

令和3年度  
近畿地方整備局管内  
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4年2月22日(火)

[開催場所] (発表・審査) 大阪合同庁舎第1号館近畿地方整備局  
(一般視聴) WEB会議(ZOOMウェビナー)

# 目次

(1/2)

番号	表題	頁	
①	『環境対策と作業員に対する安全対策について』 おぼのやまひがしえんていこうじ (伯母野山東堰堤(その3)工事)	どひ たかひろ 土肥 隆宏 りんかいにっさんけんせつ 日産建設株式会社)	1
②	『赤谷3号砂防堰堤工事における自動化施工の活用実績について』 あかだに ごうさばうえんていこうじ (赤谷3号砂防堰堤工事)	まつもと けんたろう 松本 健太郎 かじまけんせつ 鹿島建設株式会社)	5
③	『二楽上流堰堤改築工事における安全対策について』 にらくじょうりゅうえんていかいちくこうじ (二楽上流堰堤改築工事)	むらした じゅん 村下 潤 まつもとぐみ 株式会社松本組)	9
④	『冷水斜面对策他工事における安全対策について』 ひやみずしゃめんたいさくほかこうじ (冷水斜面对策他工事)	いまにし ひろあき 今西 裕昭 まつづかけんせつ 松塚建設株式会社)	13
⑤	『法面工事における安全対策及びICTの活用について』 のりめんこうじ ( (急) 切畑地区 急傾斜地崩壊対策工事 (その2) )	なかしま ゆうと 中嶋 悠人 いしいけんざい 石井建材株式会社)	17
⑥	『長殿谷排水トンネル工事における長距離岩盤推進工事の活用実績について』 ながとのだにはいすいこうじ (長殿谷排水トンネル工事)	こでら みつひで 小寺 光秀 とうきゅうけんせつ 東急建設株式会社)	21
⑦	『荒神山西砂防堰堤工事 新工法における創意工夫による安全対策について』 こうじんやまにしさばうえんていこうじ (荒神山西砂防堰堤工事)	あんぜんたいさく さかもと まさき 阪本 正紀 きじまぐみ 株式会社木島組)	25
⑧	『熊野川5号床固他工事における安全対策について』 い やがわ ごうとこがためほかこうじ (熊野川5号床固他工事)	たにぐち ふみあき 谷口 文章 ほりぐみ 株式会社堀組)	29



# 目次

(2/2)

番号	表題	頁	
⑨	<p>『<small>さくどううんぱん</small>索道運搬による生<small>なま</small>コン打設時の安全対策について』</p> <p><small>ひやなぎだいにえんていほきょうこうじ</small> (日柳第二堰堤補強工事)</p>	<p><small>やまもと かずなり</small> 山本 一成</p> <p><small>かやたにけんせつ</small> 株式会社榎谷建設)</p>	33
⑩	<p>『<small>こうじげんば</small>工事現場の創意工夫と第三者等の事故防止』</p> <p><small>そのべがわ るりけい そうごうりゅういきぼうさい さぼう ぼうさいあんぜん こうじ</small> (園部川(瑠璃溪)総合流域防災・砂防(防災安全)工事)</p>	<p><small>のぐち けんた</small> 野口 健太</p> <p><small>のぐちけんせつ</small> 株式会社野口建設)</p>	37
⑪	<p>『<small>じゅうたくち</small>住宅地に接する急峻な斜面对策工事の安全対策について』</p> <p><small>うずもりだいちく こうくしゃめんたいさくこうじ</small> (渦森台地区5工区斜面对策工事)</p>	<p><small>みうら まさる</small> 三浦 克</p> <p><small>こうぎょう</small> ライト工業株式会社)</p>	41
⑫	<p>『<small>じゅうだんこうばい</small>縦断勾配12%を有する橋梁の山間部での製作』</p> <p><small>いやがわかんり りょうどうろ きょうりょうじょうぶこうこうじ</small> (熊野川管理用道路橋梁上部工工事)</p>	<p><small>はせがわ てるあき</small> 長谷川 照晃</p> <p><small>けんせつこうぎょう</small> ドーピー建設工業株式会社)</p>	45
⑬	<p>『<small>もみじだにだい</small>紅葉谷第五堰堤工事における安全対策について』</p> <p><small>もみじだにだいごえんていこうじ</small> (紅葉谷第五堰堤工事)</p>	<p><small>いのうえ よしひと</small> 井上 喜仁</p> <p><small>まつもとぐみ</small> 株式会社松本組)</p>	49
⑭	<p>『<small>りんせつ</small>隣接する住宅地における砂防工事の安全対策について』</p> <p><small>しゅくがわなべたにえんていこうじ</small> (夙川鍋谷堰堤工事)</p>	<p><small>きしま いっじ</small> 木嶋 一二</p> <p><small>きじまぐみ</small> 株式会社木島組)</p>	53

# 環境対策と作業員に対する安全対策について



りんかい日産建設株式会社 大阪支店 伯母野山東堰堤（その3）工事  
（工期 令和3年3月8日 ～ 令和5年2月24日）

現場代理人 どひ たかひろ  
土肥 隆宏  
（監理技術者）

キーワード： 公衆災害 振動・騒音測定 土石流対策

## 1. はじめに

本論文は、土石流災害を受けて砂防堰堤を築造する伯母野山東堰堤工事を施工するにあたり、当初工事からその3工事に実施した公衆災害、環境対策、作業員の安全確保について述べる。

本工事は、土砂流出被害を受けた住宅地から約100mの場所に位置し、作業時における周辺住宅への土砂流出及び工事関係者の事故等が懸念された。

また、施工箇所は神戸市灘区の閑静な住宅街（第1種低層住居専用地域）に位置し、索道基地は住宅と近接し、現場へのアクセス道路は急勾配で車両同士が離合できない道路幅で、地域住民にとって唯一の生活道路となっている。また、工事用車両（大型車）の通行に難色を示し、理解を得られない状態であった。

このような施工条件において地元住民への理解と協力を得るために実施した内容及び安全対策について述べる。

## 2. 工事概要

- ・工事名 : 伯母野山東堰堤（その3）工事
- ・工事場所 : 兵庫県神戸市灘区篠原伯母野山地先  
写真-1
- ・工期 : 令和3年3月8日 ～ 令和5年2月24日
- ・契約金額 : ¥249,700,000（税込）
- ・発注者 : 国土交通省 近畿地方整備局 六甲砂防事務所
- ・工事内容 : 砂防土工 一式、法面工 一式、コンクリート堰堤工  
作業土工 一式、コンクリート堰堤本體工 1,335m<sup>3</sup>、垂直壁工 191m<sup>3</sup>、  
コンクリート側壁工 148m<sup>3</sup>、間詰工 162m<sup>3</sup>、水叩工 250m<sup>3</sup>、間詰擁壁工 一式、護岸工 一式、  
取付護岸工 一式、護床工・根固め工 一式、砂防堰堤付属物設置工 一式、支川処理工 一式、  
仮設工 一式、

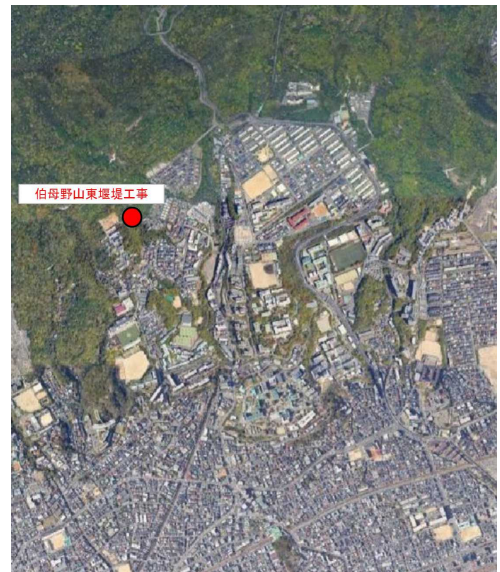


写真-1. 現場位置図

## 3. 公衆災害の防止と周辺住居への環境対策

本工事の索道基地へのアクセス道路の平均勾配は20%以上で、普通車の離合も困難な箇所がほとんどである。また、小学校から高校生の通学路にもなっており、朝夕は地元住民の通行も多くなることから現場独自の交通事故防止対策を実施した。

また、道路幅が狭い住宅街を走行するため、地元説明会においても工事用車両が通行する際の家屋に与える振動・騒

音について懸念している住民が多数いた。運行ルートの一部が土砂災害警戒区域に指定されており、住民から工事用車両の運行に際し、理解を得られなかった。度重なる地元説明会の開催により、以下の事項を実施した。

### 3-1. 工事用車両の交通事故防止

#### (1) 工事用車両の規格変更

地元自治会からの要望もあり、工事用車両の規格を大型車（10 t）から中型車（4 t）クラスに変更した。

#### (2) 工事用車両の運行ルール作成

現場作業員には、新規入場時に現場独自の「工事用車両の運行ルール」を作成して教育を行い、周知徹底を実施した。また、資材等の納入業者にも事前に送付し運行ルールを徹底させ入場させた。（図-1 参照）

#### (3) 工事用車両の運行時間の制限

運行ルートには神戸松蔭女子学院大学、六甲学院中学校・高等学校があり学生の通学路となっているため、工事用車両の入場を8時30分以降にし、運行時間を8時30分から16時30分までとした。

#### (4) 工事用車両の運行方法

工事用車両（ダンプトラック）の残土搬出時、4台から6台の台数が走行するため、一時待機場所を決め、無線連絡にてスムーズに走行できるよう調整した。

#### (5) 水路蓋及びカーブミラーの設置

工事用車両の運行ルートで車両が走行する際、歩行者の安全確保が困難な箇所には、水路蓋を設置した。（写真-3参照）また、運行ルートで見通しが悪く、一般車両との追突事故が懸念される箇所にはカーブミラーを設置し、第三者及び工事車両の安全確保を図った。いずれも道路管理者及び地元自治会との協議を行い設置することができた。

#### (6) 工事看板の設置

運行車両を住民に周知するため、「工事用車両運行予定」看板を設置した。また、当日に工事用車両の運行の有無が一目でわかるよう「運行中」看板を設置し、周知を行った。

### 3-2. 周辺住居への環境対策

#### (1) 振動・騒音事前調査（工事用車両走行前の調査）

運行ルートにおいて道路形状の変化点6箇所において事前に4tダンプトラック（積載有・無）を走行させ測定を行った。また、測定前後に沿道の住民に対し測定についての説明会を開催し、理解を得た。

#### 調査結果

騒音レベル(LAeq)については、いずれの地点においても、自動車騒音の要請限度(昼間：65dB)を下回っていた。振動レベル(L10)については、いずれの測定時間帯においても、道路交通振動に係る要請限度(昼間：65dB)を大きく下回っていた。

以上のことから土砂搬出時における振動・騒音の影響はないことが確認できた。

#### (2) 振動・騒音常時観測（工事用車両施工中の調査）

工事施工中に振動騒音測定機（電光掲示板で常時数値を表示）を土砂警戒区域に設置して、住民及び運転者にも判るよう常時観測を行った。記録はデータロガーに記録させ原因・対策を判別できるよう整理した。なお、過去測定した値は基準値（自動車騒音の要請限度65dB、道路交通振動に係る要請限度65dB）内であった。

#### (3) 施工箇所周辺の振動・騒音観測

施工箇所東側及び索道基地周辺において家屋（15件程度）があり、施工中の振動・騒音を住民が懸念されていた。このため作業中の振動・騒音値が基準値以下（特定建設作業基準値：騒音85dB、振動75dB）であるかの確認を行った。その為、運行ルートと同様に振動・騒音測定機を2箇所設置し、観測を行った。

#### (4) 事前家屋調査及び防音対策

施工箇所東側において、発注者の予測検討では騒音に関しては各工種とも基準値を超える値となり、振動についても軟岩掘削時に基準値と同等の値となっていた。

また、索道基地周辺には北側に特別養護老人ホーム、南側に宅地が近接している。そのため同様に振動・騒音の予測検討を行った。（図-1・図-2 参照）

検討した結果、基準値以下で施工するために東側に防音シート、索道基地には仮囲いを設置することで基準値内で施工を行うことが可能であるとの結果を得た。

また、振動に対しては施工による家屋への影響を確認するため事前家屋調査（施工箇所東側5軒、索道基地3軒）を行った。

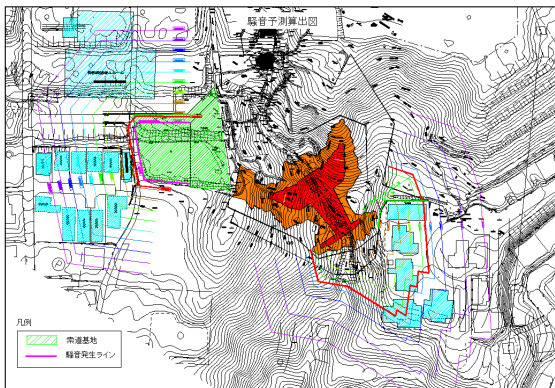


図-1. 騒音予測算出図

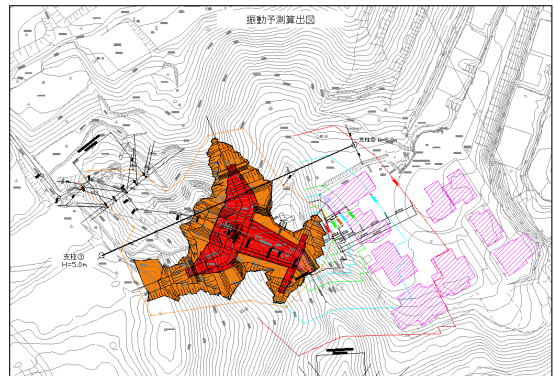


図-2. 振動予測算出図

#### 4. 土石流対策について

施工中において、今後さらなる崩壊や土石流の発生が懸念されるため、以下の対策を行った。

また、工事箇所は神戸市が公表している「土石流危険渓流」内に位置する。このことから土石流の兆候をいち早く知ることが重要であることから、崩壊箇所に土石流センサの設置を行った。

##### 4-1. 土石流防護柵（TAMPO バリア）の設置

発注段階より、住民及び作業員の安全を確保するため工事期間

中に土石流災害の被害を軽減させるため施工箇所の上・下流に土石流防護柵（TAMPO バリア）を設置して、万一に備えた。

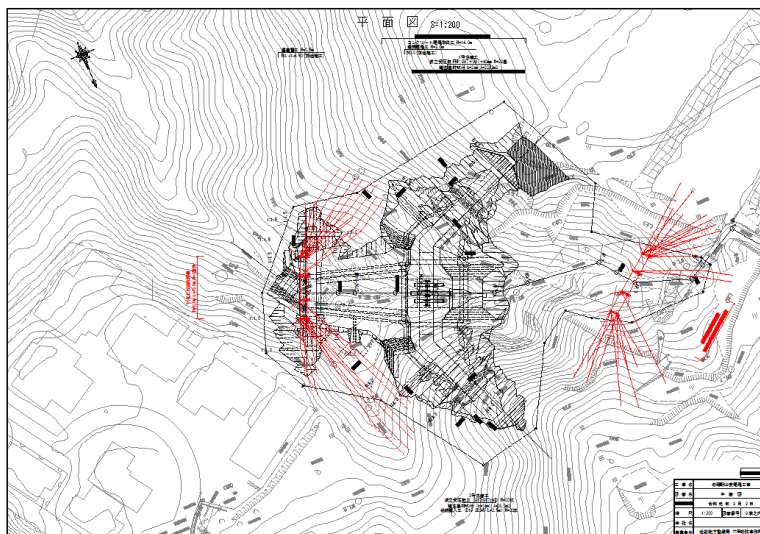


図-3. 土石流防護柵設置平面図





写真-2. 土石流防護柵（上流側）



写真-3. 土石流防護柵（下流側）

#### 4-2. 広域傾斜検知システム（グラロイド）の設置

大雨，地震等の影響で崩壊箇所に異常が生じた場合にいち早く現場に通知し退避できるよう土石流センサを設置した。

このシステムは，崩壊の恐れがある箇所に傾斜計を設置し，親機に計測データを集約してLTE回線で送信することができ，警戒値を超えた際にメールやパトランプで予兆を通知することができるため，どこにいても危険をいち早く知ることができる。広域傾斜検知システムを設置したことにより，大雨時など現場にいなくとも地山の挙動を監視することができ，安全に作業を行うことができた。



写真-4. グラロイド設置

#### 5. まとめ

本工事は当初工事、その2工事から継続して施工をしている。当初工事では地元住民が車両の運行に関し難色を示していたが、現在は早期完工に向け協力的である。残り工期が1年程度あるが、無災害にて完工を目指す。

あかだに ごうさぼうえんていこうじ じどうかせこう かつようじっせき  
赤谷3号砂防堰堤工事における自動化施工の活用実績について

鹿島建設株式会社 赤谷3号砂防堰堤工事  
(工期：2020年2月1日～2022年3月31日)



監理技術者 ○松本健太郎 (まつもとけんたろう)

【キーワード】 『深層崩壊』 『河道閉塞対策工事』 『自動化施工』 『ICT活用施工』 『技術提案・交渉方式』

1. はじめに

2011年9月に発生した台風12号では、紀伊半島の広い範囲で総降水量が1,000mmを超え、この影響により奈良県五條市大塔町赤谷地区(図-1 参照)では、大規模な深層崩壊が発生した。その結果、崩壊土砂により赤谷川が堰き止められ、河道閉塞が発生し、湛水池が形成された。発生した河道閉塞の特徴は、崩壊土砂量が約1,138万m<sup>3</sup>および湛水容量が約100万m<sup>3</sup>と過去最大規模となっている点である。さらに流域面積が約13.77km<sup>2</sup>と大きく、降雨による湛水池の水位上昇が顕著であるため、発災以降、計19回の越流を繰り返している。特に、2014年8月の台風11号では、写真-1に示すように大量の越流水が2号砂防堰堤を流下し、非常に危険な状態であった。

赤谷地区では、河道閉塞の決壊に伴う土石流による新たな土砂災害を防止するため、緊急対策工事として、越流水を安全に下流側に流下させる排水路の施工から着手した。その後、抜本対策工事として、砂防堰堤や床固工群、溪流保全工群などの砂防設備を下流側に向けて整備し、現在、3号砂防堰堤の施工に着手している(図-2 参照)。本稿では、崩壊斜面直下に位置する3号砂防堰堤工事において、安全性確保と施工の効率化を両立させるために実施した国内初となる砂防堰堤の無人化・自動化施工の実績について報告する。



図-1 現場位置図

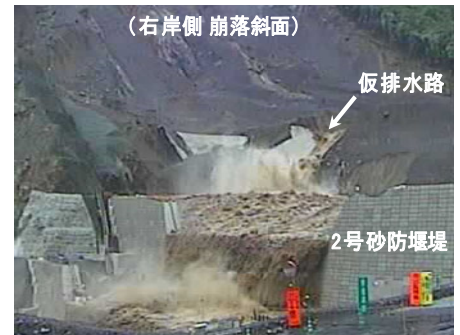


写真-1 台風11号による越流状況



図-2 赤谷地区対策工事全体概要図



## 2. 工事概要

3号砂防堰堤は、河道閉塞箇所の下流側に位置し、河道閉塞脚部の安定化を図ることで、河道閉塞箇所全体の侵食による決壊の防止を目的としている。赤谷地区は発災以降、大規模な再崩壊を繰り返し、現在も斜面に不安定な土砂が堆積していることから、施工中の安全性を確保するため、出水期間中(6月15日～10月31日)は3号砂防堰堤施工箇所を立入規制区域に設定し、無人化遠隔操作にて施工する必要がある(表-1参照)。そのため、3号砂防堰堤工事は、立入規制区域内の無人化および自動化施工に対応した構造設計を完成させるため、設計段階において、施工者の技術・経験を取り入れる技術提案・交渉方式(ECI方式)の技術協力・施工タイプとして、工事を進めている。

