

i-Construction ～建設現場の生産性向上～ に向けて

工 事 名 : R2管内砂防資材運搬道路工事

受 注 者 : 大高建設株式会社

現場代理人: 大木 佑太

○ 監理技術者: 杉原 剛二

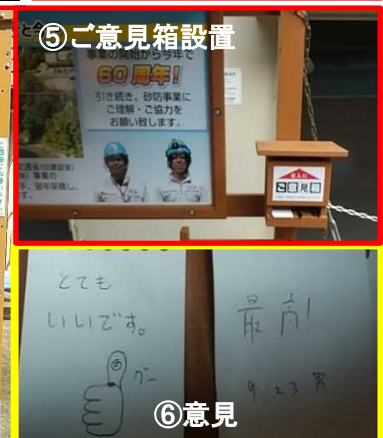
1. はじめに

本工事は、黒部川水系における祖母谷地区の砂防資材運搬道路の補修を行う工事である。本文は、今後の働き方改革及び技能労働者の高齢化や人材不足等の問題解消に向けた

【i-Construction～建設現場の生産性向上～】への取組とその効果について報告する。

2. 工事概要

1)	工期	令和3年3月23日～令和3年12月24日
2)	主要工事内容	
	砂防土工	掘削(砂防) 40m ³
	トンネル補修工	モルタル吹付(吹付厚5cm ラス張含む) 延長68m 1,041m ²
	覆工部補修工	低圧注入工 6.8m 高圧注入工 105.3m 断面修復工 0.008m ³ (ひび割れ診断調査含む)
	法面補修工	岩接着工(DKボンド工法) 清掃・水洗い 190m ² 岩接着(目地)8,103L 岩接着(注入)2,936L
	資機材輸送工	重建設機械分解組立 0.8m ³ 級バックホウ 0.25m ³ 級バックホウ (各1台) ヘリコプター輸送(音谷ヘリポート～祖母谷ヘリポート) 3回(0.8m ³ 級バックホウ 上部・下部フレーム・ブーム) 黒部峡谷鉄道輸送(搬入・搬出) 369.2t
	技術管理費	遠隔臨場試行費
	現場環境改善費	快適トイレ 2台
	ICT活用工事	ICT砂防・ほくりく 三次元起工測量 対象:トンネル補修工 地上型レーザースキャナを用いた起工測量
	その他	新型コロナウイルス感染症の感染防止対策 週休2日制に取り組む工事(4週8休)



3. キーワード【i-Construction ～建設現場の生産性向上～】

【i-Construction ～建設現場の生産性向上～】の求める先の目的である【経営環境の改善】 【休暇】 【賃金水準の向上】 【安全な現場】を将来達成するため本工事での課題を抽出し取組内容を決定した。

- ①建機の効率化 ⇒ 高所作業車の変更 ⇒ クローラ式屈伸ブーム型高所作業車の導入
- ②作業の効率化 ⇒ 作業員への負担軽減 ⇒ アシストスーツの導入
- ③測定の効率化 ⇒ ICT 技術活用 ⇒ 地上型レーザスキャナ・トータルステーション(ノンプリズム方式)の導入
- ④デジタル化による効率化 ⇒ 建設現場デジタル化推進 ⇒ 1)遠隔臨場
⇒ 2)AI 顔認証の活用
⇒ 3)工事書類のデジタル化
⇒ 4)デジタル化した工事説明の実施
- ⑤将来期待される技術を活用した効率化 ⇒ AI 技術の導入 ⇒ AI によるひび割れ診断
- ⑥環境への取組 ⇒ 脱炭素社会への取組 ⇒ タジマジヤイアンピックアップトラックバンタイプの導入

4. 具体的な取組項目と導入の効果・具体的な評価

- ①建機の効率化 ⇒ 高所作業車変更
⇒ クローラ式屈伸ブーム型高所作業車の導入

○課題と現場条件

1. 従来の高所作業車は、黒部峡谷鉄道輸送において分解組立が必要となる。また、分解した重機は別々の貨車で運搬する必要がある。(写真⑦⑧)
2. 資材運搬道路が狭く、従来は一般観光客との区画が不可能であった。(写真⑩-1)

