こまたがわ さぼうえんていこうじ
(砂)小又川(1)砂防堰堤工事その2 工事における

『安全対策及び地域住民への理解について』
株本建設工業株式会社 (砂)小又川(1)砂防堰堤工事その2
(工期 令和7年3月～令和8年3月)

主任技術者 たなか しん
田中 芯
しちり としや
現場代理人 ○七理 俊哉



キーワード 「新技術による安全対策」「地域住民への理解」

1. はじめに

当工事は、兵庫県美方郡新温泉町内山地区に位置する小又川の土砂災害特別警戒区域内における砂防堰堤工事である。小又川は岸田川水系に属する渓流で、標高約446mの頂を水源とし、北西から南東方向へ流下している。

施工箇所は内山地区の小又川であり、管理用通路97mのうち73mが既に施工済みである。谷出口には数軒の家屋が存在し、その中には集会施設であり、指定緊急避難場所にも指定されている内山公民館が含まれている。

工事の実施にあたり、地元説明会では「現場へのアクセス道路は地域住民にとって唯一の生活道路であるため、大型工事車両の通行によって崩落等が発生しては困る」との意見が寄せられ、当初は理解を得られない状況であった。

このような施工条件のもと、地元住民の理解と協力を得るために当現場で実施した取り組み内容および安全対策について以下に報告する。

2. 工事概要

本 堤 1,495m³

前庭保護工 32.4m

管理用通路 24m

図-1 施工箇所位置図



3. 新技術による安全対策

3.1 工事用車両(大型車)の通行管理

大型車両走行時の路面変状の有無を確認する為傾斜計の設置を検討したが、当該地域は携帯電波環境が悪く次世代 IoT 無線「UNISONet」を搭載した無線式傾斜監視システムを導入した。

機器構成) 傾斜計設置: 4 か所 中継器: 2 箇所 親機: 1 台

管理方法) パソコン・スマートフォンによるリアルタイム監視

効 果) 路面変位の常時観測により、路肩崩壊等の異常発生時の即時対応が可能となり、近隣住民の安全・安心を得られ、円滑な工事運営にも繋がった。

図-2 ●傾斜計設置箇所 4 カ所 ●中継器 2 ケ所 ●親機 1 配置状況



図-3 パソコンとスマートホンで管理状況



3.2 熱中症対策「ベストリハバンド Pro」の活用

近年、建設現場での熱中症は深刻な課題となっている。令和 7 年 6 月に労働安全衛生規則の改定により「職場における熱中症対策の強化について」法改正が施工されました。

特に本工事の施工箇所は伐採後で日陰が少なく、6 月から 9 月の猛暑期には作業員の身体的負担が増すため、従来の水分補給や休憩指導に加え、腕時計型デバイス「ベストリハバンド Pro」を導入した。この機器は体温・心拍数・血圧などの生体情報をリアルタイムで計測し、異常値を即座に把握できる。毎朝の健康チェックと巡回によるモニタリングで、異常があれば早期に声掛けや休憩を促した。さらに WBGT (暑さ指数) 測定と組み合わせて環境条件と作業員の状態を総合的に判断し、作業計画を柔軟に調整した。熱中症対策キットも常備し、緊急時にも迅速に対応可能である。これらの対策により、猛暑日でも重大な熱中症事故は発生せず、安全意識の向上と予防の共有が現場全体で図られた。

図-4 热中対策バンド「ベストリハバンドPro」使用状況



4. 土石流対策

土石流の事前調査の実施

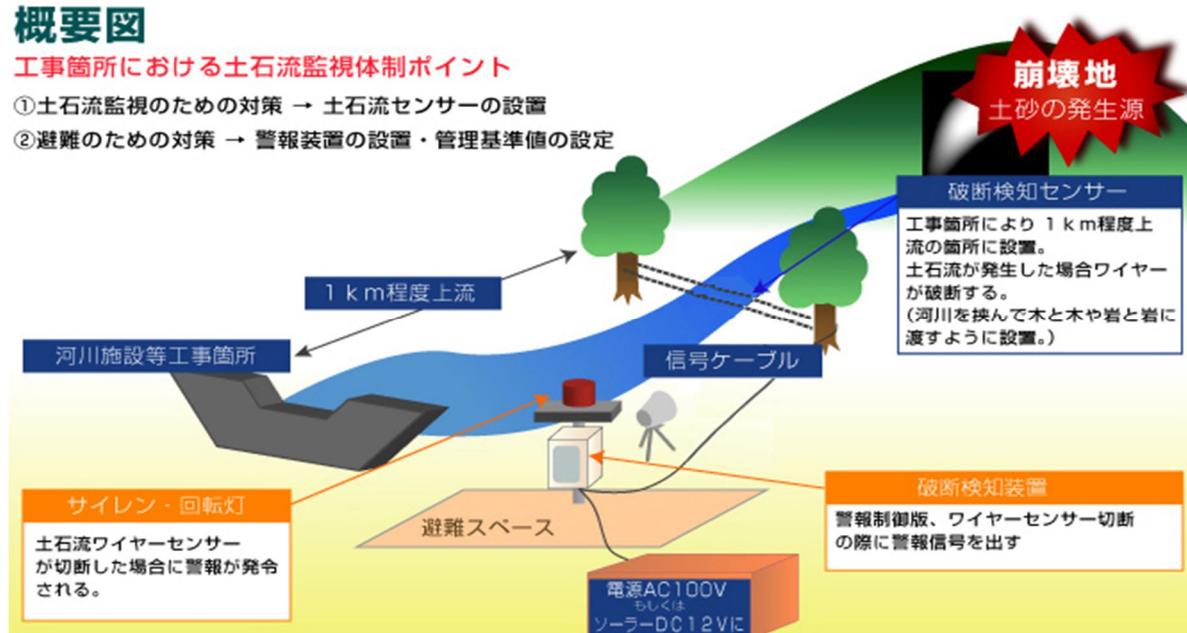
- (1) 土石流の事前調査として、現場上流約 500m までの渓流調査を行い、堆積土砂や流木状況から河床堆積土砂分布等現況の荒廃状況及び流木対策を検討した。
- (2) 土石流監視警報装置は事前調査を踏まえ、土石流感知センサーを現場より 500m 上流に取付け、土石流発生時に作業現場へ即時警報音で通知できるよう回転灯及びサイレンを設置。
- (3) 土石流発生時の避難については、急激な水の濁り・増減、地鳴りや振動などの前兆現象を把握した場合、または土石流警報システムが作動した場合には、直ちに作業を中止し速やかに退避できる体制を整えた。さらに、避難時間・避難経路・退避場所を明確にした避難訓練を実施し、作業員への周知徹底を図った。

図-5 土石流感知センサーの設置概要

概要図

工事箇所における土石流監視体制ポイント

- ①土石流監視のための対策 → 土石流センサーの設置
- ②避難のための対策 → 警報装置の設置・管理基準値の設定



5. 地域住民への理解促進

着工前には説明会を開催し、図面を用いて工事内容を説明した。しかし、図面のみでは工事の規模や進捗状況を十分に伝えることが難しかった。そこで、3次元モデル(CIM)を作成、GPSによる高精度測位デバイス『LRTK Phone』を用い、CIMモデルをAR投影する現場見学会を実施し、住民に実際に出来上がる構造物を体感してもらうことで理解を一層深めることができた。

図-6 二次元平面図

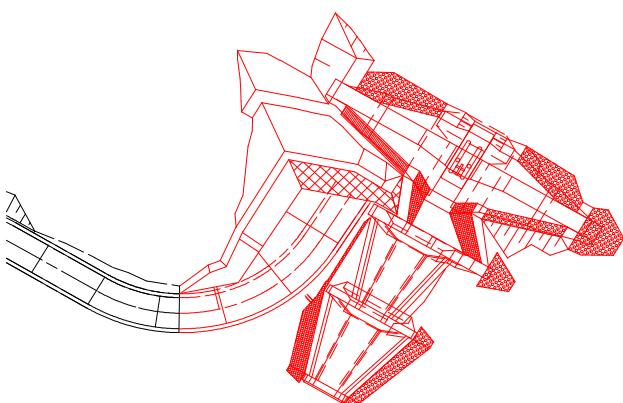


図-7 3次元モデル (CIM)