3号砂防堰堤の堰堤本体は、下流側にブロックの外部材設置後、その内部にソイルセメント(INSEM レベルⅢ設計基準強度: 3.0N/mm<sup>2</sup>)を打設する構造となっている。また、袖部(コンクリート配合: 18-5-40BB)および水通し部(コンクリート配合: 21-5-40BB)はコンクリートの現場打ち構造となっている。

本工事の施工フローを図-3、計画図を図-4～6に示す。砂防土工にて掘削後、2021年6月14日までの非出水期に地盤改良工および堰堤本体の下部を施工し、2021年6月15日から10月31日までの出水期に、砂防堰堤の無人化・自動化施工を実施した。その後、非出水期に砂防堰堤の水通し部および袖部のコンクリートを打設し、砂防堰堤を完成させる計画である。

本工事では、2021年度の砂防堰堤の施工のうち、無人化遠隔操作では、作業に時間を要し、かつ精度の確保が困難な作業を抽出し、ブロック設置、ソイルセメント敷均し・転圧作業において、自動化施工を導入する計画とした。

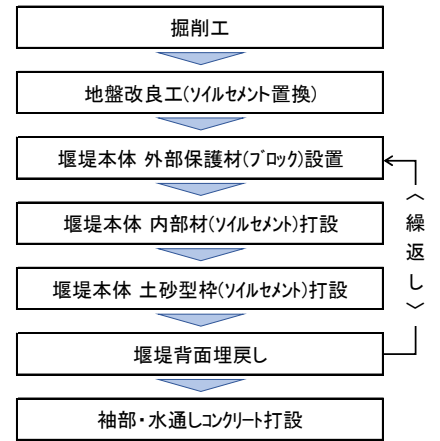


図-3 施工フロー



図-4 計画平面図

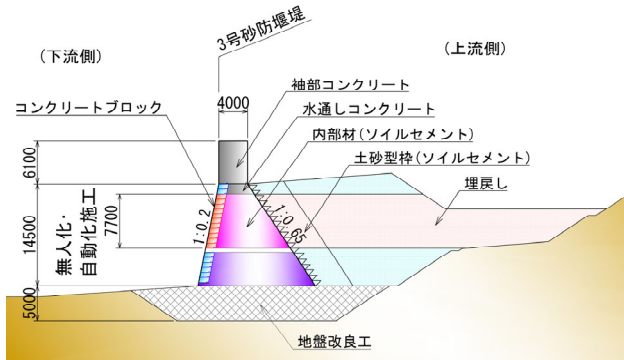


図-5 計画縦断面図

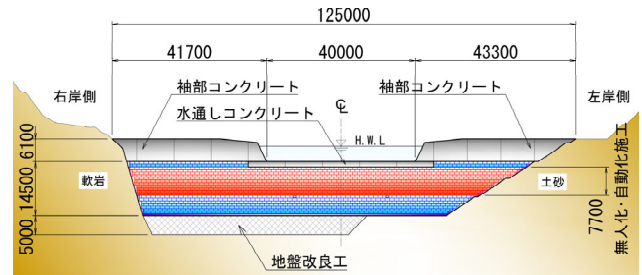


図-6 計画横断面図

表-1 赤谷3号砂防堰堤工事全体工程表

工種・種別	施工区分	数量	単位	【凡例】 ■ 有人(標準)施工 ■ 無人化施工 ■ 無人化・自動化施工 □ 出水期																							
				2019年			2020年						2021年						2022年								
				9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月					
技術協力業務	-	1	式	[Gantt chart showing construction periods: 技術協力業務 (2019.9-2020.1), 非出水期施工 (2020.2-2020.5), 出水期施工 (2020.6-2021.10), 非出水期施工 (2021.11-2022.4), 出水期施工 (2022.5-2022.10), 非出水期施工 (2022.11-2023.3)]																							
砂防土工 土砂掘削	有人	126,090	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2020.2 to 2020.5]																							
砂防土工 軟岩掘削	有人	11,770	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2020.4 to 2020.5]																							
砂防土工 土砂掘削	無人	25,760	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2020.6 to 2020.9]																							
砂防土工 軟岩掘削	無人	14,790	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2020.7 to 2020.8]																							
仮排水工 φ1,000mm 暗渠排水管	有人	164	m	[Gantt chart showing work from 2020.11 to 2020.12]																							
排水工 φ1,000mm 暗渠排水管	有人	106	m	[Gantt chart showing work from 2021.1 to 2021.3]																							
地盤改良工 砂防ソイルセメント	有人	8,187	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2021.4 to 2021.5]																							
堰堤本体工 コンクリートブロック	有人	428	m <sup>2</sup>	[Gantt chart showing work from 2021.6 to 2021.7]																							
堰堤本体工 砂防ソイルセメント	有人	8,409	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2021.6 to 2021.7]																							
堰堤本体工 コンクリートブロック	無人	734	m <sup>2</sup>	[Gantt chart showing work from 2021.8 to 2021.10]																							
堰堤本体工 砂防ソイルセメント	自動	8,836	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2021.8 to 2021.10]																							
堰堤本体工 コンクリートブロック	有人	122	m <sup>2</sup>	[Gantt chart showing work from 2022.11 to 2022.12]																							
堰堤本体工 砂防ソイルセメント	有人	1,793	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2022.11 to 2022.12]																							
堰堤本体工 水通しコンクリート	有人	476	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2023.1 to 2023.2]																							
堰堤本体工 袖部コンクリート	有人	1,613	m <sup>3</sup>	[Gantt chart showing work from 2023.1 to 2023.2]																							

### 3. 自動化施工の活用実績について

#### 3.1 ブロック設置の自動化施工

砂防堰堤の下流側に設置する外部保護材は、厚さ 15cm 程度のコンクリートの壁面材で、人が鋼材等で固定する方法が一般的な施工方法である。この外部保護材の設置作業を人力の助けなく、機械のみで設置するため、図-7 に示すようにブロック自体が自立し、ソイルセメント転圧時の側圧に抵抗できる形状で、かつ機械のみで揚重・設置可能なようにブロックを開発し、その形状に合わせた専用把持装置も併行して開発した。

ブロックの形状は、寸法 1,250mm×1,360mm、高さ 700mm、重量 2,550kg で、重心位置に上部φ270mm～下部φ400mmの把持孔が開いている。ブロック底面の凹部は、下段のブロック上面の凸部と嵌合するため半円状となっており、ブロックの微調整が難しい自動化施工においても精度よく設置可能な構造とした。

把持装置は、ブロック中央に設けた把持孔に装置先端部を挿入することで容易に把持することが可能である。



図-7 ブロック形状と把持装置

図-8 にブロック設置の自動化施工で使用するバックホウの概要を示す。今回、新たに開発したブロック設置の自動化施工技術は、高価な自動化専用の建設機械を準備する必要がなく、汎用の 1.4m<sup>3</sup> バックホウの運転席に人工筋肉ロボット(コーワテック社製:アクティブロボット SAM)を搭載することで対応している。バックホウに装備した傾斜計、旋回角度計、距離計等の計測用センサーで重機姿勢を高精度に計測し、キャビン上部に搭載した AR カメラ(4K カメラ)でブロックに貼付した A1 サイズの AR マーカーを画像認識し、自動運転のために必要な相対座標を GNSS 位置情報に頼らず瞬時に計算可能である。

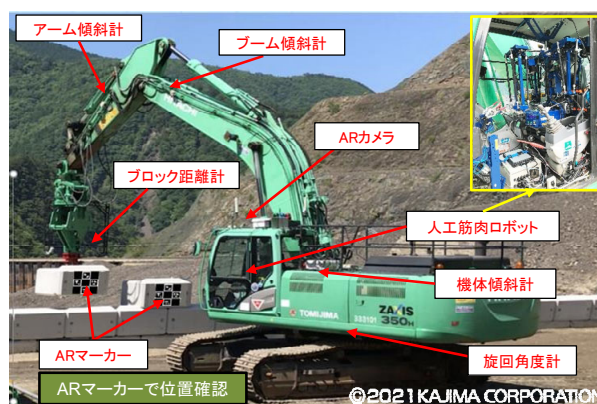


図-8 自動化仕様バックホウ概要図

実施工では、今回開発した自動運転システムにより操作指令データを作成し、このデータに従ってバックホウに搭載した人工筋肉ロボットを操作し、ブロックの把持から設置までの作業の自動化が可能となった(図-9 参照)。遠隔操作室のオペレータは、マウス操作および作業状況を監視するだけでよく、自動運転によりブロック設置の作業効率を約 25%向上させ、安全性の確保と施工の効率化を図ることができた。



図-9 ブロック設置の自動化施工状況

#### 3.2 ソイルセメント敷均し・転圧の自動化施工

赤谷地区では、ソイルセメント敷均し・転圧の自動化施工に建設機械の自動運転を核とした次世代の建設生産システム「A4CSEL®」(クワッドアクセル)を導入した。

自動化施工に使用する重機は、21t ブルドーザ(敷均し)と 10t 振動ローラ(転圧)である。これらの重機は、自動化機器や GNSS 装置を設置する必要があるため、約 1 ヶ月間、メーカーの工場では機体改造後、約 3 ヶ月間、実験フィールドにて試験施工を行った。また、ソイルセメントは、11t 不整地運搬車を 5 台使用し、無人化遠隔操作にて運搬する計画とした。

自動化施工では、最適な敷均し・転圧区画の設定、各作業の作業順序、それぞれの重機の走行経路パターンの作成が重要で

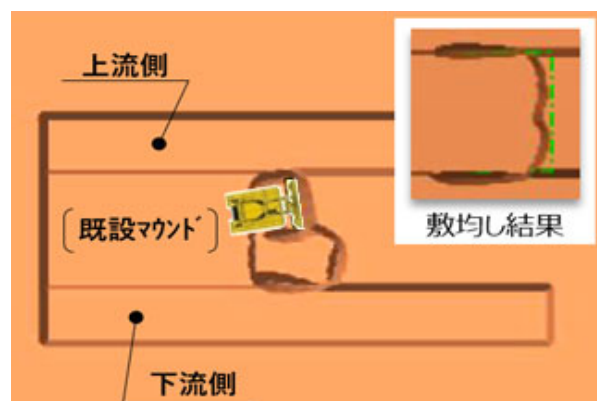


図-10 敷均しのシミュレーション図



ある。そこで、事前にソイルセメントに対応した計画策定のシミュレーションと実機での試験施工を繰り返すことで最適な重機の走行経路と施工スケジュールを決定した(図-10 参照)。

自動化施工の敷均し作業は、ブルドーザのブレード幅を基準に、最少敷均し幅を 4.5m とし、敷均し幅に合わせて、不整地運搬車の荷下ろし台数を変更した(図-11 参照)。また、積込重量表示機能を搭載したバックホウにてソイルセメントの積載量を一定に保ち、不整地運搬車の荷下ろし位置は、ブルドーザ前方に設置した車載カメラにて確認した。自動化施工の転圧作業は、ローラの隣接レーンへの最小移動距離を考慮し、延長 15.0m を一つの転圧区画に設定し、ソイルセメントの製造から転圧完了までを 120 分以内となるように施工スケジュールを作成した。

実施工では、事前に計画した施工スケジュールに従い、作業を進めることができたため、狭隘な中での重機輻輳による遅延を防止でき、かつ所定の精度、設計上必要な現場密度を十分確保した施工が可能となった。遠隔操作室のオペレータは、マウス操作および作業状況を監視するだけでよく、自動運転によりソイルセメントの敷均し・転圧の作業効率を約 40% 向上させ、安全性の確保と施工の効率化を図ることができた。

### 3.3 ソイルセメントの遠隔操作現場密度測定方法の確立

本工事では、遠隔操作での現場密度測定を実現するために、散乱型 RI 計測器(フィールドテック社製: FT-107R)を使用し、無人化遠隔操作にて揚重・運搬・測定できる方法を検討した。RI 計測器の遠隔操作は、本工事にて開発した遠隔制御用ソフトを使用し、操作室に設置した測定用のパソコンにて行った。遠隔操作に必要なデータ通信は、RI 計測器に無線 LAN コンバータを取り付け、無人化遠隔操作で使用している 5GHz 帯無線アクセスシステムを使用した。測定箇所までの RI 計測器の揚重・運搬は、本工事にて製作した専用の吊治具を使用し、移動式クレーン仕様の 0.45 m<sup>3</sup> バックホウにて行った。また、RI 計測器は精密機械であるため、外側を鋼材で堅固に防護し、設置時の衝撃を緩和するために、RI 計測器の四隅に衝撃吸収用のダンパーを装着させた(図-12 参照)。

実施工では、遠隔操作室から現場密度を安全に測定し、測定値も規格値を全て満足することができた。

### 3.4 ブロックの遠隔操作出来形測定方法の確立

本工事では、遠隔操作でのブロックの出来形測定を実現するために、ブロック設置に使用している 1.4 m<sup>3</sup> バックホウに GNSS 装置を取り付け、把持装置の先端部にて X・Y・Z 座標の測定が可能な設定とした。ブロック設置時は、3次元設計データにて位置を確認し、さらにブロック設置完了後は、ニコン・トリンプル社製の画像計測ソリューション(Nivo-i)でブロックの出来形を遠隔操作にて測定する一連の管理方法を確立した(図-13 参照)。

実施工では、遠隔操作室からブロックの出来形を安全に測定し、高い出来形精度を確保することができた。

## 4. おわりに

国内初となる砂防堰堤の無人化・自動化施工に対し、国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所と連携を密に図ることにより、これまで無事故で対策工事を進めることができています。最後に、今日まで技術的指導を頂いた近畿地方整備局の関係各位、ならびに本工事に協力して頂いた関係各位に、この場を借りて厚く感謝の意を表したい。

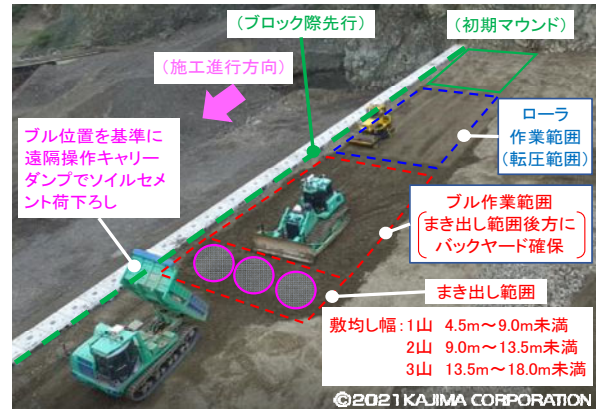


図-11 敷均し・転圧の自動化施工状況



図-12 現場密度測定状況(操作室)

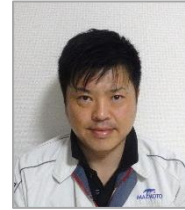


図-13 ブロック出来形測定状況(操作室)

# 二楽上流堰堤改築工事における安全対策について

(株)松本組 二楽上流堰堤改築工事

(工期 令和3年4月～令和4年10月)



むらした じゅん

現場代理人 ○村下 潤

監理技術者 村田 智之

キーワード 「土石流対策」 「ヒューマンエラー」 「第三者災害」

## 1. はじめに

当工事は、兵庫県神戸市東灘区本山町岡本の六甲山・住吉川にほど近い場所に位置し住宅から約200m程度の距離がある現場である。危険となる土砂・流木などの流出を防ぐため、既設堰堤の土石流対策への補強及び流木対策強化のための流木捕捉(鋼製スリット)設置により被害を軽減し、また護岸保護をすることを目的に構築する工事で現在施工中である。

## 2. 工事概要

工 事 名 : 二楽上流堰堤改築工事  
 工 事 場 所 : 兵庫県神戸市東灘区本山町岡本地先  
 工 期 : 自) 令和3年 4月 1日 ~ 至) 令和4年 10月 16日  
 主要工事内容 :

砂防土工(掘削工)	2079.2m <sup>3</sup>	砂防土工(埋戻工)	769.5m <sup>3</sup>
コンクリート堰堤工	804.3m <sup>3</sup>	間詰工(かご工)	50.2m
前庭工	73.8m <sup>3</sup>	取付工	230.8m <sup>3</sup>
仮設工(転流工)	121.0m		

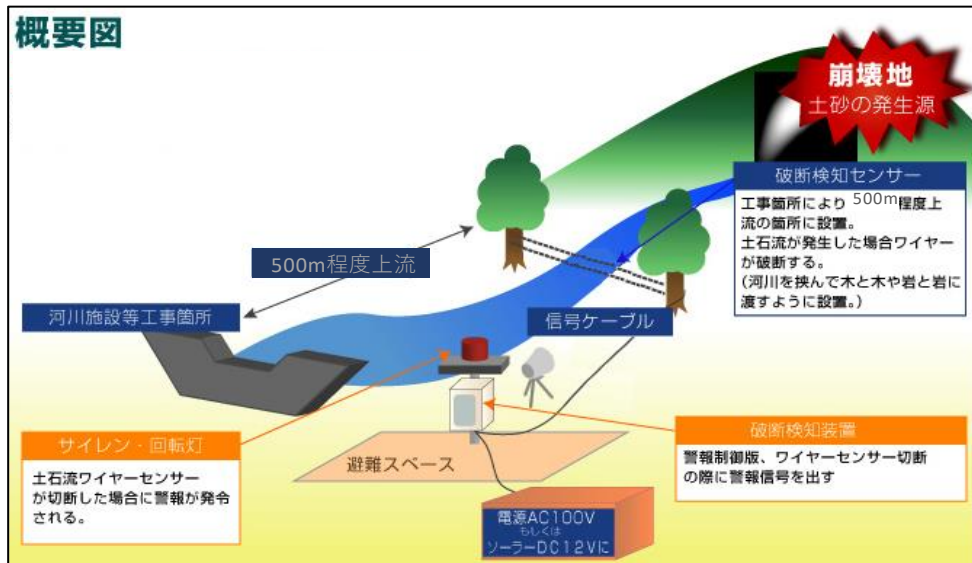




### 3. 土石流に対する安全対策

#### 3. 1 土石流の事前調査の実施

(1) 土石流の事前調査として、施工箇所より上流側約800mまでの渓流調査及び周辺を確認し転石、数本の倒木があり対策を検討しました。



(2) 土石流監視警報装置は事前調査を踏まえ、土石流感知センサーを現場より 500m上流に設置し、作業現場に回転灯及びサイレンを設置し、発生時の警報音で周知できるように警報装置設置の設置を計画をしています。



(3) 土石流発生時の避難については、発生の前兆（急激な水の濁り・減少・増加や地鳴り・振動）となる現象を把握した場合や、土石流警報システムが作動した時に直ちに作業を中止し、退避出来る体制とします。また、避難訓練を実施し作業員に避難時間・避難経路・退避場所を周知徹底します。



#### 4. ヒューマンエラーに対する安全対策

事故のおよそ8割近くヒューマンエラーによって起こると言われています。人は誰でも間違える事があるので、ひとりひとりがヒューマンエラーを起こさないようにするために安全活動を積極的に行うことが、重要な対策とし、現場での作業はミスが重大事故につながるので、ヒューマンエラーを起こさない対策が必要だと考えました。

##### 4. 1 安全指示等の周知徹底

朝礼、KY活動、現場での指示において、現場代理人から作業員に安全等の指示を伝えているが、作業員の安全意識が低く指示内容を理解してない・指示を聞いていないなどにより、安全に関する指示が作業員にうまく伝わっていないということがヒューマンエラーを起こす原因だと思いました。ヒューマンエラーを起こさないためには、安全指示を理解しやすく伝える事が重要であるという認識から、次の2つのことを実施していきます。

