

令和元年度  
砂防関係工事安全施工管理技術  
研究発表会  
論文集

[開催日] 令和 2年 3月 4日 (水)

[開催場所] 国民會館 (国民會館住友生命ビル12階)

# — 目 次 —

番号	表題	頁
①	<p style="text-align: center;">な ち がわかなやまたにがわよんごうとこがため さ がん ほかこうじ あんぜんかんり 『那智川金山谷川4号床固(左岸)他工事における安全管理』</p> <p>やまなか てるゆき 山中 照幸</p> <p style="text-align: center;">(那智川金山谷川4号床固(左岸)他工事 (株)川合組)</p>	1
②	<p style="text-align: center;">おおいけ み やまひがしえんていこうじ あんぜんたいさく 『大池見山東堰堤工事における安全対策について』</p> <p>たぐち けんいち 田口 研一</p> <p style="text-align: center;">(大池見山東堰堤工事 りんかい日産建設(株))</p>	5
③	<p style="text-align: center;">きたまたがわしやめんせいびこうじ あんぜんたいさく 『北股川斜面整備工事における安全対策について』</p> <p>ばんじょう ひろゆき 番匠 裕幸</p> <p style="text-align: center;">(北股川斜面整備工事 (株)田原建設)</p>	9
④	<p style="text-align: center;">そうでんせん じゅうたくち せつ しやめんたいさくこうじ あんぜんたいさく 『送電線と住宅地に接する斜面对策工事の安全対策について』</p> <p>やなぎもと あきら 柳本 暁</p> <p style="text-align: center;">(渦ヶ森地区1工区斜面对策工事 ライト工業(株))</p>	13
⑤	<p style="text-align: center;">しょうずがわ さ ぼうえんていこうじ あんぜんたいさく 『清水川砂防堰堤工事の安全対策について』</p> <p>たなか ようすけ 田中 洋介</p> <p style="text-align: center;">(清水川砂防堰堤工事 (株)ミズエ)</p>	17
⑥	<p style="text-align: center;">みだじろがわ さ ぼうこうじ あんぜんたいさく 『弥陀次郎川砂防工事の安全対策について』</p> <p>ちば たくや 千葉 拓也</p> <p style="text-align: center;">(弥陀次郎川砂防工事 (株)京都現代建設)</p>	21
⑦	<p style="text-align: center;">とののちく しやめんたいさくこうじ あんぜんたいさく 『殿野地区 斜面对策工事の安全対策について』</p> <p>ひのきお ひろき 檜尾 洋希</p> <p style="text-align: center;">(殿野地区 斜面对策工事 檜尾建設(株))</p>	25

な ち が わ か な や ま た に が わ よ ん ご う と こ が た め き が ん ほ か こ う じ あ ん ぜん か ん り  
那智川金山谷川4号床固(左岸)他工事における安全管理

株式会社川合組 那智川金山谷川4号床固(左岸)他工事

(工期 平成31年3月 ~ 令和2年3月)

現場代理人 徳山 勲

○監理技術者 やまなか てるゆき  
山中 照幸



## 1. はじめに

本工事場所は和歌山県東牟婁郡那智勝浦町を流れる那智川支流金山谷川の砂防築堤工事となっております。平成23年9月の台風12号(紀伊半島大水害)による洪水と土砂災害で大規模被害を受けた流域であり、近隣では多数の砂防工事が進められており、金山谷地区で工事施工している弊社含め三社で安全協議会等を実施し、相互協力を行って工事を進めております。

本工事の主な工種としては床固工となっております。

無災害での施工を目標に日々取り組んでいる安全対策についてご紹介致します。



## 2. 工事概要

砂防築堤

砂防土工：掘削工 10,000 m<sup>3</sup>、埋戻し工 1 式、

盛土工 2,300 m<sup>3</sup>、法面整形工 1 式、残土処理工 1 式

床固め工：床固め本体工 1 号落差工(1)1 基、床固め本体工 1 号落差工(2)1 基、

床固め本体工 4 号落差工(1)1 基、床固め本体工 4 号落差工(2)1 基、

垂直壁工(1 号落差)1 式、側壁工(1 号落差)1 式、側壁工(4 号床固)1 式、

水叩工(1 号落差)1 式、水叩工(4 号床固)1 式、護岸工(既設~4 号床固間)1 式

仮設工：仮水路工 1 式、交通管理工 1 式



写真-1 工事施工前



写真-2 施工状況

### 3. 現場での安全対策

#### 3.1 3社での安全協議会の実施

金山谷地区にて工事施工している弊社「那智川金山谷川4号床固(左岸)他工事」、「那智川金山谷川3号床固(左岸)工事」(井筒建設)、「那智川金山谷川1号床固(左岸)工事」(泉組)の3件の工事を行なっている3社で「那智川金山谷地区安全協議会」を立ち上げ、弊社だけではなく、金山谷地区で工事施工に携わっている同業他社と手を取り合って労働災害を未然に防ぐ目的で立ち上げました。

月1回安全協議会を開催し、各社現場の工程表を提出して、各現場動向の相互確認を行います。情報を共有し、安全・現場周辺環境への改善に向けての連携強化を行っております。



写真-3 三社安全協議会実施状況



写真-4 三社安全協議会実施状況

#### 3.2 交通誘導員の増員と交通整理看板の設置

コンクリート打設時に手配するミキサー車や、土砂搬出の際に使用する大型ダンプが通行する際に道中経路の道幅が狭く、一般車との接触や、離合不能状態となることが予想されたため、コンクリート打設時ならびに土砂搬出時は交通誘導員を増員する必要性がありました。

同じく金山谷で施工を行っている他業社の生コン車や大型ダンプ等も通行しますので、「那智川金山谷地区安全協議会」にて協議の上、ダンプ・生コン車等の手配予定がある会社同士で交通誘導員の手配を受け持つことにしました。

また、工事看板についても他社との協議を行い、工事看板を各社連名にて設置しました。



写真-5 連名工事看板



写真-6 ダンプ狭路通行状況



写真-7 交通誘導員

### 3.3 玉掛け警報器の使用

スランプ値が 5cm という条件でのコンクリート打設に当たり、移動式クレーンを使用したバケット打ちを行う必要がありました。作業域上空を通過するため、安全性確保のため下写真のようにバケットに玉掛け警報器を装着し使用しました。

約 90 デシベルの大音量の警告音を発し、作業員への注意を促すことができます。



写真-8 玉掛け警報器



写真-9 玉掛け警報器 使用例

### 3.4 避難訓練の実施

東南海、南海トラフ大地震が最新の情報では、30年以内での発生確率が約80%という確率が発表されております。

金山谷は山に囲まれている為、津波での被害は想定しておりませんが、現場は河川の隣でなおかつ、7年前に大規模な土砂崩れが発生した場所で、上流部を見てみると山肌が剥き出しの状態になっており、大地震が起きた場合再び土砂崩れが発生する可能性は大いにあります。

また、地震だけではなく近年では、ゲリラ豪雨の発生による出水の危険性も予測されます。ゲリラ豪雨を事前に認知するために NETIS 認証登録されています「安全建設気象モバイル KIYOMASA」を導入しております。事前に関することで作業を安全に中断することができ、二次災害を起こす可能性が軽減します。

避難を判断する基準としては、震度4以上の地震の発生、1時間当たりの雨量が10mmを超えた場合、ゲリラ豪雨の発生による出水が予想される時としています。



写真-10 避難訓練の実施



写真-11 金山谷川流域

### 3.5 地域住民への作業内容 PR

金山谷川の工事状況を周辺住民に知ってもらうために、毎月 1 回ペースで弊社にて下図-2 の広報誌を作成し、地域回覧板に入れさせてもらって周知しております。

日頃現場に行き来しているダンプや大型トラックの通行、重機の移動音、掘削音等で周辺住民の皆様にご迷惑をお掛けしています。

地域の人達に、どんなものを作っているのか、どんな風に工事をしているのかということを知ってもらうことで、不安感、不信感といった公共工事に対する負の面を少しでも緩和できれば地域住民との関係が良好となり、スムーズに施工出来ると考えております。

また、広報誌上段部に地域の皆様への日頃の挨拶とその時々に応じた注意喚起を書かせてもらっており、事故防止につながればと思って記入させていただいております。

広報誌下段には弊社連絡先を記入しており、何か問題が発生したときにご連絡いただき、迅速に対応でき、災害防止に繋がるメリットもあります。

**第2号**  
8月20日発行

**川合組通信**

**回覧**

---

那智川金山谷4号床固(左岸)他工事 工期：平成31年3月26日～令和2年3月10日  
 工事場所：和歌山県東牟婁郡那智勝浦町井関地先

---

井関地区の皆様、平素より工事への協力・ご理解を賜りありがとうございます。  
 立秋とは名ばかりの暑い日が続いていますが、井関地区の皆様はいかがお過ごしでしょうか。  
 現場では猛暑の中、作業を進めておりますが、この時期怖いのが熱中症です。  
 対策として、「水分と同時に塩分の補給・日陰での適度の休憩」が重要となります。  
 家屋内でも気温湿度が高いと熱中症になりますので、積極的にエアコンをご利用ください。

---

**床固基礎施工状況**

重機で掘削して、均しコンクリートを敷きます。  
これが床固工の基礎部分になります！  
この上に高さ約8m程の床固が作られます。

**コンクリート打設**

基礎上に型枠を組み、その中にコンクリートを流し込みます。  
そして、コンクリートが固まったその上にまた、型枠を組みます。

---

**型枠組立状況**

この作業が一番高いところまで7層に分けて、コンクリートを流し込んでいきます。  
今後も安全第一で作業に取り組みます！

---

株式会社 川合組(和歌山県新宮市新町2丁目1番地10)|TEL. 0735-29-7518|  
 川合組現場事務所(和歌山県東牟婁郡那智勝浦町井関1057)|TEL. 090-1448-5100|  
 代表取締役:川合 啓介 現場代理人:徳山 勲 監理技術者:山中 照幸

図-2 弊社広報誌

## 5. おわりに

本工事では「那智川金山谷地区安全協議会」を立ち上げ、自分達だけではなく、近隣で工事を行っている他業者と連携して労働災害を無くそうと一致団結して実行しました。事故防止の基本は法令順守は当たり前で、そこからもう一段階上がって、現場に係る全ての人々の理解・協力が不可欠だと考えております。その為には現場を管理する立場の人間が、先頭を切って現場を把握・情報共有する必要があると再確認しました。

今後も那智川金山谷地区安全協議会や店社パトロールによって細やかに危険の芽を取り除き、無事故・無災害工事を達成するべく那智川金山谷地区安全協議会、現場従事者一同さらなる安全意識の高揚を迫及して参ります。

