

令和5年度
近畿地方整備局管内
砂防関係工事安全管理技術
研究発表会
論文集

〔開催日〕 令和 6年 2月 5日 (月)

〔開催場所〕 (発表・審査) 大手前合同庁舎 5階 共用会議室 3-1,3-2
近畿地方整備局

(一般視聴) WEB会議 (ZOOM)

— 目 次 —

番号	表 題	頁
①	<p style="text-align: center;">さかのしただい3さほうえんていほかこうじ 『坂ノ下第3砂防堰堤他工事における安全対策・環境対策について』 いしかわ たかよし 市川 孝義</p> <p>さかのしただい3さほうえんていほかこうじ (坂ノ下第3砂防堰堤他工事)</p> <p style="text-align: right;">かぶしがいしや 株式会社キタムラ)</p>	1
②	<p style="text-align: center;">じゅうたくち せつ きゅうしゆん しやめんたいさくこうじ あんぜんたいさく 『住宅地に接する急峻な斜面对策工事の安全対策について』</p> <p style="text-align: right;">きかもと こうぞう 阪本 公三</p> <p>たかとりさんちく2こうしやめんたいさくこうじ (高取山地区2工区斜面对策工事)</p> <p style="text-align: right;">こうぎようかぶしがいしや にしにほんしや ライト工業株式会社 西日本支社)</p>	5
③	<p style="text-align: center;">ひやみず1 こうしゆうすいせいこうじ あんぜんたいさく 『冷水1号集水井工事における安全対策について』</p> <p style="text-align: right;">いまにし ひろあき 今西 裕昭</p> <p>ひやみず1こうしゆうすいせいこうじ (冷水1号集水井工事)</p> <p style="text-align: right;">まつづかけんせつかぶしがいしや 松塚建設株式会社)</p>	9
④	<p style="text-align: center;">こうだい さんりん きゅうしゆん 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急峻な斜面对策工事の安全対策について』</p> <p style="text-align: right;">みうら まさる 三浦 克</p> <p>もとやまちょうおかもとちく こうく しやめんたいさくこうじ (本山町岡本地区3工区斜面对策工事)</p> <p style="text-align: right;">こうぎようかぶしがいしや にしにほんしや ライト工業株式会社 西日本支社)</p>	13
⑤	<p style="text-align: center;">なちがわかなやまたにかわ じょうほうつうしんぎじゆつ かつよう せこうかんり 『那智川金山谷川における情報通信技術を活用した施工管理について』</p> <p style="text-align: right;">まるやま たかひろ 丸山 孝弘</p> <p>なちがわかなやまたにかわ2ごう(さがん)とこがためたこうじ (那智川金山谷川2号(左岸)床固他工事)</p> <p style="text-align: right;">かぶしがいしやなつやまぐみ 株式会社夏山組)</p>	17

— 目 次 —

番号	表 題	頁
⑥	<p style="text-align: center;">あまがたにがわ だいごう さほうえんていこうじ あんぜんたいさく 『尼ヶ谷川第5号砂防堰堤工事における安全対策について』</p> <p style="text-align: right;">いわかみ げんき 岩上 元紀</p> <p>(砂防工事04-07-95-01)</p> <p style="text-align: right;">かぶしがいいしやけんしやう 株式会社建昇)</p>	21
⑦	<p style="text-align: center;">さとやまえんていこうじ あんぜんたいさく そういくふう 『里山堰堤工事におけるケーブルクレーンの安全対策と創意工夫』</p> <p style="text-align: right;">はまた しんじ 濱田 真二</p> <p>(里山堰堤工事)</p> <p style="text-align: right;">かぶしがいいしやきまぐみ 株式会社木島組)</p>	25
⑧	<p style="text-align: center;">ふたたびにしえんていこうじ あんぜんたいさく そういくふう 『再度西堰堤工事における安全対策と創意工夫』</p> <p style="text-align: right;">なかたけ しげき 中武 繁輝</p> <p>(再度西堰堤工事)</p> <p style="text-align: right;">かぶしがいいしやきまぐみ 株式会社木島組)</p>	31
⑨	<p style="text-align: center;">ながどのたにはいすいじょうりゅうぶとんねるこうじ あんぜんたいさく 『長殿谷排水上流部トンネル工事における安全対策について』</p> <p style="text-align: right;">こでら みつひで 小寺 光秀</p> <p>(長殿谷上流部排水トンネル工事)</p> <p style="text-align: right;">とうきゆうけんせつかぶしがいいしや 東急建設株式会社)</p>	36
⑩	<p style="text-align: center;">あかたにちく じょうりゅうけいりゅうほぜん こうほかこうじ むじんか せこう かつようじつせき 『赤谷地区上流溪流保全工他工事における無人化施行の活用実績について』</p> <p style="text-align: right;">わたなべ ひろたか 渡辺 大貴</p> <p>(赤谷地区上流溪流保全工他工事)</p> <p style="text-align: right;">かじまけんせつかぶしがいいしや 鹿島建設株式会社)</p>	40

さかのしただい3 さぼうえんていほかこうじ あんぜんたいさく かんきょうたいさく
「坂ノ下第3砂防堰堤他工事における安全対策・環境対策について」

株式会社キタムラ 坂ノ下第3砂防堰堤他工事
(工期 令和5年3月29日～令和6年1月10日)



現場代理人 市川孝義

監理技術者 ○市川孝義

キーワード 「崩落事故」「落石」「創意工夫」

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であり200m下流側には民家が密集しており国道165号線(第1次緊急輸送道路 一般国道指定区間)が存在することから土砂、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を行っております。

また、隣接する谷出地区において構築済みの谷出第3,4,6号砂防堰堤において工事未完成部分を完成させて同様の被害を未然に防ぐものとします。

谷出第3,4,6号砂防堰堤においては既に砂防堰堤本堤、副堤、垂直壁、一部法面保護工が施工済みでありましたが、谷出第6号砂防堰堤右岸袖部の切土法面部において令和5年台風7号による降雨により土砂崩壊が起きたため、間詰工並びに法面保護工の施工を行うこととなりました。

施工にあたり、崩壊土砂の撤去を行う作業が常に危険と隣り合わせとなりますので作業従事者の安全の確保を行うことが課題となりました。この問題を踏まえて作業従事者の安全を確保すべく、当作業所で実施した安全対策とインフラ整備の整わない山中での作業従事者への環境改善について報告します。

2. 工事概要

坂ノ下第3砂防堰堤

・砂防土工	1式
掘削工	1,260m ³
・法面保護工	1式
植生工	340m ²
かご工	112m ²
・コンクリート堰堤工	
コンクリート堰堤本体工	937m ³
堤冠コンクリート	26m ³
・鋼製堰堤工	1式
鋼製堰堤本体工	13.9t
・仮設工	1式





3. 工事車両進入路の騒音・振動対策について

3-1. 騒音・振動計（クラウドロガー併用）

本工事現場までの道路は国道 165 号線より地域から指定されたルート（名張市道）を使用することとなっているが、幅員が狭く、また、家屋が近接しており、途中市道沿いにおいて既舎が設置されている為、工事車両による家屋への影響並びに騒音・振動によるストレスを与えないようにする必要がある。

その為に工事用車両進入路に騒音・振動計（クラウドロガー併用）の設置を行った。クラウドロガーを併用することにより車両通過毎の騒音・振動の情報がパソコン、スマホへと直結されているのでタイムリーに監視することができ、車両通過時の騒音・振動の数値が高い運転手にはすぐに徐行の指示を出せることにより運転手の安全運行意識の向上、徐行運転の励行意識の向上に繋げることができた。

騒音・振動計データ
【クラウドロガー】



4. 法肩からの転落防止

4-1. LED テープライトの活用による法肩明示

当現場は山林内に作業員の通行並びに大型車両搬入路があり日中でも薄暗く道路幅が狭い箇所がある為、大型車両での運搬時に法肩が見づらく転落の危険性が懸念された。特にこれからの冬季においては日の入り時間が早くなり危険度が高まることが想定できるので照度の確保が必要である。

LED テープライト（明るさ 1000 ルーメン※一般的な車のヘッドライト 700 ルーメン）を設置することで照度の確保が実施され転落事故防止に繋げることができた。



5. 崩壊土砂撤去時の安全対策

5-1. 前部ガードの取付

堤袖部法面において発生した崩落土砂の撤去にあたり重大事故に繋がる災害リスクを検討すると、バックホウでの土砂撤去時に落石や倒木の滑り落ちによる重機オペの被災が懸念された。作業スペースと堰堤上流側へのバックホウの楊重の関係性から0.13m³バックホウを選定したが前部にガードがない為落石等による直撃を防ぐために前部ガードの取付を行った。また、上部からの落石等の早期発見での危険回避を鑑みて監視員を配置し拡声器により待避指示が出せる対策を講じた。これにより重機オペの被災事故の懸念の軽減を図ることができた。

【前部ガード取付重機】



『施工前』



『施工後』



5-2. 土砂崩れ検知装置『スーパーサッチャー』の取付

スーパーサッチャーは、変状の恐れがある法面、斜面の傾き変位を検知して警報発信により避難を促す装置である。監視員による目視の確認だけでは分からない斜面の傾きを360°全方向にリアルタイムで検知し警報（音・光）で避難を促すことができました、短時間での取付が可能なので、法面崩壊場所上部への取付滞在時間が省略できるので設置時の危険性も軽減できる。

また、スーパーサッチャーの取付と併用して安全ネットで施工箇所上部の囲いを行いました。また、合わせて上部からの落石等の早期発見での危険回避を鑑みて監視員を配置し、拡声器により待避指示が出せる対策を講じることで、作業員並びに重機オペの被災事故の懸念の軽減を図ることができた。

【スーパーサッチャー・安全ネット取付全景】



【監視員配置】



5-3. WEB 監視カメラについて

現場から離れていても法面の監視ができるように監視カメラの設置を行った。パソコン、スマートフォン、タブレットで遠隔にて現場状況を確認できるため降雨後に人が危険な箇所に近寄ることなく安全性を確認できる。

カメラは360°確認、暗視対応機能搭載の為24時間確認できるため、現場点検中の二次被害の防止に繋げることができた。

また、人感センサーを搭載しており休日、夜間においてセンサー反応時にスマートフォン、パソコンへデータ送信されるため盗難防止にも利用できる。また、カメラ電源はソーラー発電型を選定しており環境対策にも留意した機能となっている。



6. 環境対策についての取り組み

6-1. ソーラー発電を利用した快適な休憩所の設置

山間部での作業においては商用電源の引き込みが困難である場合が多々あります。その場合は発電機を使用しての電力供給で賄いますが、当現場において環境への対策、SDGs への取り組みとしてソーラー発電を電力とした休憩所の設置を行いました。休憩所内のエアコン、照明、充電器の使用等をソーラー発電により賄うことでCO2 排出量が発電機を使用するより1 か月で3081 kg-co2 の削減することができました。エアコンが使用できることで夏場においては熱中症対策、冬季においては低気温より体を温めることができ作業従事者へ快適な環境を設けることができました。

また、WIFI 機能も搭載している為、山間部における携帯電話の不感対策、監視カメラの遠隔操作も可能となり緊急時の連絡体制にも貢献することができた。当現場においては休憩所のほかにソーラー充電型の機材（騒音・振動計、外部照明、監視カメラ等）を使用しており環境対策に取り組んでいます。

【ソーラー発電搭載型ハウス】



7. おわりに

作業従事者の安全性を確保、快適な環境作りをするためには、事前に現場条件、状況を十分に理解することで工事現場での危険源を抽出し、インフラへの対応等の確かなシミュレーションをしておくことが、最も重要かつ効果的であると考えられた。災害を未然に防ぐことは難しい課題であると考えますが作業従事者との意思疎通を大切にすることで安全意識の向上にも繋がり、災害の抑制へ結びつくものと考えます。

当現場も残す工期がわずかではありますが工事竣工まで現場関係者一丸となって無事故・無災害にて無事完成させられるよう努めていきたい。また、工事を施工することは周辺環境にも少なからず影響を及ぼすことは忘れてはいけない。そのためにも、近隣住民のコミュニケーションを図り工事に対して理解をしてもらうことも必要であり求められる以上の言動にて信頼を得ることも重要であると考えます。

最後に、今日まで技術的指導や情報の提供や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。

じゅうたくち せつするきゅうしゅん しやめんたいさくこうじ あんぜんたいさく
住宅地に接する急峻な斜面对策工事の安全対策について

ライト工業（株）西日本支社 高取山地区2工区斜面对策工事
（工期：令和5年4月～令和6年2月）



現場代理人
監理技術者 坂本 公三

キーワード：新技術で安全対策・安全意識向上・安全性向上

1. はじめに

当工事は神戸市長田区高取山町に位置する、六甲山系グリーンベルト整備事業の斜面对策工事である。施工箇所は、六甲全山縦走路の一部でもあり、地域で親しまれる高取山の南側斜面で、裾野には住宅地が広がり自動車学校や駐車場、戸建住宅が接している。斜面は東側の急勾配斜面と西側の沢地形斜面に大別され、斜面勾配は東側が60～70° 西側が40～45° の勾配であり、地質は六甲花崗岩の分布域である。東側の急斜面部には20～40cm程度の角礫を主体とした崖錐堆積物が広く分布し、東側の急斜面部と西側の沢地形の両岸には節理の発達した風化花崗岩が露頭する。

当工事の安全上の課題は、山林内における急峻な斜面での施工となるため、施工箇所までのアクセスはモノレールに限られる。そのため、移動時の安全性を高めて転倒災害や墜落転落災害を防止することや労働災害の発生要因として高い割合を示すヒューマンエラーを防止するためには、ICT技術や安全技術によって作業や施工管理の省人化・省力化を図り、技能者の安全意識を高めて持続させることが必要不可欠であった。 凡例：



■ 施工箇所 ■ 通路 ■ ステージ
■ 注入プラント ■ モノレール

■ 図-1 施工位置図

2. 工事概要

工事内容：高強度ネット工1,886m²、鉄筋挿入(D19mmL3.5m)902本、仮設工（モノレール他）1式



■ 写真-1 西側斜面：斜面南側より撮影



■ 写真-2 東側斜面：斜面北側より撮影

3. 新技術で安全対策

当工事の施工箇所は高取山の南側斜面の中腹部に位置するため、施工箇所へのアクセスは、現場事務所の隣に設置したモノレール基地を起点に工事用モノレールを使用して作業員や伐採材、資機材等の全ての搬送を行う。工事用モノレールの仕様は、乗用台車を備え付けた最大積載重量500kgの工事用モノレールで総延長約360m、乗車時間は約10分であるが、施工箇所で斜面崩壊や落石、熱中症や墜落転落災害等の労働災害等が発生すると初動の遅れや二次災害の危険性が高まるため、新技術を活用して省人化と省力化を図りながら安全対策に取り組んだ。

3.1 変状監視クラウドシステム「OKIPPA104」の活用

当工事の斜面は崖錐堆積物が広く分布し、風化花崗岩が露頭しており、表層崩壊や落石の危険性が考えられたため、斜面の変状を24時間計測できる「OKIPPA104」を設置して斜面を監視した。「OKIPPA104」はLPWA（省電力広域無線通信Sigfox）の活用により4GやLTEが不要でリチウムイオン電池で給電して稼働するため、設置のみで変状を計測できた。またPCやスマホでクラウドの計測データをリアルタイムに確認でき、しきい値を設定して通知できたため、省人化と省力化を図りながら安心して施工ができた。