##### (1) KY活動の取組

全員がKY活動に真摯に取り組む、安全指示をしっかりと伝えるためのKY活動を行います。今までは、危険予知の内容がいつも同じで具体性にかげ、内容によってはあいまいになっていることが多く、作業員に意見を求めたりしない形式的なミーティングであったため、改善する必要があると考えました。取組むポイントは、できる限り全員に発言させることで、KY活動に積極的に参加させるようにします。また、職長は作業員に具体的に説明し、内容の曖昧さを解消することで安全指示内容が作業員にわかりやすく理解できるようにします。

『危険予知活動表の一部』

		どこで・何をしています	どのような危険があるか	具体的に行う対策（実際に何をしますか）
改善前	→	残土場でダンプ誘導時	ダンプに接触	見えるように合図する
		掘削箇所作業中	バックホウに接触	旋回内の立入禁止
		擁壁施工箇所資材運搬中	置き転倒	資材を片付ける
		どこで・何をしています	どのような危険があるか	具体的に行う対策（実際に何をしますか）
改善後	→	残土搬出場でダンプ誘導時に	ダンプに接触する	自分の安全を確保しダンプ運転手が見える位置で誘導する。
		右岸部で機械掘削作業中に	バックホウに接触する	旋回範囲明示し作業半径内の立入禁止措置をとる。
		擁壁施工箇所に資材運搬中に	他資材に置き転倒する	資材を資材置場に片付け通路を確保する。

##### (2) コミュニケーションを図る

作業員に対し一方的に指示を出すのではなく、コミュニケーションをとり会話する事が重要であると認識し、実際に作業場所に行き、作業員の行動を見て、作業員に話しかけたりして指示した内容がしっかり伝わっているか確認します。また、良好なコミュニケーションをとる事で、指示を正しく理解していない作業員がいた場合でも他の作業員とお互いに確認し合い、指示が正しく伝わるような現場の雰囲気づくりに努めます。

## 5. 第三者災害に対する安全対策

施工箇所は神戸市東灘区本山町岡本に位置し、施工現場に行くには宗教法人 霊法会の用地内に入らせてもらい参道となる道路を通過して現場に行きます。その参道は霊法会の信者の方が参拝するための車両(バス)の運行や、参道の清掃活動を日々おこなっているため参道内での安全対策を講じ、第三者交通災害の防止に努めなければなりません。

### 5. 1 参道の安全対策

工事現場入口の先に参道のカーブがあり、下ってきた車両から見たらカーブを曲がった先に工事車両出入口があるとゆう状況なので見通しも少し悪い状況です。その為、参道内運行の安全確保(霊法会車両・工事車両の交通災害防止)を目的とし、安全対策を実施します。

※工事車両運行状況に応じ交通誘導員は配置します。

#### (1) 通行車両検知システムの設置

車両検知システムの設置は、霊法会関係車両と工事車両の参道と現場出入口における接触事故の防止を目的とし、通行車両検知で現場入口の回転灯で工事車両に通行車を知らせ、工事車両出入口での接触事故防止の安全対策を行っていきます。

#### (2) ②車両出入口ミラーの設置

車両出入口のロードミラーの設置は、工事用道路から車両出発時、拝殿側車両が見えにくいので工事車両運転者にも通行車両を自分の目で確認させ接触事故の防止を目的とします。車両通行もそこそこ多いので大型車両運行時等、交通誘導員も配置しますが、交通誘導員の通行車両の見落としまた通行車両検知システムの急な不具合等に備えミラーを設置し接触事故防止を行っていきます。



## 5. おわりに

工事現場は、現場条件を十分理解し的確な予想を行う事が、最も重要な事であると考えます。災害を未然に防止する事は難しい課題ではありますが、作業従事者全員とコミュニケーションをとり知恵を出し合いヒューマンエラー・災害防止に努める事で、今後工事を進めていくうえで災害を未然に防ぐ事ができると思います。今後無事故で工事を進行していくことが最重要項目として考え、無事に工事を完成させたいと考えております。



ひやみずしゃめんたいさくほかこうじ あんぜんたいさく  
 冷水斜面对策他工事における安全対策について

松塚建設株式会社 冷水斜面对策他工事  
 (工期：令和3年6月30日 ～ 令和4年3月10日)



現場代理人 いまにし ひろあき  
 今西 裕昭  
 監理技術者

キーワード 土砂崩壊対策・ICTの活用・省人力化

### 1、はじめに

当工事は平成23年9月の台風12号の記録的な大雨により、甚大な被害があった奈良県吉野郡天川村の冷水地区における災害復旧関連工事であり、大規模斜面崩壊部の安定化を図るための斜面对策工事である。

施工箇所は急峻狭隘かつ長大な法面での作業となるため、施工方法や作業員の人数、使用機器が限定されることから、作業員の安全を確保しつつ、省人力化を図り生産性向上に繋げる必要があった。また、風化した脆い砂礫から成る地質のため、土砂崩壊災害に対する安全性の確保も課題となった。

これらの問題を踏まえ、工事従事者の安全を確保すべく、当作業所で実施した安全対策と活動について報告する。



図-1 全体概要図

### 2、工事概要

砂防土工	
法面整形工	1,230m <sup>2</sup>
法面工	
植生工	650m <sup>2</sup>
法砕工	1,233m <sup>2</sup>
鉄筋挿入工	548本
山腹水路工	
山腹集水路・排水路工	72m
地下水排除工	
集排水ボーリング工	1,140m
仮設工	
モノレール工	1式



写真-1 施工状況

### 3、急峻な地形での安全対策

施工箇所の東側は施工済みであったが、施工箇所及び西側斜面は崩壊当時のままの姿で、災害から10年の歳月が経過しているものの、いつ崩落や落石があってもおかしくない状態であった。作業従事者は付近で稼働する重機の音や作業に集中するあまり、落石等の危険に気がつきにくく、落石の直撃による重大災害が起こり得る状態であった。また、日々使用する作業通路となる箇所は斜面上や崩壊斜面の前を通過する必要があり、急峻な地形での安全対策が重要となった。



写真-2 施工前状況



### 3-1、土砂崩壊対策

施工前に崩壊斜面上部の法肩付近の2箇所土砂崩壊検知・警報装置であるスーパーサッチャーを設置した。また、下部の安全な箇所斜面監視員を配置して、目視により作業中の斜面の異常を常に監視した。

土砂崩壊検知・警報装置と斜面監視員の二重の対策を行うことで、土砂崩壊対策を万全に行うことができ、現場従事者に対しても危険箇所での作業であるということを知ることができた。



写真-3 土砂崩壊対策

### 3-2、落石防護対策

崩壊斜面からの崩落や落石及び法面工施工時の法面整形等による落石に対して、土堰堤の設置と仮設落石防止柵の設置を行った。土堰堤は高さ2m程度で崩壊斜面の法尻に設置し、落石時のポケットとなるように設置した。また仮設落石防止柵は土堰堤の作業通路側に設置し、万一、落石がポケットを飛び越えても作業通路に転がらないように設置した。

ここでも土堰堤と落石防止柵の二重の対策を行うことで、全ての落石を防護することができた。



写真-4 落石対策

### 3-3、仮設備の充実

急峻な地形では作業通路や材料置場を確保することが容易ではないが、災害のリスクを低下させるためには非常に重要である。そのため現場内には自在階段を用いた昇降階段や既設法面を利用した作業通路を確保した。また、作業箇所上部と下部にはそれぞれ材料置場を確保した。さらに現場は山間部に位置するため、夕刻や天気の良い日には薄暗くなることから、照明を確保した。各々の設備により、転落・墜落災害や転倒災害の防止はもろろんのこと、緊急時には安全通路や避難場所としても有効利用することが可能となった。



写真-5 各種仮設備



写真-6 作業通路



写真-7 昇降設備と材料置場



写真-8 照明設備

### 3-4、現場の見える化・見せる化

日々の安全確認と台風等による緊急時の安全確認のため、webカメラを設置した。緊急時には現地に行かずとも状況確認を速やかに行うことができ、深夜や早朝、遠隔箇所からも現場の状況確認を安全に行うことができた。また、このカメラは監視カメラという観点ではなく、現場従事者を見守るカメラという位置づけで、見られているということから不安全行動による災害を防止する意味でも大きな役割を果たした。

さらに、当現場は現場見学会の積極的な受け入れを行った。地元の小中学生や地域住民の方々、他事務所の方々等、外部の方に現場を『見せる化』することで、作業従事者の安全意識の高揚と不安全行動の防止に有効であった。また、地域住民の方々から災害前の現場の状況を教えてもらうことができ、そこから得た災害時の状況や湧水箇所等の有益な情報は、現場点検箇所の整合性を確認すること等に活かすことができた。



写真-9 小中学生現場見学会



写真-10 地元見学会



写真-11 他事務所現場見学



#### 4、ICT等の最先端技術の有効活用

本現場は急峻狭隘かつ長大な法面での施工となるため、人海戦術による作業従事者の増員によって安全性が低下するばかりか、生産性も低下する恐れがあった。また、土木工事の現場では数々の機械化やプレキャスト製品の開発等により、生産性向上が叫ばれて久しいが、法面工事においては未だ人力作業に頼っている状況である。そのため、法面工においても少人数で通常と同じ施工量を確保すべく、数々の最先端技術を用いて現場の施工及び施工管理を行った。



写真-12 施工箇所

##### 4-1、ICT法面（法枠）の活用

施工前の起工測量及び法面整形完了後の現況測量に3Dスキャナーを用いた地形測量を行った。施工前の起工測量に3Dスキャナーを用いることで、現況地山の情報を入手し、不安定な浮石や岩塊の有無や位置、現況勾配等、法面整形前の危険要因の洗い出しに活用できた。また、法面整形完了後の現況測量にも3Dスキャナーを用いて、法枠工施工前の施工基面を入手し、そのデータを基に3Dモデルの作成を行った。斜面勾配が45度を超える急斜面においても、ICT法面を活用することで、人が立ち入らずとも正確な情報が入手でき、その情報を安全や施工に有効活用でき、安全性はもとより生産性向上にも役立った。



図-2 3Dモデル

##### 4-2、CIMモデルの活用

上記4-1記載の3Dモデル作成時に法枠工の配筋や鉄筋挿入工の情報を加味したCIMモデルの作成を行った。CIMモデルの活用は一般的には、「測量・調査、設計、施工、維持管理・更新の各段階において、一連の建設生産・管理システム全体の効率化・高度化を図ることを目的とする」となっている。当現場のような急峻狭隘かつ長大な法面では、CIMモデルを活用することで、完成形の可視化が行え、現場従事者全員が同じイメージを共有することができた。また鉄筋の干渉や現場合わせといった現場作業での不具合及び工数を減らすことにより、安全性・生産性向上に大きく役立った。

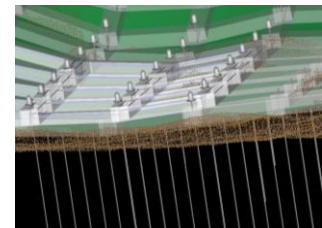


図-3 CIMモデル

##### 4-3、MR技術の活用

鉄筋挿入工は法面の直交方向に施工する必要があるが、削孔機の据え付けには機械オペレーターが機械を操作し、手元作業員が削孔機を介錯しながらスラントや水糸を用いて行っているのが現状であり、削孔機の転倒や機械に挟まれる等の災害が多発している。そこで、当現場ではMR技術（MIXED REALITY：複合現実）を活用して、削孔機の据え付けを行った。この技術は、削孔機にセットした削孔ロッドを表示された半透明の円柱形ホログラムに合わせることによって削孔機の据え付けを行う技術であり、通常は削孔機を操作するオペレーターと手元作業員の2～3人で行っていた作業が、この技術を活用することにより、機械オペレーターが1人で削孔機を正確に据え付けることが可能となる。危険作業の低減により、安全性の向上と省人力化が図れた。

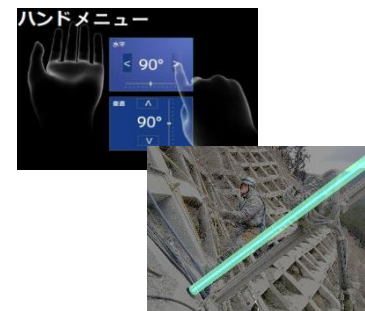


写真-13 MR技術

##### 4-4、各種施工管理技術の活用

法面工事では施工管理においても危険因子が多く存在し、そのような危険因子を排除すべく当現場では様々な新しい技術の活用を行った。

工事写真の記録には電子小黒板を活用した。急峻な斜面上で黒板を持ちながら移動することは非常に危険で負担の大きい行為であったが、電子小黒板を用いて撮影を行うことで、危険リスクを低減することができ、安全性の向上と省人力化が図れた。

また、法枠工の配筋状況の撮影においては、通常は現地にて磁石等のマーカーを鉄筋に配置し、撮影後マーカーの回収を行うといった手順が必要であり、マーカーの落下といった危険が多くあった。専用アプリを使用し画面上で仮想マーカーを設定することで、前述のような現場における作業が低減し、安全性の向上と省人力化にも繋がった。

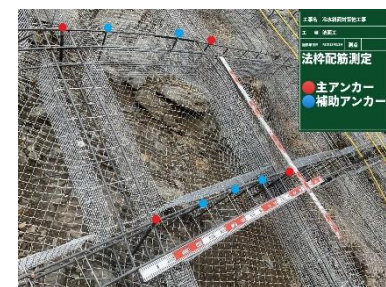


写真-14 電子小黒板・配筋専用アプリ

##### 4-5、新技術の活用による安全性及び生産性の向上

法面工事においては未だ人力作業に頼っている状況であることは先に述べたとおりである。しかし現状に満足してはいけないという思いから、施工時の安全性の向上と生産性向上を目的として、各種の新技術の活用を行った。施工前に法面工の作業従事者に今回の現場での問題点や改善点を聞き出したところ、最も多かった意見が腰痛対策と法面上での昇降に関するものであり、当現場では腰痛対策としてアシストスーツの活用と昇降時の身体的負担の軽減対策を行った。



#### 4-5-1、アシストスーツの活用

アシストスーツは作業時の体の動きに連動し、空気圧やモーターを利用して作業者の身体的負担を軽減する目的で開発されたものである。当現場では、空気を注入して使用するエアータ입とバッテリータイプの2通りを準備し、様々な作業にて使用した。以下に考察を述べる。



写真-15 アシストスーツ使用状況



写真-16 エアータ입



写真-17 バッテリータイプ

作業場所	アシストスーツ			
	電動式		空気式	
	評価	理由	評価	理由
平地場所	◎	各作業において一定の効果があつた。特に資材運搬時に効率的な身体的負担が軽減され作業効率が向上した。	◎	各作業において一定の効果があつた。特に資材運搬時に効率的な身体的負担が軽減され作業効率が向上した。
昇降設備	○	昇降時に身体への負担が軽減される。当現場のように作業場までの距離がある現場は効果が期待できる。	×	脚を上げる動作を著しく圧迫されるため昇降には不向き。
斜面	×	使用時に脚を上げる高さがないと上手く機能が作動しないため使用に不向き。改善の余地がある。	×	脚を上げる動作を著しく圧迫されるため不向き。改善の余地がある。
総合評価	○	平地・昇降時では身体への負担が軽減され作業効率の向上になる。斜面作業においては作動しないので不向きであつた。	△	平地での作業のみ効果がある。斜面・昇降時は足を上げる動作で過剰に反応するため使用に不向きであつた。

◎特に効果が期待できる      ○効果が期待できる。      △効果がなし      ×使用に不向き

図-4 アシストスーツの考察

平地での材料の運搬や中腰での連続作業等には一定の効果を発揮し、人力作業の負担軽減に役立ったが、昇降時や斜面上での作業は脚を上げる動作と機能がうまく作動しない、またフルハーネス型の墜落制止用器具との相性が悪い、それらが今後の課題となった。斜面でも効果の期待できるアシストスーツの開発が進むよう、これからもメーカーや法面業者と連携を図っていききたい。

#### 4-5-2、法面作業昇降アシスト装置の活用

法面工事では通常ロープ高所作業と呼ばれる作業を行い、作業従事者が墜落制止用器具を装着し、親綱とライフラインを用いて法面上で昇降を行う。この昇降作業は身体的負担が大きく、墜落転落災害といった重大災害の大きな要因の一つとなっている。当現場では法面作業昇降アシスト装置である「法面ウォーカー」(NETIS登録：KT-200125-A)を配置した。この装置は人力のみで行っていた昇降作業をアシストする装置であり、電動ウインチにより巻き上げ・巻き下げを行うことで、法面の昇降作業を安全かつ効率的に行うことが可能となった。当現場のような急峻な斜面上での作業には非常に効果が大きく、安全性はもとより施工性の向上にも繋がった。



写真-18 法面ウォーカー



写真-19 昇降状況



写真-20 昇降状況

#### 5、おわりに

砂防現場における法面工事は、作業の性質上どうしても手作業が多く存在し、平地での作業に比べて危険因子が多く、効率が悪いのが現状である。しかし今回様々な技術を活用して思うことは、「安全性が向上すれば施工性・生産性も向上する」ということである。一朝一夕で進歩することはないが、現場従事者及び関係者全員で知恵を絞り、従来からある技術と最先端の技術を組み合わせることで、現場に即した、より安全で施工性に優れた職場環境が構築できると考える。

最後に、発注者の皆様をはじめ本論文を作成するにあたりご指導いただいた関係者各位に深く感謝するとともに、今後もさらなる向上心を持って現場の安全性及び作業効率の改善を進めていきたい。



写真-21 作業所全員写真

# のりめんこうじ 法面工事における安全対策及びICTの活用について

石井建材株式会社 (急)切畑地区  
急傾斜地崩壊対策工事 (その2)



(工期:令和3年7月～令和4年3月)

○現場代理人 なかしま ゆうと  
中嶋 悠人

キーワード 『リスク回避』 『3次元データ』 『3次元測量』

## 1. まえがき

本工事は兵庫県北部に位置する美方郡新温泉町で行った急傾斜地崩壊対策工事である。当工事の所在地は380～400mの標高を示す畑地に人工改変がなされた台地状の地形と、その台地状地形の北側から西側を取り巻くように30°以上の急斜面が分布している。そのような急傾斜斜面上での作業に対して、3次元を用いた生産性・安全性の向上を目的に対策を講じた。

## 2. 工事概要

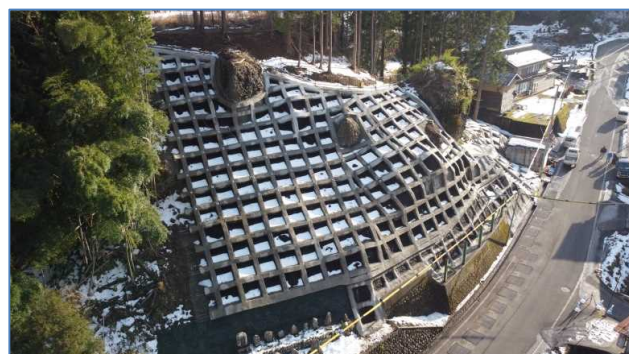
- 2.1 工事名 (急)切畑地区 急傾斜地崩壊対策工事 (その2)
- 2.2 工事場所 兵庫県美方郡新温泉町切畑地内
- 2.3 工期 令和3年7月15日～令和4年3月25日
- 2.4 工事内容 吹付砕工 545m  
簡易吹付砕工 91m<sup>2</sup>  
鉄筋挿入工 65本



・ 完成写真① (工区全体)



・ 完成写真② (起点側から撮影)





### 3. 法面工事における3次元起工測量

#### 3.1 3次元測量で得られる労働災害防止効果

起工測量は3次元測量実施した。従来の法面工での起工測量は、作業員を施工前の不安定な急斜面に複数人配置し、横断測量・面積計測等を行うものである。3次元測量ではその必要がないため、作業効率が向上した。また、昇降設備やロープ高所作業（メインロープ・ライフライン）が不要となり、建設業における労働災害のうち最も大きな割合を占める墜落災害のリスクを3次元測量を採用し回避した。

