

土木部会

A 4 C S E L for Tunne (クワッドアクセラ・フォー・トンネル) 開発現場における取組み
—トンネル掘削自動化開発現場における作業環境の改善について—

鹿島建設株式会社 中部支店
神岡試験坑道 所長 女賀 崇司

現場の未来を変える取り組み
—ドローンと ICT を導入し効率化—

戸田建設株式会社 首都圏土木支店
関東地方整備局 R4 圏央道神崎 PA 改良その1 工事 作業所長 小川 敦史

大規模ダム現場における安全衛生対策の取り組み
—自動化施工・高所作業・熱中症対策—

鹿島建設株式会社 東北支店
成瀬ダム堤体打設 JV 工事事務所 機電グループ長兼次長 内場 謙二

新幹線直上における上部工構築時の I C T を活用した安全対策
—「手延べ式送出し工法」による約 600t の鋼桁架設—

清水建設株式会社 九州支店
土木部 古城第2橋梁作業所 所長 船岡 基
安全環境部 主査 山口 善久

I C Tを活用した山岳トンネル工事の災害リスク低減
—建設機械の遠隔化と作業員の意識向上—

株式会社大林組 北陸支店
宝珠山トンネル工事事務所 所長 柴田 常徳
工事長 山中 孝文

狭隘な施工ヤードでの P C コンポ橋主桁架設の安全対策
—多様な架設方法を採用した P C 桁架設時の安全対策—

三井住友建設株式会社
北勢高架橋作業所 作業所長 玉井 裕明

標高 2,000m での自然災害に対する安全対策
—豪雨に対する安全確保と資材運搬に対する安全対策の取り組み—

飛島建設株式会社 北陸支店
白山甚之助IV期作業所 所長 日谷 昌保
現場代理人兼監理技術者 窪田 隼人
主任 戸澤 信吾

ダムコンクリート打設時の工学的安全対策
—CIMやICT技術を活用したケーブルクレーン自動運転システム—

西松建設株式会社 九州支社
現場工務革新センター 主任 萩本 晃弘

石灰岩鉱山内工事における安全対策の取り組みについて

前田建設工業㈱ 中国支店
カルファイン作業所 副所長 寅岡 千丈

「3H（初めて・変化・久しぶり）要素抽出によるリスク排除と声かけ・応答・手あげ+「確認」による安全力の向上

名工建設株式会社 名古屋軌道部
米原新幹線軌道事務所 所長 山田 和樹

特定更新工事における安全管理

—新技術の開発と遠隔自動化による安全性の向上と省人化の実現—

オリエンタル白石株式会社 大阪支店
工事部 阪和自動車道更新工事事務所 工事係 古賀 新悟

大規模重機土工事における安全衛生管理活動

—施工期間が長期にわたる場合の土工事作業管理の工夫の紹介—

清水建設株式会社 関西支店
土木部 工事長 水澤 正和

A4CSEL for Tunnel(クワッドアクセル・フォー・トンネル) 開発現場における取組み

—トンネル掘削自動化開発現場における作業環境の改善について—

鹿島建設株式会社 中部支店
神岡試験坑道 所長 女賀 崇司

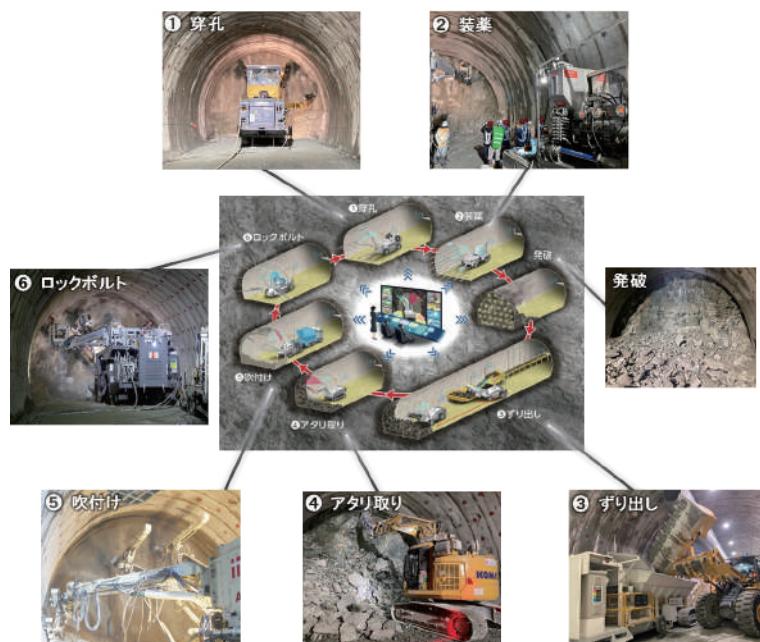
1. はじめに

建設業界では、「熟練技能者不足」、「高い労働災害の発生率」、「低い生産性」が喫緊の課題であり、山岳トンネル工事も例外ではない。そこで当社は、これらの課題解決に向かって「A4CSEL for Tunnel」の開発を進めてきた。

これは、山岳トンネル工事における6つの作業ステップである①穿孔②装薬・発破③ずり出し④アタリ取り⑤吹付け⑥ロックボルト打設に使用する各重機を自動化・遠隔化し、危険を伴う切羽近傍作業の省人化とデータに基づく高効率な機械運転の実現により、経験の少ない技能者であっても安全性と生産性を飛躍的に向上させる次世代の建設生産システムである。

本開発のため、2021年から2024年まで、岐阜県飛騨市神岡町の神岡鉱業株式会社の敷地をお借りし、神岡試験坑道として、実地山の岩盤を対象に次世代のトンネル掘削作業標準の確立を行ってきた。

当現場では自動化機械の開発に加え、熟練技能を持っていなくても掘削作業が可能となる施工体制を構築するために、専業者およびトンネル熟練技能者無しでの作業を実施し、自動化機械を操作する「ITパイロット」を育成することも一つの目的とした。また、将来を支える担い手確保のため、従来のトンネル掘削作業環境を改善し、全体の安全性と生産性を向上させることを念頭に次世代に繋げる魅せる現場作りについて実施したので紹介する。



神岡試験坑道における「A4CSEL for Tunnel」の実証施工

図-1 神岡試験坑道における「A4CSEL for Tunnel」の実証施工

2. 工事概要

(1) 工事概要

工事名：神岡試験坑道掘削工事

発注者：鹿島建設株式会社

施工者：鹿島建設株式会社

工事場所：岐阜県飛騨市神岡町鹿間

工期：2021.7.1～2024.9.30

主要工事数量

掘削延長：L=305m

掘削断面積：43.9～73.5m²



図-2 工事場所位置図

(2) 開発成果

当現場における開発成果を下記に示す。

① 穿孔：最適自動発破設計システム

穿孔時に取得した岩盤データから、最適な発破パターンが自動生成されるシステムを開発した。

発破パターンデータを全自動コンピュータジャンボに転送することで、オペレータ1名での自動穿孔が可能となる。生産性向上の効果としても、余掘り量は従来施工比60%低減、サイクルタイムは同比20%短縮を実現した。

② 装薬・発破：バルクエマルション爆薬

装薬の自動化には、安全性の観点から、装填機内では非火薬、穿孔した孔内で原料を混ぜ合わせることで初めて火薬化する現場製造式の爆薬が適している。

装薬の自動化に向けた第一歩として、現場製造式の「バルクエマルション爆薬」を採用した全断面発破を国内の山岳トンネル工事で初めて実施し、許認可関係省庁等に公開した。

③ ずり出し：自動ホイールローダ

ホイールローダに搭載したLiDARの計測データをもとに坑内の地図を作成しつつ、自機の位置をリアルタイムで推定するSLAM技術を活用することで、非GNSS環境下であるトンネル坑内においても掘削ずりの掬（すく）い取り、運搬、荷下ろしの自動化を実現した。

④ アタリ取り：アタリガイダンスシステム

ブレーカ本体に搭載した3Dレーザスキャナにより、切羽に立ち入らなくても発破後の露出した岩盤形状を定量的かつ自動的に評価できるアタリガイダンスシステムを開発。これによりアタリ取り確認時の切羽の無人化を実現した。

⑤ 吹付け：エレクタ付2ノズル自動吹付け機

2ノズル自動吹付け機に搭載した3Dレーザスキャナによる切羽形状の測定結果を基にして吹付け計画を自動生成し、左右2ノズルをプログラム制御する「自動吹付けシステム」を開発。2ノズルによる自動吹付けにより、従来の1ノズル自動吹付けと比較して約50%の施工時間の短縮を実証した。

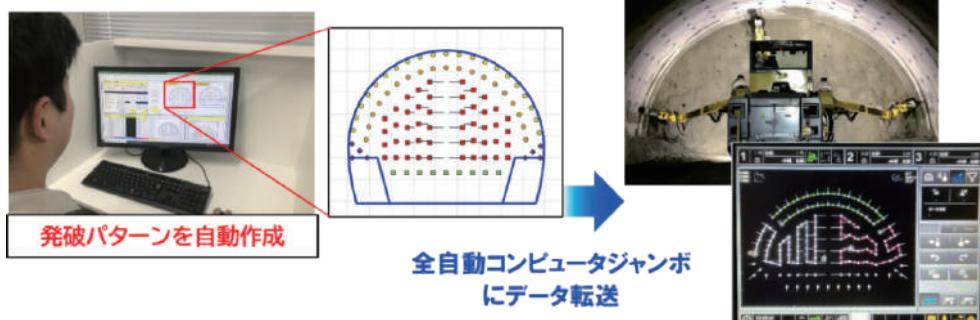


図-3 最適自動発破設計システム

併せて、「建込みガイダンスシステム」により、支保工建込み目標位置に対する姿勢計算結果に基づいてエレクタを遠隔操作することで、所定の位置への支保工建込みが可能であることを実証した。支保工のセンターポルトにはワンタッチジョイントを、繋ぎ材には固定用アンカーを用いることで、人が切羽近傍に立ち入ることなく、運転席からオペレータ1名での建込みが可能となる。



写真-1 自動吹付け機による建込み状況



写真-2 機械オペレーション状況

⑥ ロックボルト：自動ロックボルト打設機

穿孔位置への誘導から穿孔、モルタル注入、ボルト挿入までの一連作業を自動化するブームを左右2つ備えた「2ブームロックボルト施工機」を開発。本機は3~6mのロックボルトに対応可能で、施工速度および精度を確保したうえで、オペレータ1名によるロックボルト打設が可能であることを実証した。

3. 次世代現場管理手法への取組み

暗所かつ狭隘な空間であるトンネル坑内においては、注意喚起を促す表示や作業場所の照度などが安全かつ効率的に作業する上で重要な要素の一つとなる。

視覚に訴える機材を用いた明確な表示は、見落としや誤認などの災害リスクを低減する効果があった。

また、現場に不慣れな見学者やスポット作業の協力会社でも各表示を直感的に認識することが可能であり、安全性が向上するとともに、現場管理状況を視覚的にアピールする魅せる現場づくりとしても有効な機材であった。

当現場で設置し、有効であった機材を以下に記す。

① LED テープライト

安全通路の照度向上に加え、車両から見えにくい設備をライン上に明示することで視認性が大幅に向上し、重機と人および設備の接触防止に有効であった。

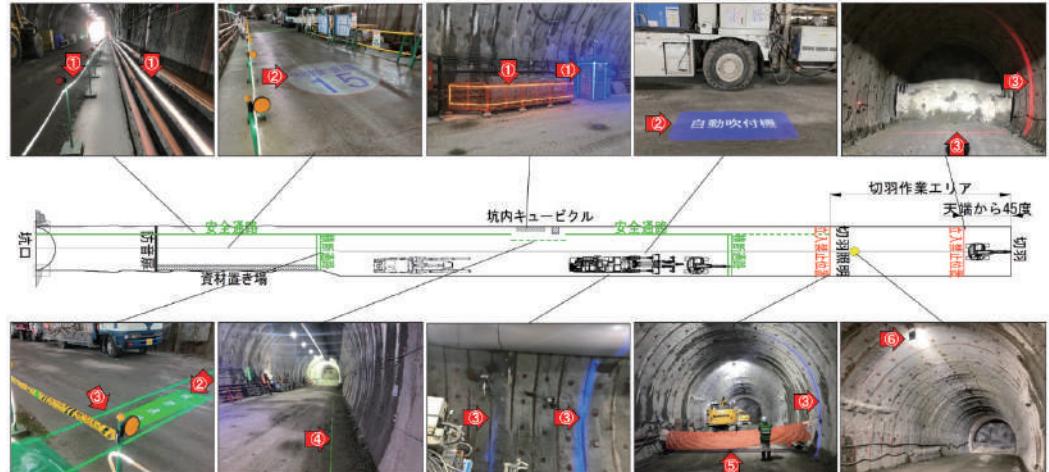


図-4 機材設置状況

② プロジェクター

坑口部路盤上に切羽作業中のサイクル名や坑内走行制限速度を大きく表示。ズリ出し時には立入禁止の明示など、明確なルール表示による注意喚起の効果があった。

③ ライン照射機（太）

マグネットにより鋼製支保工などに取付けることが可能であるため移設が容易。

真に立ち入る必要がある作業者以外の立入を禁止する切羽天端から 45° ラインには赤色、切羽後方の切羽作業エリア立入禁止ネット位置には青色、横断通路には緑色をそれぞれ設置し、ルールの明確な運用に有効であった。

④ ライン照射機（細）

マグネットにより鋼製支保工などに取付けることが可能であるため移設が容易。

切羽近傍の駐機場所や離合場所など、バリケードなどによる安全通路が確保できない箇所に通路境界を明示するのに活用。

⑤ ネットフェンス

切羽作業エリアには容易に立ち入れないことを明確に示すため、幅広のフェンスを採用した。強力マグネットで鋼製支保工に取付けることが可能であるため移設が容易。

重機の入替毎の設置・撤去時は端部のフックで実施した。

⑥ 切羽照明（LED）

大光量のため切羽後方からの広範囲照射可能。仮設備盛替え頻度、発破による損傷リスクが減少し、作業軽減に繋がる。

4. まとめ

肌落ち災害や人と重機との接触災害を主としたトンネル掘削作業自体が持つ危険要因に加え、熟練技能者無しによる作業は着工当初から安全上の課題が多く想定されていた。

本開発と並行し、その対策の一つとして実施した新しい設備による作業環境の改善と魅

せる現場づくりはルールの明確な見える化などにより災害リスクを低減する有効な方法であったと考えている。

当社は今後、神岡試験坑道において実証した各作業ステップの自動化施工技術および作業環境の改善手法を、他の工事に順次導入していく。また切羽近傍での作業以外にも、覆工コンクリート打設の完全自動化技術や、補助工法である AGF 工法の機械化技術等をすでに実用化しており、それらを総合的に適用することで、山岳トンネル工事のさらなる安全性および生産性向上に貢献していく。

現場の未来を変える取り組み

－ドローンとICTを導入し効率化－

戸田建設株式会社 首都圏土木支店
関東地方整備局 R4 圏央道神崎 PA 改良その1工事 作業所長

小川 敦史

1. はじめに

圏央道（首都圏中央連絡自動車道）は、都心から約40～60キロメートルを環状に連絡する全長約300キロメートルの高規格幹線道路です。

圏央道の整備は地域間のアクセスを向上させ、企業立地や観光をはじめとした地域間交流が促進されるとともに、新たな工業立地や物流拠点の再配置による効率化など、各地域の成長に貢献することが大いに期待されている（写真-1）。

本工事は、圏央道の新たな休憩施設として、神崎IC付近に、道の駅「発行の里こうざき」と連携した神崎PAの新設に伴い、盛土区間の地域に広がる軟弱地盤層を盛土構造とするための軟弱地盤対策及び構造物工事を含めた道路工事である（図-1）。