■写真-3 OKIPPA104の設置状況

3.2 熱中対策ウォッチ「カナリア」の活用

当工事の施工箇所は、南側斜面のため日照時間が長く、立木が少ないことから直射日光を多く受ける。さらに7月～9月の夏期は猛暑が予想され、主要工種の鉄筋挿入工はロープ高所作業で施工するため、機械移設時や削孔時には作業員の負担が大きく熱中症の危険性が高くなると考え、「カナリア」を活用して熱中症対策に取り組んだ。「カナリア」は腕に巻くだけで熱中症の原因となる深部体温の上昇を推定し体温の上昇前にアラームとLED表示で通知するため、水分補給や休憩を促し熱中症防止に効果があった。



■写真-4 カナリアの使用状況

3.3 3次元計測技術（3Dスキャナー）の活用

主要工種である高強度ネット工と鉄筋挿入工は、ICT対象工種ではないが、急峻な斜面上でのロープ高所作業による測量時に斜面崩壊や落石、墜落転落災害の危険性が考えられたため、発注者と協議の上、3Dスキャナーを使用して3次元計測技術を活用した。3Dスキャナーを通路付近に設置して斜面を計測することで、ロープ高所作業での測量機会が省力化され測量時の負担軽減と安全性向上に繋がった。また計測データを外部委託できるため、省人化・省力化に加えて働き方改革に繋がった。



■写真-5 3D測量の実施状況

4. 安全意識向上

近年の当社の災害発生傾向は、被災者の経験年数や年齢、入場経過日数と協力会社の専属・非専属や施工体制等において一定の傾向があると分析されているが、災害原因を確認するとヒューマンエラーと言われる作業員の不安全行動や不安全状態による原因が8割を超えて最も多く、他の原因と一線を画している。このため、ヒューマンエラーを防止し労働災害を未然に防ぎ、安全で安心して働ける職場環境づくりを目指して安全設備の見える化や注意喚起の横断幕の設置、店社の出前教育等の他に様々な取り組みを実施したので一例を紹介する。

4.1 安全宣言

当工事では新規入場時に協力会社の作業員の一人ひとりに労働災害防止のために、自身が現場で実践することを安全宣言書に記載して署名し、各自の安全意識向上に取り組んでいる。安全宣言書は職員と作業員が出勤時に入場登録する建設キャリアアップシステムのカードリーダー前に掲示し、安全意識の持続と失念防止に繋げており、安全宣言の取組みを実施したことで作業員一人ひとりの安全意識向上はもちろんのこと、協力会社のチーム力の引き上げや連帯感、職長や我々職員の責任感向上にも寄与している。



■写真-6 安全宣言の状況

4.2 点群データを活用した安全教育

当工事では3Dスキャナーによる3次元計測で得られた点群データを使用して安全教育に活用した。これまでは、写真と図面で現場説明をしていたが、点群データを加えることで斜面形状や起伏、勾配や凹凸等の斜面状態を視覚化できたため、作業員の理解度アップや危険の感受性が高まり、安全意識向上に繋がった。また当地区は施工範囲が広く、東側の急斜面部と西側の沢地形では斜面の状態が異なることから、斜面全体を把握することに時間を要したものの、点群データを加えることで容易に理解できた。



■写真-7 点群データを活用した安全教育

4.3 女性職員（六甲こまち）によるパトロール

施工中に、店社の女性職員の工事チームである六甲こまちを招き、安全パトロールを実施した。六甲こまちを招くことや見られること、見せることを意識して作業することで作業員の安全意識向上に繋がったと感じるが、更に女性目線の現場状況の確認や工事用モノレールに乗車することで、危険ポイントの違いや新たな危険個所の発見、事務所や詰所において女性が働きやすい職場になっているか等の観点で現場を確認でき安全衛生意識向上と働き方改革をに繋がった。



■写真-8 六甲こまちによるパトロール状況

5. 安全性向上

社内で実施した着工前検討会では、施工箇所や斜面の状態、施工時期や工程、協力会社の施工体制等に関して、社内の施工技術部門と安全衛生環境部門の担当で労働災害等の危険のポイントの検討を行った。検討の結果、墜落転落災害と転倒災害、落石災害による災害リスクが最も高いと考えられた。墜落転落災害と転倒災害の対策については、仮設安全設備を充実して施工機能と安全性を高めること、落石災害対策については、落石の危険性が高い、20～40cm程度の角礫を主体とした崖錐堆積物の発生源対策を行うことで施工中の安全性向上に取り組んだ。

5.1 仮設安全設備の充実

墜落転落災害と転倒災害を防止するためには、作業員が場内で移動する時に、負担が少なく安全に移動することが災害防止に直結すると考え、仮設通路と仮設ステージの増設やモノレールのルートの見直し等、導線の整理を行って安全性の向上を図った。また設置した仮設通路と仮設ステージには、LEDテープライトを設置し、日の入り後に作業終了となる冬期においても照度を確保した。更に掲示物や看板を増設して段差の見える化やステップキューブを使用した段差解消に取り組み安全性向上を実現した。



■写真-9 仮設通路と仮設ステージの設置状況

5.2 ラス金網の設置による落石対策

落石対策は発生源の浮石や転石を除去することが最も有効だが、20～40cm程度の角礫を主体とした崖錐堆積物が広く分布する当地区では、その全てを撤去することは困難であった。そのため、斜面の状態を確認し、落石発生源となる危険性が高い箇所にラス金網を設置して施工中の落石を防止することで、危険性が高い箇所の近傍においても安心して作業ができた。更に、落石の危険性を有している範囲であることが容易に視認でき、注意喚起とともに、安全性の向上に繋がった。



■写真-10 ラス金網の設置による落石対策状況

6. おわりに

当工事は令和6年2月の竣工に向けて鋭意施工中である。本年度は2期目の工事であり、施工当初に1期目の担当者から安全対策や施工計画の引継ぎを行い、社内の着工前検討会を経て現場に乗り込んだ。しかしながら、同じ斜面でも施工箇所が違えば勾配や地質、斜面の状態や植生状況に変化が見られ、施工の進捗に伴い危険ポイントも変化した。本文で紹介した新技術の活用により安全対策、安全意識向上、安全性向上の取り組み等を行うことで、安全活動の質を高めることができ、無事故無災害を継続している。今後も関係者で一致協力して無事故無災害で竣工を迎えたい。今後の課題は、作業員の高齢化と外国人労働者の増加に伴う安全性の低下が想定されるが、作業所と店社で力を合わせて安全教育と安全設備を充実し安全で働きやすい職場環境を整え、労働災害の発生を防止したいと考える。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へ深く感謝すると共に今後もご指導、ご鞭撻を頂きますよう、宜しくお願い申し上げます。

ひやみず 1ごう しゅうすいせいこうじ あんぜん たいさく
冷水1号集水井工事における安全対策について

松塚建設株式会社 冷水1号集水井工事
(工期：令和5年3月23日 ～ 令和6年2月28日)



現場代理人 今西 ひろあき
監理技術者 裕昭

キーワード 墜落転落・飛来落下・ヒューマンエラー
IoT・省人化・働き方改革

1、はじめに

当工事は平成23年9月の台風12号の記録的な大雨により、甚大な被害があった奈良県吉野郡天川村の冷水地区における災害復旧関連工事である。

冷水地区では約140万m³にのぼる崩壊土砂が発生し、天ノ川を河道閉塞させた。河道閉塞は解消したが、未だ残存する”すべり面”へ地下水が流れ込むことで、再度地すべりが発生する可能性がある。そのため、集水井を設置し、集排水ボーリングで地下水を集め、すべり面に流れ込む地下水を排除する、地すべり抑制を目的とした工事である。



図-1 全体概要図

2、工事概要

砂防土工	
掘削工・盛土工	1式
法面整形工・残土処理工	1式
法面工	
植生工	20m ²
地下水排除工	
集排水ボーリング工	1,832m
集水井工 (φ3.5m)	33m
仮設工	
モノレール工	1式



写真-1・2 施工状況

3、安全対策の課題

施工箇所は標高800mを超え、現場事務所からモノレールを利用して約40分移動しなければならない山中に有り、携帯電話の通信状態が非常に弱い箇所での施工であった。また、施工する集水井は深度が33mあり、狭い集水井内での集排水ボーリングを合計1,832m施工する必要があった。

そのため、集水井内での墜落転落災害及び飛来落下災害、山中での施工管理や連絡体制の構築等が問題となった。

これらの問題を踏まえ、工事従事者の安全確保と同時に省人化や働き方改革について、当作業所で実施した対策と活動について報告する。

3-1、墜落転落対策

建設業における最も多い災害が「墜落・転落災害」である。

当現場では集水井の施工及び集水井完了後の集排水ボーリングに至るまで、集水井内の上下移動が必須となり、常に「墜落・転落災害」の危険が伴う。

通常の集水井工事や立坑の工事で深さ45m程度までは縦梯子を用いて昇降を行うことが多いが、フルハーネス型墜落制止用器具を着用し、セーフティブロック（墜落防止装置）を使用する必要がある、昇降に際して非常に億劫になりがちである。また、当現場では女性の施工管理者も勤務しており、集水井の深度が深い当現場での日々の昇降に大きな不安があった。

そのため、縦梯子に代わり、螺旋階段を設置した。これはφ1000mm・高さ2mの円柱形のユニット式であり、集水井の掘削深度に合わせて継ぎ足すことが可能であった。この螺旋階段を使用することで、昇降時における墜落転落災害を防止できると共に、昇降時の億劫な気持ちを和らげることができ、かつ疲労を軽減し、安心して作業を行うことが可能となった。（縦梯子は螺旋階段設置時に必要なため設置）



写真-3 縦梯子



写真-4 螺旋階段

3-2、飛来落下対策

集水井工及び集排水ボーリング工では常に揚重作業が必要となる。揚重機械の能力は現場を進めていく上で非常に大きなウェイトを占める。門形クレーンやクローラークレーンが一般的ではあるが、当該現場は、

1. モノレールで揚重機械を荷揚げする必要がある
2. 作業ヤードが狭隘である
3. 最重量1.5t（ボーリングマシーン）を揚重する必要がある

以上のことを踏まえ、2.1t吊りの油圧定置式クレーンを使用することとした。この油圧定置式クレーンはクレーン部分と油圧ユニットを別々に運搬することが可能なため、モノレールにて運搬することができた。発動発電機を動力として起動し、その発動発電機を反力として使用するため、狭隘な現場でもコンパクトに収まり、ブームの伸縮や旋回が可能のため、安全性・施工性共に高く、非常に利便性の良い揚重機械であった。



写真-5 クレーン運搬状況



写真-6 油圧ユニット運搬状況



写真-7 定置式クレーン

定置式クレーンでの揚重作業時、クレーンオペレーターは深度10m程度までは吊荷を目視確認できるが、10mを超えると目視確認することが困難になる。また、太陽の光で集水井内部で影ができ、非常に見づらい状態となりやすかった。そこで小型クレーン用吊荷監視カメラ「ワイヤレスウォッチャー」（NETIS登録：QS-190012-VE）を定置式クレーンのブームの先に取り付け、手元に映し出された吊荷の映像をクレーンオペレーターが確認しながら、クレーン操作を行った。ズーム操作も可能なため、吊荷周辺に死角を作ることがなく、揚重作業における安全性および施工性が向上した。



写真-8 クレーンカメラ

集水井及び集排水ボーリング施工時は集水井内での作業となり、常に揚重作業が伴うが、集水井内は非常に狭い（φ3.5m）ため退避する場所もなく、吊荷作業時の「吊荷の下に入らない」という大原則を守ることが難しく、作業員の退避場所の確保が重要となった。そのため、上記3-1記載の螺旋階段下部を退避場所とする現場ルールを定めた。集水井内での作業時は螺旋階段下部への退避を義務付け、万一の飛来落下に備えた。



写真-9 退避場所

上記記載の退避箇所を定めた現場ルールを徹底しても、日々の繰り返しの作業ではどうしても慣れや過信からくるヒューマンエラーが発生しやすく、吊荷下部からの退避を怠る可能性もあった。そのため、クラウドカメラソリューションMIRUMOTT（NETIS登録：KT-220106-A）とネオセンサー検知ch（NETIS登録：KK-160054-VE）を組合せた「（仮）集水井衝突防止システム」を設置した。これは集水井の上部と下部にそれぞれカメラと人感センサーを設置し、螺旋階段下部の退避場所以外で作業員の進入を感知すると、上部に設置したパトライトの点灯と警報音により、クレーンオペレーターに知らせることが可能となる。

集水井内での施工時の飛来落下災害は重大な災害につながるため、待避場所を設置し、適切な揚重機械を選定し、クレーンカメラや「（仮）集水井衝突防止システム」等の最新システムを使用し、例えヒューマンエラーが起こっても対処できる2重・3重の対策を講じることで、安全性を高めるのはもちろんのこと、施工性の向上にも繋がった。

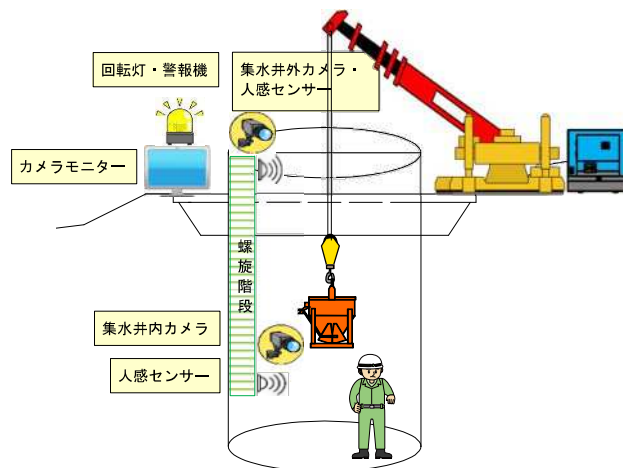


図-2 （仮）集水井衝突防止システム



写真-10・11 クラウドカメラソリューションMIRUMOTT



写真-12・13 ネオセンサー検知ch

3-3、酸欠事故対策

今回施工を行う集水井は深度が30mを超えるため、酸素欠乏防止対策が重要となった。通常は作業開始前に酸素濃度の測定を行うが、測定器を携帯し階段を下りながら日々測定を行うのは測定ミス等のヒューマンエラーが懸念された。また、作業時は常に送風機を作動させるものの、作業開始前は酸素濃度に問題がなくても、作業開始後に複数の作業員や施工管理者が集水井内部に進入した時に、酸素濃度の低下が起こる恐れがあった。

そのため、「酸素測定警報ユニット」を使用した。これは集水井内部の作業員が停滞する箇所に検知器を設置し、ケーブルで集水井外の警報装置に繋ぎ、酸素濃度を連続監視することができる測定器である。酸素濃度が19.0%を下回ると黄色のパトライトが点灯し、酸素濃度が18.0%を下回ると赤色のパトライトが点灯する。この装置を使用することで、リアルタイムに酸素濃度の測定が可能で、集水井内部及び外部でも酸素濃度が知ることができ、安全性の向上はもちろんのこと、酸素濃度と言う目に見えないリスクに対して安心して作業を進めることが可能となった。