・ 3次元測量状況



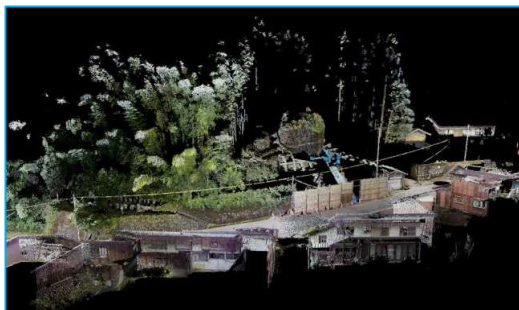
・ 地上型レーザースキャナー



#### 3.2 法面工事における3次元測量

一般的な3次元起工測量では、着工前1回の起工測量で完了するが、当工事では複数回の3次元起工測量を実施した。1回目は着工前に実施。2回目は伐採・法面清掃後に実施。3回目は工事完成後に実施。当工事では、竹林が密集しており着工前の計測では正確なデータが取得できないため、伐採完了後にも実施する必要がある。従来計測であればその都度、急斜面上でのロープ高所作業が発生するが、このように計測機会が増えるほど3次元測量のメリットを実感した。

・ 着工前点群データ



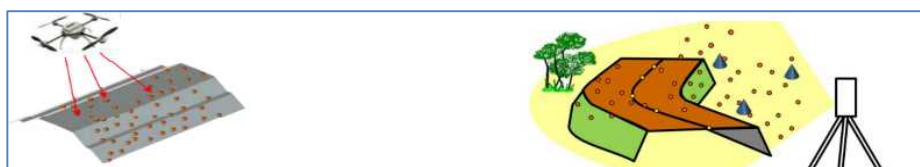
・ 伐採・法面清掃後点群データ



#### 3.3 計測方法の選択

当工事については、地上レーザースキャナーにて全ての計測を実施したが、現場状況によってはUAVと併用が望ましい。機器とソフトウェアを揃える必要があるが、人は容易に立ち入れない、又は自然災害による被災した箇所などの計測はUAVで行い、地形が複雑・オーバーハングした箇所など物件にあわせた計測機器の選択が更なる3次元測量による安全性・作業効率の向上に繋がると感じる。

・ 計測方法の選択（UAV/地上型レーザースキャナー）



## 4. 3次元起工測量データの活用

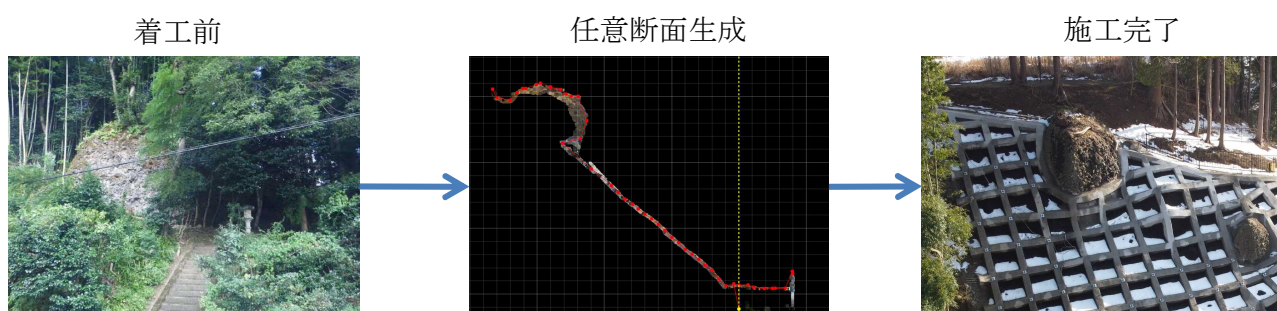
### 4.1 施工方法検討への活用

#### 4.1.1 『さざれ石』点在箇所施工方法の検討

当工事の施工範囲には、この地域では珍しい『さざれ石』が数か所存在しており、地域住民からは神が宿る石として古くから祀られている。その『さざれ石』点在箇所について、任意断面を生成し施工方法の検討を行った。

#### 4.1.2 『さざれ石』点在箇所

さざれ石施工部分の任意断面を生成し、オーバーハング部分を確認した。発注者と協議の上、オーバーハング部分にはモルタル吹付にて充填を行った。法枠割付計画時においては、さざれ石を支えるように割付計画し施工に移行した。

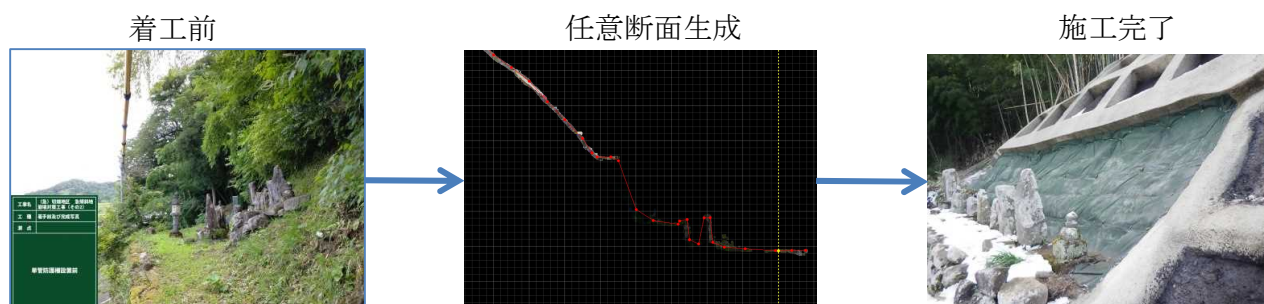


#### 4.1.2 法裾部墓石背面部分の施工方法の検討

当工事の法裾部施工部分に当初設計図書では描かれていない墓石が存在し、法枠工の施工が困難である可能性が予測された。この墓石背面部分についても任意断面を生成し、施工検討を行った。

#### 4.2.2 墓石背面部分

墓石背面部分の任意断面生成・確認したが、法裾部に法枠工が入らない・又は作業スペースがない事が判明し、法枠工の施工は発注者と協議の上、不能と判断した。この墓地背面部分の施工については水硬性土木シートを採用した。シート状の製品を採用することで、墓地背面の保護と作業スペースの両問題を解決した。



### 4.3 点群データを活用して得る災害リスクの回避

当工事では、3次元測量にて得られた点群データを活用し、現地踏査（急斜面上での作業）を回避することができた。急斜面での作業時に転落するリスクを様々な転落防止器具等で回避できるが、その危険作業を省略する、つまりリスクを根本から回避できる。このようなリスク回避への活用は、作業環境が厳しいほど採用されるべきと感じる。



## 5. 3次元測量による出来形管理

### 5.1 3次元測量の実施

本工事では完成後3次元測量を実施し、出来形管理を実施した。しかし、弊社でもまだ実績が無く比較検討・検証のため、従来計測（巻尺計測）も実施し効果・精度の検証を行った。また、当工事の完成検査時は1月中旬となり積雪のため現場のが確認出来ない可能性があるため、出来形だけでなく、出来栄も意識して3次元測量を実施した。

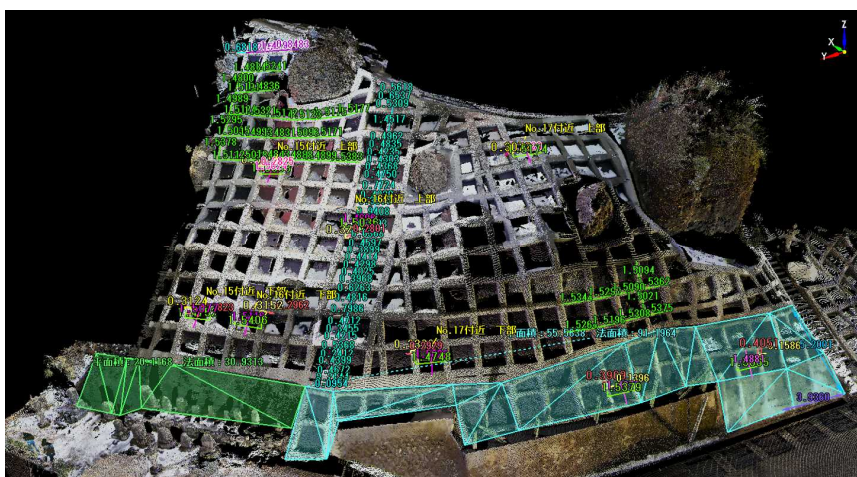
### 5.2 従来計測（巻尺計測）との比較・検証

従来計測と3次元測量との比較・検証結果を以下に示す。

5.2.1	縦梁中心間隔	最大誤差 7.0mm	最小誤差1.0mm	平均誤差2.3mm
	横梁中心間隔	最大誤差12.0mm	最小誤差3.0mm	平均誤差5.2mm
	法枠工幅	最大誤差15.0mm	最小誤差2.0mm	平均誤差5.2mm
	法枠工高さ	最大誤差 7.0mm	最小誤差2.0mm	平均誤差5.0mm
	法枠工延長（1箇所測定）	差異-20.0mm		
	法枠工延長（1箇所測定）	差異+13.0mm		

以上の結果を得た。

#### ・ 3次元測量結果による出来形管理



#### ・ 測定結果比較表

測定箇所	測点	実測値	IC1計測値	誤差	
法枠工 縦梁中心間隔	No.15付近 下部	1500	1507	+7.0	
	No.15付近 上部	1500	1502	+2.0	
	No.16付近 下部	1510	1511	+1.0	
	No.16付近 上部	1470	1469	-1.0	
	No.17付近 下部	1500	1502	+2.0	
	No.17付近 上部	1480	1481	+1.0	
最大誤差	7.0mm	最小誤差	1.0mm	平均誤差	2.3
法枠工 横梁中心間隔	No.15付近 下部	1470	1475	+5.0	
	No.15付近 上部	1540	1535	-5.0	
	No.16付近 下部	1540	1540	±0.0	
	No.16付近 上部	1515	1503	-12.0	
	No.17付近 下部	1480	1474	-6.0	
	No.17付近 上部	1520	1517	-3.0	
最大誤差	12.0mm	最小誤差	3.0mm	平均誤差	5.2
法枠工 幅	No.15付近 下部	310	312	+2.0	
	No.15付近 上部	330	325	-5.0	
	No.16付近 下部	330	315	-15.0	
	No.16付近 上部	320	324	+4.0	
	No.17付近 下部	330	332	+2.0	
	No.17付近 上部	310	307	-3.0	
最大誤差	15.0mm	最小誤差	2.0mm	平均誤差	5.2
法枠工 高さ	No.15付近 下部	275	282	7.0	
	No.15付近 上部	280	282	2.0	
	No.16付近 下部	290	296	6.0	
	No.16付近 上部	275	280	5.0	
	No.17付近 下部	285	292	7.0	
	No.17付近 上部	275	272	-3.0	
最大誤差	7.0mm	最小誤差	2.0mm	平均誤差	5.0
法枠工 延長	No.15付近 上部	4550	4530	-20.0	
法枠工 法巻	No.16付近 上部	17380	17393	+13.0	

### 5.3 工事完成後点群データの活用について

工事完成後の点群データを残し、活用の可能性は大きいと考える。経年劣化・自然災害による維持修繕、継続工事がある場合は後続工事への引継ぎ・設計照査・施工方法検討への活用。国土交通データプラットフォームなどのデータベースがますます充実し、地方自治体や埋設部分のデータの蓄積が進めば、活用の可能性は拡がりを見せていくと感じる。

## 6. まとめ

今回の工事では、3次元測量の活用により現地踏査時の墜落・転落リスク回避し、点群データを用いた出来形についても効果を実感して無災害で完工することができました。3次元の技術はまだまだ可能性を感じます。最先端の技術や機器に使われるのではなく、挑戦し続けて無災害工事を継続することにより、未来の建設業を支える一員となるよう今後も進みたいと思います。

ながとのだにはいすい こうじ  
 長殿谷排水トンネル工事における

ちょうきょり がんばんすいしんこうじ かつようじつせき  
 長距離・岩盤推進工事の活用実績について

東急建設株式会社 長殿谷排水トンネル工事  
 (工期 令和2年1月29日～令和4年2月28日)



こでらみつひで  
 現場代理人 ○小寺光秀

【キーワード】 『湛水池』 『CMT工法』 『長距離』 『急勾配』 『岩盤掘進』

1. はじめに

平成23年9月に上陸した台風12号の影響により、奈良県十津川村長殿地区(図-1参照)では約595万m<sup>3</sup>にのぼる崩壊土砂が河道で閉塞し、湛水池が形成された。(写真-1参照)

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

これまで、河道閉塞土砂の浸食を防止し、また河道閉塞箇所の渦中に堆積した土砂の流出を防止するための工事が実施されてきた。(写真-2、3参照)

本工事では、湛水池の水を安全に排出するため、暗渠排水施設を推進工事で新設する。

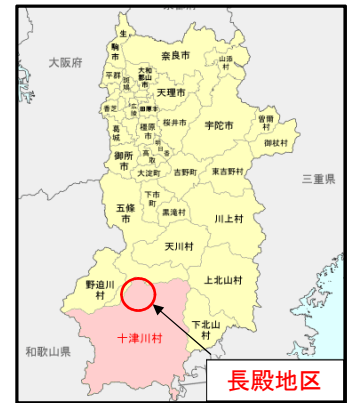


図-1. 現場位置図



写真-1. 河道閉塞全景状況



写真-2. 仮排水路



写真-3. 2号砂防堰堤

2. 工事概要

本工事の全体平面図及び縦断図を示す。(図-2参照)

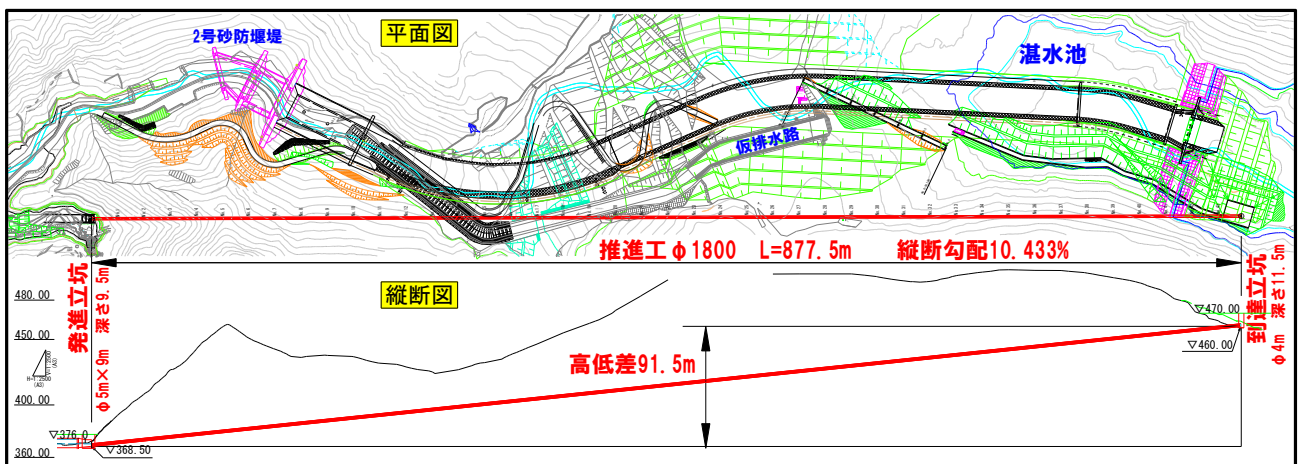


図-2. 平面図・縦断図



### 3. 施工上の課題

#### 3.1 推進工事とは

推進工事とは管渠築造工法のひとつで、推進管と呼ばれる円筒状の管を掘進機と一緒に発進立坑に設置された油圧ジャッキで前進させる。一般的に推進延長は100mから500m程度であり、縦断勾配は1%以下が多い。他の管渠築造工法として、開削工法やシールド工法がある。

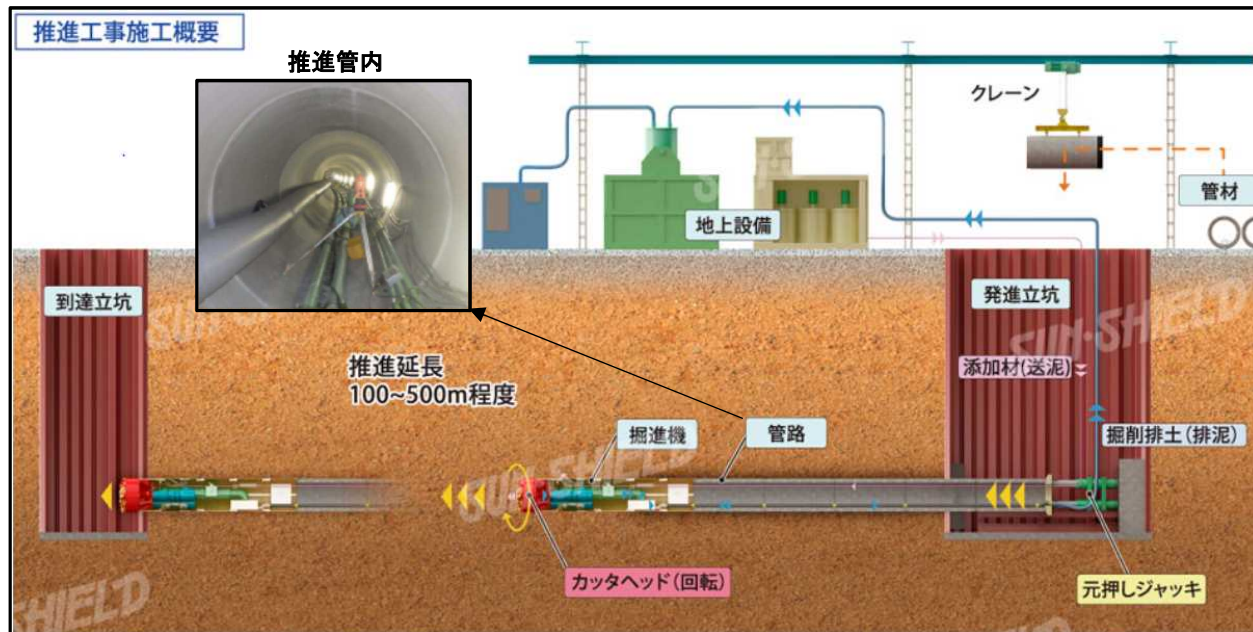


図-3. 推進工法概要図

#### 3.2 本工事の課題

本推進工事は、下記の特異点がある。この3つの特異点がそろった推進工事は例がない。

- ① 推進延長は877.5m 非常に長い。
- ② 縦断勾配が10.433% 非常に急勾配である。
- ③ 山岳部を掘抜くため、岩盤(硬岩)掘進である。

上記の特異点を満足させるため、数ある推進工法の種類からCMT工法を選定した。CMT工法とは、「Compound Mini Tunnel」の略で複合推進工法という意味である。様々な条件に対応できる工法であり、特に岩盤掘進が出来る工法である。

岩盤を掘るため推進機先端にはビット(写真-4参照)が装着されており、長距離のため数回交換する必要がある。ビットを

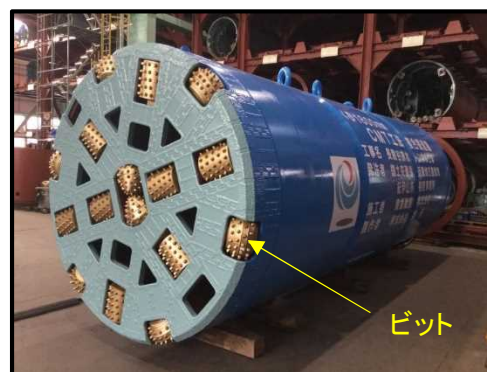


写真-4. 推進機

交換する場合は、一般的に推進機前方に立坑を構築してから作業員が立坑に入り交換を行うが、CMT工法は推進機内から圧気により地山及び水圧を抑え、推進機内の扉を外し作業員がチャンバー内に入り(次頁図-5参照)、安全に推進機内からビットを交換する事が出来る工法である。