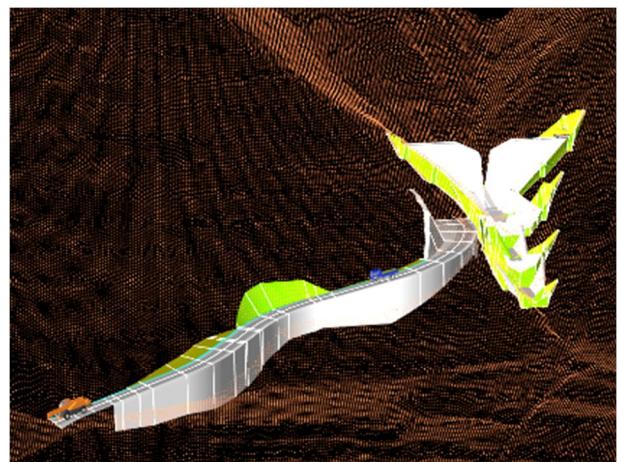


図-8 見学会の実施状況(施工途中)



図-9 LRTK Phone (iPad)による
完成構造物のAR表示



6. おわりに

本工事においては、地域住民の理解と協力を得ることが最も重要である。砂防堰堤は地域の安全を守る基盤であり、施工者は技術的な完成度だけでなく、住民との信頼関係を築く責任を負う。今回の取り組みでは、IoTによる傾斜監視や熱中症対策バンド、土石流警報装置など新技術を導入し、安全性を高めるとともに、CIMモデルと最新機器を用いた説明会や現場見学会を通じて住民の理解を促進した。これらの工夫は、現場の安全意識向上と地域との協力体制の強化につながった。令和8年の竣工まで、工事関係者一丸となり「無事故・無災害」を最重要課題として取り組み、地域に安心をもたらす施設を完成させることを目指す。

最後に、当工事にご協力頂いている関係者各位に感謝をするとともに、今後もご協力、ご指導、ご鞭撻を頂きますよう、宜しくお願い申し上げます。

ぎおんやまちく こうくしゃめんたいさくこうじ
祇園山地区3工区斜面対策工事における安全対策について
あんぜんたいさく

株本建設工業株式会社 祇園山地区3工区斜面対策工事

(工期 令和7年3月～令和8年3月)



現場代理人
じやれいじん
砂連尾
じやれお
監理技術者
まこと
誠

キーワード 鉄筋挿入時の工夫、熱中症対策、土砂流出防止対策

1. はじめに

当工事は、神戸市兵庫区平野町祇園山の土砂災害警戒区域内における斜面対策工事である。

対象斜面の地質は花崗岩であるが、表層部は崖錐堆積物および強風化岩に覆われ、不安定な状態にある。斜面は30～40°程度の比較的急勾配であり、小規模な崩壊が発生している箇所では花崗岩が露出している。

斜面直下には住宅地が広がっており、斜面の表層崩壊による住宅への被害を防止するための斜面対策工事である。

当工事では、鉄筋挿入時の災害防止、熱中症対策、地域住民への安全確保の課題に対し安全対策を実施した。

2. 工事概要

法面工 高強度ネット

2,391m²

浸食防止金網

1,115m²

鉄筋挿入 D19 L=2.0m

676本

木柵 H=0.5m

29m

仮設工 モノレール運搬工

1式



図-1 施工箇所下方より撮影

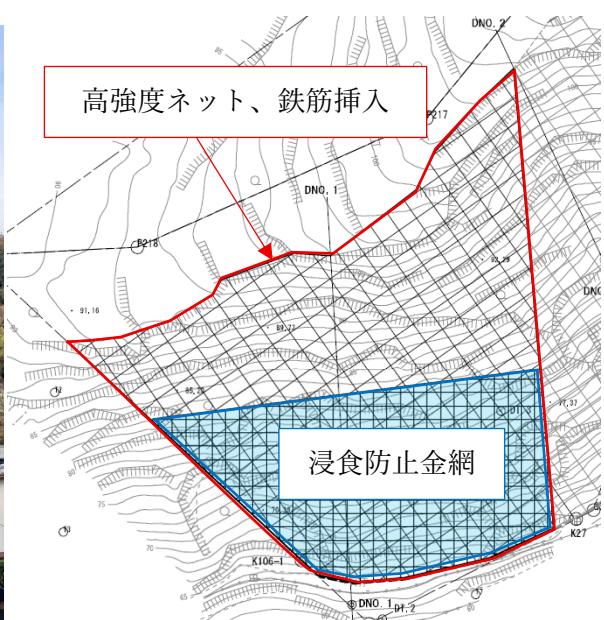


図-2 平面図

3. 当現場における安全対策

3.1 鉄筋挿入削孔機械の工夫

斜面対策工事では、無足場削孔機械による鉄筋挿入（二重管削孔）を施工するが、人力によるケーシングおよびロッドの脱着作業が必要となる。この際に削孔機の回転と工具（レンチ）を併用して脱着を行うが、過去にオペレーターと合図者の確認不足などヒューマンエラーによる手指の挟まれ事故等の災害事例が発生しており、当現場においても同様の災害発生が懸念された。

そこで、本工事では脱着時にケーシングとロッドの固定用装置を製作し、ボルト固定方式により作業を実施した。ボルト固定はインパクトレンチを用いて締付を行うため、従来の回転作業に伴う挟まれ事故のリスクを低減し、安全性を確保した。



図-3 固定用装置の施工
(ボルト固定による脱着作業)



図-4 従来の施工

ケーシングおよびロッドの脱着や施工箇所の移動に際しては、斜面上で重量物を取り扱う必要があり、作業員への負担が大きく、躓きや転倒事故の発生が懸念された。

そこで削孔機に仮置き用治具を設置し、ケーシングとロッドを仮置きできるようにした結果、斜面上での人力作業を大幅に低減することができ、安全性の向上につながった。



図-5 ケーシング・ロッド仮置き用治具設置

3.2 热中症対策 ペルチェ式空調服の着用

建設現場における热中症対策は、近年の建設業における重要課題であり、当工事においても6月から9月の猛暑期に対応した対策が必要であった。

本工事では、作業員全員が空調服を着用して作業を行うこととしている。しかし近年は気温が35°Cを超える猛暑日が多く、従来型の空調服の送風機能のみでは十分な効果が得られないと考え、ペルチェ素子冷却プレートを搭載した空調服を採用した。

ペルチェ式空調服は冷却機能と風量を9段階で調整可能であり、作業環境に応じた設定ができる。冷却プレートの冷却効果により空調服内の空気を冷やすことができると同時に、冷却プレートと体の接触による冷却効果もあり、従来の空調服よりも快適に作業を行うことができ、热中症予防に有効であった。



図-6 ペルチェ式空調服着用



図-7 冷却プレート

3.3 热中症対策 組立式休憩室の設置等

当現場は斜面上の工事で平坦な場所がないため、工事用道路脇の斜面に足場を組み立て、組立式休憩所を設置した。現場近くに休憩所を確保できたことで、作業員は積極的に利用し体を休めることができた。さらに、休憩所にはクーラーやアイススラリーを備え、体温上昇の抑制に効果を発揮するとともに、水分・塩分補給への意識も高まり、热中症対策として有効であった。



図-8 組立式休憩所設置



図-9 休憩所クーラー



図-10 アイススラリー

3.4 土砂流出防止対策

当工事の斜面直下には住宅地が広がっており、施工中に発生し得る異常気象による表層崩壊や土砂流出への対策が必要であった。特に本現場は立木を全面的に伐採する計画であり、鉄筋挿入工が完了するまでの期間が梅雨や台風の時期と重なるため、十分な注意を要した。

土砂流出防止柵設置

当現場は法長 60m と長大であり、豪雨時等に土砂や枝葉が住宅地へ流出するのを防止ため、斜面中腹と最下部の二箇所に単管柵を設置した。



図-11 中腹部単管柵設置



図-12 最下部単管柵設置

傾斜監視クラウドシステム（新技術）の活用

当現場で採用したOKKIPAは電池式小型ボックスを設置するだけで、24時間斜面の傾斜や崩落の発生を監視することができ、パソコンやスマートフォンでの確認も容易であり、業務の効率化や安全性の向上につながった。

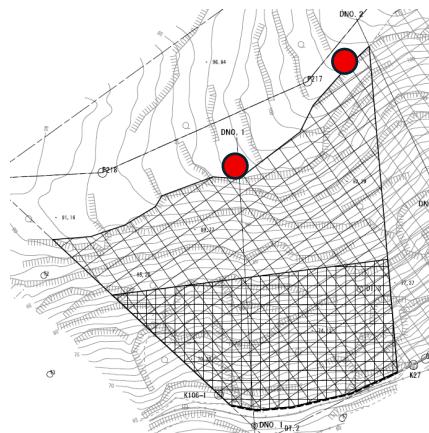


図-13 傾斜監視クラウドシステム設置状況

4. おわりに

当工事は鉄筋挿入工の施工を完了し、令和8年3月10日の工期末に向けて、高強度ネットの施工を安全第一で進めております。人力施工や狭小ヤードなどの制約がある状況においても、常に創意工夫を凝らし、安全対策に取り組むことが重要であると考えております。