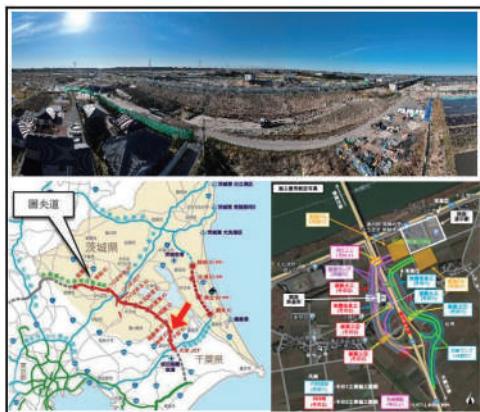


写真-1

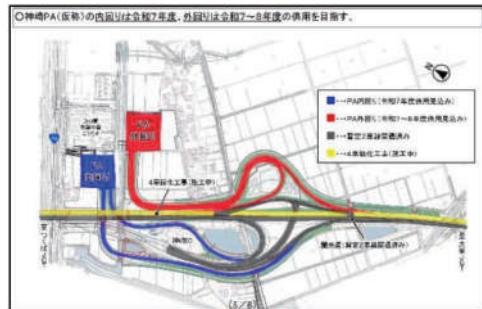


図-1

2. 工事概要

発注者：国土交通省 関東地方整備局

常総国道事務所

工事名称：令和4年度

圏央道神崎PA改良その1工事

工期：2022年10月6日～

2025年3月31日

工事内容：

- ・工事延長：L=550m
- ・道路土工：掘削工 約 10,000m³、路体盛土工 約 5,000m³、法面工 約 300m³
- ・地盤改良工：1,055 本（スラリー一攪拌 単軸 ϕ 1,800～2,300、L=11.2～47.7m）
- ・軽量盛土工：約 15,000m³ (EPS 工法)、中層改良 H=3.0m 200m
- ・場所打函渠工：1 基（最大内空 W10.5m × H6.3 × L18.5m）・舗装工：約 130m²
- ・剛性防護柵工：H=3.0m L=約 285m
- ・沈下対策工：クラッシュパイラーバー V L 型 60 本（L=30.0m）
- ・高圧噴射工：4 本（ ϕ 3,900、L=41.4m）
- ・仮設工：1 式（仮締工 SP11.5m 150 枚、13.0m 11 枚他）

3. 現場の特徴と安全管理の課題

当工事は、供用中の圏央道に隣接し、主に地盤改良及び軽量盛土工事であり、また近隣は水田を中心とした農業地帯で、中でもレンコンは地域の特産品となっている。広大かつ高低差もあり、地域社会貢献度の高い公共工事の現場を少人数で管理しなければならない。

4. 具体的な少人数安全管理方法

以下、すべての業務にドローン及びウェブカメラなど、AI・ICTやデジタルツールを活用し、少人数現場安全管理及び協力業者負担軽減を可能にするための取り組み方法を4項目に分類した。

①ドローン施工安全管理による省力化・省人化

高性能ドローンを利用した管理として、事務所から現場まで自律飛行で飛ばし、その日の気になる箇所や作業をピンポイントで撮影し、監視するだけではなく、ドローンパノラマ映像とCADとの重ね図の利用で見える化にし、大画面のモニターに映し出して協力会社との打ち合わせにも用いて、安全・品質・環境管理及び現場進捗の確認も行うなどさまざまな局面で活用している。問題点も素早く抽出し、動画でも確認しながら瞬時に解決することができる（写真-2,3）。



写真-2 ドローン撮影画像の活用



写真-3 ドローン撮影画像の活用

②ICT利用等による作業の効率化・時間短縮

アクションカメラやウェラブルカメラのライブ映像の利用で、指示命令系の早期解決を行い、事後記録された共有画面の検証結果でリスク軽減することで時間の有効利用はもちろんのこと、机上確認ではなく現場全体を把握でき、安全性・生産性向上にもつながった（写真-4）。

また緊急時には、Googleチャットを利用し、職員・職長が所長の指摘・指示・確認事項に対してリアルタイムで対応し、即時正等を行った（写真-5）。



写真-4 ウエラブルカメラによる立会状況とアクションカメラ

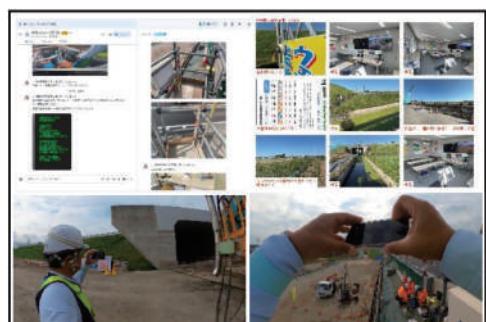


写真-5 現場パトロールにGoogleチャット利用

太陽光利用で移動可能な、光学デジタルズーム20倍で360°回転・暗視撮影も可能で現場の気象データが表示されている高性能ウェブカメラ等、合計5台を利用し、防犯を含めた監視体制の強化を実施した。結果、職員は事務所にてカメラの映像情報により、現場状況がリアルタイムで把握可能となった。現場の環境条件を可視化することで、確実な安全管理ができる。昼の打合せ時などに大画面で映像を見ながら、的確な指示を出すことができ、録画機能によりトラブル発生時の早期解決に活用するなど、時間外労働の削減にもつながった（写真-6）。



写真-6 ウェブカメラによる現場管理

新規入場の受け入れには職種ごとに現場条件ルールに合わせたオリジナル音声動画を放映し、現場の安全ルールをより分かりやすく、明確に伝達することができた。また、視聴後の確認テストも行い、問題内容もワンパターンにならないように数種類のテストを準備し、実施することで安全意識を高めることができた（写真-7）。



写真-7 オリジナル動画による新規入場者教育と確認テスト

③重労働の軽減、作業の単純化・簡素化

労働力の軽減・品質向上のため、主要現場打ちコンクリート他、3種の構造物のプレキャスト化（写真-8）。



写真-8 ボックスカルバート二次製品化

危険度の高い鉄板敷作業には鉄板吊専用機械・敷鉄板用マグネットの利用で、オペレーター1人での作業を可能となった。また吊り荷の下へ入ることなく、一度に2つの大型土嚢を作成可能で、小さい土嚢であれば一度に8つ作成できるビービーワーカーを利用することで、生産性及び安全性を向上させた（写真-9）。



写真-9 敷鉄板用マグネットとビービーワーカーの利用

④作業者の安全確保及び効率化、作業環境確保

現場内の表示ルールとして、立入禁止は赤のコーン、安全通路は緑のコーン、資材置場は青のコーン、開口部は黄色のコーンで統一し、立入禁止エリア内において作業員の通路確保は必ず行うようにした（写真-10）。



写真-10 現場内表示ルール

現場内にある、黄色蛍光旗は用地堀明示、ピンク蛍光旗は危険域及び支障物、水色蛍光旗は施工エリア、のぼり旗は作業中明示などで統一し、作業員及び作業環境の安全確保を図った（写真-11）。



安全表示看板は文字を大きくするなど工夫したオリジナル看板で統一し、作業上、危険度が高い業種に関しては工種ごとのオリジナル横断幕を作成し、誰にでも見やすく分かりやすい表示で、作業員の安全確保をすると同時に職員の労力軽減化を図った（写真-12）。



安全当番の安全活動が重要と考え、安全当番制度を導入し、職員・職長全員の安全意識の向上を図るため、安全当番毎日やることルールを作成し、それに従って毎日現場を巡回するようにした。

また、現場での架空線・埋設管の事故の発生を防ぐため、前もって架空線・埋設物 KY マップを作成して、新規入場者教育や作業手順の打合せ時に有効活用するようにした（写真-13,14）。



写真-13 安全当番毎日やることルール



写真-14 オリジナルKYマップ

オリジナル音声案内システムなどを積極的に取り入れ、安全朝礼に始まり、現場運営に役立てた。音声案内とは安全な作業ができるよう、音声メッセージで注意喚起をする安全標識のひとつで、作業場所ごとなど、音声の内容にも変化をつけ、マンネリ化防止対策も行いつつ、立入禁止場所の出入口など、さまざまな場所で利用した。また、外国人就労者のために、より安心・安全に作業していただるために、朝礼時などにAI通訳機能を利

用して、海外の言語でコミュニケーションをとるようにした（写真-15）。



写真-15 オリジナル音声システム利用

重機の直前直後、および旋回範囲内には立ち入らないよう、搭乗機械すべてに運転者明示などの重機明示・接触防止棒を設置して、必ず確認後に作業に入らせるようにした。

またマグネットで容易に設置可能な乾電池仕様のコンパクトシグナルボイスも合わせて利用した。

日没後の照度不足に備えて、より視認性を高めるために、LED点灯の接触防止棒を利用するなど、安全対策を積極的におこなった（写真-16）。



写真-16 シグナルボイス・
LED点灯接触防止棒等の利用

勾配が8%以上ある工事用道路には、安全確保のため、工事用道路全域に特殊溝加工した滑り止め効果と泥落とし効果のあるロードマットを利用した（写真-17）。



写真-17 ロードマット

5. 課題に対する結果

当現場の取り組みが評価され、社内外問わず見学会や研修等の勉強会の場として利用していただいている。また、業界紙各社からも依頼を受け、現場のICT活用に関する取り組みや、圏央道・担当地区での安全衛生協議会を代表して寄稿した記事などが雑誌や新聞に掲載されるなど、非常に注目されている。

このような評価をいただいたのも、当現場の未来ある現場を創るチャレンジを継続した結果である（写真-18）。



写真-18 業界紙掲載記事

6. おわりに

当作業所は、供用中の圏央道との近接施工において、少人数でも高効率で作業を進めるため、統一的な情報管理を実現し、先進技術と効率化を追求している。特に沈下対策工事では、優れた技術力を結集し、困難を乗り越えてきた。また、職員同士のコミュニケーションを大切にし、毎日の夕方の打合せ等を通じ

てチームワークを大切にしている。結束力・団結力を強めることを意識し、現場周辺においての火災事案に対しても、一丸となり迅速に協力・対応することができ、消防署より感謝状も頂いた（写真-19）。

現場は常に「見せられる」「観せられる」「魅せられる」状態を意識し、来訪者にもワクワクを提供できるよう努めている。安全性と先進性を両立し、何よりも無事故無災害を重視し竣工を目指していく。



写真-19 消防署より感謝状

大規模ダム現場における安全衛生対策の取り組み

－自動化施工・高所作業・熱中症対策－

鹿島建設株式会社 東北支店
成瀬ダム堤体打設 JV 工事事務所 機電グループ長兼次長 内場 謙二

1.はじめに

成瀬ダムは秋田県雄物川水系成瀬川に建設される多目的ダムであり、形式は台形CSGダム、堤高114.5m、堤頂長755m、堤体積485万m³の大規模構造物である（図-1,2）。



図-1 成瀬ダム完成イメージ図

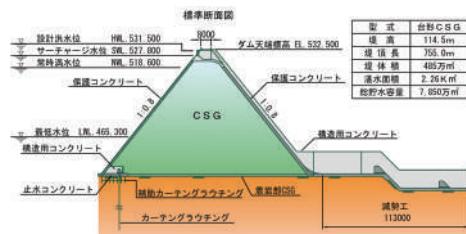


図-2 成瀬ダム標準断面図

堤体の大部分を占めるCSG打設にあたっては、弊社が開発した建設機械の自動運転を核とした自動化施工システム「A4CSEL®（クワッドアクセラ）」を用いて、高速大量施工が可能な自動化重機を複数台同時に稼働させ、効率的な施工を全面的に展開している。遠隔操作とは異なり、各重機に搭載されたPCによる自律・自動運転と各重機間の連携等が必要となり、その安全確保を重要な課題

として取り組んだ。また、CSGダム構築にあたっては、1リフト75cmを積み重ねる必要があり、CSG打設と並行する形で上下流の保護コンクリートや越流部コンクリートを施工していく必要があった。その際、自動化重機により高速大量が可能となったCSGの打設速度に影響を与えず、かつ並行して安全に構築することを課題として取り組んだ。

一方で、環境面に目を向けると、昨今の温暖化の影響からか、秋田県といえども熱中症による死亡災害が多数発生している状況となっている。特に、当現場では工事ピーク時には昼夜で700人超の熟練技能員が必要であること、作業場所が山奥であり最寄りの診療所まで1時間以上かかることから、熱中症によるリスク管理についても課題として取り組んだ。

以下、安全衛生に対する取り組みの一例として、自動化施工に対する安全対策、高所作業に対する安全対策、熱中症対策への取り組みについて概説する。

2.CSG打設自動化施工の安全対策

自動化施工システム「A4CSEL®」は労働者不足への対応、生産性の向上、労働災害の撲滅など建設業界の重要課題を解決する事を目的とし、「現場の工場化」を目指した、建設機械の自動化を核とした次世代建設生産システムである。作業指示データを送ることで、自動化された建設機械が自律・自動運転を行い、必要最小限の人員で多数の機械を同時に稼働させると共に、得られる施工データをもとに、DXの本質であるPDCAのハイサイクル化（迅速な対策と効果の検証）による生産

性向上が可能とすることをコンセプトとしている（図-3）。



成瀬ダムではブルドーザ、振動ローラ、ダンプトラック合わせて最大14台の自動化重機と9台の有人重機を使用してCSG打設を行った。自動化重機と有人重機、その他の有人作業はエリアを分けて作業を行っている。しかし、有人重機の自動化重機エリア内への侵入などによる重機同士の接触や堤体外への転落などの危険がある。これを防止するため、各重機には位置情報や周辺状況を把握するセンサ類が設置されており、自動化重機走行経路の干渉防止や有人重機との衝突防止の判定を行っている。これらの機能により自動化重機と有人重機の作業エリアが近接していても安全な作業を実現した（写真-1）。



また、自動化重機は作業指示データにより自律・自動運転するため、オペレータ直接不要となり計画条件の設定や監視を行う人員（ITパイロット）のみで作業可能となり、生産性の向上も同時に達成した（写真-2）。



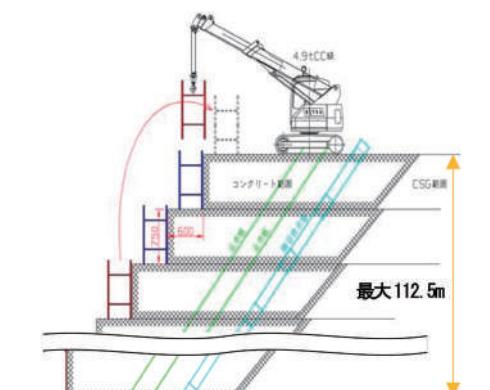
3. ダム型枠作業における安全対策

一般的にダムの上下流面はコンクリートを打設するためのダム用型枠を設置し、そのスライド作業は堤体上のクレーンによる高所でのクレーン作業となる。また、成瀬ダムでは自動化重機施工を行っており、堤体上では重機との輻轄作業となることが課題であった。対策として次の2点を目標とした。

- ①堤体上でのクレーン作業をなくす
 - ②型枠スライド時の高所作業をなくす
- 上記目標のため、使用する2種類の型枠についてスライド作業の自動化を実施した。

（1）置き型枠自動リフトアップシステム

成瀬ダムの上下流面は1:0.8の勾配で階段形状（水平600mm、鉛直750mm）となっており、通常の型枠作業では階段状の上下流面での作業となり、最大112.5mの高さでの高所作業となる（図-4）。