◎導入の効果●具体的な評価(生産性チャレンジ工事として期待した効果)

効果(1) クローラ式屈伸ブーム型高所作業車では、分解組立を削減。さらに、貨車数をナチ車とオチ車の計 2 両からナチ車 1 両に削減した。(写真⑨)
相乗効果として、黒部峡谷鉄道輸送における車両の積卸や荷締め作業について従来と比較するとクローラ式は非常に容易であり作業員を 8 名から 4 名とすることが可能で作業人員削減 50%を達成した。

効果(2) 一般観光客との区画が可能となり安全性が向上した。(写真⑩-2)



また、従来トンネル施工中の車両通行時には、1 度作業を中止し通行させていたが、クローラ式は、車両通行時も施工可能となり作業効率が向上した。(写真⑪)

- ②作業の効率化 ⇒ 作業員への負担軽減 ⇒ アシストスーツの導入

アシストスーツを使用し作業員の負担を軽減する目的として約 5 年間使用の検討を行ってきた。性能不足やコスト高で使用を断念してきた経緯があり、本年は事前にデモ機による性能確認(写真⑫)を行い、トンネル吹付工のセメント運搬作業に導入した。

製品名: サポートジャケット Ep+ROBO(ユーピーアール株式会社)

特徴: 重量 3.4kg で動力式アシストスーツの中で最軽量クラス

性能: アシスト力最大 10kgf << 筋肉の活動比率 最大 42.8% 軽減 >>



○課題と現場条件

1. トンネル吹付時、25kgのセメント袋 日々720袋 重量18tを10日間運搬する必要があり、腰への負担が非常に大きい。
2. トンネル内は、屋内で降雨の影響がなく、気温が10℃程度と一定で少し寒いと感じる気象条件であり使用する際に最も懸念された
1) 暑苦しさ 2) 降雨で濡れて故障することのない好条件である。
3. 新しい技術を活用することで、建設業のイメージである3K(きつい・汚い・危険)を一押し、「魅力ある建設業」を推進する。
4. 建設業界では、高齢化が進んでおりベテラン技術者から若手技術者や外国人技能実習生に技術継承する必要がある。(写真⑬)



●具体的な評価(生産性チャレンジ工事として期待した効果)

有効性:今回は、どの程度効果があるか試している段階で、体への負担を低減することが目的であり人員削減や作業時間削減等の定量的な効果として成果を判断できる段階ではない。しかし、従事した作業員から【**軽い**】【**着けやすい**】【**腰が楽である**】と高評価であった。導入事例サイトには、従事した作業員の生の声が配信されている(写真⑭)。また、負担軽減によってベテラン作業員を登用したことで外国人技能実習生への技術力向上を目的とした技術継承にもつながっている。

先進性:建設業での使用が初めてである。

独自性:性能向上へ独自に要望を提出済みである。

要望(1) 腕力を補助する機種

要望(2) IOT・AI技術による音声操作や自動化



波及性:今後進む高齢化社会に必ず必要とされると考えており、波及性は十分ある。

③測定の効率化 ⇒ ICT技術活用 ⇒ 地上型レーザスキャナ・トータルステーション(ノンプリズム方式)の導入

○課題と現場条件

近年土木工事では、ICT土工を中心にICT技術の活用は有効性が非常に高く、多くの現場で活用されている。しかし、祖母谷地区や小黒部トンネル内では、

- (1) 起工測量(UAV・GNSS測量) ⇒ トンネル内 ⇒ GNSS不通 ✕ 資材運搬道路 ⇒ GNSS不安定 ✕
- (2) 三次元設計データ作成 ⇒ 素掘りの凸凹状態のトンネルのため作成不能。✕
- (3) ICT建機による施工 ⇒ 本条件で使用できるICT建機は存在しない。✕
- (4) 出来形測量(追尾型TSによるワンマン測量) ⇒ トンネルでは、追尾式TSの使用が困難である。✕

といった施工条件であり、全てをICT技術で行うことが難しい状況であった。そのため起工測量や出来形測量に(1)地上型レーザスキャナ(4)トータルステーション(ノンプリズム方式)を導入した。

