

平成29年度  
砂防関係工事安全管理技術  
研究発表会  
論文集

[開催日] 平成30年 2月23日 (金)

[開催場所] 大阪合同庁舎第1号館 第1別館二階 大会議室

# — 目 次 —

番号	表題	頁
①	<p style="text-align: center;">『<small>こうだい さんりんない しやめんたいさくこう あんぜんたいさく</small>            広大な山林内での斜面对策工における安全対策について』</p> <p style="text-align: center;"><small>み うら まさる</small>            三浦 克</p> <p style="text-align: center;">(鶴甲東地区斜面对策(その3)工事 ライト工業(株)西日本支社)</p>	1
②	<p style="text-align: center;">『<small>ろっこう きぼうかんない い じ きぎょう あんぜんたいさく</small>            六甲砂防管内維持作業における安全対策について』</p> <p style="text-align: center;"><small>いのうえ くにひろ</small>            井上 邦宏</p> <p style="text-align: center;">(六甲砂防管内維持作業 (株)前田造園土木)</p>	5
③	<p style="text-align: center;">『<small>ふたたびたにえんていこう じ あんぜんたいさく</small>            再度谷堰堤工事における安全対策について』</p> <p style="text-align: center;"><small>きむら いくお</small>            木村 郁夫</p> <p style="text-align: center;">(再度谷堰堤工事 (株)松田組)</p>	9
④	<p style="text-align: center;">『<small>い や ち く こう じ よう どう ろ ほ か こう じ あんぜんたいさく</small>            熊野地区工事用道路他工事における安全対策について』</p> <p style="text-align: center;"><small>すずき けいご</small>            鈴木 啓吾</p> <p style="text-align: center;">(熊野地区工事用道路他工事 (株)尾花組)</p>	13
⑤	<p style="text-align: center;">『<small>くりだいら ち く こう じ よう どう ろ ほ か こう じ あんぜんたいさく</small>            栗平地区工事用道路他工事における安全対策について』</p> <p style="text-align: center;"><small>やまむら のぼる</small>            山村 登</p> <p style="text-align: center;">(栗平地区工事用道路他工事 (株)中和コンストラクション)</p>	17
⑥	<p style="text-align: center;">『<small>な ち が わ ち く しゅうへんせいびこう じ あんぜんたいさく</small>            那智川地区周辺整備工事における安全対策について』</p> <p style="text-align: center;"><small>ざいつ あきのり</small>            財津 明教</p> <p style="text-align: center;">(那智川地区周辺整備工事 井筒建設(株))</p>	21
⑦	<p style="text-align: center;">『<small>あかだに ち く けいりゅう ほ ぜんこうほかこう じ あんぜんたいさく</small>            赤谷地区溪流保全工他工事における安全対策について』</p> <p style="text-align: center;"><small>まつもと けんたろう</small>            松本 健太郎</p> <p style="text-align: center;">(赤谷地区溪流保全工他工事 鹿島建設(株))</p>	25

こうだい さんりんない しゃめんたいさくこう あんぜんたいさく  
広大な山林内での斜面对策工における安全対策について

ライト工業（株）西日本支社 鶴甲東地区斜面对策（その3）工事

（工期：平成28年1月16日～平成30年3月10日）

テーマ：広大な山林内での斜面对策工における安全対策

キーワード：転倒災害対策、安全意識向上策、ICTによる省力化

監理技術者 村重 誠

現場代理人 ○ 三浦 克



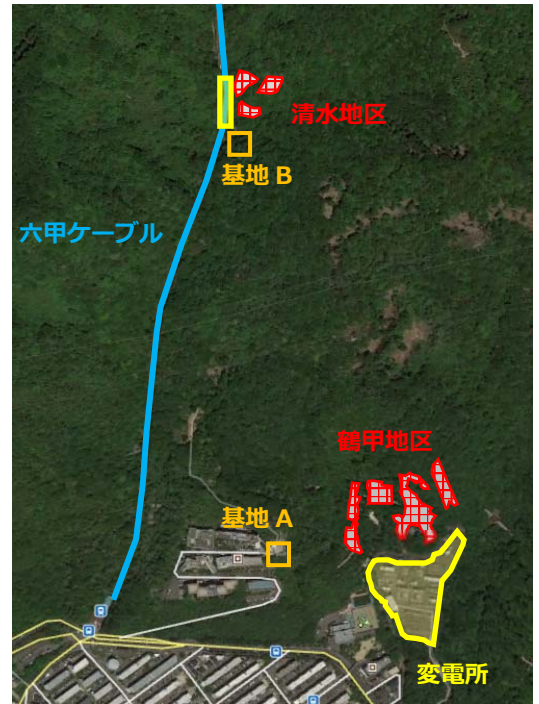
### 1. はじめに

当工事は神戸市灘区高羽地先に位置する六甲山系グリーンベルト整備事業、の内の斜面对策工事である。施工箇所は変電所の直上に位置する鶴甲地区と、六甲ケーブル（全長1,690.5m）に隣接する清水地区に分れる。鶴甲地区は六甲山の幹線道路である県道95号線より進入し搬入出路は集合住宅や老人福祉施設が隣接する。基地となる仮設ヤードの出入口に高羽道”油こぶし”と言われるハイキング道があり、週末は多くのハイカーで賑わう。清水地区は六甲山上駅より約900m下方の軌道に隣接する。通勤は六甲山上駅より徒歩で下山し、資機材の搬入出は夜間に六甲ケーブルカーを利用して行う。鶴甲地区、清水地区共に現場は広葉樹が分布する山林内で六甲花崗岩を基盤として上層をルーズな礫層が覆っている。山林内は小規模の滑落崖が多数見られ地表部には転石が多い。起伏に富んだ広大な山林内で、不連続な勾配の斜面上を広く移動して施工するため移動時の安全性を高める事と、長期間安全意識を維持すること、施工の省力化を図り作業環境を整備する事が課題であった。

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：ワイヤー連結工 5,722㎡、鉄筋挿入工 2,191本、ロープ伏工 788m<sup>2</sup>、仮設工1式  
進捗状況：進捗率 100%、本体工事及び仮設工の撤去も完了している。（H30.1.31現在）



凡例： ■ 施工箇所 ■ 保全対象  
□ 基地 — 六甲ケーブル  
■ 図-1 施工位置図



写真-1 鶴甲地区の施工状況



写真-2 清水地区の施工状況

### 3. 転倒災害対策

当工事は広大な山林内に位置し、施工箇所までの移動距離が長く場内の移動範囲も広い。場内は転石や滑落崖による段差が多く見られ、起伏に富んだ不連続な勾配の斜面であることから移動時の転倒災害の危険性が高いと考えた。また厚生労働省の災害統計によると転倒災害は全産業の中で最も多く発生しており、作業員の年齢が高齢になる程、転倒災害の発生率も高くなることから当現場の重要な課題として取組んだ。

#### 3.1 作業通路の整備

転倒災害の危険性を低下させるためには作業員移動時の負担を軽減し移動性を向上させる必要がある。地山に応じた簡易な作業通路や、親綱の付替えによる移動とすると墜落転落災害の危険性が高まり、作業員の負担が増加することから当工事では施工範囲上部に単管足場で通路を設置し転倒災害の原因となる凹凸や段差解消に力を注いだ。これにより作業員の負担軽減と移動性の向上が図れ、移動時の安全性向上に繋がった。

#### 3.2 危険個所の見える化

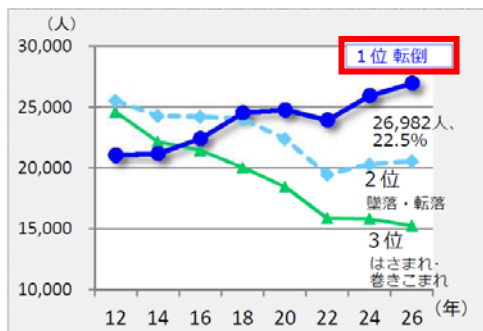
単管足場による作業通路の整備を行い、作業員の負担軽減と移動時の安全性向上は図れたが、施工箇所までの通路には躓く原因となる転石や木の根、凹凸があり、単管足場の作業通路においては、地山の形状により解消できない段差が生じていた。これらの障害物や凹凸、段差を放置すると転倒災害に繋がる為障害物には蛍光塗料による明示、凹凸や段差には段差ありシートによる明示や段差解消マットの敷設、足元注意の注意喚起看板を設置して危険個所の見える化を図り転倒災害を防止した。

#### 3.3 通路灯の設置

広葉樹で覆われた山林内は、日光が遮られ日中でも薄暗い為冬季の夕暮れ時になると山林内は一段と暗く作業終了後に基地まで移動する際に、通行時の照度が確保されないことから樹木が密集したエリアの通路には、通路灯を設置して通行時の照度を確保した。また通路灯による山火事防止のため、通路灯にはLED電球を使用した。

#### 3.4 綺麗な現場作りを推進

通路や階段、出入口付近や空きスペースに不要な資材や異物落ち葉等があると躓いたり滑ったりする可能性があり転倒災害の危険性が高まる。当工事では“綺麗な現場に事故はなし”を合言葉に5S運動（整理・整頓・清潔・清掃・躰）を徹底し気付いた人が片付ける現場環境をつくり「現場を綺麗に！！」の横断幕の設置や通路に複数のほうきを設置して現場の美化に取組み、転倒災害防止に繋がった。



■ 図-2 事故の型別死傷者数の推移



■ 写真-3 作業通路の整備状況



■ 写真-4 危険個所の見える化



■ 写真-5 通路灯の設置状況



■ 写真-6 横断幕の設置状況

#### 4. 安全意識向上対策

安全な作業を定着させるためには、作業所に従事する関係者全員が災害防止活動に積極的に取り組み危険に対する認識、安全意識を高めることが重要である。事故が発生すると事故後の原因分析では、多くの場合にヒューマンエラーが見つかり、その割合は8割以上とも言われる。

当工事では危険軽視や慣れ、不注意や近道省略行動本能から発生するヒューマンエラーを防止するため、作業所に従事する一人ひとりが高い安全意識を持って注意深く行動できるように安全意識向上対策に取り組んだ。