堤体上のクレーンと高所作業の回避を合わせて実施するため、置き型枠自動リフトアップシステムを開発し導入した。高所作業回避のため型枠の「自動玉掛け」「揚重」「自動玉外し」が必須で、置き型枠の改良と置型枠上に設置可能なリフトアップ装置（置型枠リフター）を開発し安全に作業を行った。置き型枠リフターには走行機能もあり、5mの置き型枠のリフトアップ後に左右方向に移動し、次の置き型枠をリフトアップすることが可能で1リフトの型枠をこの装置のみで施工可能となった。システムの操作は一人のオペレータで実施でき、オペレータは堤体上の重機エリアの外側で操作を行い、安全な作業を実現した。また、クレーンを堤体上に設置する必要がないため、堤体上ではCSG打設重機との干渉がなくなり、安全性と施工性が向上した（写真-3）。



写真-3 置き型枠自動リフター

2) ダム用型枠自動スライドシステム

堤体の下流面中央に配置されている洪水吐き部は1:0.8の勾配で直線形状となっており、通常はダム用型枠で施工するため、置き型枠同様にクレーンを使用した高所作業となる。これを回避するためダム用型枠の自動スライドシステムを開発し洪水吐き幅60mに導入した（写真-4）。

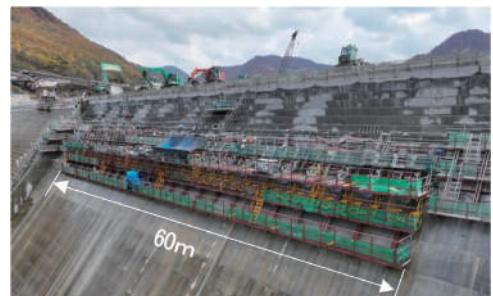


写真-4 自動スライドシステム設置状況

本システムはジャッキにより型枠のリフトアップと起伏を行うため、クレーンで吊上げることなくスライド作業が可能である。ジャッキ操作は遠隔で行うことができ、オペレータは安全な位置で作業が可能となった。また、同時に60mの型枠をスライドできるため、作業の効率化も同時に達成した。

4. 热中症対策への取り組み

温暖化の影響により熱中症は日本全地域での課題になりつつあり、国土交通省においても猛暑日を作業不能日として工期に組み入れる制度を導入し始めている。熱中症対策は、予防と応急措置で構成されるが、医療施設が遠いことから、当ダムでは予防に重点を置いて対策を講じた。

具体的には、熱中症グッズの個人支給（写真-5）、注意喚起の掲示、冷凍スポーツドリンクの配布のほか、熱中症用品を積載した熱中症対策カーの現場内巡回（写真-6）といったハード的なものから、WBGTの常時測定とteamsによる一斉配信（写真-7）、朝礼及び定時における熱中症チェック、ビデオによる集合教育といったソフト的な対応まで実施した。特にteams配信は、『1h経過、休憩してください』などの定期配信も可能であり、ICT技術の活用としても優れている。



写真-5 热中症対策グッズ



写真-8 热中症対策キット



写真-6 热中症対策カー

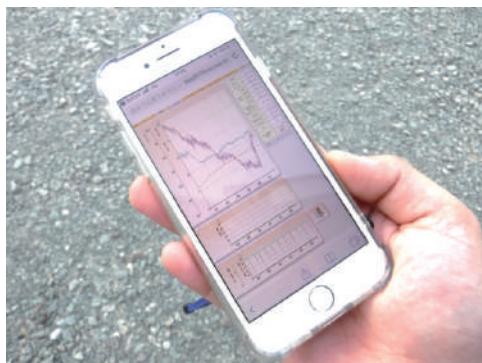


写真-7 WGBT 常時測定と teams 配信

次に応急措置としては、対策フローの立案・掲示、熱中症対策の常備（写真-8）、救護訓練などを実施した。

5. 終わりに

以上、当工事での安全衛生対策の取り組みについていくつか紹介した。これらの取り組みの結果、CSG 打設作業、コンクリート型枠作業、熱中症では令和 6 年度の発生件数ゼロを継続している。なお、熱中症対策については秋田労働局長パトロール時に他の模範として紹介された。

当現場は現在 CSG 打設を無事終了させ、堤体完成まで残り 2 リフト 1.5m まで到達、2028 年度の事業完成に向け、精力的に工事を進めている。今後は CSG 打設というメイン工種は完了したものの、ダム運用に向け広範囲かつ多岐にわたる工事が予定されており、堤体天端での高所作業・荷役作業なども大幅に増加する予定である。このようなさらに厳しい作業環境においても『安全が最優先』をモットーとして、気を緩めることなくさらなる安全衛生対策に取り組んでいく所存である。今回の取り組みが他建設現場の一助となれば幸いである。

新幹線直上における上部工構築時の ICT を活用した安全対策

– 「手延べ式送出し工法」による約 600t の鋼桁架設 –

清水建設株式会社 九州支店 船岡 基
土木部 古城第2橋梁作業所 所長 山口 善久
安全環境部 主査

1. はじめに

本論文は、新幹線直上にて橋梁上部工の構築を行う際、夜間の限られた時間内における安全対策についてICTを活用した事例の報告である。

2. 工事概要

工事名称：新水俣駅構内古城第2Bo新設他
工事場所：熊本県水俣市古城地区
発注者：九州旅客鉄道株式会社
事業主体：国土交通省 九州地方整備局
設計監理：JR九州コンサルタンツ株式会社
請負者：清水建設(株)・鉄建建設(株)
共同企業体
建物用途：高速道路橋
工 期：2019/11/20 – 2025/1/13
（延伸予定あり）
構造（上部工）：2径間 鋼連続非合成箱桁橋
規 模：P3-P4間：送出し架設 L=66.65m
P4-A2間：直接架設 L=66.4m

3. 工事の内容・特徴

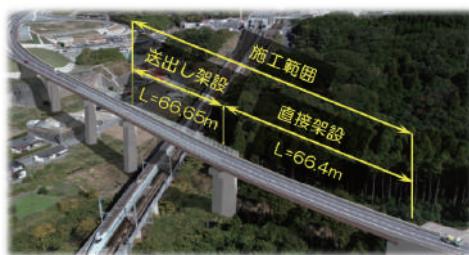


図-1 古城第2橋完成パース図

本工事は、南九州西回り自動車道芦北出水道路工事の一環で、九州新幹線と肥薩おれんじ鉄道の直上に「手延べ式送出」工法

により約 600t の鋼桁を架設する工事である。橋梁形式は「2 径間鋼連続非合成箱桁橋」で、支間長は直接架設部分が 66.4m、送出し架設部分が 66.65m となる（図-1）。

「手延べ式送出し工法」では、鋼桁送出しを行いうに際し、ベントと呼ばれる鋼製支柱に支えられた作業ステージ上に軌条レールを敷設し、動力モーターにてそのレール沿いに手延べ桁および鋼製桁を走行させ、鉄道上空を通過し対面のベント設備へ到達させる。軌条レールの方向は、道路線形と同様に曲率半径 $R=1500$ のカーブを描いている（図-2）。

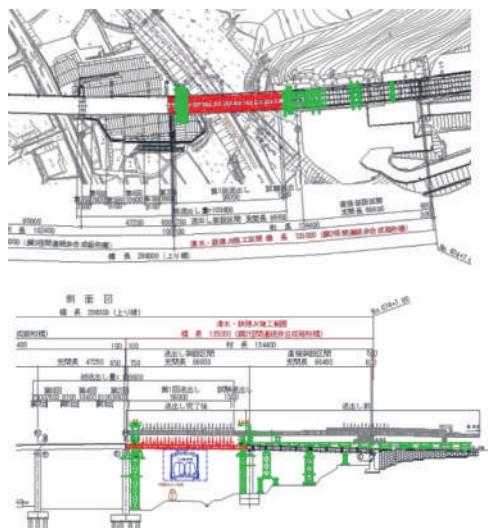


図-2 工事全体図

この作業は、新幹線の運行が停止している作業時間帯のうち 0:10 ~ 2:40 の夜間 2.5 時間以内に行わなければならない（写真-1）。

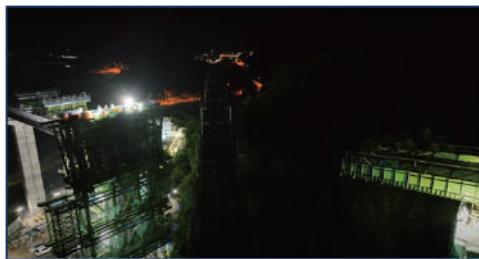


写真-1 鋼桁送出し夜間作業状況

4. 安全上の課題

本工事の特徴から考えられる代表的なリスクとして、①長大かつ曲線である上部工架設時の「転落・墜落、倒壊リスク」と②夜間作業時間が限られた条件下で、作業の緊迫感から来る焦りによって起こる「ヒューマンエラーによる災害リスク」が挙げられる。

そこで工事をより確実に、より効率的に実施することによって「転落・墜落、倒壊」と「ヒューマンエラーによる災害」のリスクを低減させるための手段の一つとして、「計画」「実施」「管理」の各段階においてICTを活用することとした。

5. ICT活用による対策

①転落・墜落、倒壊防止対策への活用
(より実効的な工事計画と実施、管理によるリスク低減)

○計画時

3Dレーザースキャナー「matterport」を活用した安全設備検討の深化

主要工種の各段階において、鉄道施設（高架橋躯体・壁高欄・架線・ブレケット等）の現状位置を正確に把握し、仮設計画に反映させることを目的として、3Dレーザースキャナー「matterport」による現場全体撮影を行い、ストリートビュー機能によりさまざまな角度から状況を視認できるようにした（写真-2）。



写真-2 matterportによる3Dスキャン画像

専用URLにアクセスするだけで閲覧、操作できるため、現地スタッフと同時進行で、関連部署および協力業者が安全設備の取付位置、組立解体の方法、手順等を綿密に事前検討することで、より実効的な計画とすることができた。これにより専門知識が豊富な関係者の知見を加味した安全設備の対策強化につながり墜落、転落災害防止に繋がった。

○実施時

「モーションキャプチャ」による精度管理の効率化による不安全状態の削減



写真-3 モーションキャプチャカメラ配置

新幹線直上に鋼桁を送り出す際、曲率半径 $R=1500m$ の軌条レールおよび鋼材全体が温度変化により伸縮するため、手延べ桁先端の進行方向が不確定になる。そこで、特殊な3Dキャプチャカメラにて到達側より手延べ桁先端の発光ターゲットを視準、定点連続撮影することで3D座標として捉え、その挙動をリアルタイム把握する「モーションキャプチャ」技術を用いた。図-2に示す通り、鋼桁送出しの進捗に伴い、先端の実測座標および設計位置との誤差がリアルタイムに表現され、それを監視することで想定外のズレが発生した際の即時対応が可能になり、精度確保をより効率的に行うことができた。

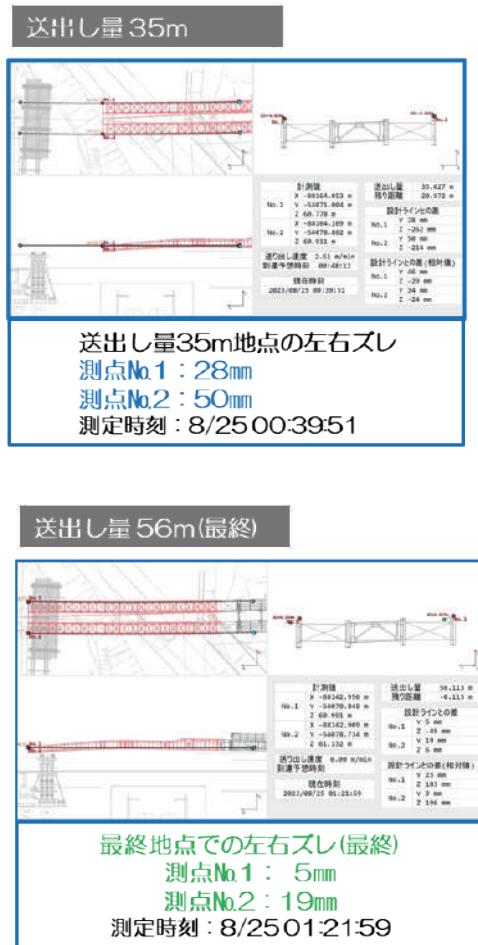


図-2 モーションキャップチャ計測画面

この効率的な精度確保の手法によって、無理のない調整作業が行えることとなり、鋼桁の倒壊防止の一助となった。

○管理時

「ワイモス沈下計」を使用したベント基礎沈下計測の自動化による安全性向上

鋼桁送り出し作業ステージを支持しているベント基礎は、大きな不等沈下が発生するとベント設備全体の倒壊につながる。倒壊を防止するためには、桁走行に伴う荷重変動による沈下挙動の即時把握と、鋼桁をリフトアップさせる油圧ジャッキの偏荷重発生時の油圧調整管理が同時に必要となる。さらに夜間に計測を人力にて行った場合、複数箇所の計測管理を実施するため、リアルタイムでの無線連絡体制構築が複雑化することが懸念される。

そこで、沈下挙動把握・管理を効率化するため、回転レーザーで受光センサーの動きを感じ・計測し、リアルタイムにクラウドを介してiPad等のデバイスで閲覧できる「ワイモス沈下計」による自動計測技術を活用した(図-3)。



図-3 ベント基礎沈下計測配置

計測を自動化することで、人力による複雑なやり取りによる手間の削減と、夜間作業における測量の効率化を実現することができ、ベント設備の倒壊防止と測量関係者の災害防止に寄与した。

②ヒューマンエラー防止対策への活用

(関連スタッフと連携した安全管理体制の強化によるリスク低減)

○計画時

施工管理業務支援アプリ「e YACHO」による個別検討会・作業手順周知会

工事の計画時や、不測の事態による計画再検討が必要になった際、現地スタッフのみではなく、関連スタッフのサポートをより早く、

効果的に受け取ることができれば、作業計画不足による災害防止の一助となる。そこで、作成した計画書や作業手順書を e YACHO に登録しておき、オンライン会議時に画面共有し、会議を行うようにした。

この手法を用いることによって、大型モニター、PC、iPad、スマートフォン等の電子媒体で同一画面を共有し同時記入できるため、遠隔地を含む複数の参加者に対して理解度を統一することができる。また懸念事項、提案事項等を同一画面に記入できるため、指摘・指導事項等の情報共有が容易で、手順の変更が発生した場合でも現地と事務所等の遠隔地を繋いだオンライン会議により、同様の情報共有が可能となる（図-4）。



図-4 e YACHO を活用した手順周知会の状況
(手順書へのオンライン同時記入)

ペーパーの計画書をチェックしたものを取り取りするよりも、同一画面で関係者がチェックできることによって、内容の深化と理解度が上がり、またスピーディに検討が進められることで、作業計画の確実性が上がることと、手順の間違い、勘違い防止や危険ポイントの見える化による危険感度向上に繋がった。

○実施時

「360°キャプチャ Openspace」活用による安全管理体制の補強

工事進捗状況を 360° カメラを用いて歩行巡回し、そのデータを「360°キャプチャ Openspace」というサイトにアップロードすることで、作業状況を複数部署の担当者が画面上で確認できるようした。（図-5）。



図-5 ストリートビュー巡回ルート

現地所員によるパトロールや、不定期に行う支店スタッフによる巡回パトロールに加え、外部関連スタッフによるオンライン定期巡回指導を行うことにより、現場における危険の芽の発見を強化することができた。



図-6 過去データとの進捗状況比較

また、過去データの画面を並列表示することで、指摘された不具合の改善が行われたかを画像で確認できる（図-6）ため、改善もれの防止や間違いなどの確認ができる。より確実な進捗把握、指摘に対する是正管理状況を構築できることにより、不安全箇所の削減に役立った。

○管理時

「クラウドの活用」による一元管理、情報共有による監視体制の強化

夜間の限られた時間内に実施される鋼桁送り出し作業の際、焦りから来るヒューマンエラーを防止するため、鋼桁のリフトアップ、送出し走行、ジャッキダウン、固定の綿密なタイムスケジュール管理と各種設備の監視・連絡体制を確立する必要があった。そこで無理のないタイムマネジメントを行うため、鋼

