

第 26 回
現場技術者による
「安全施工技術」研究発表会

論文集

令和4年2月

新庄河川事務所事故防止対策委員会
新庄河川事務所安全対策協議会

第26回現場技術者による 「安全施工技術」研究発表会

●日時 / 令和4年2月16日 (水)

●場所 / 新庄河川事務所

発表会論文目次

◆発表論文◆

○印:発表者

No	論 題	所属	担当	頁
1	銅山川流域湯の台砂防堰堤補修工事の安全対策について	沼田建設(株)	監理技術者 渡邊 徹 ○現場代理人 高橋 和真	1
2	ICT・IoTによる働き方改革	大山建設(株)	○現場代理人 樋田 亮一 監理技術者 星川 栄市	5
3	仮締切工の工夫について	(株)柿崎工務所	○現場代理人兼監理技術者 今田 康志	9
4	地すべりブロック内工事の安全対策について	羽陽建設(株)	○現場代理人 黒沼 潤 監理技術者 中川 欣哉	13
5	横道赤砂第1砂防堰堤整備工事における事故発生後の安全対策について	永井建設(株)	現場代理人 羽賀 達男 ○現場技術員 伊藤 宗大	17
6	蔵岡地区治水対策工事における安全対策について	(株)新庄・鈴木・柴田組	○現場代理人兼監理技術者 二坂 栄一	21
7	工事の安全対策について	(株)丸高	○現場代理人 綱淵 浩生 監理技術者 長谷川 淳	25
8	生産性向上チャレンジについて	(株)新庄砕石工業所	○現場代理人 矢口 昌志	29
9	松沢地区砂防施設工事 安全施工について	(株)新庄砕石工業所	○現場代理人 荒川 和行 監理技術者 阿部 健治	33
10	砂防施設等状況把握業務におけるUAVの活用方法について	(株)双葉建設コンサルタント	主任技術者 八畷 清一 ○担当技術者 山崎 淳	37

3, コロナ対策について

本工事は、コロナウイルスの流行が拡大している中での工事となり、コロナ対策を万全にする必要がありました。その為、現場事務所内にコロナ対策グッズとしてパーテーション、消毒液、体温計、空気清浄機、マスク等を設置し、事務所に入る際には検温、消毒を行い、打合せ等はパーテーション越しに行い飛沫感染を防止しました。また、打合せの際に作業員一人一人の健康状態をチェックし万が一体調が悪い人がいた場合は直ちにかかりつけの医師に連絡をし、直接医師からの指示を仰ぐように各作業員に周知しました。

・パーテーション

・検温計、マスク、消毒液



4, 女性による現場パトロールについて

本工事では、工事事故防止活動として安全衛生委員会による社内安全パトロールを月2回実施しておりますが、男性ばかりの当現場では衛生面や安全施設の小さな不具合、整理整頓が見逃しがちになります。そこで作業環境改善を目的として、弊社女性職員による現場パトロールを計2回実施しました。通常のパトロールとは違い女性ならではの感性と目線でチェックして頂き貴重な意見・指摘を頂きました。指摘事項は、すぐに現場作業員及び関係者に周知・指導し、改善することで安全施設の充実と安全意識の向上に繋げる事が出来ました。

・女性によるパトロール



5、熱中症対策について

本工事では、7月から9月下旬にかけて熱中症対策を万全にする必要があると考え、全国的に熱中症による死傷者の数が年々増加の傾向にあり、より一層の対策を執る必要があると感じNETISに登録されている熱中症対策ウォッチと空調服を各作業員に配布し、現場休憩所には熱中対策応急キットと担架ベンチを設置しました。また、万が一作業員が熱中症になった場合を想定し、現場休憩所に設置してある熱中対策応急キットと担架ベンチの使用方法や熱中症初期症状判断基準を安全訓練で説明を行い、熱中症者の迅速な処置、対応を行えるようにしました。

・担架ベンチ



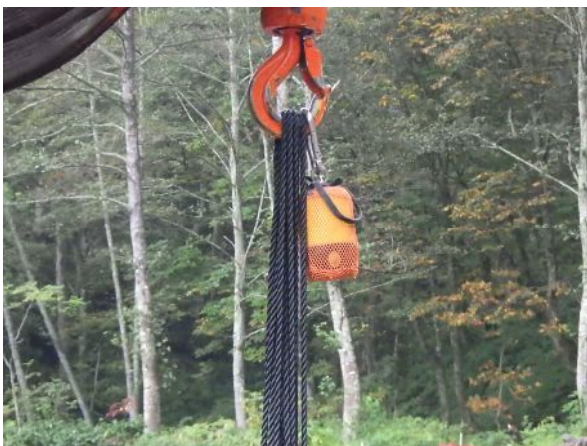
・熱中対策ウォッチ



6、クレーン作業での安全対策について

本工事において、擁壁護岸工、根固め工は吊り作業がメインの施工となることから合図者は、吊り荷を安全に誘導する為、周囲に声を掛けるなどし注意喚起を行います。作業時に発生する機械音により、合図者の声が聞こえず、吊り荷の接近に気付くのが遅くなり、吊り荷との挟まれや接触により重大災害につながる恐れがあります。その為、クレーンによる吊り荷作業では玉掛け警報機を付けることにしました。ボタン1つで最大約90デシベルの音量(近くで鳴らすとほぼ会話が聞こえない程の音)で注意喚起を行い、「聞こえない、気付かない」は解消され、作業員全員が音で吊り荷の接近を事前に把握することができ、吊り荷の直下への立ち入りと接触事故を防止することが出来ました。

・吊り荷警報器



7, 河川付近作業について

本工事は、河川付近での施工がメインになることから増水時の対策が必要であった。その為、現場には量水系と救命用浮き輪を設置し、各作業員には救命胴衣を配布し、河川付近の作業の際には救命胴衣の着用を義務付け万が一の対応に備えた。また、月に一度避難訓練を行い避難経路にはのぼり旗を設置し実際に避難経路を作業員と確認しながら訓練することで災害時に迅速に対処出来るとともに作業員自らが経路を覚えることにより、安全意識の向上に繋げることが出来ました。毎月行うことで施工業者が変わっても各作業員が避難経路を覚え確認することが出来ました。

・救命胴衣



・避難訓練



8, 終わりに

約1年間の施工の中で、地元の方々とのトラブルが無く、工事も無事故・無災害で完成することができました。地域の皆様には、何かとご不便やご迷惑をお掛け致しましたが、ご理解とご協力をして頂きありがとうございました。

工期中盤には猛暑の続く厳しい中でも、安全管理の重要性を理解し、安全訓練・災害防止協議会に参加していただいた、協力会社の皆さんのお陰と大変感謝しております。また、現場での助言・適切な指導・サポートをして頂いた、銅山川砂防出張所と新庄河川事務所の皆様方に感謝し、御礼を申し上げ終わりとします。

ICT・IoTによる働き方改革

発注者	新庄河川事務所
施工者	大山建設株式会社
工事名	最上川中流川前上流地区災害復旧工事
発表者	○現場代理人 樋田 亮一 監理技術者 星川 栄市



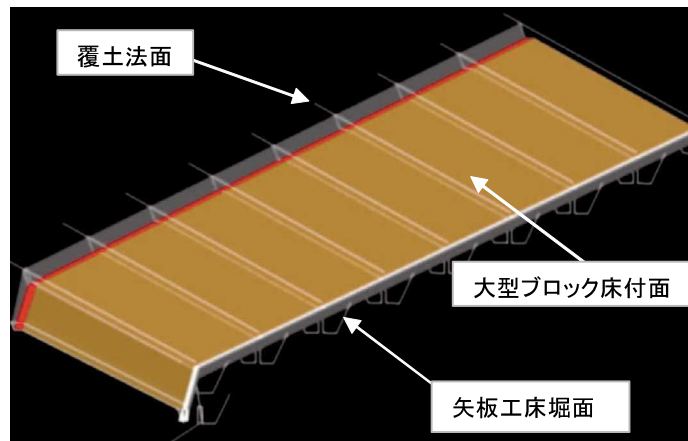
1. はじめに

本工事は、大石田出張所管内の山形県北村山郡大石田町大字川前地内において、止水鋼矢板打込みL=11.5m・法留ブロック設置・大型平ブロック貼付け・覆土を行う災害復旧工事である。

本工事で行った、3次元設計データの活用・IoTカメラによる働き方改革について紹介する。

2. 3次元設計データの活用

3次元設計データ
横断が複雑な形状では
ないので比較的容易に
作成できる



活用1 ICT建設機械（マシンガイダンスバックホウ）での3次元設計データ活用

丁張設置時

施工にあたり丁張設置回数は、矢板床付丁張・矢板法線丁張・法留ブロック丁張・大型平ブロック床付丁張・隔壁工床付丁張・ブロック天端丁張・整地用丁張と1断面7回の丁張を10m毎設置する必要がある。延長が320mのため、起点を含め33箇所×7＝計231回の丁張を設置することになる。これをICT建設機械（マシンガイダンスバックホウ）を使用することにより、矢板法線・法留ブロック・ブロック天端の1断面3回の丁張設置にした。33箇所×3＝計99回の設置になり、231－99＝132回減らすことができる。丁張毎に設置時間にばらつきはあるが、平均して8箇所で行った場合132回÷8箇所＝16.5日の短縮ができた。

安全面

床掘作業・切土作業の仕上げの際、普通作業員が重機の近くで仕上げ面に対しての上げ下げの指示を行うが、ICT建設機械はタブレット端末にその情報が表示されるので、重機接触の危険がなく安全に仕上げ作業ができた。

施工時

法勾配2割の面が切土作業・盛土作業と複数工種にある。大型ブロック床付面は作成してあるので、機械のタブレット端末内でオフセット機能を使用し小口止床掘・覆土の施工を行った。

注意事項は情報があくまで、直高のオフセットになるので、小口止であれば単に500mmをオフセット入力すればよいものではない。

高水敷土砂敷均しでは、ICTのブルドーザーではないため、あらかじめマシンガイダンスのバックホウにて、土砂をポイント的に盛土しそこにポールを刺してその高さになるようブルドーザーにて敷き均しを行った。

