

(3) 遠隔・自動施工に関する施工会社への 調査結果について

現地調査

現地調査の概要

【実施日】

令和8年6月18日(金)

【調査概要】

長野県北部の株式会社今井工務店との意見交換および砂防工事現場等の現地視察を実施
株式会社今井工務店は砂防関係工事で多くの遠隔施工の実績があり、経験を踏まえた遠隔施工への意見や評価等について意見交換

(1) 遠隔施工の施工業者との意見交換

(2) 砂防工事等の現地視察

蒲原沢災害現場

浦川第9砂防堰堤 【国】

金山沢第4砂防堰堤 【国】 ※遠隔施工

一本木沢砂防堰堤 【県】

(3) 参加者

中西美和慶應義塾大学教授

国土交通省砂防部保全課、大臣官房参事官（イノベーション）グループ施工企画室

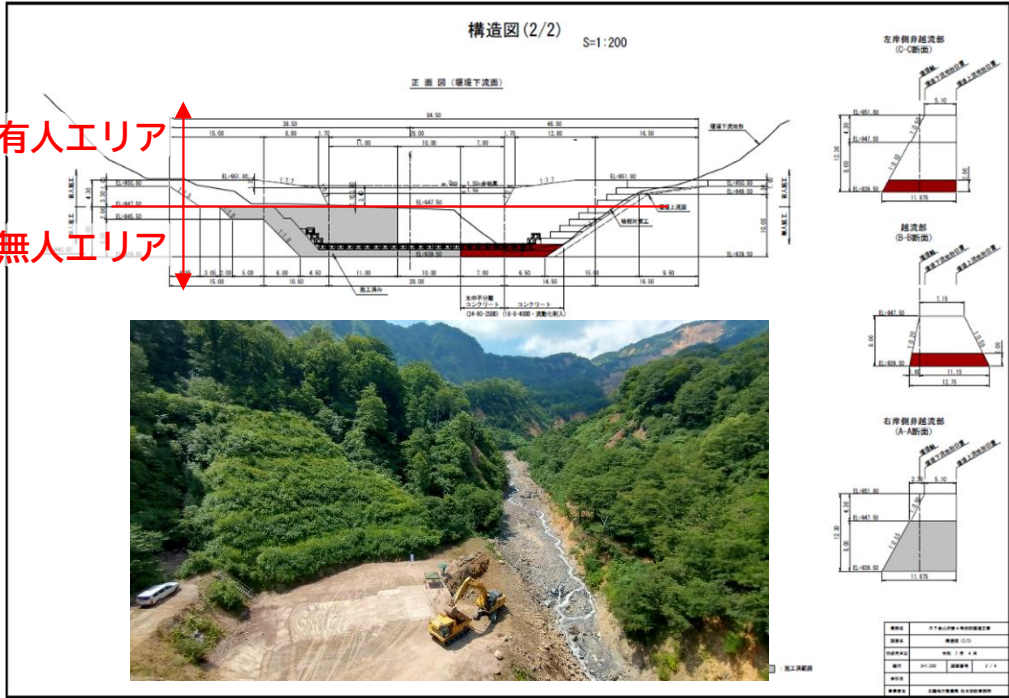
国土技術政策総合研究所 社会資本施工高度化研究室、国立研究開発法人土木研究所 先端技術チーム



- 土石流が頻発する金山沢において、土石流に対する安全対策として無人化施工を実施
- 土石流が到達するおそれのない安全な箇所から目視により重機を遠隔操縦



工事名	: R 7 金山沢第 4 号砂防堰堤工事		
発注者	: 北陸地方整備局松本砂防事務所		
受注者	: 株式会社今井工務店		
主な工事内容	河道掘削	V=2,800m ³	
	消波根固めブロック製作	N=550個	
施工機械	無人化施工BH1.4m ³ 級	2台	
	無人化施工BH0.8m ³ 級	1台	
	無人化施工不整地運搬車11t級	1台	



有人エリアと無人エリアの分け



現地調査の様子



株式会社今井工務店が無人化施工の取組みの契機となった蒲原沢

蒲原沢災害の概要

発生年月日 平成8年（1996）12月6日 発生誘因 融雪

災害復旧工事中の作業従事者14人の尊い命が犠牲となった。

本災害を契機に「労働安全衛生規則」、「土木工事安全施工技術指針」等が改正された。



←稗田山源頭部の
砂防堰堤の施工現場
機材は無人化施工機械

直轄砂防事業による砂防堰堤の施工現場
（稗田山・浦川、小谷村）

R8.6.15の土石流により、コンクリート打設のため施工途中であった床掘部が埋塞。（R7も複数回土石流が発生）



全国で多数の無人化施工の実績を有する
株式会社今井工務店（小谷村）との意見交換



長野県による砂防堰堤の施工現場
（一本木沢、白馬村）視察協力：長野県姫川砂防事務所

都道府県が施工する一般的な砂防堰堤
高度な技術を要する事業や、大量の土砂流出などにより規模
が大きな事業などは国が実施

【施工者から概要説明】

- ・「蒲原沢土石流災害（平成8年12月）」をきっかけに、無人化施工が翌年導入された。その際、元請ゼネコンからオペレーターの提供依頼があったことが無人化施工のきっかけ。
- ・これまで無人化施工の実績がなかったことから、社内のオペレーターと打合せを行った。若手のオペレーターからやってみたいとの発言もあり、最終的にはトップが決断。
- ・現在では1.4m³BH4台、0.8m³BH2台、11t不整地運搬車3台、計9台の無人化施工機械を所有。
- ・全国各地で遠隔施工の工事を実施しており、有珠山、雲仙、福島第一原発でも実施した。
- ・当初は掘削、積み込みの単純作業だけであったが、堰堤工の一連の作業を、目視の遠隔施工で実施したことがある（掘削、型枠設置 コンクリート打設）。社内で8人くらいは遠隔施工ができる。
- ・アタッチメントを自社で独自に開発 改良、製作もしている。
- ・中津川での工事では、落石シミュレーションを実施し、有人エリアと無人エリアの設定も行った。その工事では、ドローン映像で視覚をなくす工夫もした。

