

力昼防災工事における i-Construction の取組について —地域に浸透できるi-Construction—

留萌開発建設部道路整備保全課 ○五十嵐 司
留萌開発建設部羽幌道路事務所工務課 中岡 大介
株式会社堀口組 鈴木 純也

我が国の生産年齢人口は今後減少していくことが見込まれており、建設現場における労働力が不足することを考えると、生産性向上が重要な課題になっている。このため、魅力ある建設現場を実現し、小規模現場にも対応し、「だれでも」「どんなときでも」ICT 施工技術を活用できるよう環境整備の拡大が進められている。本稿では、力昼防災工事における、ICT 技術を活用した施工の内容、効果および課題について報告するものである。

キーワード：生産性向上、ICT、i-Construction

1. まえがき

本工事は、平成26年8月5日に18時間で172mm（最大時間雨量19mm/時）の豪雨により法面崩壊が発生し約168時間の全面通行止めが発生した。調査の結果、既設法面の安定化が必要と判断され切土工および現場吹付法砕工が必要となった。

本工事は同一地質である隣接法面を安定化させる工事であり、主な工種に掘削工・残土処理工・法砕工があり、これらの作業にi-Constructionを活用した事例と効果について報告するものである。



今回活用したi-Construction技術は以下のとおりである。

- ・掘削工（掘削V=6,400m³、法面整形A=4,060m²）； UAV起工及び出来形測量、掘削法面整形ICT施工機（バックホウ）マシンガイダンス（ICT施工機）の使用。
- ・映像及びデータを活用した事務所でのリアルタイム状況把握、出来形管理。
- ・残土処理工（残土運搬V=6,400m³ L=5.0Km）；荷重判別装置によるダンプトラックへの土砂積込み、土砂運搬運行管理システムによる運搬管理。
- ・法砕工（現場吹付法砕F-200 L=5,230m）；3Dモデル

（CIM）による施工前配置確認、出来形確認。
以上の技術を活用し施工した。

2. 掘削工

今回使用した施工機械は、現場条件制約によりアンカーとワイヤー、施工機械に搭載したウィンチを用いて高所法面でも施工が可能なワイヤー式法面掘削機（ロックスパイダー）を使用して掘削を行った。

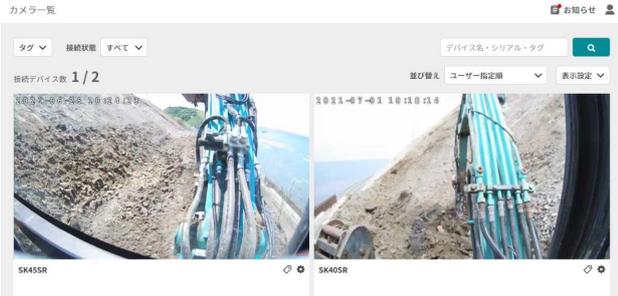
(1) 施工機械のICT及びi-Construction化の実施

施工機械の規格は0.14m³級バックホウであり、当クラスでは、「GNSSを用いたマシンガイダンス」の道内取付実績が無かったため取付方法から動作確認までメーカーを交え実施した。小型機械であるためGNSS受信アンテナの取付位置が近くガイダンス精度へ影響することが予想された。これを克服するために治具の設計を行いガイダンス精度の動作確認をしながら取付位置を確立した。

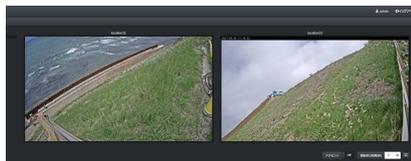


※ICT施工状況

また、長大法面（法長20m）である事から現地の状況や土質の状態および施工状況を事務所へ居ながら確認できるように、施工機械に機載カメラおよび現場の各方向に向けたWebカメラを設置した。



※機載カメラの映像



※Webカメラの映像

(2) 施工機械のICT及びi-Construction化の効果

効果について下記の表にまとめた。

表-1 ICT概算		従来工法 (計画より)	ICT工法 (実績)	差(ICT-従来)	備考
測量手順	起工測量	2日	2日		
	丁張測量	120分/日	10分/日		ICTは日々精度確認
	出来形測量	2日	1日		
手元人員	測量	2人(120分/日)	不要		
	法仕上げ	2人(360分/日)	不要		
施工機稼働	1日当り稼働	300分/日	350分/日		
	延べ施工日数	258日	190日		
	1h当り作業量	5.0m ³ /h	6.6m ³ /h		
ICT導入費用		不要	294万円		
i-con導入費用		不要	127万円		Web・機載カメラ
活用効果	人員	258人	不要	△ 258	手元作業員
	施工日数	129日	95日	△ 34	-26.4%
	費用合計	664万円	421万円	△ 243	-36.6%
		省人化	258人工		
			工程短縮	34日	
			削減費用	243万円	