写真-14・15・16 酸素測定警報ユニット

4、IoTを活用した安全管理と働き方改革

当現場の施工箇所は山中にあり、携帯電話の電波が非常に微弱な箇所であったため、通信設備の確保と連絡体制の構築が重要となった。そのため、太陽光によるソーラー発電を電力とした衛生通信設備を現場内に設置してIT回線を確保し、現場内を無線化（Wi-Fi）した。現場内をWi-Fi化することにより、上記記載の集水井衝突防止システムやwebカメラの利用、遠隔臨場、SNSを利用した日々の連絡、クラウドサービスを利用した写真管理、生コンクリートの遠隔温度管理等が可能となった。



写真-17 モバイルルータボックス



写真-18 Wi-Fiアンテナ



写真-19 遠隔臨場

4-1、webカメラ

当現場は現場事務所からモノレールを利用して約40分と移動時間が長いため、現場を確認するためのwebカメラを設置した。日々の状況確認や悪天候時の状況確認が現場に行かずとも速やかに行うことができ、本社等の遠隔地からの確認も可能となった。また、このカメラは監視カメラという観点ではなく、現場従事者を見守るカメラという位置づけで、見られているということから不安全行動による災害を防止する意味でも大きな役割を果たした。



写真-20 webカメラ



写真-21 カメラ映像

4-2、SNSの利用

現場内をWi-Fi化することにより、既存のSNSを利用した連絡体制を確立し、普段の連絡に利用した。当初、モノレールの発着時間等は無線連絡を行う予定であったが、メッセージを文字で残したり、写真を受送信できるメリットを活かして、既存のアプリでグループを形成し、日常連絡のツールとして利用した。特に若手の施工管理者にとっては普段使い慣れたアプリを利用することで、現場での質問や確認をリアルタイムに行うことが可能となり、情報が共有され、世代の違う者同士のコミュニケーションツールとなり、現場を進めていく上で重要なアイテムとなった。



写真-22 SNS利用状況

4-3、クラウドサービスを利用した写真管理

当作業所の写真管理は現場から現場事務所までの移動時間が長いため、Wi-Fiを基にクラウドサービスを利用した写真管理を行った。これは現場で写真撮影したデータをWi-Fiを介してクラウド上に保存する技術で、現場で撮影した画像を現場事務所のパソコンでリアルタイムに確認することが可能となり、写真の撮り直しや撮り忘れを防ぐことができるため、現場及び現場事務所における作業が軽減し、安全性の向上と残業の減少による働き方改革にも繋がった。

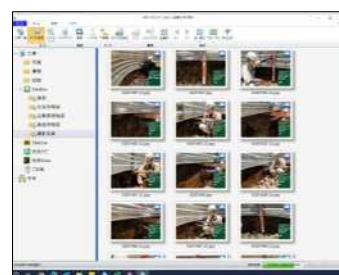


写真-23 写真管理

5、おわりに

本工事のような山中での現場は制約が多く、使える技術もさほど多くない。しかし、少しの工夫とアイデアでヒューマンエラーを防ぎ、安全で施工性の良い、安心できる環境が構築できることを実感した。

最後に、発注者の皆様をはじめ本論文を作成するにあたりご指導いただいた関係者各位に深く感謝するとともに、今後も既定概念に囚われず、創意工夫を持って現場を進めていきたいと思う。



写真-24 作業所全員写真

広大な山林における急峻な斜面对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 3 工区斜面对策工事
(工期：令和5年7月～令和6年2月)



現場代理人
監理技術者 三浦 克

キーワード：ICT技術で安全対策・高齢技能者と外国人技能者の安全対策

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对策工事である。施工箇所は、閑静な住宅地である西岡本7丁目の北側山林内に位置し、西側は住吉川に接する。東側の斜面上部は施工済みであり、北側は当社の他工区が施工を担い、当工事は南側の斜面中腹部から下方の斜面对策工を担う。斜面状況は中腹部に石積みやコンクリート製の谷止め、落石防護網工等の治山施設がある。斜面下方の地形はV字谷をなし、流域界の尾根付近は緩勾配で溪流に平行した明瞭な遷急線がある。溪流沿いは花崗岩や砂岩が分布する急崖をなし、斜面下方は円礫や垂円礫混じりの崩壊面が見られる。当工事の安全上の課題は、広大な山林における急峻な斜面で施工するため、管理者と技能者が移動時の負担を軽減し墜落転落災害と転倒災害を防止すること、深刻化する技能労働者不足を背景に増加傾向を示す高齢技能者と外国人技能者の労働災害を防止することである。これらの課題を克服するためにはICT技術を活用して負担軽減を図り、高齢技能者や外国人技能者に優しい作業環境の整備が必要不可欠であった。



凡例：■ 施工箇所 ■ 詰所・休憩所 ■ ステージ
■ プラント ■ モノレール ■ 工事用道路

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2,196m²、鉄筋挿入(D19mm、L3.5m)710本、仮設工(モノレール他)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. ICT技術で安全対策

2024年4月に向けた建設業は、働き方改革関連法の適用開始や少子高齢化を背景に慢性化した技能労働者不足への対策は喫緊の課題であり、時間短縮や生産性向上、省人化・省力化を目的に全方位的な取り組みが行われている。施工技術においては、施工機械の自動化や人力作業の機械化等で更なる生産性の向上と負担軽減が期待されているが、安全技術や施工管理技術においても、管理者や技能者の負担を軽減し省人化・省力化を図らなければ、安全の質が低下し災害リスクが高まる。当工事では安全技術や施工管理技術においてICT技術を積極的に活用し、業務の効率化と省人化・省力化を実現して安全対策に取り組んだ。

3.1 車両接近検知システム（カークル）の活用

当工事は西岡本7丁目の閑静な住宅地を経て、道幅が狭い急勾配の坂道を通り施工箇所へと向かうが、施工箇所の上方には宗教法人の施設があり、施設の関係車両と工事用車両とが経路内で離合する恐れがあった。そのため、安全に離合できるように車両接近検知システム（カークル）を設置し、車両が通行する前に車両の接近を可視化した。この結果、誘導員を配置せず道幅が狭い経路内で離合することがなくなり安全に通行できた。



■写真-3 カークルの設置状況

3.2 通信一体型現場監視カメラ（G-cam）の活用

当工事の施工範囲は、モノレールの起点基地がある斜面上方の詰所ヤードとモノレール中間基地にプラントを設けた大型ステージ及び、モノレール終点基地がある斜面下方の終点ヤードに大別されるが、広大な山林内で効率的に施工管理するために通信一体型現場監視カメラ（G-cam）を設置し業務の効率化と安全対策に取り組んだ。G-camを設置したことで、管理者が場所を選ばずにタブレット端末で容易に施工状況を確認でき、施工の可視化による技能者の安全意識向上にも繋がった。



■写真-4 G-camの設置状況

3.3 3次元計測技術（3Dスキャナー）の活用

斜面対策工事の出来形管理は巻尺やコンベックスで長さを測り、野帳に記載して現場事務所に戻ってCADで図化することが従来方法であるが、当工事は、広大な山林内で急峻な施工箇所も多いことから、3次元計測技術（3Dスキャナー）を採用して業務の効率化と安全対策に取り組んだ。3Dスキャナーを活用したことで、測量会社へアウトソーシングして業務の効率化が図れ働き方改革にも繋がった。また管理者と技能者によるロープ高所作業での測量作業が省力化でき、省人化と安全性向上ができた。



■写真-5 3次元測量の実施状況

4. 高齢技能者の安全対策

当社の過去5年間の災害統計を分析すると年齢別の災害発生件数において、50才以上の技能者の災害発生率が45%と最も高く、他の年齢群と一線を画す。経験年数別の災害発生件数においては、経験年数20年以上の災害発生率が30%以上に達し、更に災害原因別の災害発生件数も不安全行動による災害発生率が80%と最も高いことから、豊富な経験を有していてもヒューマンエラーによる災害が多いことが確認できた。このため、高齢技能者を対象とした労働災害防止策と作業における負担を軽減することが最も重要と考え、安全対策に取り組んだ。

4.1 大型ステージの設置

当工事は南側の斜面中腹部から下方にかけて斜面対策工を行うが、山林内は急峻な箇所が多いため、モノレールへの乗車や資機材を運搬する際に無理な体勢や負担を強いる可能性があった。このため、安全にモノレールへの乗車や資機材の運搬ができるように大型ステージを設置した。大型ステージを設置したことで、モノレール中間基地の安全性向上や休憩所やプラントヤードを設置でき効率的な業務に繋がった。また大型ステージの床面に人工芝を設置したことで転倒災害の防止が図れた。



■写真-6 大型ステージの設置状況

4.2 段差解消、段差明示、手摺、手掛かりの設置

労働災害の中で最も多い転倒災害を防止するためには、高齢技能者に優しい現場をつくることが重要と考え、安全設備を充実して段差解消や段差の明示、手摺や手掛かりを設置した。モノレール基地ではステップキューブによる段差の軽減を図り、昇降階段にはステップに段差明示と手摺を設置した。手摺が設置できない箇所には、手掛かりになるロープを設置し、大型ステージの床面には通路明示を行い、注意喚起の横断幕を設置して管理者や技能者に段差の意識を高めて転倒災害を防止できた。



■写真-7 段差解消等の転倒対策実施状況

4.3 安全通路の照度の確保

当工事における斜面上方から下方への移動手段は、殆どモノレールによる移動であるが、施工性や安全性を考慮して一部斜面上に安全通路を設けて移動できるようにした。山林内は日中でも暗く、冬期は日の入り後に作業を終えることもあるため、照度の確保を目的にLEDテープライトを設置して転倒災害防止等に繋がった。LEDテープライトを設置したことで、安全通路の照度が確保され、日の入り後に作業を終える冬期においても安全に通行でき、転倒災害の防止が図れた。



■写真-8 LEDテープライトの設置状況

5. 外国人技能者の安全対策

2019年4月の出入国管理及び難民認定法（改正入管法）の改正により、外国人技能者の安定的な労働力確保の法制度が整い、当社の作業所においても多くの外国人技能者が従事するようになった。また2023年11月に協力会社を対象とした技能者の状況調査では、斜面对策工事に携わる協力会社のうち、68%の協力会社が外国人技能者を雇用しており、今後も採用する人数と採用する協力会社が増加傾向にあることが確認された。更に近畿地区においては、外国人技能者の労働災害は発生していないものの、全国的には外国人技能者の労働災害が増加傾向にあることから、外国人技能者の安全意識向上が重要と考え外国人技能者への安全対策に積極的に取り組んだ。

5.1 外国人技能者用の教育資料の充実

当社では協力会社が現場に入場する際に、店社の安全担当者が現場に出向き、危険のポイントや災害傾向、災害事例や安全ルール等の出前教育を実施している。教育資料は、日本人技能者用の教育資料をインドネシア語、ベトナム語、ミャンマー語に翻訳し、四半期毎に見直して内容も充実させている。翻訳した資料で安全教育することにより、内容の理解度が高まり、安全意識向上と作業に必要な専門知識の習得にも繋がり、労働災害の防止が図れた。



インドネシア語 ベトナム語 ミャンマー語

■写真-9 翻訳した出前教育の資料

5.2 多言語サインとポケットクの活用

当工事では外国人技能者に分かりやすい標識類を設置するため標識類は多言語サインを活用している。また外国人技能者が従事する協力会社の職長には、ポケットクを提供し必ず守ってほしいことは、ポケットクを活用して伝達した。多言語サインの標識は、外国人技能者からも分かりやすいと好評であった。ポケットクについては、専門用語の活用には課題があると感じたが短い作業指示や基本的な注意事項は十分に活用でき、外国人技能者とのコミュニケーションツールとしても有用であった。



■写真-10 ポケットクの活用状況

6. おわりに

当工事は令和6年2月の竣工に向けて鋭意施工中である。これまで本文において、ICT技術で安全対策、高齢技能者の安全対策、外国人技能者の安全対策を紹介したが、いずれの活動においても昨今の建設業界にとっては重要課題であり、今後も持続的に取り組む必要があると考える。2024年4月からは時間外労働の上限規制への対応も必要となり、益々ICT技術を活用した生産性向上や高齢技能者と外国人技能者の必要性が高まるため、施工技術や安全技術の更なる進化が求められる。今後の課題としては、増加する外国人技能者の働き方や役割、資格取得後に任される作業の安全性が懸念されるが、外国人技能者の能力や適性を慎重に判断し、安全で安心できる職場環境を整えたいと考える。

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へ深く感謝すると共に今後ともご指導、ご鞭撻を頂きますよう、宜しく願い申し上げます。

「那智川金山谷川における情報通信技術を活用した施工管理について」

株式会社 夏山組 那智川金山谷川 2号（左岸）床固他工事
（工期 令和5年4月3日～令和6年1月31日）



○監理技術者 丸山 肇 弘

現場代理人 石垣 優 大

キーワード 「ICT」「生産性向上」「遠隔臨場」

1, はじめに

本工事場所である金山谷川は、和歌山県東牟婁郡那智勝浦町市野々から井関地区を流れる那智川本川の支流になるが、平成23年(2011年)9月の台風第12号の記録的な大雨により、最上流域で斜面崩壊が発生した。これによる、土石流は、約2km下流の那智川本川合流地点まで流出し本川を堰き止めたことなどにより、人的被害をはじめ、河川・道路の損壊等の甚大な被害をもたらす一因となった。金山谷川では、不透過型砂防堰堤2基、溪流保全工、修景工等の工事が完了しており、現在では、主に遊砂地整備の床固工工事等を順次行っている。本工事では、ICT施工を活用し、床固工、護岸工の構築を行い、大量の土砂が流出した場合でも、土石流の勢いを弱め、本川まで一気に流れ込まないように、一時的に受け止められる施設の工事を行っている。施工範囲は、流路護岸工(施工延長 56.305m) 2号床固工(2) (施工延長 44.15m) 2号垂直壁工 (施工延 44.15m) である。床固工工事では、県道との離隔が2m程度の近接施工となり、法面崩落の危険性があったため、より高精度な掘削作業が求められた。本稿では、これらの現場条件に適応する情報通信技術の活用による生産性の向上について報告する。



図-1 現場位置図



図-2 現場位置図 (拡大)