【意見交換】

- ・遠隔施工が実施できたのは、先代社長とオペレーターとのつながりが大きかったため、オペレーターに受け入れられた。長い年月をかけて無人化施工に取り組んできた。
- ・遠隔施工の基本は土木工事で、有人と作業内容は同じ。まずは、有人で機械を操作できるようにしており、基本は変わらない。
- ・遠隔でのコンクリートブロックの微調整では、成果品としては同じでも、時間はかかった。
- ・中津川でのドローン映像で視覚をなくす工夫は、現場からの提案。
- ・林業機械は、伐採、枝払い、玉切りが一つの機械で実施できてすごいと感じた。一つのアタッチメントで複数の作業ができると良いと感じる。
- ・大きなものを作ることにやりがいを感じる（その他、検査や災害時の対応等についても意見交換）6

砂防事業における遠隔・自動施工の現状把握（ヒアリング・アンケート調査）

参考資料

（１）全体にかかる質問

工事名	R 7 金山沢第 4 号砂防堰堤工事
会社名	株式会社今井工務店
遠隔施工を実施した工種・数量 ・工種ごとに記載 (記載例) 工種①：堰堤基礎の掘削 3 万 m ³ 工種②：土砂運搬 3 万 m ³	堰堤基礎の掘削（床掘 2,900m ³ 、CD 運搬 2,250m ³ ） 大型土のう仮締切（大型土のう据付 71 袋、CD 運搬 40m ³ ）
遠隔施工を適用しない場合と比べた効果・影響 ・工種ごとに記載 ・できるだけ定量的に記載 (記載例) 工種① 直接工事費 人工：約 1 割増、建機操作に時間が増加 機械等：約 2 割増、対応重機レンタル料が増加 費用：約 1 割増 上記以外：大容量高速通信環境整備 約 2 百万/工事 工種②・・・	重機の操作効率については、工種にもよるが掘削工等であれば有人施工とほぼ変わらないと聞いている。 本現場では土石流の多発する溪流において、安全対策として実施しており、土石流発生に伴う手戻りや土石流発生後の土砂は水分量が多く曝気等が必要であったことから、掘削数量による単純比較で作業効率を定量的に評価することは困難。
自動施工を実施した工種・数量 ・工種ごとに記載 (記載例) 工種①：堰堤基礎の掘削 3 万 m ³ 工種②：土砂運搬 3 万 m ³	該当なし
自動施工を適用しない場合と比べた効果・影響 ・工種ごとに記載 ・できるだけ定量的に記載 (記載例) 工種① 直接工事費 人工：約 1 割増、建機操作に時間が増加 機械等：約 2 割増、対応重機レンタル料が増加 費用：約 1 割増 上記以外：大容量高速通信環境整備 約 2 百万/工事 工種②・・・	該当なし
契約(変更)対象となったか ・契約の対象とならなかったものがあればその費用の内訳(項目と概算金額)、理由も教えてください	☒ 全額(変更)契約の対象となった ☐ 一部(変更)契約の対象となった ☐ すべて(変更)契約の対象とならなかった 契約対象外は費用の内訳(項目と概算金額) 契約対象外の理由

(2) 経営に携わる方への質問

役職	代表取締役社長
砂防工事全般に関する事項	
2-1 砂防工事を実施するにあたっての現在の切実に課題と感じていることをお聞かせください。 施工現場が遠く、作業者を確保できない等、思うことを自由に	資材価格や燃料費、労務費が上がる一方で、公共事業予算は大きく増えていないため、同じ予算でも発注できる工事量が減っている。現在の社員の確保と重機をはじめとした重機器の維持が難しくなっている。
2-2 経営者が現場作業に従事しているか否かを教えてください。	若いころは、型枠を組んだり、技術者として施工に関わっていたが、現在は現場作業に従事していない。
遠隔・自動施工に関する事項	
2-3 遠隔・自動施工を会社に取り入れたことで、会社にどのような変化がありましたか？ 若手社員の獲得、自由な働き方、職員の満足度向上、離職者が減った等	重機を保有し実際に施工していることをホームページ等で紹介していることから、運転してみたいと入社した社員もいる。採用のリモート面接でも興味を持った人がいた。
2-4 遠隔・自動施工を行うか否かの意思決定に際し、何を気にするか 何を一番気にすることを理由も含めて教えてください。 その他、気にする事項があれば、教えてください。 工期、追加費用、省人化など、その理由も含めてお聞かせください。	作業員の安全を第一に考えている。 その工事の施工が当社でできるか。 どのようなアタッチメントが必要か考え、手持ちがない場合は、新たに開発・製作する必要アリ。
2-5 遠隔・自動施工を導入（投資）した経緯を背景・理由も含めお聞かせください。 現場代理人の強い思い、経営者のトップダウン、現場が経営者を説得 等 背景・理由含め自由に。	「蒲原沢土石流災害」をきっかけに、無人化施工が翌年導入された。その際、元請ゼネコンさんからオペレーターの提供依頼があり、始めることとなった。
2-6 砂防工事で遠隔・自動施工を実施する際の課題について、教えてください 何が一番課題と感じているか教えてください。 その他、施工上の課題と感じる事項は何かを教えてください。 通信、導入費用、人（技術、確保）、建設機械（確保、技術）など、その理由も含めてお聞かせください。	オペレーターの作業環境改善のため、現在は目視での施工が多いが、映像での対応の必要性 様々な施工条件にも対応できる無人化施工用アタッチメントの開発・改良に伴う費用 オペレーターの操作技術の向上
2-7 砂防工事での遠隔・自動施工のメリットをどう考えるか。何をメリットと感じて実施したかを教えてください。	作業員の安全を考えた施工が出来る。多機能のアタッチメントの使用により省力化が図れた。
2-8 様々な工種（掘削、運搬、ブロック運搬等）がある中、なぜその工種を遠隔・自動施工することにしたかを教えてください。	型枠、コンクリート打設について施工が可能となった。
2-9 今後、どのような工種で遠隔・自動施工に取り組みたいですか。現在の課題や理由も含めて教えてください。	現在、遠隔施工と ICT の合体に取り組んでいる。目視での施工が多いため、快適な室内環境で操作できるよう、映像システムの構築をしての施工に期待したい。
2-10 遠隔・自動施工の技術が今よりも格段に進んだ将来においても、人でなければ実施できないと思うことを教えてください。一連の工事で、これだけは人がやる必要があると思うことをおしえてください。	無人化施工においては準備工及び施工中のサポート業務が必要とされる（サポート業務：アタッチメントの運搬、取付、交換、洗浄、片づけ等々）