りんかい日産建設株式会社 平成 29 年度 大池見山東堰堤工事  
(工期 平成 29 年 2 月 27 日 ～ 令和 3 年 2 月 10 日)



○現場代理人 田口 研一  
監理技術者 谷口 智弘

キーワード ICT の活用・保全対象の安全確保・点検・創意工夫

## 1. はじめに

本工事は、神戸市北区を流れる 1 級河川加古川の支流、山田川中流域の西側に位置する、流域面積 0.03 k<sup>2</sup> の小溪流に砂防堰堤を新設する工事である。施工箇所は、住宅地である大池見山台地区に近接し、さらに下流域には神戸電鉄や重要幹線である県道 15 号線が通っている場所であり、平成 26 年 8 月には、土砂が流出して下流域に大きな被害を出している危険な溪流である (写真-1)。

今回の工事箇所は、急勾配であり、地質は風化した脆い花崗岩から成り、堰堤上流側 300m 付近には表層崩壊が発生している箇所もある。このため、本工事においては、工事関係者の移動時・作業時における転落・墜落事故や、土砂崩壊・流出による事故等が懸念された。

また、工事箇所は住宅地から直線距離で 100m ほどしか離れておらず、生活用道路では園児、小学生が道路脇で遊んでいる様子も見られた。一方、本工事に使用する索道は生活道路に並行して設置されていること、また、土砂の搬出、コンクリート運搬だけで約 2,000 台の大型工事車輛が通行することから、公衆災害についても重要な課題であった。

これらの課題に対して実施した、ICT を活用した工事関係者事故防止対策、及び公衆災害防止対策について報告する。



写真-1.周辺地図

## 2. 工事概要

砂防土工 1 式	作業土工 (土砂)	4,180 m <sup>3</sup>	作業土工 (軟岩)	2,900 m <sup>3</sup>
コンクリート堰堤本体工	2,728 m <sup>3</sup>	コンクリート副堰堤工	995 m <sup>3</sup>	
コンクリート側壁工 (第一)	1 式	水叩工 (第一)	1 式	
鋼製堰堤工	1.2 t	架線設備工	1 式	

### 3. ICTを活用した工事関係者事故防止対策

#### 3.1 3Dレーザースキャナーを使用した出来形管理による、転落・墜落事故及び崩壊事故防止対策

従来、堰堤工事における床掘りの出来形確認においては、ミニプリズム、スタッフ等を携帯し測定位置まで移動していたが、本工事の掘削部には急勾配や崩れ易い場所などがあり、転落・墜落事故や崩壊事故につながる危険性があった。

そのため、本工事における出来形確認は、3Dレーザースキャナーにより行った。これにより、工事関係者が測定位置まで行く必要がなくなり、より安全な出来形管理を行うことができた。(写真-2)。なお、3Dレーザースキャナーを使用した結果、測定時間が短縮され、解析結果についても床掘りの高さがヒートマップ(図-1)で表示されるため、一目で状況が把握でき、オペレータへの指示も的確に行うことができた。



写真-2.3Dレーザースキャナー測定状況

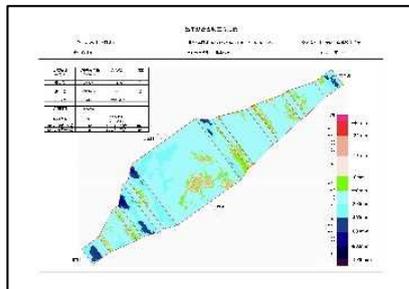


図-1.点群解析後、ヒートマップ

#### 3.2 傾斜計設置による、崩壊事故防止対策

堰堤上流側 300m付近に存在する表層崩壊箇所から土砂が流出したい場合、工事関係者が被災する可能性が考えられた。

そのため、表層崩壊場所の直近に傾斜計を設置し、24時間の監視体制を確立した。異常時には、作業員へはパトライト及び警報音で、職員、職長にはメールで通知を行うよう設定した(写真-3・写真-4)。また、現場事務所のパソコンで現状の傾斜計の角度の確認を随時行い、日々の状況変化の把握に努めた。



写真-3.表層崩壊及び傾斜計設置状況



写真-4.パトライト、警報機設置状況

#### 3.3 電子黒板の導入による、転落・墜落事故及び崩壊事故防止対策

工事写真撮影については、黒板、カメラを携帯して撮影箇所まで移動していた。移動時は、片手が使えない状態となるため、斜面移動時は特に不安定な姿勢で移動しなければならなかった。

電子黒板(図-2)を使用することにより両手が空いた状態になり、安全な姿勢で移動することができた。

#### 3.4 LN-100(自動追尾型測量器械)及び快速ナビの使用による、転落・墜落防止対策

堰堤工事の測量では、急斜面に測量器械を据付しなければならない場合がある。LN-100については、2点以上の基準点を確認できれば後方交会により器械の位置を確認することができるため、平坦な場所を選定して測量業務を行う事ができた。また、自動追尾となっているため360°プリズムミラーを使用すれば1人での測量業務が可能であり、本工事においても1人での測量業務を行った。なお、測量結果が手元のコントローラーにリアルタイムで表示されるため、素早く、正確な測量ができ、現地で掘削状況をオペレータと共有できた(写真-5)。



図-2.SiteBox 電子黒板



写真-5.測量状況 (LN-100 使用)

## 4. 公衆災害防止対策

### 4.1 索道設備の不備による災害対策

本工事の索道（運搬索）については、住宅地の生活道路に並行して走行している（写真-6）。索道設備の不備による災害が発生した場合、住宅地への二次災害が考えられるため、索道設備の管理方法について検討、対策を行った。

索道の使用ワイヤーロープは、主索、曳索、巻上げ索の構成となる。曳索については、ウインチ運転手の直接目視にて点検が可能であるが、主索及び巻上げ索については、高所であり目視による点検が困難であることに加え、距離が長いことからワイヤーロープ全長の状態確認が困難である。そのため、頻繁に巻上げ、巻下げを行う箇所においてのみ点検を行うのが一般的である。

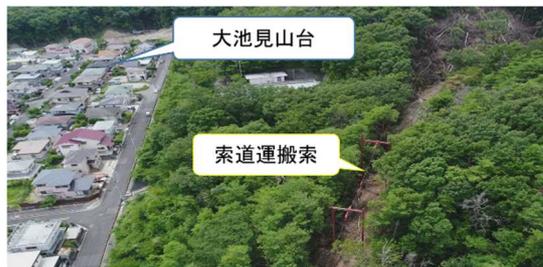


写真-6.大池見山台及び索道

そこで、本工事では点検用ゴンドラを製作して索道に吊下げることで、主索・巻上げ索についても、直接目視による全線の点検を行うこととした。点検者については、1名では思い込み、見落とし等が考えられるため、2名での確認とした。また、点検ゴンドラの吊りワイヤーロープが外れた場合には墜落災害に繋がるため、搬器（キャレジ）にも吊りワイヤーを設置し、2重の安全対策を行った（写真-7・写真-8・写真-9）。

これらの対策により、主索及び巻上げ索についても、全線におけるワイヤーロープの劣化状態等を詳細に把握することができた。また、途中の支柱においては、ガイドの状態も目視にて確認することができた。



写真-7.点検用ゴンドラ



写真-8.索道点検状況



写真-9.索道点検状況

### 4.2 工事車両運行管理による交通事故防止対策

大池見山台の生活用道路は、基盤の目のように区画割が施されている。各交差点には一時停止線が設けられておらず、一時停止することなく交差点に進入する車両も見受けられる。また、新築の家屋も増えており、園児、小学生が道路脇で遊んでいる様子も見られる。一方、本工事では、土砂の搬出、コンクリート運搬だけで約2,000台の大型工事車両が通行することとなる。これらの状況を踏まえ、工事車両による交通災害の防止対策を検討し、以下の対策を実施した。

#### ①工事車両（大型）入場時間の設定

園児の送迎バス、学生の通学、通勤の時間帯の大型車両の入場を禁止とし、8時30分からの入場とした。

#### ②危険予知マップの作成（図-3）

新規入場者には事前に「工事用車両運行ルート危険予知マップ」を送付し、住宅内における規則及び危険箇所を把握させた上で入場させた。

#### ③速度計アプリの導入（写真-10・図-4）

住宅内の運行速度を20km/h以下とした。車両外部からの速度計測では、走行速度を常時監視することは困難であるため、本工事では速度計アプリを契約し、リアルタイムの速度管理を行った。

運転手にアプリの入ったタブレットを携帯させ、走行速度が20km/h以上となった場合、警報音で運転手に警告を行うこととした。また、作業終了時にタブレットを回収し、記録データにて一日の運行状況を確認した。

速度計アプリを使用したことにより、運転手は安全速度を意識した運行ができていた。



図-3.危険予知マップ



写真-10.速度計アプリ導入



図-4.速度収集データ

### 4.3 住宅地への土砂流出防止対策

大池見山台では、平成26年8月に発生した台風の影響により、対象溪流から土砂、流木が流出する被害が発生している（写真-11）。その影響で、住宅地との境にある谷止めが大量の流木、土砂が堆積し、本来の機能を果たしていない状況で、大雨の際は、谷止めの横から越流して排水路に流れ込んでいる状況であった（写真-12・写真-13）。

平成30年7月には西日本を中心に広い範囲で記録的な雨量が観測され、大池見山台においても7月4日～7月8日まで雨が降り続き、累計雨量が642mmを記録した。その際も、対象溪流から枝葉等が大量に流出して大池見山台の排水路が閉塞し、土砂や枝葉が道路に溢れ出す被害が発生した（写真-14）。住民からも、今後大雨が降った場合更に大きな被害が発生する可能性があるという不安の声が上がっていた。



写真-11.平成26年8月被害状況



写真-12.着工時谷止め



写真-13.谷止め越流状況



写真-14.排水路土砂堆積状況

このような事態を踏まえ、工事期間中にも土砂流出被害が発生することが懸念されたため、以下の対策を実施することとした。

- ①索道で搬入した重機を谷止めまで移動させ、堆積物を除去することで機能を改善し、流出物発生を抑制した（写真-15・写真-16）。
- ②枝葉等の流出を抑制するため、対象溪流に4箇所の抜水装置を設置した（写真-17）。
- ③ダムサイトの下流に、大型土のうによる仮締め切り及び排水管を設置し、溪流が洗掘されることによる土砂の流出防止を図った（写真-18）。
- ④見山台排水路が閉塞されて堆積した土砂や流木を、高压洗浄車及びバキュームを使用して撤去した（写真-19）。