◎導入の効果

(1) 地上型レーザスキャナ

効果(1) 従来と比較して測定の時間2日間を1時間に短縮。

効果(2) 従来は、巻尺で測量を行ってきたが、写真⑮のように凸凹に合わせた測量は非常に手間であり、誤差が大きい。地上型LS測量(写真⑯)では、三次元データ化することで解析に時間を要するがデータの正確性と作業の効率化が図れた。

(4) トータルステーション(ノンプリズム方式) (写真⑰)

効果(1) 従来と比較して測定の時間1日間を2時間に短縮。

効果(2) ワンマン測量が可能で補助作業員・高所作業車の使用を削減し作業の効率化と安全性の向上が図れた。



●**具体的な評価**:本工事では、崩壊土砂の土量計算にも活用した。崩れやすい崩壊土砂上での作業がなくなり安全性が向上した。(写真⑱)さらに、三次元データ化することで設計図製作時間も短縮され、従来は測量+データ処理・作成に1日(2名 測量補助者含む)であったが今回は、半日(1名)で施工を完了し**50%の削減効果**であった。

④デジタル化による効率化 ⇒ 建設現場デジタル化推進

本工事では、施工管理者の省人化、そして効率化として建設現場デジタル化推進に下記の4項目について取り組んだ。

- 1)遠隔臨場(写真⑲)
- 2)AI顔認証の活用(写真⑳-1 樺平駅 ⑳-2 小黒部現場事務所)
- 3)工事書類のデジタル化(ペーパーレス 工事書類 従来の1/4目標)
- 4)デジタル化した工事説明の実施(資料①デジタル看板)

1)遠隔臨場

本工事は、山岳僻地での施工であるため遠隔臨場は、黒部峡谷鉄道の移動時間を含めると効果が大きい。

◎**導入の効果**:品質証明や生コン工場での品質試験の時間を削減。

●**具体的な評価**:有効性:1回当たり通勤時間約4時間を削減。

2)AI顔認証の活用

「技能の見える化」による効率的な人材育成手法の構築とし、

【CCUS 能力評価基準】を活用して熟練技能のデジタル化を推進しており本年度からは、AIの顔認証機能を利用した**建設現場顔認証入退管理サービス【NETIS KT-200080-A】**を活用し利便性の向上に努めた。

◎**導入の効果**:GPSを活用することで現場内であれば入退場可能で移動時間の削減による利便性が向上。

●**具体的な評価**:利便性の向上により現場に従事する**4社中3社(作業員9割)**が活用した。

3)工事書類のデジタル化

工事書類のデジタル化への取組として完成検査の紙書類は、**【従来の1/4】**とすることを目標に施工した。

◎**導入の効果**:用紙・プリンター用インクの使用は半減した。

●**具体的な評価**:完成検査では、**すべての工事書類をデジタル化し紙書類0枚を達成した**。デジタル化し検索機能を有効活用したことで書類を素早く提示でき作業の効率化が図れた。

4)デジタル化した工事説明の実施

例年実施している家族現場説明会が、新型コロナウイルス感染症による影響から実施できない状況であった。対策として、現場に従事する関係者家族のためにYouTube配信を実施した。配信は、関係者に好評で、新聞にも掲載された。また、デジタル看板(資料①)を活用しHP・ツイッター・工事動画・アシストスーツのインタビューをリンクさせ情報の公開による工事説明を行った。現場では、朝礼・現場説明等のコンテンツを多く活用できる32インチモニタ(タッチパネル式)(写真㉑)を導入しデジタル化を図った。モニタの一般開放(写真㉒)は、一般観光客への情報提供となった。



資料①デジタル看板

いのちとくらしを守る防災減災
きょうしんか
国土強靱化工事

落石防止のため軟弱な岩盤を直しています
We are repairing soft rock to prevent rockfall
我们正在修复软岩以防止落石
낙석 방지를 위한 연약 암반을 치유합니다

施工前 施工前 Before 시공 전
不安定な岩塊 不安定な岩塊
基岩 基岩

施工後 施工後 After 시공 후
ボンドモルタル 軟付工
基岩 基岩

情報公開中!