(3) 工事の現場代理人の方への質問

役職	現場代理人
遠隔・自動施工に関する事項	
3-1 砂防工事での遠隔・自動のメリットをどう考えるか。何をメリットと感じて実施したかを教えてください。	砂防工事等の危険な場所での作業では人命尊重の意味から有効であると考えます。
3-2 様々な工種（掘削、運搬、ブロック運搬等）がある中、なぜその工種を無人化施工することにしたかを教えてください。	遠隔操作で行うように工事が発注され、自社開発の機械を所有し工事に対応できると判断し行うこととした
3-3 今後、どのような工種で無人化施工に取り組みたいですか。現在の課題や理由も含めて教えてください。	あたえられた課題に対して取り組み対応しており特に考えておりません
3-4 遠隔・自動施工の技術が今よりも格段に進んだ将来においても、人でなければ実施できないと思うことを教えてください。一連の工事で、これだけは人がやる必要があると思うことをおしえてください。	遠隔操作を行うための準備や施工中のサポート業務は人が係わらなくてはできないと思います
3-5 遠隔・自動施工は、これまでの慣れ親しんだ有人施工に比べ、異なる作業であるが、現場で仕事の形を変えることをどのように受け入れたか、また、仕事の形を変えることの抵抗、それをどのように乗り越えたかも含めて教えてください。	砂防工事で遠隔操作機械での施工の経験が少ない私にとっては、わからないことだらけで、その都度、施工について社内の経験者に確認をしなければならぬ点があり苦労の連続です。
3-6 無人化施工は有人と比較し、同質の作業ができていると思いますか。どうすれば、同質の作業ができるようになると思いますか。作業の課題を含め教えてください。	遠隔操作機械での施工は、工種によって違うと思いますが、有人と比較し同等のものもあれば、ないものもある感覚です。有人より劣ると感じる場合がありますが、それは違いがあつて同然だと思ひますし、同質を求めなくても良いのではと考えます。
3-7 遠隔・自動施工に慣れるまで、どの程度の日数がかかりましたか	管理的には状況によって異なるため、施工日数が読み切れないなどまだまだ慣れていません。

(4) 作業者の方への質問

役職	職長
遠隔・自動施工に関する事項	
4-1 どのような暗黙知・経験が有人に比べ無人だと劣ると感じるかを教えてください。	遠隔施工で出来る仕事は限られるのではないかと。目視で確認できない場合（死角がある場合）はカメラ映像が必要となってしまう。 微妙な調整には時間がかかる。
4-2 遠隔・自動施工の技術が今よりも格段に進んだ将来においても、人でなければ実施できないと思うことを教えてください。 一連の工事で、これだけは人がやる必要があると思うことを教えてください。 また、その理由として具体的な期待や不安など率直な意見を教えてください。	遠隔操作を行うための準備や施工中のサポート業務は人が係わらなくてはできないと思う
4-3 遠隔・自動施工は、これまでの慣れ親しんだ有人施工に比べ、異なる作業であるが、現場で仕事の形を変えることをどのように受け入れたか、また、仕事の形を変えることの抵抗、それをどのように乗り越えたかも含めて教えてください。	遠隔で操作を行うことは、導入当初は違和感でしかなかった。 カメラやモニター越しでの遠隔操作は、立体的ではないため難しい面もある。凹凸が解らない。
4-4 無人化施工は有人と比較し、同質の作業ができていると思いますか。どうすれば、同質の作業ができるようになると思いますか。作業の課題を含め教えてください。	有人と比較し同じ作業が出来ているかどうかは、作業内容により違うと思う。単純な作業であれば遜色無いし、細かい作業なら同等とはいかないこともある。 目視での作業であっても、機械と操作者の距離や位置関係によっても違う。 遠隔操作による仕事が通年あるわけではないので、覚えた感覚も期間が開くことで忘れてしまう。 同質を求めなくても良いのではないかと
4-5 遠隔・自動施工に慣れるまで、どの程度の日数がかかりましたか	慣れるまでの程度については人それぞれ違うと思う。簡単にできるようになる人もいれば、なかなか上達しない人もいる。向き、不向きがある。