写真-1 施工状況(空撮)【遊砂地全景】

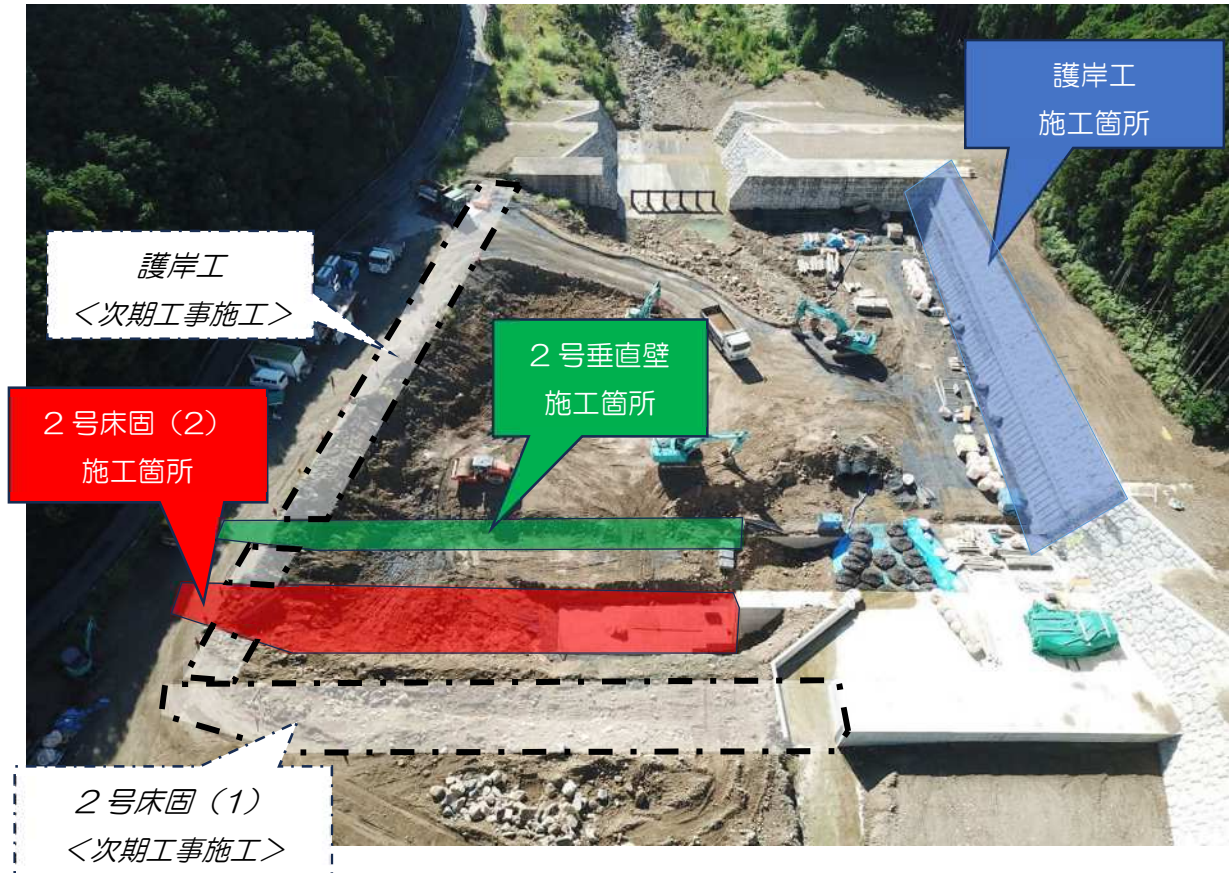


写真-2 施工状況(空撮)【床固工・護岸工】

2、工事概要

- ・砂防土工 【掘削 7,400m³】
- ・流路護岸工 【コンクリート 618m³】
- ・床固工 【コンクリート 963m³】
- ・仮設工 【仮水路工、土留・仮締切工】 1式

写真-3 全体概要



3、情報通信技術（ICT）の活用について

3-1、【無人航空機による（ドローン）3次元起工測量】

本工事の施工範囲は、広範囲でありかつ急傾斜であることから、TS（トータルステーション）を用いた通常の測量では、日数と人員が大きな負担になっていた。これらの理由により無人航空機（ドローン）による3次元起工測量を導入した。その結果、計測作業は約2時間程度で完了し、従来の起工測量と比べ飛躍的に作業効率が向上した。



写真-4 ドローンによる3次元測量

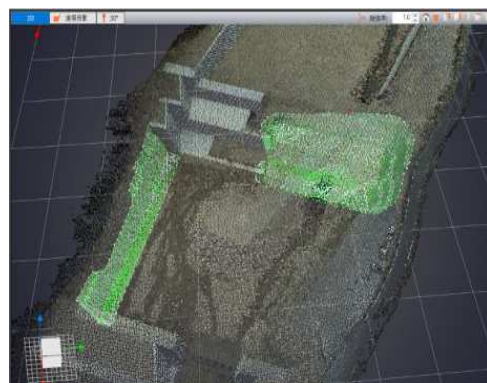


図-3 点群データの作成

3-2 【3次元設計データ作成】

自社保有の基本設計データ作成ソフトウェアは、高精度な3次元設計データの作成や掘削縦横断部取り合いの安定勾配を確保することができるため、精度の高い掘削を行うことができた。
 また、現場で計測したデータ解析及び抽出・3次元設計データの作成には、多くの時間を要するため、本社職員と連携を取り、3次元設計データの作成・解析業務の分業化により作業の平準化を図った。
 社内分業化による作業の平準化は、現場職員の時間外労働の軽減や4週8休の確保が、比較的容易にスケジュール調整できるなど、働き方改革の一助となった。

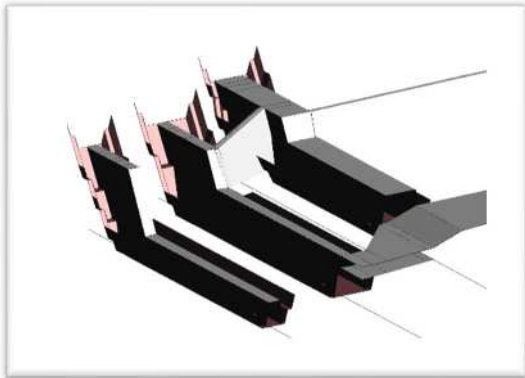


図-4 以前の3次元設計データ

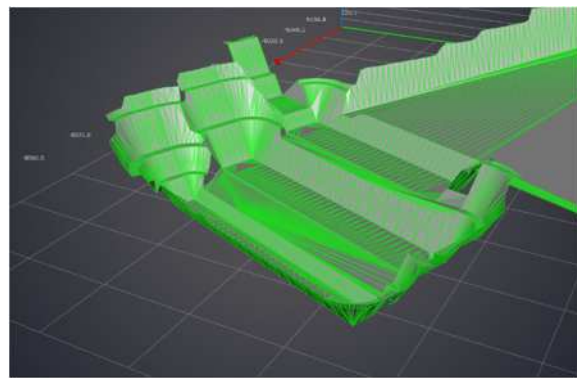


図-5 自社の3次元設計データ

3-3 【マシンガイダンスバックホウによる掘削】

マシンガイダンスバックホウによる掘削では、切り始めに丁張を数カ所設置したのみで、その後の施工は、マシンガイダンスだけで作業を行った。バックホウ内部のモニターには、掘削の完成イメージ図が映し出されている見える化が出来形向上につながるとともに、経験の浅いオペレーター等への理解向上に役立った。



写真-5 ローライゼーション実施状況



写真-6 バックホウによる掘削状況

また、本システムは、出来形管理にも連携しており、3次元測量に基づくマシンガイダンスバックホウでの掘削を行うことで、掘削法面・底面をヒートマップで可視化できるため、出来形管理の向上につながった。
 なお、本ヒートマップは、出来形管理資料として竣工図書として提出している。



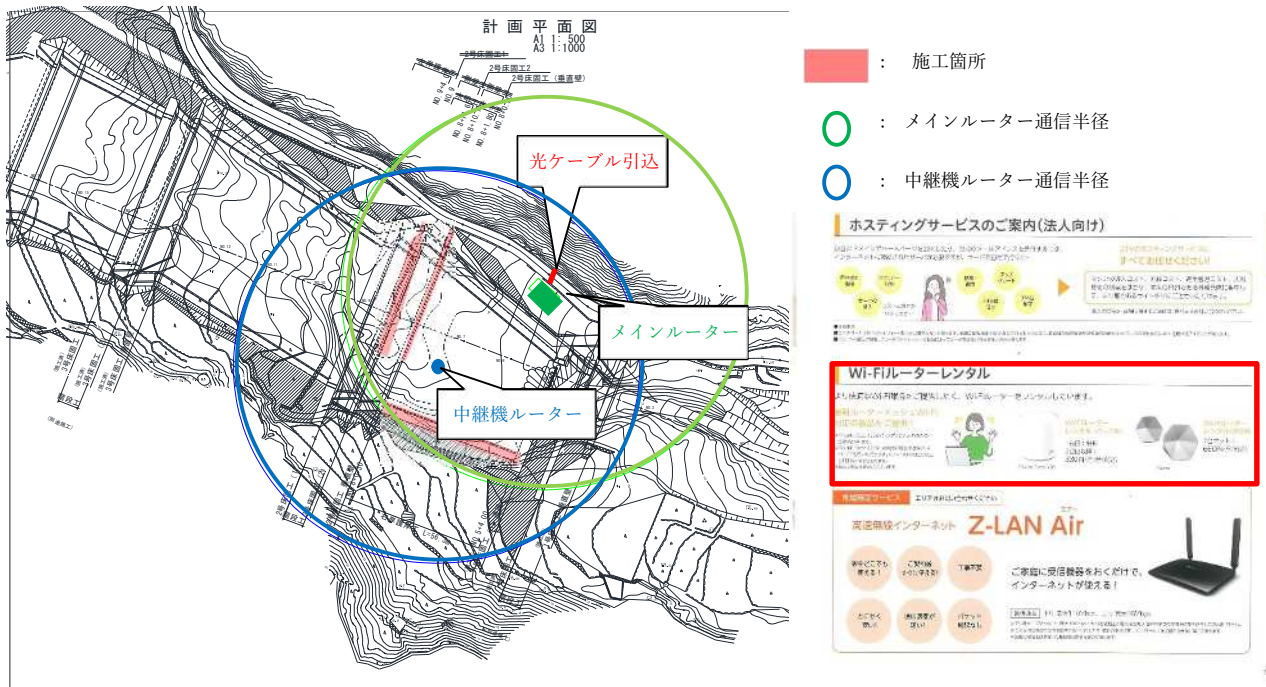
図-6 出来形合否判定総括表 (ヒートマップ)

3-4 【ICT 施工の実施効果について】

本工事では、「無人航空機（ドローン）による 3 次元測量」「3 次元設計データ作成」「ローカライゼーション」「マシンガイダンスバックホウによる掘削」「3 次元測量を活用した出来形管理」等の一連の作業を本社と連携し自社単独で行うことによって、データの不具合や修正などが迅速に対応できたため、手待ちのない効率的な生産性向上が図れた。

4、遠隔臨場の取り組みについて

山間地での遠隔臨場は、電波状態が悪く当初計画していた情報共有システム（電腦エスパー）とスマートフォンが使えない、低軌道衛星はコストパフォーマンスが合わないなどの問題に直面した。その他の方法として、地元のインターネット TV 会社のメインルーターを現場事務所に設置し光ケーブルを引き込む方法があったが、通信半径が約 80m で現場内を網羅することが出来なかった。しかし、電波状態の改善方法として、同会社の中継機ルーターを現場内に設置し電波を増幅させたことで、現場での遠隔臨場が可能となった。遠隔臨場は、受発注者共に移動時間の削減業務の効率化へ繋がると考える。



5、おわりに

情報通信技術の活用は、施工性及び生産性のみならず、測量時における丁張設置作業時の転落事故などに繋がる危険作業を無くすことができ、安全管理の向上にも効果的であると考えます。

本稿で紹介した、ICT 施工に関連する最先端技術を積極的に導入することは、現場のみならず会社全体との連携が図れることで、作業員及び技術者の作業環境が改善され、若手の育成・担い手の確保がやりやすくなると思う。このような働き方改革は、会社全体で取り組み安全性・生産性の向上・働きやすい作業環境の改善が期待できるため、積極的かつ継続的に取り組んでいく必要があると考える。

最後に本工事にご協力頂いている関係者各位の皆様には、今後とも多大なご協力、ご指導、ご鞭撻のほど、よろしくお願いいたします。

あまがたにがわだいにごうさぼうえんていこうじ
尼ヶ谷川第5号砂防堰堤工事における安全対策について

あんぜんたいさく

株式会社建昇 砂防工事 04-07-95-01

(工期：令和4年6月11日～令和6年1月31日)



現場代理人 松浦 賢治

監理技術者 岩上 秀樹

担当技術者 ○岩上 ^{いわかみ} 元紀 ^{げんき}

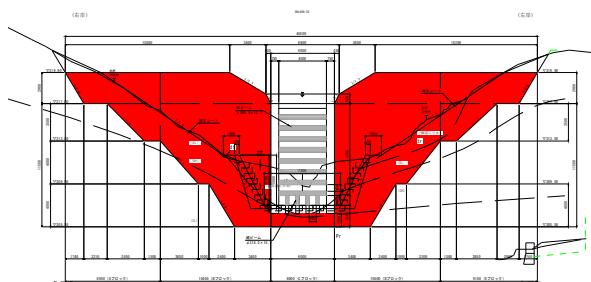
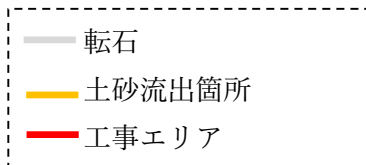
キーワード「土石流に備えたマニュアル作成」「日常点検の工夫」「崩落事故」

1.はじめに

本工事は、福井市尼ヶ谷町に砂防ダムを築造する工事である。施工場所は、令和3年7月の大雨により土砂災害が発生し、流れ出た土砂が民家に流入する事案が発生した事例があった。そのため、施工中の災害を未然に防ぎ、予期せぬ災害に備える必要がある。

2.工事概要

- 工事名：砂防工事 04-07-95-01
- 工事場所：福井県福井市尼ヶ谷町
- 河川名：尼ヶ谷川支川
- 工事内容：
 - 堤高 11.5m
 - 堤長 44.5m
 - 本堤コンクリート工 1411.5m³
 - 管理用道路 66.9m



正面図



写真-1 全景

3.安全対策について

本工事での安全対策について、過去に土砂災害が起きたことから近年の突発的な大雨により土砂流出を引き起こす恐れがある。施工場所は谷部で水が集まりやすい地形になっており、作業従事者の安全を確保することが本工事での課題である。

3-1 土石流に備えたマニュアル作成

工事に先立ち、自社独自の「災害時避難マニュアル」を作成し現場入場時の新規入場教育として作業従事者に教育をした。テレビや新聞などでは目にしたことがあるが、実際に経験したことがある人はほほいがないのが現実である。近年突発的な大雨が頻繁に起こる中、山間部での工事に対してどのような目的でマニュアル作成をしたのか、過去の現地でどのような災害が起きたのかを作業従事者に理解してもらい、災害が起こる前兆の症状を学習し全員が速やかに避難行動を起こせるようにするのを目的とする。

避難訓練の頻度として、月に1度予告をせずに避難合図の笛を鳴らし一斉に非難をさせる。最初は戸惑う作業員もおり、災害時一次避難場所に避難するのに3分以上時間を費やした。回数を重ねるごとに、個々の危機意識も徐々に高まり慣れた作業員は、新規の作業員に声掛けなどをして速やかに避難誘導するなど積極的な姿勢が見られた。今では、避難時間を1分半程度に短縮することができ、自社の避難時間目標2分以内を達成できている。この調子で、工期完了まで無事故無災害を達成できるよう努力する。

災害時避難マニュアル

The image displays a collection of 10 presentation slides for a 'Disaster Evacuation Manual'. The slides are arranged in a grid and cover various aspects of disaster preparedness and response:

- Slide 1:** Introduction slide with a 3D diagram of a landslide and the title '災害時避難マニュアル'.
- Slide 2:** '目的' (Purpose) - Explains the goal of the manual.
- Slide 3:** '現場の状況' (Site Conditions) - Discusses the terrain and potential risks.
- Slide 4:** '情報の収集' (Information Collection) - Details how to gather and use information during a disaster.
- Slide 5:** '土石流の前兆' (Precursors of Landslides) - Lists signs and symptoms of an impending landslide.
- Slide 6:** '避難経路' (Evacuation Routes) - Shows maps and diagrams of safe evacuation paths.
- Slide 7:** '登山の定点観測' (Fixed Point Observation of Mountains) - Describes monitoring techniques for mountainous areas.
- Slide 8:** '降雨量の観測' (Rainfall Observation) - Explains how to monitor rainfall levels and their impact.
- Slide 9:** '緊急連絡先' (Emergency Contacts) - Provides a list of key emergency numbers and personnel.
- Slide 10:** A summary or contact information slide.