この地盤を補修し、落石が発生しないよう補修しています!!!

YouTube

R2管内砂防資材運搬道路工事



◎導入の効果

配信の閲覧は、トータルで **1000 人** を超えている。また、現場のご意見箱(P1 写真⑤)の意見(P1 写真⑥)やツイッターでは、様々な返信を頂いた。これらは、今後の工事に水平展開する。

⑤将来期待される技術 ⇒ AI 技術の導入
⇒ AI によるひび割れ診断

国土交通省インフラメンテナンス国民会議資料の【AI・ロボットを併用した点検の将来像】(資料②)を基にAI技術によるひび割れ幅の自動判別(資料②将来(第2段階)②AIによるスクリーニング)を行った。診断の失敗例・成功例・具体的な評価は次項に示す。

◎導入の効果(失敗点)

- (1)遊離石灰箇所が AI 自動判別不能。(写真②③○箇所)
- (2)AI 自動判別は、表面の傷や凸凹をひび割れと誤判別するため、画像で確認する必要があり、写真②④のひび割れと判別した赤線箇所を写真⑤のようにクラウド上でクラックケールによる判別も必要であった。

◎導入の効果(成功点)

- 効果(1)** クラウド上で管理されているためいつでもどこでも作業可能であり専門家の現地調査が軽減し診断・解析作業の効率化が図れた。(資料②将来(第2段階)④専門家の現地調査軽減⑤点検診断結果の蓄積)
- 効果(2)** CAD 図にオルソモザイク画像を重ね合わせ、ひび割れを写真②⑥ピンク線のようにトレース、書き写すことで図面化が可能となった。従来の手書きスケッチを図面化する作業と比較して作業時間が大幅に短縮された。

●具体的な評価

有効性:クラウド上で作成された設計図は施工時現地と一致し正確性のある診断・解析が可能であり、**現地調査を軽減する効果**とオルソモザイク画像を活用した図面化作業で**作業時間を約2/3以上削減する効果**があった。

先進性:独自性:現状、クラウド上で診断できるのは本技術だけであり、この**技術の導入は1%もない状況**である。

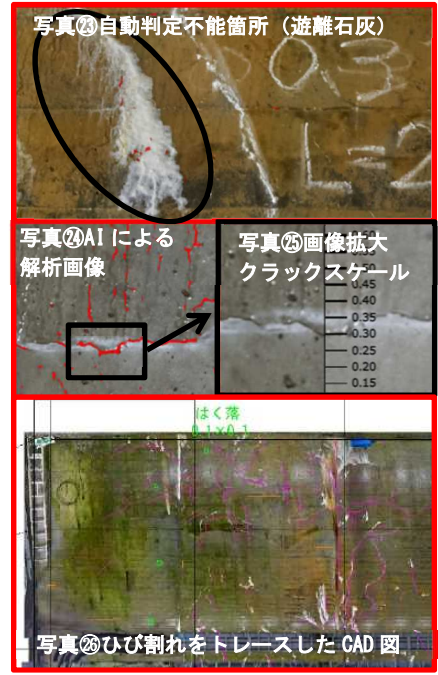
波及性:専門家がクラウド上で診断可能で図面化の時間短縮によるコストの削減面から波及性効果は大きい。

⑥環境への取組 ⇒ 脱炭素社会への取組 ⇒ タジマジャイアンピックアップトラックバンタイプ導入

2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す世間の機運が高まる中、超小型モビリティに分類される**タジマジャイアンピックアップトラック(最大 60 km/h以下 高速不可 宇奈月温泉地域のみ走行可)**(右図)を導入した。

○課題と現場条件

当該車両は EV 使用のピックアップトラックに荷台箱が搭載された車両となっており、長距離輸送を必要としない本工事においては環境性・利便性に資する車両である。今後の急峻な観光地での超小型モビリティによるサービス普及の一助となるよう導入した。