浦川の概要と無人化施工



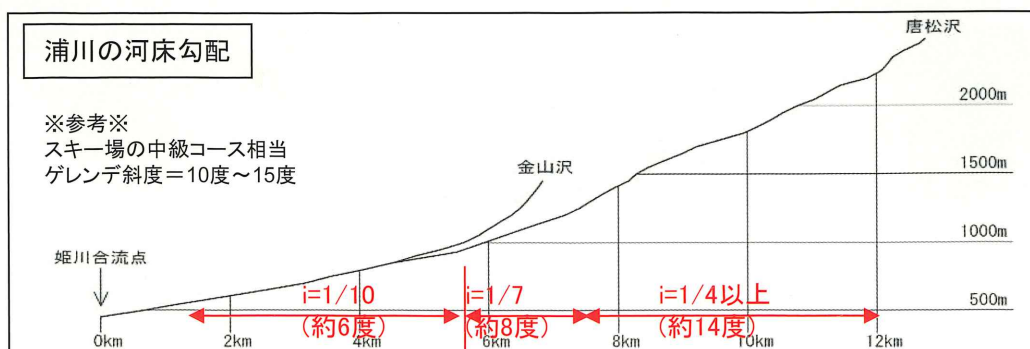
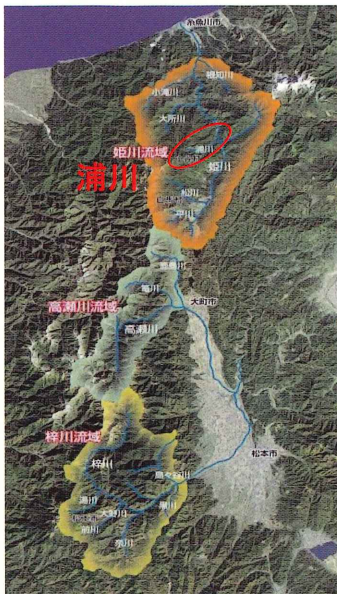
北陸地方整備局松本砂防事務所

平成26年2月 印刷

□浦川の概要

1. 浦川の位置 姫川流域左支川,長野県北安曇郡小谷村地内
2. 流域面積 22.0km² ※姫川流域面積 722km² (691km²:山本基準点上流)
3. 地質

中生層(木崎層・来馬層[頁岩・砂岩・礫岩]) 第四紀火山岩類(安山岩) 白亜紀火山岩類(石英斑岩) 第四紀層(崖錐堆積物) フォッサマグナ(地溝帯)	}	断層多数のため脆弱
--	---	-----------
4. 地形 V字地形で急峻(平均河床勾配 1/6)
5. 流路 唐松沢と金山沢が合流し浦川となり、流路延長は12.0km
6. 気象 姫川流域は年間降水量1,400mm~2,800mmに達し、降雪期には積雪深が1~2.5mになる多雪地帯であり、とくに融雪に伴う土砂生産・流出が多い。



7. 主な災害

明治44年(1911)8.8 稗田山大崩壊 崩壊土砂量1億m³、本川姫川をせき止め、天然ダムを形成。死者23人。

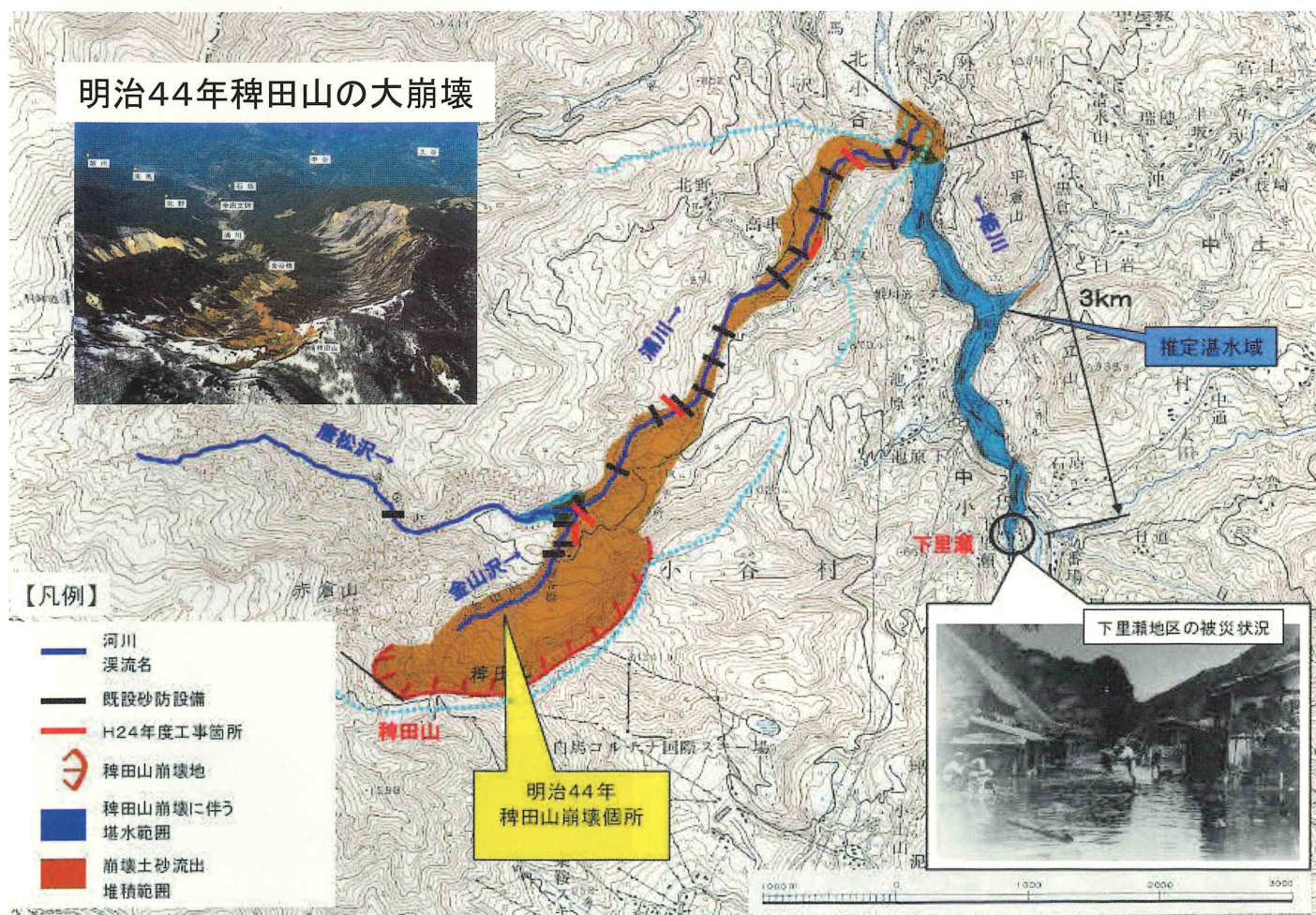
明治45年(1912)7.22 稗田山崩壊 再び崩壊し、泥流となる。天然ダムが決壊し、来馬河原地区・姫川下流部の被害が甚大。