高水敷土砂敷均し前



小口止オフセット寸法



ベテラン運転手と女性従業員

当現場には、ベテラン運転手と女性従業員が在籍している。この関係性も変化があったので、記述する。まず、ベテラン運転手は腕があるのでICT建設機械を毛嫌いしていたが、いざ乗ってみると2日後には機械を褒めていた。しかし、ベテラン運転手はタブレットのアプリ起動なら問題ないが、線形によるプロジェクトの変更となると難しくなる。そこで、女性従業員にアプリ内でのプロジェクトの変更や刃先のオフセット操作などを頼んでいた。これ以降の休憩時間では機械操作の方法などを話し、共通の話題ができベテラン運転手・女性従業員の会話が増えたように感じた。



ベテラン運転手と女性従業員とICT建設機械

問題点

今回現場にICT建設機械マシンガイダンスを2台入れたのだが、誤差が生じ2台同じ高さにならない。刃先の測量を行うと、1台は上部方向に誤差もう1台は下部方向への誤差であった。2台の差は100mm強程度となるので、オフセットでの修正及びマッチングで行う必要がある。

2台のICT建設機械のタブレット端末誤差修正状況



活用2 測量機での3次元設計データ活用

丁張時

今までの丁張設置は、トータルステーションにて位置を出し、木杭を打ち込みレベルで高さを見て計算、その後丁張板を設置して、先に出していた位置を丁張板に移す作業を行っていた。そして再度測量を行い、良否を確認するといった作業になる。

丁張設置作業は上記の通り、測点箇所を往復する。法面など足場の悪い場所や、真夏は作業効率が顕著に悪くなる。しかし、快速ナビは3Dデータが入っている。このため測点の往復することなく、その測点で位置・高さが出せる。かつ、測点間の面も出来ているので、所定の測点以外に自由プラス測点が、面倒な計算をせずに丁張が設置できた。丁張設置に携わった50代のベテラン従業員も高さが出ること、丁張設置の速さに驚いていた。

機能性

最近のトータルステーションは、後方交会法で器械設置ができるものが、多くなっているが、この器械は、電源を押せば、自動で水平をとってくれる。しかも、データコレクタのアプリもアンドロイドOS内で起動しているので、スマートフォンを普段使っていれば直感的に測量を行える。現場では、今まで測量を行った事のない作業員に測量器の立てる位置と観測する基準点を決め一緒に器械設置を行った。すると次回からは、一人で器械設置ができるようになっていた。

快速ナビは、今までのトータルステーションよりも、本体・データコレクタが小さく軽いので扱いやすい。このほか、アプリ内でCADを読み込めるため図面に記載されていない2点の測点間距離や座標が計測できた。

出来形観測

常時ミラーを自動追尾し、その場の設計値との対比值が表示されている。このため矢板施工時は、1枚毎に出来形が確認でき、偏心・基準高をこまめに確認し精度の高い施工ができた。

このほか、当現場では遠隔臨場システムによる段階確認を行っている。監督職員の確認時にも、測定値が明確表示されているためスムーズに立会が行われている。

問題点

3次元データがない工事区間外に逃げの丁張は設置できない。あらかじめXYZ全方向に余裕のある設計データを作成すること、IP点で線形を組んだ場合折点区間が表示されないのを細かく横断を作成する必要がある。



IoTカメラ現場撮影状況



快速ナビ出来形観測状況

3. IoTカメラの活用

現場の作業ヤードは、水防団待機水位程度で水没する。そこで、最上川の水位をリアルタイムで確認したくIoTカメラを設置した。退避が困難な重機を使用する矢板施工時では、幸い作業中止基準の水防団待機水位までの水位上昇はなかった。しかし、IoTカメラは違う面で、現場に役立った。それは、打合せ時である。職長との作業間連絡調整で、現場のリアルタイムの問題点をモニターを見ながら説明ができる。「ここにある矢板を移動し作業通路を作成する」など、作業計画書の平面図よりも指示が伝わりやすい。またWEBの工程会議後の監督職員との打合せ時にチームズ内で現場を見せ説明する事があった。さらにカメラは、現場全体を俯瞰した視点で常時把握できる。このため、きれいで安全な現場が保持できている。

5. まとめ

当現場でICTを使い一番の発見は、女性従業員の可能性である。先に述べた器械設置を2回目から一人で行ったのも、実は女性従業員である。後付けになるが、SDGs目標5の「女性のエンパワーメントを図る」に繋がると考える。

これまで自分の中でICT施工とは、成果物を出すための手段しかなかったが、今回の現場のようにICT活用工事と位置付けしなくとも、ICTを普段使いし、働き方改革を行っていきたい。

仮締切工の工夫について

発注者 新庄河川事務所
施工者 株式会社 柿崎工務所
工事名 令和2年度 立谷沢川流域 潜岩第2砂防堰堤整備工事
発表者 ○現場代理人 今田 康志
 監理技術者 今田 康志



1. はじめに、潜岩第2砂防堰堤整備工事の工事概要を説明をします。

工事概要 砂防土工(除石)掘削工 V=19,000m³、砂防土工掘削工 V=1,900m³、埋戻し工 V=530m³、コンクリート垂直壁工 V=478m³、構造物撤去工 消波根固めブロック撤去 N=521個、伐採工 A=12,000m²、応急処理工 1式、仮設工 1式

2. 大雨による災害について

今回、施工を行う潜岩第2砂防堰堤の上流には、赤沢川、本沢川、濁沢川の3つの川があり、それらの川が合わさり本流の立谷沢川となります。

昨年まで、施工を行っていた濁沢第8砂防堰堤では、大雨による洪水で仮締切の決壊を、何度も経験し、甚大な被害を受けることがありました。

支流である濁沢でさえ、大雨になると一気に増水し、濁流となるので本流では、どのようになるのか想像すると、恐ろしくなりました。

また、濁沢の対象流量は、 $Q=63.07\text{m}^3/\text{S}$ に対し、潜岩は $Q=194\text{m}^3/\text{S}$ と3倍となることから、大雨による洪水に強い仮締切が最重要と思い、仮設備計画を進めました。

3. 仮締切の構造について

当初設計は指定仮設として、仮締切は現場打ちコンクリート擁壁による半川締切となっていました。施工に多大の日数を要するほか、2次転流時に一部取壊しを行わなければならないため、もっと容易に施工でき、転用できるような構造が無いか、比較検討を行いました。

4. 仮締切の比較検討について

まず初めに、当初設計のコンクリート擁壁は、河床への根入りが無いため底版部が洗堀され転倒の恐れがあり、根入れを考慮した構造とした場合の施工日数は50日程度となる。

また、2次転流時に、一部取壊しを行わなければならない。

次に、通常用いる構造として大型土のうによる仮締切は、安価で施工日数は20日程度と容易に施工ができるが、設計報告書によると流速が早く倒壊の恐れがあるため、土のう前面に、根固めブロック、転石保護工等を設置することや、単管パイプ、ロープ等で大型土のうを固定するなどの補強を行うことが望ましいとされており、保護対策に施工日数を要してしまうため、ほかに、容易に施工ができ、再使用できるものはないかと検討した結果、プレキャストL型擁壁を使用してはどうかと意見がでました。

プレキャストL型擁壁と言えば、通常は盛土部の土留め等に使用される製品ですが、施工が簡単で、転用でき施工日数も30日程度で出来るためとても良いと思い、採用することとした。

比較検討表

構 造	施工日数	費 用	施工性	耐久性	再利用	結 果
コンクリート擁壁	50日	×	×	○	×	×
大型土のう+保護工	30日	○	△	△	○	△
プレキャストL型擁壁	30日	△	○	○	○	○

5. プレキャストL型擁壁での仮締切について

プレキャストL型擁壁を使用するに当たり、1つ問題がありました。

通常は、プレキャストL型擁壁の内側に盛土を行い反力を得るのですが、コンクリート垂直壁工の床掘範囲では、盛土が出来ないため必要な反力を得るためには、どうしたら良いか検討しました。

その結果、L型擁壁の底版部に重量物を載せれば良いということで、大型土のうとコンクリートブロックの案が出て、大型土のうを多段積みになると不安定なので、コンクリートブロックを設置し反力を得るように計画しました。

コンクリートブロックの調達は、施工箇所下流に大雨による災害で流出したコンクリートブロック(3t)が点在していたため、監督職員と協議を行い、使用することにしました。

プレキャストL型擁壁を使用することと、底版部にコンクリートブロックを2段積みすることで、所定の反力を得られるか安定計算をした結果、盛土厚さ1.5m以上、コンクリートブロック(3t)2段積みで良いとの報告を受けました。

仮締切の構造変更及び施工範囲の変更を行うため、設計変更審査会を開催し、仮締切の構造をプレキャストL型擁壁に変更し使用することに決定しました。

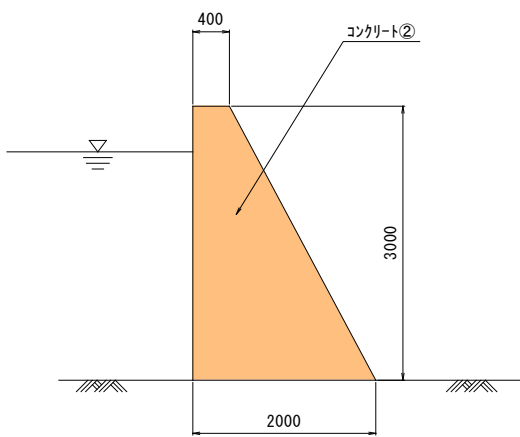
6. 仮締切の施工について

仮締切の構造がプレキャストL型擁壁 H-3500となりましたが、在庫と製造日数を鑑み、プレキャストL型擁壁をH-3000、基礎コンクリートをh=500にすることで、所定の高さをクリアすることにしました。