3-2 日常点検の工夫

近年は、温暖化の影響で記録的短時間大雨など局地的に災害級の雨が降ることがあり現場は山間部に位置しており、急激な天候の変化が予想される。日常的な降雨量の予想は気象庁のホームページを参考にしているが、現場は土砂災害等の危険があるため施工場所での降雨量を確認する必要があると考えた。写真-2の場所に気象計を設置し、リアルタイムに観測できるようにした。



写真-2 気象計設置場所



写真-3 現場との位置関係

通常工事では作業中止や避難開始の目安として1時間に20mm以上の雨や、降り始めからの雨量が100mmを超える場合に適用する。しかし、本現場は過去にも土砂災害が起きていることを踏まえ、作業中止や避難開始の目安を80%の1時間に16mm以上雨が降り、降り始めから80mm以上の雨量が観測された場合に速やかに適用する。



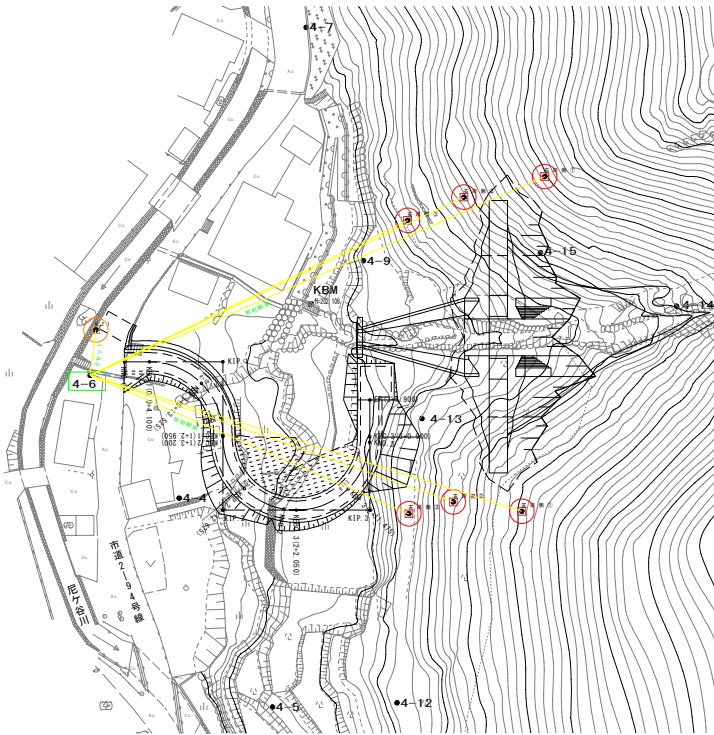
写真-4 近景



写真-5 製品紹介カタログ

3-3 崩落事故の未然防止

現地の土質は、礫混じり土や玉石混じり土で構成されており、過去の土砂流出災害での堆積土砂が覆っている状況であった。現地調査を行うと、何本も木が倒れていたり周囲に竹が群生していることから地盤が予想より軟弱な可能性がある。本堤掘削時や作業中に土砂崩れ等が発生する恐れがあったため、工事エリアの右岸部・左岸部に3箇所ずつ定点観測用のターゲットシールを写真-6の様に設置し、大雨や台風・地震等が発生した場合はその都度写真-7の安全な場所から観測し、日常点検は1週間に1度と設定し観測する。今日に至っては、地山の挙動も無く安全に現場作業ができています。



定点観測位置図



写真-6 観測点



写真-7 機器設置

4. おわりに

本工事のような砂防堰堤工事は、土砂災害危険区域や災害が起こりうる場所に築造するためのものなので、工事作業中の事故の他に自然災害にもより一層注意を払う必要がある。工期末ということもあり砂防工事に携わる作業従事者全員が、無事故無災害で工事が完了できるよう気を引き締めて尽力していきたいと思えます。

里山堰堤工事におけるケーブルクレーンの安全対策と創意工夫

株式会社木島組 里山堰堤工事
(令和4年12月2日～令和7年3月20日)



現場代理人 濱田 真二

監理技術者 濱田 真二

キーワード：ケーブル・クレーンの安全対策と創意工夫

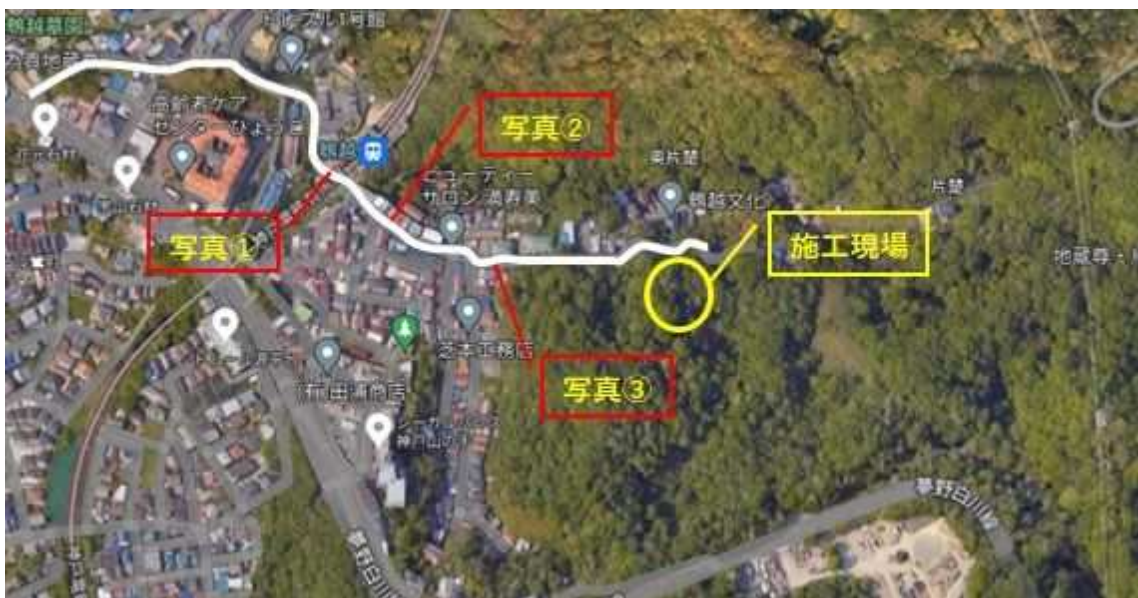
はじめに

里山堰堤工事は、神戸市兵庫区里山町地先に砂防堰堤1基を新設する工事である。

当初設計がケーブルクレーンによる施工となっており、初めて施工箇所を訪れた時の道路の狭さに驚き、改めてケーブルクレーンでの施工方法しか考えられないと実感しました。

また、アクセスルートとしては里山町内を通行するしかアクセス道はなく、地元住民の協力なくして工事施工は不可能であるとも実感した。早速、地元説明会の開催を提案し、開催に至った。その説明会で知り得たことですが県道、夢野白川線から里山町内に入って鶴越駅までは私道であった。工事に対して協力的である自治会長の〇〇様が機転を利かせて、私道の所有者にも声掛けしていただいたお陰で、工事概要説明をお聞きいただき、当初は難色を示されていた住民の方々も主な資機材及び重機等は里山町とは反対側からケーブルクレーンでの搬入であるとの説明で納得された。

里山町全景 施工場所位置 概要地図





① 鶴越駅踏切



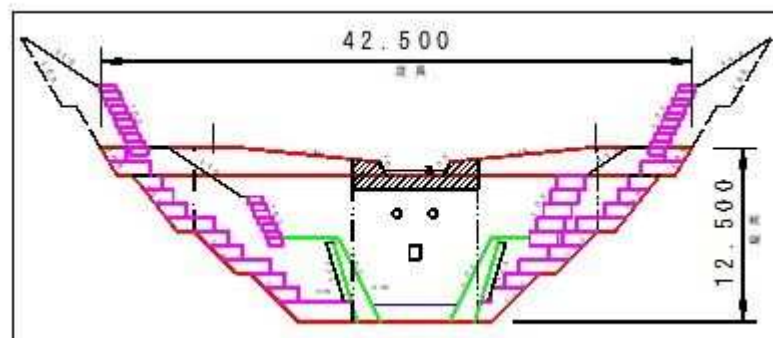
② 普通車でも離合は困難



③ 現場へは更に道幅が狭い

1. 工事概要

- ・ 工 事 名：里山堰堤
- ・ 工事場所：兵庫県神戸市兵庫区里山町地先
- ・ 工 期：令和4年12月2日～令和7年3月20日
- ・ 契約金額：¥272,800,000-（税込み）
- ・ 発 注 者：国土交通省
近畿地方整備局 六甲砂防事務所
- ・ 工事内容：砂防土工一式、法面工一式
コンクリート堰堤工 作業土工一式
コンクリート堰堤工 1,685 m³
副堰堤工 216 m³、側壁工 144 m³
水叩工 89 m³、仮水路工一式
仮設工一式



2. 運搬索の計画

当工事は、ケーブルクレーン施工の工事であり、一般工事に比べて当然危険度が高くなります。如何にリスクを減らし、着手から竣工まで安全に効率よく施工できるかケーブルクレーン基地、施工現場及び地形等を含めてトータル的にケーブルクレーン計画を再考する必要があった。

まず、運搬索は当初設計では本堰堤の裏側を運行する設計（図1参照）であったが、こ

のルートでは資機材を山の上で積み替えて B 索及び C 索で施工場所へ運ばなくてはなりません。何より B/H 分解搬入は本堰堤裏側付近では可能ですが、工事終盤で本堰下流にある B/H を分解搬出するために本堰裏側上流に持っていくことは現実的に難しく、困難である。よって、図 2 にルート変更することで本堰堤下流側センターでの資機材受取及び B/H 分解搬入搬出が可能となった。

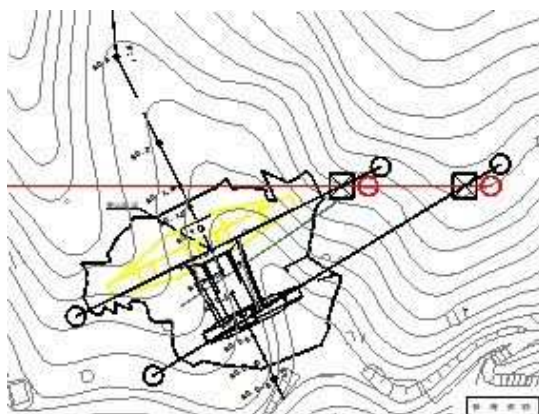


図1 赤線が当初の設計ライン

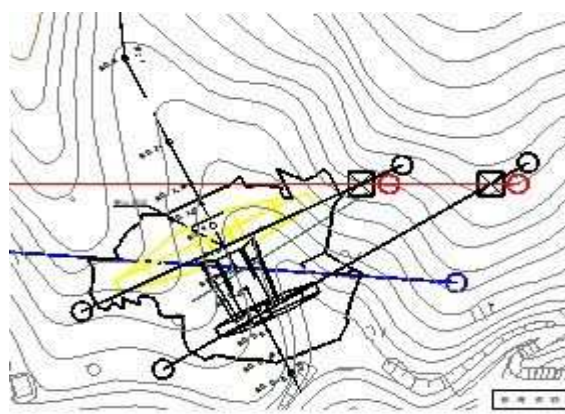


図2 青線が見直し後のライン

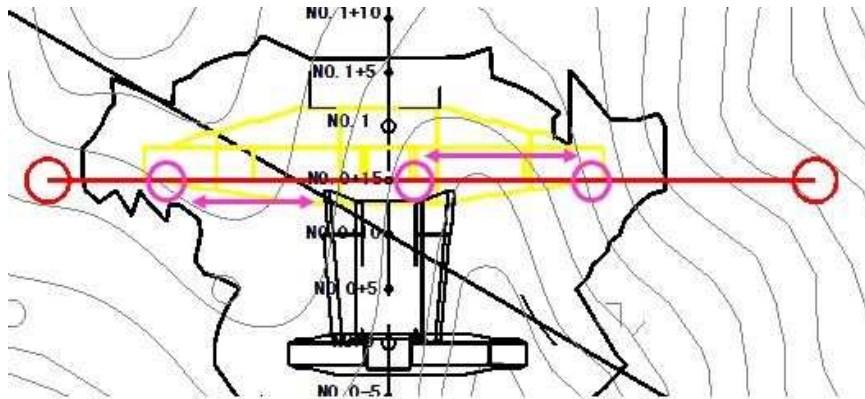
3.打設索の計画

運搬索のルート変更に伴い、打設索の計画も検討した。

当初設計では B 索は本堰堤の真上、C 索は副堰堤の真上に計画されていたが、これでは軸方向堰堤に対して右岸左岸にはコンクリートバケツを移動して打設はできるが上下流方向には移動ができない。(図 3 参照) 従って上下流方向に移動するには何らかの方法が必要で、例えばもう一台ウィンチを設置するか、又は B/H でワイヤーを介して引くことである。(図 4) しかしこの方法ではワイヤーの付け外し、ワイヤーが作業員の傍にあり危険である。また、引くウィンチや B/H にオペレーターが必要である。検討の結果、本堰堤の上流側に C 索、下流側に B 索を配置。B 索と C 索にキャレージをセットし、それぞれに巻上をつけ、それを一つのロージングで繋ぐことによって H 型索道(図 5 参照)とすることで 1 台の油圧ウィンチ、1 名のオペレーターで右岸左岸、上下流、巻上下ろしが可能となった。