写真-15.堆積土砂撤去状況



写真-16.流木撤去状況



写真-17.抜水装置設置



写真-18.排水管布設完了



写真-19.排水路清掃状況



写真-20.感謝状 (大池見山台より)

## 5.おわりに

近年の異常気象による各地での自然災害の発生により、砂防堰堤工事が一層注目されている。今回の工事は、保全対象が直近にあること、過去に土砂流出被害が発生していることから、特に住宅地への安全対策には事前対策を十分に行い着工した。

平成29年より着工し約2年が経過しているが、台風・豪雨による住宅地への土砂の流出は、対策の効果もあり発生していない。工事においては、無事故で工事を進めることができている。今後も無事故、無災害で完工できるよう努力していく。また、定常化している大雨、台風等による災害が引続き懸念されるため、工事に伴う事故、災害を起こさないよう地域とコミュニケーションを取りながら工事を進めていく。

最後に、関係各位の皆様には、工事の調整等についてご協力いただき、心から感謝申し上げます。今後ともご指導賜りますようお願い申し上げます。

きたまたがわしゃめんせいびこうじ あんぜんたいさく  
北股川斜面整備工事における安全対策について

た はらげんせつ きたまたがわしゃめんせいびこうじ  
株式会社 田原建設 北股川斜面整備工事

(工期：平成31年3月30日～令和2年3月31日)

キーワード：安全な工事用走路の確保・大型重機作業  
・天候と安全・工程管理



現場代理人 ○ ばんじょう ひろゆき 番匠 裕幸  
監理技術者 なかい ひでたか 中井 英貴

### 1.はじめに

本工事は、平成23年9月台風12号（紀伊半島大水害）により、奈良県吉野郡野迫川村北股地区に発生した大規模斜面崩壊復旧関連工事である。

発生当時、紀伊山地では広い範囲で総降雨量1,000mmを超え記録的な大雨となった。3,000カ所を超える斜面崩壊が発生し崩壊土砂量は約1億m<sup>3</sup>に達し、12箇所の河道閉塞が発生、甚大な被害を受けた。

北股地区でも、幅200m、高さ190m、長さ350mの深層崩壊が発生し、約117万m<sup>3</sup>（東京ドーム1杯分）にのぼる崩壊土砂が河道閉塞を引き起こし、激甚災害の指定を受けた。

被災直後から復旧工事が進められ現在は、1次掘削・砂防堰堤（2基）などが完了し越流や決壊の恐れは低下したが、河道閉塞部の堆積土砂や崩壊地内の不安定土砂の下流への流出による二次災害防止ならびに地域の安全確保のため、斜面对策工事を実施している。

今回の主な工事内容は、大規模崩壊斜面の山頂より不安定土砂の掘削及び搬出である。

工事を進めるうえで課題となったのは、安全な工事用走路の確保・大型重機による作業・天候を留意した作業をいかに安全に行っていくかである。

「災害復旧工事であるからこそ、自分たちが事故や災害を起こしてはならない！」を作業所安全方針として掲げ1日も早く地域の皆様に安心を提供できる様日々工事を進めている。

災害時の状況



深層崩壊し、土砂が集落を直撃



崩壊土砂が河道閉塞引き起こし集落の一部が浸水

### 2.工事概要

工事名	北股川斜面整備工事
発注者	紀伊山系砂防事務所
工事箇所	奈良県吉野郡野迫川村北股地先
工事内容	・砂防土工（掘削工28,200m <sup>3</sup> 、法面整形工5,080m <sup>2</sup> 、残土処理工28,700m <sup>3</sup> ） ・法面工（植生工5,080m <sup>2</sup> ）・山腹水路工・場内整備工・仮設工

### 3.安全な工事用走路の確保

#### 3.1 山頂までの工事用走路設置

当初乗り込み時、崩壊地内の中腹部までの工事用走路は残っていたが、山頂まで登るための走路を新設する必要があった。監理技術者と下から見上げて、「こんな斜面で、ほんまに重機動かして土運べるかなあ」とため息をついた事が思い出される。

はじめに重機オペレーターを選任を行った。協力業者に、「1.大型重機運転の経験豊富な者2.山切りの経験豊富な者3.咄嗟の判断が冷静な者、以上の条件に合ったオペレーターを数人現場に送ってほしい。」と、要望しその中で実際の作業状況を確認し、先頭作業を任せられる者を決めた。

選任者と図面やUAV写真をもとに、工事用走路計画を立て慎重に作業するよう打ち合わせた。急峻な地形に合

わせた走路設置には約1週間程度かかったが、選任したオペレーターは、私たちが安心して見ていられる操作で要望通りの工事用走路を完成させた。



工事用走路整備前



工事用走路整備後

### 3.2 工事用走路の安全対策

当該工事用走路は、複数台の不整地運搬車が一日中往復するため、通常以上の路肩明示・逸走防止等の安全対策が必要であった。

最初に逸走防止として路肩に不整地運搬車のクローラ高さ（1.0m）ぐらいのマウントを設置した。不意な誤操作・誤作動により工事用走路を逸脱しそうになった時、マウントで止まるようにである。

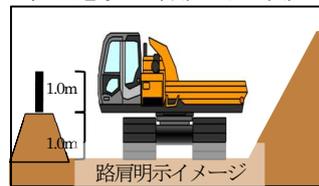
特に注意が必要な箇所には、マウント上部に鉄ピンとトラロープで路肩明示を行った。トラロープは、通常の黄色と黒色の物を用意したが地山に溶け込みわかりにくかったので、蛍光仕様の白色と緑色の物を使用、当現場ではとても目立つ色であった。

マウント高さ（1.0m）+鉄ピン高さ（1.0m）で2.0mの高さで路肩明示されたので、重機キャビンから容易に視認できるようになった。

複数台の不整地運搬車が稼働するにあたり、10か所の待機・回転場所を設置した。1箇所当り8.0m以上の幅員の確保（不整地運搬車車幅約3.0m・旋回半径3.4m）と同時に待機・回転場所番号を設置し、各作業員に配布した無線でやりとりがしやすいようにした。又、各所には、注意喚起看板・矢印板・点滅灯などを適所に設置した。



注意事項・待機場所表示マップを各重機に常備



### 3.3 工事用走路の維持管理

雨が降ると、工事用走路は水路となり浸食されることが多くその度に半日以上をかけて整備する日が当初は続き工程への影響も懸念された。

そこで本作業を一時中止し、各所の仮排水路の堆積土砂撤去・横断土側溝設置・暗渠管設置・重機回転場の土質改良及び碎石引きなどの走路整備作業を行った。

その結果、降雨前に走路の雨養生（水切り等）を行う程度で、多少の雨でも約1時間程度の整備で通常作業に移行することができた。



冬季は、積雪（10 cm程度）と凍結があるので対策として融雪材の散布を行った。

#### 4.大型重機作業

##### 4.1 車両系建設機械作業計画書の作成

現場で安全に重機作業を進めるために作業計画書は欠かせない。急峻な地形での作業計画書作成に当たっては、私達と作業員が一緒になって意見を出し合った。作成した作業計画書は、作業員に周知し各重機に常備させた。又、作業計画書は適宜見直しを行い更新しその都度周知していった。



車両系建設機械作業計画書

##### 4.2 車両系建設機械作業計画書の実施

前節の作業計画書は、実施して効果を発揮する。ここでは、主だったものを紹介する。

###### ○使用機械点検とメンテナンス

急峻な現場で重機の誤作動・不具合は即重大な事故につながる。重機毎に運転手を固定し、作業前点検を入念に実施させ、消耗品（グリス・作動油等）は、必ず予備がすぐある状態を維持した。又、通常の点検では対応できない箇所については重機提供会社（リース会社）と提携し、一週間毎にメンテナンスを行った。

###### ○走行ルール

- ・各作業員には無線機を配布し、自分の位置・待機場所・合図・連絡などの情報は必ず行うと共に、昼間でも前照灯を点灯させるよう徹底した。
- ・バック走行を禁止し旋回場では必ず旋回し前進走行するよう徹底した。不整地運搬車にはバックカメラを搭載していたが、直接視認を行う事により、咄嗟の操作も確実であると考えたからである。常に前進走行を可能にするために各旋回場は出来るだけ広くとり、車両同士の接触を避けるため旋回時は必ず車両番号と旋回場所番号を無線で連絡しあう様にした。
- ・待機場所での離合は、必ず左側（キャビン側）同士がすれ違う様徹底した。これは、お互いがすれ違う状況や車両間の距離を直視するためである。
- ・工事用走路に距離標（10.0m毎）を各直線に設置し車間距離を把握するようにした。勾配変化が激しい走路では、運転手は錯覚を起しやすく車両同士の距離を見誤る可能性が高いからである。



##### 4.3 i-Construction の活用

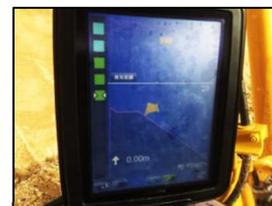
大型重機が絶えず稼働している現場では、重機同士の接触や手元作業員との接触事故防止対策についての対策が重要となる。

特に作業員との接触は重大な事故となる場合が多い。

ICT を活用すると接触事故だけ

ではなく起工測量から出来形測量まで以下の点においてリスクが軽減する。

- ・手元作業員が重機の周辺で作業している。⇔手元作業員不要。
- ・他の重機が稼働している中オペレーターは、丁張り・法面勾配・法面の通りなどを重機から降りて確認しなくてはならない。⇔モニターで三次元設計データ確認。
- ・重機が稼働している中、丁張り作業を行わなければならない。⇔丁張りレス。



・起工測量及び出来形測量は、当現場のような急峻な場所でも測量作業者が測量機器を担いで移動し作業を繰り返さなければならない。⇨安全な場所から測量可能。

ICT 活用は、上記以外でも優れている点が多い。特に山岳地や河川では非常に有効な技術である。

## 5. 天候と安全・工程管理

### 5.1 気象情報等の収集

当現場は、天候の変化が激しく降雨・積雪の影響が大きく災害現場特有の危険がある。現在は、ウェブサイトで1時間毎の気象情報を簡単に手に入れることが可能であるが、リアルタイム気象情報や10分毎降雨情報などを取得できる「安全建設気象モバイル“KIYOMASA”」を導入し、全作業員が情報を共有できるようにした。又、この地域特有の情報は地域住民の方々が一番よく知っている。日常のコミュニケーションや各イベントを通じて、天気の話だけではなく、震災前や直後の現場の状況・現場内や通勤経路での危険な箇所など様々な情報提供していただいた。これらの貴重な情報をもとに、作業中止判断基準や緊急時の対応及び避難経路・場所の計画や見直しをすることが出来た。