作業従事者の安全確保と施工性の高い現場環境の整備を図るため、新技術の活用や仮設備の充実に努め、無事故・無災害での工事完成を目指してまいります。

最後に、本工事にご協力いただいている関係者各位に深く感謝申し上げるとともに、今後とも変わらぬご協力、ご指導、ご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

たかとりやまちくこうくしゃめんたいさくこうじあんぜんたいさく 高取山地区4工区斜面対策工事における安全対策について

株本建設工業株式会社 高取山地区4工区斜面対策工事
(工期:令和7年7月16日~令和8年3月10日)



キーワード：「仮設備による安全性の確保」「外国人労働者の労働災害防止」「WEB 監視カメラによる安全対策」

現場代理人・監理技術者

1. はじめに

本工事は、神戸市長田区高取山町地先に位置する六甲山系グリーンベルト整備事業の斜面対策工事である。

施工箇所は高取山の南側斜面で住宅地の奥まったところにあり神戸市道（山麓線）から現場に至る道路は750mが私道となっており工事車両の出入り等近隣住民の生活環境に影響を及ぼさないよう配慮が必要な工事である。

斜面勾配はきつと概ね 35° 以上の急勾配を有し、特に東側斜面は 50° を超える急崖で起伏の激しい地形となっている。地質は主として崖錐体積物が分布しているが礫分は少なく、土砂が主体で表層は崩れやすい状態である。植生状況は中低木の雑木が分布している。斜面上部は施工済みであり本工事が 4 期目となる。

本工事の安全上の課題として、住民の生活環境への影響の低減、仮設設備による安全性の充実、外国人労働者の労働災害を防止することであった。

本稿では、これらの課題に対して実施した安全対策について報告する。



2. 工事概要

本工事では、表面浸食および浅層崩壊、ならびに斜面内浮石・転石の落下を防止することを目的として、高強度ネット工および鉄筋挿入工の施工を行うものである

法面工

高強度ネット 1,177m²

鉄筋插入 D19 L=3.5m 530 本

仮設工

モノレール運搬工 1式



写真-1 斜面中央付近

写真-2 東側斜面

3. 仮設備による安全対策の充実

当工事の施工箇所は、作業ヤードから標高差 85m、距離 320m を有し、30 度を超える急峻な斜面となっていることから、作業員の移動、資機材運搬の充実の向上のため、乗用座席の設置、モノレール増設、安全通路の設置など仮設備による安全対策を行った。



写真-3 安全通路、増設モノレール設置状況



写真-4 施工箇所遠景

3.1 モノレールに乗用座席を追加

急峻な斜面の移動は作業員へ大きな身体的負担をかけるとともに、墜落転倒災害、浮石の落下などの危険を伴う。そのため既設の平台車に 3 人用座席を取付けた。座席は脱着が容易な構造で資材の運搬効率を損なう事無く作業員の負担軽減と安全性の向上ができた。

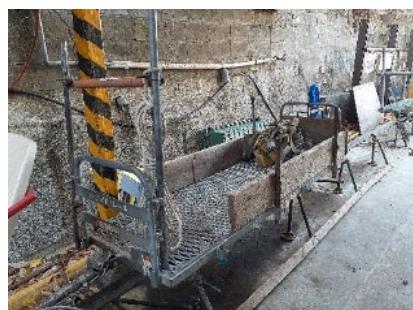


写真-5 荷台使用



写真-6 座席設置状況



写真-7 乗用座席使用状況

3.2 モノレールの増設と安全通路の設置

施工箇所周辺は急峻で起伏が激しく、作業員の移動や資材の運搬が難しい場所である。安全性や施工性を上げるために斜面の上部および下部に安全通路を設置した。斜面下部はモノレールも増設しており、資材の運搬や作業員の移動等が円滑になり施工性と安全性が向上し作業員の負担軽減にも繋がった。



写真-8 斜面上部安全通路



斜面-9 斜面下部安全通路とモノレール



4. 外国人作業員の労働災害防止

近年、少子高齢化の進行に伴う労働者不足を背景に、外国人労働者数は年々増加傾向にあり私たち建設分野においても外国人労働者の増加に伴う労働災害は増加する傾向がある。外国人労働者の労働災害防止が重要と考え以下の安全対策に取り組んだ。

4-1 安全標識の多言語表示

施工体制台帳作成時の作業員名簿から出身国を確認し月間安全目標、注意喚起看板を多言語で作成し掲示をおこなった。注意喚起をより確実に行うために母国語を併記することで視覚的な認識性と理解度が向上し、注意喚起の徹底および事故防止に寄与した。



写真-10 注意喚起標識



写真-11 感染症予防



写真-12 月間安全目標



写真-13 安全掲示板

4-2 携帯型簡易翻訳機によるコミュニケーション

安全に関する教育及び現場での説明時に、携帯型翻訳機を使用して外国人作業員との意思疎通の円滑化を進めた。作業に必要な指示のほか、体調管理や日々のコミュニケーションをとる手段として携帯型翻訳機を使用することで日常的な意思疎通が円滑となり、注意喚起看板等で表示できない細やかな対応ができたことで作業の効率向上にもつながった。



写真-14 携帯型翻訳機を使用しての安全教育

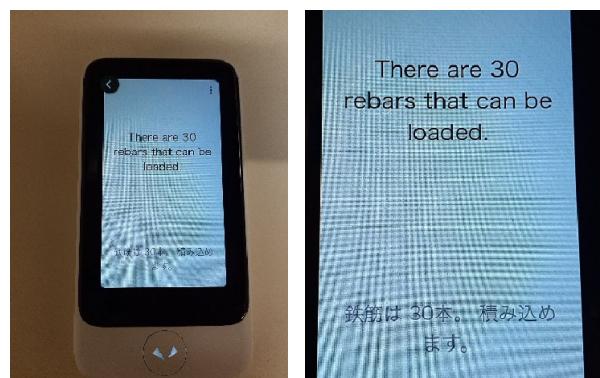


写真-15 携帯翻訳機画面

5. WEB 監視カメラによる安全対策

現場状況を把握するため WEB 監視カメラを設置した。カメラ性能は 360° 確認、高性能ズームを搭載しておりパソコンやタブレット、スマートフォンで 24 時間確認することができる。現場は急峻な斜面であるため状況確認のためには親綱を使用しなければ近づけない。WEB 監視カメラを使用して確認したい箇所をピンポイントで見ることで状況把握が容易となった。協力会社との共有により、危険箇所への立入や作業手順に沿った施工が行われていないか確認をした。作業員の不安全行動の抑制にもつながった。



写真-16 WEB 監視カメラ



スマートフォン



写真-17 監視カメラモニター

6. 地元への配慮

工事内容の周知を図るため、掲示板を自治会長の許可を得てゴミ収集ステーションに設置した。掲示板には工法説明、進捗状況と翌週の工事車両の可動状況を明示した週間工程表、作業説明を記載した。作業説明は地域の方に見てもらいやすい様写真を多用し作業の進捗に合わせて更新した。ゴミステーションは現場が見える場所に設置されており、地域の方が必ず利用する場所であることから工事の周知と理解につながった。

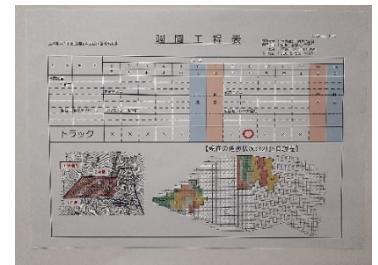


写真-20 週間工程表



写真-18 掲示板



写真-19 掲示板設置箇所からの展望



写真-21 作業説明

7. おわりに

当工事は、2026 年 3 月の竣工に向けて施工中である。急峻な斜面での作業は常に事故の危険があることを意識し作業を行う必要がある。繰り返し作業から発生する慣れや安全軽視が発生しないよう作業手順に沿った作業を行うことが安全意識の向上と災害防止につながっていきます。

本文で触れたが、今後も増え続けていく高齢技術者や外国人労働者に対して新技術等を活用し、より安全で働きやすい現場環境の提供、工事を円滑に進めていくための現場周辺の方への配慮がより必要となってくると思われます。

2026 年 3 月の竣工に向け無事故無災害が達成できるよう、最後まで気を抜くことなく安全第一で工事を進めていきます

最後に、本工事にご協力いただきしております関係者各位に深く感謝申し上げますとともに、今後とも変わらぬご協力とご指導、ご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

じゅうたくち せっするしやめんたいさくこうじ あんぜんたいさく 住宅地に接する斜面対策工事の安全対策について

ライト工業（株）西日本支社 一里山地区2工区斜面対策工事
(工期: 令和7年7月～令和8年3月)