##### 4.1 現場で生まれたアイデアを形にする

自主的安全活動を推進するために災害防止協議会でアイデアを募集したところ、協力会社の職長より作業環境を改善するために注入プラントとモノレールの稼働を見える化したいと提案があり採用した。注入プラントとモノレールは施工箇所の上方にあり施工の進行に伴い、下方へと移動する作業員からは視認しにくい。また、削孔機の稼働音もあるため音による稼働確認もできない。これらを改善するために、注入ポンプとモノレール稼働時にパトライトが作動するよう見える化した。

現場の主役である職長や作業員のアイデアを積極的に採用することで自主的安全活動の推進に繋がり不良個所の改善や予防措置が速やかに実施され安全意識向上に繋がった。

##### 4.2 安全ポスターの製作

作業所に従事する関係者全員の安全意識を向上させるために関係者全員をモデルにした、オリジナルの安全ポスターを制作した。オリジナルの安全ポスターを制作することで協働の意識や作業所の一体感が生まれ、安全意識向上に繋がると考えた。安全ポスターのサイズは、縦2m×横4mで作業所入口の万能扉に設置し、ハイカーや近隣の老人福祉施設の利用者からも見える位置に大きく掲示したことで、一人ひとりの責任感も高まった。

設置後に作業員に話を聞くと「照れくさいけど安全ポスターのモデルなので恥ずかしい仕事はできない」と言っていた。安全意識の向上に繋がっていることが確認できたため定期的にポスターの内容を変えて安全意識の向上に繋がった。

##### 4.3 現場の見せる化

現場見学会を積極的に受入れ、現場を見せる化することで安全意識向上に繋がった。外部の方に現場を見せることで“魅せる現場に従事する誇り”と、“見られている意識”が高まり安全意識向上が期待できると考えた。また発注関係者様から企業や学生まで受入れることで客観的な現場の評価が聞け、気付きの機会が増えることで安全技術のスキルアップに繋がった。



■ 写真-7 注入ポンプの稼働状況を見える化



■ 写真-8 モノレールの稼働状況を見える化



■ 写真-9 現場安全ポスターの製作



■ 写真-10 現場見学会の開催

## 5. ICT (Information and Communication Technology)による省力化

作業の負担が増加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不安全行動に繋がる。円滑な情報共有が行われなければ不要な作業や手戻りが増加して更に負担が増加する。また連絡調整の機能が低下して事故の危険性も高まる。当工事ではハイテクとローテクのICTを活用して工事関係者の負担軽減や職員と職長との速やかな情報共有の実現に積極的に取り組んだ。

### 5.1 スマートフォン、タブレット端末の活用 (ハイテク)

施工範囲内には滑落崖が多数見られ、地表部には転石も多い。不連続な勾配の急斜面が多い斜面上で施工するため、段階確認時においても土砂災害や落石災害、墜落転落災害に見まわれる危険性が考えられることから、段階確認時に危険個所に近づかなくても段階確認ができる様にスマートフォンとタブレット端末を活用して段階確認を実施した。その結果、段階確認時に施工箇所付近に近づく作業員と親綱、ライフラインの設置本数が省力化でき安全性が向上した。



■ 写真-11 出来形検査状況

### 5.2 WEB会議システムの活用 (ハイテク)

各地区へのアクセスは車両、ケーブルカー及び徒歩で移動するケーブルカーの待ち時間を考慮すると移動時間は1時間を要する。このため速やかな情報共有と、安全性を高めるためにWEB会議システムを活用した。WEB会議システムを活用することで各地区の現場と現場事務所や店社で現地確認ができ、速やかな情報共有と職員の移動の省力化や負担軽減が図れ、安全性向上に繋がった。



■ 写真-12 WEB会議システムの活用

### 5.3 無線機を利用した情報共有 (ローテク)

基地から施工箇所までの距離が長く、区分けされた山林内での作業となるため、速やかな情報共有を目的に無線機を導入した。基地には索道やコンプレッサー等の機械があり機械のオン・オフから索道で何をどこまで運ぶのか、工事関係車両の搬入出に至るまで施工箇所から基地の円滑な連絡手段が必要であった。無線機は職員と職長、班長が使用することで円滑な情報共有と負担軽減が図れ作業効率の向上にも繋がった。



■ 写真-13 無線機の使用状況

## 6. おわりに

現在、約2年の施工期間を経て現場作業を終え平成30年3月の竣工にむけて準備中である。これまで転倒災害対策、安全意識向上対策やICTによる省力化の取組を現場の活動として紹介したが、その陰には店社のバックアップに支えられている所が大きい。

平成28年2月に着手し、平成30年1月末時点までの24ヶ月間に実施された安全パトロールは店社パトロール34回、労働安全コンサルタントによる外部パトロール2回、を含めて合計36回を数える。多くの目で現場を見て、改善の指導と予防のヒントを与えて頂き現在の現場がある。

当工事の施工は終わったが、この経験を活かして今後担当する工事においても安全活動がマンネリ化しないように関係者全員で知恵を絞り、一工夫して無事故無災害を目指したいと考えます。

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には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。

ろっこうさぼうかんないいじさぎょう      あんぜんたいさく  
六甲砂防管内維持作業における安全対策について



(株)前田造園土木    六甲砂防管内維持作業

(工期:平成29年9月21日～平成30年3月31日)

いのうえくにひろ  
現場代理人 ○ 井上 邦宏  
いのうえくにひろ  
監理技術者      井上 邦宏

キーワード : 第三者災害・防止ネット・KY活動

1、はじめに

本工事は六甲砂防事務所管内の維持作業をします。一言で維持作業といっても説明するのは難しく、当初、何をするのか解りませんでした。知合いに聞いたら便利屋みたいな仕事だと言われました。

実際説明できる人はすごいです。いろんな知識が浅く広く必要で、他の作業と違うのは第三者や近隣の住民に接することが多く、作業員一人ひとりの対応がかなり作業の進捗に関わることもあります。

仕事を早く、美しく、丁寧にするのはプロの職人としては当然のことです。更に他人を気遣う仕事が維持作業には求められると実感しました。

2、工事概要

除草工      (作業箇所:山田川流路工)



(流路工内の用地の除草・運搬作業)



伐木除根工      (作業箇所:紅葉谷観測所)



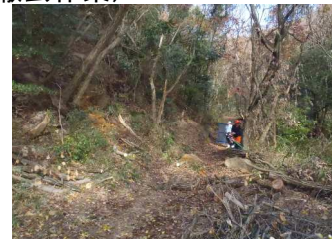
(堰堤内の倒木撤去作業)



伐木除根工      (作業箇所:水分谷堰堤)



(散策道の倒木撤去作業)



※当該作業は、ウッドタワー工法にて、特殊ロープウィンチで倒木を起こし、通信線を保護しながら伐採撤去した。

## ウッドタワー工法とは



3モーションシステムによる高い作業効率

### ① 登攀 (クライミング/Climbing)

クライミングロープを利用して木に登ります。

### ② 伐採・枝降し (リギング/Rigging)

チェーンソーで伐採、ロープで制御しながら枝や幹を降ろします。

### ③ 集材 (コレクティング/Collecting)

ウインチにより所定の集積場まで牽引、不要な枝も切り払います。

ロープクライミング・スマートウインチ・ポータブルウインチの採用により、3つの繰り返し作業（スリーモーション）が最小4名で可能に。

「地上伐採方式」「吊るし切り方式」「足場仮設工法」「高所作業車工法」などの従来の伐採方法とは異なり、安全性の向上と重労働からの解放が図られ、若い技術者からも注目を集めている工法です。

清掃工（作業箇所：神嘉堰堤）



（堰堤内の散在ゴミ集積作業）



応急処理工（作業箇所：烏原東地区）



（用地内の滑落土砂撤去及び修繕作業）



応急処理工（作業箇所：角石第3鋼製枠堰堤）



（用地内の排水対策作業）





3、社内での安全対策  
(協力業者及び社員による安全周知会)



(月例安全パトロール)



(月例安全訓練・安全衛生協議会)



(使用機械の始業前点検)



(監視員による注意喚起)



(交通誘導員の有資格者明示)



(安全掲示板の設置)



(ポータブル看板による明示)



除草作業といいますと一番に思い浮かぶのが草刈り機による除草作業です。一般的に家庭や身近な所でも使用できるように最近では安価でホームセンターで販売されています。道具、機械は良いものが次々と出てきますが、肝心の販売者や使用者への安全に関する注意喚起が少し足りないように思います。これは利益を優先し、悲惨な事故に対する関心が見受けられないように思います。せっかく良い機械や道具があっても周囲への気遣いや知識がないと怪我や事故は無くなりません。

私たちの現場では、常日ごろから安全に通勤し、安全に帰宅して美味しいご飯を家族で食べようという信念で毎朝の朝礼での作業手順の周知・KY活動での注意喚起を行っています。日々の安全意識の積み上げ努力が無事故無災害で現場を収める秘訣かもしれませんね。



除草作業をしていて一番気を遣うことは、飛び石による第三者災害です。作業をしている本人が解っていても脛に当たると痛いのに、予期せぬ所から飛んでくるのは正に突然の襲撃に外なりません。

とても不愉快な思いをしますし、当たり所が悪いと…。考えただけでも身の毛が逆立つ思いです。事故や怪我は被害者に多大な損害を与えますし、加害者も不幸にします。

だからこそ、罪を憎んで人を憎まずの精神で罪を作らないための努力をしなければいけません。

私たちの現場では新技術登録されている飛散防止ネットあんぜん1号を導入しました。

## 重い・強い風・飛散する小石はもう気にしなくていい!

**背負いベルトにより  
使用者の負担も軽減!**

**作業終了後の  
清掃もラクラク!**

ANZEN1GOは、作業性のよい長さ、高さの長方形に形成されたネット部材と、ネット部材を支持する支持棒、吊下げを保持する背負いベルトとから構成されています。

ネット部材は、一定間隔で取り付けられた吊り下げリングにより支持棒と繋かれ、支持棒も水平方向に拡張が可能で、コンパクトに伸縮する事ができ、持ち運びも非常に便利です。

草刈り作業時に飛散する草はもちろんの事、小石も不通過で、風透過性も非常に良く、ネット部材の下部に一定間隔で取り付けられた重力を付与する複数の重しが、ネット部材の風圧による吹き上がりを防止してくれるので、安定性も抜群です。