安全建設気象モバイル  
KIYOMASA



左：現場見学会  
下：地元行事



### 作業中止判断基準

レベル	内容	安全	基準	基準
1	通常監視	・監視開始による非常点検開始。		
2	作業注意	・気象情報「大雨注意」が発令。	・気象情報「大雨注意」が発令。	・気象情報「大雨注意」が発令。
3	作業停止	・気象情報「大雨注意」が発令。	・気象情報「大雨注意」が発令。	・気象情報「大雨注意」が発令。
4	作業再開	・気象情報「大雨注意」が発令。	・気象情報「大雨注意」が発令。	・気象情報「大雨注意」が発令。

### 新規入場時説明資料

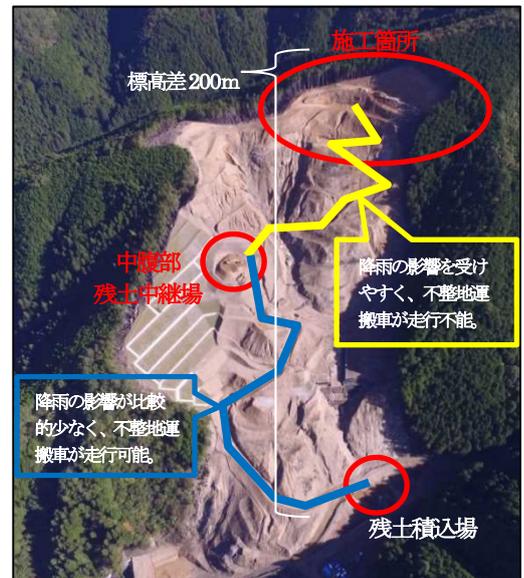
建設現場安全対策「新規入場時説明資料」

作業所の安全目標  
各注意事項  
避難経路  
避難場所  
各設備配置 等

### 5.2 気象状況に対応した作業内容

当現場は、3.3 工事用走路整備でも述べたように、工事用走路は降雨の影響が大きく、ダンプトラックでの残土場外搬出はできるが、山頂からの不整地運搬車による残土運搬が出来ず搬出が出来ない事が予想された。

対策として、中腹部から下部の工事用走路（青色線）は比較的降雨等の影響が少なく安全に不整地運搬車の走行が可能であったため中腹部に仮置場を設け、天候の良い日に山頂から中腹部へ残土を仮置きし、天候不良日は中腹部から下部へ運搬を行い、出来るだけ残土の場外搬出が止まらないようにした。この対策は、冬季でも有効であった。山頂から下部までは、200mの高低差があり山頂だけ積雪・凍結する日があったからである。結果、残土場外搬出はほぼ止まることなく、工程への影響も少なく済んでいる。



## 6. おわりに

以上当作業所で実施している安全対策について述べさせていただきました。

現在も無事故・無災害で推移しています。改めて 地域住民・発注関係者・関係機関・協力業者の方々の御協力・御指導があつてのことと深く受け止め感謝し、工事完了まで作業所一体となって取り組みます。



今後とも関係者各位の御協力・御指導を賜りますようお願い申し上げます。

最後に、北股地区に一日も早く安全と安心が取り戻せるよう作業所一同心より願っています。

そうでんせん　じゅうたくち　せつするしゃめんたいさくこうじ　あんぜんたいさく  
送電線と住宅地に接する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　渦ヶ森地区1工区斜面对策工事  
（工期：平成31年4月～令和2年3月）



現場代理人  
監理技術者

やなぎもと　あきら  
柳本　暁

キーワード：ICTで省人化、省力化・負担軽減対策・ヒューマンエラー対策

### 1. はじめに

当工事は神戸市東灘区渦森台に位置する、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、渦森台3丁目の南端に位置し、西から南西方向の斜面勾配は45°を超える急斜面で、一部で50°以上の急斜面が連続している。斜面北側の平坦地は閑静な住宅地と生活道路に接し、斜面南側は新神戸変電所へと続く送電線の鉄塔と斜面脚部を流れる石屋川支流新田川の溪流に接する。斜面の植生は広葉樹の疎林と密生した笹竹林が優勢であり、溪流上流部では部分的に溪岸侵食が進行している。地質状況は、六甲花崗岩の分布域で斜面南端の崩壊地及び渓床・渓岸には、中粒～粗粒の黒雲母花崗岩の露岩・転石が分布する。

当工事の安全の課題は、送電線近接施工における感電災害を防ぐこと、連続する急勾配斜面での墜落転落災害の防止、施工箇所が閑静な住宅地の生活道路に接するため、早期完成を実現し住民の生活環境への影響を低減することであるが、これらの課題を克服するためには、ICT技術を活用し省人化、省力化を図り生産性向上に繋げること、従来機械の自動化や機械化を図り技能者や管理者の負担を軽減すること、次世代の安全技術の活用や安全対策に工夫を凝らしてヒューマンエラーを防止することが必要不可欠であった。

当工事の安全対策について以下に述べる。

### 2. 工事概要

工事内容：法枠工（□300）2,845m<sup>2</sup>、鉄筋挿入工（φ90mmD19mmL2.5m）817本、仮設工　1式



凡例： ■ 施工箇所  鉄塔  送電線  
 プラント  詰所  仮囲い  
■ 図-1 施工位置図



写真-1 施工状況（斜面南側より撮影）

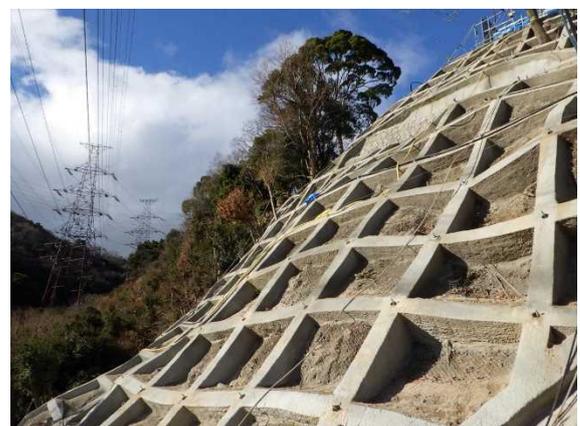


写真-2 施工状況（斜面東側より撮影）

### 3. ICTで省人化、省力化

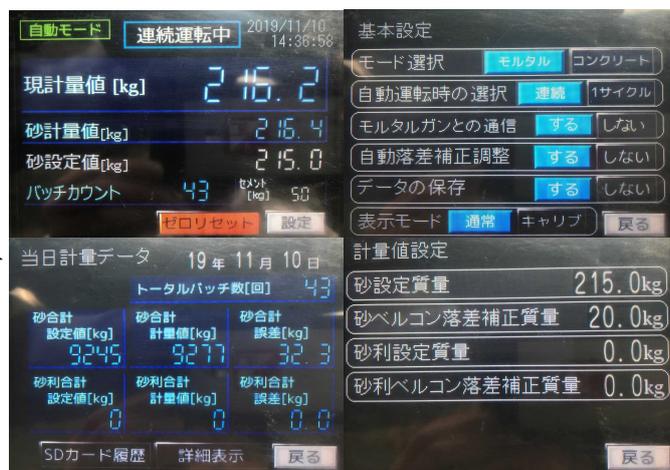
斜面对策工事における法面工の施工と管理の多くは未だ人力主体であるが、労働力不足が社会問題化する今、施工と管理の人手を補うことは容易ではない。これまでは工程を短縮するために人海戦術で技能者の増員や増班が図れ、管理を充実するために管理者を増員できたが、当工事は施工計画段階から下半期に法面工の施工が集中する計画であったため、人を人で補う人海戦術は施工も管理も期待できないと考え、積極的にICT技術を活用した。



■ 写真-3 自動吹付プラント (Automatic-Shot)

#### 3.1 自動吹付プラントの活用

従来機械の吹付プラントは、機械操作が全て手動のため熟練のオペレーターを含めて最小2～3名のプラント人員が必要であったが、自動吹付プラントを活用することで、吹付機とセメントサイロ、計量器搭載ミキサーを自動制御して全ての機械が連動し材料を計量するため熟練のオペレーターが不要で1名で吹付プラントを稼働できた。省人化した技能者は他の作業に従事でき省力化と省人化、生産性向上が図れた。



■ 写真-4 自動吹付プラントの制御装置

#### 3.2 タブレット端末の活用

斜面勾配は45°を超え、一部で50°以上の急斜面が連続する当工事では、施工管理時においても土砂災害や落石災害、墜落転落災害の危険性が考えられる。このため施工状況確認や段階確認時に安全に施工管理ができるようにタブレット端末を活用して危険箇所への人員の配置を低減した。タブレット端末を活用することで、親綱とライフラインの設置本数が低減でき、省力化と安全性向上に繋がった。



■ 写真-5 出来形検査状況

#### 3.3 パトロール管理システム (i-Reporter) の活用

店社パトロールの結果を速やかに店社と現場が情報共有できるようにパトロール管理システムを活用した。

店社の安全担当者が現地を確認した内容や撮影した写真、改善が必要な指摘事項をパトロール管理システムに登録することで本社、支社、現場の全ての拠点で速やかに情報共有が図れる。また指摘事項に対する改善状況も確認でき、速やかな情報共有と安全性向上、省力化に繋がった。



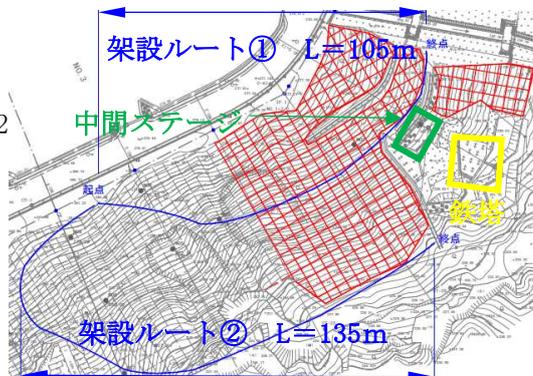
■ 写真-6 パトロール管理システム画面

#### 4. 負担軽減対策

技能者や管理者の負担が増加し疲労が蓄積すると危険軽視や慣れ、不注意や近道省略行動本能が高まり、行動エラーを起しやすい。また負担が軽減されずに作業を継続すると、安全意識や作業意欲が低下しヒューマンエラーに繋がる。当工事では、技能者や管理者の負担軽減に注目し、負担を取除くことができれば、作業効率が高まり安全性と生産性向上に繋がると考え、積極的に取組んだ。