しかし、本推進工事は一般的な推進工事と比べ、前述の特異性があるため、下記の課題点がある。

- 長距離+岩盤のため、ビット交換は各種類の合計が10回である。(ビット交換数は計56個)
- 長距離+急勾配のため、流体排土方式とする本工事では送泥排泥管の中継用圧送ポンプが必要である。
- 長距離のため、上記中継ポンプや推進機内設備の消耗が激しいため交換の頻度が高い。
- 長距離+急勾配のため、交換部品を推進機先端や各ポンプ設置箇所まで運搬する事は容易ではない。

## 4. 長距離岩盤掘進工事の活用実績

### 4.1 従来推進工の施工方法

一般的な推進工事は縦断勾配1%程度であるため、交換部品の運搬は手押し台車で運搬し、設備等を乗り越える際は、上部のグラウトホールを利用し、吊り上げ移動・運搬する。本工事においてこの方法は時間がかかり、落下の危険性もある。(図-4 参照)

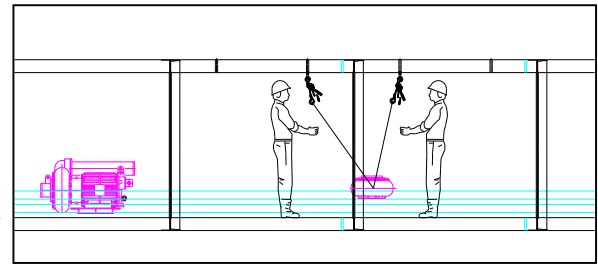


図-4. 従来運搬方法

### 4.2 施工上の工夫①

推進機ビット(100kg/個)等の推進機周囲の重量物は運搬事態が困難であるため、推進機後方の推進管内に収納棚を作成し、推進管投入時にあらかじめビットを配置・保管しておく。(図-5、写真-5 参照)

交換後の部品は推進管下部に収納スペースを確保し、推進到達後に到達立坑からクレーンにて引上げ搬出する。(図-5、写真-6, 7 参照)

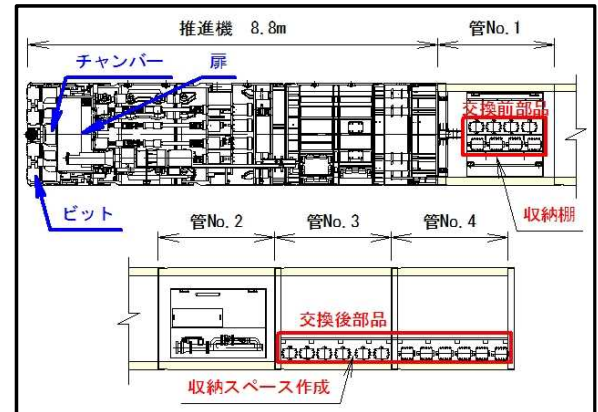


図-5. 推進機後方収納



写真-5. 収納棚



写真-6. 交換後収納

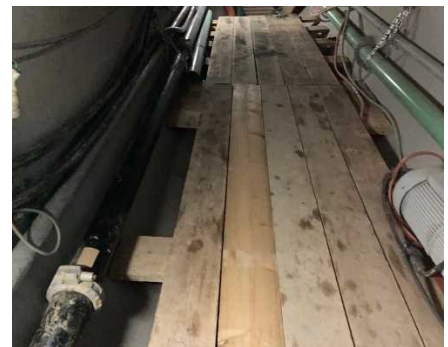


写真-7. 交換後収納仮蓋

### 4.3 施工上の工夫②

一般的に推進工事は配管やポンプ類は推進管下端に設置するが、本工事においてはそれらを上部に設置し、下部の空間を確保する事で、上り勾配10%でも容易に資機材が運搬できるバッテリー台車を利用し運搬を行う。また、推進管内に木材を敷設する事で、バッテリー台車が安全に走行できるようにした。作業員の歩行も木材を敷設することで、通常時でも安全に通行できる。(写真-8 参照)



写真-8. 管内写真



資料-1. バッテリー台車



## 5. 異常気象時のBCP（事業継続計画）について

推進工事は稼働停止すると推進管周囲の地山の締付により周辺摩擦力が増大し、再掘進時に推力が増大することから、いかに停止期間を少なくするかという事が重要である。

施工箇所へのルートとなる河床道路は、大雨により河川が増水すると通行不可となる。本工事は発動発電機にて稼働するため、燃料給油車が走行出来ないと推進工事が稼働出来ない。（図-6、写真-9、10 参照）



図-6. 現場ルート全景写真



写真-9. 河川通常時



写真-10. 河川増水時

### 5.1 対応策

河川増水後の道路復旧は約1週間要する。しかし、水位が下がれば徒歩にて行ける事から、車両が行けなくても作業員だけ行ける場合の推進工事稼働について検討した。その結果、推進管は日進量が少ないためストック数を増やせば10日間以上の稼働対応は出来る。日々発生する残土や汚泥についても場内に仮置きが出来るため稼働対応は出来る。問題となるのは前述でも述べた通り、発動発電機の燃料である。発電機が満タン状態でも約8時間（昼夜施工のため0.5日分）となるため、一つの発動発電機に対し外部に燃料タンクを3台設置する事で稼働時間が3日間となる対策を行った。

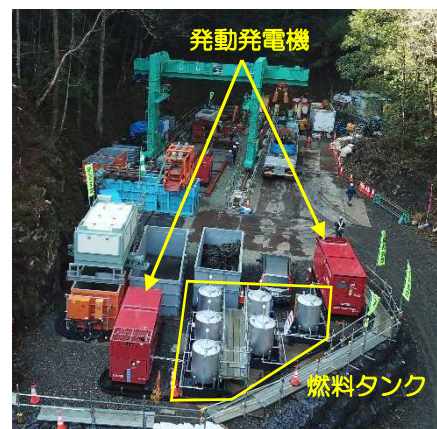


写真-11. 燃料タンク

## 6. おわりに

一般的に推進工事は市街地で行われる事が多く、本工事のように山岳地での推進工事は特異的なものである。このような難工事を施工するにあたり、国土交通省紀伊山系砂防事務所との協力を受け、また連携を密に図ることにより、これまで無事故やトラブルがなく工事を進める事が出来ている。

推進工事の到達は今年の夏を予定している。この到達時期については、湛水池の水位上昇や前述の河床道路通行不可という難題を抱えており、引き続き紀伊山系砂防事務所と連携を密に図り対応を行っていく。

最後に、今日まで技術的指導や情報等の提供や協力を頂いた近畿地方整備局、紀伊山系砂防事務所、現場技術員各位、ならびに過酷な条件下で協力して頂いている協力業者各位に、この場を借りて厚く感謝の意を表したい。

こうじんやまにしさぼうえんていこうじ しんこうほう そういくふう あんぜんたいさく  
 荒神山西砂防堰堤工事，新工法における創意工夫による安全対策について

株式会社 木島組 荒神山西砂防堰堤工事  
 (令和3年4月1日～令和5年2月28日)



監理技術者 坂本 正紀

キーワード：資源有効活用 墜落防止 創意工夫 砂防ソイルセメント流動タイプ

**はじめに**

本工事は、阪神淡路大震災後に構築された鋼製枠による谷止工を撤去し砂防ソイルセメント（流動タイプ）で再構築する工事である。昨今、豪雨災害の激甚化と頻発化に伴い、砂防堰堤の新設だけでなく、既存堰堤の有効活用の観点から機能強化，強靱化を目的に既存ストックの改築やリニューアルが全国的に進められている。一方、気候変動に伴う環境意識の世界的な高まりと脱炭素化に向けた積極的な取り組みや、省資源化、原材料・資材価格の高騰に対応する合理的な技術推進に向けた取り組みは喫緊の社会要請となっている。このように日々大きく変わりつつある社会情勢において、荒神山西堰堤工事は鋼製枠堰堤に堆積した土砂，掘削に伴って発生する土砂のみならず鋼製枠堰堤の中詰め材である石材も有効活用し，流域の保全，周辺居住環境への影響低減を前提としつつ，資源有効活用による環境負荷のさらなる低減に向けたこれまでにない新しい取り組みとして現在工事をすすめているところである。今回，このような新たな取り組みを実施するにあたり生じた安全および施工合理化に関する課題を取り上げ，実施した工夫点について報告する。

**1. 工事概要**

工事概要を表1に，概要図を図1，2に示す。

表 1 工事概要

砂防土工	盛土工	310.0 m <sup>3</sup>
	残土処理工	2600.0 m <sup>3</sup>
法面工	法面整形工	660.0 m <sup>2</sup>
鋼製堰堤 本體工	作業土工	1.0 式
	砂防ソイルセメント (流動タイプ)	2367.0 m <sup>3</sup>
	流木捕捉工	39.1 t
	コンクリート側壁工	294.0 m <sup>3</sup>
	間詰擁壁工	1.0 式
	水叩工	302.0 m <sup>3</sup>
構造物 撤去工	既設堰堤取壊し	107.1 t
仮設工	仮水路工	54.2 m
	架線設備工	2.0 基

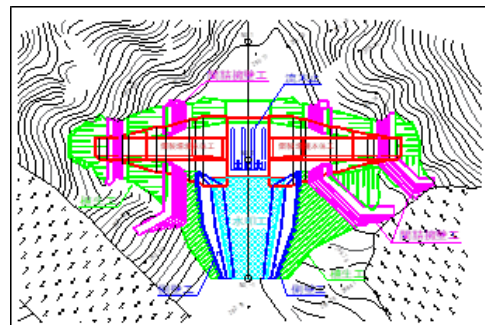


図 1 平面図

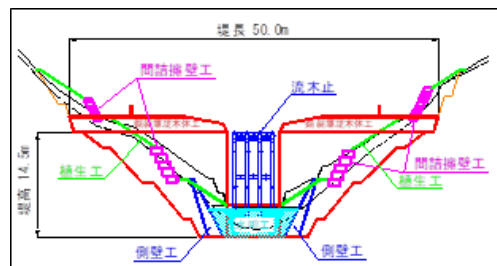


図 2 正面図



## 2. 掘削工における安全対策

本工事の堰堤施工箇所は急峻な地形を呈し、掘削高さが 25m に及ぶことに加え、現存する既設鋼製枠堰堤（L=41.0m H=13.5m）（写真 1）を掘削と並行しながら撤去する工事である。さらに、鋼製枠堆砂敷きには小型の谷止工が存在し、掘削の進行に伴って不安定化する恐れが生じ、撤去及び掘削工事における墜落や重機の転落災害が課題となった。一般に掘削工は、大型の重機により掘削範囲内の土砂を集土し、重機足場を盛り立て上部より掘削、床掘りを行いながら掘り進めるが、当現場においては掘削と並行して天端幅 1.50m の鋼製枠堰堤を解体しながら撤去の必要があり、狭隘な作業環境となる。また、既存鋼製枠堰堤は連結部材が多く解体は人力によるところが多いことに加えて、中詰め材である石材は作業足場としては極めて不安定であり、既存鋼製枠堰堤からの墜落災害に対する強固な安全対策が必要であった。墜落防止対策として鋼製枠堰堤の H 鋼部に市販されている鉄骨クランプで単管手摺を設置しようとしたものの、鉄骨に固定するバイスの締付が出来ない状況であった。そこで、谷止工の形状に合わせてボルト締めが可能となるクランプを製作し（写真 2）、鋼製枠堰堤工天端に強固な単管手摺を設置した（写真 3）。この措置に伴い併せて墜落制止用器具の使用も可能となり、安全な作業環境を確保することができた。



写真 1 既設鋼製枠堰堤

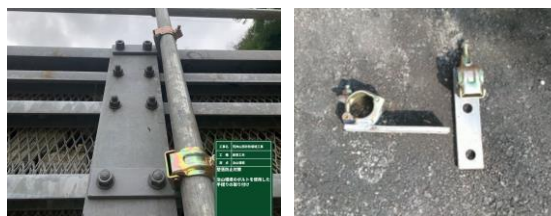


写真 2 製作クランプ



写真 3 手すり設置および作業状況

## 3. 施工性向上に向けたケーブルクレーンの選定と配置検討

本工事は、ケーブルクレーンによる施工条件であり、ケーブルクレーンの選定及び適切な配置が全行程における施工の安全と施工効率を左右する重要な検討事項である。ケーブルクレーンは、撤去材の搬出や資材搬入を目的とする運搬索とソイルセメント材の打設、埋戻し、間詰擁壁工(かご枠)を行う打設索から成る。中でも打設索は、施工効率

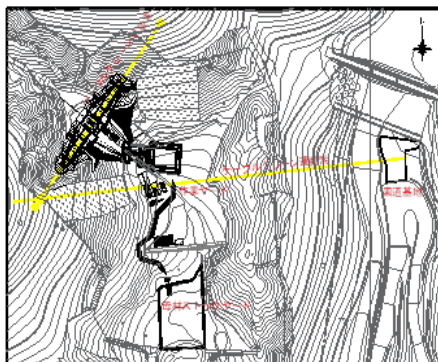


図 3 当初計画参考図

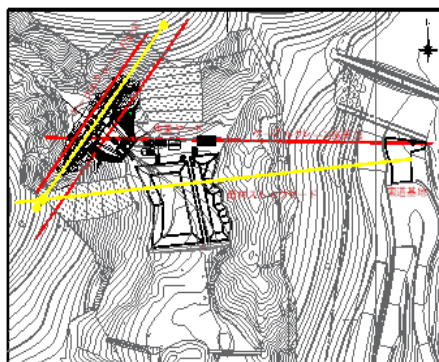


図 4 実施施工計画図

だけでなく安全な作業環境整備を考えるうえで慎重な検討が必要となるが、当現場はこうした課題を踏まえ打設索を H 型索道とし、鋼製堰堤本体工の全ての範囲を索道線下となるよう計画した(図 4)。一般的な打設索では索道線下は一直線上であり、上下流への吊荷の移動は横引ワイヤーを仕掛け曳くものであるが、荷ぶれや接触だけでなく作業に無理が生ずる恐れがあるのに対し、H 型索道は作業員が荷に近寄ることなくウインチのみの操作で上下流の移動が可能となり、安全性と施工性両方の向上に寄与する(図 5)。さらに、鋼製堰堤本体工の完成後でも上流への埋戻材、間詰擁壁工のかご枠材、割栗石の搬入も容易となる。とりわけ最大の利点としては、運搬索から打設索への中継が鋼製堰堤本体工のセンター付近でできる為、当初計画されていた急峻な右岸での伐採や中継用仮設構台の設置が不要となり、さらに、運搬索が北側へ約 30m 移動することにより作業ヤードと母材ストックヤードが下流側谷止工の堆砂敷のみに集約されヤードの合理化を図ることができ、伐採等に伴う自然の改変を 30% 程度低減した。

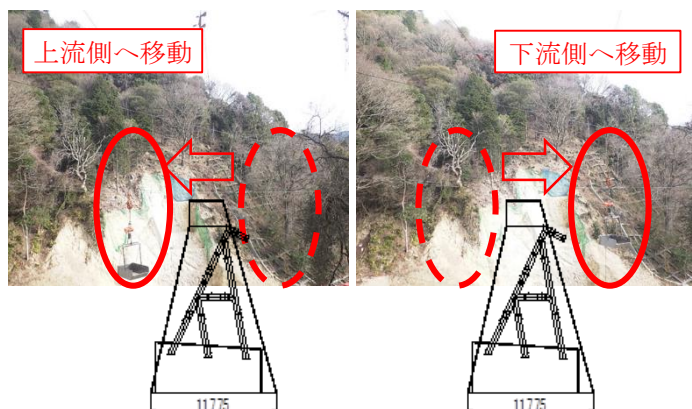


図 5 H 型索による上下流方向の移動

#### 4. 砂防ソイルセメント（流動タイプ）の施工

砂防ソイルセメント工法は、省資源化や資材価格の高騰といった昨今の社会的課題に対して有用な工法であり、地域の流域の保全は基より周辺居住環境への影響低減にも資する点で今後に向けて知見を高めるべき工法である。流動タイプは転圧タイプに比べ、活用可能な礫径が大きく、現地で発生する石材の有効活用など、より幅の広い現地発生土砂の活用が



写真 4 流動タイプ施工状況



写真 5 母材混合攪拌



写真 6 母材混合攪拌完了



写真 7 粗石投入状況



写真 8 練上り完了



写真 9 打設状況



可能なだけでなく、密実性の高さや発現強度の安定性など品質メリットが大きい。しかしながら、流動タイプは施工事例が少なく施工方法が確立されていない点が課題である。その中でケーブルクレーン打設における課題を取り上げ、その工夫点について述べる。生コンのケーブルクレーン打設の場合、打設箇所へコンクリートホッパーを移動後ホッパーからの投入時間は10～20秒程度であるのに対して、砂防ソイルセメント流動タイプはφ200～500mmの粗石が混入している為、ホッパー打設は不可能でベッセルでの打設となる。その際に、ベッセルを一度打設箇所へ着地させケーブル本線のテンションを抜き、ベッセルのフックを外し、本線にテンションが掛かってからベッセルが動き出す状況であり、投入時間は2分～3分を要する。また、その後ベッセルを水平に吊り直すといった措置が必要で、ベッセルへの資材投入、運搬、打設箇所への投入、配置位置への戻りに至る1サイクル10分程度かかる状況であり、計画における日当たり打設量の施工が見込めない状況であった。そこで、ベッセルでの打設の効率化を図るためベッセルの自動転倒装置の検討を行い、電動式チェーンブロックを使用してラジコンで起動させるようにした。この措置により、1サイクルの時間を10分から4分程度にまで大幅に短縮した。さらに、遠隔操作による人員の削減と接触や挟まれリスクの低減など安全性の向上にも寄与することができた。



写真 10 ベッセルの打設機構改善

## おわりに

本工事は砂防ソイルセメント(流動タイプ)での本堰堤の構築であり、全国で未だ2例目の事例である。工法としては昨今の社会情勢の観点、頻発する土石流や除石に伴う残土処理の観点、並びに住宅が山裾まで存在する六甲山系において地域住環境保全の観点から合理的な工法である。一方、施工事例が少ない点を踏まえ、品質管理方法や施工方法の確立へ向け六甲砂防事務所の皆様のご指導を受け、砂防ソイルセメント流動タイプへの取り組み、研究をされている(株)本久の知見をあわせ、施工環境の制約がある都市型砂防工事において様々な工夫をもって、現在工事を行っています。工事の進捗は現在30%であり、この先の無事故・無災害での工事完成、新工法の確立を目標に、協力業者と共に努力し荒神山西砂防堰堤の完工を目指します。

# 「熊野川5号床固他工事における安全対策について」

株式会社 堀組 熊野川5号床固他工事  
(工期 令和3年3月5日～令和4年3月31日)



監理技術者 ○ 谷口 文章 (たにぐち ふみあき)