桁を支持する走行台車の前進・後退速度を考慮して夜間作業の最遅開始および完了時間を設定し、トラブル発生時の対応が必要となる管理ポイントをスケジュール表に示したもの

をクラウド上にアップロードした（図-7）。

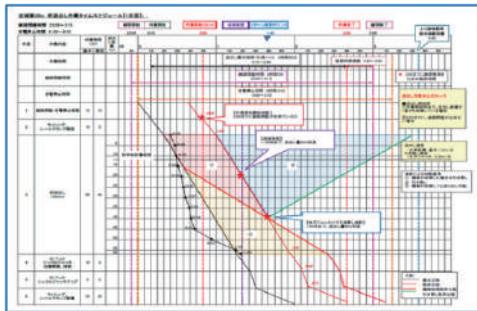


図-7 鋼桁送出しタイムスケジュール表

この表をもとに、送出しの進捗に伴う鋼桁の走行位置を隨時プロットし、各所に配置した職員・作業責任者と、PC、iPad、スマートフォン等で情報共有することで、全員が同時に確認しあえる安心感のある進捗管理が実現できた（図-7）。また現地職員による施工管理に加え、現場外にいる安全・技術スタッフの視点による遠隔監視指導を組み合わせることができ、現場におけるヒューマンエラーによる災害防止の強化に繋がった。



図-8 クラウド活用による一元管理 概念図

6. おわりに

本工事では、鉄道施設の上空および近接した箇所において安全・工程・品質ともに高難

度の施工管理が求められた。

今回、ICT技術を活用したさまざまな手法により、事前に危険箇所を特定するとともに、複数の管理者による監視体制を構築し安全管理を強化したことで、鉄道施設を支障することなく無事に工事を完遂することができた。

今回のさまざまな創意工夫が安全管理手法の効率化への一助となれば幸いである。

ICTを活用した山岳トンネル工事の災害リスク低減

—建設機械の遠隔化と作業員の意識向上—

株式会社大林組 北陸支店
宝珠山トンネル工事事務所 所長

柴田 常徳
工事長
中山 孝文

1. はじめに

磐越自動車道は、福島県いわき市のいわきジャンクションから新潟県新潟市の新潟中央インターチェンジを結ぶ高速道路であり1997年に全線開通している。現時点では、路線全延長約213kmのうち、会津若松～新潟中央間の95kmにおいては4車線化されており、高速道路の重大事故削減、災害時の交通機能の早期確保などの観点から、順次、暫定2車線区間の4車線化拡幅工事を進めている。

拡幅工事の一区間である「磐越自動車道宝珠山トンネル工事（以下、当工事）」では、供用中のⅠ期線トンネルに並走するⅡ期線の山岳トンネルを施工している。本稿では、山岳トンネル工事の災害リスク低減を目的としたICT活用事例について報告する。

2. 工事概要

当工事は、磐越自動車道三川IC～安田IC間に位置する総延長約4,790mの区間の土木工事である。工事概要を表-1に示す。

2024年11月に宝珠山トンネルが無事に貫通し、2025年1月から小松トンネルの掘削に着手した。図-1に、現場位置図と2024年12月時点の航空写真、トンネルの地質縦断図を図-2に示す。

3.ICT活用に関する取組みの観点

施工する小松トンネルおよび宝珠山トンネルの2本は、「粘土化した部分を挟むマサ状～半固結花崗岩（Ⅰ期線施工実績より）」の軟質地山で、Ⅰ期線トンネルから約30m（3D）離れた近接施工という特徴を有する。

表-1 工事概要

工事名称	磐越自動車道 宝珠山トンネル工事
工事箇所	新潟県東蒲原郡阿賀町石間～阿賀野市六野瀬
工 期	2021年9月22日～2026年5月28日
発注者	東日本高速道路株式会社 新潟支社
受注者	株式会社大林組
工事数量	トンネル工:848m (小松トンネル217m、宝珠山トンネル631m) 土工:約13万m ³ 橋台(逆T式橋台)4基、橋脚(柱式橋脚)5基 基礎工(場所打ち杭)2,409m



図-1 現場配置図および航空写真（2024年12月）

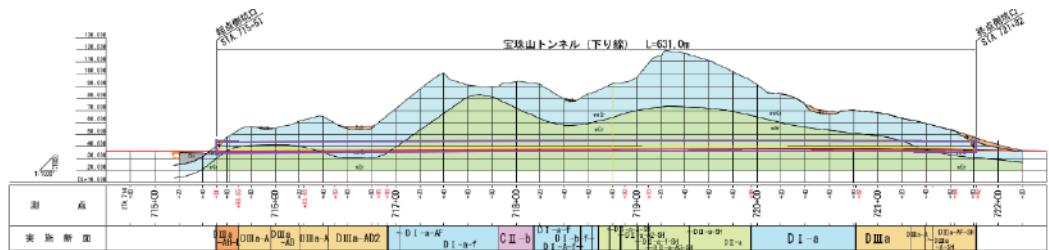


図-2 地質縦断図（宝珠山トンネル）

そのため、以下の観点でICTを活用した取組みを実施した。

- (1) 切羽の肌落ち災害に対するリスク低減
- (2) I期線トンネルのリアルタイム変状モニタリング
- (3) 冬期施工中のI期線排雪への安全対策
- (4) 日常的な安全意識の向上

4. 具体的な取組み内容

(1) 切羽の肌落ち災害に対するリスク低減

トンネル工事では、発破装薬や鋼製支保工建込み、コンクリート吹付け時に、切羽の肌落ち災害に巻き込まれるリスクが高い。当工事は機械掘削で装薬作業はないため、鋼製支保工建込みとコンクリート吹付けの作業で切羽付近に立入らないようにすることで、肌落ち災害への巻き込まれリスクを低減できる。

そこで、各作業に遠隔建設機械を導入した。

①鋼製支保工の遠隔建込み

従来、オペレータ2名、作業員3名の合計5名で建込み作業をしていた。作業員3名は切羽付近に立ち入り、鋼製支保工の頂部継手のボルト連結、つなぎ材の設置、建込み位置の調整や精度確認などの作業を行っていた。

当現場では、作業員が切羽近くに立ち入らずに、遠隔操作で鋼製支保工の建込み作業を行った。まず、エレクター付き吹付機の左右のエレクターを操作し、ピンとソケット形状になっているジョイントを差し込むことで、鋼製支保工を連結させた。鋼製支保工の建込み位置の調整は、頂部と左右足元部の合計3箇所に取り付けた測量用プリズムをトータルステーションで自動視準し、その結果（設計位置と実測位置の差分）を吹付機の運転席に設置したナビゲーションシステム（図-3）

にリアルタイム表示させた。オペレータは、設計位置と実測位置が重なるようにエレクターを操作して建込み位置へセットした。

これにより、建込み作業で切羽付近への立入作業はゼロとなり、建込み時間も従来と比べて同程度であることを確認できた。また、作業人員は5名から3名（オペレータ2名、補助作業員1名）に省人化できた。

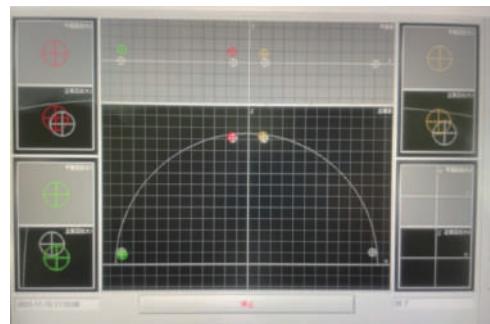


図-3 ナビゲーションシステムの画面

②コンクリートの遠隔吹付け

従来、コンクリート吹付け時には、切羽付近で吹付け状況を目視確認しながら作業していた。これは、吹付け厚さや吹付け状況の確認は切羽付近でないと難しいためである。

当現場では、リモコン操作で走行する出来形監視台車を切羽付近に配置（図-4）し、切羽から離れた遠隔操作場所で吹付けノズルを操作して、吹付け作業を行った。複数視点から吹付け箇所を確認するために、出来形監視台車や吹付機のブームには無遅延カメラを搭載して、遠隔操作場所のモニターに投影した。また、出来形監視台車にはLiDARによる吹付け出来形管理システムを搭載し、吹付け前後の点群差分で吹付け厚さの定量的な管理も行っている（図-5）。

これにより、コンクリート吹付け作業で切羽付近への立入作業はゼロとなり、吹付け時間も従来と比べて同程度であることを確認できた。また、吹付け厚さの測定を面的かつ定量的に実施することで、出来形と品質が担保できるようにしている。

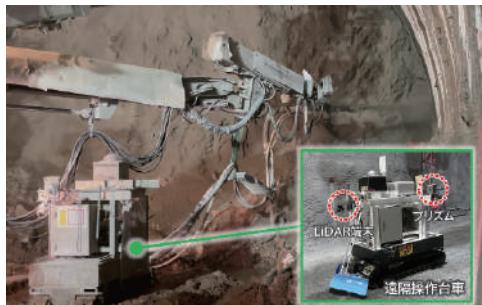


図-4 遠隔操作台車



図-5 遠隔吹付け状況

(2) I期線トンネルのリアルタイム

変状モニタリング

II期線トンネルの施工による、I期線トンネルの内空変位や覆工コンクリート応力などの影響を定期計測するために、I期線トンネル内にレーザー距離計や表面ひずみ計などの計測機器を設置し、計測管理用パソコンにデータを集約している（図-6）。

従来、データの確認時には、定期的に計測管理用パソコンの設置場所に行き、データを吸い出していた。万が一、管理基準値を超過した場合には、データを吸い出しに行って最新の計測状況や過去の経緯を把握していたため、対処の判断までに時間がかかっていた。当現場では、計測管理用パソコンに集約した計測結果を、Web ブラウザでどこからでも

確認できるようにしている（図-7）。また、管理基準値の超過時には、三色回転灯を基準レベルに応じた色で点灯させて、即時適切な対応が取れるようにしている。

これにより、計測データを確認し、判断を下すまでの時間を短縮できるため、モニタリングの安全性を高めることができている。

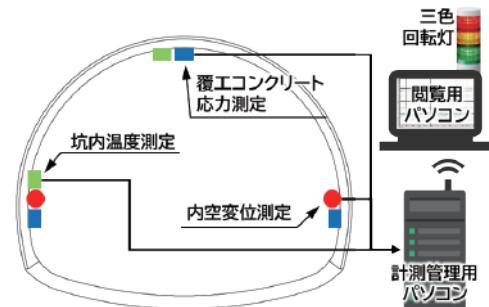


図-6 システムの構成

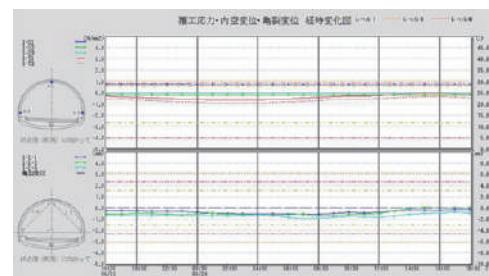


図-7 変状モニタリング画面

(3) 冬期施工中のI期線排雪への安全対策

冬期、現場周辺は数十 cm の積雪量になる中で、トンネル掘削とそれに付随する残土運搬などは作業をする。積雪時には、I期線の除雪のためにロータリー除雪車が走行し、II期線側に排雪する。そのため、当工事の施工エリア内に排雪する際には、事前に現場内の作業員に連絡して退避させ、ロータリー除雪車の通過確認後に作業を再開している。

従来、ロータリー除雪車の接近は、現地の除雪運行監視員の目視確認を頼りに、作業員の退避や作業再開を周知していた。周知方法は、除雪運行監視員から無線や電話で連絡を受けた元請職員が、各協力会社に電話やビジネスチャットツールを使って周知していた。

当現場では、除雪運行監視員の目視確認に

加えて、センチメートル級高精度測位サービスに対応したデバイスをスノープラウとロータリー除雪車に搭載することで、稼働状況や除雪位置をリアルタイムに把握できるようにしている（図-8）。位置情報は、現場事務所や各自のスマートフォン、タブレットに表示した地図上でも確認でき、当工事の施工エリアへの接近時には、自動でアラート発報がされるようにした。また、アラート発報時には、ビジネスチャットツールにも自動投稿されるため、元請と協力会社の関係者に漏れなく即時周知できるようになった。

これにより、作業員の安全を確保した冬期施工が実施できている。



図-8 リアルタイム位置情報表示

（4）日常的な安全意識の向上

当現場は、I期線や住宅地に隣接しているため、周辺環境は以下の状況である。

- ・供用中のI期線の近接施工
- ・民家や耕作地が隣接しており、その中を工事車両が通行
- ・各種ライフライン（架空線、地下埋設物）が施工エリア内に存在
- ・工事車両は、磐越自動車道に並走する国道49号線を通行

そのため、日常的に元請と協力会社の全員が高い安全意識をもって作業に当たらなければならない。

当現場では、デジタルサイネージを朝礼広場や主要な施工場所に複数台設置している。

デジタルサイネージには常時、当社内の重大災害事例のCGアニメーション、災害発生件数の推移といった動的コンテンツをリピート

ト投影しており、危険有害要因や安全作業の重要性が目に入るようしている。また、夏期施工期間には、現場周辺のリアルタイムなWBGT（暑さ指数）を同時に表示することで、熱中症への注意喚起と意識づけを行っている（図-9）。

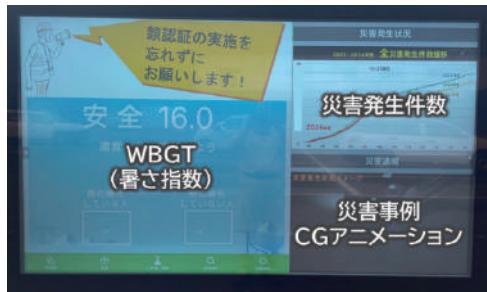


図-9 デジタルサイネージの投影画面

5. おわりに

当工事では、建設機械の遠隔操縦、ICTツールの導入によって安全性の向上を図ることができた。ハードウェアの導入だけではなく、現場に携わる元請や協力会社の全員が、日頃から安全に対して意識することによって、さらに安全性は向上する。そのような環境になると、「導入しただけ」という状況になりがちなICTの取組みを、より良いものにプラッシュアップできると考えている。

今後もこれらのサイクルを繰り返し、安全な未来の建設現場を目指していきたい。

狭隘な施工ヤードでのPCコンポ橋主桁架設の安全対策

—多様な架設方法を採用したPC桁架設時の安全対策—

三井住友建設株式会社
北勢高架橋作業所 作業所長 玉井 裕明

1. はじめに

一般国道473号東海環状自動車道は、東海3県の諸都市を環状に連結し、在来高速道路と広域的ネットワークを形成する総延長153kmの高速道路で、現在は暫定2車線による整備が進められている。今回施工した北勢第三高架橋第二工区は、同自動車道の北勢IC南側に近接した、5+5+4径間連結PCコンポ橋工事である(図-1)。

本工事は、車線数が2車線から4車線に変化する区間のため、当初から完成4車線の高幅員施工となっている。加えて、工事延長の約3分の2で事業用地が道路幅員程度しか確保されておらず、非常に狭隘な施工ヤードでのPC桁架設が求められた。