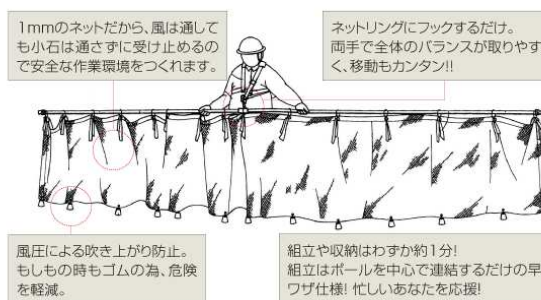


**軽く、幅が広がった!**

従来のコンパネとは違い、重さ約5kg、左右最大4.0mと従来に比べ、幅広で軽いため作業もしやすく、また身体の負担を軽減しています。

**大きいけど、小さい!?**

作業時は大きく、作業終了時は長さ1.0m×40cm以下(ネット)、またボールは4.0mから2.0mへと小さく、持ち運び、収納もカンタンで、軽トラにも積みやすく、女性の方でもラクラク



除草作業で自他ともに飛び石からの災害防止ができました。驚くほど軽く、風の影響を受けにくい構造でした。たかが草刈と軽く思っていた作業員たちも、安全に対する考えが変わったと喜んでいました。

#### 4、おわりに

安全の日を積み重ねていくのは難しいと思います。決して一人の力では達成できないし、家族・仲間・会社・地域住民などたくさんの方々のご理解と協力が必要です。そして必ず安全で一日を終えるという信念を持って行動すべきなんです。

家族や仲間とおいしい食事を毎日頂けるように、日々精進していきたいです。

工事半ばですが、良き技術と良き知識を沢山取り入れて、無災害の職場づくりを仲間たちとしていこうと考えております。

ふたたび たに えんてい こうじ  
再度谷堰堤工事における安全対策について

株式会社 松田組 再度谷堰堤工事  
(平成29年4月1日～平成30年1月31日)



現場代理人・監理技術者 ○ 木村郁夫 きむら いくお

テーマ 作業員の安全意識の向上  
キーワード 仮想現実体感装置を用いた安全教育

1.はじめに  
当工事場所は、神戸市中央区神戸港地方再度谷地先に位置し、2級河川 宇治川水系大師川再度谷に再度谷堰堤を新設(生コン打設はラフテクレーン)する工事です。  
今回は、当現場において実施している安全教育について報告します。

工事現場周辺位置図



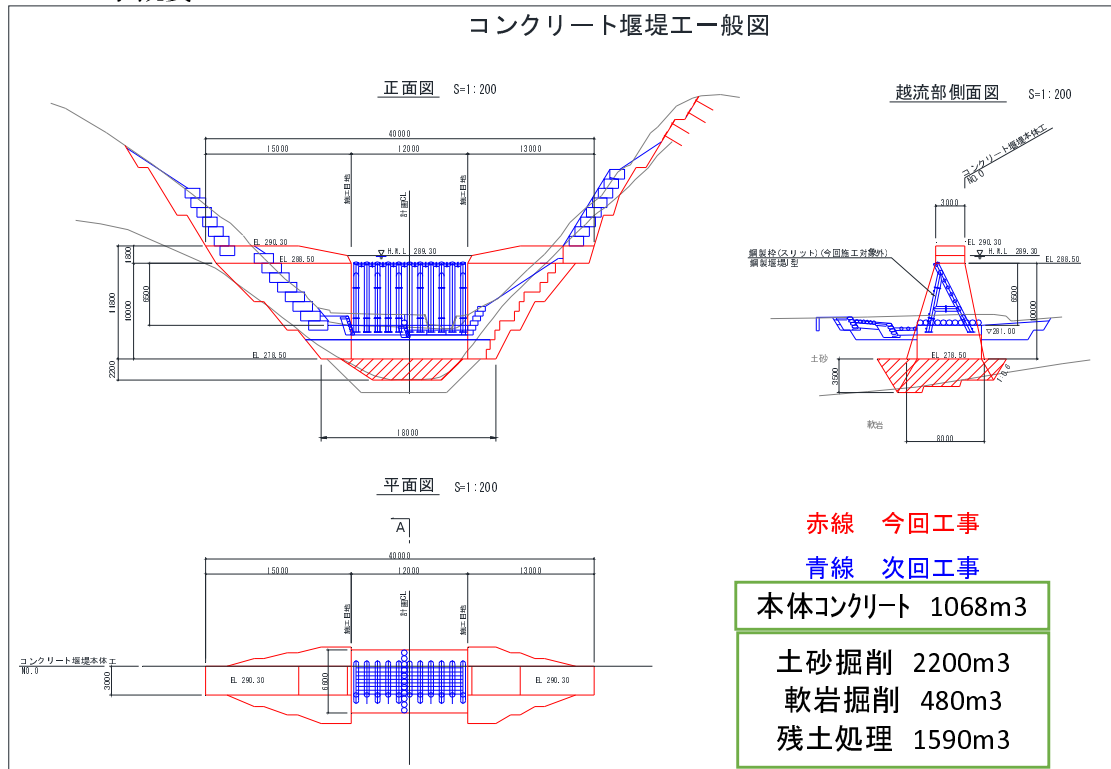
着手前

工事現場

平成30年1月18日現在



## 2. 工事概要



## 3. テーマ 『安全意識の向上について』

- ・キーワード【仮想現実体感装置を用いた安全教育】の経緯について

### ①【今までの教育】

参考図書やビデオ等の視聴覚. 資料による毎回同じ事の繰り返しで新鮮味がなく、飽きてしまいマンネリ化となっていた。

### ②【今回の教育】

仮想現実体感装置を用い「頭」で「危険」を理解し、「体」で「安全を確保する行動をとる」、という「頭」と「体」の両面で安全を確保することを目的とした。

#### ②-1【仮想現実体感装置】について

コンピューターグラフィックスで再現した空間に、体験者自身が入り込んでその世界を体験できる技術ヘッドマウントディスプレイを装着して視聴することで、360度空間全体を仮想体験することができる。



ヘッドマウントディスプレイ



ヘッドフォン



体験状態

## ②-2【事故体験メニュー】について

下記の5項目災害について仮想体験の実施をした。



- 1.自身が被害者となる視点
  - 2.重機運転者(加害者)となる視点
  - 3.目撃者の視点
  - 4.事故を未然に防げた視点
- 上記 4項目について仮想体験ができた。

## ②-3【仮想体験中、後】について

(体験中の言葉)

- ・怖わー
- ・これすごいなー
- ・下を見れば怖いなー
- ・おおー
- ・うわー
- ・あぶない
- ・ああー
- ・うわーうしろも見える



(体験後の言葉)

**仮想現実**は**体験**しないと**凄**みは分からない  
本当に「落ちたら死ぬ」と鳥肌がたってしまった  
本当に怖い  
実際に体験してみないとわからない  
感動、驚き  
墜落災害の仮想体験がすごかった。  
よくできているなー  
他にデータはないの

参考図書やビデオ等の視聴覚. 資料では教育中には静かに聞いているだけであるが、仮想体験は驚きの声を上げ体でリアクションをとっていた。

### ③【仮想現実体感装置を用いた安全教育】アンケート結果

- ・仮想現実体感装置での安全教育訓練がたのしかった。
- ・仮想現実体感ができた。
- ・他の人が仮想現実体感しているのを見ておもしろかった。
- ・今までに無い新鮮さを感じた。
- ・現実にはできない体験ができた。
- ・仮想現実体験「すごい！」。
- ・体験の感想の多くは、「楽しかった」あるいは「怖かった（だから、面白かった）」
- ・仮想現実体感に関心をもった。
- ・他の事故の仮想現実体験がしたい。

### ④【仮想現実体感装置を用いた安全教育】感じたこと

- ・危険に関する「感受性」や「意識」、「コミュニケーション」といった点が向上した。
- ・「危険とは何か」「ルールを守るとはどういうことか」など、安全の大切さを実感してくれたと感じた。

- ・日頃の作業員との良好な人間関係を築き安全意識が高まった。
- ・設備や作業環境の改善の意見が出るようになった。

### ⑤最後に

ヒューマンエラーによる不安全行動との関連

#### 【不安全行動の意図的行う行為】

- 1、「これぐらい大丈夫だろう」
- 2、「面倒くさい」
- 3、「皆がやっているから」
- 4、「作業を早く進めるためには仕方ない」
- 5、「長年経験しているから大丈夫」
- 6、「自分が事故を起こすはずがない」

上記の6項目です。これらの行為の根本的なところにあるのはやはり人間の気持ちからくるもので、分かっているつもりでもなかなかこれらの気持ちを自覚し、撲滅させることは難しいのかもしれませんが。そこで目に見える形でVR体験させ、常に安全意識の高い現場組織体制を目指します。

#### 【使用した仮想現実体感装置】

(株)仙台名板の「ルッカ」を使用。

い や ち く こ う じ ょ う ど う ろ ほ か こ う じ あ ん ぜん た い さ く  
 熊野地区工事用道路他工事における安全対策について

株式会社 尾花組 熊野地区工事用道路他工事

(工期 平成28年8月31日～平成30年1月30日)



現場代理人  
 監理技術者 ○ 鈴木啓吾

キーワード 高齢者の安全確保・落石災害防止・交通災害防止

1. はじめに

本工事は平成23年9月台風12号により紀伊山地に甚大な被害をもたらした紀伊半島大水害の内、和歌山県田辺市熊野地区で発生した大規模斜面崩壊に伴う河道閉塞・土石流による被災箇所の二次災害防止、地域の安全確保を目的とした砂防事業の一環として、土砂崩壊により寸断された管理用道路の復旧および管理用道路復旧に伴う近隣家屋への生活道路の切替を行う工事である。

現場条件として下記4項目が支障であったためキーワードとなる安全対策に重点を置き、安全管理を実施した。

1. 近隣住民が高齢者(着手当時89歳)の一人暮らしであった。
2. 高齢者の現況生活道路を通行止めにすることなく工事を行う必要があった。
3. 高齢者の移動手段はシニアカー(高齢者向け電動車両)のみであった。
4. 施工箇所は従前より落石多発地帯であった。