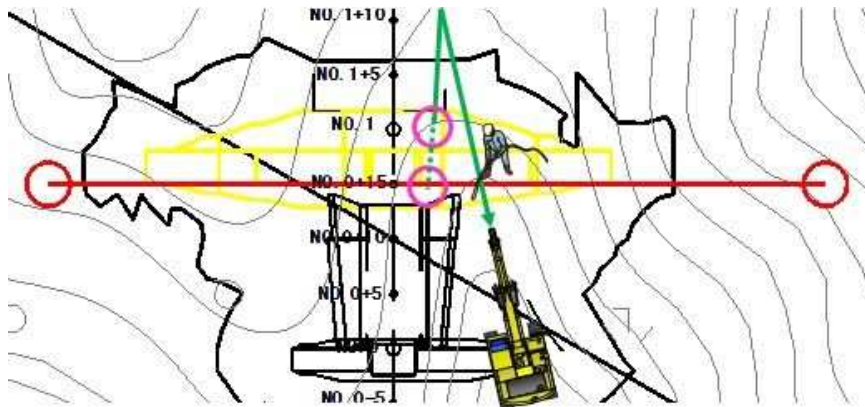
また、全てのワイヤーが上空にあるので作業員にワイヤーが接触することはなく、安全に作業に集中することができる。加えて打設用ウィンチを油圧にすることで B/H のような動き、すなわちコンクリートバケツを左右、上下流に動かしながら巻上下げの動きができるなど H 型索道範囲内であれば施工可能である。

図 3



○ がコンクリートバケツの動き（堰堤に対して右岸、左岸の動き）

図 4

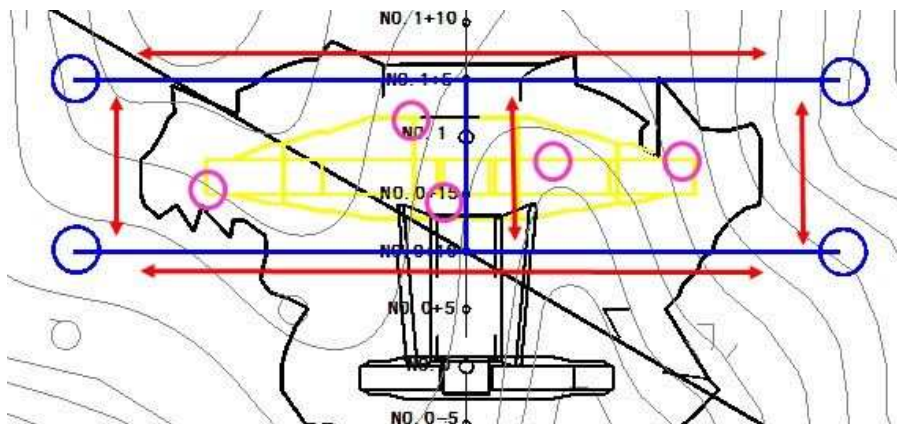


○ がコンクリートバケツの動き（上下流に動かすには他の方法が必要）

→ が横引きワイヤーの動き（ワイヤーをB/Hなどで牽引）

※作業員の傍をワイヤーが通るので危険

図 5



○ がコンクリートバケツの動き（どこでも打設可能）

↔ コンクリートバケツが動く稼働域（— 線内が施工可能範囲）

4.コンクリート積替場の安全性と工夫

運搬索で運んできた生コンを打設索に積替える作業も安全と省力化を検討した。

まず、写真①のように打設用コンクリートバケツを積替場に下して、その上に運搬索で運ばれてきたコンクリートバケツを重ねるように下ろし、作業員が生コンを移し替える仕組みを確立した。

写真①



写真②



写真③



写真④



5.コンクリートバケツの安全対策

ケーブルクレーンで生コンを打設する上で構造上避けては通れないのが生コンをコンクリートバケツから排出するときにワイヤーのテンションが抜けてコンクリートバケツが不規則な動きをすることです。生コン打設の際、作業員は狭い打設足場上での作業となり、コンクリートバケツから生コンを排出するためにはコンクリートバケツに近寄り排出口を開閉する必要があります。

そこで安全対策としてコンクリートバケツに電動シリンダーを取り付け、開閉を遠隔操作できるように改良した。この改良により作業員はコンクリートバケツに近寄ることなく、生コンを安全に効率よく打設することができるようになった。

写真①



写真②



6.おわりに

工事が始まって無事故無災害で1年が経過しました。残り1年4カ月、「常に危険と隣り合わせ」を念頭におき、安全対策と創意工夫に日々努め、無事故無災害で竣工の日を迎えたい。また、地元との共存共栄に協力業者と共に努力し、里山堰堤工事の完成を目指します。

【里山堰堤完成予定図】





(株) 木 島 組 再度西堰堤工事

(工期 令和 5 年 1 月 24 日～令和 7 年 2 月 28 日)

現場代理人 ○中武 繁輝
 監理技術者 中武 繁輝
 キーワード 現場環境改善
 創意工夫 省人化

1. はじめに

当現場は大師道沿いに流れる再度谷川の右支溪流にあります。大師道は以前に弘法大師が二度にわたり大龍寺に向うために歩かれたというゆかりのある古道で、二度にわたり参謀したことから再度と名付けられたそうである。

再度山ドライブウェイ（ふたたびさんドライブウェイ）は、兵庫県神戸市中央区山本通から、中央区神戸港地方、北区山田町下谷上を通り、同市北区山田町小部の五辻交差点までを結ぶ道路で、神戸市道神戸箕谷線の通称である。その神戸箕谷線 18 番カーブ横を索道基地とし、宇治川上流の再度谷川右支溪流にあたる谷にケーブルクレーンを設け、資機材を運搬し築造する堰堤工事である。

再度谷川は阪神大水害時に濁流が湊区の楠谷町に流れ込んだこともあり、大雨時はすさまじい鉄砲水がおこる箇所、当現場の右岸部に隣接して、民家や山荘・茶屋があり、整備が必要な溪流となっている。

工事概要

- ・工 事 名 再度西堰堤工事
- ・工事場所 神戸市中央区神戸港地方再度谷 地先
- ・工 期 令和 5 年 1 月 24 日 ～ 令和 7 年 2 月 28 日
- ・請 負 者 株式会社 木 島 組
- ・工事内容 本堰堤工（築立立積：1702m³）
 前庭保護工（垂直壁工 1 基、側壁工 1 式、擦付護岸工 1 式、水叩工 1 式
 かご枠工 1 式、法面工 1 式）
 ケーブルクレーン設備（運搬索、打設索）

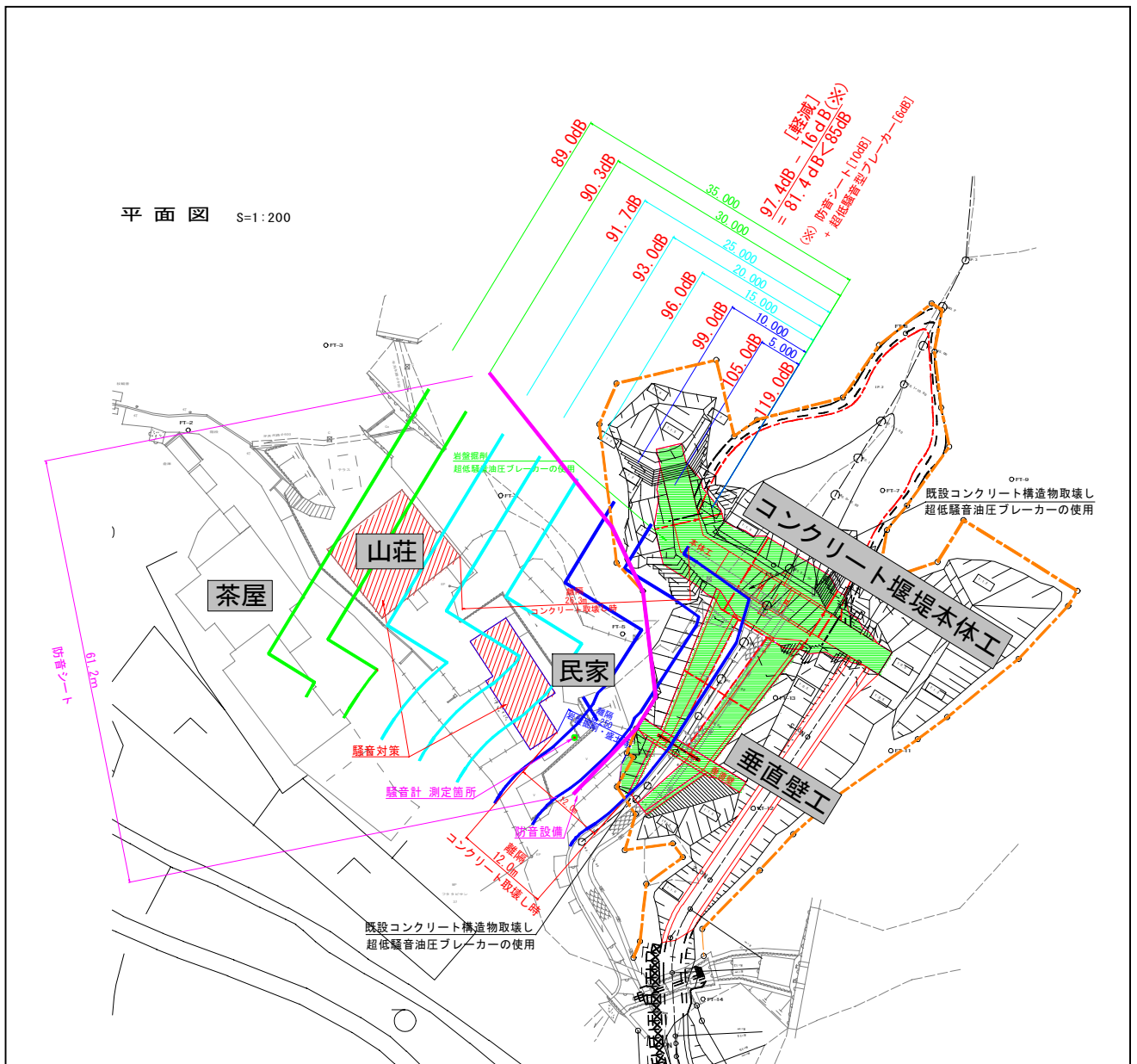
完成イメージ図



2. 施工条件と課題

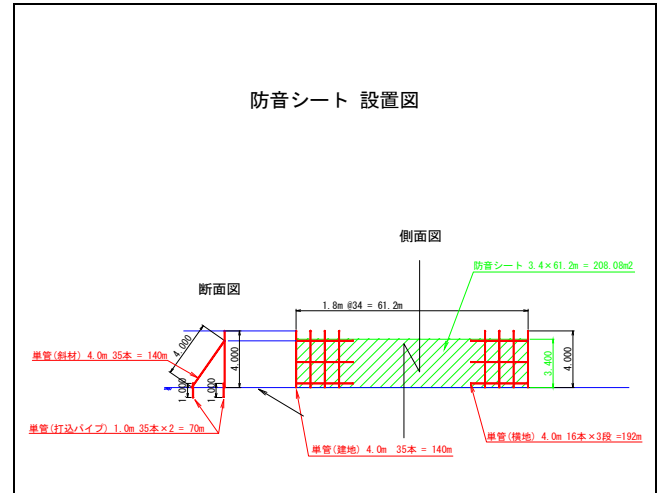
当現場の垂直壁施工箇所の右岸側に隣接して民家や山荘があり、岩盤掘削時及びコンクリート取壊し時に、大型ブレイカーを使用するため、騒音のレベルが規制値の 85dB を超える可能性があり対策が必要とされた。

まず初めに民家及び茶屋の店主に挨拶並びに工事内容の説明を行い理解を求めました。お話を聞くところによると、砂防工事の要望を出されたのは、垂直壁工(右岸部)から一番隣接している民家の住民で、工事には協力的であった。具体的な騒音対策として、予測される騒音レベルは大きいところで 97.4 dB で規制の値より 12.4 dB オーバーしていた。



1) 防音シートの設置

騒音の発信源となるコンクリート堰堤工、垂直壁工の右岸側に民家並びに山荘が存在するため、右岸側に高さ 3.4mの防音のシートを単管で骨組みを組上げ設置をおこなった。防音シートの防音効果は 10 dB 程度期待できたが、2.4db 規制値をオーバーしているのので、さらに、違う低減方法を模索する必要があった。



2) 超低騒音型ブレーカの使用

通常的大型ブレーカーより騒音が低減された超低騒音型を使用することにより、6 dB の騒音低減が見込まれるため規制値をクリアできる算出が可能となった。

[軟岩掘削時] 91.9dB - 10dB - 6dB = 75.9dB < 85dB OK

[構造物取壊し時] 97.4dB - 10dB - 6dB = 81.4dB < 85dB OK



大型ブレーカー使用時は定期的に騒音レベルを確認し規制値内での施工を行っています。民地側に最接近する際は、住民と調整を行い、御留守時を見越して、施工箇所のローテーションを組んでおります。

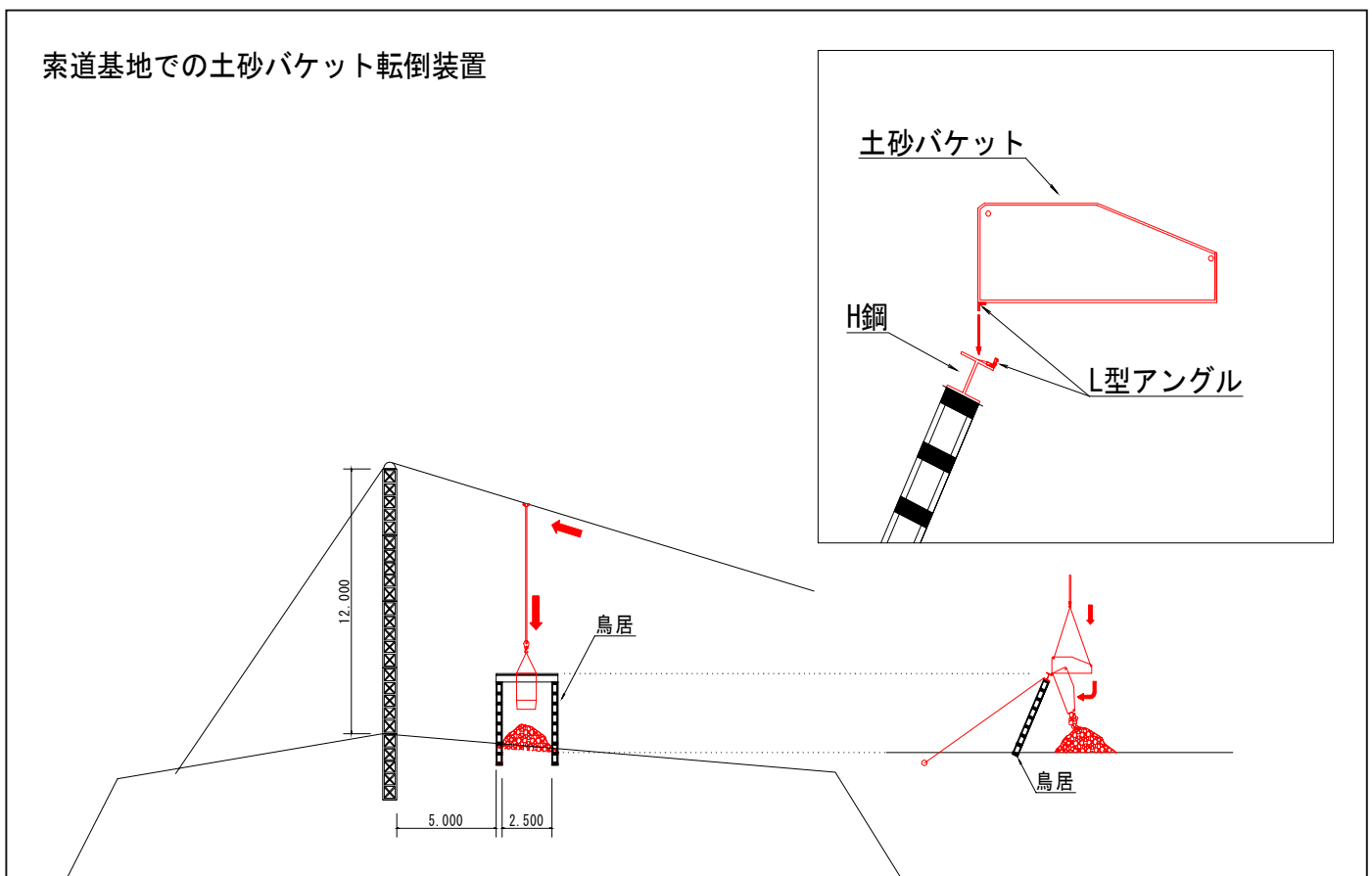


普通騒音計(NL-42EX)