本稿は、架設順序と機材の種類・配置を見直し、各施工箇所で異なる方法で行ったPC桁架設の安全対策について報告するものである。



図-1 工事位置図

2. 工事概要

工事名：東海環状自動車道北勢第三高架橋 第二工区（PC上部工）工事

工事場所：三重県いなべ市北勢町阿下喜地内
発注者：中日本高速道路株式会社

名古屋支社

工期：令和4年1月27日～

令和6年8月23日

構造形式：5+5+4径間連結PCコンポ橋

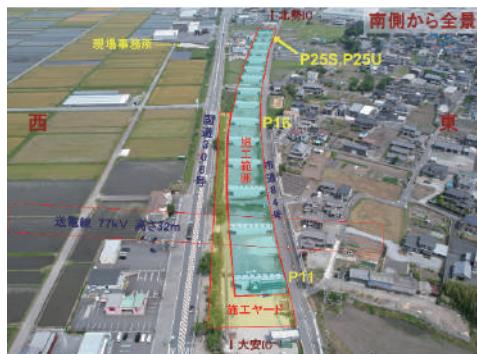


写真-1 施工箇所全景

3. 本工事の安全対策

工区内作業ヤードの状況に合わせ、PC桁架設の工法は大きく分けて3種類で行った。

1. 大型クレーン2台による相吊り架設(写真-2)
2. 大型クレーンと門型油圧リフターによる相吊り架設(写真-3)
3. 門型油圧リフター2台による相吊り架設(写真-4)

相吊り仮設作業に伴うクレーンに加わる最大荷重は、誤作動等による負荷が増大した場合の転倒などに対する安全余裕を確保するため、それぞれの移動式クレーンの定格総荷重の75%以内に限定した。

各工法にて架設した後、PC 板架設から支承モルタル打設等の作業を行い、PC 桁の転倒リスクが下がるまでの転倒防止は次項に示す（図-2）。



写真-2 クレーン相吊り架設



写真-3 クレーン・リフター相吊り架設



写真-4 門型油圧リフター相吊り架設

本稿では、使用機械である大型クレーン、門型油圧リフターと、架設した桁本体における転倒防止対策について挙げる。

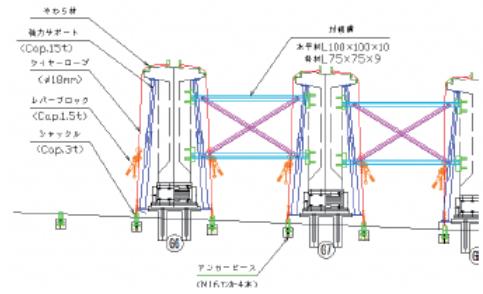


図-2 主桁転倒防止計画図

(1) アウトリガ一部補強

450t 級のオールテレインクレーン設置箇所において地盤の平板載荷試験を行った。各所で所定の地耐力があると確認した上で、敷鉄板と覆工板をアウトリガ一下に敷くことでクレーンの転倒防止を行った（写真-5）。

また、施工中はクレーン設置箇所ごと初回架設時、反力の大きい 2 点においてオートレベルにて架設完了まで監視を行い、地盤沈下等の異常を察知できる体制を整えた。架設中は都度状況を確認できるよう、2 台のクレーンオペレーターと桁両端に配置した玉掛合団者、計 4 者での複数同時通話無線を使用した。



写真-5 アウトリガー養生状況

P11-P16 径間では施工ヤード外周（国道側）に既設の水路（巾 1200mm 高さ 1000mm）があり、アウトリガー養生の鉄板・覆工板が近接する配置となった。荷重の影響範囲に水路断面が入ることから、サポートにて補強を行い（写真-6）、水路天端からさらに小さな石垣がある場所ではコンクリートを打設した（写真-7）。



写真-6 水路部補強



写真-8 ゲビンデ鋼棒による固定



写真-7 水路養生コンクリート

(2) 門型油圧リフター脚部補強

門型油圧リフターの脚部は、内・外回り一体区間では地表と橋脚上より立ち上げた（図-3）。

脚部は橋脚からゲビンデ鋼棒にて締め込み固定を行った（写真-8）。地盤は基礎コンクリートを打設した（写真-9）。コンクリート下の地中は1.2mの深さで、セメント系固化材を1m³あたり100kg添加し、改良を行った。

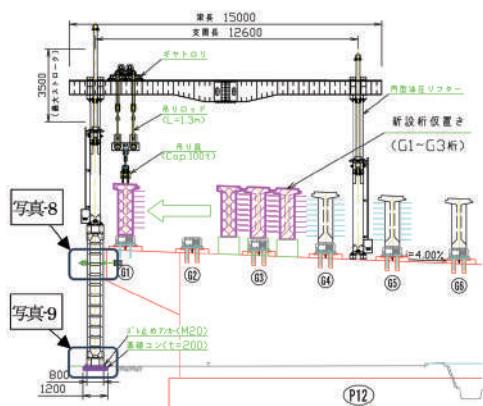


図-3 門型油圧リフター設置図



写真-9 門型油圧リフター脚部

(3) 傾斜計・軸力計設置

門型油圧リフターを使用しての架設時、初期の揚重や横移動、特に、クレーンと門型油圧リフターとの相吊の際には、リフターの転倒が懸念される。このリスク低減を図るために、2軸傾斜計を門型油圧リフター柱部に設置するとともに（写真-10）、2段に設置した控えワイヤーに軸力計の設置を行った（写真-11,12）。



写真-10 傾斜計設置部



写真-11 軸力計設置状況



写真-12 軸力計設置部

傾斜計、軸力計の計測モニター部は架設作業時門型油圧リフター脚部に配置し、基礎コンクリートの沈下計測と合わせて監視した(写真-13)。



写真-13 計測干二タ一

(4) 脊座モルタルの即日打設

前述した主桁転倒防止対策では、主桁が2本以上から対傾構設置が可能となる。クレーン等機械の配置計画により、架設の順番が両

端から始めるため、市道や国道、また近接する民地へ転倒するリスクがあった。通常は後日打設するものを、不意の自然災害（地震等）による転倒対策として、支承の無収縮モルタルを支承据付前（一次モルタル）に加え、各径間の1本目、2本目のPC桁において、架設後すぐにアンカー部のみを対象として二次モルタルの打設を行った（図-4）。

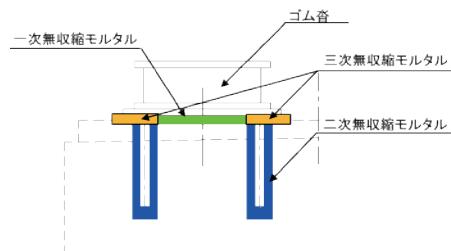


図-4 支承モルタルイメージ図

(5) 高圧線対策

P11 橋脚付近は、地表より 32m の高さに送電線 77kV が流れしており、最低 4m の離隔を確保する必要があった。監視人の配置や、オペレータに周知し、ブームの伸縮は 28m 未満とした。これらの対策に加え、GPS を用いたクレーンブーム監視システムを使用し、接近の見える化を図った。運転席に配置した明示灯は常時緑に点灯、高圧線まで 8m 以内となると黄色に点灯、6m で赤色とし、接近を早めに報せる設定とした。



写真-14 ブーム先端 GPS 発信部



写真-15 運転席明示灯

4. おわりに

本工事においては、約2年の工事期間中、上記の安全対策を含め、さまざまな工種で作業方法の検討から施工に至るまで、各段階で安全対策を行い、延べ労働時間17万2千時間、無事故で工事を終えることができた。より良い工法の選択から細かなヒューマンエラーが起きてても問題がない状態まで危険の芽を摘み取り、安全管理を行っていきたい。

標高 2,000m での自然災害に対する安全対策

－豪雨に対する安全確保と資材運搬に対する安全対策の取り組み－

飛島建設株式会社 北陸支店
白山甚之助Ⅳ期作業所 所長

日谷 昌保
窪田 隼人
主任 戸澤 信吾

1. はじめに

当現場は、石川県白山市の白山西方の標高約 2,000m の高山地に位置し、白山国立公園特別保護地区にあり現場まで登山が必要となる。

本工事の目的は、万才谷から甚之助谷への浸透水により発生する地すべりを抑制することである。本工事はこの浸透水の一部を赤谷へ排水するためのトンネル等を構築する工事であり I～Ⅲ期(14 年)にかけて施工した(図-1)。

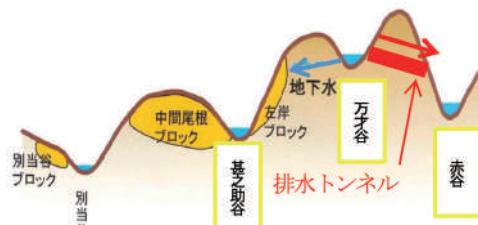


図-1 横断図

- ・集水ボーリング 80m×10 本 (呑口)
- ・取水施設 1 式 (呑口)
- ・赤谷排水施設工 1 式 (吐口)
- ・索道施設 (運転工) 1,023m (水平)
- ・仮設 1 式



写真-1 取水施設と排水トンネル

2. 工事概要

I～Ⅲ期工事までの概要は以下のようになる(写真-1)。

工事件名：甚之助谷地すべり対策排水トンネル
(Ⅰ期・Ⅱ期・Ⅲ期) 工事

発注者：国土交通省北陸地方整備局

施工場所：石川県白山市白峰地先

工期：平成 21 年(2009 年)3 月 7 日～
令和 5 年(2023 年)2 月 28 日

工事内容

- ・トンネル掘削
(矢板工法) 380m
- ・覆工 386m
- ・集水井工 (立坑) 27m (呑口)

3. 工事の特徴および安全上の課題 と対策

(1) 工事の特徴

現場の標高が高いため物資の運搬はヘリコプターと索道、モノレールに限られ、また現場が国立公園内にあり作業可能範囲の制限があるため、万才谷の取水施設工事は河川内作業となった。さらに、積雪の関係で施工期間が 6～10 月と限定され、この期間は融雪・大雨などで河川の増水が見込まれる期間であり河川幅が小さいため大雨の際は短時間で増水する。

環境対策として靴の清掃 (外来種持込禁

止) や南竜宿舎の 20 時消灯 (光害防止) 等を行った。

(2) 安全上の課題と対策

前述のような条件に見合った災害防止対策が課題となった。

①連絡手段の整備

現場の標高が高いため携帯電話・インターネットはほぼ圏外であるので、緊急時の連絡手段の整備が必要であった。そこで、連絡手段として衛星電話と無線設備を事務所と各現場に設置した (図-2)。



図-2 衛星電話・無線設備概念図

②作業中止基準

現場条件に沿った作業中止基準を以下の様に設定した。

イ) 一般作業

雨量 : 20mm/ 時または連続 70mm を超えた場合

地震 : 震度 4 以上

ロ) ヘリコプター運転

視界 : 1.5km 以下

視界の影響となるものは主に霧で、輸送稼働率は約 50% (I 期工事実績) である。

風速 : 10 分間で最大瞬間風速 10m/s 以上

ハ) 索道運転

風速 : 10m/s 以上が 5 秒以上続いた場合

視界 : 10m 以下

4. 万才谷仮締切部の増水対策

(1) 河川内作業の早期退避

取水施設は河川内作業となり、河川を仮締切で転流しながら作業する設計であった。これらに対する問題点と対策を以下に述べる。

①問題点

大雨の増水により仮締切を越流し、河川内作業の作業員に被害が出ることが懸念された。早いタイミングでの退避が課題となった。

②対策

対策として、より高い標高にある雨量計の結果を仮締切箇所の水量増加予測に利用できないか考えた。そこで、山頂付近 (標高 2,350m) の弥陀ヶ原雨量計 (国土交通省設置) と南竜事務所雨量計 (標高 2,000m) の 2 箇所で雨量を計測し、仮締切箇所の取水施設上流側に設置した水位計で現場河川水位を計測して雨量と水位の関係性を調査した。

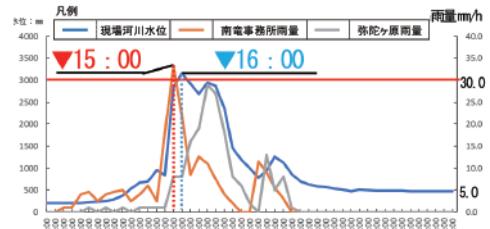
平成 30 年に仮締切を越流した 3 日間の計測結果と考察を以下に述べる (図-3)。

③計測結果

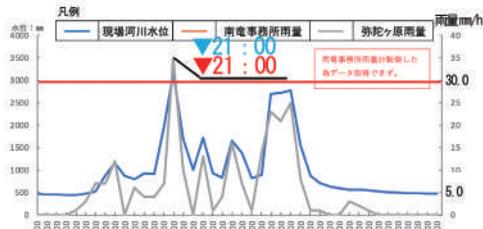
①H30. 8. 6 結果



②H30. 9. 4～9. 5 結果



③H30.9.9～9.10 結果



④越流しなかったときの結果



図-3 雨量と水位の結果

④考察

図-3より考察は以下のようになった。

- イ) 雨量が 30mm/h 以上観測されると越流する (図の赤ライン)。
- ロ) 最大雨量 (▼印) 観測後、約 1 時間以内に最大水位 (▼印) に達する。
- ハ) 雨量 5mm/h 以上で水位が上昇し始める。

⑤結果

観測結果より早期に越流予測が可能となり、早期退避を行うことができた。

(2) 河川内資機材の被害防止

仮締切は大型土のうとコルゲートパイプの構造であった。上記 4-(1) と関連する問題と対策を以下に述べる。

①問題

平成 29 年に集中豪雨による河川増水により、越流し水圧により大型土のうが破損し仮締切が崩壊する被害があった (写真-2)。



②対策

大型土のうから透水性のある袋詰玉石工に変更した。

③結果

土囊と比較して水流が浸透することにより水流の力を分散することができ、以降大雨等による河川増水時、仮締切は破損せず、資機材の被害もなかった。

5. トンネル坑内作業の安全確保

万才谷の取水施設とトンネルの間には立坑があり、この立坑には直径 1.5m の孔が開けられ、トンネル坑内の施工は河川から通水しながら施工する計画であったが、施工前の検討会でリスクの抽出として、(弊社の過去の) トンネル水没事故による重大災害の発生が挙げられ、リスクの低減としてトンネル坑内に河川水が浸水しないような対策が必要であった。対策として立坑の孔開け作業をトンネル工事完了後の、取水施設構築後に行うこととした。このように、早期に対策を検討したことで、取水施設作業中でも坑内に通水することが無くなり安全を確保できた (図-4)。

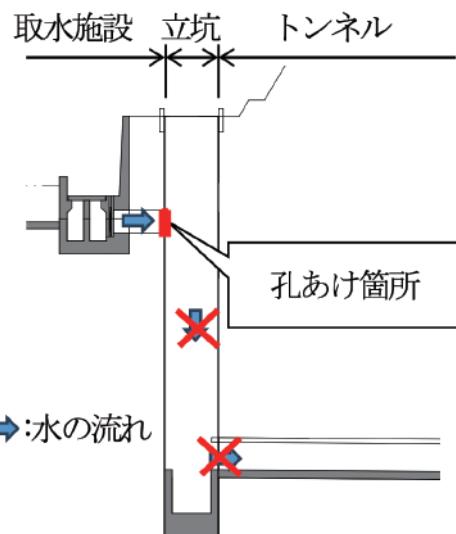


図-4 取水施設・立坑・トンネル

6. 資材運搬設備の安全対策

山頂現場への資材運搬はヘリコプターと索道設備となる。また、排水トンネルの呑口と吐口間の資材運搬設備としてモノレールを設置した。

(1) ヘリコプターの安全対策

ヘリコプター輸送には特有のルールがあるので、ヘリコプター輸送業者に安全教育を行ってもらった。具体的には、荷造りや玉掛け方法などについて教育した。

(2) 索道設備の安全対策

索道設備の運搬開始時は山頂と山麓で互いに承認を行い稼働させる。そのことが誰にでも分かるようランプ点灯により「見える化」した。また、索道設備の資材を積載する搬器が停留所に接近する時に稼働音が聞こえないので、接近合図ベルを設置し「聞こえる化」した。これらの結果、索道の巻き込まれ災害は発生しなかった（写真-3）。