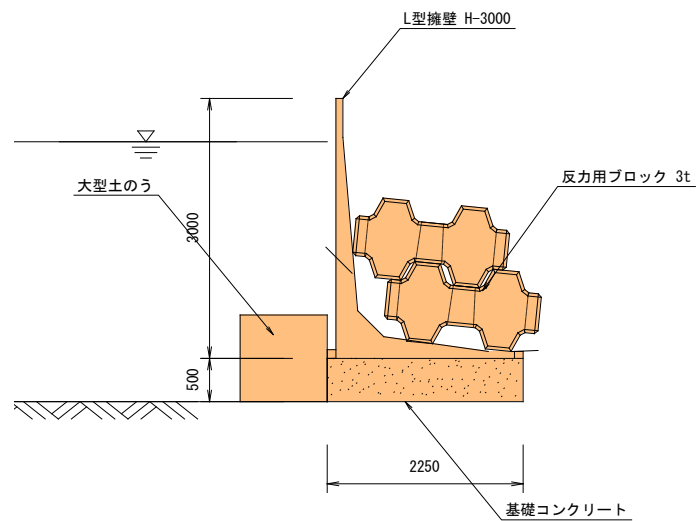
また、底版部の洗堀防止として、水衝部に大型土のう(耐候性3年)を設置することを提案し、再度、協議を行いました。

プレキャストL型擁壁を使用しての仮締切は初めて行いましたが、施工性もよく、2次転流時も比較的容易に行うことができました。

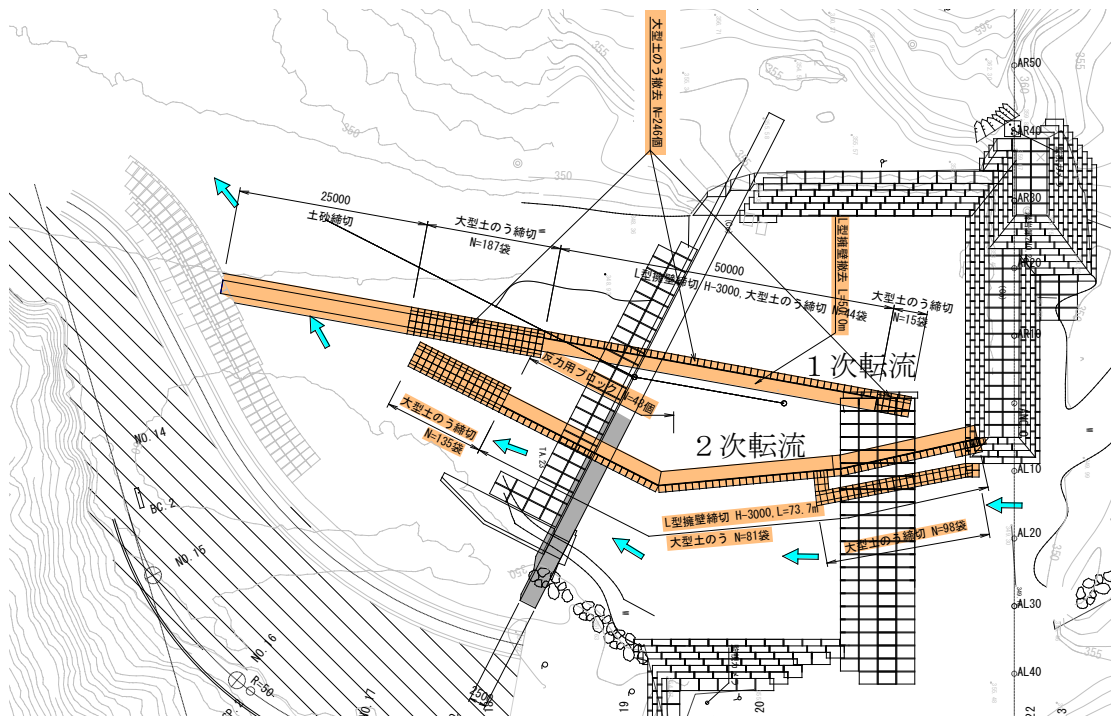
当初設計締切構造



変更後締切構造



仮締切平面図



7. おわりに

プレキャストL型擁壁を使用した仮締切を行いました。施工期間中に大雨による災害も無く、コンクリート垂直壁工の施工と2次転流も問題なく容易に完了することができました。

今回のことで、物の概念にこだわらず、目的用途の違うものを使用できるという、新しい発見が出来ました。

これからも、概念にこだわらず柔軟な発想で新しいことに、挑戦していきたいと思えます。

最後に、工事が無事故、無災害で無事に完了することができたことを、皆様に感謝申し上げます。

着工前 上流側から望む



完成 上流側から望む



地すべりブロック内工事の安全対策について

発注者 新庄河川事務所
施工者 羽陽建設株式会社
工事名 志津地区姥ヶ嶽ブロック対策工事



○現場代理人 黒 沼 潤
監理技術者 中川 欣哉

1. はじめに

本工事は、最上川水系における地すべり対策事業の一環として、西川町志津地区において、集水井工等を施工する工事です。

施工箇所及び周辺地域は地すべりブロック内に位置していることから、自然災害や作業箇所周辺の変化への様々な対応について、最も配慮しなければならないと考えられました。

また、現場内には支障物として、志津地区共同TVケーブル・用水パイプが有り地元の方や関係各所と打ち合わせを行い、対策を検討しました。

本報告では、工事において取り組んだ安全対策について述べたいと思います。

2. 工事概要

施工位置	山形県西村山郡西川町大字志津地内
工 期	令和3年4月26日～令和4年1月28日
工事内容	集排水ボーリング1式 集水井1式 地盤改良工1式 根固め工1式 応急対策工1式 道路土工1式 法面工1式 排水構造物工1式 舗装工1式 仮設工1式

3. 施工前事前検討会・打合せ

工事着手前に現地踏査・工事内容の確認・安全対策の検討を行い、工事現場の問題点を会社と共有し、対策を講じました。

また、地元の方との支障物等について、打合せを行いました。

社内事前検討会



地元の方との打ち合わせ



4. 自然災害発生時の避難経路確保について

施工箇所において自然災害等が発生した場合に備え、作業員がすぐ避難できるよう掲示を行い、「緊急避難路マップ」を作成し、新規入場者教育時に説明し、現場内に緊急避難路の緊急時に直ちに確認できるよう配慮しました。

緊急避難路マップ（現場内掲示）



避難路の誘導表



また、安全教育時に緊急避難路マップを元に避難訓練を実施し、避難経路を再確認すると共に、実際に避難した場合に問題等がないか参加者で、検討することにより万が一に備えることができました。

避難訓練の実施(問題点の検討)



5. 簡易地すべり計の設置

工事着手前に、地すべり等の自然災害時に影響が確認された箇所に、簡易地すべり測定を設置し、現場に異常がないか日常監視を行うことにより、災害発生時に作業中止及び緊急体制への周知が速やかに行うことができました。



取付部(滑落層)

6. 雨量計の設置

本工事は地すべり内の工事であることより、雨による地盤の緩み等が懸念されるため、雨量計を設置し、現場での作業中止判断基準に役立てました。



7. 熱中症対策

作業従事者の健康状態を把握するために毎日の朝礼時・昼休み時に健康状態に異変が無いか確認することとし、熱中症対策の対策を行いました。



血圧の測定



アルコールチェッカー



熱中症アラートの設置



空調服の使用



その他の熱中症対策

8. 害獣・害虫対策

近年熊の目撃情報や被害などが報告されています。当現場でも踏査調査時、熊を目撃しました。また、蜂に刺される事故も多く、死亡例などもあり、当現場でも害獣・害虫対策を実施することにしました。



熊撃退用品の常備



蜂撃退用品の常備



施工現場での誘引駆除

9. 外部講習(安全訓練の実施)

作業従事者の安全意識の向上、安全に対する知識向上のため、隣接する工事の方と合同安全訓練の実施。外部講習会の実施を行いました。

協同安全訓練(講師:安全コンサルタント)



ヘルメットの重要性・強度



フルハーネスの特徴



指差確認の重要性



吊り作業の危険性

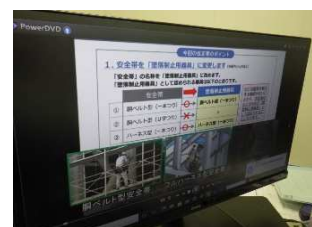


グループ危険予知活動



安全確認(○安全良し!!)

外部講習会の実施(フルハーネス)



10. おわりに

地すべりと言う特殊な工事の中で、雨による土砂災害、晴天時の熱中症、気象条件により様々な問題点の抽出ができ、改めて施工と気象条件の密な関係があることを再認識することができました。事故もなく無事施工ができるのは、工事をする人だけでなく地域の皆さん・関係各所の協力が大きかったと思われます。今回の経験を活かし今後も無事故無災害で安全管理に努めたいと思います。

横道赤砂第1砂防堰堤整備工事における事故発生後の安全対策について

発注者 東北地方整備局新庄河川事務所
施工者 永井建設株式会社
工事名 銅山川流域横道赤砂第1砂防堰堤整備工事
工期 令和3年4月26日～令和4年1月31日
現場代理人 羽賀 達男
現場技術員 ○伊藤 宗大



1. はじめに

本工事は、最上川水系における国土強靱化対策工事で砂防堰堤の建設を行うものです。当現場は砂防堰堤の建設である事から、側壁左岸（1段目）の鋼製枠組立を行っていました。その際、鋼製枠の吊荷作業時に発生した事故の発生原因及びその後の安全対策について報告します。