起工測量は従来工法もICT工法も差は無く既知点の確認と現場で使用する基準点を設置した。

施工日数は後工程を考慮し2台施工を計画・実施した。従来工法と比較した結果、費用で243万円(36.6%)、工程で34日(26.4%)削減する事が可能となった。

予定していた作業員も工程短縮の結果、他の作業に従事する事が出来、労働者不足の解消にもつながった。

オペレータの感想として『初めてGNSSマシンガイドンスを使ったが、20年間この仕事をしてきて一番きれいな法面整形が出来た。手元のモニターがすべての位置で設計値までの数字を指示してくれるので大胆な掘削も可

能だった。手元作業員がいないので始めは戸惑ったが、慣れてくると作業員への接触事故や不慮の法面転落事故の危険性が無いので安心して作業が出来た』

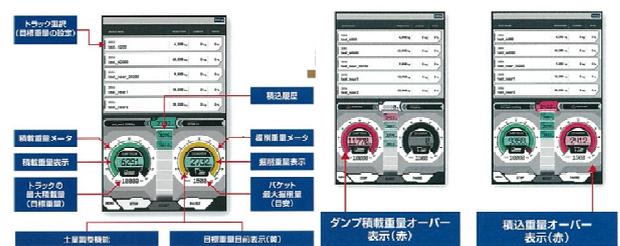
初期導入コストだけを見ると二の足を踏んでしまいがちだが施工日数・コスト削減、省人化に大きな成果をもたらすことが出来た。

3. 残土処理工

残土処理工の積込み機械に荷重判別装置『ペイロードメータ』を取付、過積載防止の取組。土砂運搬作業では車両及び積込み・受取り重機に土砂運搬運行管理システム『SMART CONSTRUCTION Fleet』を使用して土砂運搬作業の管理を行なった。

(1) 残土処理工のICT及びi-Construction化の実施

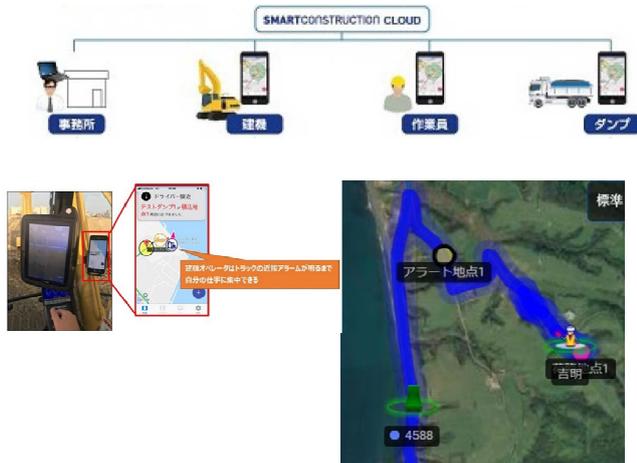
残土積込み作業では、過積載及び運搬中の荷こぼれが過失となる。積込み作業に荷重判別装置『ペイロードメータ』を使う事で積込み重機オペレータの手元モニターでリアルタイムに積載重量を確認する事が可能となり、最後の積みの土砂をすくい上げた時点で積載量の判定を色と数字で判断する事が出来るため確実な過積載防止を実施する事が可能となった。従来は、運搬車両バックプロテクターに積載ラインを設ける方法が一般的であり、積荷の高さで管理を行うため、荷台の隅まで積載する必要があり荷こぼれの原因となっていたが、この技術を活用することにより、荷台の隅にスペースを確保する事も可能となった。



※荷重判別装置『ペイロードメータ』

土砂運搬作業では土砂運搬運行管理システム『SMART CONSTRUCTION Fleet』を使用。この技術は工事関係重車両にGPS機能付き端末を搭載する事で現在地及び移動速度をインターネットを通じて即座に確認する事が出来る。

端末のカメラ機能を活用し静止画ではあるが5秒間隔で映像の確認も可能で、運搬路の状況など事務所に居ながら確認する事が可能となった。



※運行管理システム概要、運用状況

(2) 残土処理工のICT及びi-Construction化の効果

効果について下記の表にまとめた

表-2 ICT残土処理				
3か月運用(稼働日数29日)				
	従来工法 (計画より)	ICT工法 (実績)	差(ICT-従来)	備考
巡回人員	運搬路巡回清掃 1人	不要		統責者巡回のみ実施
巡回費用	巡回車輦 1台	不要		11.3万円/月
ICT導入費用	荷重判別装置 不要	15万円/月		
	付帯費用 不要	5万円/回		出庫時のみ1回
i-con導入費用	運行管理 不要	5万円/月		システム使用料
	運行管理 不要	4万円/月		GPS機能付き端末4台
活用効果	人員 29人	不要	△ 29	普通作業員
	施工日数 29日	29日	0	
	費用合計 87万円	77万円	△ 10	-11.5%
	省人化	29人工		
	工程短縮	同等		
	削減費用	10万円		