キーワード 「工事車両の安全運行」「遠隔ツールの活用」「ドローンの活用」

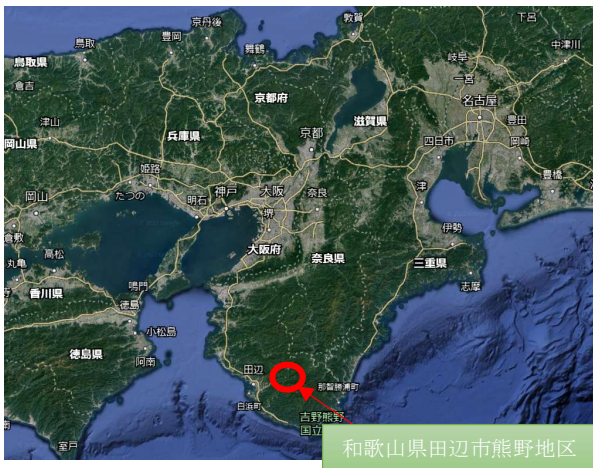
## 1、はじめに

本工事場所は和歌山県田辺市熊野（いや）地区において、平成23年（2011年）台風第12号による大雨により深層崩壊（崩壊土砂量約526万m<sup>3</sup>、崩壊高さ約250m、幅約440m）や河道閉塞が発生した場所である。現在は砂防堰堤が完成しており、本工事では深層崩壊により寸断された市道復旧や、床固群を構築し、床固工や護岸工により川底の勾配の変化を緩くして川底や河岸が削られるのを防ぎ、土砂が堆積しないようにするための工事を行っている。

本工事場所は山間地で市街地から約1時間要し、現場までの道路は狭隘である。また、現場近くには「百間山溪谷（ひゃっけんざんけいこく）」があり、観光客がハイキングに訪れる。隣接で別途工事が施工中であり、同じ搬入路及び場内工事用道路を共有するため工事間調整を密に行い、工事車両の安全運行が求められる。

現場のルールとして時間雨量が10mmを超えた場合は、河川や水路の水位が急に上昇し、法面崩落や土砂流出の危険があるため作業中止及び一時避難する事としている。施工範囲は工事用道路を含めると延長約1kmとなり、雨天後の各所点検方法や現場と現場事務所、又は店社との連携が必要となる。

本稿では、これらの現場条件に対する安全対策について報告する。



現場位置図



施工状況【流路】



施工状況 空撮【舗装(市道復旧)】



施工状況 空撮【流路】



## 2、工事概要

### 【流路】

・砂防土工	14,500m <sup>3</sup>
・地盤改良工	1,662m <sup>3</sup>
・法面工(種子散布)	1,430m <sup>2</sup>
・流路護岸工	一式
・床固め工	2,356m <sup>3</sup>
・運搬処理工	一式
・仮設工	一式

### 【舗装(市道復旧)】

・道路土工	340m <sup>3</sup>
・舗装工(As舗装)	4,853m <sup>2</sup>
・排水構造物工	一式
・縁石工(アスカーブ)	290m
・踏掛版工	10m <sup>3</sup>
・橋梁附属物工(伸縮装置)	20m
・法面工(モルタル吹付)	2,099m <sup>2</sup>
・仮設工	一式



全体概要図

## 3、工事車両の安全運行について

### 3.1、ドライブレコーダー(建設車両運行管理システム)

本工事現場までの道路は狭隘であり、工事車両(大型車両)と一般車両が離合できる箇所が限られている。また、現場近くには「百間山渓谷(ひゃっけんざんけいこく)」があり、観光客がハイキングに訪れるため一般車両及び歩行者に留意する必要がある。

一般車両及び歩行者との交通災害防止として工事車両の安全運行を遂行するため、工事車両にドライブレコーダー(建設車両運行管理システム)を装着した。このドライブレコーダーの機能として、車両の現在位置を確認したり、工事車両の危険運転を防止するため、パソコンやスマホから監視及び指示する事が可能で、運転手の安全運行意識向上にも繋がった。また、急挙動等をデータで集計し、現場独自のハザードマップを作成できる。本工事では工事車両運転手に作成したハザードマップを用いて危険箇所等の周知及び説明を行うとともに、危険箇所(工事用道路と一般道(市道)との合流地点)にはカーブミラーを設置した。



ドライブレコーダー  
【建設車両運行管理システム】





ハザードマップ



カーブミラー設置

### 3.2、工事間調整について

隣接工事が施工中であるため、場内工事用道路を共有して施工を進めていく必要がある。工事用道路の路面は土砂で締固められているが、雨天後は路面に轍（わだち）が出来る。隣接工事と協力して路面の復旧や整地を行った。土砂運搬や生コン車及び資機材の往来が多い状況であったため、相互の工程や日々の通行車両の把握を行うため、昼礼及び安全協議会を合同で実施し、工程の共有や調整を行った。相互の工程及び走行車両を把握することで工事用道路での事故やトラブルも無く円滑に進めている。

工事内容	計画												実績											
	11/22	11/23	11/24	11/25	11/26	11/27	11/28	11/29	11/30	12/1	12/2	12/3	12/4	12/5	12/6	12/7	12/8	12/9	12/10	12/11	12/12	12/13		
土工(掘削)																								
土工(盛り)																								
土工(舗装)																								
土工(養生)																								
土工(排水)																								
土工(擁壁)																								
土工(橋脚)																								
土工(橋梁)																								
土工(トンネル)																								
土工(その他)																								
土工(計測)																								
土工(その他)																								

合同工程表



合同安全協議会（工程調整）

### 4、遠隔ツールの活用について

当現場は山間地で店社（営業所）から約1時間要する。施工範囲は工事用道路含めると延長約1kmとなり、各協力会社が点在で作業している。広範囲となる当現場では現場事務所及び店社（営業所）と現場との連携により安全施設状況や作業状況の確認が容易に出来ることが必要であったため、遠隔ツール「シンクリモート」を採用した。

シンクリモートは現場仕事向けの遠隔地にいる管理者と現場作業をつなぐコミュニケーションツールで、リモートワーク・遠隔作業を円滑に進めるため、現場映像のリアルタイム共有の他、声に出した指示をテキスト化する音声文字変換や、お互いに示したい箇所を画面上で指示できるポインタ機能などの確な指示・確認ができる機能を搭載しており、従来のビデオ通話と比較して現場作業に最適化されている。



シンクリモート使用状況

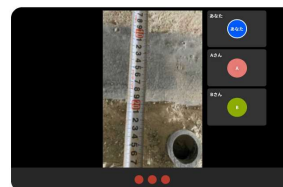


シンクリモートの活用により、現場事務所及び店社（営業所）から現場状況を確認することができ、急な現場での対応を迅速に管理者が確認及び指示する事が出来た。また、動画や写真として記録出来ることから、指示内容を見返したり確認も出来た。その他、店社安全パトロールや店社への進捗状況報告に活用している。店社（営業所）からの移動時間（往復2時間）を省力化することが出来た。

こういった遠隔ツールを活用し、新型コロナウイルス感染症対策としてリモート作業や店社との共有に今後も取り組んでいきたい。



双方向のポインタ機能で簡単に細かい指示まで伝わる



現場の目盛りも見える

## 5、ドローンの活用について

当現場は時間雨量が10mmを超えた場合は作業を中止し、各所点検を行い、異常が無いことを確認してから作業再開をルールとしている。深層崩壊によって地形が変化し、流域面積が広くなり時間雨量10mm以上の際は下流の施工箇所にも雨水が押し寄せる。現場内の点検は歩いて肉眼で確認しているが、深層崩壊の爪痕が残る縦に大きく崩れた法面上部は地上からは確認出来ない。現在は市道復旧も完了して供用開始後は一般車両が現場近くを通行している。また約1kmに渡る点検範囲では時間が掛かることや、降雨後は足元もぬかるみ、浮石が落下したり法面崩落の危険性もあるため、点検中の安全対策や迅速な点検方法を検討した。

安全な場所から効率よく、また、深層崩壊の法面や地上からは確認できない箇所を点検するため、ドローン撮影を活用し点検を行うこととした。（地上から安全に点検出来る箇所は除く）

ドローン撮影での確認では、浮石や落石、法面崩壊による点検者の災害を未然に防ぎ、迅速に現場状況を確認できた。また、法面の湧水状況や浮石状況も容易に確認できた。その他、ドローンの活用は点検だけではなく現場の進捗を確認したり、工事説明資料としても活用することが出来た。



点検マップ



ドローンによる点検

## 6、おわりに

2011年（平成23年）9月の紀伊半島大水害から10年の節目を迎え、近年では数多くの自然災害が発生している中、改めて砂防事業の重要性を痛感しています。私たち建設業として防災に取り組み、社会から必要不可欠な存在であり続けることが必要です。その為にはまず安全第一で工事を進めていくことが重要と考えます。本稿で取り上げさせて頂いた取組みを今後も活用し、安全対策や作業環境を整えていきたいと思えます。

最後に、当工事にご協力頂いている地域住民の皆さま、関係各位の皆さまに心から感謝するとともに、引き続きご指導頂きますよう、よろしくお願いいたします。

さくどううんぱんによるなまだせつじあんぜんたいさく  
索道運搬による生コン打設時の安全対策について



株式会社 権谷建設 日柳第二堰堤補強工事  
(工期 令和2年3月20日～令和4年3月31日)

現場代理人兼監理技術者 山本一成

キーワード 『索道施工時の安全対策』、『作業員自体の安全意識向上』

### 1. はじめに

本工事は、神戸市の中央部に位置する東西に連続する六甲山系の長峰山(標高688m)、新穂高山(標高648m)、摩耶別山(標高717m)、摩耶山(標高702m)と連なる山嶺を源流とする二級河川都賀川である。対象渓流は、都賀川の上流、これら六甲川と杣谷川の間位置する日柳川より分岐する大月川の下流域にあたる。

都賀川の土石流危険渓流下流に設置されている日柳第二堰堤の土石流に対する堰堤の安定性及び安全性を確保する目的に既存の堰堤補強を施すものである。

土石流氾濫区域は最大幅409m、氾濫区域の面積は172,883 m<sup>2</sup>、土石流氾濫開始点から土石流氾濫終息点までの距離は1,723mで、下流域には市街地444戸や特別養護老人ホーム、病院、領事館、専門学校、六甲学院中学校・高等学校がある。昭和13年と42年に災害履歴がある



着  
工  
前



## 2. 工事概要

- ・砂防土工：1式 【掘削工：1400m<sup>3</sup>】
- ・コンクリート堰堤工：1式 【本土工 1,164m<sup>3</sup>、間詰工 1式、鋼製堰堤：7.3t】
- ・仮設工：1式 【仮水路工 170m、架線設備工 1式】
- ・斜面对策：1式

## 3. 施工時の安全対策

- ・周辺への安全対策

当作業所への進入路周辺は、小・中学校、住宅等が近接しており、索道基地については霊園駐車場を借地しての施工になるので近隣住民や霊園関係者へ工事への理解や意義、安全への配慮をし協力をお願いした。

- ・索道での生コン打設時は、運転手から現場は見えないので、堰堤の左岸側に WEB カメラを設置し、運転手から現場状況が把握できるようにした。



- ・当社は、今回総延長約 1Km ある索道工事は初めてであり、協力会社の方もほとんど経験がないので、元請としても施工時の安全対策にかなり重点をおいた。索道工事経験者の方からのアドバイスなどを受けながら施工に取り組んだ。横引きをしながらの施工も多いので打設時間なども限られてくるので、少しのトラブルも工程に影響してくるので、索道点検は重要視しトラブル回避に努めた。
- ・索道経路の途中に、市道との交差箇所があり、生コン運搬中にノロが歩行者や通行車両にあたらないように足場での防護柵を設置した。関電の高圧線も通っていたので、2m の離隔を確保し防護柵を設置。生コン運搬時は、交通誘導警備員を配置し、歩行者や通行車両の誘導を行いながら施

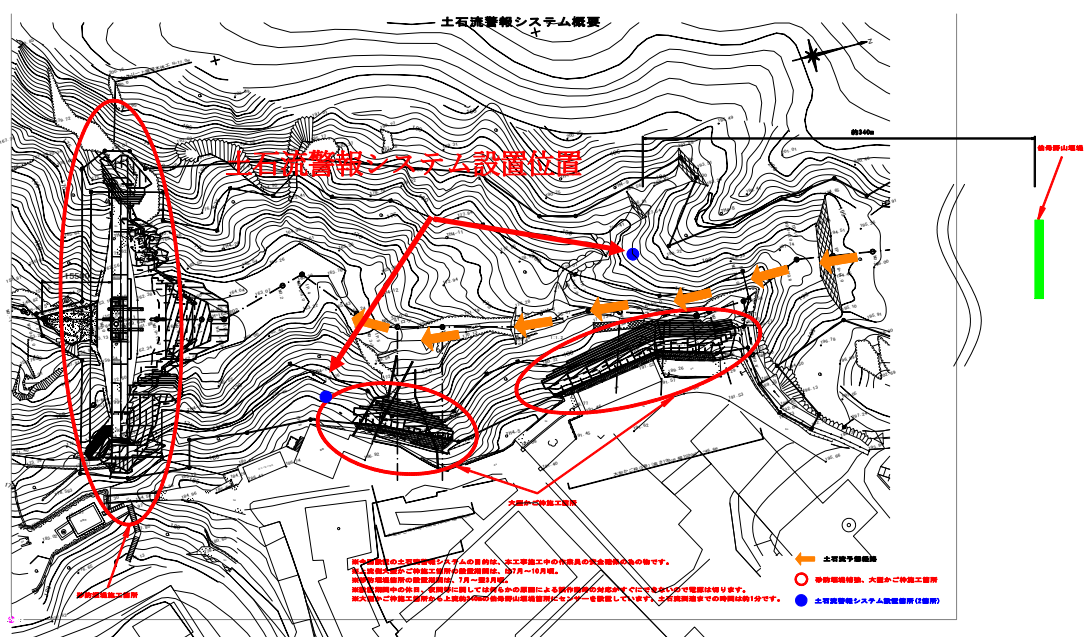


工に努めた。



### 3-1 土石流対策

近年大きな地震の発生や事例をみると、当現場は土石流危険渓流でもあるので、土石流警報システムの設置をし、緊急時の連絡体制や非常用備蓄資材置き場など学校も隣接しているので周知をした。





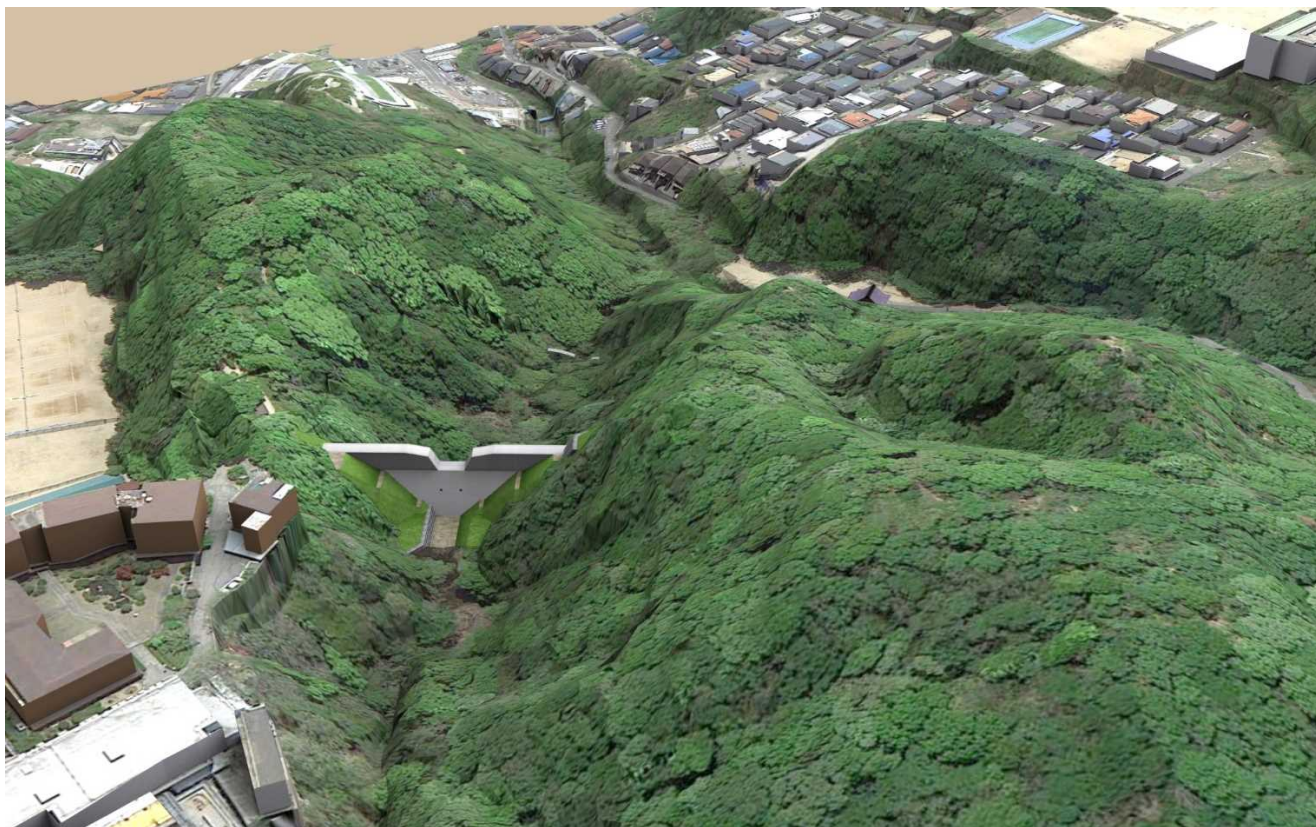
#### 4. 終わりに

安全に『これでよし!』と言う事はありませんが、設備を過大にすれば事故は起きないか?と言うこともありません。私たちが1から10まで指示し“やらせる安全”から、実際に働く作業員が使い勝手や必要性を理解し、自ら“おこなう安全”へと意識を持たせられるよう、横へのつながりを重視した『仲間意識をもった快適な職場作り』を目指し、創意と工夫を織り交ぜながら効率的な安全活動に努めていきたい。

工事をスムーズに、そして安全に進めていく上で第三者への配慮、地元住民とのコミュニケーションは必要不可欠で大変重要な要素であると考えられます。また、墜落・転落災害の防止対策としては、ヒューマンエラーによる転落災害事例を教訓に、各工事現場への水平展開、作業員への周知・徹底が今後も重要になると思われ、当社としても安全管理体制の強化を図っていきたいと考えております。

#### 完成イメージ

##### 六甲学院付近上空



そのべがわ るりけい そうごうりゅういきぼうさい さぼう ぼうさいあんぜん こうじ  
園部川（瑠璃溪）総合流域防災・砂防（防災安全）工事における

こうじげんば そういくふう だいさんしゃとう じ こ ぼうし  
工事現場の創意工夫と第三者等の事故防止について



株式会社 野口建設  
園部川（瑠璃溪）総合流域防災・砂防（防災安全）工事  
（工期：令和3年9月1日～令和4年3月25日）

主任技術者 兼 現場代理人  
代表取締役

やまもと ひろゆき  
山本 宏幸  
のぐち けんた  
○野口 健太

キーワード：工事現場の創意工夫、第三者等の事故防止

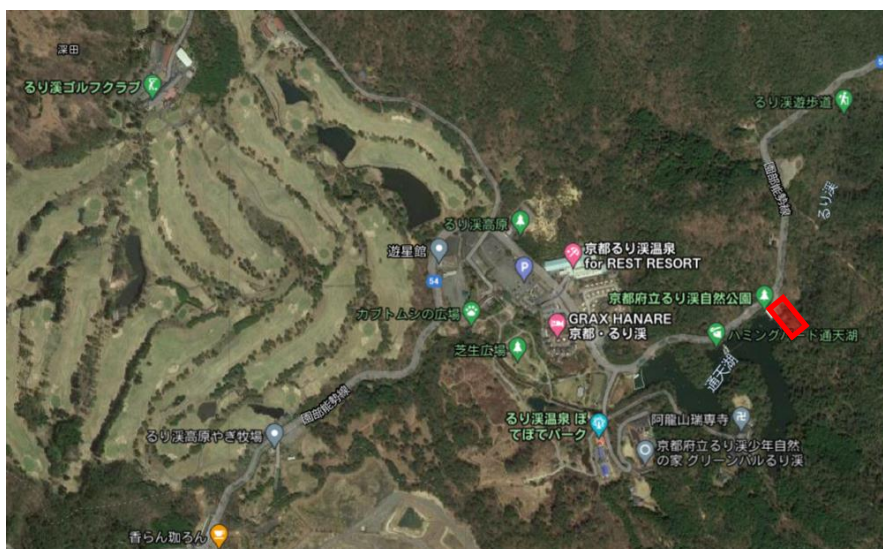
## 1. はじめに

当工事は、京都府南丹市園部町大河内地内（瑠璃溪）の通天湖に面する砂防堰堤緊急改築工事です。砂防堰堤は昭和17年に竣工されている堰堤で、竣工から約80年が経っており老朽化が進んでいることと土石流対策基準に満たない構造となっていることから、今回の砂防堰堤補強工事が発注されました。