##### 4.1 モノレールの架設

当工事は鉄塔近接工事のため、クレーン作業の制限があるが、施工箇所の高低差は約50m、施工範囲は約2,700m<sup>2</sup>におよび、資機材の運搬作業が人力になると著しく技能者の負担が増加する。このため運搬方法をクレーン運搬からモノレール運搬に変更し、架設ルートを2ルート設け、技能者の負担軽減に取組んだ。その結果、斜面上での人力作業と小運搬作業が低減でき、技能者の負担軽減に繋がった。



■図-2 モノレールの架設ルート

##### 4.2 中間ステージの設置

モノレール架設による負担軽減効果を高めるために斜面に中間ステージを設け、モノレールの中間基地と資機材置場として活用した。中間ステージのサイズは、幅3.0m×延長12.0mとし単管足場で設置した。モノレールの中間基地の役割を持たせることで資機材のストック、吹付や注入のホース類の仮置き、中間ステージを中心とした小運搬作業が効果的に施工でき技能者の負担軽減と生産性向上に繋がった。



■写真-7 中間ステージの設置状況

##### 4.3 電子小黒板の活用

親綱とライフラインを使用して作業する斜面对策工事は、黒板を持って斜面上を移動しながら写真を撮影する管理者の負担も大きい。また写真撮影時は黒板の飛来落下の危険性が生じるため、当工事では黒板を持たずに写真撮影ができる電子小黒板を活用した。電子小黒板は工種や測点、規格値や測定値等の情報を入力し写真撮影して専用アプリと連携することで出来形や品質の成果表が自動作成できる。また写真も自動振り分けされ写真整理が不要のため内業の時間短縮に繋がり負担軽減が図れ、働き方改革としても有効活用できた。



■写真-8 電子小黒板の活用状況

##### 4.4 ブレンディッドラーニングの活用

工事を担当する我々は、現場を指揮するだけではなく、スキルアップのための研修や社内会議、現場の相談も重要な業務であるが店社へ移動してから研修や会議、相談をすると非効率で負担となるため当工事では、WEB会議システムとeラーニングを活用するブレンディッドラーニングを活用し移動と業務時間の短縮を図り自身のスキルアップと負担軽減に繋がった。



■写真-9 WEB会議とeラーニング

## 5. ヒューマンエラー対策

労働災害が発生すると災害後の原因分析では、多くの場合にヒューマンエラーが見つかる。その割合は8割以上と言われ、人が直接引き起こす行動エラーだけではなく、作業環境、設備、教育、安全の取組み等、人を取りまく多くの複合的要因が含まれる。

当工事では、ヒューマンエラーによる労働災害を防止するために、新規入職者や外国人、高齢の技能者が高い安全意識を持続し注意深く行動できるようにヒューマンエラー対策に取り組んだ。

### 5.1 レーザーバリアシステムの活用

当工事は施工箇所の南側に鉄塔があり、送電線近接工事となるため、送電線から十分な離隔距離を確保するためクレーン作業と鉄筋・スタッフ等の長尺材料の受渡し等に作業制限を設けたが、ヒューマンエラーによる離隔距離不足で感電災害に繋がらないようにレーザーバリアシステムを活用した。警報機付のシステムのため安心して作業でき確実に離隔距離を確保できた。



■写真-10 レーザーバリア設置状況

### 5.2 安全の見える化

近年の労働災害分析では、新規入職者の増加や技能者の高齢化により経験年数5年未満と60才以上の技能者の災害発生割合が高いため経験年数5年未満の技能者には黄色いヘルメットの着用、60才以上の技能者には専用ステッカーをヘルメットに貼付け、安全の見える化を図った。その結果、斜面上でも視認しやすくなり、技能者自身の注意力向上と周囲に見守る意識が芽生え、適正配置に繋がった。



■写真-11 安全の見える化状況

### 5.3 安全ポスターの製作

現場に携わる関係者の行動エラーを防止するためには、現場の仲間意識と緊張感が重要と考え、職員と職長、技能者をモデルに安全ポスターを製作し作業所入口の万能塀に掲示した。ポスターのサイズは縦2.5m×横3.5mで関係者へのインパクトと印象に残るように大きなポスターを製作した。自身の行動エラーで仲間迷惑が掛かることを全員が自覚でき安全意識向上に繋がった。



■写真-12 安全ポスター

## 6. おわりに

当工事は本体工事を終え、令和2年3月の竣工に向けて準備中である。これまで本文で当工事の活動を紹介したが、活動のテーマは「働く人の負担軽減」であった。どんなに優れた機械や施工方法、管理手法であっても、働く人が負担に感じるのでは、安全性は向上しない。そこで当工事では、施工計画から工程と施工方法、管理手法について、社内で慎重に議論を重ね、従来技術に拘らず働く人の負担軽減と省人化、省力化の施工方法の選定に力を注いだ。特に負担軽減効果が高い、自動吹付ブラントの活用とモノレールの架設、中間ステージの設置は、職長や技能者と設置時期や場所、架設ルートについて意見交換しPDCAを回しながら作業や施工管理に工夫を凝らした。その結果、クリティカルパスの法枠工の工程短縮が図れ、技能者の負担軽減と生産性向上が実現できたと考える。

当工事は終えたが、今後も日々進化する技術に情報感度を高め、新技術を活用する積極的な姿勢と新しいアイデアを形にして発信する力を養い、施工技術と安全技術の発展に貢献したいと考える。最後になりましたが、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深く感謝すると共に今後ご指導、ご鞭撻を頂きますよう、宜しくお願い申し上げます。

しょうずがわさ ぼうえんていこうじ あんぜんたいさく  
清水川砂防堰堤工事の安全対策について

株式会社ミズエ 通常砂防工事(防災・安全交付金)(緊急対策)(補正)30-1

工期:平成31年4月25日～令和元年12月17日 施工箇所:三方上中郡 若狭町 三方

キーワード:土石流災害、熱中症予防、転落災害



現場代理人・主任技術者 ○田中 洋介

## 1. はじめに

当工事は、湿地の保存に関する国際条約であるラムサール条約に登録された「三方五湖」へ流入する小河川の一つ、清水川における砂防堰堤工事である。当工事までに堰堤本体工の一部(堤高 $h=11.0\text{m}$ のうち、 $h=3.0\text{m}$ まで)と、前庭保護工として垂直壁、側壁と水叩きが完成しており、当工事では堰堤本体工 $h=4.0\text{m}$ (堤高 $h=11.0\text{m}$ のうち、 $h=7.0\text{m}$ まで)を施工した(写真-1、-2)。

本研究では、当砂防工事施工中における土石流発生時の労働災害、現場繁忙期が夏季となるため作業員の熱中症発症、高所作業における転落災害、これらの防止対策について以下に述べる。



写真-1 着工前



写真-2 完成

## 2. 工事概要

砂防堰堤	堤高 $h=4.0\text{m}$	堤長 $L=58.0\text{m}$
砂防土工	本堤埋戻し工	980 $\text{m}^3$
コンクリート堰堤工		1286.4 $\text{m}^3$
仮設工		1式

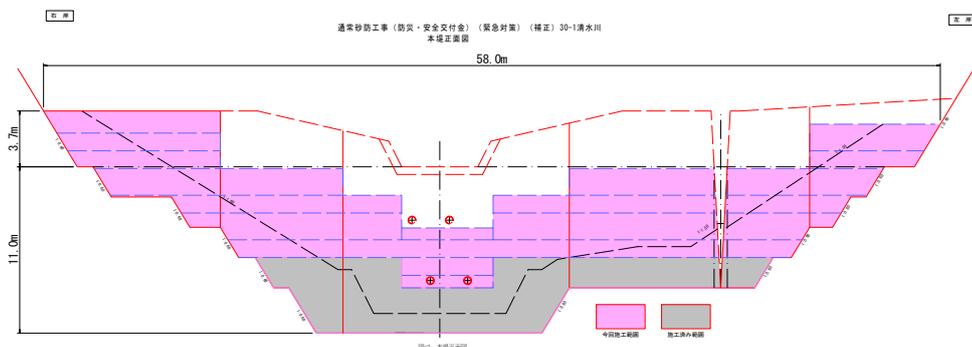


図-1 本堤正面図

### 3. 防止対策

#### 3.1 土石流災害

当工事は土石流危険渓流内での工事であり、土砂災害発生のリスクが高い。現場の施工は夏季となり、大型の台風が接近・直撃する可能性も考えられる。さらに近年の気象傾向として、一般的に「ゲリラ豪雨」と呼ばれるような局地的、かつ短時間に発生する集中豪雨への警戒も必要であった。また、国土交通省の平成29年土砂災害発生事例より、過去5年間の土砂災害発生件数を月別にみると(図-2)、6月から8月が最多となっている。これらのことから、土石流による労働災害防止を当工事の重要課題として取り組んだ。

##### 3.1.1 土石流災害防止のための情報収集

降雨時の情報収集、本社と現場の連絡・連携体制や、土石流発生時の警報、避難方法を統一し、本社社員、現場管理者、作業員に周知するため、「土石流による労働災害防止計画」を策定した。

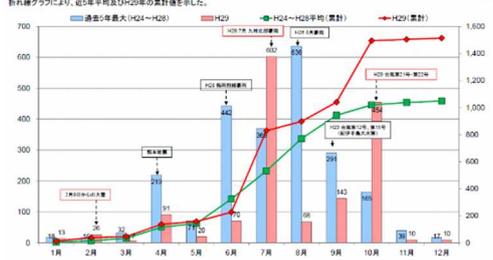
土石流発生の危険度を知る手段として、降雨量の把握が必要である。その方法として現場内に雨量計を設置、観測すること、アメダス、気象情報会社のデータを利用することの他に、「i-ameメール(福井県河川・砂防総合情報メール)」を活用した。「i-ameメール」は、観測された雨量が警戒値(時間20mm、時間30mm、24時間80mm)を超えた場合、観測された水位が基準値(氾濫危険水位や避難判断水位等)に到達した時、県と福井地方気象台が共同で土砂災害警戒情報を発表した時などにメールが配信されるサービスである。これにより、河川や土砂災害の危険情報をリアルタイムで把握することができ、効率的に情報収集することができた。