キーワード: 危険感受性向上・ICT技術の活用・気象災害対策



現場代理人 ○ 滝 健太郎

監理技術者 三浦 克

1. はじめに

当工事は神戸市長田区一里山町に位置する、六甲山系グリーンベルト整備事業の斜面対策工事である。

施工箇所は、市道萩乃4号線の南側山林内に位置し、斜面西側には集合住宅、斜面北側には寺院が接する。市道萩乃4号線の沿道には住宅が密集し、地域の生活道路となっていることから、近隣住民の生活環境に影響を及ぼさない配慮が必要な工事であった。

斜面は凹型斜面を中心として、やや緩斜面で崖錐堆積物がやや厚く堆積し、斜面直下には既設の砂防堰堤が渓流の土砂を受け止めている。地質は花崗岩の分布域で凹型斜面の両側には花崗岩が露出する。植生状況は、コナラ群落の林床にウラジロが密生しソヨゴやヒサカキ等の生育が見られた。

当工事の安全上の課題は、住民の生活環境への影響を低減し、労働災害や公衆災害を防止するため、危険の感受性を高めることと、ICT技術を積極的に活用すること、突発的な豪雨等による気象災害を防止することであったが、これらの課題を克服するためには、先進的な安全技術や施工技術を活用して安全活動を見直すことが必要不可欠であった。

当工事の安全対策について以下に述べる。

2. 工事概要

図-1: ■施工箇所 ■休憩所 ■モノレール
(凡例) : ■注入プラント ■防護柵 ■万能塀

工事内容: 高強度ネット工 2,431m²、鉄筋挿入(D19mmL3.5m) 628本、工事用モノレール工 1式



■写真-1 斜面北側より撮影



■写真-2 斜面西側より撮影

3. 危険感受性向上

厚生労働省の労働災害分析では、労働災害の内、96.4%が不安全な行動に起因する労働災害であると報告されているが、近年はICT技術や機械の自動化、安全装置の活用等のハード面の進化と教育や情報共有等のソフト面の高度化により、災害件数は減少傾向にあり、技能者が災害に直面する機会が減っているため、何が危険か、どうなると危険な状態になるのかを直観的に把握し、危険の程度や発生確率を敏感に感じ取る危険感受性が低いと考えられている。

このため当工事では、労働災害を防止するために、技能者の危険感受性向上策に取り組んだ。

3.1 安全教育VRシステムの活用

当工事では安全教育VRシステムを活用して安全教育を行い、危険感受性の向上に取り組んでいる。安全教育VRシステムは、法面作業の他、足場作業やクレーン作業の場面をリアルに再現し、高い没入感と臨場感がある仮想空間で事故体験等ができるため、危険感受性向上に有効であった。また、外国人技能者にも対応できるように、英語、インドネシア語、ベトナム語のコンテンツが使用できる多言語版を活用し、外国人技能者を含めた全技能者の危険感受性向上を実現した。



■写真-3 安全教育VRシステムの活用状況

3.2 安全の見える化

当工事では技能者の危険感受性を高めるために横断幕やステッカーを活用して「安全の見える化」に取り組んでいる。特に意識的に取り組んでいることは、安全通路や動線で見たくなくても必ず見える位置に横断幕やステッカーを設置することと既製品ではなく、注意してほしいことを分かり易い言葉で表現して個別に製作することである。

「安全の見える化」の目的は、技能者に気付きを与え、安全側に考慮することが狙いのため、今後も技能者の心に響く活動を心掛けたい。



■写真-4 横断幕による安全の見える化状況

3.3 リアルKYの実施

危険予知活動は作業開始前に全員参加で行う重要な安全活動であるが、危険や災害を具体的にイメージして、現実味がある危険予知活動を行うことが課題であったため、当社では「リアルKY」と題して転倒する、墜落する、挟まる等、受傷するまでの予知で留めず「骨折する」「失明する」「死亡する」等、どんな怪我をするかまで予知する「リアルKY」に取り組んだ。「リアルKY」に取り組んだことで現実味が増し、具体的な危険予知活動が行え、危険感受性向上に繋がった。



■写真-5 リアルKYの実施状況

4. I C T技術の活用

少子高齢化の影響により生産年齢人口が大幅に減少する中、建設業においても就業人口は慢性的に減少傾向にあり、現場の労働力不足は社会問題化している。一方では、2024年4月から働き方改革関連法の適用により、建設業においても時間外労働時間の上限規制が開始されたことから、生産性向上や省人化・省力化、機械の自動化等の労働力不足への対応策については喫緊の課題であった。このため当工事では、従来技術に拘らず、I C T技術に着目し、施工方法や安全管理の手法を見直し、I C T技術を活用して省人化・省力化に取り組んだ。

4.1 I C T削孔管理システムの活用

当工事の鉄筋插入は628本と多数であり、出来形管理項目は削孔長、削孔角度を全数測定するため、管理の負担軽減と省人化・省力化を目的にI C T削孔管理システムを活用した。I C T削孔管理システムは、削孔機本体に測定ユニットを装着することで削孔長と削孔角度をリアルタイムに測定・記録でき、タブレット等で遠隔で施工状況が確認できた。またデータの出力機能を活用すると出来形成果表が作成できたため、施工管理の負担軽減と省人化・省力化に繋がった。



■写真-6 I C T削孔管理システムの活用状況

4.2 接触防止センサ付き電動モノレールの活用

当工事は集合住宅や寺院に接するため、従来のモノレールでは、走行時のエンジン音や警報機を使用すると近隣の住民にとって耳障りになり、生活環境に影響を及ぼすと考え、近隣住民に配慮して接触防止センサ付きの電動モノレールを採用した。接触防止センサが付いた電動モノレールを採用したこと、走行音が小さく、警報機が不要となりモノレールルートに作業員が不用意に立ち入った場合でも自動停止するため、安全に作業員と資材を運搬できた。



■写真-7 接触防止センサ付き

電動モノレールの活用状況

4.3 車両検知システムの活用

当工事に接する市道萩乃4号線は、近隣住民の生活道路であるため、歩行者や車両の往来が多く、工事関係車両が出入りする際、歩行者や車両との接触災害の危険性が考えられたため、工事用道路の出入口に車両検知システムを設置した。

車両検知システムは工事用道路側にセンサを設置すると、車両や作業員が通過する際に回転灯が作動するため、出入口付近を通行する歩行者や車両に注意喚起ができ、工事関係車両や工事関係者との接触災害を防止できた。



■写真-8 車両検知システムの活用状況

5. 気象災害対策

2025年6月から8月の夏期は災害級の暑さと評される等、観測史上で最も記録的な猛暑となったが、ゲリラ豪雨や線状降水帯、爆弾低気圧等の聞きなれなかった気象用語も頻繁に報道で耳にするようになり、異常気象が日常化していると感じるほどであった。このため当工事では、猛暑や台風、気圧の著しい変化による気象条件の悪化は、熱中症や斜面崩壊災害等のリスクを高めることになると想え、迅速に予防措置と被害軽減行動に繋げるために、適時正確な気象情報の入手と斜面の変状監視を行い、気象災害対策に取り組んだ。

5.1 気象 IoT センサの活用

当工事では適時正確な気象情報を入手するため、気象 IoT センサを活用した。気象 IoT センサは、電源を入れると観測ができるため、速やかに設置箇所の正確な気象情報が入手できた。観測は気圧、風速、雨量、湿度、気温、照度、暑さ指数、寒さ指数、道路凍結指数の他、18種類の気象情報が観測でき、迅速な熱中症予防や降雨時の作業中止の判断、シート養生等の被害軽減行動に繋がった。また、しきい値を設定して通知機能を活用する



ことで、悪天候時も速やかに気象情報が入手できた。 ■写真-9 気象 IoT センサの活用状況

5.2 変状監視クラウドシステムの活用

当工事の工事用道路の斜面は、過年度に仮設工で大型土のうが積まれているが、斜路に面しているため、斜面崩壊すると市道萩乃4号線を塞ぐ危険性があると考え、変状監視クラウドシステムを活用して24時間斜面を監視した。システム本体は省電力広域無線通信によりLTEやWi-Fi等の通信設備が不要でリチウムイオン電池で給電するため、設置するだけでリアルタイムに斜面の変状計測ができ、しきい値を設定して異常通知が



できたため業務の効率化と安全の質を向上できた。 ■写真-10 変状クラウドシステムの設置状況

6. おわりに

当工事は令和8年3月の竣工にむけて本体工事を鋭意施工中である。これまで本文において、危険感受性向上・ICT技術の活用・気象災害対策について紹介したが、技能者の高齢化や人手不足が深刻化する建設業界にとって、何れの課題についても更なる安全技術と施工技術の新化が望まれるため、管理者と技能者のそれぞれの持ち場で新しい技術を活用する意欲と探求心を常にもち、更に創意工夫を凝らし、より安全に、より効率的に取り組む必要があると感じる。