黒部奥山でEVトラックの導入

TAJIMA-JIAYUAN
タジマジャイアン

乗車定員	2人乗り
航続距離	130km
充電時間	6~8時間
電池	リチウム電池

軽自動車ナンバー
分類：超小型モビリティ

60km以下で走行の明示

黒部峡谷鉄道
トロロコ電車で輸送

人の背丈と同じ大きさでコンパクト

環境配慮型かつ、低速EVの利点を生かし観光客と共存

導入の効果(生産性チャレンジ工事として期待した効果)

1) **エコへの取組で一般観光客へのイメージアップ** EV の理解と導入が加速し、カーボンニュートラルや SDGs への貢献に効果が見込める。バン部分にはデジタル看板(P4 資料①)や写真⑦などを掲示しイメージアップを図った。

2) **セメント系材料の湿気による品質低下防止** 全国初で納車が遅れたことでセメント系材料の施工が完了しており本工事では実績なし。(今後期待大。)

3) **小回りの利く車両による急峻な道路での安全性向上** 急峻な道路でも旋回が可能である。(P1 写真②)

4) **燃料削減** 従来の軽トラック 10 円/km タジマジヤイアン 8 円/km となり 2 円/km の削減効果。さらに、貨車・ダンプトラックでのドラム缶による輸送費削減と人力給油の削減。

●具体的な評価

有効性: 燃料削減、燃料輸送費削減での効果は使用毎に大きくなる。

先進性: 独自性: EV 車は様々あるが、超小型モビリティのピックアップタイプは現在全国初の車両である。(走行性は軽トラックと同等)

波及性: 家庭用 100V で充電可能 (写真⑧)である。充電時間は、約 6 時間であり走行しない夜間に充電可能で使用しやすく波及効果は大きい。



写真⑦バン部分への掲



写真⑧100V 充電

5. チャレンジへの評価一覧表と今後への期待

目的	①建機の効率化	②作業の効率化	③測定の効率化	④デジタル化による効率化	⑤将来期待される技術	⑥作業環境への取組
内容	高所作業車の変更	作業員への負担軽減	ICT 技術活用	建設現場デジタル化推進	AI 技術導入	脱炭素社会への取組
具体的内容	クローラ式屈伸ブーム型高所作業車の導入	アシストスーツの導入	地上型 LS と TS(ノンブリズム方式)の導入	1)遠隔臨場 2)AI 顔認証導入 3)工事書類削減 4)デジタル化	AI によるひび割れ診断	タジマジヤイアンの導入
求めた効果	1)輸送費及び分組費削減 2)急峻な地域での安全性向上	1)負担軽減 2)ベテランの登用による技術の継承	作業を効率化し負担の軽減と安全性向上	デジタル化による作業の効率化	AI による変状検知機能を向上させ【人手】による作業の効率化	1)輸送費削減 2)燃料費削減
具体的効果内容	1)貨車数・分組費用削減 2)積卸費用 50%に削減 3)安全性向上	1)軽い、つけやすい、腰が楽との評価で負担軽減 2)ベテラン登用で技術継承	1)図面の正確性の向上 2)LSとTSの導入で測量時間の削減 3)土量計算時間 50%削減	1)利便性向上により作業員の 9 割が活用 2)検査書類デジタル化 100%達成	1)クラウド上での診断で現地調査軽減 2)診断・解析の作業時間を 2/3 以上削減	1)輸送費削減 2)軽トラックとの比較 2 円/km削減
評価	○	○	◎	◎	▲	○
今後への期待	水平展開で効果は大きい	機能と性能の向上に期待	無人化に向け引き続き推進	水平展開で効果は大きい	AI 機能向上が必要	走行距離増加に伴い効果が増となる

6. おわりに

今回報告した内容【i-Construction ～建設現場の生産性向上～】について、今後も引き続き積極的に取組を推進し国の目標である建設現場の生産性2割向上の実現に向けて進めていきたい。

さらに高い目標として、高い技術を持つ人材の高齢化を含めた人手不足の時代に建設業の高い技術力を継承すること、そしてその技術をデジタル化するなど積極的にチャレンジすることで【建設 DX】を推進し建設現場の省人化、高速化、高度化に役立てることに繋がりたい。