##### 3.1.2 避難訓練

現場入場者には、「土石流による労働災害防止計画」に基づいた教育訓練により避難基準や土砂災害前兆現象について周知した後、現場での避難訓練を実施した。ハンディメガホンによる警報音を確認するとともに、警報発報から現場内一時退避場所及び現場外の避難場所(若狭町三方庁舎)への避難方法と避難時間を把握した(写真-3、-4、-5、-6)。実際に避難を体験することで、昇降設備の配置や構造変更についてのアイデアが作業員より提案され、改善することができた。避難ルートには、勾配20%のコンクリート舗装路があり、杉の落ち葉で滑りやすい状況であった。これについても、避難訓練を体験したことで各自の安全意識が高まり、自発的かつ定期的に清掃する事が習慣となった。この工事期間中、避難訓練を2回行い、避難時間を計測した。工事進捗により避難開始位置が高くなり、昇降設備での移動距離が長くなるにもかかわらず、1回目の避難時間と比べ、2回目の避難時間は10秒程度の遅れで避難を完了できた。日々の設備改善と、安全意

近5年の月別土砂災害発生件数

国土交通省  
■平成29年1～10月の土砂災害発生件数は、平成29年7月九州北部豪雨や台風(18号・21号・22号)等の影響により、過去5年間の平均を大きく上回った。また、2月、7月、10月の発生件数は過去5年間で最大となっている。  
棒グラフにより、近5年最大及び1999年の月別の災害発生件数を、折れ線グラフにより、近5年平均及び1999年の月別の発生件数を示した。  
1999～2019年: 10/10/19



(出典:国土交通省ホームページより抜粋)

<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jrei/>

図-2 近5年の月別土砂災害発生件数



写真-3 避難開始



写真-4 避難状況



写真-5 一時退避完了



写真-6 現場外避難完了

識向上の成果であると考えている。

### 3.1.3 地域の防災意識向上と高められる職業意識

当社所在地近くの小学校より、5年生対象の外部指導ボランティアの依頼を受けた。理科の授業「流れる水のはたらき」、「増水による災害から生命を守るために」という学習テーマで、現場での経験と土砂災害の種類、砂防堰堤を造る過程、地域の危険箇所や、災害に対する日ごろの備えについて説明した(写真-7、-8、-9)。子供たち自身が「土砂災害は身近に潜んでいる」と知る事を目的に学校周辺の砂防堰堤や、急傾斜施設の現場見学を行った。これらは、家族と地域の災害について話し合うきっかけとなり地域の防災意識向上につながった。当社にとっても、子供たちを指導する立場を経験することで、防災への使命感と意識が向上した。なお、この活動は平成27年より防災出前授業として、毎年継続して行っている。



写真-7 教室での授業



写真-8 モニターを使った説明



写真-9 砂防堰堤見学

## 3.2 熱中症予防

当工事では、夏季高温多湿環境下での作業が予想され、熱中症のリスクが高いと考えた。熱中症を発症し作業を続ければ、重症化し命に係わる危険性がある。厚生労働省の熱中症災害統計(図-3)において、平成29年と比較して、平成30年の死傷者数は2倍以上に増加している。熱中症予防対策として、以下の取組みを行った。



図-3 職場における熱中症による死傷者数の推移  
(出典:厚生労働省HPより抜粋)

### 3.2.1 服装における対策

作業中の体温上昇を抑制するため、現場作業員にフアン付きベスト(写真-10)を支給し作業の際に使用した。ベストに取り付けられた電動ファンにより、ベスト内に送風し汗を気化させて、体温上昇を抑制する。実際に着用すると涼しさを体感できた。

<https://www.mhlw.go.jp/content/11303000/000509930.pdf>



写真-10 ファン付きベスト

### 3.2.2 作業環境の改善

熱中症予防には直射環境下での作業を減らすことや、作業中適切な休憩をとることが必要であるが、堰堤周辺の立木は工事のために伐採されており直射を避けられない。堰堤上での作業中、小休憩のたびに現場内休憩所まで移動することは、作業員の負担となる。このため作業箇所シートを張り、日陰で作業できる環境を作った(写真-11)。これにより移動することなく適宜、休憩することができた。シートで覆うことで、通風性の低下が懸念されたが、送風機や扇風機を使用することで解消できた。



写真-11 日よけシート

### 3.2.3 水分・塩分の補給

発汗による体温調整維持を目的に、現場には麦茶とスポーツドリンク

ク、塩飴を常備した(写真-12)。これは、水分と塩分を適切に補給するためである。一度に大量の水分を摂取すると、体内の電解質異常を来すことになる。熱中症予防に対しては、コップ約1杯の水分を発汗状況に合わせて複数回に分けて摂取することが効果的である。この知識を管理者、作業員が共に持ち、飲料はクーラーボックスで保冷、塩飴は小容器に入れ携行して、現場内ではいつでも水分と塩分を補給できるようにした。管理者は作業員の体調確認だけではなく水分摂取を定期的に促し、水分補給しやすい環境づくりを意識した。工期中暑さ指数(WBGT)25℃以上の日は延べ87日間あり、直射環境下では気温50℃に迫る稼働日もあったが、熱中症による体調不良者が発生することなく作業を終えることができた。



写真-12 水分・塩分の常備



写真-13 工事中の手すりと昇降路

### 3.3 転落災害

当工事は、堰堤上での高所作業であるため、転落防止対策が必須であった。型枠は残存型枠を使用したため、単管パイプを用い転落防止手すりを設置した。また昇降路として、仮設ステップを組み階段を設置、安全通路を確保した(写真-13)。これにより、工事施工中の転落災害を防ぐことができた。

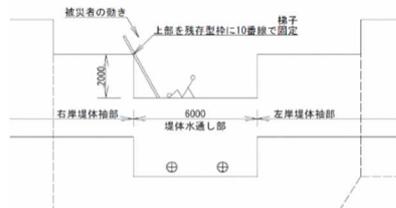


図-4 事故状況説明図

## 4. 転落事故

### 4.1 転落事故発生

完成検査当日、現場検査での測定指示箇所の測量終了後、作業員1名が移動のため堤体袖部から高さ2.0m下の水通し部へ梯子を使い降りようとしたところ、足を滑らせ水通し部へ転落し負傷した。完成検査当日であったため、仮設物を撤去しており、昇降設備は梯子を固定した簡易なものであった(図-4)。

### 4.2 再発防止対策

事故の要因として梯子の固定だけでは安全対策として不十分であったことと、被災者本人の不注意が考えられる。再発防止対策として、梯子使用に関する教育訓練の実施、梯子を使用する際には安全ブロックを使用し転落を防止する事とした。

## 5. おわりに

当工事における、土石流、熱中症、転落災害防止対策への取り組みの中で、安全を確保するには環境・設備の改善と、教育訓練の継続が重要であると改めて気付いた。1度限りの改善・対策や教育で終わることなく、日常的に教育訓練を実施する事で現場従事者の安全意識向上、新たな危険・改善箇所の発見につながる。さらに日々現場から出たアイデアを精選、採用することで、自分たちが安全を作るという意識が現場において高まる。当社では従来からの取り組みとして、通常の店社パトロールに加え、日常的に現場を見ている「目」ではなく、現場慣れしていない「目」で新たな視点から現場に潜む危険を見つけることを目的に、女性社員による安全パトロールを毎月実施している。これらを継続し安全作業に努めた。しかし、発生した「事故」という事実を真摯に受け止め、再発防止対策を確実に実施しつつ、さらに教育訓練を充実し、より細かな危険を見つける「目」を育てていくことが今後の課題である。また今回の事故を貴重な経験として活かし、今後携わる工事において無事故無災害での完成を目指したい。

## 6. 謝辞

最後となりましたが、事故による多大なご迷惑をおかけしたにもかかわらず、このような機会を与えて下さいました県土木事務所様はじめ、すべての工事関係者の方々に感謝申し上げます。

みだじろがわさぼうこうじ あんぜんたいさく  
弥陀次郎川砂防工事の安全対策について

株式会社京都現代建設 弥陀次郎川通常砂防（防災安全）工事  
（工期：平成 29 年 12 月 27 日～平成 31 年 3 月 21 日）

テーマ：ゴルフ場内での来場者への配慮と現場作業員への安全対策  
キーワード：地域貢献、熟練者の安全意識再確認



監理技術者 兼 現場代理人 ○ 千葉 拓也

### 1. はじめに

当工事は京都府宇治市木幡地先に位置する弥陀次郎川通常砂防事業にかかる砂防堰堤工事です。弥陀次郎川の流域は高峰山（398m）から五雲峰（343m）につながる稜線から、途中長坂峠に向かい、ゴルフ場の造成地端部を通る稜線を源流としており、流域最上流部はゴルフ場の管理施設があり、大規模な切土を伴う平地が形成されています。この付近は平成 24 年 8 月の京都府南部豪雨に伴い多量の土砂や流木が流出し、溪流にも多くの安定土砂や流木が堆積したことから、新たに透過型砂防堰堤 1 基と流路工が整備されることとなりました。施工箇所はゴルフ場内に位置し、搬入出路は住宅地に隣接しています。現場のあるゴルフ場は黄檗山万福寺裏の高台に位置し、眺めが良く交通アクセスも良好なため、多くのゴルファーに利用されています。施工現場への経路はゴルフ場管理用道路を使用し、ゴルフ場への来場車両、プレーヤーが乗るカートの往来も頻繁にありました。施工においてはこれらの車両等への安全確保に対する配慮のほか、飛来する打球からの作業員への安全を確保すること、担い手不足・作業員確保に対する熟練者（高齢者）への安全意識再確認と作業環境を整備することが課題でありました。

当現場の安全対策について以下に述べます。

### 2. 工事概要

工事内容：コンクリート舗装路盤工 612 m<sup>2</sup>、函渠工 48 m<sup>3</sup> 鉄筋挿入工 47 本、コンクリート堰堤工 86 m<sup>3</sup>  
法面崩壊抑制工 410 m<sup>2</sup> 仮設工 1 式



写真-1 現場から見たゴルフ場（16H）



写真-2 ゴルフ場（16H）から見た現場



凡例：  施工箇所  工事用道路  
← ● 打球 ← 一般来場道路

図 - 1 施工位置図

### 3. ゴルフ場への配慮と安全

当工事はゴルフ場管理用道路の一部を工事用道路として使用し、一般来場者車両と工事関係車両との区別化で接触事故防止に努めました。【図-1】

工事用道路の始めには 11 番ホールティーグラウンド横からホールに沿って通行が必要のため、ティーショットとセカンドショット及びゴルフカートへの配慮が求められます。さらに進行していくと 17 番ホール沿いを通り、同ホールティーグラウンドを二回横断する必要があり、再度ティーショット及びゴルフカートへの配慮が求められます。また施工箇所は『最も OB 球が多いホール』と聞く 16 番ホールグリーンに隣接し、プレーへの配慮及び飛球への安全対策が必要になります。【写真-3, 4】