今後の課題は、斜面対策工事では、ワイヤー連結工法の開発により資材のプレキャスト化が進み生産性向上に寄与しているが、まだまだ人力作業が多いと感じる。斜面対策工事の現場が最先端の工場になる日を夢見て自身も発信力を高め、微力ながら貢献したいと考えます。

最後に、当工事の施工に於いて発注関係者様をはじめ、ご指導を賜りました関係各位の皆様に深く感謝すると共に今後もご指導、ご鞭撻を賜りますよう、宜しくお願ひ申し上げます。

こうだい さんりん しやめんたいさく こうじ あんぜんたいさく 広大な山林における斜面対策工事の安全対策について

ライト工業（株）西日本支社 本山町岡本地区8工区斜面対策工事
(工期: 令和7年4月～令和8年3月)

キーワード: ヒューマンエラー防止・ICT技術の活用・熱中症対策



現場代理人

監理技術者

○ やなぎもと 柳本 あきら 晓
にしの 西野 かずお 和夫

1. はじめに

当工事は神戸市東灘区本山町岡本に位置する、六甲山系グリーンベルト整備事業の斜面対策工事である。施工箇所は閑静な住宅街である西岡本7丁目の北側山林内に位置し、出入口は寺院と住宅が接する。斜面は住吉川に面した北西向きの斜面であり、谷止め工の側方に位置する北側斜面は、崩壊跡地形や凹状地形が発達し、土砂流出が顕著である範囲と尾根から急斜面をなし、岩盤が露頭する範囲に分かれ。南側斜面の勾配は40°程度の緩勾配であり、施工範囲の北側、南側、西側は、過年度より施工済みで当社は東側斜面の施工を担う。地質は風化花崗岩の分布域であり、表層は土砂化している。植生状況は、やや衰退傾向にあるアカマツとモチツツジ群集内にあり、ヒサカキ等の侵入が見られた。当工事の安全上の課題は、災害率が高いヒューマンエラーを防止するために作業環境を整備することやICT技術を活用すること、高温傾向にある夏期の熱中症対策が安全上の課題であった。これらの課題を克服するために、従来技術に加えて新たな発想や創意工夫、ICT技術の活用が重要と考え、積極的に安全対策に取り組んだ。

当工事の安全対策について以下に述べる。

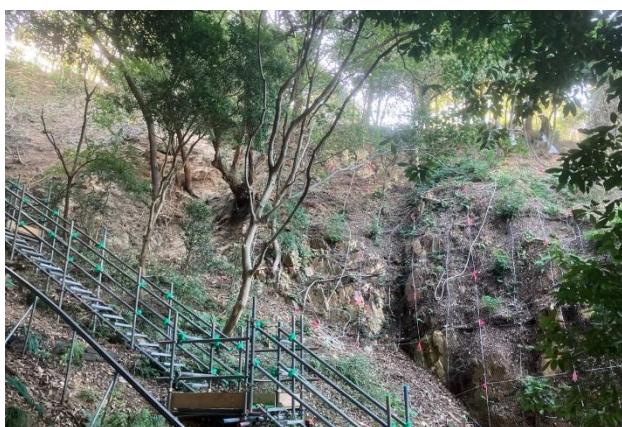
2. 工事概要

工事内容: ワイヤー連結工 2,160m²、鉄筋挿入(D19mmL3.5m) 648本、オーバーレイ工 3,610m²、仮設工（モノレール運搬工）1式



凡例: 注入プラント 工事用道路
 施工箇所 安全通路 休憩所
 モノレール

図-1 施工位置図



■写真-1 斜面西側より撮影



■写真-2 斜面南側より撮影

3. ヒューマンエラー防止

当社の過去5年間の労働災害分析によると、不安全行動等のヒューマンエラーによる災害率は8割を超える。エラー別の災害発生状況では、危険軽視や慣れによる災害が最も多く、次に単調作業による意識低下や不注意、近道省略行動本能等のヒューマンエラーが労働災害に繋がっている。ヒューマンエラーの中にはうっかりミスや錯覚等により「意図せず」に行うヒューマンエラーが存在し、その発生原因は人間が直接引き起こすエラーだけではなく、人間を取り巻く作業環境や設備、教育等、多くの要因が含まれることが知られているため、当工事ではヒューマンエラーが生じても災害に至らないように作業環境の整備と安全装置の活用に積極的に取り組んだ。

3.1 安全通路の整備

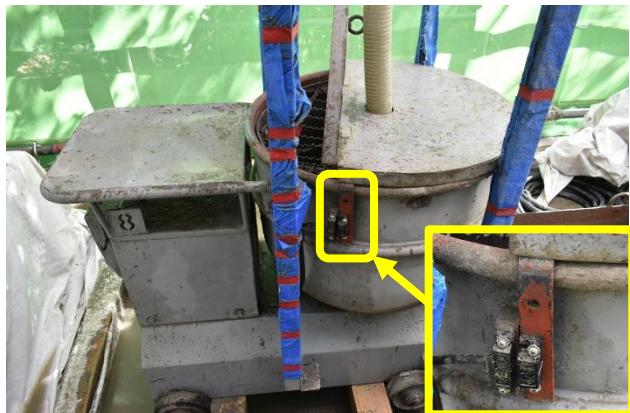
当工事の斜面は、上端から下端までの高低差が約50mに及び、起伏に富んだ斜面のため、斜面形状や石や木の根等で多くの段差が生じ、山林内を移動する際に転倒災害や墜落転落災害の危険性が高かった。このため、施工範囲を囲うように単管足場で作業ステージや昇降設備を設け、安全に歩行できるように安全通路を整備した。安全通路を整備したことによりヒューマンエラーによる転倒災害や墜落転落災害の危険性を低減でき、安全性と生産性向上に繋がった。



■写真-3 山林内の安全通路の整備状況

3.2 軽量型ミキサーの安全装置の設置

ミキサーを使用する際に多い災害は、清掃時に不用意に電源が入り指や腕を挟まれる災害である。特に軽量型ミキサーは、容易に上蓋を外せるため、清掃時の挟まれ災害が後を絶たない。このため、当工事では、軽量型ミキサーの挟まれ災害を防止するため、上蓋が外されていれば稼働しないように安全装置を設置した。安全装置を設置することで清掃時に電源を入れる等のヒューマンエラーが生じても挟まれずに安全に作業ができた。



■写真-4 軽量型ミキサーの安全装置の設置状況

3.3 重機接近警報システムの活用

作業に没頭すると作業員の不注意や近道・省略行為等により無意識に立入禁止区域に侵入したり、周囲の確認不足が生じ、重機と接触する危険性が高まると考え、安全通路と動線に近いモノレール基地に配置したクローラクレーンに重機接近警報システムを装着して接触災害を防止した。ICタグを携帯した作業員が作業半径内に侵入すると即座に検知してクレーン側は、ブザー付回転灯が鳴動し、作業員側では、ヘルメットに装着したライトが光るため、接触災害を防止できた。



■写真-5 重機接近検知システムの活用状況

4. I C T技術の活用

少子高齢化により、生産年齢人口が大幅に低下している日本の建設業界では、人手不足が深刻化している。一方、2024年4月から時間外労働時間の上限規制が適用され、週休2日対象工事の増加や業務のスリム化等で休日の増加や残業時間の減少により、実質的に労働時間が減少しているため、働き方改革の実現と生産性の向上や省人化・省力化に向けた、作業や業務の改善が喫緊の課題であった。このため当工事では、質を落とさずに安全性を高め、生産性の向上や省人化・省力化を実現するためには、I C T技術の活用が重要であると考え、積極的に取り組んだ。

4.1 ARを活用したワイヤー連結工の割付

ワイヤー連結工の割付は、基準軸より所定の寸法を縦と横に割り振り、ワイヤーとアンカーの位置を決めるが、起伏に富んだ広大な山林内では、縦列と横列が増加し全体を見通せないため、斜面の昇降や移動が増加して非効率であった。このため割付状態を容易にイメージできるように、ARを活用して割付を行ったところ、現在地のワイヤー位置を確認しながら、割付ができたため斜面の昇降や移動の省力化が図れ、安全性と生産性向上に繋がった。

4.2 斜面監視用A Iカメラの活用

当工事の斜面は急斜面で岩盤が露頭する箇所がある等、斜面崩壊や落石の危険性が高い範囲があるが、施工範囲を囲うように、安全通路を整備しているため、斜面崩壊や落石が発生すると単管足場で設置された安全通路が倒壊する危険性があったことから、A Iカメラを活用して斜面を監視した。A Iカメラは斜面に変状があると管理者にメールで通知があり、管理画面を確認すると静止画が確認できるため、速やかな退避や点検が可能となり安全性向上に繋がった。