3. 残土処理工の索道による土砂の運搬における工夫

索道を設置する砂防ダム工事では、現場で発生した残土を索道線下に集積し、索道基地へ運搬移動する必要がある。その際、土砂バケットに積込んだ土砂を索道基地の集積場でひっくり返す作業が必要となります。通常は索道基地にて一旦地面に預け、4点吊の吊ワイヤーの入口部の2点を作業員が人力で取外し、又 巻上げるとい動作で積荷をひっくり返す作業を行います。この方法では作業員が近づいて作業を行う必要があり、ウィンチのオペレーターが誤って誤操作した場合、大きな事故になりかねません。

そこで当現場では、次図のとおり鳥居を組上げ、天端部に H 鋼を設置、L 型アングルを装着する。土砂バケットの背面下部にも L 型アングルを設置する。現場から運搬してきた土砂バケットを鳥居の中央で停止させ巻上索にて降下させる。鳥居の上に底部が滑りながら接着し、L 型アングルどおしが噛み合い、入口部からお辞儀するように傾斜し中身の土砂が排出されるという装置を構築した。



「土砂バケット 自動転倒装置」の利点として

- ① 作業員が相番で付く必要がなくなり、安全である。
- ② 従来工法（人力による掛け替え）に比べて作業時間の短縮、省人化が図れコスト削減につながる。

(ワイヤー付替え作業員の省人化)

[残土処分 3980m³ ÷ (10回 / h × 7h) ÷ 1.5m³ (土砂バケツ1杯) ≒ 38日] ※想定上
通常、1人工 / 作業日数 であるため 38日 × 1人 = **38人工**

(ウィンチ オペレーターの省人化)

土砂バケツが地面についてからワイヤーのテンションが抜けるまで 20秒×2回=40秒
作業員が付替え・荷下ろしに要する時間 80秒 [合計 40+80秒 = 2分] ※想定上
残土処分 3980m³ ÷ 1.5m³ / 回 = 2653回 2653回 × [2分] = 5306分 ≒ 88時間
88時間 ÷ 7h / 日 ≒ **13人工**



土砂バケツ 自動転倒装置 作業状況

5. おわりに

阪神大水害を経験し、最近では広島県での土砂災害以来「砂防ダムの必要性」が徐々にではあるが理解されようとしている。砂防に携わる者として、何か一助となればとコミュニケーションの場づくりとして、掲示板には「六甲山に関する情報」、「砂防工事の必要性」や工事進捗状況等も掲示し、少しでも砂防工事に対する理解を、そして協力をしていただけるように取り組んでいます。また時間の空いている時には工事説明等を行っています。

今後も無事故、無災害を継続し、安全第一で工事を進捗していきます。



阪神大水害



掲示板

氾濫した宇治川上流の再度谷川の濁流が流れ込んだ楠谷町

ながとのだにはいすいじょうりゅうぶ こうじ あんぜんたいさく
 長殿谷排水上流部トンネル工事における安全対策について

東急建設株式会社 長殿谷上流部排水トンネル工事
 (工期 令和5年2月21日～令和6年1月31日)



こでらみつひで
 監理技術者 ○小寺光秀

【キーワード】 『トンネル (NATM)』 『小断面』 『働き方改革』 『ICT』

1. はじめに

平成 23 年 9 月に上陸した台風 12 号の影響により、奈良県吉野郡十津川村長殿地区 (図 1 参照) では約 595 万 m³ にのぼる崩壊土砂が河道で閉塞し、湛水池が形成された。(写真 1、2 参照)

大雨が降ると湛水池からの越流により、河道閉塞土砂の急激な浸食をともない土石流が発生し、下流の住居地区で甚大な被害が生じる可能性がある。

湛水池の水を安全に排出する事を目的とし前工事の推進工事にて暗渠排水施設の施工を実施してきたが、推進延長 758m/878m 地点において掘進不能となったため、本工事において迎え掘り対策として湛水池側よりトンネル (NATM) 掘削を施工中である。



写真 1. 河道閉塞 (下流より)



写真 2. 河道閉塞 (上流より)



図 1. 現場位置図

2. 工事概要

本工事の全体平面図、縦断図及び断面図を示す。(図 2 参照)

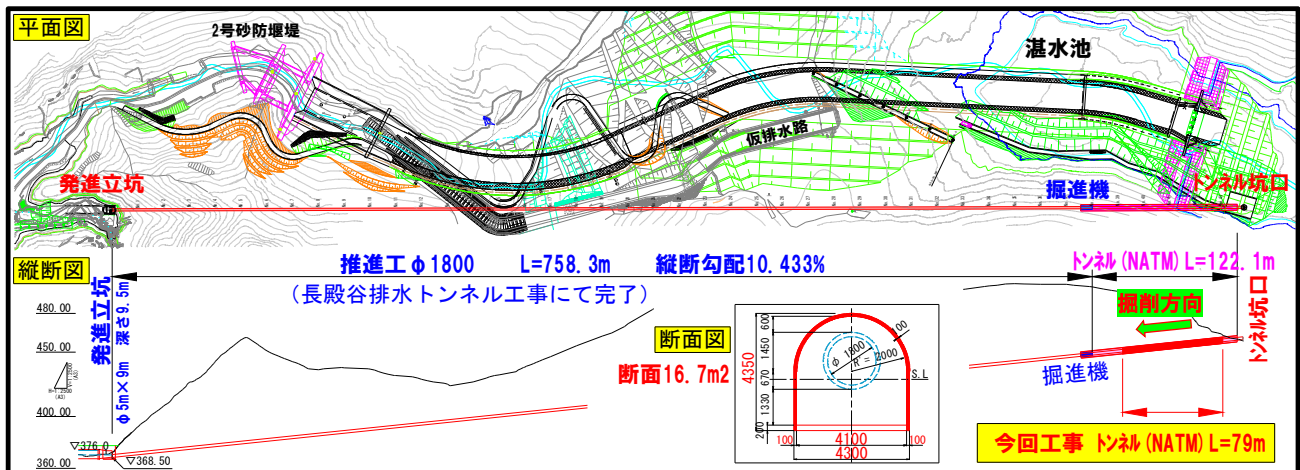


図 2. 平面図・縦断図・断面図

3. 本工事の課題

本工事の課題は下記の2点である。

- ① 本工事のトンネル断面は一般のトンネル断面に比べ小さく・狭い。
- ② 働き方改革により2024年度から罰則付き時間外労働の摘要があり、労働者の健康保持が急務となる。

1点目の課題について、トンネル工事における切羽での「肌落ち」は重篤災害につながり、リニア中央新幹線トンネル工事において死亡災害等が相次いだことは記憶に新しい。令和3年11月に厚生労働省から建設業団体に対し、トンネル切羽への立ち入りについて「真に必要な場合」の判断基準を定めることが要請され、令和4年5月18日付で日本建設業連合会と日本トンネル専門工事業協会より「トンネル切羽範囲内立入作業における安全対策指針」が発出された事を受け、東急建設㈱として「切羽における肌落ち災害防止及び安全確保ルール」を定めた。しかし、本工事は通常のトンネル断面に比べ小さいため、この安全確保ルールのうち小断面施工に伴った安全対策を行う必要がある。

2点目の課題について、労働者の健康保持に関し、これまでの建設業のやり方や考えを180度転換させ取り組まないとは他業種に後れをとり、建設業の生産人口の減少や、離職率の増加につながる。そのため、ICTの活用により業務負担を軽減し、業務プロセスや働き方の効率化を図るべく、ICT導入を積極的に行う必要がある、今後それが一般的になる事が望まれる。

4. トンネル工事の安全対策

東急建設㈱が定めた「切羽における肌落ち災害防止及び安全ルール」は下記の通りである。

項目	内容	詳細(抜粋)	本論文
切羽における監視ルール	・切羽監視責任者の専任配置 ・切羽監視責任者の安全確保	・切羽監視責任者は明確に識別できるよう保護具に配慮	安全対策 その1
切羽における肌落ち防止ルール	・鏡吹付の実施 ・切羽立入時間短縮と防護	・装束、建込み等で作業員が切羽に立ち入る必要がある作業は、肌落ち防護対策を行う。(防護ネット使用)	
切羽における重機車両接触防止ルール	・全車両重機にバックモニターを設置 ・掘削重機に接近警報装置の装着	・掘削サイクルの中で切羽周辺にて使用する車両(トリルジャンボ、バックホウ、吹付機、ロードホールダンプ、ダンプトラック)	安全対策 その2
切羽における作業環境整備ルール	・WEBカメラによる切羽作業状況の監視、確認 ・切羽照度の150LX以上の確保	・切羽近傍にWEBカメラを現場事務所、詰め所等で常時「見える化」を実施する。 ・切羽作業では、補助照明を設置する。	安全対策 その3
切羽における立入禁止ルール	・切羽立入禁止範囲の明示	・掘削サイクルの各作業に対して、適切な方法で切羽立入禁止範囲を明示する。	安全対策 その4

本工事のトンネル断面は16.7m²であり、一般的なトンネル断面(約80m²)に比べ小さく、通常10m以上あるトンネル幅員において本工事は4.3mである。そのため、トンネル重機や車両が離合出来なくサイクルごとに重機車両の入退場が必要となる事や、幅員が狭いため、重機車両とトンネルの壁に作業員が挟まれる危険性を伴う。この特徴を考慮した東急建設安全ルールのうち4点について説明する。

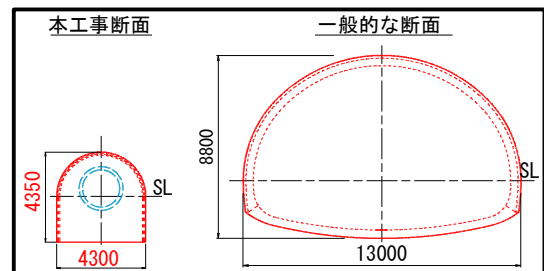


図3. トンネル断面図

4.1 安全対策その1 切羽における監視対策

- ① 切羽作業では、切羽に作業員が立ち入らない「ずり出し作業」以外では退避指示が行える「切羽監視責任者」を専任配置する。
- ② 切羽監視責任者は明瞭に識別できるようにバックプロテクターの色を緑色（写真3参照）で「切羽監視員」の標記があるものを着用する。（切羽作業員はオレンジ色、写真4参照）



写真3. 切羽監視員



写真4. 切羽作業員

4.2 安全対策その2 重機作業における安全対策

- ① トンネル作業時に使用する重機・車両全てにバックモニターを設置する。（写真5参照）
- ② 切羽周辺の重機に作業員感知センサーを取付け、作業員が近くづくると警報アラームが作動する。また、重機の作業半径の明示は一般的にはカラーコーン等を設置するが、トンネル坑内では常に重機が移動し、トンネル坑外への出入りの際にカラーコーンの撤去再設置に手間がかかるため、重機作業半径を緑色レーザーにて明示する。作業員が重機に近くづくると赤色レーザーとなり危険回避を行う。（写真6参照）



写真5. バックモニター



写真6. 重機作業半径

4.3 安全対策その3 トンネル坑内照度増強

- ① 切羽照明はLED投光器400W相当を2台設置し150LX以上を確保する。重機ブームの影は暗くなるため、重機本体にもLED投光器を設置する。（写真7参照）
- ② トンネル坑内は通常の照明以外にLED照明（テープライト）を設置し、全ての場所で100LX確保する。（写真8参照）



写真7. 重機照明



写真8. 坑内照明増設

4.4 安全対策その4 切羽の立入禁止

- ① トンネル切羽作業時は関係者以外立入禁止とする。立入禁止範囲の明示は一般的にはカラーコーン等を設置するが、本工事においてはトンネル幅員が狭く撤去再設置に手間がかかるため、プロジェクションライトと直線レーザーラインにて明示を行う。（写真9参照）
- ② 切羽立入禁止範囲が明確に把握できるよう、赤色回転灯を設置する。（写真10参照）



写真9. 立入禁止明示

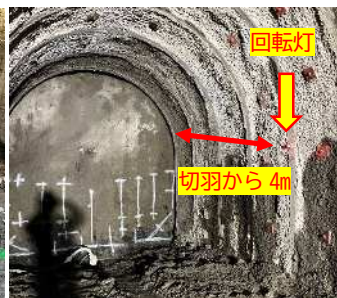


写真10. 切羽範囲明示

5. ICTの活用

本工事では現場における労力を少しでも減らし、労働時間の短縮と効率化を図るためにICTを活用しており、その事例を紹介する。

5.1 安全衛生管理活動の ICT

これまで安全衛生管理活動の作業打合せや各種日常点検記録などは書面で記入管理され、休憩時間や現場作業終了後に記入しファイル等に保管する体制となっていた。これらの作業時間短縮や効率化を図るために「Buildee」、「eyacho」というクラウド型建設現場施工管理サービスを実施している。このサービスにより、紙の書類が減り、いつでもどこでもスマートフォンにて入力出来るため、労働時間の短縮につながった。(写真 9、10 参照)



写真 9. eyacho 使用状況



写真 10. eyacho 画面

5.2 現場連絡体制の ICT

これまで現場での連絡方法は事象を野帳にメモを取り、現場事務所に戻って報告・打合せを行うという方法が一般的であった。または一部の職員と電話連絡を取り解決をするという方法であった。ビジネスチャット「direct」を利用する事で、現場での事象をその場で direct に打込み、全職員が閲覧でき、必要に応じその場で指示や対応を行う事が可能となり、全員が事象を共有できるため、安全性の向上や労働時間の短縮につながった。(写真 11、12 参照)



写真 11. direct 使用状況



写真 12. 画面

5.3 新ヒヤリハットの活用

「令和 5 年度建設業労働災害防止対策実施要領」に基づき、心身の健康確保のための具体的対策として建設現場における「新ヒヤリハット報告」を活用する。新ヒヤリハット報告の実践により危険認識度を高め、必然の安全・悔いのない安全管理を実現する。現場で危ないと思ったらすぐにスマートフォンに入力すると瞬時にフィードバックが返る事となり、即時に情報が共有される。