写真-3 承認ランプと合図ベル

(3) モノレールの安全対策

モノレールが停留所に接近していることを知らせるための接近合図チャイムと回転灯を設置した。これにより、作業員は早めに退避できた（写真-4）。



写真-4 接近合図チャイムと回転灯

7. おわりに

弊社はこの排水トンネル工事のⅠ～Ⅲ期工事を受注し無事完了できたのは、近隣業者様、発注者様の多大なるご支援・ご協力があったからであります。あらためて感謝申し上げます。また、Ⅳ期工事も弊社が施工中であり、引き続き無事故・無災害でこのプロジェクトを完工できるよう努力してまいります。

ダムコンクリート打設時の工学的安全対策

—CIMやICT技術を活用したケーブルクレーン自動運転システム—

西松建設株式会社 九州支社
現場工務革新センター 主任 萩本 晃弘

1. はじめに

阿蘇立野ダムは、熊本県菊池郡大津町及び阿蘇郡南阿蘇村にまたがって位置し、一級河川白川の洪水被害の防止または軽減を目的とした洪水調節専用ダムである。現況河川の高さとほぼ同じ位置に放流孔（5m × 5m）を配置することで、平常時にはダムの貯水池に流入する水をそのまま通過させ、洪水時には自然貯留させて洪水を調節する自然放流型の「流水型ダム」で、国内最大規模である。

本稿では当現場で実施したさまざまな安全対策のなかから、ダムコンクリート打設時に実施した工学的安全対策について報告する。



写真-1 完成した阿蘇立野ダム

2. 工事概要

工事名：立野ダム建設（一期～三期）工事
発注者：国土交通省九州地方整備局

立野ダム工事事務所

施工者：西松・安藤ハザマ・青木あすなろ
特定建設工事共同企業体

ダム形式：曲線重力式コンクリートダム

ダム諸元：堤高 87m、堤体積 430,470m³

堤頂長 197m、総貯水量 1,010 万 m³

工期：2018年2月～2024年3月

打設工期：2020年10月～2023年4月

（31ヶ月）

3. コンクリート打設における課題

当ダムは、重力式コンクリートダムでありながら、両岸の岩盤にスラスト力を作用させて河床部の荷重負担の低減を考慮して3次元設計を行った曲線重力式コンクリートダムである。このため、打設後にジョイントグラウチングを施工し堤体を一体化する必要があることから在来工法である柱状ブロック工法を国内のダムでは20数年ぶりに採用した。

柱状ブロック工法は、ブロック継目を設置するために隣り合うブロックと高低差を設ける必要があり、先行ブロックと後行ブロックを交互に設定した歯型のような形状で、ブロック毎に打設を行う。RCD工法や拡張レヤ工法などの面状打設工法が主流となるまでは、重力式コンクリートダムの一般的な打設工法であった。

当ダムの打設方法は、バッチャープラントで製造したコンクリートを軌条式トランスマーカにて運搬しコンクリートバケットに積替え、軌索式ケーブルクレーンで打設箇所まで運搬し打設する。

ケーブルクレーンは、打設現場にいる信号手がクレーンオペレータに無線で連絡してコンクリートバケットを打設現場まで運搬するが、その作業効率と安全性は信号手とオペレータの技量に左右されるところが大きい。

柱状ブロック工法が主流であった90年代初頭までは、熟練した信号手やクレーンオペレータが全国各地にいたが、当ダム建設時には熟練した信号手やクレーンオペレータが全国的に殆どいない状況であった。



写真-2 堤体コンクリート打ち上がり状況

当ダムは、左右岸方向で13ブロックに分割され、コンクリートの打ち上がり形状は、ブロック毎に多数の段差（最大16m）ができる。各ブロック上ではクレーンや重機などさまざまな機械を使用して作業を行っているため、ケーブルクレーンの運搬軌道上に多数の障害物が発生し、オペレータからの死角も多数発生する。

このように当ダムの柱状ブロック工法におけるケーブルクレーンでのコンクリート打設は、現在主流となっている面状工法による打設と比較（写真-2）して、安全上の難易度が高い作業となることが想定された。

また、熟練作業員の確保が課題となるなかで、夜間打設を主体とした約8万回以上の繰り返し作業となるため、ヒューマンエラーによる接触や飛来落下などの災害発生が懸念された。

このため、当ダムではコンクリート打設時の工学的安全対策としてCIMやICT技術を活用したケーブルクレーン自動運転システムを開発し運用した。

4. ケーブルクレーン自動運転システム

ケーブルクレーン自動運転システムは、図-1のとおり、制御ユニット、GNSSアンテナ、自動運転制御用PCなどで構成される。このシステムはコンクリート打設作業の際に都度遷移する打設位置や、パケット積載重量の変化に応じて、運搬の軌道や速度を変化させ、最適化された自動運転を実現する。システムの特徴は、GNSS測位技術を活用した高精度な位置決めと、状態フィードバック制御を利用したパケット振れ止め制御である。



図-1 システムを構成する機器と設置箇所



図-2 ケーブルクレーン自動運転システムの概要

(1) 自動運転システムの概要

本システムは、準天頂衛星「みちびき」などのGNSS（衛星測位システム）から受信した信号を利用してコンクリートバケットの位置を測位し、ダム堤体CIMデータと連携させることで、目標位置となる打設点までの運搬を高精度で制御する自動運転システムである。

本システムは、主に以下の3つのアプリケーション（図-2）で構成される。

① 堤体打設オペレーティングモード

ダム堤体CIMデータが包含するブロック区分、3次元位置データを利用し、タブレット端末のタッチパネル上に打設エリアの平面図を表示させ、自動運転の目標位置となるコンクリート打設点を指定する。

② 自動運転モード

軌索式ケーブルクレーンにおける横行トロリ、走行トロリ及びフックブロック（バケットを吊るす装置）にGNSS受信装置を取付てバケット位置を測位し指定された打設点に向けて自動でコンクリートを運搬する。

③ 統合管理ディスプレイ

自動運転中の打設進捗状況をリアルタイムに確認できる。さらにコンクリート品質情報、打設位置等の打設結果データを取得し、ダム堤体全域のコンクリート品質データを蓄積・管理する。

(2) 自動運転システムによる打設フロー

打設1サイクルにおける動作フローを以下に示す（図-3）。

ケーブルクレーンとバッチャープラント・トランスマーカの各システムが連動して、動作信号をやり取りすることで、一連サイクルの自動運転を行う。

横行トロリ、走行トロリ及びフックブロックに設置したGNSS受信装置でリアルタイムに測位データを取得し、誤差数センチメートルでコンクリートバケットを目標位置に向けて自動で運搬する。

横行トロリとそこに吊り下げられたフックブロックの測位データを0.1秒毎に計測し、コンクリートバケットの振れを抑え、且つ目標位置に高精度で停止させる。

上記の自動運転システムの導入により、信号手とオペレータの技量に左右されない安全

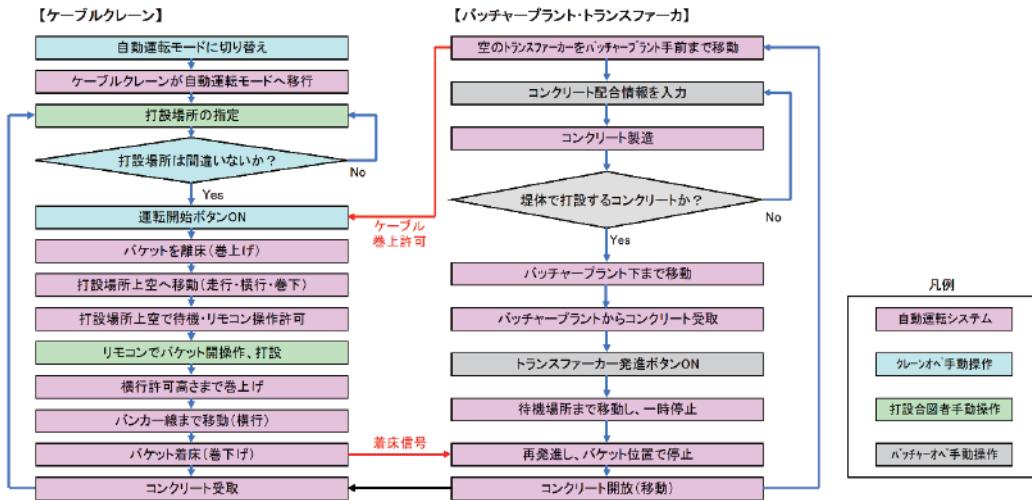


図-3 自動運転打設フロー

性の高いスムーズなケーブルクレーン運転が可能となった。

また、オペレータが目視できず信号手無線合図のみの手動運転が難しいダム中位標高以下において、1サイクル当たり28秒ほど短縮し、運搬効率が10%程度向上した。

5. おわりに

阿蘇立野ダムは、2016年の熊本地震の影響によりダム本体工事の着手が約2年遅れたことからダムの早期完成は地元の悲願であり工事工程の短縮は喫緊の課題であった。

また、社会情勢の変化や作業員の高齢化による人手不足が深刻な課題となるなか、国内では20数年ぶりの採用となる「柱状ブロック工法」での打設となったため、各施工段階での安全性向上や合理化が求められた。

CIMやICT技術を活用したケーブルクレーン自動運転システムの導入により、懸念されたコンクリート打設時のヒューマンエラーなどの安全リスクを軽減するとともに、打設サイクルを短縮し、安全性の向上のみならず工事工程短縮や生産性向上にも大きく寄与した。

当ダムは、自動運転システム導入の他にもさまざまな安全対策を実施することで安全リスクを軽減し、2023年4月に堤体コンクリートの打設を完了させ、熊本地震前の治水効果発現予定であった2023年出水期からの洪水

調節機能を発揮させた。

近年は気候変動による影響もあり、災害対策などのインフラ整備の需要は高まっている。一方で少子高齢化などの社会情勢の変化は建設業界にとって大きな課題となっている。本稿で紹介したような最新のICT技術を活用した工学的安全対策は、今後ますます重要な役割を担うものであり、安全管理の参考になれば幸いである。

石灰岩鉱山内工事における安全対策の取り組みについて

前田建設工業(株) 中国支店
カルファイン作業所 副所長 寅岡 千丈

1. はじめに

本工事は、広島県神石郡神石高原町に位置する石灰岩の採掘鉱山であるカルファイン金平工場内において採掘作業とは別に新しい鉱床まで坑道を掘削する工事であった。



図-1 工事位置図



写真-1 カルファイン金平工場全景

2. 工事概要

工事件名：カルファイン金平工場坑道・斜坑
取付工事

工事場所：広島県神石郡神石高原町有木 513-9

工事内容：坑道部：工事延長 L=170m
内空断面 S=75m²
NATM 全断面掘削工法
発破工法
基本無普請

斜坑部：工事延長 L=80m

内空断面 S=27m²

NATM 全断面掘削工法

発破工法

基本無普請

地 質：石灰岩、流紋岩質碎屑岩、安山岩

工 期：自 令和 5 年 5 月 15 日

至 令和 6 年 3 月 31 日

発注者：株式会社カルファイン

施工者：前田建設工業株式会社

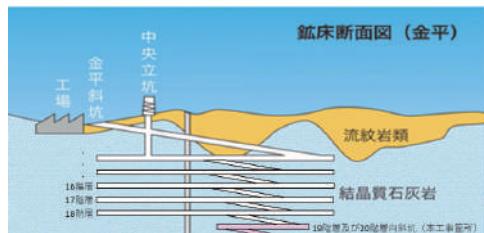


図-2 坑道・斜坑概略断面図

3. 工事の特徴

本工事は稼働している鉱山内での工事であり、原則鉱山内のルールを順守して工事を進める必要があった。鉱山事業においての安全管理部署は労働基準監督署ではなく、中四国産業保安監督部であり、安全管理で摘要される主な法律は『鉱山法』となる。そのため『労働安全衛生法』や『火薬取締法』等の安全基準類とは異なる点があったが、それぞれの法律、基準について吟味し、可能な限り安全側での管理を実施した。

4. 安全対策の取り組みについて

本工事で取り組んだ安全対策の事例を（1）～（8）に示す。

（1）施工体制について

本工事を請負う際、稼働している鉱山内の掘削作業を請負う工事であるため、当社が元請け、下請けどちらの立場で契約を行うべきか疑義が生じた。

所轄の監督署に確認したところ、主として安全管理の責任を負うのが弊社である点を踏まえ、株式会社カルファインは発注者であり、弊社が元請けとして契約する必要があることが確認できた。

また弊社は鉱業法の鉱業は廃業しているが、元請けとして掘削したものを弊社が売買等を行うわけでは無いので、採掘業者登録は廃業していても問題はないとの見解を確認できた。

ただし弊社は元請けの立場ではあるものの、鉱山内では鉱山法に則り、カルファインの作業班の1班としてカルファインの作業監督者と細かい協議・打合せを行いながら作業監督者の指示に従うよう作業を実施した。

（2）労災保険について

鉱山法の範疇での作業においても、労災関係については労働基準監督署へ書類提出が必要であり、労災保険は元請けが登録する必要があった。

（3）火薬の取り扱いについて

鉱山内の火薬の取り扱いについては鉱山法に従って行われるため、発注者であるカルファインが中四国産業保安監督部に提出した計画書に準じて取扱いを行い、弊社がカルファインの指示に従う限り法的な責任を問われることは無いものであった。

このことから厳密な役割分担として、弊社が親ダイ、受払簿の作成や保安責任者等（正・副・代理）の配置、火工所の設置、火薬取締法に関する届出等は必要がなかった。

一方、本工事において親ダイをカルファインが作成、運搬することは発注者の人員を割

くことや火薬管理の責任分界点が不明確になるといった問題点が生じたことから、弊社の管理として原則、日建連の火薬自主基準および安衛法に則った管理を行うものとし、火薬保安責任者（正、副、代理）の配置※、発破技士、火薬取扱所、火工所の配置と、適切な親ダイ等の作成、運搬、受払簿の作成・管理を行った。

（※鉱山における正式な火薬保安責任者は発注者となる）

火薬類に関してカルファイン鉱山内の火薬庫で火薬を受け取った時点を弊社とカルファインの責任分界点とし、火薬受け取り後は弊社が設置した火薬取扱所、火工所、見張り小屋にて自主基準に則った管理を行った。

（4）無普請掘削について

本鉱山は化粧品や製紙に使用される超高品质な石灰岩の採掘鉱山であり、一軸圧縮強度が約80～120N/mmのほぼ均質な石灰岩岩盤となっている。そのため発注者が行う採掘ではなるべく吹付コンクリート等の不純物が入らないよう基本無普請での掘削を行っている。

そのため落石対策として発破後、3切羽手前（切羽から約10m手前）までの天井部、側壁部の浮石・亀裂については慎重に点検を行い、少しでも落下の恐れのある部分についてはブレーカーで丁寧に取り除く作業を行っている。本工事でも基本無普請の計画であり、この点に関しては発注者の落石対策を踏襲し、特に気を配り作業を行った。



写真-2 浮石除去状況

(5) 換気・粉じん管理について

作業開始時、切羽の換気は換気立坑のある1階層上の坑道部に送風機（1000m³/min 級）を設置し、Φ 1000mm の風管で新鮮な外気を送風した。換気量の算定に当たっては「ずい道工事等における換気技術指針」により行った。また、坑内からの粉塵を再び切羽へ送風することのないよう集塵機（1200m³/min）を配置し、集塵を行った。

空気中の粉じん濃度の測定については『ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン』に基づき半月以内ごとに1回の測定を行い、2mg/m³ 以下であることを確認し、掘削が進むにつれ 2mg/m³ を超えそうになった際には小型送風機、小型集塵機を増設し、対応を行った。