4.3 点検アプリの活用

従来の安全点検は点検者が印刷された点検簿に点検記録を記入して詰所等で保管し管理者が確認していたが、点検状況を確認する際、保管場所に移動して確認する必要があり非効率的であった。このため当工事ではリアルタイムに点検状況の確認ができるように点検アプリを活用した。点検アプリはタブレット端末を使用してWEB上で点検記録の登録、確認ができるため、点検の未実施等の防止とリアルタイムに点検状況を確認でき安全性と生産性向上に繋がった。



■写真-6 ARを活用した
ワイヤー連結工の割付状況



■写真-7 斜面監視用A Iカメラの活用状況



■写真-8 点検アプリの活用状況

5. 熱中症対策

気象庁の資料では、日本の年平均気温は長期的には100年あたり1.40°Cの割合で上昇しており、2024年の日本の平均気温の基準値からの偏差は+1.48°Cで、1898年の統計開始以降、2023年を上回り最も高い値となっている。このため2025年も高温化が続くと予想された。2025年6月に公表された7月から9月の3ヶ月予報では、全国的に気温は平年より高く、厳しい猛暑となる予報であったため、2024年より更に熱中症の危険性が高まると考え、熱中症を防止するために作業環境の改善に取り組んだ。

5.1 熱中症対策バンドの活用

熱中症は、熱中症が疑われる初期症状が発出する前に対策することが重要であるため、深部体温の通知により自主的な予防措置を促すために熱中症対策バンドを活用した。広大な山林内で作業する技能者は、技能者が熱中症の危険性を感じて速やかに水分や塩分を補給し、体温を下げる等の予防措置を自主的に実施することが効果的である。熱中症対策バンドは音と光と振動の3つのパターンでリスクを通知するため予防措置の促しに繋がり熱中症対策に有効であった。



■写真-9 熱中症対策バンドの活用状況

5.2 熱中症リスク判定用AIカメラの活用

自主的な予防措置の促しに繋げる熱中症対策バンドに加えて技能者の暑熱状態を一括管理するために熱中症リスク判定用AIカメラを活用した。AIカメラは朝礼前と昼休憩後に顔を撮影すると専用に学習された顔解析AIが顔色、表情、発汗等の顔の変化とWBGT値（暑さ指数）を掛け合わせて4段階のリスクを判定し、技能者と管理者に気付きを与えるため熱中症対策に効果的であった。



■写真-10 熱中症リスク判定用AIカメラの活用状況

6. おわりに

当工事は2026年3月の竣工にむけて鋭意施工中である。これまで本文において当工事の安全上の課題である、ヒューマンエラー対策、ICT技術の活用、熱中症対策の取り組みを紹介したが、何れの課題も建設業界においては重要な課題であり、今後も継続して取り組む必要がある。特にヒューマンエラー対策においては、労働災害原因の約8割がヒューマンエラー等の人間の不安全行動によると考えるとDX等の先進技術を含めた更なる安全技術と施工技術の開発や創意工夫が必要であると考える。今後も自身の現場から労働災害により被害者や加害者をださないように自身も発信力を高め、安全技術と施工技術の新化に貢献していきたい。

今後の課題は、深刻化する日本人若手技能者の人材確保問題であると考えますので、微力ではございますが引き続き、現場見学会等を積極的に開催し建設業の魅力を発信したいと考えます。

最後に、当工事の施工に於いて発注関係者様をはじめ、ご指導を賜りました関係各位の皆様に深く感謝すると共に今後もご指導、ご鞭撻を賜りますよう、宜しくお願ひ申し上げます。

深谷堰堤改築工事における安全対策について

池田建設株式会社

深谷堰堤改築工事

(工期：令和6年1月24日～令和8年3月28日)

キーワード：「若手技術者から見た安全対策について」



現場代理人 藤本 学

主任技術者 藤本 学

現場担当 ○ 中川 晴子

1. はじめに

本工事は、神戸市灘区の山中に位置する砂防堰堤の改築工事である。工事概要は、既存堰堤(旧堤体 S29, 現堤体 S51)の土石流時・洪水時の堰堤安定化を確保するために背面側にコンクリートを腹付けし、その上流には人工地山(砂防ソイルセメント)やかご枠等を設置し、構造物全体の安定を確保する工事である。堰堤現場は、工事車両が直接進入できない場所にあるため、土砂や生コンクリート、重機等の資機材搬入には基地から索道(運搬索 226.0m, 打設索 120.0m)を設置し、運搬している。索道基地の麓には、学校や民家などが多く存在し、神戸の街並みが広がっている。

知識も経験もない自分がこの現場に来て約1年、現場の先輩に教えてもらったことや現場を通して知った安全対策について述べていく。

2. 工事概要

工事概要は以下のとおり。

－工事概要－

工種	数量	単位	工種	数量	単位
砂防土工	1	式	コンクリート堰堤工	1	式
掘削工	2,800	m ³	浸透防止対策工	1	式
盛土工	840	m ³	間詰擁壁工	1	式
法面整形工	1	式	石・ブロック積(張)工	1	式
砂防ソイルセメント工	927	m ³	砂防堰堤付属物設置工	1	式
残土処理工	1	式	構造物撤去工	1	式
法面工	1	式	コンクリート構造物取壊し	274	m ³
鋼製堰堤工	1	式	索道設置	1	式

図-1 現場位置図

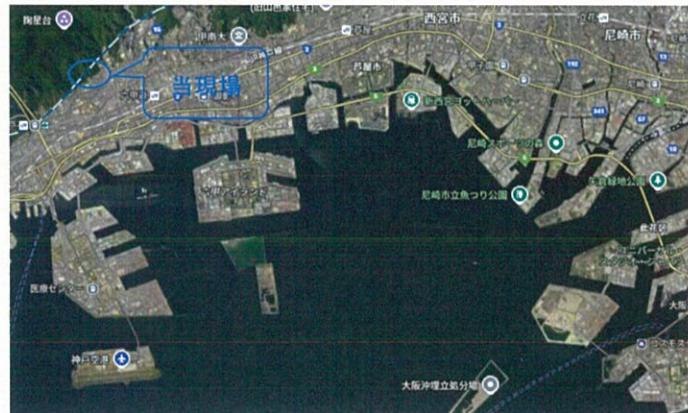


図-2 現場位置図(拡大)



3. 安全対策について

3.1 索道の歩行者交差部の安全対策について

当現場は索道を設置しているが、線下にはハイカー道があり、登山をする人や散歩をする人の往来がある。従って、頭上にはアルミの足場板とネットを設置し、落下物防止対策を行った。また、通行人の目線高さに注意喚起のための看板と、索道運転手が手動でスイッチ切替ができる回転灯を設置した。頭上を荷物通過時は運転手が回転灯を点灯させて、点灯している約15秒間はその索道の下を通行しないように看板で明示して、ハイカーに安全に通行していただけるよう対策を行った。結果、事故苦情等なく円滑に作業が行えたと思う。

写真-1



写真-2



3.2 土石流対策について

現場が山間部に位置するため、土石流が起こる可能性がある。上流側で土石流が起こったことをいち早く作業員が知ることができるように、土石流センサーを設置した。

土石流センサーは、河川上流200mの箇所にワイヤーを張り、ワイヤーが切断されることで警報(サイレン・回転灯)を発する機器である。そのセンサーを土石流が通過する河川上流に設置することで、現場で作業中の作業員がすぐ避難できるよう対応した。(土石流の速さ 秒速10m/s、20秒確保)

写真-3



写真-4



ところが、安全教育を受ける中で、実際土石流が起きた時を想定した際、このセンサー回転灯や警報アラームシステムを作業する人にどう伝えるのか、どういった連携をすれば良いのかについての自身の考えが甘いと感じた。

- ・作業は緊急作業(重機避難、二次災害防止等)が想定される。
- ・大雨や風で音が聞こえない。回転灯が見えない。
- ・無線やホイッスルを使用し、見張り員 2 人(警報機、作業場所)含む最低 4 人以上で作業する。

3.3 熱中症対策について

近年の夏は気温が高く、今年の夏も猛暑になると予想されており、厳しい備えが呼びかけられていた。自分が担当して取り組んだ熱中症対策は以下の通り。

熱中症対策①

緊急時用として現場事務所に経口補水液を常備した。経口補水液は、脱水症状を改善するための飲み物であり、主に水分とともに電解質(ナトリウム、カリウム、塩化物など)がバランスよく含まれていて体内の水分と電解質の補給を効率的に行うことができる。