本項では、事業進捗に伴いこれらの支障に対して、実施した安全対策について報告する。

図-1 工事位置図



2. 工事概要

工事内容

道路土工		排水構造物工	
掘削工	5,800m <sup>3</sup>	側溝工	357m
転石破碎工	5,139m <sup>3</sup>	管渠工	6m
路体盛土	9,400m <sup>3</sup>	集水桝工	22基
路床盛土	850m <sup>3</sup>	排水工	344m
法面工		地下排水工	147m
アンカー工	185本	場所打水路工	5m
地山補強工	3,540m <sup>2</sup>	構造物撤去工	1式
擁壁工		舗装工	1式
場所打擁壁	22m <sup>3</sup>	防護柵工	1式
補強土壁工	79m <sup>2</sup>	給排水設備付替工	1式
石・ブロック積工		場内整備工	1式
コンクリートブロック積	188m <sup>2</sup>	仮設工	1式
大型ブロック積	146m <sup>2</sup>		

### 3. 現場条件(リスクの洗い出し)

図-2 工事箇所平面図

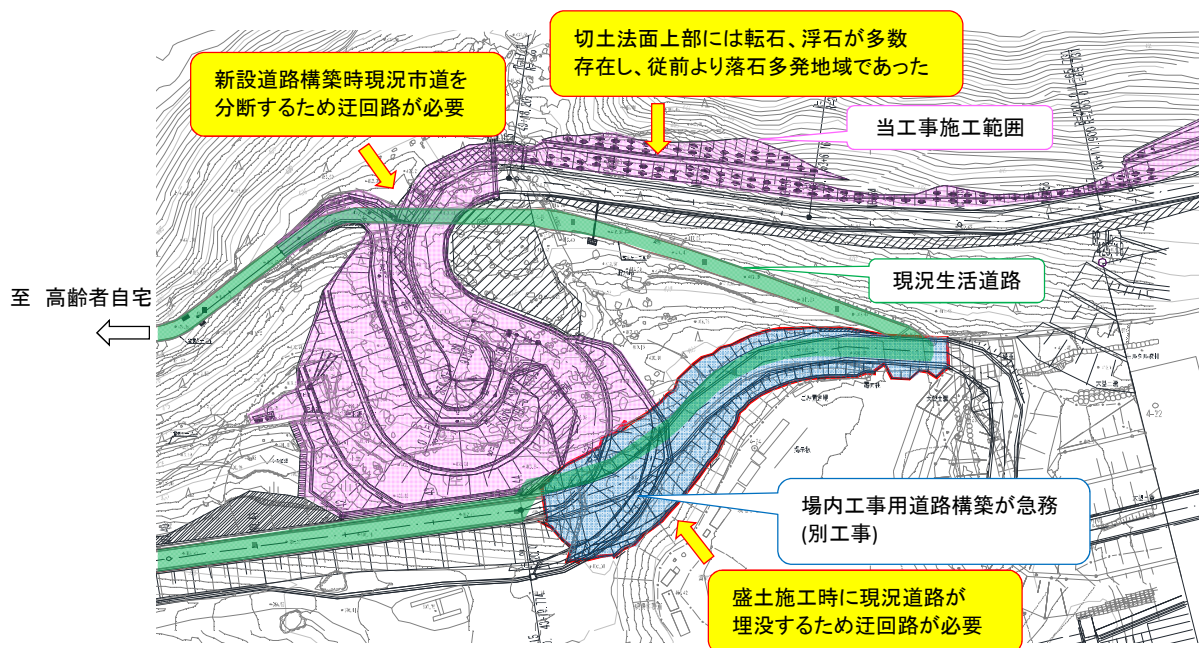
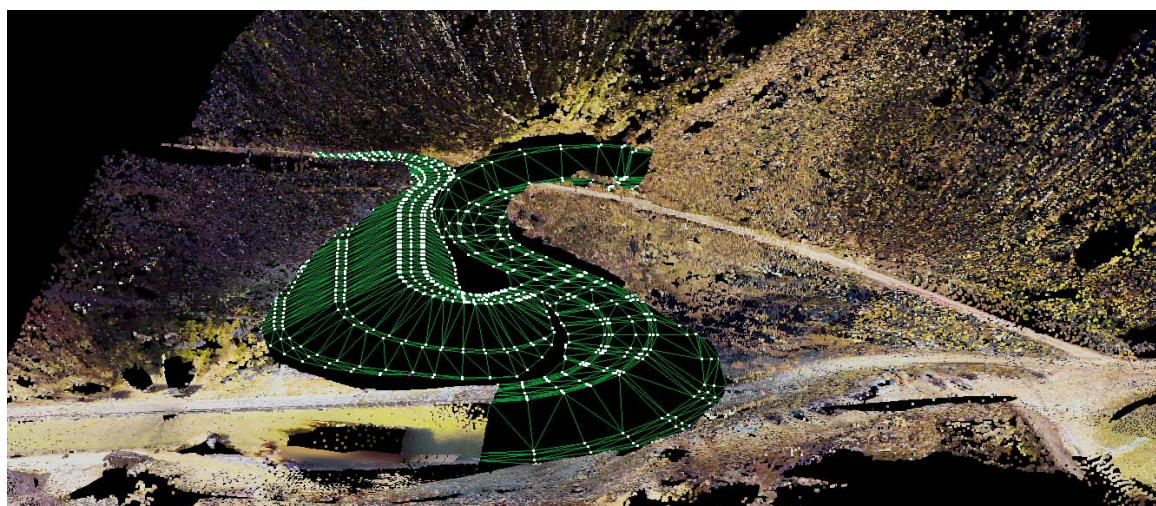


図-3 当工事3次元設計データ



支障1. 近隣住民が高齢者(着手当時89歳)の一人暮らしであった。

当該工事により現況生活道路を分断し、生活道路を新たに構築する段階はもとより、別工事で急務とされていた場内工事用道路構築のための盛土施工段階でも迂回交通が必須であり、通行経路変更に伴い高齢者に周知し理解してもらう必要があった。

支障2. 高齢者の現況生活道路を通行止めにすることなく工事を行う必要があった。

高齢者は周辺地域に身寄りがあるものの、近隣住民が移住した被災後も自宅周辺で栽培していた野菜等の手入れや住み慣れた土地への愛着から自宅を離れず、生活を送っていた。しかし、年齢からもデイサービスや地域住民の支えが必要でもあり、緊急事態等も勘案すると常に高齢者自宅に車両が通行できる状態を確保する必要があった。

支障3. 高齢者の移動手段はシニアカー(高齢者向け電動車両)のみであった。

高齢者は施工範囲を越えて外出する場合は、シニアカーを移動手段として使用していたため、未舗装の状態での迂回交通を実施することは困難であった。

支障4. 施工箇所は従前より落石多発地帯であった。

当該工事施工箇所自体が昭和初期に発生した斜面崩壊により堆積した巨石群により構成された地盤であるように、従前より落石が多発している地域であるところに、施工振動が落石を助長するため、現況生活道路の防護措置が必要であった。



#### 4. 工事期間中の高齢者の安全確保

図-4 迂回路計画図

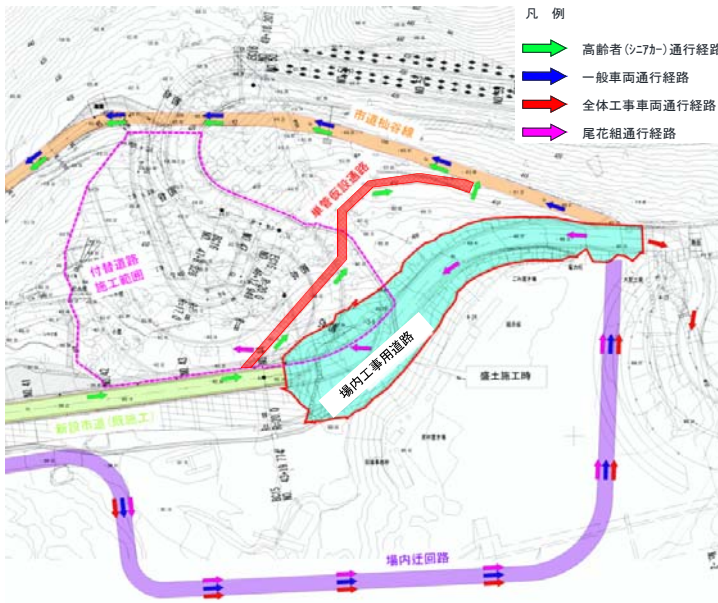


写真-1 単管仮設通路



写真-2 迂回交通状況



前項でもあげるように現況生活道路は、過去の斜面崩壊により積み重なった巨石堆積層上に幅2.5m程度の簡素な道路が取付られた状態であり、迂回路設置に先立ち、周辺の巨石撤去が必須となるため事業全体の急務とされていた別途工事による場内工事用道路構築に併せた迂回路設置は工程上困難と考えられた。

対策案として、高齢者宅への出入りを行う一般車両については事業全体で使用していた工事用道路を供用し、未舗装道路の走行が困難であった高齢者シニアカーの迂回路として当該工事範囲の堆積巨石層上に単管仮設通路を構築しシニアカー専用迂回路として運用した。

このシニアカー専用仮設通路のメリットとして以下があげられる。

- ①全工事の工程を制限することなく事業進捗が実施できる。
- ②工事車両、一般車両との接近を回避でき高齢者が安全に通行できる。(分離措置)
- ③施工段階による迂回路切替に関係なく一貫して通行できる。(説明性向上、誤進入防止)
- ④高齢者の家族や地元住民へ与える安心感。(事業のイメージアップ)
- ⑤冬期のシニアカー走行性の向上。(黒いゴムマットの日光吸収による融雪促進)

また、その他に高齢者の工事理解度を向上し、安全を確保するために様々な取り組みを実施した。

写真-3 現地での工事説明



写真-4 密なコミュニケーション



写真-5 職員連絡先の配布



まず、口頭や書面による工事説明では把握が困難である高齢者に対して現地にて作業内容の変化や工事進捗、迂回経路等の説明を実施し工事理解度の向上を図ると共に、相互に顔を合わす機会を増やすことにより当社職員及び当工事作業員とのコミュニケーションを取りやすい雰囲気作りに努めた。