写真-3 18階層送風機、集塵機配置状況

(6) 照度確保について

元々鉱山内に引き込まれた電気は鉱山内の排水や換気、最低限の照明を維持するためのものであり、労働安全衛生規則第 604 条に記されている「照度」の基準を満足するには到底足りない容量しかなかった。そのため坑道内にはほとんど照明はなく、大部分が真っ暗な状態であった。

そこで照明用の発電機（45KVA～100KVA）を必要箇所に設置し、単相3線式（200V）の幹線を配線した。

作業箇所の照明は、「粗な作業」70 ルクスを確保するものとした。そのため切羽部の照明面積は 75m²（15.0m × 5.0m）であることから 1kw の水銀灯（F=50,000 ルーメン）を

切羽に向かって配置し、削孔、装填作業中は油圧ジャンボの前照灯を利用して「普通の作業」照度 150 ルクスを確保した。

坑道内、ダンプの走路照明は天井部に LED 懸垂灯を 10m 毎に設置し、斜路部には坑壁 5m 毎に LED 蛍光灯を設置した。



写真-4 坑内照度測定状況

(7) 坑内の通行管理について

本鉱山は南北方向に約 400m、東西方向に約 300m の 18 階層構造と広範囲の掘削を行っているが坑口までの各斜坑は幅 6.0m、高さ 4.5m、平均勾配 15% の狭い通路となっている。鉱山内では採掘ダンプの通行を最優先する必要があり、坑口から 11 階層までは採掘ダンプの通行状況が分かる回転灯が設置されていたが、ズリ出しダンプと走路が輻輳する 16 階層から 18 階層には設置されていなかった。そこでこれらの斜坑部に新たな回転灯を設置し、採掘ダンプの運行状況を明確にすることで輻輳防止を図った。



写真-5 18階層回転灯設置状況

また、坑道部でも採掘ダンプとズリ出しダンプの走路をできる限り別にし矢印看板で明示することで安全な通行を確保した。

(8) 通信設備について

本工事は地上から約250mの地下で作業を行う。工事着手時には発注者の坑内休憩所(11階層)からの有線電話でしか地上(外部)と連絡がとれない状態であった。そこで発注者と通信設備の設置について協議を行い、了承を得た上で工事開始に先立ち、地上事務所に設置した無線WiFiを起点に11階層の坑内休憩所、18階層の仮設ヤード、19階層の施工箇所近傍まで光ケーブルを這わせ、坑内各所と地上(外部)が連絡のとれる通信環境を構築した。これにより作業箇所周辺ではWiFiを用いた相互通信が可能となり、また有線でつながった電話機を介して坑内一斉放送や緊急のサイレンを鳴らすことを可能とした。

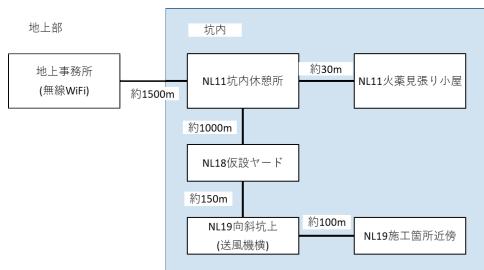


図-3 通信設備設置概略図



写真-7 通信設備設置状況 (19階層切羽近傍)

5. おわりに

本工事は、稼働している鉱山内での工事であったため使用できる設備、機器の制限やルールの違いがあり、多くの懸念事項に対処する必要がありました。その際、発注者や協力会社とのこまめな相談、打合せを行い、全員で考えた安全対策を実践した結果、最後まで無事故無災害で工事を完遂させることができました。本工事について最後まで丁寧な協力をしていただいた発注者、協力会社の皆様へ感謝申し上げるとともに、本稿で記載した内容が今後鉱山で工事を行う皆様の参考になれば幸いです。



写真-6 通信設備設置状況 (地上事務所)

「3H（初めて・変化・久しぶり）要素抽出によるリスク排除と声かけ・応答・手あげ+「確認」による安全力の向上

名工建設株式会社 名古屋軌道部
米原新幹線軌道事務所 所長 山田 和樹

1. はじめに

名工建設株式会社米原新幹線軌道事務所は、JR 東海、東海道新幹線の東京起点 386k900m(岐阜県不破郡関ケ原町) から 436km(滋賀県近江八幡市) までの間、延長 49.1km にわたる区間の軌道保守工事を行っている(図-1)。



図-1 米原新幹線軌道事務所の保守エリア

当エリアの特徴は、東海道新幹線における唯一の雪害地区として、除雪作業を行うための保線機械（ラッセル車・スノーロータリーブラシ車）が保守基地に配備され、11月から3月末までを冬期期間として降積雪時に列車の運行に支障をきたさないために除雪作業を最優先としている(写真-1)。



写真-1 米原保守基地に配備されている除雪車両

当事務所管内では、令和4年度より無事故無災害を継続している。

新幹線の軌道保守工事では、他の建設現場と比べ、高所作業こそ少ないものの、①線路構造という不安定な足元による転倒、②重量物である資・機材の取り扱いによる手指の狭

窄、③終列車から初列車までの線路閉鎖時間帯を逸脱した工事遅延など、取り返しのつかない重大事象が懸念される。

そこで、労働災害や運転事故を工事計画段階から防止することを目的とした「3H要素抽出によるリスク排除」と、工事実施段階で安全を確保するための「声かけ・応答・手あげ+確認」に取り組んだ内容を紹介する。

2.3H要素抽出によるリスク排除

当事務所では、「3H（初めて【Hajimete】・変化【Henka】・久しぶり【Hisashiburi】）に力点を置いた高リスク排除による対応」を令和6年度の重点事項のひとつとし、その取組内容を検討するために、過去に発生した現場トラブルについて振り返りを行った。

そのトラブル内容は、新道床更換用保守用車（以下「NBS」という。）を使用した道床バラスト（線路に敷かれている石）の入替工事（写真-2）において、コンベヤ上で新バラストが詰まることによりコンベヤが停止した事象であった。

その原因は、「曲線区間におけるカント（レールの曲線部における内側と外側のレールの高低差）200mmの線路線形」により NBS（ニュー・バラスト・スクレーパー）自体が傾いていたため、送り出している新バラストが、コンベヤ上で片荷となったことで、コンベヤに負荷が掛かったためであった。

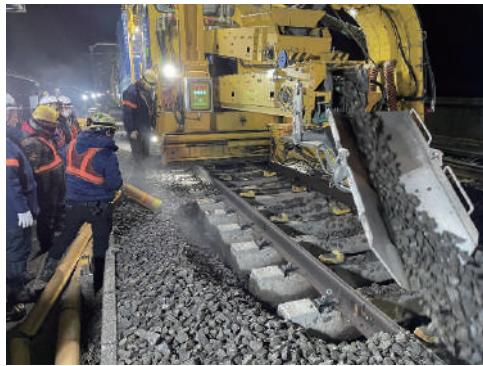


写真-2 NBS 使用による道床の更換状況

背後要因は、コンベヤ操作者が資格取得のために従事した「見習者」であり、その作業で使用したNBSは当所の機械ではなく、「他所の機械」を借用していたことであった。これらにより、

「見習者」

「他所の機械」→

「曲線半径 200mm」

「圓錐分量 200cc」 「作業環境」
要因上に工場の面積を考慮して、2H 作業面

スクを「人・物・作業環境」により細分化した項目で抽出することとし、計画段階での協力会社との作業手順検討会において、細分化した項目で3H要素を抽出するための「3H要素抽出シート」を作成した（図-2）。



図-2 作業手順検討会と3H要素抽出シート

『人』の要素として、初めて従事する人・経験が浅い人・他地区からの助勤者・久しぶりの従事となる人はいないか？

『物』の要素として、初めて使う機械や器具・改良した機械や器具・久しぶりに使用する機械や器具はないか？

『作業環境』の要素として、初めて作業する場所・トンネルや橋りょう、横取り装置等の構造が変化する場所・久しぶりとなる作業はないか？

と作業毎に、細分化した項目を基に3H要素を洗い出し、そのリスクに対して実行可能な低減措置を議論・検討を行い、その作業に対するリスク排除事項を決定した(図-3)。

検討項目		下 397.1K 1周分評価	
3H項目 要素	初めて	変化	実施事項
人		2接式門柱の使用 止用器具を着用する	ビームの上下操作者は、墜落防止用器具を着用する
		トンネル进出口付近で 2接式門柱確立	ビーム駆動時は、トンネル側面 ケーブルに注意する
物	3接式すべてが、同じ 基準形状(長さ・幅)		レール加工及びリレーリングのみは、社 員2名で施工室に合意確認する
位置 (環境)		トンネル进出口付近で のレール更換	2名で同部位をやりかねにコン パクトを熱す、その上を被覆する

図-3 議論・検討後の3H要素抽出シート

決定したリスク排除事項は、本・支店の管理部門とともにを行う安全施工検討会において、リスクの漏れがないかを相互に確認し、施工計画書へ反映したうえで、発注者との施工計画説明会で説明した（写真-3）。



写真-3 安全施工検討会と施工計画説明会

また、完成した3H要素抽出シートは、施工当日の点呼後に実施する施工方法・手順・役割分担を指示する際に使用し、従事する全員に対して「どこにリスクがあり、どう措置するか」を周知した（写真-4）。



100



写真-4 点呼後の作業説明での周知

実施段階では安全パトロールを実施する管理者と、現場で従事する事務所の全社員で、3H 要素抽出シートによるリスク排除事項が現場で実行されているかを確認し、その結果を「現場立会指導記録表」(図-4)に記録した。

「現場立会指導記録表」は、社員間での情報共有と協力会社への指導材料として活用するとともに、見落としたリスクによりヒヤリハットに繋がった内容を軌道事務所と協力会社の安全衛生協議会で全従事員に展開し、次回の作業時に反映させることとした（写真-5）。

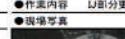
現場立会指導記録表		11日	
○作業立会時、ルール通り出来ていないことや、事前の打合せ通りでないこと、不安全行動については各自指導し、安全な現場づくりに協力願います。			
※複数起立可能、最高1個は指導すること			
●立会員氏名	河内 伸介	●作業内容	以部分別指
【指導内容・改善事項】		●現場写真	
【中座さんや北川さんがあるかけを頻繁に行い、作業員に指摘が出来ていた。】			
【レール切削機の運転ができていなかった。】			
【器具類削落が遅れ、立入が遅れたので、作時延10分前には12時点が危険であるように準備をお願いしたい。】			
【3H作業に対するリスク辨識実施状況(施工計画書)】			
実施事項：【既区間での二級式門型によし一車両交換】			
→カントリにじる、満ってて危ない看面がつった。			
実施事項：【島すべて同じ品目・曲輪区間のレール使用】			
→積込確認、堆積確認で品目を確認した。			
実施事項：【シルエル入口でのレール搬出】			
→計画通り、コバ付車、波セタ・通路に設置したが、もう二枚から三枚や二枚設置した方がよった。			

図-4 現場立会指導記録表



写真-5 安全衛生協議会（軌道事務所・協力会社）

今回の取り組みで作成した3H要素抽出シートと現場立会指導記録表は貴重なリスク排除データとして蓄積が進められており、今後はそのデータを活用して同作業・同環境での漏れのないリスク排除に繋がるよう活用していく。

3. 声かけ・応答・手あげ + 「確認」による安全力の向上

当社の軌道部門では、今年度の安全への重点施策として「声かけ・応答・手あげ+確認」を掲げている。

これは労働災害防止対策として、平成27年度より「声かけ・応答」に取り組み、その後「手あげによる応答」に一部修正され、現場での声かけに対する手あげによる応答が定着しつつある現在、さらなる取り組みとして、「応答したことを声かけした人が確認」することにより、さらに確実な労働災害防止を目指すこととなったものである。

この取り組みについて、現場での定着を図るために、確認する行為が必要とされる場面を限定して取り組む必要があると考え、軌道事務所社員との社員ミーティング⁶及び協力会社幹部との安全管理者定例会において議論・検討し、はじめに取り組み場面を“レベル取扱作業”と定めた。

また、確認する手段は、「指揮者（軌道作業責任者）が声をかけ・レール巻き上げ者が手あげにより応答していることを・指差しで確認する」こととし、教育するための動画を作成し、全体へ指導し取り組みを開始した(写真-6)。

【①レールの取扱い】

教育用動画の作製



写真-6 レール取扱時の教育動画と指導状況

確認する行ための定着を図るため、レール取扱作業（主にレール更換作業）では、作業に従事または立会する社員で現場での実施状況を動画で記録し、安全衛生協議会で展開することとした。

また、声をかけ、応答を確認する指揮者一人ひとりに対して、「どの場面でどういう確認ができているか・できていないか」を、レール吊り上げ時・横移動時・降下時でそれぞれ点数をつけ、評価することとした。

その評価結果により、安全意識のある確認の仕方について、優良事例と改善事例を比較し指導した（図-5）。



図-5 優良事例と改善事例の比較指導

また、指揮者一人ひとりの点数を定着率として、レール取扱作業に従事する都度評価を行い、前回からの改善状況を追跡して全体の定着率を見える化して指揮者に示すことで、さらなる定着を図った（図-6）。



図-6 確認行動の改善状況と定着グラフ

このように、動画記録による評価と指導を繰返し、指揮者一人ひとりの実施状況をトレースして達成状況を示し、未達成項目を理解させることで、指揮者としてのレベルアップが図られることとなり、組織全体で確認する意識（安全力）が向上している感じることができた。

これらの取り組みにより、レール取扱作業における確認行動の定着率が向上したことから、次なる目標を「15t クレーン作業」として、吊り上げ前の確認作業に着目し、取り組み、定着状況を見極めながら、確認を必要とする場面を広げ、重篤な労働災害の防止に取り組みたい。

4. おわりに

今回の取り組みでは、3H 作業の計画段階の確実なリスク排除と、実施段階の声かけ・応答・手上げ+「確認」による重篤な労働災害の低減により協力会社とともに更なる安全力を高めることができた。引き続き無事故で作業を完遂するように取り組んでいくこととする。

特定更新工事における安全管理

－新技術の開発と遠隔自動化による安全性の向上と省人化の実現－

オリエンタル白石株式会社 大阪支店
工事部 阪和自動車道更新工事事務所 工事係

古賀 新悟

1. はじめに

阪和自動車道の阪南 IC～海南 IC の区間は供用から約 50 年が経過している。この区間の橋梁には RC 連続中空床版橋が多く採用されているが、これらの橋梁の多くは海砂の除塩不良による塩害が発生しており、また、交通荷重により発生した疲労ひび割れ部に水が侵入することで劣化速度を加速させている。そのため、抜本的な対策として、主版架替え工事を令和 3 年から約 10 年の長期間にわたり実施されることとなった。

本工事は、高速道路や一般道での交通渋滞などの社会的影響を最小限にするため、現状と同様の 4 車線を確保しながら主版架替え工事を行うこととし、上下線と施工帯の 3 分割で行った（図-1）。

本稿では、国内初となる『既存の車線数を確保した分割施工による主版架替え工事』を安全に行うための対策について報告する。

2. 本工事の特徴と安全管理における課題

本工事は、総幅員を上下線と施工帯の 3 分割にして工事を行うため、施工帯と供用中の車線が近接している。また、施工帯の幅員が約 7m と狭隘なスペースでの作業となるため、旋回を伴うクレーンの揚重作業時は、吊荷が施工帯からはみだすことを懸念して、一時的に車線の交通規制を行うこととした。交通規制作業は本線上で行う必要があるため、作業員の安全を確保することが最重要課題となる。そこで、交通規制材を遠隔自動化することで安全性の向上とともに、作業員の効率化・省人化を図った。