スポーツドリンクとの違いは、スポーツドリンクは運動中のエネルギー補給や水分補給が目的とされているのに対して、経口補水液は、脱水症状や下痢・嘔吐による水分・電解質の喪失を補うことが目的とされている。経口補水液は脱水症状や熱中症が疑われる時、体調不良の時に飲むものである。この経口補水液を、現場に従事する作業員や交通誘導員が脱水症状等をおこしたときにすぐ対応できるよう用意した。

熱中症対策②

現場の作業員全員に対して空調服を支給し、全員に空調服の着用を徹底した(朝礼で確認)。

また、交通誘導員の方に當時クーラーを完備した休憩所を開放し、休憩時等に活用してもらうようにすると共に、冷たいドリンクも冷蔵庫残量を確認して適時補充し、必要に応じて飲んでもらえるようにした。



熱中症対策③

コンクリート打設時や型枠脱型時など堰堤の上で作業するときの合間の休憩時用としてパラソルを設置した。特にコンクリート打設時は、熱中症や脱水症状等をおこす危険性が高く、パラソルは移動等が簡単にできるため設置した。パラソルを設置したことにより、多少の体感温度の上昇を防ぎ熱中症予防と脱水症状の予防につながった。

写真- 5

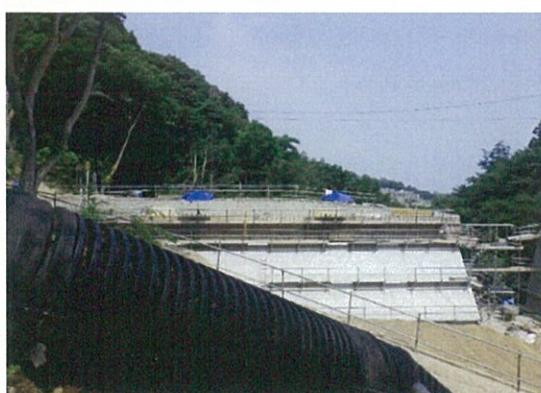


写真- 6



- ・索道線下での日蔭対策として、有効だった。
- ・日蔭があることで安心感が向上した。
- ・コストが安く、移動も簡単だった。

4. 熊と建設業について

今年は全国的に熊に襲われる事件が多発している。建設業でも砂防関係の工事は山の中が多くこれから熊の対策や遭遇した際の対応が課題になると感じた。そのため、当現場では安全教育訓練にて「建設業と熊」について話し合った。熊鈴や熊撃退スプレー等がある中で、それが必要か必要でないかについて個人差があると感じた。現場では熊スプレーを常備し、必要とする人には活用してもらえるようにした。



熊スプレーに関しては、ニセモノを本物のようにして売っていることもあるので注意が必要だ。購入時は安全装置がついているか、噴射時の色、成分(カプサイシン濃度 1~2%が目安)等をよく確認して買う必要がある。

個人差については以下の意見があった。

- ・熊鈴をすると、熊をおびき寄せる。
- ・六甲山には熊はない(いないとは言い切れない)。
- ・スプレーが荷物になる(鞄の中で誤って噴射したら大変)。

5. おわりに

これまで本文において自分が携わったことを中心に現場の安全対策を紹介したが、特に熱中症対策や熊対策等は、現場だけでは解決のできない重要な課題だと感じた。様々な対策方法を参考にして現場に取り入れたい。

現場の安全対策については、状況により対策が変化するため難しいが興味深い。これからも自分自身様々な現場で経験を重ね、得た知識を発信していきたい。

建設業界では、若手技術者や女性技能者の入職が少ないことが課題とされているが、今までイメージ(危険・仕事がきつい・服が汚れる等)があまり良くないことも原因にあると考える。自分は真面目に業務に取り組み、経験や年齢の上下問わず自分の意見が言える環境づくりを大切にし、会社で課題を一緒に話し合える若手や女性技術者の仲間が増えることに貢献したいと考える。

最後に、この会に参加させていただくに際して、後押ししていただいた先輩方や発注者の方に、この場を借りて感謝申し上げます。

まるやまにしだいにえんていこうじ あんぜんたいさく 丸山西第二堰堤工事の安全対策について

株式会社 松本組 丸山西第二堰堤工事

(工期 令和5年9月14日～令和8年5月29日)



現場代理人、監理技術者 ○ 松本 匠平
現場担当 谷口 大樹

【キーワード】架線設備設計、交走式クレーン、担い手確保、DX推進、熱中症対策

1. はじめに

本工事場所は、神戸市北区山田町下谷上地先の山田川左支渓流の上流域に位置(図-1)し、保全対象は、下流の神戸電鉄谷上倉庫、交通網として緊急輸送路である阪神高速北神戸線や神戸電鉄有馬線である。現場の渓流へ進入するには神戸電鉄管理用道路や阪神高速管理用地の利用が必要となる。渓床幅は2～6m程度で急勾配なV字谷の地形を呈し、山腹は勾配30°以上で形成され、第二堰堤サイトの視認はできない。施工位置の地質は、中生代白亜紀に活動した六甲花崗岩(風化花崗岩)である。

本工事の課題は、架線設備設計における安全性及び施工性の向上、ケーブルクレーン運転の「担い手確保」や「可視化」による安全対策、索道線下にある山田道を通行するハイカー等に向けた公衆災害防止、さらに時間的制約を受ける山間部での「DX推進による業務効率化」と「IoTによる見える化」における生産性向上について以下に述べる。



凡例：
工事用道路 管理用道路 山田道
里道 索道 送電線 工事箇所

図-1 施工位置図

2. 工事概要

本工事は、山田川左支渓流における山田町下谷上地先の六甲山地において、土石流などの原因となる危険な土砂について流出を防ぎ、調整して被害を軽減することを目的とした不透過型砂防ダムを新設する工事である。今回工事はコンクリート堰堤本体工を施工する。主要工事内容を表-1に示す。

表-1 主要工事内容

工種	単位	数量	工種	単位	数量
砂防土工(残土処理工)	m ³	2,430	法面工(法面吹付工、法枠工)	m ²	98
作業土工(床掘)	m ³	2,510	〃 (独立受圧板工)	本	20
〃 (埋戻し)	m ³	100	〃 (舗生工)	m ²	190
コンクリート堰堤本体工	m ³	2,579	砂防堰堤付属物設置工	式	1
間詰擁壁工(かご壁)	m	72	仮設工(運搬索+打設索)	m	577



図-2 完成イメージ



写真-1 下流から撮影 (堰堤本体完了時)

3. 施工性を向上させた架線設備の設計

索道基地の変更に伴い、現場条件が大幅に変更となったことから、新規の現場調査、現況地形測量等により運搬索道並びに打設索道の2路線における架線設備設計を行うこととなった。ケーブルクレーンのサイクル時間短縮、コスト削減、工期短縮を前提とし運搬索は交走式、打設索は往復式で設計した。以下に現場特性を踏まえた設計要点を述べる。①索道基地(図-1)が狭かったため、デッドスペースとなる架線設備を片側に寄せ、作業ヤードの確保を行った②計画路線の選定にあたり、運搬索道法線上に高圧電線があり(図-1)、正確な位置情報の取得が必要となった。そこで三次元測量(UAV)を実施し点群データ(図-3)より最下部の高圧電線(箕谷支線 7.7 万kv)から最低離隔 4.0m 以上を確保した高さ、資機材運搬時に必要な空間(地面と吊荷の間隔)確保や角度が最大 30 度を上回らない等の複合的な要件を考慮し索道線形を決定した。③従来の交走式クレーンは、主索を軌道として資機材を横行させるだけの構造となるのだが、今回は索道基地の地盤から主索までの高低差が 20m もあったため、通常のケーブルクレーンと同様に上げ降ろしできるロージングブロックを取付けた構造とした。④打設索線形については、停留所スペースやアンカー位置、コンクリート巻下高さを確保した中で、ほぼレベル配置とした。打設時には細かな運転操作が要求されるため、吊荷の走行時・停止時に発生する動作反動の安定性に繋がる。

以上の条件を満たした架線設備の配置により施工性の向上が図れた。

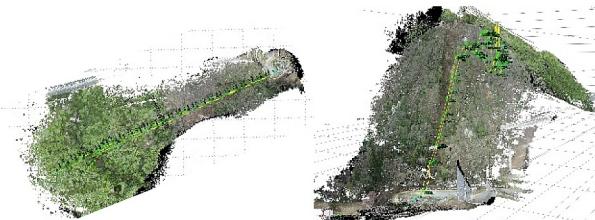


図-3 索道線形点群データ

4. ケーブルクレーンに関する創意工夫

近年ケーブルクレーン運転業務に携わる技術

者不足が深刻化しており、今回施工する協力会社もワインチ操作の未経験者であった。

本工事では、前項で述べたように巻上げ操作を含む交走式クレーン運転となるため、横行索だけでなく巻上索 2 つの操作も正確に行う必要があり、難易度の高い運転操作が要求された。それに加え、索道線下にはハイカー等が利用する道(山道)もあったため、労働災害だけでなく公衆災害の危険性もあった。災害発生時の重篤度は高い評価値となり、重大災害となる可能性は高い。ケーブルクレーン運転業務のスキルアップを図り、それらのリスク低減対策における創意工夫を以下に述べる。