施工場所は周辺に、るり溪温泉・るり溪ゴルフクラブ・るり溪グランピング施設・通天湖釣り堀・少年自然の家等の施設が多くあり、年間を通して平日・祝祭日にかかわらず利用者が多い場所です。

とくに工事現場周辺は修景施設であり、小学校の校外学習や散策・観光目的の人や車の往来が多く、第三者への安全確保に対する配慮が必要不可欠です。また近年は気候変動の影響で、非出水期の集中豪雨・冬季の異常積雪が懸念されることから、作業員の安全意識再確認と作業環境を整備することが課題でした。

現場の安全対策と創意工夫について以下に述べます。



施工箇所

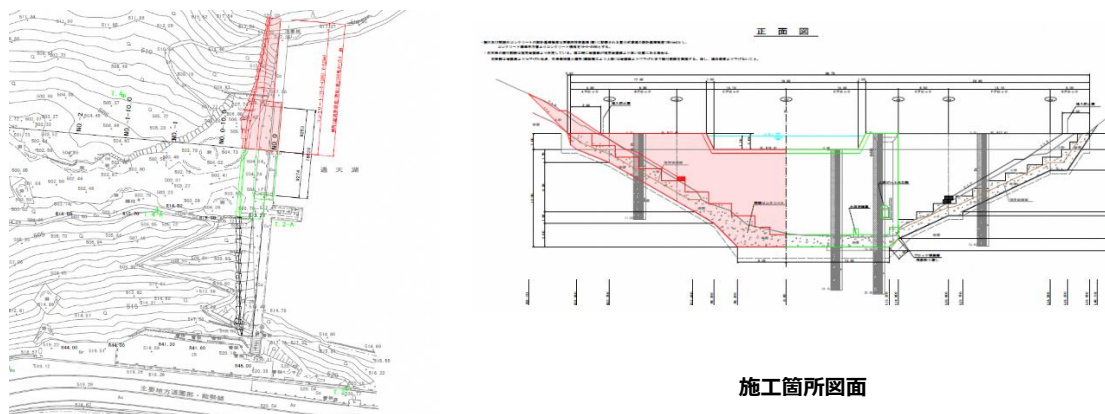
図-1 施工位置図



## 2. 工事概要

本事業は、既設堰堤下流側へ腹付けコンクリートを施工するもので、当工事はその内、水通しから堰堤左側の施工を実施しています。

コンクリート堰堤本体工 コンクリート（堤体） 539m<sup>3</sup>



## 3. 現場の安全対策（創意工夫）

当工事は、非出水期の 10 月半ばからの現場着手でした。「1. はじめに」で記載したように、近年は気候変動の影響で非出水期の集中豪雨も予想されたので、降雨時の通天湖の水位上昇による施工箇所への水の流入が危惧されました。

### 3.1 現場作業員への安全対策

コンクリート堰堤本体工の施工着手にあたり、通天湖の水位上昇を監視するために『タイガード』を設置しました。『タイガード』とは、作業現場総合セキュリティの商品名で、水位計・カメラ・パトランプ・拡声器等に機器が一体化された商品です。水位が上昇すればパトランプが回り、大音量のサイレンが鳴ります。

機器を設置したことにより、降雨の作業時にも水位変化を目視確認することができました。



カタログ



現場設置状況



会社内でタブレット確認



タブレット拡大写真

### 3.2 避難訓練の実施

また機器を設置してから月一回『タイガード』を使用し、安全訓練として現場に従事する作業員を対象に避難訓練を実施しました。現場から速やかに安全な場所へ退避する必要があり、重機の停留場所や退避ルートについて当初計画からの見直しが必要であることを確認できました。またパトランプの回転している所やサイレンの鳴り具合を体感し、非常時に備える事ができました。



避難訓練実施状況

### 3.3 危険個所の見える化

当現場の危険個所について、1 リフト毎の安全について考えてみました。作業の流れは、既設堤体表面のチップング・補強鉄筋の削孔→型枠組立→補強鉄筋設置・モルタル充填→足場組立→コンクリート打設→レイトランス処理の順で行いました。今回は一番ケガをしそうな補強鉄筋に見える化しました。補強鉄筋設置後、先端にキャップを取り付けて鉄筋の位置を明確にしました。キャップを取り付けたことにより、鉄筋の踏み抜き・引っかけによる怪我や作業着の破損・つまづき転倒が防止され、安全に作業が進んでいます。



差し筋保護キャップ取付

## 4. 第三者等の事故防止

施工場所は観光地の中にあり、遊歩道を越えて現場に進入する工事であるため、工事関係車両と歩行者の接触事故防止に努めました。

### 4.1 遊歩道利用者とのコミュニケーション

遊歩道を利用している方1人1人に対して挨拶をし、「この先に現場の進入路があります」「足元に注意してください」等の声かけを励行しました。声かけをしたことにより遊歩道利用者に笑顔も見られ、車両の出入り口があることを理解してもらい足元に注意して散策されたと思います。また工事車両の出入りの際には、誘導員の指示に従っていただき、安全に



工事を進めることができました。

#### 4.2 現場周辺の清掃等

まず歩行者の立場になって考えた事は、現場の進入路と遊歩道の交差する所及び、遊歩道・現場事務所周りの整理整頓・清掃を考慮しました。昔から土木工事のイメージは、汚れてドロドロになる仕事・現場周りの道路が汚れている等、あまり良いイメージが無かったと思います。当現場では第三者から見て「きれいな現場でスッキリしてる」と思われるように、毎日現場事務所周辺及び遊歩道の清掃・材料置場の整理整頓を作業前に行いました。また、冬季の朝一には氷点下になることも多く遊歩道が凍結するおそれもあったので、作業終了後に凍結防止剤を撒き遊歩道の凍結防止を行いました。現場及び周辺をキレイにすることを心掛ける事で、施工している作業箇所も整理整頓され、整然とした現場になりました。



遊歩道清掃



遊歩道清掃



遊歩道清掃



凍結防止剤散布



除雪状況



除雪状況

#### 5. おわりに

令和 3 年度の工事につきまして施工途中ですが、工事に携わっている関係者の日々の努力のおかげにより、今現在まで無事故・無災害で施工ができています。

今後においても、無事故・無災害で竣工できるよう努力していきます。

また今後、当現場で実施している活動を継続していくと共に、各現場に合う最適な工夫を考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へ深く感謝すると共に今後ともご指導、ご鞭撻を頂きますよう、宜しくお願い致します。



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

ライト工業（株）西日本支社 渦森台地区5工区斜面对策工事  
（工期：令和3年4月～令和4年2月）



現場代理人  
監理技術者

みうら まさる  
三浦 克

キーワード：ICT技術で省人化、省力化・負担軽減対策・働き方改革

### 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（南工区）の西端から渦森台4丁目（北工区）の西端に位置し、西から南西向きの急峻な石屋川支流新田川の溪流斜面である。斜面の勾配は45°程度で、一部では50°以上の急勾配な斜面が連続している。斜面の東側は閑静な住宅街に接し、西側は新神戸変電所へと続く送電線の鉄塔に接する。

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溪流・溪岸には、中粒～粗粒の黒雲母花崗岩の露岩や転石が分布する。

当工事の安全上の課題は、送電線に近接した場所での施工のため感電災害の防止、連続する急峻な斜面での施工のため墜落転落災害の防止、施工箇所が閑静な住宅街の生活道路に接するため、住民の生活環境への影響を低減することが重要であった。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や安全性の向上に繋げることや、管理者や技能者の負担を軽減し、働き方改革を実現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）1,069m<sup>2</sup>、ワイヤー連結工3,715m<sup>2</sup>、鉄筋挿入工（L3～4m）1,330本



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 北工区：斜面西側より撮影



■ 写真-2 南工区：斜面北側より撮影



### 3. ICT技術で省人化、省力化

少子高齢化に伴う人口減少社会を迎え、全産業で労働力不足が社会問題化する今、建設業界においても令和10年には技能者の25%にあたる83万人の大量離職が見込まれており、ICT技術による省人化・省力化や機械の自動化による生産性の向上は喫緊の課題である。斜面对策工事においても施工と管理の多くは未だ人力主体であり、女性や高齢者、新規入職者や外国人技能労働者の活用等で人材確保に努めているが、労働力不足を補うことは容易ではない。従来では工程を短縮するために技能者の増員を図り、管理を充実するために管理者を増員できたが、当工事は職員と協力会社が繁忙期に入る下半期に法面工の施工が集中する工程であったため、人海戦術での労働力の確保は、現実的ではないと考え、積極的にICT技術を活用して省人化、省力化を図り生産性と安全性の向上に繋がった。

#### 3.1 自動吹付プラントの活用

従来の吹付プラントは、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低でも2～3名のプラント人員が必要であったが、当工事では自動吹付プラントを活用することで、吹付機、セメントサイロ、計量器とミキサーを自動制御して材料の計量と攪拌を行うため熟練のオペレーターが不要となり、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人化と省力化を実現し生産性の向上が図れた。



#### 3.2 LTE搭載クラウド型カメラの活用

■ 写真-3 自動吹付プラント (Automatic-Shot)

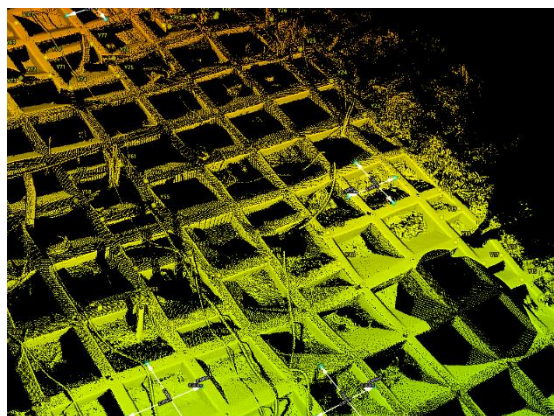
当工事の施工範囲は南工区の渦森台3丁目と北工区の4丁目に跨り、範囲内の高低差は約30mと高く、各工区は砂防堰堤や水路、フェンス等で分断されているため、各工区の往来に伴う管理者の負担や、作業観察等の目が行き届かないことが懸念されたので、LTEを搭載したクラウド型カメラを設置し、作業所の管理者と店社でカメラをシェアして施工状況を共有した。撮影動画はスマートフォンやタブレット端末、パソコンで常時確認できるため多くの目で現場状況が把握でき、施工管理の省力化と安全性の向上に繋がった。



■ 写真-4 LTE搭載クラウドカメラの撮影動画

#### 3.3 ICT法面工の活用

斜面对策工事の出来形数量や形状寸法の測定方法は、従来は、巻尺等の測定器具を持って、管理者と技能者が墜落制止用器具を装着して斜面で直接測定していたが、3Dレーザースキャナーで計測するICT法面工を活用することで、直接測定作業が不要となり、パソコンの画面に再現した3次元点群データの解析業務に換わるため、現場の直接測定作業低減による安全性の向上と施工管理の省人化・省力化が実現できた。また測量業者や社内の他部署にアウトソーシングできるため、現場の生産性の向上と管理者の働き方改革にも寄与できた。



■ 写真-5 3次元点群データの計測データ



## 4. 負担軽減対策

労働災害後の災害分析によると、労働災害の約8割に人の不安全行動等のヒューマンエラーが確認されており、その原因は人が引き起こす錯覚・不注意・近道省略行為に代表される人の行動特性等のエラーだけではなく、人を取りまく作業環境や設備、教育訓練や安全活動への取り組み等、多くの要因が含まれることが知られている。当工事では、技能者や管理者の負担が増加すると危険軽視や慣れ、不注意や集団欠陥、近道省略行為等が生じやすくなり、ヒューマンエラーによる災害リスクが高まると考え、技能者と管理者の負担軽減対策に着目して積極的に取り組んだ。

### 4.1 デジタルトルクレンチの活用

ワイヤー連結工では、ワイヤーの交点に設置するクロスクリップのナットをトルクレンチで締付けて地山の緩みを抑えているが、その締付数量は約15,000箇所以上にのぼり、従来のトルクレンチでは荷重設定、締付、締付確認の作業効率が悪く技能者の負担であったため、技能者の負担を軽減するためにデジタルトルクレンチを活用した。デジタルトルクレンチは、初期に荷重を設定すると音声で締付完了が確認でき、締付記録のデータ出力も可能で、締付品質向上と技能者の負担軽減に繋がった。



■ 写真-6 デジタルトルクレンチ

### 4.2 レーザーバリアシステムの活用

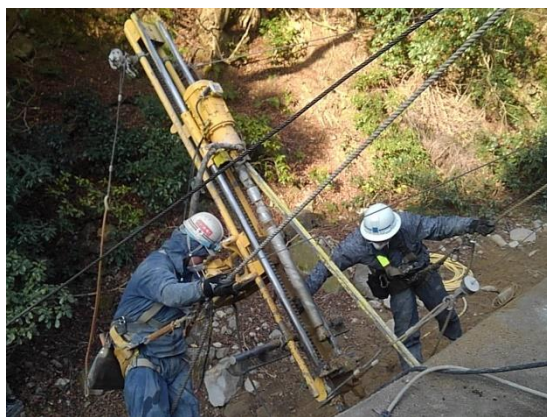
当工事は、施工箇所の西側に鉄塔があり、施工範囲の全域に亘って送電線の影響を受ける。このため感電災害を防止するためにクレーン作業や長尺材料の受渡し等に作業制限を設けた。作業制限下での作業は技能者と管理者や監視員の負担に繋がることから、警報機付のレーザーバリアシステムを活用して、感電災害防止と負担軽減対策に取り組んだ。レーザーバリアシステムの測定距離は最大80mで広範囲に監視でき、送電線との離隔距離を自動で監視できるため技能者と管理者の負担を軽減して感電災害を防止できた。



■ 写真-7 レーザーバリアシステム

### 4.3 削孔機移動治具の活用

当工事の鉄筋挿入工は、無足場で施工するため、立木等に遠隔操作のウィンチを設置しワイヤーを介して、削孔機を斜面に固定し施工する。削孔機の移設は、ウィンチのワイヤーをリモコンで伸縮させて人力で移設しているが、約250kgの削孔機を人力で移設するため技能者の負担が大きい。このため削孔機の移動治具を製作して負担軽減対策に繋がった。移動治具は、削孔機のドリフター軸心の両側に箱型の治具を設置し、移動時は鉄製角材(□40mm)を箱型の治具に挿入して、梃子の原理で地山を押して削孔機を移設した。移設方法を工夫することで人力作業が大幅に省力化し技能者の負担軽減に繋がった。



■ 写真-8 削孔機移動治具の活用状況



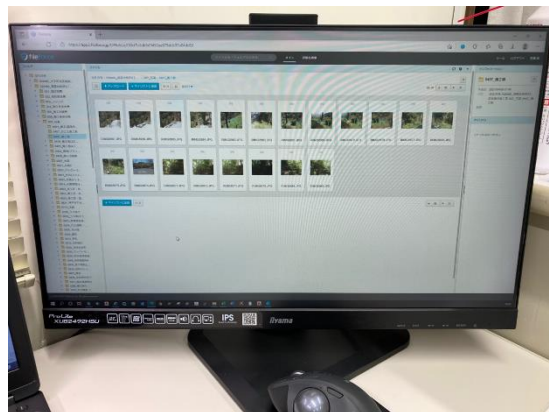
## 5. 働き方改革

建設業の働き方改革は、建設業働き方改革加速化プログラム等に後押しされ、官民一体となって働き方改革が加速しているが、他産業と比較すると未だ年間実労働時間は多く、年間休日は少ない。

当工事でも、労働力不足の状況下で、労働時間を短縮し休日確保するためには、如何に業務の省力化と効率を高めて、業務の時間短縮を図るかが重要と考え、業務効率の改善に積極的に取り組んだ。

### 5.1 クラウド型ストレージサービスの活用

当工事の現場事務所は住吉山手9丁目に位置し、作業所は北工区が渦森台4丁目、南工区が渦森台3丁目に位置するため、業務効率を高めるために北工区と南工区にWi-Fiを備えた詰所を設置しクラウド型ストレージサービスを活用した。クラウド型ストレージサービスを活用することで、データを持ち歩く必要がなくなり、3名の職員間でデータをシェアでき、何時でもどこでも同じ環境で快適に働けるデジタルワークプレイスが実現し、業務効率が高まり内業の時間短縮に繋がった。



■写真-9 クラウド型ストレージサービス

### 5.2 電子小黒板とSite Boxの活用

ロープ高所作業となる斜面对策工事の管理者は、黒板とカメラを持って斜面を移動し、写真を撮影するため管理者の負担も大きい。また写真撮影時は黒板が飛来落下する危険性があるため、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、規格値や測定値等を入力して撮影すると、スマートフォンアプリのSite Boxと連携することで出来形管理と品質管理の成果表が自動作成できる。また写真も自動振分けされ、写真整理が不要のため内業の時間短縮が図れ働き方改革に繋がった。



■写真-10 電子小黒板とSite Box

## 6. おわりに

当工事は本体工事を終え、令和4年2月の竣工に向けて準備中である。これまで本文ではICT技術で省人化、省力化・負担軽減対策・働き方改革の活動を紹介したが、いずれの活動においてもテーマはICT技術やデジタル技術に拘らず技能者と管理者の負担を軽減することであった。将来を担う若手技術者が建設業界に魅力を感じるためには、どんなに素晴らしい技術や手法であっても業務を負担に感じていけば魅力を感じない。「この仕事がしたい」「この会社で働きたい」と思う新技術を使いたいと思ったからである。当工事で活用したいずれの取組みも、負担を軽減し安全作業に繋げるための取組みであるが、まだまだ改善の余地がある。更に進化するためには、我々が現場で感じた個々の負担と改善の記録を、皆が発信し情報共有することが重要と考えます。今後の課題としては、技能者と管理者の一人ひとりが目の前の作業や管理の負担軽減に注力し、0か100かの極論ではなく、「この作業のこの部分を自動化できないか、機械化できないか」と議論を深め、それぞれが新しいアイデアを発信し、新しい技術を進取果敢に活用することが重要と考えます。

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

# 縦断勾配12%を有する橋梁の山間部での製作



ドーピー建設工業(株)

熊野川管理用道路橋梁上部工工事  
(工期令和元年10月～令和2年6月)

現場代理人 中村 文彬

はせがわ てるあき

監理技術者 ○長谷川 照晃

## 要旨

平成23年9月の台風12号により、紀伊山地では3000箇所を超える斜面崩壊が発生し大規模斜面崩壊により河道が閉塞、同時多発的な土石流により甚大な被害が発生した。これらの被害を受け、二次災害の防止並びに地域の安全確保のため、砂防事業を実施し、その事業の一環として熊野川管理用道路の橋梁工事を行った。

キーワード：縦断勾配12% 山間部 支柱式支保工 PC箱桁橋 PC中空床版橋

## まえがき

本工事は、県道371号線と木守地区を結ぶ生活用道路の路線上の和歌山県田辺市熊野地先に新設される橋梁である（図-1および写真-1参照）。

1号橋として橋長40.0m、有効幅員5.0mのポストテンション方式PC単純箱桁橋と2号橋として橋長75.0m、有効幅員5.0mの3径間連続ポストテンションPC中空床版橋である。