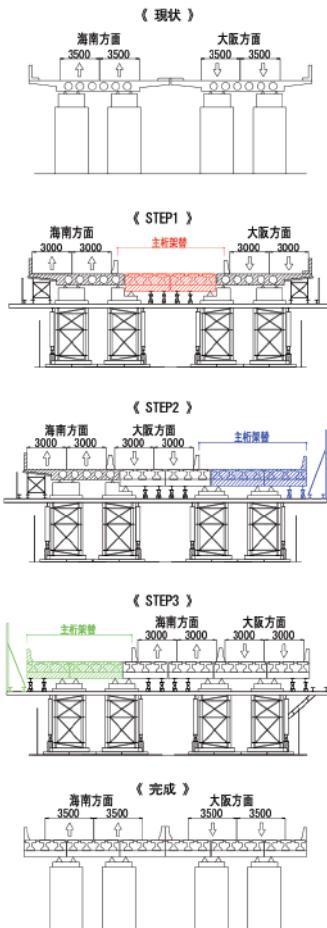


図-1 分割施工イメージ図

また、本路線は休日や祝日、平日の交通量の違いに応じて、異なる交通規制形態を使い分けた。さらに、第三者被害を防止するためには、交通規制帯が道路を利用するドライバーから見てわかりやすく、理解してもらうことが重要となるため、各所に情報提供設備を配置し、利用者に情報を提供するように努めた。

3. 安全対策

(1) 新たな仮設防護柵

(ハイブリッドスリムガード※1) の開発

本工事は、供用車線と施工帯の間が近接しており、境界に設置する防護柵の占有幅が課題となつた。他工事ではコンクリート基礎と鋼製ガードレールを組み合わせた製品が多く採用されているが、この製品の占有幅は0.75m以上あるため、本工事で適用する最低限必要な車線幅や路肩幅が確保できない。そこで本工事では、鋳鉄とコンクリートを組み合わせて重量を増加させることで、SB種（衝突速度65km/h）の衝突抵抗性を確保し、さらに占有幅も0.35mと縮小したハイブリッドスリムガード（写真-1）を開発することで、工事期間中における供用路線の車線幅確保と施工帯内の安全性確保が可能となった（写真-2）。



写真-1 ハイブリッドスリムガード



写真-2 設置 沢 (全景)

(2) 交通規制材の自動化

従来、高速道路の車線規制を行う際、作業員が警戒車とともに規制開始手前の路肩側に規制予告標識を設置し、矢印板を用いてテー

パーを設置した後、規制機材車でラバーコーンを順に設置している。これらの作業は供用車線内で行われるため、事故リスクが非常に高い。また、本工事の施工スペースが狭隘かつ供用車線が近接していることから、車線規制を行う回数が非常に多い。そのため、車線規制を行う労働者の安全性の確保とともに、効率化・省人化が求められた。

そこで、規制予告標識を遠隔操作により回転表示できる構造のものを採用し、規制予告標識の設置作業の効率化を図った（写真-3）。



写真-3 規制予告標識

また、工事区間における規制帯の位置が固定されているため、規制帯のテープ先端に自動矢印板システム※2を導入した。これは、車線規制先端に一般車両の誘導を目的として設置される矢印板10枚を現地の操作盤で一括制御し、昇降を可能とすることで、テープ設置撤去作業の自動化を実現した（写真-4,5）。

これらの遠隔自動化により、供用車線上での作業が大幅に減少し、労働者の安全性が向上した。また、従来の車線規制に比べ、労働者の必要人数の減少と、1車線規制の設置・撤去時間がそれぞれ約1時間30分程度短縮することが可能となったことで、作業員の省力化・省人化に繋がった。



写真-4 自動矢印板システム昇降状況



写真-6 大型 LED 情報板



写真-5 自動矢印板システム稼働状況



写真-7 小型 LED 情報板

(3) 情報設備の活用

①各種情報板の設置

一般車両への工事情報提供設備として、工事区間を跨ぐ延長約40kmの範囲に大型LED情報板15基と小型LED情報板24基を設置した（写真-6,7）。特に工事区間周辺では、変則的な車線運用が行われているため、各種情報板を約200m間隔で配置し、交通状況の変化に応じて情報を提供している。また、これらの情報提供設備は、車両の平均速度を測定することができる車両感知センサーと連動しており、渋滞を惹起する閾値として50km/hが5分間平均で続くことで、自動的に渋滞情報や注意喚起の情報を利用者に提供している。

高速道路のサービスエリア内および路肩部に、多目的な情報やイベントの提供設備としてLED懸垂板を6基設置した。LED懸垂板は、幅1,640mm×高さ6,060mmのサイズであり、自動で輝度調整が可能であるため走行車両からの視認性も高い（写真-8）。



昼間



夜間

写真-8 LED 懸垂

88	89	90	91	92	93	94	95
							

図-2 LED 懸垂板多目的情報表示例

また100種類のイベント情報が表示することが可能となっており(図-2)、遠隔操作により情報を提供することができる。

②現場監視室の運用

交通マネジメントを行うにあたり、これらの設備を集中的に管理するための現場監視室を設置している(写真-9)。現場監視室では、交通障害などの交通情報を一手に収集し、工事用LED情報板やLED懸垂板などを遠隔操作して、交通の分散や交通障害の情報を素早く提供している。交通情報の入手手段として、工事区間内外に設置した30基のWebカメラから同時に一括して確認し、交通集中や事故、故障車、落下物、台風や雪などの自然現象に對して初動対応を行っている。



写真-9 現場監視室

(4) 3D交通シミュレーションの活用

今後、本工事は施工帯の移動に伴い、規制形態が大きく変化する。そのため、新たな規制形態や標識の位置、道路線形等を事前に確認するために、施工帯付近の3Dモデルの作成を進めている。これは、天候、時間帯、走行速度といったさまざまな環境条件下での規制区間のドライバーからの視認性(写真-10)や交通シミュレーションを事前に用いて、規制形態の検討に活用していく予定である。また、作成した3Dモデルを用いて、交通警備員に事前教育を行い、利用者だけでなく現場の安全性向上に繋がるように、今後使用していく予定である。



写真-10 車両運転シミュレーター

4. おわりに

本現場は、長期にわたる工期のなか、これらの施策の運用により、交通機能におけるリスク回避や低減、人材不足への対策、自動化における生産性の向上が実現され、その有効性が確認された。また、幅員を減少して交通

規制を設置した形態でも、近接する供用車線では、工事に起因する大きな事故や渋滞が発生していない。今後施工が進んでいくなか、さらに交通規制の形態が複雑に変化していくが、これらの最新技術を活用し、重大災害を生じることなく、無事竣工することを目指し、日々の安全対策に取り組んでいく所存である。

※1 西日本高速道路（株）、
オリエンタル白石（株）、
ケイコン（株）
の共同開発商品

※2 西日本高速道路（株）、
オリエンタル白石（株）、
(株) ネクスコ・メンテナンス新潟、
(株) トーテックの共同開発商品

大規模重機土工事における安全衛生管理活動

—施工期間が長期にわたる場合の土工事作業管理の工夫の紹介—

清水建設株式会社 関西支店
土木部 工事長

水澤 正和

1. はじめに

本工事は大阪府茨木市彩都東部地区 C 区域の土地区画整理事業に伴う造成工事で、現場は新名神高速道路 茨木千提寺 IC から 10 分程度と交通の便も良い。造成後は大型商業施設、生産施設を誘致する計画で、西部地区、中部地区、中央東地区、山麓線エリア地区は造成完了している。東部地区では A 区域が施工中である。今後、B、D、E、F 区域も施工の予定である。

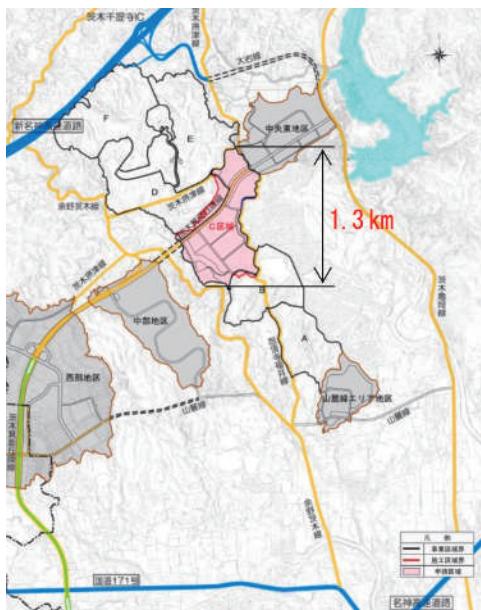


図-1 現場位置図



写真-1 現場全景 (2024年11月)

2. 工事概要

事 業 名：彩都東部地区 C 区域土地区画整理事業造成工事
工事場所：大阪府茨木市大字佐保、福井、生保、大門寺の各一部
工 期：令和 3 年 12 月 1 日～令和 8 年 12 月 31 日
発 注 者：茨木市彩都東部地区 C 区域
土地区画整理組合
業務代行者：清水建設 / 住友商事 / 日本エスコン
設 計 者：清水建設株式会社
施 工 者：清水建設株式会社
工事数量
開発面積：49.2ha
切 土 量：320 万 m^3 (最大切土高：30m)
盛 土 量：390 万 m^3 (最大盛土高：40m)
その他、インフラ施設一式
主要な稼働重機

- ・ブルドーザー 12 台 (最大：100t 級)
- ・重ダンプ 14 台 (最大：40t 級)
- ・バックホー 24 台 (最大：4.0 m^3 級)
- ・振動ローラー 5 台 (最大 10t 級)

3. 工事の特徴

本工事は切土量 320 万 m^3 の土工量を施工する約 36 か月間にわたる大規模重機土工事であり、短期間の小規模な工事とは違った人的管理・重機管理・マンネリ防止等の安全衛生管理のためのさまざまな工夫が求められる。以下に本工事における工夫を報告する。

4. 人的管理の工夫

①重機オペレーターの健康チェックの実施

重機オペレーターが体調不良や酒気帯び運転によって重機の操作を誤ると大事故につながることから、重機オペレーターの体調管理は特に重要である。そのため、毎朝、重機オペレーターの体調確認・アルコール計測・血圧測定を朝礼前に実施し記録を残して体調管理に努めている。



写真-2 体調確認状況

②重機オペレーターチームだけのグループ

KYの実施

毎日の全体朝礼実施後、掘削・運搬・盛土・整地の一連の切盛土作業に従事する重機オペレータチームだけの重機運転に特化した朝礼・グループKYを実施している。これによりチームワークが良くなり、お互いに注意をしあう雰囲気が生まれた。なお、作業ごとのKYは作業チームに分かれて少人数で実施している。



写真-3 重機オペレータのKY活動

5. 重機管理の工夫

稼働する重機は過酷な作業を継続実施するため故障も多く、それが原因で操作が効かなくなる等の想定外の災害に繋がりかねない。そのため重機の点検に以下の工夫を行って重大なマシントラブルを未然に防いでいる。

①2級整備士の現場常駐

現場には2級整備士が常駐し、急なトラブルにも軽微なうちに迅速に対応できるようにしている。



写真-4 重機メンテナンス状況

②機械工場のメンテナンスフォローの実施

重機工場専門業者の機械工場の専門整備士がほぼ毎日現場を巡回し、常駐している機械整備士をフォローしながら重機メンテナンスを実施している。

③月1回の重機大規模点検の実施

毎月1回（土曜日）は全ての重機の稼働を停止してエンジンや駆動系の月次総点検を実施している。これにより通常の月次点検に比べて入念な点検が可能となった。

6. 運行管理の工夫

①無線機を用いた連絡

作業指揮者から重機オペレータ・重ダンプ運転手への作業指示、あるいはオペレーター同志の連絡合図は無線機を活用し、重機に近づかずに連絡合図ができるようにして接触災害防止に努めている。



写真-5 無線機による連絡

②土砂運搬車両と連絡車両との走行分離

大量の土砂を一定速度で運搬する重ダンプは、現場内通行車両の内、最大の接触災害リスクを含んでいる。そこで重ダンプとその他の工事車両との走行路を明確な視認性を持たせて分離運行させている。



写真-6 走行路分離状況

③走路横断箇所の明示

一般車両走路が重ダンプ走路を横断する場所には、大型カラーコーンと看板および停止線にて明示を行い一旦停止・指差呼称の実施、重ダンプ優先を励行した。



写真-7 交差点明示

④路肩明示の工夫

路肩からの転落防止のため法肩に小堤を設置し、紅白ポールや反射板付き支柱により路肩明示をしている。



写真-8 路肩明示

⑤通路整備の工夫

重ダンプ等の走行路整備不良は場内交通災害を誘発するリスクが大きくなる。そこで降雨後にキャタの跡が付きやすいブルドーザーではなく、より通路整備に特化したグレーダーを常駐させて降雨後などにジャストタイムで走行路整備を実施している。



写真-9 走行路整備

⑥坂道前のブレーキテスト明示

坂道の直前に「ブレーキテスト」看板を掲示し、制動力を確認すると同時にオペレーターへ注意を促すことで坂道での逸走による災害発生を防止している。

7. 安全管理の工夫

①フラッシュライトによる見える化

バックホウによる土砂積込時の車両停止合図をクラクションと連動して、フラッシュライトを点滅させて見える化を実施し、重ダンプの誤発進による接触災害の防止に役立てている。



写真-10 フラッシュライト点滅状況

②重ダンプのベッセルの開閉確認

重ダンプのベッセルの開閉動作中は運転席に取り付けたアラームと回転灯が作動しオペレーターに聴覚的・視覚的に注意喚起を促すことで重ダンプの誤発進による災害を防止している。



写真-11 回転灯とアラーム

③シートベルト着用状況の見える化

シートベルト未着用による災害を防止するため、重ダンプや重機のシートベルト着用中は、青いパトライトが点灯し周りから確認できるようにすることで、重機オペレーターへの注意喚起に役立てている。



写真-12 青色パトライト設置状況

④重機オペレーター作業状況の記録

重機の運転席にはオペレーターがシートベルトおよびストリングキーを着用していること、あるいは運転動作を記録するためのドライブレコーダーを設置し定期的に職長が確認チェックすることで重機オペレーターの安全意識の低下防止に努めている。



写真-13 ドラレコ設置

⑤重機停止時のクリップ装着

重機を停止する際はピンクリボンを付けたクリップをキャタに設置し、再度エンジンをかける時はクリップを回収しながら機体の周りを確認してエンジンをかけるルールとした。

同様のルールで小さなカラーコーンを重機の四隅に配置する方法もあるが、当現場では、より簡易な方法を採用することでルールを守りやすくしたことで、誰でも簡易に実行することが可能となった。



写真-14 ピンクリボン付きクリップ

⑥重機オペレーター規則の掲示

全ての重機には重機オペレータ規則を掲示し、毎日2項目程度唱和することにより注意喚起を促している。



写真-15 重機オペレータ規則の掲示

⑦マシンガイダンス重機の使用

GPSを利用して切土ラインや整地高さがモニタに映し出されるマシンガイダンス重機を積極的に使用することで手元作業員が近づかなくても重機作業が可能となり重機との近接作業を減らすことができた。



写真-16 マシンガイダンスバックホウ



写真-17 マシンガイダンスブルドーザ

⑧グーパー運動の励行

無線機を持たない作業指揮者ではない作業員とオペレーターの合番作業では、合番作業員が止まれの合図で手を広げてパーの合図をオペレーターに送り、オペレーターは確認完了の合図でグーの合図を合番作業員に送る、グーパー運動を実施するすることで合図の相互確認の徹底を図った。



写真-18 グーパー運動による合図確認

8. おわりに

以上、当作業所での大型重機による切盛り土工事における安全衛生管理の工夫について紹介した。長期間の施工はマンネリ化による安全衛生意識の低下が懸念されるが、さまざまな観点から工夫を凝らした管理を凡事徹底の精神にて愚直に実施していくことでマンネリを防止し現在までの約3年に渡って大きな事故を発生させることなく施工が出来てきた。

今後も工期末まで無事故無災害で施工を達成できるようさまざまに工夫を凝らしながら安全衛生管理に取り組んでいきたいと考えている。