また、高齢者は年齢からも体調や天候不良等により外出ができない場合もあったため、地域住民からの差し入れを届けたり、降雪前や台風前には食料や日用品等に不足がないか用事を伺うよう留意し、自宅に訪問することで工事に関する質問や要望、相談を発しやすい環境を作り、併せて視力の弱い高齢者にも分かりやすいよう当社職員の電話番号を大きく印刷した電話帳を配布し、台風等緊急事態発生時の支援要請も含めた連絡体制も整えた。

## 5. 落石防止対策

写真-6 伐採後現地状況



写真-7 現況生活道路上部法面状況



写真6, 7の状況からも分かるように現況生活道路周辺は従前より地すべり地形であり、風化が進行し亀裂に富んだ転石、浮石が多数存在する状況であった。

当社が現地踏査した際にも、現況生活道路の側溝に40cm程度の岩塊が落下し、排水を遮断したために側溝が溢れた跡が見受けられた。

上記の状況を勘案すると本来であれば生活道路上部側に剛性の高い鋼矢板落石防護柵等を検討することが望ましい状況であるが、現況生活道路は幅2.5m程度であり大型重機等の進入は困難な状況であったため、施工用重機進入経路を確保するには工事ヤードに堆積した巨石群を撤去し、進入路を構築する他なく、切土法面着手までに6ヶ月程度の工程遅滞が生じることが懸念された。

当工事における工事目的は管理用道路復旧であるが、同時に施工期間中の工事用道路としての使用も兼ねた道路となるため、工事起点となる同箇所の工事進捗は今後の事業進捗にも大きく影響を及ぼすコントロールポイントであり、早期着手を目的として人力施工が可能でかつ現況道路の一般交通の安全も確保できる対策が求められた。

実施対策としては、本施工に先立ち施工範囲上部にも点在する風化転石、浮石の現況道路への落下と作業箇所への落下を防止するため、残存する立木所有者の承諾を得て立木間にワイヤーロープを張り、ネットフェンス用の金網を通してポケット式の落石防止ネットを設け、その後切土法面箇所に簡易木製防護柵の多段設置を行った。

転石・浮石の状態に合わせて最大箇所で4段階に設置した木製防護柵の維持修繕を行いながら工事することにより施工期間中の現況市道への落石は発生しなかった。

写真-8 施工上部落石防止ネット



写真-9 多段式木製防護柵



## 6. おわりに

土木工事では、工事毎に現場条件、気象条件、周辺環境、地域性、工程等の様々な条件が異なりこれに伴い危険要因や求められる安全対策も異なる状況となる。

今回の工事では、工事箇所近隣に居住する高齢者が安全管理に関するキーポイントとなるが、工事期間中の高齢者の移住が可能であれば今回紹介したリスクを全てクリアし、安全に関しては勿論、施工性も各段に向上する環境を形成できる。

しかしながら、それでは工事目的や事業目的さえも覆すこととなりかねず、工事の在り方としては錯誤した状態となる。

土木工事は、土地の形状を改変し風景や環境を変えてしまうものが殆どであるため、地域と共に工事を進め、地域の復興、振興を支えると共に新たな環境を創生することが意義でもある。

今回工事では、目新しい技術や画期的な技術を採用した安全管理は実施していないが、地域のために極力早期の場内工事用道路の構築、管理用道路復旧を行うという事業目的の中でできる最良の安全管理を実施できたと認識している。

最後になりましたが、当工事は平成30年1月30日をもって無事故で竣工を迎えました。

今後も熊野地区の砂防事業工事が事業完了まで無事故で進捗されますよう祈念いたします。

(株) 中和コンストラクション 栗平地区工事用道路他工事  
 (工期：平成 28 年 9 月 21 日～平成 30 年 3 月 31 日)



監理技術者 ○ やまむら のぼる  
 山村 登

現場代理人 はしもと まさゆき  
 橋本 雅行

テーマ 土石流発生地域で発生し得る不測事態に対する安全意識向上の工夫  
 キーワード 土砂崩壊災害防止、墜落転落災害防止、危険個所の見える化

1. はじめに

当工事は、平成 23 年に発生した台風 12 号（紀伊半島大水害）による被害があった奈良県吉野郡十津川村の栗平地区における災害復旧関連工事となる。（図-1）  
 当時 5 日間で 1,358mm（風屋）もの降雨が観測され、この記録的な豪雨により大規模な深層崩壊が発生し、崩壊土砂による河道閉塞による湛水池が形成された。その後の台風（豪雨）により湛水池からの越流が発生し、仮排水路の流失や付近の侵食による土砂が河川に流入し、河床が数十 m 上昇し現在に至っている。現在、河道閉塞箇所の下流に堆積した土砂の流出を防止するための工事に関わる工事用道路等を施工しているが、施工に際しては、土砂流出を防ぐための 1 号砂防堰堤が完成したことから、一定の安全度が確保された状態である。（図-2）



図-1 施工現場位置図

湛水池からの越流が発生すると 1 日にして数十万～百数十万m<sup>3</sup>の土砂流出が発生するとともに河道流域において大規模な侵食を受ける。そのため、オーバーハングになりクラックが発生している場所での作業や、高低差 15～27m に渡り侵食を受けた河床での作業が発生し、重機の転落や地山の崩壊等の可能性が高い場所での土砂崩壊災害や墜落転落災害の防止が重要な課題であった。また、現場全域で地肌が露出しているため流域以外でも断続的に小規模な地山の崩壊が発生しており、施工箇所においての地すべりや地山の崩壊を未然に知る事も安全対策として重要と考えた。これらの問題に対するリスクの低減策について行った対策を報告する。

2. 工事概要

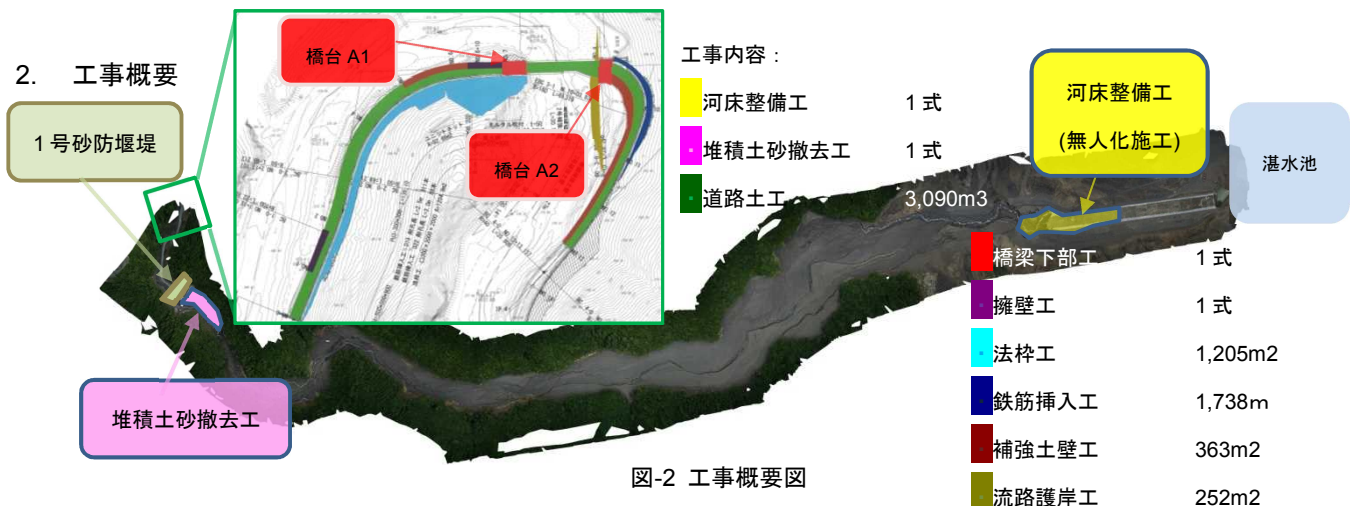


図-2 工事概要図

### 3. 土石流発生地域での事故防止対策

#### 3.1. 無人化施工による災害防止策

湛水池からの越流が発生すると河道流域において大規模な侵食を受け、法肩がオーバーハング状態となりクラックが発生した状況下での作業や、高低差 15~27m に渡り侵食を受け崩壊の恐れのある狭隘な箇所においての掘削や根固めブロックの据え付けが発生し、重機の墜落転落災害や土砂崩壊災害の恐れがあった。(図-3,4) その為、当現場では、安全な遠隔地から無人施工建設機械(1.0m<sup>3</sup>級分解対応型バックホウ ※以下、無人重機と記載。遠隔操作装置システム等を搭載した建設機械)を作業員(オペレーター)が、操作機とハイビジョンモニター等による操作で施工を行う無人化施工を用いることにより、これらの災害による作業員の二次災害防止に寄与できた。(図-5,6,7,8,9,10,11)



図-3 構築物破損崩壊状況 並びに 無人化施工状況

構造物の落下や土砂崩壊の恐れがある河床部での作業が発生



図-4 土砂崩壊・クラック発生状況 並びに 無人化施工状況

洗掘により法肩がオーバーハングとなり、5~10cmのクラックが数十mに渡り発生

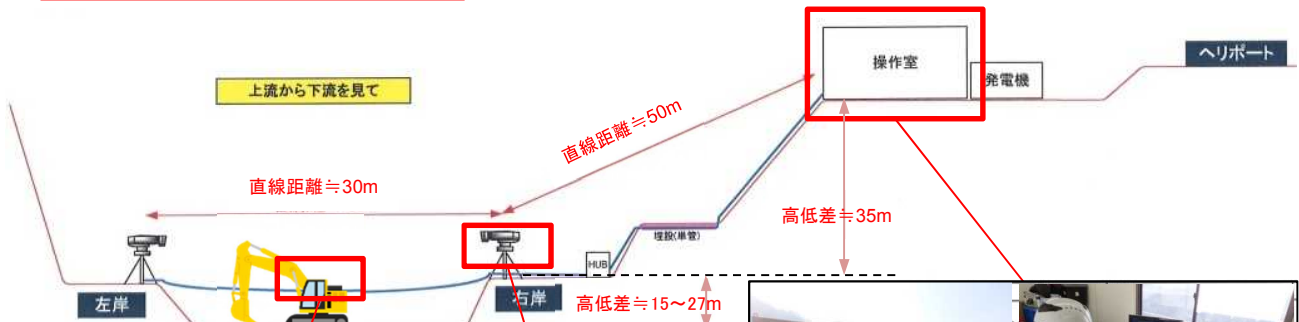


図-5 無人化施工機器位置図

耐振型固定カメラとアンテナ



図-6 車載カメラ設置状況



図-7 固定ハイビジョンNETカメラ及び八木アンテナ設置



図-8 遠隔操作室



図-9 遠隔操作状況



図-10 モニタリング状況  
(左岸側・車載・右岸側)