本工事は施工箇所は周囲が紀伊山地に囲まれている山間部であったため当初の計画の支保工が困難だった。そのため、支保工の計画を変更し支柱式支保工とトラス桁を用いての施工となった。



図-1 現場位置図

## 1. 工事概要

本橋梁の工事概要および主桁断面図と全体一般図をそれぞれ次に示す。

- ・工事名：熊野川管理用道路橋梁上部工工事
- ・施工場所：和歌山県田辺市熊野地先
- ・発注者：国土交通省 近畿地方整備局  
紀伊山系砂防事務所
- ・工期：令和1年7月4日～令和2年6月30日

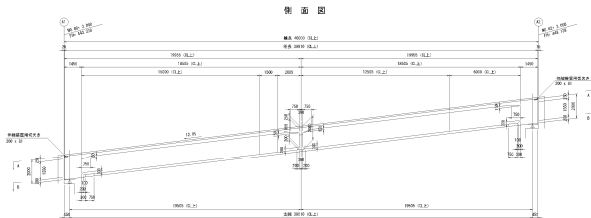


写真-1 現場全景（着手前）



## 1号橋の構造緒元

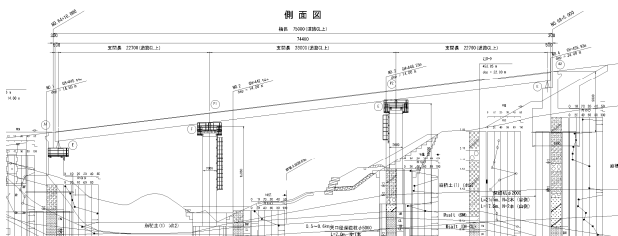
- ・ 構造形式:PC 単純箱桁橋
- ・ 橋長 : 40.0m
- ・ 支間長 : 39.010m
- ・ 有効幅員 : 5.000m
- ・ 横断勾配 : 1.500%~0.980%
- ・ 縦断勾配 : 12%



a) 1号橋架設現場

## 2号橋の構造緒元

- ・ 構造形式:PC 中空床版橋
- ・ 橋長 : 75.0m
- ・ 支間長 : 22.700m+28.000m+22.700m
- ・ 有効幅員 : 5.000m
- ・ 横断勾配 : 3.000%~-2.714%
- ・ 縦断勾配 : 12%



b) 2号橋架設現場

写真-2 トラス桁を用いた支保工

## 2. 架設支保工の検討

本橋梁の架設位置は、紀伊山地の急な斜面上であったため、1号橋2号橋ともに当初計画の地盤から固定式支保工を組むのは困難な状況であった。そのため、橋台・橋脚のフーチングを露出させ、そこから支柱式支保工を立ち上げ支間をトラス桁で飛ばす方法に計画を変更した（写真-2参照）。

## 3. 資材・機材の搬入方法

本現場に通じている道は周辺住民の方の生活道路であったため非常に道幅が狭く大型車両（全長 8.0 m以上）の通行が困難であった。大型車両が通行できる林道は砂利道となっていたため、鉄筋等の長尺物は大型車両で搬入できる場所までトレーラー運搬しそこから現場までは 8 t 車で小運搬によって搬入した（写真-3 参照）。



写真-3 鉄筋の運搬状況

#### 4. 作業通路の確保

本現場は縦断勾配が12%と非常に大きいため雨が降った時や、冬季の霜が降りた際に型枠上での歩行が困難であった。そのため、作業通路を確保することを目的とし、張出型枠に養生マットを敷設した（写真-4参照）。養生マットを敷設したことにより、滑って転倒、転落等の災害を未然に防ぐことができた。



写真-4 養生マットの敷設状況

#### 5. PC鋼線の挿入方法

2号橋の施工は1号橋と違い橋長が75.0mと長く縦断勾配も12%あったため、従来のPCケーブルの挿入方法（ウインチを使った施工方法）ができなかった。そのためPCケーブルをコイルの状態に搬入しプッシングマシンを使用し挿入した（写真-5、6参照）。



写真-5 PC鋼材の搬入設状況



写真-6 PC鋼材の挿入設状況

#### 6. コンクリート打込み

縦断勾配12%でコンクリート打設を行った。コンクリートの打設は勾配が低いほうから高い方へと打設した。コンクリート打設時に以下のことに注意した。

- i 支保工・型枠の補強
- ii コンクリートの流れ込み
- iii 打設時間
- iv コンクリートの充填確認
- v 温度管理

##### 6.1 支保工の補強

縦断勾配が12%あるためコンクリートを打設するとコンクリートが勾配下側へと流れてしまう、そうすると支保工への偏力が掛かって支保工がゆがんでしまう可能性が考えられた。そのため支保工の水平材やブレスを計画よりもこまめに入れ、さらに資格を有する者に打設前に点検を行なった（写真-7参照）。さらに、2号橋ではコンクリートの打設回数を4回に分けて打設することとした。そのため、打設時には支保工の変形や沈下もなく打設することができた。



写真-7 有資格者による支保工の点検



## 6.2 コンクリートの流動

コンクリート打設の際には、勾配下側にコンクリートが流れてしまう。そのため下側に流れたコンクリートをかきだすために人員を配置した。コンクリートが押し出されるたびに均すことができたのできれいなコンクリートを打設することができた。

## 6.3 打設時間

本工事の施工場所は山間部に位置しているため生コンクリート工場から遠く60分かかる。そのためコンクリートに高性能AE減水剤を配合し流動性を向上させ密実なコンクリートを打設し品質を向上させた。

## 6.4 コンクリートの充填確認

2号橋は中空床版橋なので円筒型枠下のコンクリートの充填確認が目視では困難であった。コンクリート充填の確認のためジュウテンダーⅡを使用した。センサーで充填、締固めの確認を行ったため密実なコンクリートを打設することができた。

## 6.5 温度管理

本現場は冬季にコンクリート打設の予定であった。そのため、コンクリートの養生をするのに養生マットとシートによる養生を行った。その際、コンクリートの温度が氷点下にならぬようにジェットファーンネスを用いて養生を行い、温度計を設置し管理した。さらに、24時間体制で温度管理に努めた（写真-8参照）。温度の推移を観測すると氷点下になっていないのが観測できた。



写真-8 夜間のジェットファーンネス可動

## あとがき

本工事は、縦断勾配12%あり、通行ルートが生活用道路と道幅が狭い場所での工事でしたが無事故・無災害で工事を完成させることができました（写真-9、10、参照）。

最後に本工事に携わっていただいた関係各所及び協力会社の皆様の協力のおかげで完了したと思っています。心より感謝の意を表します。



写真-9 施工完了（1号橋）



写真-10 施工完了（2号橋）



株式会社 松本組 紅葉谷第五堰堤工事  
(工期：令和2年2月13日～令和4年3月31日)

現場代理人 兼 監理技術者 いのうえよしひと  
井上喜仁

【キーワード】 ケーブルクレーン、高所法面掘削機、ICT、アシストスーツ

## 1. はじめに

本工事場所は、兵庫県神戸市灘区六甲山町地先(住吉霊園上流)の二級河川住吉川水系住吉川地獄谷の中流域に位置し、住吉台地区の住宅からは2.0km程度の距離がある。溪流内に直轄堰堤が10基施工されているが整備率100%に至っておらず、土石流が発生すれば住吉台地区における災害時要援護者関連施設や保全対象地区に多大な被害が生じる可能性が非常に高い。以上より当該溪流では早急な砂防施設の整備を図る必要がある。型式は透過型堰堤となっている。

施工現場位置(図.1)は、登録有形文化財である「五助堰堤」の約600m北西に位置し、地質は六甲山系特有の花崗岩である。索道基地と現場との高低差約50mである。本工事の安全課題は、索道基地が石切道ハイキング道に隣接するためハイカー等への公衆災害防止、作業土工における高所法面掘削による掘削工法の活用、ICT技術を活用した省人化、人力作業における負担軽減を行った安全対策である。

## 2. 工事概要

図.1 施工現場位置図



表.1 主要工事内容

工種	種別	単位	数量
砂防土工	法面整形工	m <sup>2</sup>	224.0
	残土処理工	m <sup>3</sup>	7000.0
法面工	鉄筋挿入工	本	56.0
	植生基材吹付工	m <sup>2</sup>	410.0
	モルタル吹付工	m <sup>2</sup>	331.0
	張芝工	m <sup>2</sup>	103.0
コンクリート堰堤本体工	作業土工	m <sup>3</sup>	7640.0
	埋戻し	m <sup>3</sup>	520.0
	堰堤本体工	m <sup>2</sup>	2327.0
	間詰工	m <sup>2</sup>	486.0
	鋼製堰堤工	t	79.6
仮設工	仮水路工	m	110.0
	架線設備工	m	240.0



写真-1 工事現況(令和4年1月末現在)



### 3. ICT を活用した索道設置

索道法線及び伐採範囲の選定のため、UAV を活用した省人化施工を実施した。索道基地から施工エリアまでの区間(約 240m)において、障害となる高さの樹木の選定、索道(主索ワイヤー 32 mm)を堰堤軸法線上に設置の確認を行った。UAV を活用することにより索道法線の精度向上を安全に行うことが出来た。(図.2)



図.2 索道設置図

### 4. ケーブルクレーン設置に関する創意工夫

本工事では、索道基地設置箇所がハイカー等の利用する石切ハイキング道に隣接しているため公衆災害防止施設を設置した。またハイカーへの配慮として、索道基地を万能塀にて仮囲いし、広報誌の掲示や快適トイレの自由開放、休憩所の提供、アンケートの実施を行った。現場作業では索道を使用する頻度が多いため、吊り荷落下やワイヤーの破断等の災害が考えられ、それらの災害防止対策における創意工夫を以下に記す。

#### 4.1 公衆災害防止、ハイカー等への配慮

索道基地とハイキング道の安全離隔が取れず、ワイヤー破断等による公衆災害防止として万能塀(写真2)を設置した。ハイカーへ砂防事業の必要性を説明伝えるため広報誌貼や NETIS 登録キャリアスクリーン(写真-3)を使用した。キャリアスクリーンに電子データを取込み完成形モデルや空撮写真等で工事進捗を公衆に分かりやすく公表(写真-3.1)することができた。また夏季には熱中症予防としてハイカーにもわかりやすく見て頂けるよう WBGT 値電光掲示板(写真-4)を設置し、扇風機も設置した。

石切ハイキング道は行楽シーズンになるとハイカーが非常に多くなることから現場快適トイレ(写真-5)を自由開放し更に休憩所(写真-6)を設置した。休憩所の椅子は伐採木を利用し作成した。石切ハイキング道路には営繕施設がないので多くのハイカーに使用して頂いた。

地域貢献としてハイキング道路を快適に通行して頂くようアンケート箱(写真-7)を設置した。多くのアンケートを頂き、対応し取り組むことで営繕施設の向上へ繋がった。



写真-2 万能塀



写真-3 広報誌・キャリアスクリーン



写真-5 快適トイレ自由解放



写真-6 休憩所



写真-3.1 公衆見学状況



写真-4 WBGT 値



写真-7 アンケート箱

・トイレありがとう  
 ・現在地がわからない  
 ・頑張ってください  
 ・休憩所ありがとう  
 ・安全第一！等

アンケート用紙内容





### 5.3 高所法面掘削機による掘削工法による無人化施工の活用実績について

高所法面掘削機による掘削工法(写真-10)では、露岩箇所において作業員に危険を及ぼす可能性があったため、無人化施工を行った(写真-11)。オペレータは法面上部(安定な場所)へ移動しラジコンにて操作を行う。地山の崩壊や落石が頻繁に発生する箇所でも活用できた。発注者による見学会も実施された(写真-12)。



写真-10 施工状況



写真-11 無人化施工



写真-12 見学会実施状況

### 6. ICT 技術を活用した省人化、連続作業における作業の負担軽減

杭ナビ(LN-150)、アシストスーツ、コードレス背負い式高周波バイブレータの活用

省人化施工として測量機「杭ナビ LN-150」(写真-13)を使用した。2人での業務が1人で行え、タブレット画面上に掘削位置が表示されるのでリアルに施工状態を把握し法面掘削や床堀時には施工誤差を最小に抑え過掘対策等に活用できた。



写真-13 杭ナビ(LN-150)

コンクリート堰堤本体工において人力作業の労働環境改善として残存型枠組立時に「アシストスーツ」(写真-14)を活用した。連続作業時における腰への負担を軽減されたことで、安全性も高まり通常より楽に作業することができた。更に腕を使い続ける作業への負担軽減アシストスーツ「TASK AR」(株)がド-の使用(写真-15)を試験的に行った。溶接・鉄筋組立作業時の腕への負担軽減や安全性に期待できる製品である。また、省人化施工としてコンクリート打設時には、「コードレス背負い式高周波バイブレータ」(写真-16)を活用することにより、複数人数必要であるが1人工で施工することができた。この省人化施工は狭い型枠内において複数人数による災害を防止する事にも繋がった。



写真-14 アシストスーツ

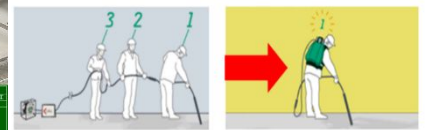


写真-15 TASK AR



写真-16 コードレス背負い式高周波バイブレータ

従来は3配線持ち、2コード持ち、1打設者であったが、背負い式により1人打設を行える。



### 7. おわりに

本論文では公衆災害の防止、無人化・省人化施工、労働環境の改善と安全性確保に関する内容を述べた。現場は終盤であるが発注者ご指導の下、無事故無災害で完工できるように誠意努力する。現場に携わる関係者の知識・創意・知恵を結集しこれからも「安全第一」に砂防施設の構築へ携わっていきたいと思います。本工事施工に際して、六甲砂防事務所、東六甲出張所の皆様をはじめ、工事関係者の皆様にご指導、ご協力を頂いておりますこと、御礼を申し上げます。

りんせつ じゅうたくち きぼうこうじ あんぜんたいさく  
隣接する住宅地における砂防工事の安全対策について

株式会社 木島組 夙川鍋谷堰堤工事  
(工期 令和2年10月23日～令和4年9月7日)



現場代理人兼監理技術者 木嶋一二

キーワード 『自然との共生』、『地域との共生』

## 1. はじめに

六甲山地を源とする川の1つに夙川があります。夙川は長さ約6.7kmで、六甲山地にあるごろごろ岳辺りを源流に、いくつかの谷からの水の流れと合わさりながら南に下り、阪急夙川駅やJRさくら夙川駅、阪神香櫨園駅の横を流れて、まっすぐ海に流れ込んでいます。そのいくつかの谷の一つに砂防ダム1基を造る工事、夙川鍋谷堰堤工事である。この地域、鷲林寺地区は六甲東エリアと言われ、6町で構成されている。今回施工する夙川鍋谷堰堤は剣谷町を土砂災害から護る工事で、地元説明会では工事関係車両は、この工事で恩恵を受ける剣谷町を通行すべきであるとの意見が出され、またある住民は学童の通学路に当り、別ルートを通りして貰いたいとの意見も出され、説明会は紛糾した。運搬ルートを2案提示し、写真-5の黄ルートに決定した。この決定に2か月を要した。漸く工事チラシの配布にこぎ付けたが、ここでまた問題が発生した。工事用道路地先の住民から砂防ダムができることは自治会から聞いているが、ここに道路ができることは聞いていないとの意見であった。住民曰く、便利な平地に住まず、なぜ不便な山間地に住んでいるか。「夜景は3日もすれば飽きてしまうが緑は癒してくれ全く飽きない」。「自然との共生」を考えさせられる一言であった。工事用道路ルートの変更は地形的にも困難で、もし反対運動が激化した場合、索道でのルートを考える必要もあった。近くにある剣谷堰堤を索道で施工した実績があり、最悪の場合は検討することとした。しかし色々な制約を受けたが3月初めに理解を得て、着工の運びとなった。砂防堰堤工事も人も通らない山間地から住宅地に近い所が変わりつつあり、「地域との共生」も重要になってきた。





写真-1 着工前工事用道路出入口



写真-2 着工時工事用道路出入口



写真-3 工事車両運行ルート



写真-4 工事用道路完成写真

写真-5 鷲林寺地区上空写真

## 2. 工事概要

- ・砂防土工：1式 【掘削工：3,700m<sup>3</sup>】
- ・土砂運搬工：1式 【残土等処分：6,300m<sup>3</sup>】
- ・コンクリート堰堤工：1式 【本体工 3,965m<sup>3</sup>、間詰工 125m<sup>3</sup>、鋼製堰堤：4.6 t】
- ・工事用道路工：1式 【L=192.7m、掘削工：4,700m<sup>3</sup>、盛土：680m<sup>2</sup>、法面整形工：1,920m<sup>2</sup>】
- ・仮設工：1式

## 3. 安全対策

### 3-1 工事用道路の先行施工

当初設計では工事用道路は土工、路盤工及び法面整形工のみであったが、現場は花崗岩の風化が非常に進んでおり、またごろごろ岳の麓で名前の通り、転石がゴロゴロと出土し、法面崩落等の危険性があり作業員の安全を考慮し、コンクリートブロック積の

先行施工を協議した。この工事用道路は将来的には管理用道路として存置されるため、前倒しでコンクリートブロック積に加え、素掘側溝を階段水路工に、また道路勾配が16%もあり、路盤のみでは大型車両が運行できない可能性もあり、コンクリート舗装に、大池見山堰堤工事での過去の苦い経験から、途中2カ所に横断側溝を設け市道への土砂流出にも備えた。



写真-6 工事用道路施工状況



写真-7 工事用道路ブロック積完成



写真-8 素掘側溝土砂埋没状況



写真-9 Co舗装、水路、横断側溝完成

### 3-2 湧水対策

当初、重機オペレーターから湧水が有るとの連絡を受け、確認したところ水量が少ないため、経過観察としていたが時間が経過しても水量は同じで透水管での対応をしていたが、大雨時の現場巡回で林野庁所有の防護柵から大量の雨水が水抜パイプから出水していることを確認した。応急処置として当初、仮パイプと大型土のうで対応した。法面は日に日に崩れる一方で、防護柵の下にはコンクリートブロック積を施工する予定であったが急遽施工を中止し、かご枠に変更する協議を行った。しかし工事用道路を挟んで反対側には住宅があり、かご枠だけでは不十分であると考え、防護柵の水抜パイプに排水用の仮パイプを繋ぎ、会所及び縦排水溝を設けて雨水処理も行った。





写真-10 湧水の確認



写真-11 大型土のうによる応急措置



写真-12 防護柵水抜パイプからの排水



写真-13 水抜パイプ排水拡大写真



写真-14 縦排水溝

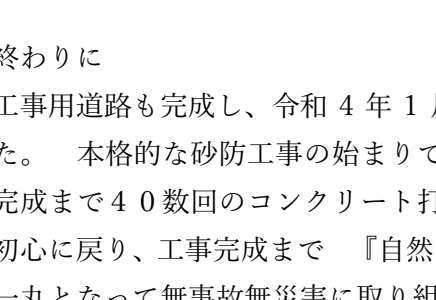


写真-15 かご枠完成

#### 4. 終わりに

工食用道路も完成し、令和4年1月20日に漸く1リフトのコンクリート打設を終えた。本格的な砂防工事の始まりである。現在まで無事故無災害を継続中である。完成まで40数回のコンクリート打設があり、上下作業や交通災害等が予想される。初心に戻り、工事完成まで『自然との共生』、『地域との共生』をテーマに現場、会社一丸となって無事故無災害に取り組んでまいります。

#### 夙川鍋谷堰堤工事完成イメージ