「新ヒヤリハット報告」のポイントは、人がミスをする背景には人間の行動特性（ヒューマンファクター）が関係しているため、ヒヤリハットは、「災害になる前の脱出事例」であり「成功事例」でもある。



6. おわりに

推進工事が残り約 120m 地点で掘進不能となり迎え掘り工法対策としてトンネル工事 (NATM) を施工してきたが、相次ぐ自然由来の障害により令和 5 年度出水期前の推進機回収が出来なかった。しかし、紀伊山系砂防事務所の指導及び協力により 11 月からトンネル工事が再開出来た。これから推進機の回収というこれまでに経験のない施工を行うが、安全を第一とした施工方法や安全管理については万全の準備・対策を行う。

最後に、今日まで技術的指導や情報等の提供・協力を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、ならびに過酷な条件下で協力して頂いている協力業者各位に、この場を借りて厚く感謝の意を表したい。

あかたにち くじょうりゅうけいりゅうほぜんこうほかこうじ わじんかせこう かつようじっせき
赤谷地区上流溪流保全工他工事における無人化施工の活用実績について



鹿島建設株式会社 赤谷地区上流溪流保全工他工事
(工期：令和4年9月21日～令和6年3月29日)

担当技術者 ○渡辺 大貴

【キーワード】 『深層崩壊』 『河道閉塞対策工事』 『無人化施工』 『ICT活用施工』 『遠隔施工』

1. はじめに

平成23年9月の台風12号による降雨は、紀伊半島の広い範囲で総降水量が1,000mmを超え、記録的な大雨となり各地で甚大な被害をもたらした。この大雨の影響により、赤谷地区（奈良県五條市大塔町清水：図-1参照）では、深層崩壊が発生し、1,138万 m^3 の崩壊土砂が河道を閉塞し、大規模な湛水池（天然ダム）が形成された（写真-1・2参照）。

赤谷地区では、発災直後より越流侵食の防止を目的とした仮排水路を整備する緊急対策工事が実施され、現在は、河道閉塞土砂の侵食防止を図るための砂防堰堤等の整備が進められている（図-2参照）。

砂防堰堤の施工期間中も、崩壊斜面は崩落を繰り返し、現在も斜面に不安定な土砂が堆積している。特に、平成26年8月の台風11号では、430mmの連続雨量を記録し、76万 m^3 の土砂崩壊が発生し、写真-3に示すように大量の越流水が2号砂防堰堤を流下するなど非常に危険な状態であった。

そこで、3号砂防堰堤工事では大規模崩落斜面直下にて国内初となる自動化施工での砂防堰堤構築を実施した。今回の工事は、その上流部に溪流工として流路護岸を構築するものである。本工事においても施工時の避難の迅速性を第一に考え、出水期間中（6月15日～10月31日）における無人化施工の採用が決定している。

本稿では、今年度実施した流路護岸における無人化施工の活用実績と重機オペレータのテレワークシステムについて報告する。



図-1 現場位置図



写真-1 河道閉塞状況



写真-2 崩落斜面状況



図-2 全体概要図



写真-3 越流状況(平成26年台風11号)

2. 工事概要

以下に無人化施工で実施した流路護岸工の平面図と横断図を示す（図-3・4 参照）。

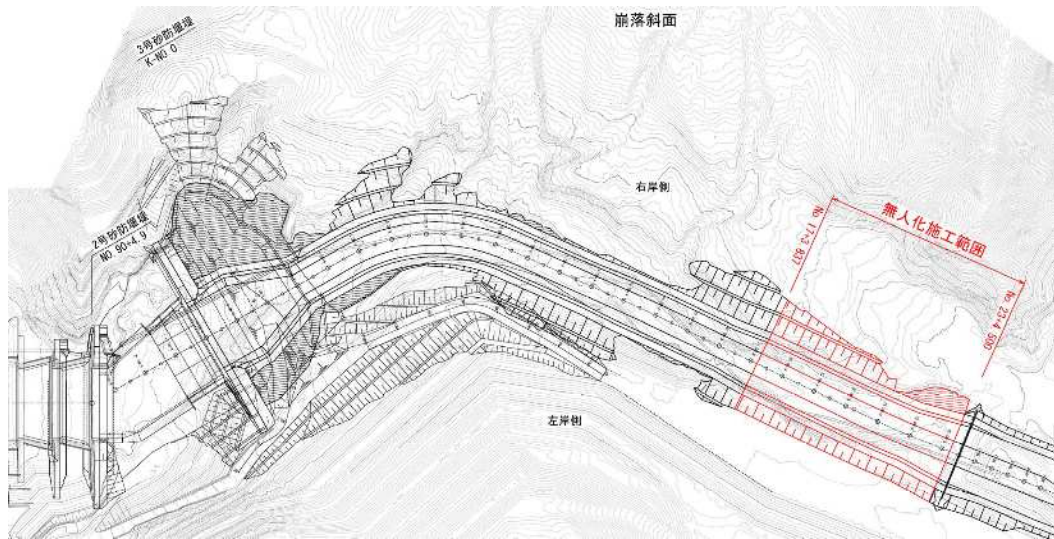


図-3 平面図

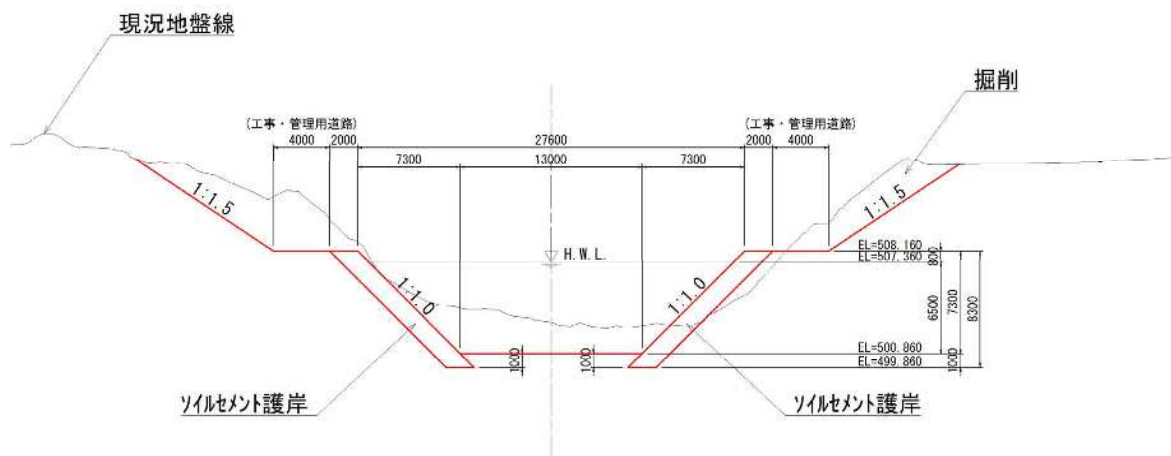


図-4 横断図

3. 流路護岸工における無人化施工の活用実績について

本工事では、出水期間中の砂防土工及び流路護岸工を対象に無人化施工にて、土砂・積込・運搬、法面整形、ソイルセメントの敷均し・転圧・運搬作業を実施した。土砂の掘削・積込は0.8 m³級バックホウで行い、土砂仮置きヤードまで11t 不整地運搬車にて運搬した。法面整形は0.8 m³級バックホウで行い、掘削の進捗に合わせて、ICT活用施工の一環であるマシンガイダンスシステムにて掘削位置を確認しながら施工した。ソイルセメントの敷均しは0.8 m³級バックホウで行い、ソイルセメント製造箇所から施工箇所まで11t 不整地運搬車にて運搬した。転圧は0.45 m³級バックホウ（端部転圧機）を使用し、転圧管理システムにて各層の転圧データを作成し、転圧範囲・転圧時間を確認しながら施工した。

施工での砂防土工の出来形は、出水期後に地上型レーザースキャナーを用いて出来形測量を行った。その他に、突発的で天気予報による正確な予測が困難な局地的大雨の発生が懸念されていたため、週に1回の頻度で無人航空機を用いた空中写真測量を行い、出来形の進捗管理を行った。図-5に無人化施工設備配置図を示す。

無人化施工の操作室は、立入規制区域より下流側の安全な場所に設置した。重機オペレータは、操作室に設置したモニタ画面を見ながら約1km離れた上流側にある土砂仮置きヤードまで重機を遠隔操作する必要があった。そこ

で、施工箇所全域の現場状況が確認できるように、100m 間隔に固定カメラを設置すると共に、バックホウには、重機の前方と足元が確認できるように、車載カメラを2箇所設置した。また、施工時に死角となる箇所や固定カメラからの映像で確認できない箇所については、その都度、移動カメラ車を移設し、重機オペレータの視界を確保した。

重機操作や固定カメラの映像は、デジタル無線を用いて通信する設定とした。具体的には、重機操作のデータ通信には、移動体通信に特化した 5GHz 帯アクセス無線を採用し、100m 間隔に無線 LAN 基地局を設置することで、広範囲に移動する複数の重機が円滑に操作可能な設定とした。また、固定カメラの映像データ通信には、大容量かつ高速データ通信が可能な 25GHz 帯小電力無線を採用し、100m 間隔に拠点間通信用無線を設置することで、遠隔操作においても映像データが遅延なく通信可能な設定とした。

これらの無人化設備を出水期前に先行設置し、無人化施工した結果、土砂崩壊による二次災害を防止し、安全に施工を進めることができた。出来形管理については、ICT 技術を活用することで、砂防土工及び流路護岸工の出来形値を国交省規格値の 80%以下に収めることができた。また、バックホウや不整地運搬車、移動カメラ車等の重機が同時に複数稼働したが、無線通信等のトラブルもなく、計画していた施工数量を達成することができた。

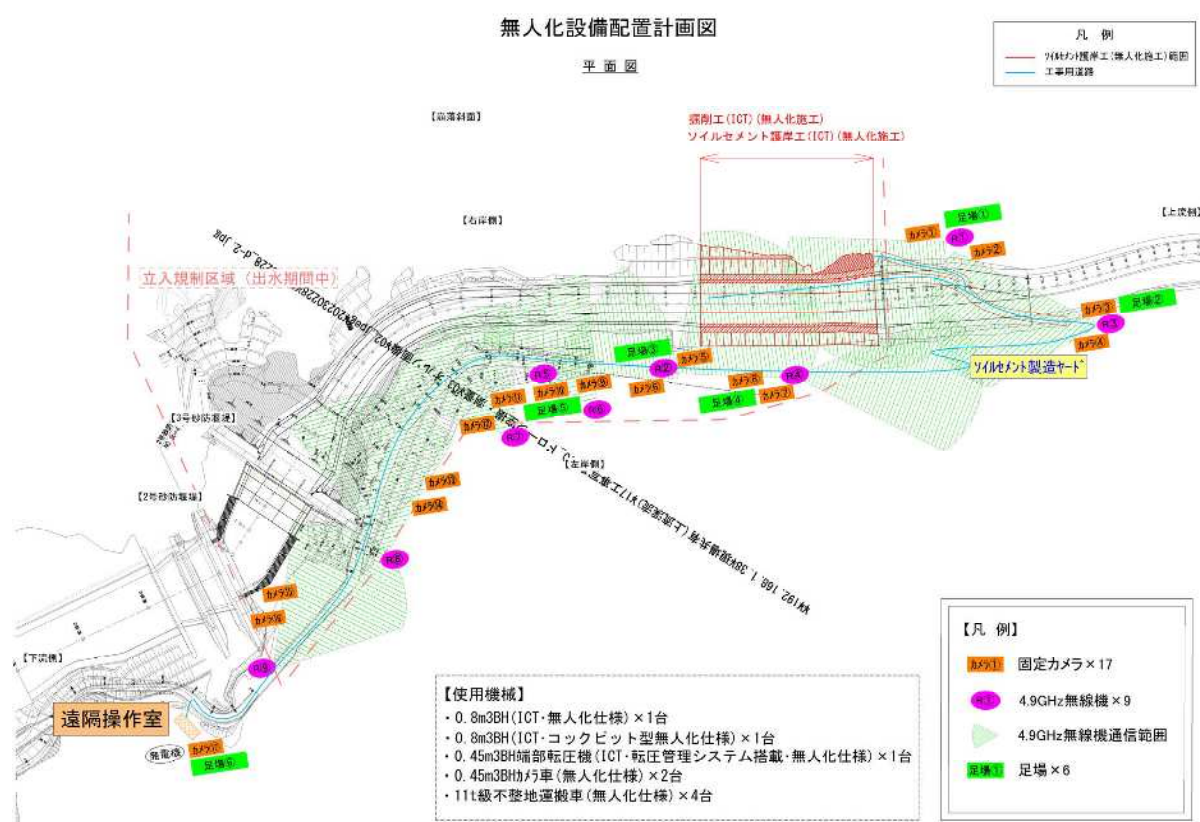


図-5 無人化施工設備配置図



0.8 m³級バックホウ

0.45 m³級バックホウ
(端部転圧機)

0.45 m³級バックホウ
(カメラ車)

11t クローラダンプ

図-6 無人化施工使用機械

4. 重機オペレータのテレワークシステム

無人化施工において、実機搭乗時と同様な操作性をもつコックピットにて重機操作が可能な遠隔操作システム『K-DIVE®』を導入し、施工を実施した(写真-4 参照)。実機の振動や傾き・音などをコックピットにフィードバックし、現場にいる感覚で操作することが可能となり、効率的に作業を進めることができた(写真-5 参照)。

この技術の効果として、従来の危険が潜む現場から離れ、安全なオフィスから操作することで本質的な安全性を確保できること、複数の現場に作業を切替えが可能であり、1人当たりの生産性が向上すること等が挙げられる。

本工事では K-DIVE®の設備を株式会社富島建設本社（大阪市福島区海老江 3-5-25）にも同様に設置し、遠隔で現場内の機械を操作し、流路護岸のソイルセメント敷均し・法面整形をリモートワークで作業を実施する実証実験を行った(図-7)。また、無人化施工で必要となるデータ通信においては高速・大容量・低遅延・多接続・低消費電力が可能な光回線を使用することでスムーズな施工が可能となった。

これらの取り組みから今後、場所や時間を問わず労働できる環境を整備し、就業者の裾野を広げることで多様な人材の活用が可能であると考えられる。



写真-4 無人化施工実施状況



写真-5 K-DIVE®操作状況



図-7 遠隔操作施工（リモートワーク）について

5. おわりに

平成 23 年 9 月 16 日から着手した赤谷地区の河道閉塞対策工事は、梅雨や台風がもたらす豪雨により、越流侵食や深層崩壊斜面に堆積している不安定土砂の大規模な再崩落及び大量の泥土の流入等、非常に厳しい施工条件下での対策工事となっている。この難工事に対し、国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所と連携を密に図ることにより、これまで無事故で対策工事を進めることができています。本工事では、大規模崩壊斜面直下での作業となることから、今年度の出水期間中（6 月 15 日～10 月 31 日）の掘削工及び流路護岸工に無人化施工を採用し、安全に施工することができました。最後に、今日まで技術的指導を頂いた近畿地方整備局、ならびに過酷な条件下で、協力して頂いている関係会社各位に、この場を借りて厚く感謝の意を表したい。