図-11 車載カメラ  
モニタリング状況

### 3.2. 無人化施工の現状

無人重機の登場当初は、高度な操作が要求される作業には向いていなかったが、現在はアタッチメントも充実してきており、繊細な操作を要求される作業にも対応できるようになっている。このような進化により、さらに安全で効率的な工事ができるようになっている。(図-12,13,14)



図-12 掘削工



図-13 根固めブロック据付工



図-14 各種アタッチメント

掘削バケット、油  
圧式グラブ、  
油圧ブレーカー  
等、施工に対応し  
た器具を取付使用

### 3.3. 無人化施工の利点・欠点とその対応

当現場で無人化施工を行った結果を踏まえ、メリット・デメリットとその対応や今後の課題を記載する。

#### 3.3.1. メリット

- ① 最大のメリットは、下記のような危険性の高い場所での施工時にも作業員の安全が確保できることである。
  - ・ オーバーハングにより崩壊する恐れがある箇所での重機の足元確保
  - ・ 法面崩壊や侵食による土石流が発生する恐れが高く、安定勾配の確保ができない場所での作業
- ② 危険性の高い場所での重機操作の場合、作業員には多大な心的ストレスが掛かり操作ミスを引き起こす可能性が高まる。無人化施工であれば安全な場所から操作ができるため、作業員は快適な環境でストレスなく重機操作に集中することができ、操作ミスによる事故を防ぐことができる。

#### 3.3.2. デメリットとそれに対する本現場での対応策や今後の課題

- ① (デメリット) 法律で許可されている特定小電力の無線機の伝送距離は約 100mである。電波の性質上障害物に弱く、構造物はもとより樹木であっても水分を含んでいるため電波を遮断してしまう。  
(対応策) 操作室と無人重機の位置関係を把握し、見通しがよく遮蔽物の少ない高所に操作室を設置した。
- ② (デメリット) 操作室から無人重機が死角となる場合は、リアルタイムで出画するカメラが必要となる。  
(対応策) 高画質であることも要求事項の一つであるが、それ以上に操作室での操作と実際の無人重機の動作に差異が出ないようにするため、低遅延で出画できるカメラやモニタを設置した。
- ③ (デメリット) 現場の作業範囲に合わせて、無線機器や映像機器の配置を検討する必要がある。また、現状は手元部の様子を確認可能なカメラのみ搭載されているため、無人重機の周囲は別途設置した固定カメラの画像にて確認する必要がある。  
(対応策) 極力、見通しのいい高所に操作室を設置していたが、作業箇所や作業内容が変わり重機との距離が 100m以上となる場合や見通しが悪く死角になる場所で施工する場合には、無線の中継施設の増設を行ったり、死角を無くすための固定カメラを移設させたりした。  
(課題) 作業効率の向上と重機周囲の安全確認のため、手元だけでなく上方から重機全体を見下ろしたような感覚の映像として擬似表示する仕組みも必要であると考える。
- ④ (課題) 無人化施工の機会が少なく操作に慣れるまで時間を要し、慣れた操作も次に生かす場面が少ない。
- ⑤ (課題) 操作室では音や振動による違和感を感じ取る事ができないため、マイクの設置やテンションが掛かった際にレバーが重くなる等、実環境に近い状況を再現できると安全性も向上すると考えられる。

#### 4. 土砂崩壊災害に対する工夫

当現場では、地山が非常に緩慢になっており地すべりや崩落の恐れがある。そのため、2軸加速度（傾斜）センサーを杭に内蔵し、斜面のデータを計測・蓄積して地すべり斜面や崩落斜面などの斜面の崩壊・動きを検知してワイヤレスで遠隔地に通報するシステムを用いて、地山の計測・監視を実施した。本システムは緩慢な動きの地すべりの発生を直ちに検知するシステムであり、異常を検知した際にはサイレンや回転灯を作動させる。これにより、法面直下で施工中の作業員に対しても地すべりや崩落の恐れの情報伝達を迅速に行うことで安全を確保できる。（図-15,16,17）



図-15 傾斜センサー杭

無線センサーを内蔵した杭を斜面に設置し斜面の傾きを計測・遠隔監視を行う

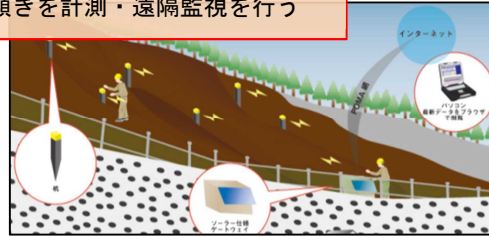


図-16 システム概要図



図-17 ソーラーパネル及び 警報装置

#### 5. 3Dモデル化による重機稼働範囲や危険箇所の見える化

CIM コミュニケーションシステムを用い、施工ステップ毎にモデル化した施工場面を再現する「4D 施工ステップ作成機能」により施工手順や変更案の比較、進捗状況等の“見える化”を行った。（図-18）配置した重機モデルの性能に沿った可動範囲を鳥かごのような表現で“見える化”及び、重機の配置計画や作業手順の周知に利用できた。また、安全離隔距離も容易にモデル化できるため、入所時教育や安全養育などで作業員に対しても視覚的に危険箇所の伝達を行うことができ、安全管理に役立てている。（図-19）

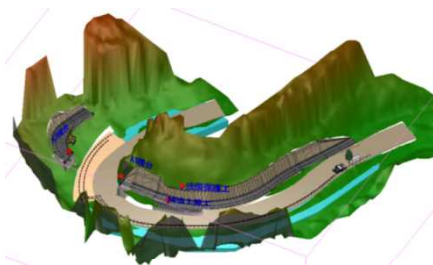


図-18 施工場面を再現することによる危険箇所の見える化

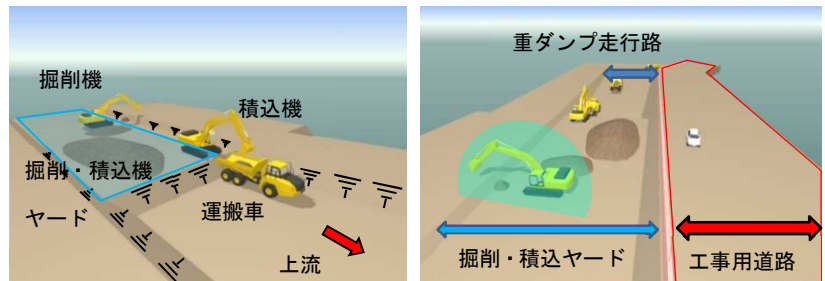


図-19 重機の可動範囲の見える化

#### 6. おわりに

平成 29 年の台風 5 号による被災箇所の復旧中に台風 21 号の豪雨により湛水池が越流し、施工済箇所の侵食崩壊・流出に見舞われた。作業員のモチベーション低下が懸念されたが、被災後の現場視察や見学会の開催等により、逆に「みんなが見ている」と認識するようになり「魅せる現場」をスローガンに前を向いて進もうと関係者一同一致団結できたように思う。砂防工事は、厳しい自然環境の下、土石流や土砂流出、斜面崩壊などの危険にさらされての作業となるため、適切な安全対策を検討し着実に実行する上で、受発注者間で密にコミュニケーションを図り、現場の置かれた状況の共通理解を形成することが大切であると考えます。

本工事はこれから最盛期に入る為、安全・工程の打ち合わせを密に行い、危険有害要因を事前に排除して工事完了まで無事故無災害を目標に工事関係者一同、安全意識の向上や安全管理に努めて参ります。

# 那智川地区周辺整備工事における安全対策について

井筒建設 株式会社

那智川地区周辺整備工事

(工期：平成29年 3月25日 ～ 平成30年 3月28日)

ざいつ あきのり

現場代理人：財津 明教



キーワード 『第三者災害対策』・『点検及び安全教育の工夫』・『緊急時の対策』

## 1. はじめに

本工事は、平成23年9月の台風12号により甚大な被害(紀伊半島大水害)が発生した、和歌山県那智勝浦町で、那智川に関わる 5つの支川において、流路の整備・堆積土砂の撤去・管理用道路の構築等の施工を行っている。

施工箇所は大きく6箇所に分かれ、そのうち3か所については施工完了し、現在は2支川 3箇所で工事を実施している。

ここでは、本工事で実施した安全対策をいくつか紹介する。

## 2. 工事概要



### 【工事内容】

- 金山谷川地区(管理用道路部)
  - ・道路土工:1式
  - ・場所打擁壁工:1式
  - ・補強土壁工:424m<sup>2</sup>
  - ・L型側溝工:249m
  - ・舗装工:751m<sup>2</sup>
  - ・防護柵工:157m
  - ・構造物取壊し工:1式 …他
- 金山谷川地区(流路部)
  - ・砂防土工:1式
  - ・石積擁壁工:433m<sup>2</sup>
  - ・底張工:249m<sup>2</sup>
  - ・合流工:1式
  - ・桁架設工:1式
  - ・橋台躯体工:1式
  - ・転流工:1式 …他
- 尻剣谷川地区
  - ・砂防土工:1式
  - ・石積擁壁工:506m<sup>2</sup>
  - ・帯工:1式
  - ・床固め工:1式
  - ・法覆護岸工:1式
  - ・工事用道路工:1式
  - ・転流工:1式 …他
- 鳴子谷川地区
  - ・堆積土砂撤去工:3,200m<sup>3</sup>
  - ・転流工:1式
  - ・構造物取壊し工:1式 …他
- 樋口川地区
  - ・堆積土砂撤去工:9,200m<sup>3</sup>
  - ・植生工:1式
- 陰陽川地区
  - ・場内整備工:1式