【写真-1】



【写真-2】

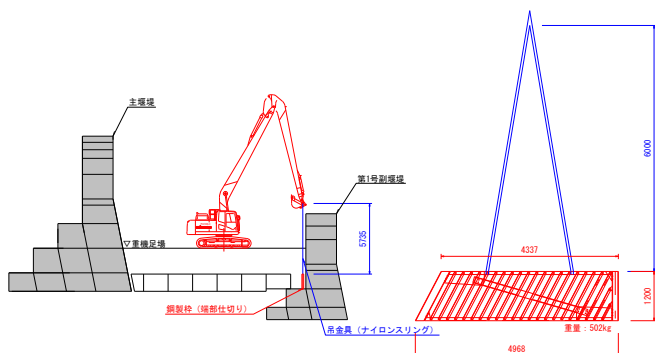


事故発生箇所

2. 事故発生原因について

9月30日16：30頃、仮組状態の鋼製枠を施工済みの水叩に立掛け仮置きし所定の位置に設置する為吊荷作業を行いました。その際、バケットが副堰堤と干渉し所定の位置に設置出来ないことからナイロンスリングを4mから6mに変更したところナイロンスリングが緩み下部方向に弛み端部スクリーンボルトに引っ掛かった状態に気付かず合図者が合図を行い仮組状態の鋼製枠が水平移動し、荷下ろし位置に移動しようとした作業者の右足脛を仮置きしていた鋼製枠の部材との間に挟まれる事故が発生しました。

【図-1】 吊具変更事由説明図



【写真-3】

事故発生時の状況

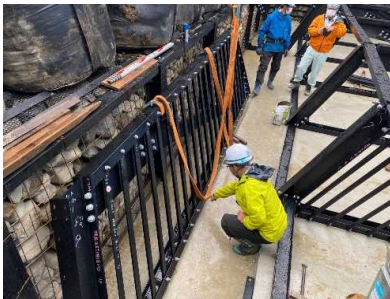


3. 会社の対応について

10月1日に技術管理員部長の聴取調査、現場発生事故の検証を行いました。聴取調査では原因と対策が話し合われ10個の原因が上げられました。①合図者が人払いの確認せず合図をした。②玉掛ロープの状態を確認していなかった。③玉掛ロープが長かった。④オペレーターから吊荷の足元が見えにくかった。⑤昇降階段が作業動線状にあった。⑥退避場も確認不足。⑦作業中の声掛けが無かった。⑧被災者が吊荷を確認せず作業位置に移動し吊荷に背を向けてしまった。⑨現場代理人が作業手順の作業内容を現場で確認していなかった。⑩作業主任者の作業職務内容の徹底を行っていなかった。

これらの対策とし、①人払いを確実に実行し玉掛作業をする。②玉掛者が玉掛ロープの状態を玉掛位置で確認する。③鋼製枠の仮組を現地で行う。(狭い位置に限る)④オペレーターが目視で吊荷、ロープの状態を確認する。⑤昇降階段は作業動線・退避場の支障のない場所に設置する。⑥退避場の確認を前もって行う。⑦作業中、合図・声掛けを作業主任者が徹底して作業員に行わせる。⑧吊荷の移動半径内に作業員の立ち入りを禁止する。⑨現場代理人が現地で作業手順通りに作業しているか確認をする。⑩作業主任者を任命する。作業職務内容の周知の徹底をする。などの対策が上げられました。

【現場検証一①】



【現場検証一②】



【現場検証一③】



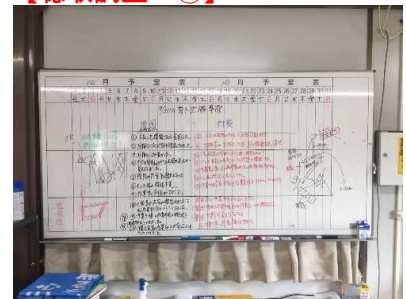
【現場検証一④】



【聴取調査一①】



【聴取調査一②】



10月3日現場発生事故における緊急検討会を実施しました。技術管理部長・各現場の現場代理人、現場技術員・作業員が参加しました。事故の一連の流れを説明し各現場の安全対策、今後の取組を話合しました。

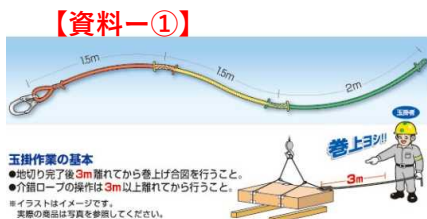
【写真一④】



4.事故発生後の安全対策について

事故発生後に新たに取入れた安全対策をいくつか紹介します。

- ①警報装置・3色介錯ロープの取入れ・・・警報装置は大きい警報音と「吊荷が移動中です」という声が出て周囲に危険を周知します。3色介錯ロープは赤、黄、緑の三色で赤1.5m、黄1.5m、緑2.0m、合計4mの長さです。色によって吊荷との距離がわかるようになり、現場では3m以上離れる事を徹底しています。【資料—①】【写真—8】
- ②職務名入り安全ゼストの取入れ・・・職務名入り安全ベストを取入れた事でそれぞれの職務が一目でわかるようになり、作業職務内容の理解と1人1人の職務の責任感の向上に繋がりました。【資料—②】【写真—9】
- ③ポール・マグネットポールの取入れ・・・玉掛位置、荷下ろし位置に設置を行い重機機械旋回範囲がわかるようにしました。吊荷作業、玉石投入作業時は重機機械旋回範囲外に退避場を設け退避する事を徹底しています。【資料—③】
- ④現場での作業手順の点検・・・現場代理人が作業手順が合っているか不安全行動が無いかを点検しています。その他にも細かい修正や安全対策がありますが紹介はこれで終わります。【写真—10】



5.現場で実施した安全教育について

- ①3Dバーチャル体験・・・VRを使用し実際の事故の映像を見て体験してもらい現場で作業する上でどんな危険があるのかを学ぶことができ、安全作業の向上に繋がりました。
- ②建災防6時間教育・・・建災防6時間教育では、講師の方を招きKY活動、実技体験訓練、様々な事故防止について講習して頂きました。実技体験訓練で適切な安全帯の使用方法、安全ネット荷重体験、ヘルメットの強度確認などを体験しました。どの体験も現場をする上で身に付けておくべき知識であると感じました。
- ③定点WEBカメラ設置・・・カメラを設置したことで、現場作業の状況、夜間の状況、大雨時の現場の状況などをスマホで確認ができ、休日に災害が発生しても瞬時に対応が出来るようになりました。



6. 安全対策を実施して

今年度も沢山の安全対策を実施しました。ですが安全対策をしても少しの気の緩みで事故が発生してしまい事故の原因を話し合うことで安全対策の未熟さを考えさせられました。作業前に安全対策について話し合いを行い細かな注意点から事故の予測を立て安全対策を実施する事が事故を防ぐ大事な作業だと再認識しました。

今後は細かな点から対策を考え作業員の意見を取り入れ安全対策をして行きたいと思います。

熱中症ウォッチ



現場ミーティング



落石防止ネット



7. 終わりに

今回の工事は、集中豪雨による出水災害や休工するほどの川の増水も無く、側壁、水叩き、水通しなどすべての施工が比較的スムーズにすることができています。これからの季節は積雪が心配ですが完成目前となってきたので完成まで気を緩めず事故、怪我の無いように施工していきます。

最後になりますが、施工にあたり、銅山川砂防出張所及び協力業者並びに地域住民の皆様の助言・ご指導を頂き感謝するとともに御礼を申し上げます。



着 工 前



本堰堤・副堰堤（施工中）

くらおかちくちすいたいさくこうじ あんぜんたいさく
蔵岡地区治水対策工事における安全対策について

発注者 新庄河川事務所
施工者 株式会社 新庄・鈴木・柴田組
工事名 最上川中流蔵岡地区治水対策工事
発表者 ○現場代理人 にきかえいち 二坂 栄一
監理技術者 二坂 栄一



1. はじめに

平成 30 年 8 月に発生した集中豪雨により、2 回も蔵岡地区の角間沢川が氾濫、大量の濁流により地区のほぼ全域が冠水し、住宅や家財の浸水、取り残された住民をボートで救出する等、住民に多くの被害と不安を発生させました。

本工事は、戸沢村蔵岡地区の浸水対策として、蛇行した角間沢川の水の流れ良くする為、新たな河道を整備するもので、加えて、非常用発電機室の造成及び、建築を行う工事です。

施工箇所付近では、前記浸水被害対策として輪中堤設置工事（県発注）や、角間沢川上流のため池改修工事（県発注）が進められており、本工事を加えると、三つの工事が蔵岡地区に集中する事になりました。そこで実施された安全対策を報告します。

〈工事概要〉

工事場所 : 山形県最上郡戸沢村大字蔵岡地内
工 期 : 令和 3 年 3 月 31 日 ~ 令和 4 年 2 月 28 日
工事内容 : 樋門・樋管本體工 作業土工=1 式 既製杭工=1 式 函渠工(門柱部)=1 式
函渠工(接続部)=1 式 函渠工(本體部)=1 式
電気室造成工 盛土工=1 式 電気室工=1 式
仮設工 土留・仮締切工=1 式
構造物撤去工 構造物取壊し=1 式
法覆護岸工 コンクリートブロック積=1 式
小型水門設備製作 水門設備=1 式
鋼製付属設備製作 付属設備=1 式
小型水門設備据付 小型水門据付工=1 式
鋼製付属設備据付 鋼製付属設備据付工=1 式

2. 安全対策について

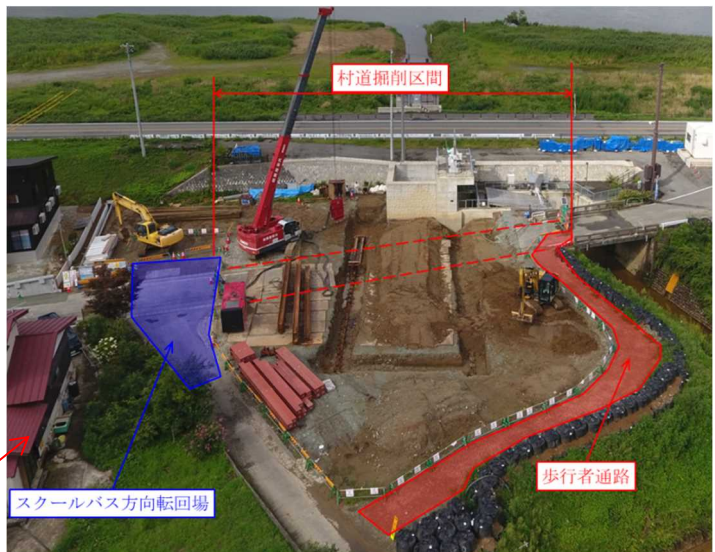
2-1 〈工事の周知と住民の要望に沿った環境対策〉

施工箇所は蔵岡地区の東端に位置し、国道47号線とほぼ平行に走る村道の下に、新たな河道となる函渠工を整備する為、工事期間中は長期にわたる、村道全面通行止での施工となります。