#### 3.1 作業員への飛球対策

最も OB 球の多い 16 番ホールでの函渠工着手にあたり、立木に覆われた施工箇所が伐木によって整然とした半面、ティーグラウンドのプレーヤーからは施工箇所が目につくようになり、より多くの飛球が心配されることになりました。

対策として立木の一部を残し、それを利用してロープを渡し、飛球に対する防護グリーンネット（景観色）を設置しました。また足場組立後はその上部にも防護グリーンネットを設置しました。

これにより飛球に対する不安感が解消され、作業に集中することができ、安心安全な環境整備を行うことができました。【写真-5】

#### 3.2 プレーヤーへの配慮と打球見張員

16 番ホールは高低差 27m 程度の打ち下ろしのショートコースであり、ティーグラウンドからは左側に当現場が視界に入るところに位置します、またグリーンまでは最短 6m 程度で非常に近接しており小鳥のさえずりが響く静かな環境のなか、重機等の音や話し声はプレーヤーに不快感を与えるため、細心の注意が必要になります。

対策としてグリーン際を目立ちにくい箇所に見張り員を配置し、ティーショット時とグリーン周辺プレーの開始・終了を無線機で作業員と連絡調整を行い、作業の中断・再開を実行しました。また現場はプレーヤーからとても目につくため、清掃片付けを徹底し、切土丁張は紅白塗装を行い、清潔感のある綺麗な現場環境を心掛けました。

これらによりゴルフ場からの工事現場への理解が深まり、苦情やトラブルはなく、現場への飛球も心なしか少なく感じられました。【写真-6】

### 4. 地域への貢献

平成 30 年 9 月 4 日に上陸した台風 21 号は非常に強い勢力のまま京阪神を中心とした近畿地方を直撃し、大きな被害をもたらしました。関西国際空港の滑走路が浸水し、連絡橋にタンカーが衝突している映像は記憶に残ります。当現場への被害は小さなものでしたが、ゴルフ場には大きな被害をもたらし、



写真-3 工事用道路と 11 番ホール



写真-4 工事用道路と 17 番ホール



写真-5 防護グリーンネット (16H)



写真-6 打球見張員と防護板 (16H-G 横)

50年以上の歴史あるコースでは、立ち並ぶ幹周2mを超える大木が根こそぎ倒され、一部の施設の屋根はめくれ上がってしまい、とても営業できる状態ではありませんでした。職種は違って、日々となり合わせて仕事をしている当現場職員の胸中は皆同じで「ゴルフ場が営業再開できるまでは何かのお手伝いをする事」でした。【写真-7, 8】

#### 4.1 平成30年21号台風被害とゴルフ場再開に向けて

ゴルフ場には施設管理部が存在しますが、メンテナンスに大きな重機など必要なく、小型バックホウを2-3台所有する程度で、幹周2m越えの倒木を安全に撤去する、機材や技術など当然ありませんでした。当現場では管理用道路築造にあたり切土掘削作業を行っていた最中のため、大型バックホウが稼働し、大木の伐木技術を有する作業員も存在しました。営業再開にむけて当現場職員班は最も被害が大きかった、南側来場者用道路(800m)に横たわった倒木の撤去処分から開通までを任せられました。50本以上の倒木撤去処分と道路清掃は3日間で何とか終わることができ、4日目にはまだまだ傷跡残る箇所は多数あるなか、プレーヤーの安全が確保されたことが確認でき、営業再開へのお手伝いを終わることができました。またこの活動の数日後には、ゴルフ場を運営する代表者から「最短での営業再開と関係者の安全安心に多大なる貢献をされました」との内容の『感謝状』を受け取ることができ、この活動に携わった現場職員全員で「地域への貢献」を深く感じることができました。【写真-8, 9】

#### 4.2 安全協力会他ゴルフコンペ開催

当社が運営する安全協力会では協力業者間の親睦と絆を深めるため、5月と10月に当現場のあるゴルフ場でコンペを開催し、地域イベントのプロデュースから参加までを行いました。参加者にはコンペ終了後、現場を通過した際の感想等確認しました、また自身でもプレーヤーとしての目線で現場確認ができ、さらにゴルフのルール・マナーを学ぶことができ、施工管理に役立てることができました。また他現場の竣工記念や営業親睦などでもゴルフ会を企画開催し、少しではありますがゴルフ場の運営に貢献できたと思います。【写真-10】

#### 5. 熟練者の尊重と安全意識再確認

近年、担い手不足、若年層の工事現場離れが進み、問題になっております。当現場も例外ではなく、作業員はほぼ50、60代であり、交通誘導員にいたっては、60代はまだ若いほうで、概ね70代が多くを占めており、ごく稀に80代の方が来場される事もありました、現場作業に来られる方は皆さん元気で、体に大きな問題はなく、経験豊富な熟練者ばかりであります。年齢の増加による、体力の低下は仕方がないものであります、その体力低下もうまく機械を使って作業をこなす熟練者は、人手不足の現場では無くてはならない存在であります。またその事によって設計歩掛どおりに作業が進まず、補助機械の追加や休憩時間の増加延長におけるコミュニケーションでの経験・



写真-7 台風21号による倒木被害



写真-8 倒木撤去状況



写真-9 ゴルフ場から感謝状の授与



写真-10 コンペ受付から表彰式

技術の継承は重要なことであり、工程調整や原価調整はやむを得ない場合があります。しかしこれから益々深刻になっていくにあたり、熟練者（高齢者）の尊重と理解のもとでの安全管理が必要かと思えます。

### 5.1 親切丁寧な安全管理

当現場はゴルフ場の管理用道路を通行し、ゴルフプレー中のホール横をプレーヤーへの配慮を忘れず、飛球への注意をはらいながら、土石流の危険性のある現場です。熟練者でも経験のないような、特別な現場であることを詳細な現場案内図を作成し、協力業者各社では送り出し教育時、現場では新規入場者教育時と日々の安全朝礼時に変化する現場状況と、熟練者の顔色や体調を確認し、親切丁寧な安全管理を心掛け、安全意識の再確認を行いました。またゴルフプレーヤーへの配慮はゴルフ経験者でないと分からないルール・マナーがあり、現場案内図だけでは理解しづらいことがあります、従って新規入場車両の現場までの先導も必ず行いました。【資料-1】 【写真-11】

近年の異常気象により気候の変化が激しく体調を崩してしまうことが心配されたので、作業員休憩所には血圧計を配備し、熟練者（高齢者）の自主的な健康管理を行いました。また猛暑の夏は現場休憩所を川沿いの風通しの良い木陰にテントを張り、ミストファンを設け、熱中症対策と体調への配慮を行いました。【写真-12, 13】

### 5.2 場内運搬管理表、プレー監視報告書

場内でのダンプ運搬は管理用道路の設計勾配が17.8%とかなりの急こう配であることから、過積載でのブレーキ不良等による転落事故防止対策が必要であり、また17番ホールの横断時他、低速走行での騒音と土埃抑制など、プレーヤーへの注意と配慮も必要になります。対策として、各運転手には場内運搬管理表、打球見張り兼工事車両誘導員にはプレー監視報告書を記入してもらい、単調である運転や監視誘導作業をより安全意識の高い作業にすることができたと思えます。

## 6. おわりに

平成29年度の工事につきましては、工事に携わっていただいた関係者の方々の日々の努力のおかげにより、無事故・無災害で平成31年3月に竣工させることができました。

今後におきましても、作業員の方々がより安全で安心して作業が行えるよう、今回実施した安全活動を継続していくと共に、さらなる工夫を加えながら、現場を進めていきたいと思えます。

最後になりましたが、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<sup>たまわり</sup>に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、宜しくお願い致します。



資料-1 詳細な現場案内図



写真-11 新規入場車両場内先導



写真-12 休憩所での血圧測定



写真-13 ミストファン等による体調配慮

とののちく 殿野地区 しやめんたいさくこうじ あんぜんたいさく  
**斜面对策工事の安全対策について**

檜尾建設(株) 殿野地区 斜面对策工事

(工期：平成31年3月13日～令和2年1月31日)

テーマ：多角的な安全対策による作業員及び近接家屋の安全性確保

キーワード：崩壊、落石、接触



○代表取締役 ひのき お 檜尾 洋希  
 現場代理人 土生 俊雄  
 監理技術者 土生 俊雄

1. まえがき

本工事は奈良県五條市大塔町殿野地内の家屋背面側の地山の一部崩壊及び崩壊の可能性のある危険箇所<sup>①</sup>に安全性を確保することを目的として、平成28年度に急傾斜地対策事業として奈良県が整備を開始した事業である。殿野地区は図-1に示すように非常に急峻な地形にブロック積み擁壁や地山掘削等により民家を建築しており、かつ地区に進入する道路は非常に狭歪であるため、搬入可能な建設機械や資材が限定されてしまうことから、合理的かつ無駄のない施工計画が求められた。また、安全性の確保としては建設作業中の作業員に対する安全対策、資機材搬入時の一般通行車両や歩行者に対する安全対策に加え、本現場の特異性として家屋に接近（一部既接触・埋没）した箇所での施工となるため、家屋自体の安全性を確保する対策が必要であった。

そこで、本工事では工事進捗に応じた安全対策を実施するとともに、地形条件等を詳細に把握し地山挙動の監視及び施工方法の合理化による安全対策を立案・実施した。その結果、落石防護対策の有用性や先進技術による施工時における安全性向上などの効果を確認できたことから、ここにその対策結果を報告する。



図-1 殿野地区施工箇所周辺状況

2. 工事概要

本工事は民家背面の地山が軽度崩壊を起こしていることに加え、継続崩壊の危険性を含んでいることから地山掘削（砂防土工）・法面安定対策（吹付法砕工・グラウンドアンカー工・鉄筋挿入工）・落石対策（重力式擁壁工・落石防護柵工）を主要工種として地山の安定化を図り住民の安全性を確保することを目的とした工事であった。工事概要を表-1に示す。なお、本工事は令和2年1月30日に無事故・無災害で竣工した。

工種等	単位	数量
砂防土工（掘削）	m <sup>3</sup>	3,100
残土処理工（カゴ砕工箇所）	m <sup>3</sup>	1,600
残土処理工（場外搬出）	m <sup>3</sup>	2,000
吹付法砕工（□500）	m	402
吹付法砕工（□300）	m	39
グラウンドアンカー工 （平均削孔長 10.5m）	本	73
鉄筋挿入工（L=2～3m）	本	5
重力式擁壁工	m <sup>3</sup>	363
落石防護柵工（支柱高 2m）	m	49
排水構造物工	m	45