昭和11年(1936)5.23 風吹岳崩壊 本川姫川をせき止め、天然ダムを形成

昭和39年(1964)8.29 風吹岳崩壊 数十回に及ぶ土石流により、本川姫川をせき止める。

平成 4年(1992)4. 8 金山沢崩壊 大規模な融雪型地滑りが発生。土石流は浦川橋まで到達。

平成 7年(1995)7.11 姫川大水害 多量の土砂流出し、大系線が長期にわたり不通。



8. 砂防事業 昭和39年(1964)の風吹岳崩壊による土石流災害を契機に、昭和40年(1965)から直轄砂防事業が進め、現在まで16基の直轄砂防堰堤を整備。

□無人化施工

1. 何故無人化施工か

(1) 目標達成が社会的要請

・目標 → 治水安全度の向上

具体的には、「土砂災害軽減」による「地域の安全・安心を確保」

(2) 目標達成の手段としての社会的要請

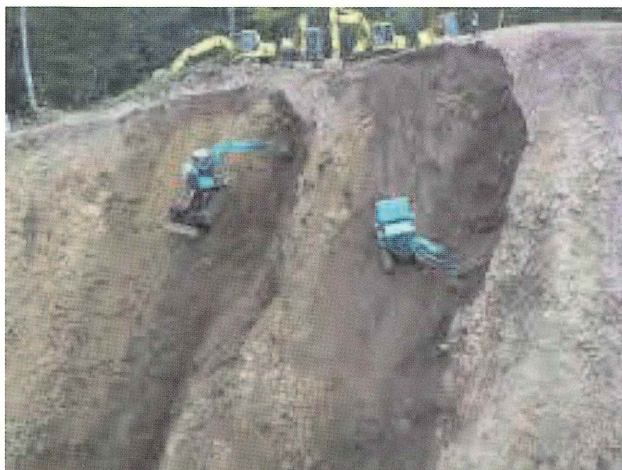
・手段 → 安全施工

具体的には、土石流等の土砂流出現場に対する「監視」ならびに「避難」体制に加え、人災を撲滅するために施工機械をリモコンで遠隔操作する「無人化施工」を実施

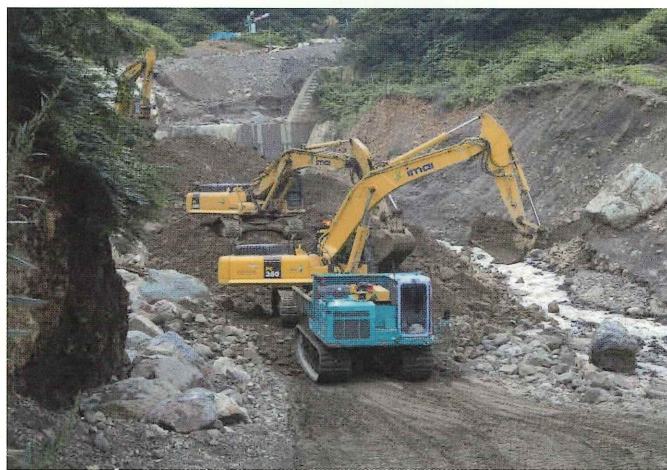
2. 浦川流域での無人化施工の推進

浦川流域では、土石流の発生が多い金山沢法面工・金山沢溪岸工にて無人の重機及び器具を無線操作による遠隔操縦により安全作業を推進実施しています。

3. 無人化施工内容



法面掘削
ロッククライミングBH



河道掘削
無人BHと無人クローラーDT



ブロック護岸施工
クレーン(有人)+無人BH+(つるべ)



ブロック護岸 コンクリート打設
クレーン(有人)+無人BH

金山沢からの土石流



金山沢溪岸工工事

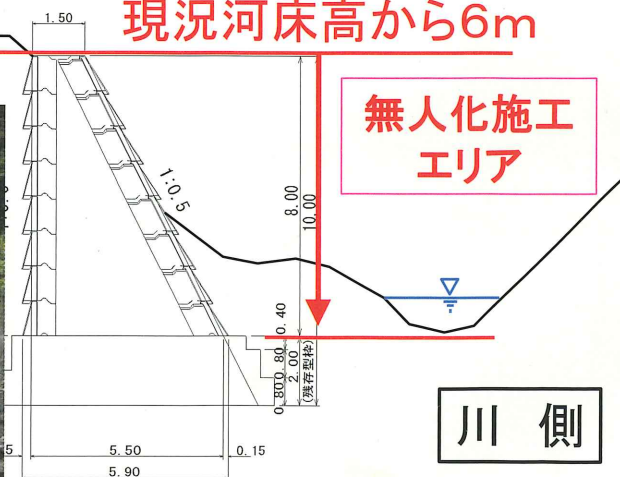
土石流等により、河床に土砂が堆積した場合は、河道掘削を行い、常に6m以上の高さを確保。