その為、地区住民の皆様には多くの不便と、負担を強いられる事となります。地区住民の理解と協力無しでは、工事は進められないと思い、住民の方々や、関係機関との打合せ、調整を行いました。

工事開始前、工事内容や通行止の開始時期等が書かれたチラシを全戸に配布し、周知・理解に努めました。

配布チラシ



住民の要望や、関係機関と打合せの上、スクールバス転回場と歩行者通路を整備

2-2 〈近隣工事連絡協議会の設置〉

前記述のように蔵岡地区では三つの工事が行われ、それに伴い工事で使用する大型車両や、連絡車が地区内村道に集中する事となる。交通量が多くなり、大型車両が頻繁に通行する事で、工事車両と住民との交通事故発生を、住民の皆さんは何より心配していました。そこで蔵岡地区で工事を行っている三つの施工業者との間で協力し、「蔵岡地区工事連絡協議会」を設置しました。



蔵岡地区工事連絡協議会開催状況

活動内容として下記の活動を行っています。

工事車両の地区村道走行時の安全運転の徹底はもとより、大型車両の運行予定や、運行経路を共有し、村道を走行する車両が集中しないように連絡、調整。

異常気象時に自然災害発生や、浸水被害が予想される場合に備え、緊急時の連絡及び、各現場が協力してその対応にあたる事等を決定。

その他、安全や工程に関する必要事項の連絡、伝達。

2-3 土留・仮締切工について（矢板頭部連結）

樋門・樋管本体工における函渠工は、床付け面が現況地盤より約 6m下がった位置であり、その床掘を行う為、設計では鋼矢板 4 型を使用した自立式の土留・仮締切工が計画されていました。

鋼矢板の打込完了後に、掘削作業を行います。掘削底面以下の地盤が、計算で用いた地盤より悪かった場合、自立式土留工の場合特に、鋼矢板の傾きや倒壊、それに伴う重大事故に繋がります。

そこで、コンサルの設計報告書の確認した他、専門業者にも安定計算をしてもらいました。その結果、安定計算に誤りは無いものの、どちらの計算でも頭部変位量が（許容値 $\sigma = 150\text{mm}$ ）に対して予想変位量が（ $\sigma = 111\text{mm}$ ）と大きく、余裕があると言えないものでした。

検討した結果、専門業者の推奨もあり、鋼矢板頭部の連結を実施しました。床掘を終えしばらく経ちますが、傾き等は確認されず、次工程を進めております。



3. 現場環境対策について

3-1 油圧式バイブロハンマーについて

土留・仮締切工の鋼矢板打込み作業は、振動・騒音が発生する作業であり、施工箇所には新築したばかりの住宅もあり、その影響が心配されました。

対策として、打込機械に、ゼロ振動・起動・停止が可能な油圧式可変高周波型バイブロハンマー PVE20VM-YTJ（NETIS 登録 KT-190050-A）を使用しました。施工中の振動は、ほぼ体感出来ず、振動計による計測でも影響を与えるような数値は確認出来ませんでした。



3-2 コンクリート養生について

11月になり、外気温が0℃を下回る日も予想される事から、函渠工のコンクリート打設後の養生について、安全で効果的な方法について検討しました。

そこで実施したのが、電気による給熱養生用の電熱シート「コンガード」(NETIS 登録 TH-110019-VE)でした。練炭や、ジェットヒーターのように火を使用しないので、火災や火傷の恐れや、一酸化炭素中毒事故、ジェットヒーター給油時の油流出事故のリスクがありません。養生時のコンクリート温度にしても、10℃以上を保つ事が出来ました。



コンガード使用による養生状況



養生温度管理状況

4. おわりに

地区住民の皆様には、もうしばらく迷惑をおかけしますが、自分も住民側の立場だったらとの思いに立って対処にあたり、要望や住民の負担軽減を出来るだけ実施したいと思っています。

工事は未だ途中ですが、今後も、鳥越出張所の各皆様と、新庄河川事務所の皆様方の御指導、ご協力を仰ぎながら、安全第一に工事を進め、最後まで無事故で完了する事を目標に努めて行きたいと思っています。

工事の安全対策について

発注者	新庄河川事務所	
施工者	株式会社 丸高	
工事名	赤川流域岩菅沢砂防堰堤ほか補修工事	
発表者	○ 現場代理人	ツナブチ ヒロオ 綱淵 浩生
	監理技術者	ハセガワ ジュン 長谷川 淳



1、はじめに

本工事は、赤川流域の砂防事業の一環として、岩菅沢上流域からの流出土砂の調整を目的とした砂防えん堤群の内、第7えん堤と第8えん堤間の流路工施工の為に工事用道路の施工及び七ツ滝工区の法面対策工を施工する工事です。

位置図



工事概要

工事場所：山形県鶴岡市大字田麦俣地内

工期：令和3年4月26日～令和4年2月4日

工事内容

- 1.砂防堰堤 1-1工事用道路 1式
- 2.法面対策 2-1連続繊維補強土工 1式 2-2法枠工 1式
- 3.応急処理 3-1応急処理工 1式
- 4.技術管理 4-1第八えん堤調査設計業務 1式

2、工事の安全対策 ①単位体積重量にバラツキがある土砂運搬の過積載防止について

2-1 通常の積載量確認

工事用道路に使用する盛土材は、流用土が計画されており、採取箇所を確認した所、玉石・砂質土・礫質土が混在しており、土質試験の結果、単位体積重量が1.4～1.9t/m³と1m³当り0.5tの差がある非常にバラツキのある土砂であった。通常、土砂運搬はダンプトラックにて行う。積込み際には、過積載防止の為、各ダンプトラック毎に1回目の積込み後に自重計又はトラックスケールにより積載量の確認を行い、積込みライン(見た目の体積)を定め、過積載防止を行うが、これは、盛土材の土質に変化が少ない場合に有効であるが、今回の様にバラツキがある土砂には不向きである。

【通常時の積載量確認状況写真】・・・荷重計により積載量を確認



積込みライン確認

【通常時の積載量確認状況】・・・トラックスケールにより積載量を確認



今回使用する土砂5.0m³を積み込んだ場合の積載量

$$\textcircled{1} 1.4\text{t}/\text{m}^3 \times 5.0\text{m}^3 = 7.0\text{t}$$

差 1.5t

$$\textcircled{2} 1.9\text{t}/\text{m}^3 \times 5.0\text{m}^3 = 9.5\text{t}$$

上記の様に、見た目体積で積載した場合は、同じ体積で1.5tの差がある。

積込みラインまで積み込んだダンプトラックの積載量を確認する為に、1回毎に確認する方法もあるが、仮に過積載の場合は、荷を降ろし、再度積込みを行い、再確認をして運搬する事となる。再積込みは、ダンプ運搬回数のロスとなり、積込みも回数が増える。待機ダンプの待ち時間も増え、1台の積替えによるロス時間は、運搬サイクルの悪循環を生む。これが2台、3台となった場合には、工程全体に影響が起き、更に積載重量の管理に要する人件費も増える。

【再計量時の状況写真】・・・計量待ちにより、ダンプトラック出発待ちが発生



計測待ち状況



計測状況：誘導1名、計測者2名（右・左タイヤ位置確認）計3名

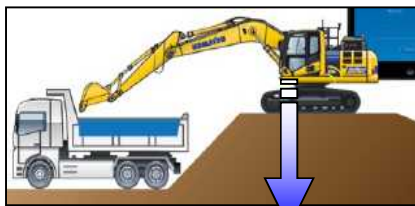


2-2 ペイロードメータ装着油圧ショベルの活用

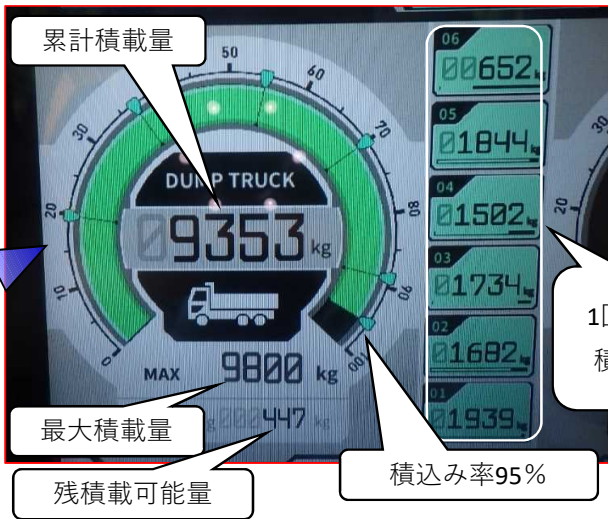
2-1での問題点、「単位体積重量にバラツキがある土砂運搬の過積載防止」と「計測に要する人件費の削減」の対応策について、社内の施工・安全検討会にて検討し、NETIS登録の【ペイロードメータ装着油圧ショベル】を使用する事とした。

このシステムは、バックホウにて掘削したバケット内にある土砂の重量を運転席内のモニターにて確認でき、ダンプに積み込んだ重量を加算して表示するシステムである。体積ではなく、重量での計測を行う事により、土質の種類にとられる事なく、正確に積載量を確認でき、オペレータ本人が目視で積載量を確認する為、計測に必要な作業者が不要となり、人件費の削減にも繋がる。