表-1 工事概要

3. 近接家屋上部側の施工時の安全対策

本工事は家屋に接した箇所の掘削及び構造物構築であるうえ、掘削箇所よりも上部側からの落石が予想されたため、施工進捗及び位置に併せた安全対策を実施する必要があった。また、施工スペースが非常に限定的であるため、転落及び重機災害を防止するための対策を立案・実施する必要があった。

### 3.1 仮設落石防護柵の設置による落石防護対策

施工当初の作業となる地山掘削作業や法面対策作業実施時には落石や骨材飛散が発生するリスクがあると考えられたため、家屋の安全性を確保するために仮設落石防護柵を掘削作業下部側と家屋の間に上中下3段設置した。上部側には高さ2mのイーザーネットと単管を組み合わせたものに加え、電池式落石地滑り感知センサーを取り付けた(図-2)。中下部側には高さの異なる単管とクラッシュパッド(t=10cm、EPS素材)による仮設落石防護柵を設置した(図-2)。なお、上中下対策ともに掘削箇所全延長に設置するとともに、機能発現の正常性を確保するために1日3回の点検及び防護柵裾に堆積した落石や土砂の撤去を実施した。本対策は軽量かつ一定量の落石エネルギーに対応したものであったため、掘削時の落石も全て防護することができた。

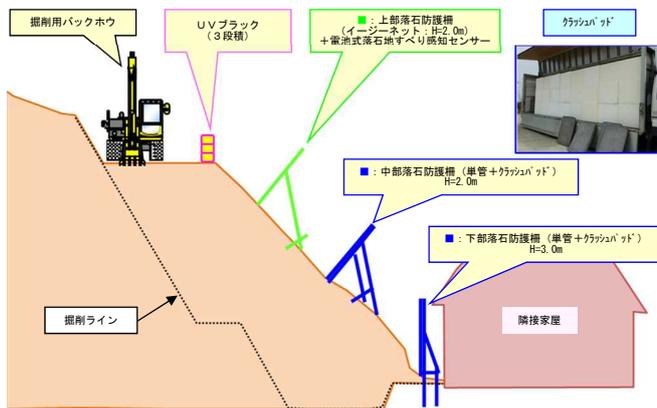


図-2 仮設落石防護柵

### 3.2 耐候性土嚢袋を用いた重機移動時の落石発生防止

地山掘削作業は建設機械(バックホウ)を用いて行うため、バックホウ移動用のスペースが確保できた段階で、掘削作業法肩側に耐候性土嚢袋(UVブラック)を3段に積み、バックホウ移動時に発生が予測された落石を防護した(図-2)。結果、法裾から下部側(家屋側)への落石を防護できたとともに、耐候性土嚢袋を用いたため転用することができ、合理的な設置を行うことができた。

### 3.3 スーパーサッチャーを用いた地山挙動の監視

掘削作業を行う事で一時的に施工箇所の安全性が低下し、施工箇所上部側の崩壊等の予測を行う必要があったため、土砂崩れ検知・警報装置(スーパーサッチャー)を図-3に示す3か所に設置した(写真-1)。また、専任の監視員によりスーパーサッチ

ャーの作動の有無及び目視による落石等の発現の有無を確認した。結果、施工上部側の挙動は確認されず、崩壊等も発生しなかったが、本対策により地山自体の危険性を作業員に効果的に周知することができた。

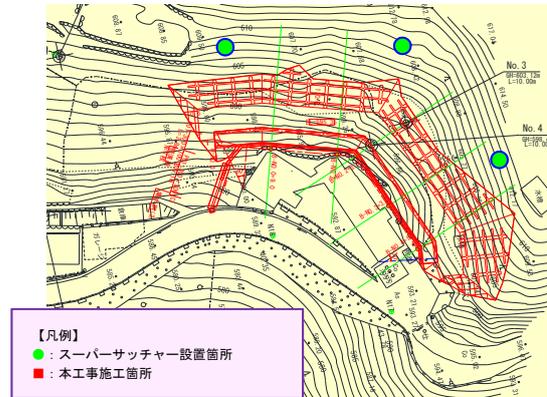


図-3 スーパーサッチャー設置箇所



写真-1 スーパーサッチャー

## 4. 家屋近接箇所施工時の安全対策

家屋の一部が軽度崩壊土砂により埋設した形の現況であったことから、家屋を損傷しない形で土砂の撤去及び構造物の構築を行うための安全対策と同時に、非常に狭小なスペースでの作業となるため重機と作業員との接触防止にも留意する必要がある。

### 4.1 掘削作業用重機の死角の解消

使用する全てのバックホウは超小旋回型を用いた。また、0.2m<sup>2</sup>級以上のバックホウには重機接触全周囲監視モニター装置パノラマビューを搭載し、重機オペレーターのバックホウの全周囲をモニタリング可能にし、家屋と使用重機の距離の確保や接触リスクがないかを瞬時に確認することができるようにした(写真-2)。この結果作業員はもとより家屋との接触も完全に防止することができた。



写真-2 パノラマビュー

#### 4.2 家屋近傍への作業時の侵入防止対策

近接家屋壁面から水平方向に50cm離れた箇所にレーザーバリアシステムを設置し、レーザー感知範囲に作業者が侵入した場合に警報音と回転灯によりアナウンスし、誤侵入が無いようにした(図-4、写真-3)。レーザーバリアシステムは最大80mまでの侵入検知が可能であるため、直線施工延長が50m未満の本工事では末端まで検知することができ、特にバックホウの巡回時の検知を効果的に行うことができた。

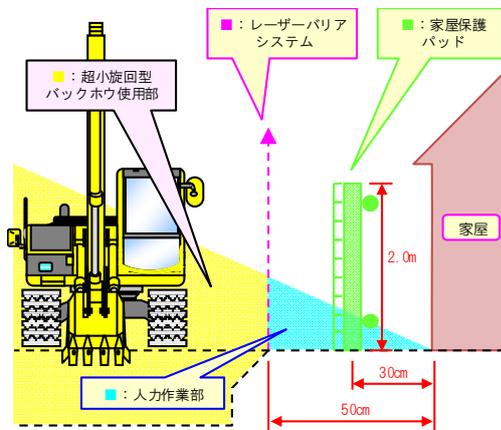


図-4 家屋近傍施工時対策



写真-3 レーザーバリアシステム

#### 4.3 近接家屋自体への接触防止対策

近接家屋に対し、地面から2mの高さの家屋保護パッド(EPS素材:t=10cm+気泡緩衝材+単管による枠組固定式)を設置し、微細な飛散物や重機使用時の家屋との直接接触を防止できるようにした(図-4、写真-4)。本対策はEPS素材を用いているため軽量かつ加工が容易であったことから、複雑な形状の家屋に即した形で配置することができた。ただし、目視にて確認する限り表面に飛散物等の接触跡が無かったことから、前述の対策が有効に作用していたと考えられる。



写真-4 家屋保護パッド

#### 4.4 人力作業による重機作業レスの実施

レーザーバリアシステム及び家屋保護パッド設置区域となる近接家屋壁面から水平方向に50cmの範囲は、重機作業ではなく人力にて掘削・整正・転圧作業を行い、家屋近接箇所作業時の重機作業による接触リスクを完全に無くすようにした(図-4、写真-5)。当範囲は家屋保護パッドを撤去した状態でしか施工できなかったが、人力作業とすることで家屋との接触や巻き込み事故等を完全に防止することができた。



写真-5 人力作業状況

## 5. ICTの活用や先進技術の導入による合理的施工方法の実施

本現場は急峻かつ家屋の一部が埋設した箇所での施工であったため、前述安全対策と同時に施工による手戻りや掘削面の施工精度の低下による浮石の落下等が発生しないように数々のICT (Information and Communication Technology) や先進技術を用い、合理的かつ施工の省力化に努めた。代表的事例を以下に述べる。

### 5.1 3Dレーザースキャナーを用いた地形測量の実施

本現場の着工前測量及び逆巻き施工時の小段1段掘削完了時毎の確認測量として、3Dレーザースキャナーを用いた現況地形測量を実施し、データを3次元化して地形情報を詳細に確保した(図-5、写真-6)。これにより測量作業が従来のトータルステーションを用いたものよりも大幅に省力化することができた。また、法面勾配の面的な精度確保を行えるため、掘削勾配が鉛直側になってしまうことによる地山の崩壊等のリスクを除去することができた。

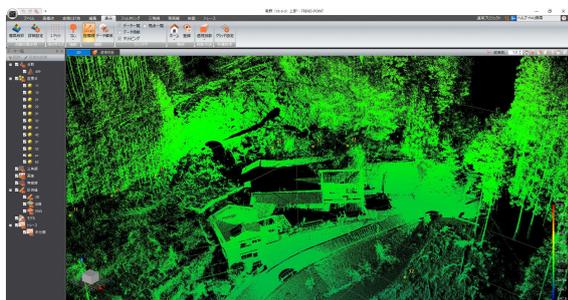


図-5 3次元データ処理状況



写真-6 3Dレーザースキャナー

### 5.2 UAVを用いた工事進捗管理の実施

殿野地区は山林の中に集落が存在しているため、

現場の全体像の把握が困難であったことから、UAV (Unmanned Aerial Vehicle: 通称ドローン) を用いた上空写真撮影を行い工事進捗管理に活用した(写真-7)。これにより地山掘削のための工事用進入路位置の妥当性や工事箇所周辺の変状が無いかを効果的に確認することができた。



写真-7 UAVによる写真撮影

### 5.3 電子黒板を用いた写真管理の実施

本現場は施工スペースが非常に狭く、工事写真の撮影用黒板を配置した場合目的物とカメラの距離が近すぎて適切に撮影できないほど接近した箇所での施工を行う必要があったため、電子黒板を用いた写真管理を全面的に導入した。結果として狭小箇所においても電子黒板により工事情報を記入することができ、工事の合理化・省力化を行えた。

## 6. まとめ

土木工事現場は一品生産であるため、一つとして完全に同様の現場は無い。このため、各現場に即した安全対策を実施する必要がある。本論文は急峻な地形や狭小スペース、一部民家が土砂に埋没した箇所という現場において実施した安全対策の説明及び効果を考察したものであるが、安全性を確保するための予測対策、物理的対策、作業的対策を一体性をもって実施することにより、人だけではなく周辺の家屋等の構造物も含めて無事故・無災害を達成できるということを実証できた。今後は同様の考え方を踏襲しつつ、各土木工事現場に即したより汎用性の高い対策を研究・検討・実施していく必要があると考える。最後に、本論文を作成するにあたりご協力していただいた関係各位に感謝を述べるとともに、全ての建設現場で無事故・無災害が達成できることを心から願う次第である。