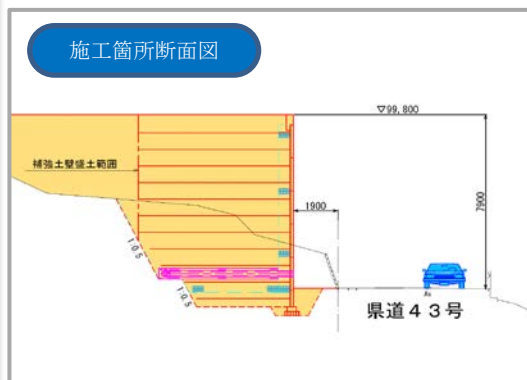
### 3. 県道近接部の施工に伴う安全対策について

金山谷川地区において、県道に近接し補強土壁工(テールアルメ工法)の施工を行った。

この県道は、周辺住民の生活道路としての利用はもちろんであるが、作業箇所奥にはゴルフ場があり、その利用者を含め交通量が多く、第3者への接触災害・落下物災害等が懸念され、これらの災害を防ぐべく安全対策を講じた。



- 県道45号に接する箇所での補強土壁を施工した。
- 補強土壁の壁面から県道までは約2.0mの離隔しかない。
- 県道から補強土壁天端までの高さは約8.0mである。



#### 【落下物対策】

補強土壁の天端部の施工時には、県道側へ張り出し、足場を設ける必要があった。

足場上での作業時には、資材・工具等の落下による災害が懸念されるため次の措置を施した。

- ① 足場の全区間にわたり、網目10mm×10mmのネットを設置



- ネットを用いて足場上の隙間(空間)を無くし、落下リスクの低減を図った。

- ② 足場上で使用する全ての工具へセーフティーコードの取付



- 伸縮性のあるセーフティーコードを工具類へ取付け、もしもの落下の場合に備えた。

### 4. ワイヤロープの使用前点検について

本工事では、コンクリートの打設・型枠材の設置等で資機材の揚重作業を頻繁に行っている。

この揚重作業では、吊上げる資材の重量・形状等で様々な規格(太さ・長さ)のワイヤロープを使用する事になる。

これらの使用するワイヤロープについては当然の事、使用前点検を実施しなければならない。



労働安全衛生規則では、「不適合なワイヤーロープの使用禁止」の項目が下記の通り定められている。

- ① ワイヤーロープ1よりの間において素線の数の10パーセント以上の素線が切断しているもの
- ② 直径の減少が公称径の7パーセントを超えるもの
- ③ キンクしたもの
- ④ 著しい形くずれ又は腐食があるもの

上記の項目の内、①・③・④については目視確認により比較的簡単に点検可能であるが、②の項目についてはノギスを用いて計測するのが一般的であり、ワイヤーロープの全長に渡り点検することは割と手間の掛かることである。

当作業所では、この②の項目である摩耗率の点検については、誰でも簡単に点検が可能となるよう簡易測定器を制作し、活用している。

これは簡易測定器にワイヤーロープを充てるだけで廃棄基準が判断可能であり、点検作業の効率がアップした。

●簡易測定器による測定要領

- ・3mmの鉄板に廃棄基準である公称径の7%を減した径の切込加工を施す。
- ・点検するワイヤーロープを切込部分に充てる。
- ・ワイヤーロープが切込部分に収まれば、7%以上の摩耗であると判断し、廃棄処分とする。収まらなければ、使用可能と判断する。

**ワイヤーロープの廃棄基準**

点検項目	点検の種類		廃棄基準
	日常	定期	
2摩耗	ノギス	ノギス	

簡易測定器を用いた摩耗率点検状況



※実際に現場で使用している、2分～7分のワイヤーロープを測定できるよう、6つの切込加工を施した。

5. VR(バーチャルリアリティ)システムを活用した安全教育について

安全教育の取り組みの一つとして、VRシステムを用いた仮想現実空間での事故の疑似体感を全ての作業者に実践してもらった。

現場内で起こりえる労働災害を、仮想現実によるリアル体感することで、今までとは異なった視点から安全な現場作業を考える起因となる事が期待される。

- VRシステムの事故体験メニューは、「墜落災害」「飛来・落下災害」「土砂崩壊災害」「重機災害①」「重機災害②」の5つとなっており、コンテンツは1本あたり2分半～3分程度で構成されている。

活用したVRシステム「Lookca(ルッカ)」





- コンピュータグラフィックスで再現した空間に、体験者自身が入り込んでその世界を体験できる。
- ヘッドマウントディスプレイを装着して視聴することで、360度の空間全体を仮想体感することができる。
- VRの効果により、なぜ事故が起きたのか、実際の被災者の視点はどうだったのか、また重機等の事故場合には運転者の視点はどのようなものであったのかをリアルに体感できる。

## 6. 緊急時の対策について

当作業所では新規入場時の教育終了後に、「新規入場者教育修了証」を発行している。これは名刺サイズのラミネートカードで作成しており、カードの裏面には緊急時の対応が敏速に取れることを目的とし、緊急時の連絡先を記載している。

発行した「新規入場者教育修了証」は、他の免許証・資格者証と同様に携帯するよう義務付けた。

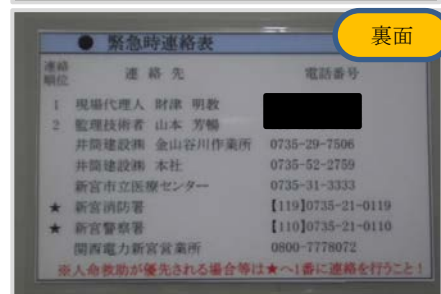
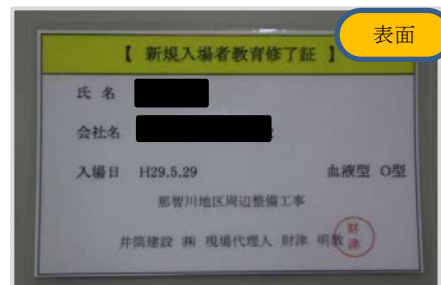
新規入場者教育の実施



新規入場者教育修了証の発行



- カードの発行時には、緊急時の連絡方法等の説明を行い、不足の事態に素早い対応が取れる体制を整えた。



## 7. おわりに

今回の工事は施工範囲が点々とし、且つ様々な工種を施工するものであった。これらの現場特性に伴い危険有害要素もまちまちであったが、実際に施工に携わる作業者を含めた作業周知会を開催し、関係者内での有害要素の抽出及び対策の立案を行ってきた。この様な意見交換を行い実施工にあたることで、作業員各々の安全に対する意識の向上にも繋がっていると感じている。

工事も終盤に差し掛かり、繁忙期を迎えているが、完成まで無事故・無災害を目指していきたいと考えている。

あかだにち くけいりゅうほぜんこうほかこうじ あんぜんたいさく  
 赤谷地区溪流保全工他工事における安全対策について

鹿島建設株式会社 赤谷地区溪流保全工他工事  
 (工期：平成29年3月3日～平成30年3月30日)



監理技術者 まつもとけんたろう  
 ○松本健太郎

【キーワード】 『土砂崩壊災害防止対策』『重機接触災害防止対策』『落石災害防止対策』『墜落災害防止対策』

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<sup>m</sup>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た。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)。

発災以降も崩壊斜面は、崩落を繰り返し、現在も斜面に不安定な堆積土が残留している。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<sup>m</sup>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。当該地区は鉄塔移設工事や残土受入、調査業務等で工事関係者が入場するため、本工事に係わる作業員の他に関係各所への被災状況の連絡や作業再開の日程調整が必要とされた。

本工事では、3・4号床固工を施工する。左岸法面の最大掘削高は27.0mあり、掘削工と法面補強工を交互に行う逆巻き施工が採用されている。また、床固工は残存型枠を使用し、施工が内部側から可能であるため、外部足場等は不要であるが、天端施工時は、残存型枠と施工基面の高さが等しくなるため、安全性を有した転落防止柵を設置する必要である。

本稿では、労働安全衛生マネジメントシステムに基づき、本工事における危険有害要因を4項目特定し、実施した各リスク低減対策について報告する。

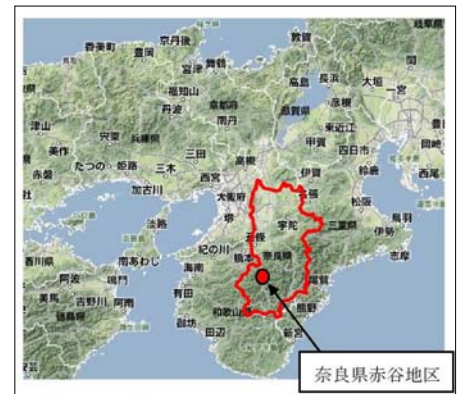


図-1 現場位置図



写真-1 河道閉塞状況



写真-2 崩壊斜面状況



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

以下に赤谷地区溪流保全工工の平面図・横断図と主要な工事数量を示す（図-3・4、表-1 参照）。

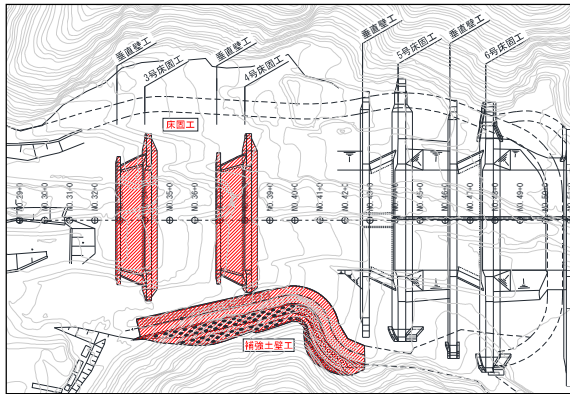


図-3 平面図

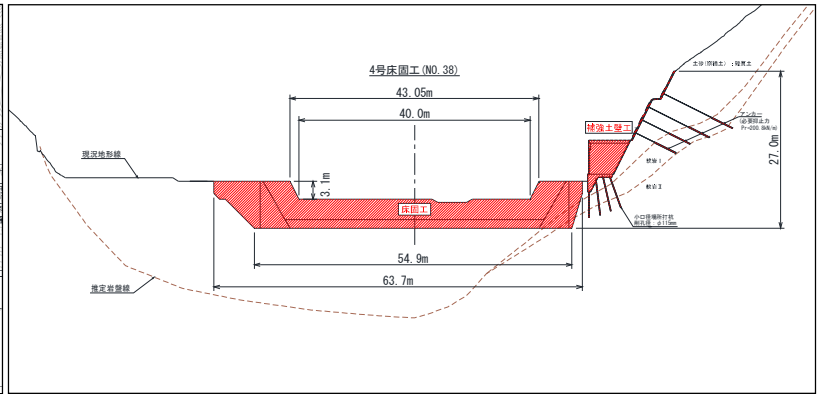


図-4 横断図

表-1 工事数量一覧表

種別	数量	種別	数量	種別	数量
砂防土工	41,430m <sup>3</sup>	3号床固本体工	1,193m <sup>3</sup>	補強土壁工	3,000m <sup>3</sup>
法面吹付工	1,828m <sup>2</sup>	3号床固垂直壁工・側壁工・水叩工	1,105m <sup>3</sup>	補強土壁小口径場所打杭工	286本
アンカー工	61本	4号床固本体工	1,147m <sup>3</sup>	補強土壁コンクリート工	500m <sup>3</sup>
鉄筋挿入工・仮設切土補強工	469本	4号床固垂直壁工・側壁工・水叩工	1,098m <sup>3</sup>	法覆護岸工	560m <sup>3</sup>