【ペイロードメータ装着油圧ショベルによる積算量管理】



運転席内モニター



モニター表示内容

2-3 ペイロードメータ装着油圧ショベルの効果

1. 土質に関わらず、正確な積載量を確認できる。 ⇒ 過積載防止が可能。
2. 積載重量を測定する要する時間及び、測定に要する機器の設置撤去が不要。
⇒ 手戻り、作業ロスの無い作業時間の確保。
3. 各ダンプトラック毎の最大積載量に合わせて積み込み可能。 ⇒ 過積載防止が可能。
(ダンプトラック毎に最大積載量が違う 7.4t～10.2t)
4. 積載量確認に要する人件費の削減 ⇒ 生産性の向上。(他作業に労務使用が可)

ペイロードメータ装着油圧ショベルの使用による人件費削減

土砂運搬日数 30日 積載量計測人員 3名(1日当り4時間)

人件費削減 30日×3人×4h=360h

360h÷8h/人=45人削減

3、工事の安全対策 ②ダンプトラックのタイヤ車輪脱落防止について

社内の施工・安全検討会にて、工事車両の脱落防止対策を実施する様に指示を受けた。これは近年増加傾向にある大型トラックやバスのタイヤが走行中に外れ、一般走行車・歩行者に接触し、最悪の場合は、死亡事故に繋がる危険性があるからとの事でした。通常、運行前点検及びタイヤ交換後50～100km走行毎にボルトの増し締めを行い、ボルトの緩みの有無をホイールボルトの出っ張り量や点検ハンマによる振動や打音または手で触れ点検をします。ただし、点検を行っても脱輪事故が無くない現状があり、当現場では、特に脱輪が多い、左後輪に「インジケーター」を取付、安全対策を行う事とした。これは、ホイールナットに装着するだけの単純な構造ではあるが、目視での点検が容易となり、わずかな打音を聞き分ける必要がなく、日常点検の負担が軽減されと運転手に好評であった。



4、終わりに

現在、建設業は人手不足の問題があります。作業者の高齢化や離職率の高さ等、様々な要因があります。建設業界全体の問題として、国の対策がとられていますが、今日明日に急に人手が増える事はありません。その中で我々現場を管理する者が出来る事の一つとして、新しい技術・工法を活用し、現場生産性向上や作業者の負担を減らす事があります。

今回の実施した2つ項目は小さな事ですが、社内で検討し、現場担当者だけでは不足する知識や情報を共有した結果です。新庄河川事務所内の他現場でも様々な工夫や新しい技術を行っていると思われます。発表会開催時には、貪欲に他現場の成果を吸収し現場管理に生かして行きたいと思いをします。

生産性向上チャレンジについて

発注者 新庄河川事務所
施工者 株式会社 新庄砕石工業所
工事名 最上川中流大石田地区維持工事
発表者 現場代理人 やぐち まさし 矢口 昌志



1. はじめに

本工事は大石田出張所管内において、除草工、清掃工、内水排除等作業、災害時緊急作業、雑作業、出水時等状況把握等の維持工事を行うものです。

その中で、除草数量の算出と距離標案内支柱の保守における生産性向上について述べていきます。

2. 発想の転換

例年、雪解け後の堤防巡回にて、距離標支柱が積雪の影響により破損、倒壊していました。

基礎ごと倒れているものや支柱が折れ曲がっているものがあり、雪の重量だけではなく、法面の雪が滑ることにより支柱に負荷が掛かり、破損、倒壊すると推測され、年間2～6本程度の破損が発生しています。

補修作業は、基礎が倒れたものは起こし、折れ曲がったものは切断して、ひと回り細いパイプを中にいれ、ビス止めによる補修を行っています。

しかし、また何年かすると破損をするという繰り返しが続いていました。



そのため、出張所から対応案を求められていましたが、その当時は剛性を高めなければ、雪の重みに対抗できないという固定概念があり、ガードレールの支柱を転用する提案をしましたが、距離標支柱は目的物ではなく案内板に過ぎず、過大という結論となりました。

他にも、伸縮式支柱を設置し冬期間は収納する案や、支柱及び標示板を取り外しできるように改良して冬期間は撤去する案なども提案しましたが費用対効果が低いため採用には至らずに経過していました。

今年になり、出張所長に今までの経緯を説明したところ「道路で使用されているポストコーンは、ぶつかった時に倒れるけど、その後起き上がってくるよね。そんな感じに補修できないものか?」との提案を受けました。

強度に着目しすぎていて柔軟性に気づいておらず衝撃を受けました。

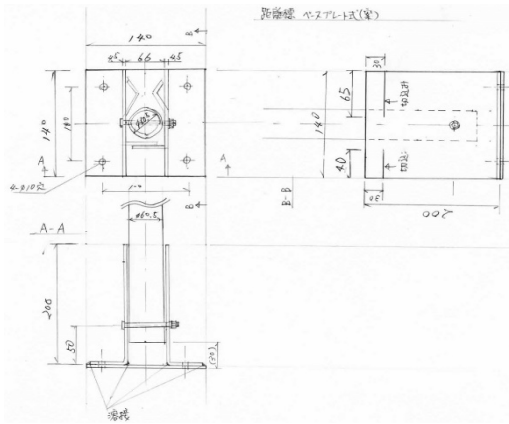
ただし、ポストコーンを利用して標示板を設置した場合、上部の重量が重くなるため風で揺れることが予想されます。

そこで、既設製品から適切と思われるものを2種類選択し、テスト設置してみることにしました。

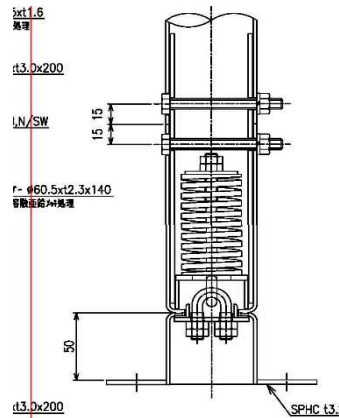
試行錯誤しながら製品図面を作成し、現在制作に取り掛かっている段階ですが、良い手ごたえを感じています。

生産性の向上は、固執している現状からいかに柔軟に発想転換することが大切であると実感できました。

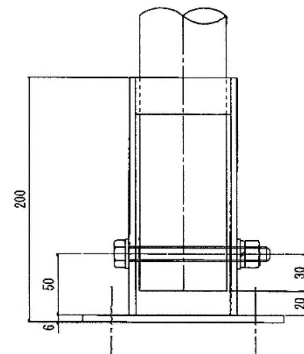
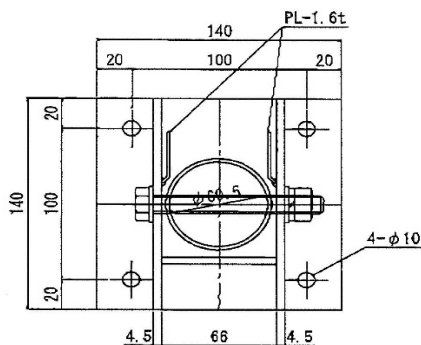
思案中



復帰式パイプホルダー



パイプ可倒式ホルダー



2. 生産性向上(工程短縮・労力軽減)を目指した取り組み

今年度は、災害復旧関連で発注工事が多く、工事区間及び進入路造成等に伴った堤防の除草面積の変動が多々あり、多数の堤防を測量する必要がありました。

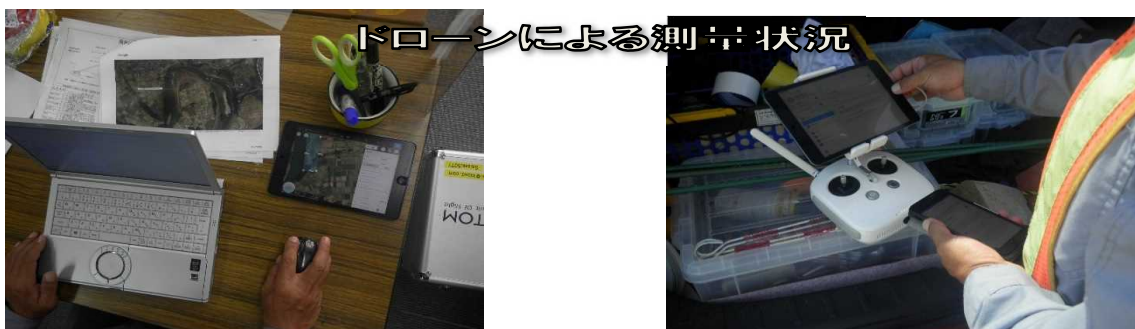
各堤防の変更部分の測量に始まり、図面・計算書の修正まで行うとなると3週間程度費やしてしまい、除草(刈放し)1回分の工程ぐらいの日数を要しました。

今年の除草(刈放し)は年3回行いましたが、災害復旧の各工事現場も進捗しているため、刈取時期にその都度面積変更が必要なため、3~4人編成の作業員で数日掛けて測量を行い、図面・計算書の修正も必要となりました。



そこで、工程短縮、省人化による労力軽減を図るための実験として、ドローンによる測量を行ってみました。

飛行計画から測量まで半日程度で終了し、パソコンによるデータ解析も人の手間を要せず自動で行うため、その点では工程短縮と労務を軽減する事ができました。



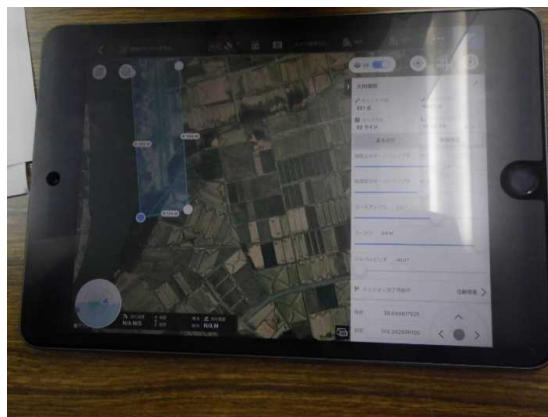
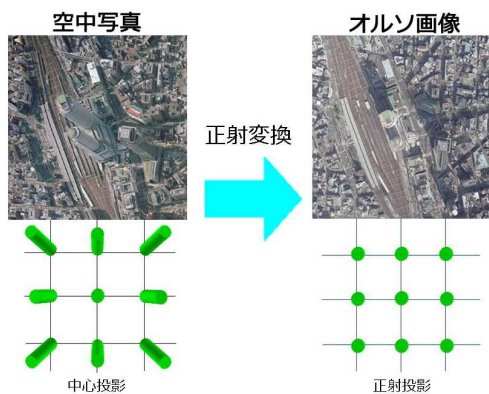
また車両の往来がある道路上や、やや勾配のきつい法面で測量する事もあったため、作業中に滑ってヒヤリとした事もあったが、ドローン測量ではその心配も無く、安全面の観点からも成果がありました。