有人エリア

100tクレーンや
無人重機オペ

土石流を考慮し、
現況河床高から6m

無人化施工
エリア



金山沢上流の監視台
から土石流を監視中



金山沢河床から
金谷橋を望む

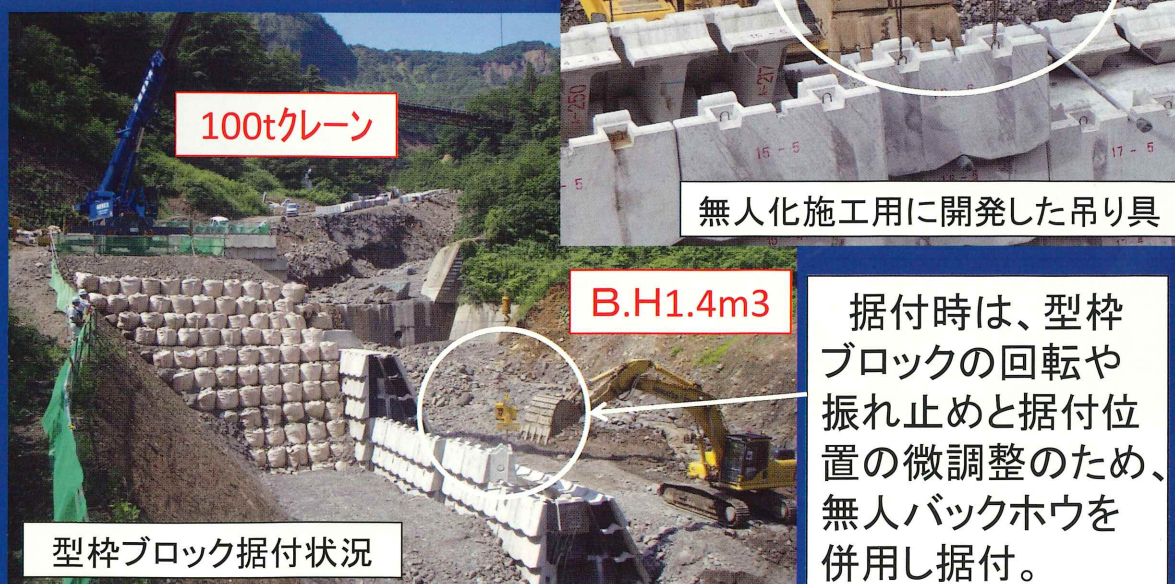


無人化施工の取り組み【土工】



無人化施工の取り組み【型枠ブロック据付】

吊り具は、リモコン装置付きで遠隔操作が可能となっており、ブロックを吊っているチェーンが外れる仕組み。



無人化施工の取り組み【コンクリート打設】

コンクリート打設状況

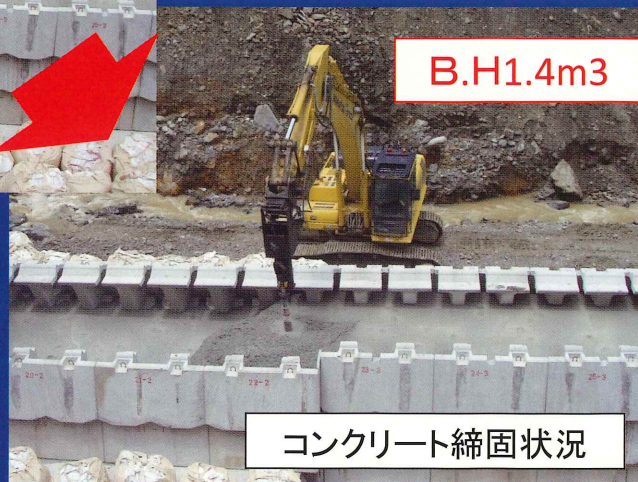


型枠ブロック据付と同様に100tクレーンにより遠隔操作用のコンクリートバケットにて打設。

打設後、無人バックホウ（バイバック）にて締固。



遠隔操作コンクリートバケット



B.H1.4m3

コンクリート締固状況

無人化施工の取り組み【打ち継ぎ面処理】

打継面処理剤状況



打継面処理剤を使用し、無人化施工用に開発した散布機にて散布。
散布機は、散水養生としても使用。



無人化施工用に開発した散布機

(3) 遠隔・自動施工に関する施工会社への 調査結果について

ヒアリング・アンケート調査

ヒアリング・アンケート調査

【対象者】

直轄事業の砂防関係事業における令和7年度に遠隔・自動施工の実績のある施工業者を対象
(22者中20者から回答)

【調査目的・内容】

経営者、現場監督、作業者それぞれの遠隔・自動施工に対する意見や評価(効果、課題)などを把握するため、ヒアリングまたはアンケートを実施。

【調査期間】

令和8年6月18日(木)～30日(火)

※ヒアリングは6月29日(月)～7月1日(火) 6者に実施

【調査概要】

○経営者

遠隔・自動施工を会社に取り入れたことによる会社への変化や、実施する際の課題やメリット、意思決定、工種選定、人でなければ実施できないと思うこと等に関する事項

○現場監督

遠隔・自動のメリット、工種選定、現場で仕事の形を変えることや、同質の作業ができているか、人でなければ実施できないと思うこと、慣れるまでの期間、今後取り組みたい無人化施工等に関する事項