## 3. 土砂崩壊による二次災害防止対策について(リスク 1)

赤谷地区では平成 23 年 9 月の台風 11 号以降、4 度の大規模な斜面崩落を経験し、現在も崩落斜面に不安定な堆積土が残留していることから、土砂崩壊による二次災害を防止するため、以下 6 項目に示す取組みを行っている（図-5・6、写真-4 参照）。なお、崩落斜面には地盤伸縮計や杭式傾斜計等の計測機械が設置されており、計測値に異常があれば、職員及び職長の携帯電話に警報メールが届くシステムとなっている。警報が届いた場合、無線やパトライトを通じて作業員に直ちに退避命令を発信し、所定の退避所へ退避するルールとしている。その他にも、台風発生時には、現場への入場が大変危険であるため、本工事では場内点検表を作成し、点検結果や被災状況、復旧計画を国土交通省関係部署へ迅速に報告するとともに、関連工事関係者へも連絡し、各工事関係者の作業再開について調整を行っている。これらの対策の結果、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。

- ①作業中止基準および退避場所の策定・明示と新規入場教育での現場ルールの周知徹底（作業中止基準：図-5 参照）
- ②現場点検表の作成と赤谷地区関連工事関係者との緊急連絡体制の構築（現場点検表：図-6 参照）
- ③崩壊斜面下流域の作業における地山監視員の配置 ④作業状況に応じた避難訓練の実施（1 回/2 ヶ月）
- ⑤誘導看板（高輝度）と工事用道路・避難経路の確保（第三者にも分かりやすい誘導看板と通行しやすい工事用道路）
- ⑥作業中止の周知用パトライトの設置（作業員や関連業者職員が現場に入らなくても作業中止の確認が可能）

レベル	内容
レベル1 通常監視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検（ダム湖の水位・湧水状況・堆積土の亀裂状況）</li> <li>・ 伸縮計・杭式傾斜計（崩壊検知センサ）のデータ確認（作業開始前）</li> </ul>
レベル2 作業注意	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「大雨注意報」を発令した場合</li> <li>・ 時間雨量が5mm以上を連続3時間観測</li> <li>・ 地盤伸縮計の移動量が10mm/日以上を観測</li> <li>・ 地中伸縮計の移動量が10mm/日以上を観測</li> <li>【連続雨量・地盤伸縮計・地中伸縮計による警報メールが届いた場合、携帯・無線・パトライトにて注意喚起】</li> </ul>
レベル3 作業中止	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「大雨警報」を発令した場合</li> <li>・ 連続雨量が100mmを観測</li> <li>・ 時間雨量が10mmを観測</li> <li>・ 震度4以上の地震発生した場合</li> <li>・ 濃霧等で崩落斜面の確認ができない場合</li> <li>【降雨等による中止の場合】</li> <li>・ 4時間連続降雨が無い場合で、現場点検で異常が無いこと</li> <li>①亀裂箇所、②湧水箇所</li> <li>【地盤伸縮計・地中伸縮計の数値による中止の場合】</li> <li>・ 伸縮計の移動量および現場点検で異常が無いこと</li> <li>①拡大崩壊ブロックの亀裂、斜面内に新たな亀裂の発生</li> <li>②崩壊地滑降産の亀裂、崩壊、拡大亀裂</li> <li>③監視装置の動作確認</li> <li>【濃霧等による中止の場合】</li> <li>・ 検知センサーの角度に4時間変化が無く、現場点検で異常が無いこと</li> <li>①堆積土</li> <li>②亀裂箇所、岩盤崩落</li> <li>③監視装置の動作確認</li> <li>・ 崩落斜面が目視で確認できること</li> </ul>
作業再開 目安	<ul style="list-style-type: none"> <li>【連続雨量100mm以上で、観測機器による作業中止基準に達している場合もしくは崩壊地内で大量の土砂移動が発生した場合】</li> <li>①雨が止んだ後も数日間は作業を中止し、地盤（地中）伸縮計が変化増加前の平均日変位量（2週間平均）まで低下していること</li> <li>②ただし、上記により再開した場合でも、地盤（地中）伸縮計の変位が平均日変位量（2週間平均）から急激に変位速度が上昇した場合は、作業注意基準に達していても作業注意と同レベルの監視体制とする</li> </ul>

図-5 作業中止基準



図-6 現場点検表(危険マップ)



写真-4 土砂崩壊による二次災害防止対策への取組み事例

#### 4. 大規模土工における重機接触災害防止対策について(リスク 2)

左岸法面は掘削工と法面補強工を交互に施工する逆巻き工法採用されていることに加えて、掘削法面が複雑な曲面形状となっており、掘削工の出来形を確保することが難しかった。そのため、重機土工や法面工、測量工の動線が狭隘な施工範囲で輻輳し、重機と作業員の接触災害が懸念された。

そこで、重機接触災害を防止するために、重機土工の作業範囲をカラーコーンで明示し分離した。また、重機作業範囲入口に無線警報装置を設置した(写真-5 参照)。無線警報装置の特長は、作業員が重機作業範囲を通行する際、入口に設置した人感センサが作業員を検知し、バックホウ運転席に設置した回転灯が点灯することで、運転手が通行者を瞬時に把握し、通行者を優先し作業することで接触災害の危険を回避することができた。

その他にも、掘削作業については、バックホウに情報化施工の一環であるマシンガイダンスシステムを採用し(写真-6 参照)、測量作業等を軽減することで、重機と作業員の接触災害の危険性を低減させ、施工することができた。



写真-5 重機土工作業状況 (その 1)

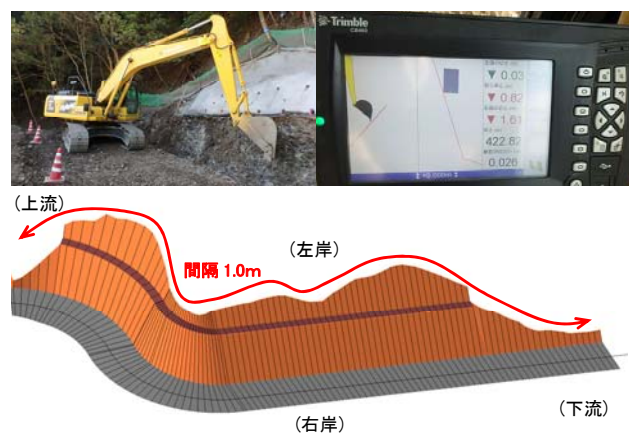


写真-6 重機土工作業状況 (その 2)

## 5. 法面工事における落石災害防止対策について(リスク 3)

左岸法面は上位斜面から崩積土が厚く分布しており、非常にルーズな礫質土となっている。また、表層は20～30cmの表土に覆われており、伐開除根後に掘削作業を実施したところ、法肩より表層崩落の危険性が確認された(写真-7参照)。その他にも、掘削箇所上部には、30～50cmの転石が不安定な状態で点在しており(写真-8参照)、左岸工事用道路を通行する際の安全性が確保できていないことが分かった。

そこで、落石災害を防止するために、路肩上部に落石防止柵を設置した。また、落石は発生源に近い場所で止めることが合理的であることから、落石防止網を追加設置した(図-7・写真-9参照)。これらの対策を実施した結果、落石災害の危険性が軽減され、作業範囲への落石もなく無事故で施工を進めることができた。



写真-7 左岸法面全景 (伐採作業完了後)



写真-8 左岸法面近景

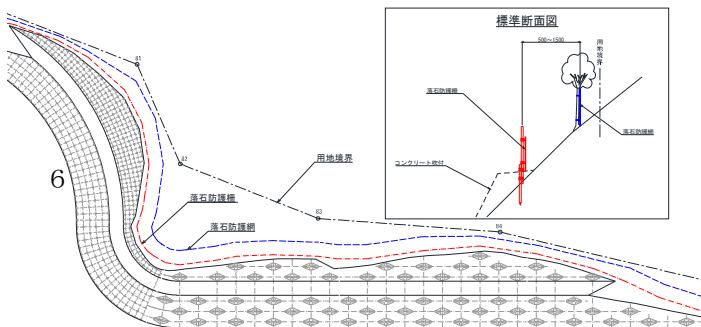


図-7 落石防止柵 計画図



写真-9 左岸法面全景 (落石防止柵設置完了後)

## 6. 砂防堰堤工事における墜落災害防止対策について(リスク 4)

床固本体工で採用している JS ウォール堰堤工法は、外部保護材を先行して設置するため、その外部保護材を利用して墜落防止措置を講じることができる。しかし、天端施工時には、下流側に墜落防止柵を事前に設置する必要がある。そこで、天端の外部保護材に打込式アンカーを設置し、仮設材を固定することで、墜落防止柵を設置した(写真-10参照)。また、上流側については、水通し高さまで土砂にて埋戻しを実施することで、墜落災害を防止することができた。

## 7. 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内に堆積している不安定土砂の大規模な再崩落およ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りながら工事を進めたことで、これまで無事故で施工を進めることができています。最後に、今日まで技術的指導および資材の提供を頂いた近畿地方整備局、一般財団法人砂防・地すべり技術センター関係各位、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。



写真-10 墜落防止柵設置状況