ドローンによる解析



ドローン測量にチャレンジした結果、点群データをオルソ化し草刈り箇所を表現する際、解析画像が粗く細部が不明瞭になりました。

また、機械除草と人力除草の境界もドローン測量だけでは明確には算出できませんでした。



現在、オルソ画像をCADソフトと連動させる方法も分かり、わかりづらい機械除草と人力除草の境界は、現地踏査も併用しながら解析を行うことで草刈り箇所のイメージを可視化することと、図面から位置などの距離計測による図示化も可能となりそうです。

これにより、協議図面としての使用や、作業員にタブレット端末で施工位置や手順の共有化も可能となります。

今年度は、効率化の「基礎」となる発想や課題を明確にすることに留まりましたが、来年度以降の大幅な効率化に繋げていけると思います。

まつざわちくさぼうしせつこうじ あんぜんせこう
松沢地区砂防施設工事 安全施工について

発注者 新庄河川事務所

施工者 (株)新庄砕石工業所

工事名 立谷沢川流域松沢地区砂防施設工事



発表者 ○ 現場代理人 あらかわ かずゆき 荒川 和行 監理技術者 阿部 健治

1. はじめに

本工事は立谷沢川の支流、松沢に設置を予定している松沢第3砂防堰堤を作る為の工事用道路工事である。この工事用道路は、松沢第2堰堤を乗り越えた先の縦断勾配も急な幅4mの工事用道路であり、川までの最大垂直高約20m以上もある危険な箇所である。

さらに山側は切り立った急峻な現場状況で、ゲリラ豪雨時、沢から流れる大量の水が工事道路を直撃し、非常に困難な現場状況での作業となる。

降雪が見込まれる11月までの7ヶ月をどのような安全施工、安全対策が有効であるか検討を行い、現場での地形的条件を考慮した安全施工の取り組みを紹介する。

2. 工事概要

法面工	法面吹付工	1,484m ²	
〃	鉄筋挿入工	94本	
帯鋼補強土壁工		1式	
補強土壁基礎工		ルートパイル D32 224本/ルートパイル D29 195本	
舗装工 表層		1,096m ²	
路側防護柵工	ガードケーブル	1式	延長 333m
〃	橋梁端部防護柵	1式	
橋梁工	斜桁長	14m	
構造物撤去工		1式	
進入路造成工		1式	



資料1 松沢現場着工前



資料2 松沢現場完成

3. 地山の崩壊災害

本体工事の工事用道路工事では道幅 4m の 1 車線道路で、車・重機等のすれ違いが不可能であり、落石、法肩の崩壊等、移動時の安全リスクが多数存在し、安全性の向上及び地山の崩壊災害の防止対策を実施した。

また現場が進捗し、法面工事における現地踏査の結果、現状地山に亀裂が顕在することから、当初設計の【法面保護工（FRP 格子状パネル）＋鉄筋挿入工 SD345. D22. L=3.0m＋植生基材吹付（t=3cm）】から【モルタル吹付工（t=10cm）＋鉄筋挿入工】への変更を監督職員に進言し、協議した。

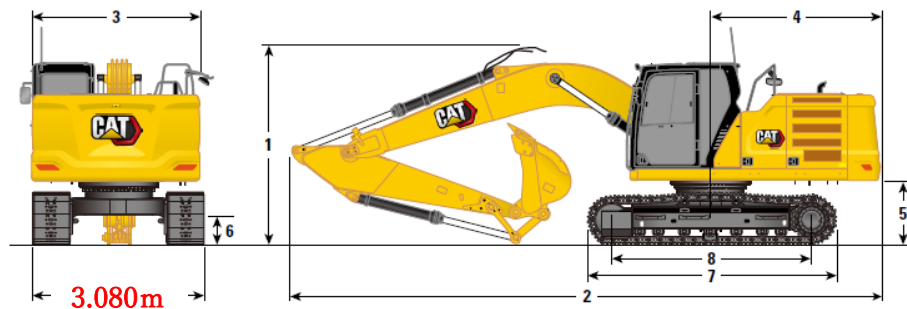
転石の除去や掘削には通常の機械だけではなく、0.7m³バックホウ・0.7m³ブレイカー・0.7m³スーパーロングアーム仕様のバックホウで用途に応じ、使い分けながら安全を最優先に作業を開始した。



資料3 0.7m³スーパーロングアーム仕様

本線工事が進むにつれ、地山の掘削・整形時の重機ヤードの確保が困難になり、地山の崩壊による墜落事故が懸念された。0.7m³バックホウの全幅は 3.080m、0.7m³スーパーロングアーム仕様のバックホウは 3.180m の全幅であり、この狭隘道路箇所での安全施工を行う対策が必要であった。

資料4
トラック全幅表示



資料5 狭隘道路箇所による施工状況

4. 安全対策【2D マシンガイダンスシステムを活用した手元レスの重機作業】

油圧ショベルにセンサーを装着し・勾配・距離をモニターへ入力、LED 表示器で掘削状況を常時確認し作業、掘削ができるガイダンスシステムを活用した。

今回は、資料6 赤枠部分の法面・地盤強化と施工短縮を図る事にした。施工としては法面を段切り、セメント改良をした土砂で腹付けを行い法面整形。その際、i Dig を使用し、予め高さを設けたトンボに作業前にバケットの刃先をあわせセット、段切りを行う寸法・深さ・距離を、リアルタイムに確認した。

本来であれば丁張り設置に3名で一日、掘削時の手元作業員2名、重機オペレーター1名で2日かかるところを丁張レス、手元レスで、オペレーター1名で実施し、1日で完了する事ができた。転圧時は上下作業にならない様重機を一旦避難して行うように注意しながら施工した。測量時間、人員の削減を図り、作業効率の向上を図りつつ、何よりも安全に施工をすることができた。



資料6 法面・地盤強化



資料7 i Dig 施工・活用状況

また、同重機にオプションシステムとして、Aerial Angle (エアリアルアングル) STEP「物体検知+動作制限システム」を活用して作業中の接触事故防止対策を講じた。

この狭隘道路の中で、万が一不用意に近づいた作業員に対して、重機の後方移動や重機旋回時における挟まれ事故の可能性も懸念事項であった。

朝の作業打合せ・KY活動の際、挟まれ事故防止を伝える注意喚起のほか、重機オペレーターには、Aerial Angle (エアリアルアングル) STEPⅢの活用を徹底させた。

従来の油圧ショベル後方カメラの搭載が当たり前になる中で、後方+車体側面から赤外線深度センサーにより、機体周辺の物体を検知し、接触回避警報ブザーで知ることによって安全施工を図った。

資料8

Aerial Angle (エアリアルアングル)
STEPⅢ「物体検知+動作制限システム」



現場従事者にも常日頃行う作業に対し、各自が危険ポイントの確認・意識する点を洗い出した。川までの最大垂直高約20m以上ある法面の危険周知、熱中症への注意喚起用のぼり旗を設置し、作業に関わる現場従事者の危険意識の向上を図った。



資料9 のぼり旗等の設置状況

5. おわりに



資料10 転石前



資料11 法面崩壊



資料12 転石後大岩3個

今回、工事を進み始めて2か月後に法面の崩壊が発生。法面整形作業中に法面監視をしていた作業員が地山の上方からパラパラと小さな石が落ちた事を発見し監理技術者に報告。この異変に危機感を覚え作業をすぐに中止し、法面から離れ動態観測を行った。1時間後、地山法面の崩壊が発生、川下には4m~5m以上ある大岩3個の転石を確認。幸いにも作業員、重機とも避難は済んでいて災害事故を防ぐことができたが、本当にこの地域での仕事の難しさを肌で感じる出来事であった。昨年、今年度と山を切り開き進む施工のなかで現場従事者の安全確保・重機の作業ヤードの確保・自然災害（大雨時沢の大水、法面崩壊）への対応と課題が山積であった。その一つ一つが重大事故になり得る環境であり、この松沢現場では、安全に安全を重ね、一人一人の意識高揚を図った結果、積極的な災害防止意識も各自に芽生え、無事に無事故で竣工させる事が出来た。最後に、これまでの施工にあたりご指導して頂いた立谷沢川砂防出張所の方々、本工事に関わった方々に感謝申し上げます。

砂防施設等 状況把握業務における UAV の活用方法について

発注者 新庄河川事務所 銅山川砂防出張所
施工者 株式会社 双葉建設コンサルタント
工事名 角川・銅山川流域砂防施設等状況把握業務
発表者 主任技術者 八鍬 清一
○担当技術者 やまざき じゅん
山崎 淳



1. はじめに

本業務は、新庄河川事務所管内の最上川水系角川・銅山川流域における砂防施設等において、過年度との施設状況変化の有無の確認を目的としたものであり、角川流域（49 施設）および銅山川流域（62 施設）の砂防施設等の主堰堤、副堰堤、水叩、側壁、法面、護岸、周辺地山、管理用道路等について状況変化の有無を確認した。

本業務では、従来の徒歩・目視による施設点検に加え、立入りが困難な砂防施設において UAV を用いた施設点検を行った。

弊社では平成 28 年度より UAV を用いた施設点検を行っているが、本稿ではこれまでの知見をまとめ UAV を用いた施設点検のメリット・デメリットおよび、それを踏まえたこれからの点検方法についての考察を行うものである。