○作業者

どのような暗黙知・経験が有人に比べ無人だと劣るか、同質の作業ができているか、人でなければ実施できないと思うこと、慣れるまでの期間等に関する事項

ヒアリング・アンケート調査結果（経営側の回答(1)）

Q 砂防工事を実施するにあたり切実な課題は何か？

- ・特に僻地の山間地域にある施工現場への赴任は敬遠する社員や作業員もあり、従事する者の確保は難しい。
- ・下請け企業の減少や作業員の高齢化等で、山間地域では担い手の確保が難しくなっている地域がある。
- ・山間部・急傾斜地など危険性が高く、現場が遠く通信環境も不安定なことがあり、従来どおり人が危険区域に入る施工に限界を感じている。
- ・重機や資材の搬入や人員の移動に時間とコストがかかる。
- ・利益率が一般部に比べて低い。現場によっては、狭隘な施工ヤードや交通規制、資機材搬入の制約どあがある。

Q 遠隔・自動施工を取り入れたことでの会社の変化はあったか？

- ・新しいことに積極的に挑戦する雰囲気になった。
- ・地元の学校から現場見学の申し込みがあったり、新聞で取り上げられるなど注目されるようになった。
- ・遠隔・自動施工に興味を持って入社する社員もみられる。採用面で訴求力が高まる。
- ・3K（きつい、汚い、危険）イメージの脱却と、最新技術に関わるこのによるモチベーションの向上。

Q 遠隔・自動施工の実施の意思決定にあたり重要とするものは何か？

- ・効率や採算性、現場への適用可能性、施工できるか、工期への影響、機械・通信設備等の準備が工程にあうか。
- ・作業員の安全。
- ・新たな知見等、将来への投資として得られものがあるか、現場責任者が挑戦する価値があると判断できるか。

Q 遠隔・自動施工を導入した経緯は何か？

- ・発注者からの提案や現場実証等の打診。経営者、現場代理人ともに関心が強かった。
- ・現場代理人等からの積極的な提案。職員が「危険な場所に人を入れず、施工したい」「若手が魅力を感じる新しい建設業にしたい」と思いを持ったこと。
- ・経営者の将来投資としてのトップダウン。

ヒアリング・アンケート調査結果（経営側の回答(2)）

Q 遠隔・自動施工で課題と感じているものは何か？

- ・遠隔・自動施工にかかる建設機械や通信設備のリース等費用。導入コストが高い。
- ・建設機械や機器の調達が難しい（地域や機種による）。通信、ネットワークも含む技術者やオペレーターの育成。
- ・従来の有人施工と比べた場合の低い施工効率。通信、映像、視認性、機械配置が施工効率に影響
- ・遠隔操作室等の映像による把握は遠近感がわかりにくく、繊細な作業が難しい
- ・遠隔操作室等の映像による把握は不陸のあるところや急勾配ではバランスをとることが難しい
- ・転倒を前提とした機械が開発されると変わるのではないか、機械への負荷が大きい、巨石があると重機が損傷

Q 遠隔・自動施工でメリットと感じるものは何か？

- ・作業員の安全確保、危険へのリスク低減
- ・災害対応や将来投資としての知見・技能、経験値等の獲得・蓄積。会社の魅力向上、若手採用への訴求力。

Q なぜ、その工種で遠隔・自動施工を行ったのか？

- ・現場で使える工種であった。これまで実績のある工種である。掘削はICT建機や遠隔操作との相性が比較的高い。
- ・災害対応として活用できる工種である

Q 今後取り組んでみたいと考える遠隔・自動施工の工種は何か？

- ・資材運搬、ブロック据付、災害時の応急対応、コンクリート工の型枠や打設、構造物の取り壊し。
- ・目視ではなく快適な室内環境での操作（目視による遠隔操作）
- ・効率も低く、積極的に遠隔・自動施工に取り組むこと現時点では難しいと考えている。（初めての会社）

Q 将来も人でなければできないと考えているものは何か？

- ・狭い場所の仕上げなどの変化する現場における経験等からの即座の順応的な判断や作業、現場全体のマネジメント。
- ・地域への対応など、ひととのつながりやコミュニケーションが重要となる場面や判断。事故の際の責任。

ヒアリング・アンケート調査結果（現場監督者の回答(1)）

Q 遠隔・自動施工のメリットと感じるものは何か？

- ・作業者が安全に作業ができる。
- ・作業者が空調等の環境が整った場所で作業ができる。熱中症防止。（操作室から）
- ・作業と休憩が切り替えやすく、作業員の疲労軽減。振動や騒音がない環境で作業できる。（操作室から）
- ・将来的に生きると考える知見・経験の蓄積、技能の習得。

Q なぜ、その工種で遠隔・自動施工を行ったのか？

- ・現場で遠隔・自動施工が使える工種であった、これまで実績のある工種である。
- ・作業員の安全確保。まずは使用頻度が高く、危険な箇所で作業する可能性の高い掘削から取り組んだ。
- ・災害対応として活用できる工種である。

Q 今後取り組んでみたいと考える遠隔・自動施工の工種は何か？

- ・ブロック据付や資材搬入、砂防堰堤工（コンクリート工の型枠や打設、締固め）、構造物の取り壊し。
- ・掘削・運搬を継続したい（積込みの課題を改善していきたい）。
- ・整地作業（運搬機械の走路を確保）。
- ・各工種を組み合わせた複合的な施工を目指したい。

Q 将来も人でなければできないと考えているものは何か？

- ・現場全体を見て危険を予測しての安全の判断、安全教育、出来栄え等の出来形管理の判断。
- ・遠隔操作のための準備や施工中のサポート、建設施工機械の不具合、故障への対応、重機の給油。
- ・狭い場所の仕上げなどの変化する現場における経験等からの即座の順応的な判断や作業
- ・地域への対応など、ひととのつながりやコミュニケーションが重要となる場面や判断