4.1 ケーブルクレーン運転の扱い手確保

ケーブルクレーン運転における、知識不足・未経験・不慣れなど、経験値の低さから生じる事故を防止するため、協力会社に三田建設技能研修センター主催のケーブルクレーン運転業務実務研修会(協力:六甲砂防事務所)への参加を促した。私も指導する立場として参加し、索道の歴史や仮設備の用語、安全対策、実務運転を通じて索道運転の構造を理解し体感することができた。協力会社には更なるスキル向上のため、ワインチ操作の熟練技術者を現場に招き、より実践的な索道運転や索道点検方法、失敗談などからノウハウを学び技術継承して頂いた。また類似災害事例より原因と対策から学ぶ安全教育の実施などを重ね、ケーブルクレーン運転技術者の育成強化を図った。

4.2 ウィンチ操作の安全性・作業環境向上

ワインチ操作は、バックホウなどの操作と比べても操作レバーの数が圧倒的に多く、毎日の反復作業の中で誤認識や錯覚に陥る状態が危惧されるため、操作レバーに色テープと文字を貼り付け識別し注意喚起を図った。(写真-2右)さらに、動作前にレバー名の指さし呼称を意識付け習慣化させたことで単調作業の中でも集中力や意識低下の抑制に繋がった。

ワインチ操作者から物資輸送状況の視認性向上を図るためワインチ小屋の屋根の一部に透明ア

リルパネル板を使用した。さらにワインチ運転手の作業環境改善のため、排ガス装置(煙突排気筒)を設置した。(写真-2左)



索道基地から停留所は視認できないため、無線合図だけでは感覚情報の伝達不足によるヒューマンエラーを起こしやすい。そこで索道基地、停留所、堰堤両岸の地点で施工エリアを監視するためウェブカメラ2台と、無線カメラ2台を設置した。(写真-3)視覚情報も取り入れたことで合図の理解を深め、誤認操作を未然に防止できた。

運搬索道のワインチには距離カウンターを設置(写真-3)、中間支柱通過距離や停留所までの目安となり、余裕を持ったブレーキ操作や減速が各ポイントで行えたため、荷崩れ等による吊荷落下災害を防止できた。



4.3 索道設備の点検方法の工夫

索道設備の点検にドローンを使用した。主索や横行索の索条(ワイヤーロープ)の異常(断線、摩耗、腐食、キンク等)や搬器、中間支柱の吊環等を短時間で点検できた。

4.4 ハイキング道路の安全対策

山田道は索道基地に面しており、神戸森林植物園に直結した人気コースである。索道と山田道が交差する地点(図-1)に上空防護柵(幅 2.0m、高さ 3.0m)や注意看板を設置した。しかし、最近は「歩

きスマホ」をする方が多く、注意看板を見落とす危険性がある。そこで、防護柵(索道との交差部)を通過する手前に、通行者並びにワインチ操作者から見やすい位置に警報通信機「おくだけガードマン」を設置した。(写真-4)センサーが稼働するとパトライトと警報機(最大 100db)が作動し「吊り荷が上空を通過しますので、ご注意ください」との音声案内を繰り返し流して(3回)注意喚起の強化を図った。また夜間用の明示として防護柵に LED ロープ「光るトラロープ ピカくん」を設置した。



5. DX 推進による業務効率化と生産性の向上

当現場では、山間部の現場移動に伴い時間的制約を受ける工事ということもあり、生産性の向上が喫緊の課題であった。そのため DX 推進により業務効率化を行い、作業の生産性や安全性の向上を図った取り組みについて以下に述べる。

5.1 現場業務改善に関する建設 DX

業務の効率化に向けデータ共有クラウドサービス(CIMPHONY Plus)を導入し図面や工事写真、3D モデル、点群データなどを時間軸と位置情報を与えて管理・共有を行った。

タブレット端末を活用することで、電子書類の利便性向上によるペーパレス化と現場隙間時間の有効活用による業務効率を図った。また、発注者との立会資料は紙での説明や資料配布をなくし、タブレット端末を使用して実施した。協力会社との昼礼(作業間連絡調整)や下請け検査にはオンライン会議(Teams)を活用しムダな移動時間を削減した。

安全書類における各種点検をペーパレス化するため、Web アプリ「チェックレポ」を利用した。点検機械ごとの QR コードをスマホで読み込む(写真-5)だけで簡単に作成・記録・確認が出来るため、

点検管理の効率化が実現できた。



図-4 各種点検 web アプリ「チェックレポ²」



写真-5 チェクレポによる始業前点検実施

5.2 IoT システムを活用した熱中症の見える化

2025年6月1日から職場における熱中症対策を強化するため改正労働安全衛生規則が施行された。

屋外作業における熱中症の重篤化を未然に防止するため、6月～10月初旬までの期間、作業者のリスク状態(体調管理)を一括管理できるクラウドのウェアラブルシステム「スマートフィット for work」のウォッチタイプを弊社の技術者と技能者全員で使用した。ウェアラブルデバイスから収集した生体情報と作業現場地域の気象情報などを融合し、クラウド上の独自アルゴリズムによって解析・評価を行い、リアルタイムでリスクを見える化できる。また個人の熱ストレスと作業の負担を使い二軸での暑熱作業リスクを評価しリスクレベルが3段階で表示(図-5左下)されるため、一人一人のリスク状態を一目で把握でき、適切な判断や対応に役立った。個人の生体情報をビッグデータ化した解析とAI機能により普段の体調の平常範囲が設定され、それを元にリアルタイムに体調評価を行いリスクレベルとして3段階で表示、さらに体調の推移をグラフ(図-5右下)で見ることができる。体調が急激に変化してリスクが高まった場合にもアラート通知されるので作業者本人が気づかない体調変化をいち早く把握できた。個人や会社毎に見える化レ

ポート(図-5右上)が作成でき体調管理のグラフ化された総合評価が確認できるため、各作業場の熱中症リスクや対策の適材適所を見極める指針となり適切な熱中症対策強化と明確な指導が行えた。これらにより高リスクと判断された作業者への早めの対策が可能となり熱中症を未然に防止できた。

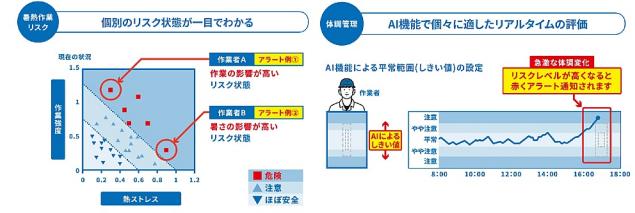
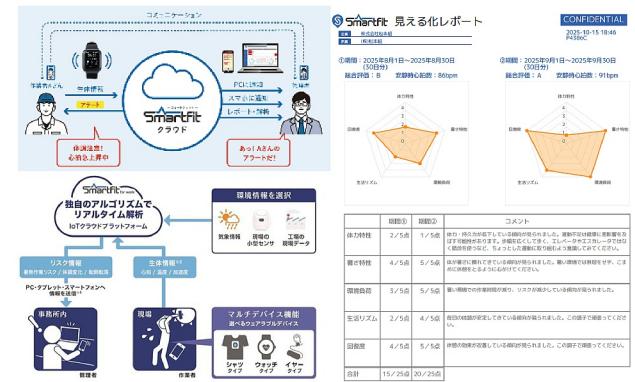


図-5 スマートフィットの機能

6. おわりに

本論文では、架線設備の設計ノウハウや交走式クレーン特性に着目した安全対策、ワインチ運転手の扱い手確保、DX推進による業務効率化について述べてきた。2024年4月から、建設業界にも時間外労働の上限規制が適用され、「2024年問題」が喫緊の課題となっており、より厳しい労働時間の制約が伴うようになった。建設業の安全施工サイクルにはまだまだムダな作業や工程がありDX推進による作業効率を改善しなければならない課題が多い。最後に、私見ですが、前項に挙げたような個々の健康状態をAIやIoTが判断できるようになれば、働きたい人がもっと自由に働ける環境が構築され、革新的な働き方改革に繋がるのではないかだろうか。

謝辞：本工事施工に際して、六甲砂防事務所、西六甲出張所の皆様をはじめ、工事関係者の皆様にご指導、ご協力を頂きました。工事は完成しておりますが、本紙面をお借りして御礼を申し上げます。