2. UAV を用いた砂防施設点検のメリット・デメリット

「砂防関係施設点検要領(案)：令和 2 年 3 月、国土交通省砂防部保全課」では、定期点検および臨時点検の実施方法について「目視点検もしくは UAV 点検を基本とする」に変更され、「UAV 点検は目視点検によるものと同等の情報を得ることができ、適切な健全度評価が可能な点検方法のこと」と UAV 点検の有効性が評価・反映された。

今後ますます普及するであろう UAV を用いた施設点検についての今一度洗い出し、メリット・デメリットを表-1 にまとめた。



3. 現在の UAV を用いた砂防施設点検の飛行方法について

弊社では現在、定期巡視・状況把握として目視内の手動飛行により砂防施設を点検している。点検対象を比較的近接した高画像で撮影するために谷部を低空で飛行する必要があるため、GPS の入りが悪い状況においても GPS の入り具合をディスプレイ上で確認しながら即座に対応できることを第一に考え目視内手動飛行としている。

そのため、操縦者は堰堤の袖部等の見通しがいいところで操縦することとなり、離着陸地点もその

表-1 UAV を用いた砂防施設点検のメリット・デメリット

メリット	UAV は人が容易に近づくことが出来ない場所等の撮影が可能。	危険な場所に立ち入らない ・急傾斜での滑落, 転倒回避 ・害虫, 害獣との遭遇回避	安全性の向上
	徒歩による目視では撮影できない画角からの撮影が可能	高画質の近接写真により微細な欠損も把握可能	状況把握精度の向上
		俯瞰画像により施設全体の変状の規模と位置が把握可能	状況把握の効率化
	小さな離着陸スペースで対応可能	機種によってはハンドリリース・ハンドキヤッチも可能	利便性の向上
	小型・軽量なので持ち運びが容易	機種によっては折り畳み機能もあり	利便性の向上
	人が立ち入らない場所での飛行	墜落しても機体以外の損害がない	第 3 者の危険性が少ない
	空撮写真からオルソ画像の作成	施設周辺の状況把握、災害時等における崩壊等の変動把握	状況把握の高度化
	空撮写真から 3D モデルの作成	上流の堆積状況等を経年的に比較可能 崩壊等の変動把握	状況把握の高度化
	UAV の機体性能の向上	カメラ性能の向上 →対象に近づかなくても OK	状況把握精度の向上 安全性の向上
		機体の障害物回避センサーの向上	安全性の向上
DRTK 等自己位置の正確な把握が可能な機種も		GCP を置かなくても正確な地形を取得可能	
UAV LIDER も低価格化		樹木の下形状も把握可能	
デメリット	砂防堰堤の下流側は山に囲われる谷部になっている	近接する枝葉への接触 (障害物センサーも枝は感知しない)	墜落の危険性がある
		GPS の入りが悪い場合がある	
		堰堤による風の吹き上げ、巻き込み等の乱流の発生	
	山間部での気象変動	・雨による損傷の可能性 (モーター停止)	撮影の妨げ、良質の写真が撮れない
	堰堤からの落水による水しぶき	・レンズに水滴がつく	
写真に写らない場所	樹木や植生による被覆部や水中の洗堀部		

付近となる。離着陸地点まで機体を運ぶ必要があるが、両手が空くようにリュックサックで背負える機体を選ばれ、弊社では Phantom シリーズを主に使用している。Phantom シリーズの特徴である大きめの足は、それを持ってのハンドリリース・ハンドキャッチが容易で離着陸地点を選ばないのも大きな特長である。



GPS の受信が不安定な狭隘な谷部の場合は、目視内手動飛行が基本となるが、上空視界が広く GPS が安定して受信できる施設においては UAV の自律飛行が有効になると思われる。そこで、砂防施設点検における自律飛行について検討してみる。

4. UAV の自律飛行を用いた砂防施設点検方法について

自律飛行とは、事前にルートおよび動作を設定することにより、操縦者による操縦を行うことなく、UAV が自律的に飛行を行うものである。自律飛行は、設定した定点ポイント（位置、高度の座標を指定）に沿って飛行するため、一度設定すると何度でも再現できるために経路が決められた点検には非常に有効である。

そこで、自律飛行のメリット・デメリットおよびその対応方法を表-2 に示す。

表-2 自律飛行を用いた砂防施設点検のメリット・デメリットおよびその対応方法

メリ ット	事前に安全性を確認し設定した座標に沿って飛行	安全性の向上
	操縦者の技量を問わず飛行可能で何度でも再現可能	安全性・利便性の向上
	撮影位置・撮影向きも事前に指定するために画角が同じ撮影が可能。経年変化が比較しやすい。	状況把握の効率化
	目視外飛行の場合は現地に操縦者が行かなくても点検可能	安全性・利便性の向上
デメ リ ット	砂防施設は山間部にあることから尾根を越えた場所の撮影が求められる場合もあるが、送信機（プロポ）と機体の通信が途絶えると機体は事前に設定したフェールセーフ機能（リターントゥーホーム or ホバリング or 着陸）が発動する（DJI 製 UAV）	通信が途絶えないように、見晴らしのいい場所から離陸、高度を上げての飛行
	GPS が受信できない狭隘な谷部では自己位置がわからないために飛行できない	GPS を受信しやすいように高度を上げての飛行
	設定する定点ポイントの高度は離陸地点からの高度であり、離陸地点の標高を変えると飛行ルートの高度も変わる	同じポイントから離陸する。

自律飛行を導入するにあたっては、施設ごとに地形条件や点検条件を区別して考える必要がある。

- ・GPS の受信が不安定な狭隘な谷部の場合 → 谷部に入り込むような定期巡視では自律飛行は困難
- ・送信機と機体の通信が途絶える心配がない場合 → 定期巡視、臨時巡視で自律飛行の導入を検討
- ・送信機と機体の通信が途絶える懸念がある場合 → 対応策を施すことで自律飛行の導入を検討
（対応策、①見晴らしのいい場所から離陸 ②飛行高度を上げる ③倍率の高いレンズで撮影）

主な自律飛行ソフトとして GSPro (Ground Station Pro) と Litchi がある。自律飛行により砂防施設点検をするにあたっての GSPro と Litchi のメリット・デメリットを表-3 に示す。

表-3 自律飛行ソフトごとの砂防施設点検ルート作成のメリット・デメリット

	GSPro	Litchi
メリット	DJI の純正アプリのため、搭載したカメラに合わせ、3D 点群、オルソ画像の作成を目的とした飛行ルートの自動作成ができる。	離陸地点より低い位置を飛ぶことができる。タブレットではなくパソコンで設定できる。地形に沿った飛行計画が作成できる
デメリット	離陸地点より低い位置を飛ぶことが出来ない。堤体袖部から離陸して堤体正面を撮影する場合、離陸地点より下を飛ぶ必要があるが、できない。	3D 点群、オルソ画像の作成を目的とした飛行ルートの自動作成が出来ない。定点ポイントが 99 点 (99 動作) までしか登録できない

5. これからの砂防施設点検方法について

弊社では、施設点検を安全に行うことを目的として新たに MATRICE300RTK、ZENMUSE H20 を導入したのでここで特徴を紹介する。



- ・最大 45 分の飛行 (ZENMUSE H20 装着時)
- ・全方向にビジョンシステムと赤外線検知システムを装備
- ・最大伝送距離 8000m (日本仕様)
- ・RTK により c m レベルの位置把握
- ・風圧抵抗 15m/sec、保護等級 IP45 であり、雨でも飛行可能
- ・新しい飛行ソフト DJI Pilot により手動飛行中にミッション動作 (機体位置、ジンバル向き、ズームレベル等) を記録。離陸地点より低い位置も飛行可能で、定点ポイントを 6 万点以上登録可能
- ・20 倍の光学ズーム撮影が可能



新しい UAV により送信機と機体の通信が途絶えにくい高い飛行高度から鮮明な写真が撮影でき、安全性の高い自律飛行が可能となる。最上川水系角川・銅山川流域の砂防施設は一般道路から遠く入り込んだ地点にあるものも多く、施設ごとに自律飛行の可能性を精査して導入に向け進めていきたい。

〔 発表会開催経過 〕

◆ 施工技術発表会

- 第 1回 1997年(平成 9年) 9月24日(水)
- 第 2回 1998年(平成10年) 3月 5日(木)
- 第 3回 1999年(平成11年) 3月 3日(水)
- 第 4回 2000年(平成12年) 2月21日(月)

◆ 現場技術者による「安全施工技術」研究発表会

- 第 5回 2001年(平成13年) 4月17日(火)
- 第 6回 2002年(平成14年) 4月24日(水)
- 第 7回 2003年(平成15年) 4月24日(木)
- 第 8回 2004年(平成16年) 4月21日(水)
- 第 9回 2005年(平成17年) 2月17日(木)
- 第10回 2006年(平成18年) 2月22日(水)
- 第11回 2007年(平成19年) 2月22日(木)
- 第12回 2008年(平成20年) 2月27日(水)
- 第13回 2009年(平成21年) 2月25日(水)
- 第14回 2010年(平成22年) 2月24日(水)
- 第15回 2011年(平成23年) 2月25日(金)
- 第16回 2012年(平成24年) 2月22日(水)
- 第17回 2013年(平成25年) 2月25日(月)
- 第18回 2014年(平成26年) 3月 5日(水)
- 第19回 2015年(平成27年) 2月25日(水)
- 第20回 2016年(平成28年) 2月25日(木)
- 第21回 2017年(平成29年) 2月23日(木)
- 第22回 2018年(平成30年) 2月22日(木)
- 第23回 2019年(平成31年) 2月27日(水)
- 第24回 2020年(令和 2年) 2月26日(水)
- 第25回 2021年(令和 3年) 6月30日(水)
- 第26回 2022年(令和 4年) 2月16日(水)

令和4年2月

第26回 現場技術者による「安全施工技術」研究発表会論文集

編集・発行

新庄河川事務所 事故防止対策委員会

新庄河川事務所 安全対策協議会