ヒアリング・アンケート調査結果（現場監督者の回答(2)）

Q 遠隔・自動施工で変わることにの捉え方（抵抗と対応）

- ・大きな抵抗はなかった。危険な場所や現地実証とのことで、作業員からの理解も得られた。
- ・マシンガイダンスからはじめ、事前訓練、試験施工、操作手順の共有、トラブル時の対応確認を行い、現場が納得しながら進めることを重視した。
- ・当初は戸惑いがあったが、慣れてくれば十分に使えるという手応えを感じることで、抵抗感を克服した。
- ・快適な操作室でオペ同士がコミュニケーションを取りながら作業できた。（操作室から）
- ・施工量が少ないため、特に抵抗なく行った。

Q 有人の場合と比べて同質の作業ができているか？どうすればできるようになると考えているか？

- ・同質の作業はできていない。ブロック据付など基面整正の精度を求められる工種は同質ではない。
- ・細かな仕上げ作業、周囲状況の確認、土質や地盤変化への即時判断、重機の微妙な操作感覚は、有人施工の方が優れている部分がある。バックホウでは、遠近感の欠如が課題。
- ・遠隔施工では慣れることで有人での作業の品質や施工効率に近づくと考える。
- ・ICT（MC）との併用やオートメーション化を行うことができれば、同質の作業に近づく。
- ・現地でアタッチメント交換が必要となる場面があり、チルトローターとの連携や、アタッチメント交換後の油圧接続を遠隔で行えるよう進めている。
- ・急傾斜地ではできている。安全面と工程面で優れ、岩盤及び転石が多い斜面では遠隔の方が勝る。（法面整形）

Q 遠隔・自動施工に慣れるまでの期間はどのくらいか？

- ・人によって順応に必要な期間や順応の程度は異なる。操作ができるようになるのは数日～1週間程度。安定して作業ができるようになるのは2週間程度～1ヶ月程度（専門業者へ依頼した（法面整形））
- ・画面越しの距離感、重機の動きの遅れ、カメラ映像での死角、非常停止や通常施工への切り替え手順に戸惑いも。掘削場所や運搬走路等が変わるとまた数時間必要。（俯瞰カメラの調整や操作感覚の再確認）（操作室から）

ヒアリング・アンケート調査結果（作業者の回答）

Q どのような暗黙知や経験が有人に比べて遠隔・自動施工では劣ると感じるか？

- ・操縦席で感じる機械の傾きやエンジン等の音など建設機械への負荷等を感じ、土質の変化を読みとっているが、映像だけでは難しい。手や体に伝わる感覚などが伝わらない。遠近感がわかりにくく、繊細な作業が難しい。（操作室から）
- ・操縦席での感覚と状況の判断、操作感覚が異なり、搭乗作業の方がこれまでの経験や感覚を生かせる。（操作室から）
- ・操作における微調整が難しい。

Q 将来も人でなければできないと考えているものは何か？

- ・故障の発見や給油、グリスアップなどのメンテナンス作業、各種機器の点検や作業箇所の地盤状況・周辺環境の確認。
- ・正常に動作しているかの監視、遠隔操作を行うための準備や施工中のサポート業務。
- ・狭い場所の仕上げ作業などの変化する現場に対して、経験等から即座に順応的な判断、作業が求められる作業。

Q 遠隔・自動施工で変わることへの捉え方（抵抗と対応）

- ・大きな抵抗はなかった。マシンガイダンスなどの機械を使用していることで抵抗なく作業できた。
- ・操作練習や機械の説明などバックアップ体制が整備されてあった。
- ・映像から判断する遠隔施工の場合は別の作業との認識。導入当初は違和感でしかなかった。（操作室から）
- ・実際に触れていく中で抵抗感は徐々に薄れた。

Q 有人の場合と比べて同質の作業ができているか？どうすればできるようになると考えているか？

- ・同質の作業はできていない。遠隔施工では慣れることで有人での作業の品質や施工効率に近づくと考える。
- ・安定した通信、複数カメラ等による死角の低減、精度の高いシミュレーターによる事前訓練が必要。（操作室から）
- ・単純な作業であれば遜色ないが、細かい作業は同等ではない。時間は要する。

Q 遠隔・自動施工に慣れるまでの期間はどのくらいか？

- ・人によって順応に必要な期間や順応の程度は異なる、操作ができるようになるのは数日～1週間程度、安定して作業ができるようになるのは2週間程度～1ヶ月程度（1～2ヶ月程度（法面整形））

ヒアリング・アンケート調査結果（概要）と今後の予定

6～7月 遠隔・自動施工を実施した地域の施工会社にヒアリング・アンケート

対象者：経営に携わる方、現場管理者、作業員

- ・実績のある掘削、土砂運搬の遠隔・自動施工に対する評価は高い
- ・災害対応を意識した工種の採用、知識・経験、技能の獲得に注目
- ・立場の違いでは、実施の判断やメリットなどで考慮する事項に違いあり
 - 経営に携わる方：会社のイメージや事故等の危機管理、人材確保に注目
 - 現場代理人：現場管理、出来形管理、作業員の負担に注目
 - 作業員：建設機械操作に注目
- ・新たな工種、高度な活用にも積極的に興味をもたれている
- ・遠隔操作による効率の低下に課題意識あり
- ・通信や映像環境は特に操作室からの遠隔施工では効率や作業の安全において重要な要素
- ・遠隔施工での建設機械操作には安定して作業ができるようになるためには、訓練が必要
- ・実施場所が変わると映像を通した現場の状況把握などに差があるため、時間を要する

遠隔・自動施工を実施したことがない地域の施工会社にヒアリング・アンケートを実施予定

実施方法等の詳細は今後検討

内容(案)：遠隔・自動施工の導入意向・導入予定、これまで導入していない理由・課題、導入に向けて必要な支援 等