今回の工事では断続的な運搬作業であったため削減コストが若干少ないがメリットは十分に有ると考える。小規模な作業であっても省力・省人化、費用削減の効果が見られた。

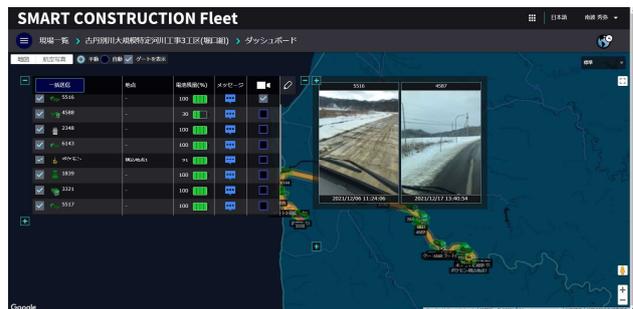
施工面ではオペレータの『過積載をしてはいけない』という心理的負担が少なくなり、目で見て確実な積み込みが可能となった。従来の過積載ラインでの作業では過積載を警戒し積載量90%程度の設定であったが、今回は常に100%に近い積載量(平均: 98.8%)が実現でき作業効率の向上にもつながった。

車両名	最大積載土量 (m3)	機種・型式・機器	最大積載量 (kg)	積込重量 (kg)	積載率 (%)
4588	5	PC200-11-503943	9,600	9,495	99
0284	5	PC200-11-503943	10,000	9,927	99
4588	5	PC200-11-503943	9,600	9,267	97
0284	5	PC200-11-503943	10,000	9,914	99

※積載量一覧抜粋

IGARASHI Tsukasa, NAKAOKA Daisuke, SUZUKI Junya

また、運搬車両に積載したGPS端末のカメラ機能を使用し、静止画ではあるが5秒間隔で送信される。運搬路にカメラを向ける事で運搬路の状況確認を行い運搬路巡回の省力化、省人化を実現出来た。



※運搬車両搭載のGPS端末画像

4. 法枠工

土工と合わせ、3D設計データを作成し、法面工の施工管理に活用した。

(1) 法枠工のICT及びi-Construction化の実施

起工3D設計データは土工出来形3D設計データを使用した。本設計データを使用する際には、土工完了時に法面清掃を完了させている必要があるので注意しなければならない。

デスクトップ上で施工範囲を確定、概算数量を算出し納期に時間のかかる資材等を速やかに発注する事が可能となり工程管理において効率化が図られた。



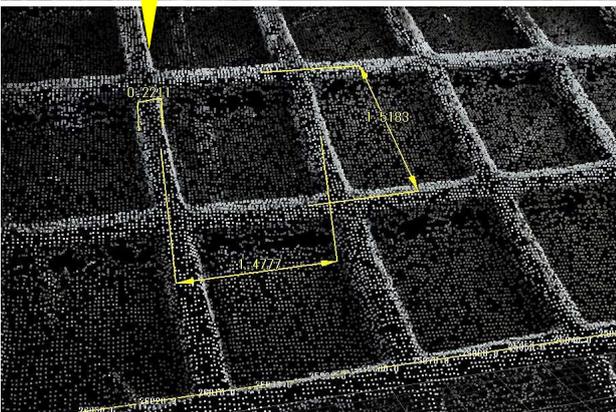
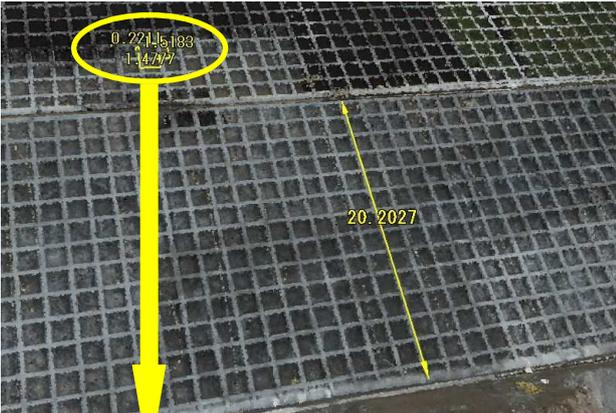
※起工3D設計データ

施工完了後の3D設計データを活用し出来形測定をデスクトップ上で計測する事が出来るため、現場での計測作業が少なくなり、測定ミスが無くなった。

また、斜面上での作業が少なくなることにより作業員への安全についても向上する効果があった。



※出来形3D設計データ



今回の現場条件として長大法面 (L=20m) である事から、現場全貌を把握する事が目視では難しく、3D設計データを活用する事により机上で全貌を把握する事ができ危険な作業を省略できた。また、割付図の作成は机上で可能であるが、現地割付は従来通り実施しなければならないため今後の施工段階での課題となった。

出来形測定では、従来3名体制で2日 (3,400m²) 程度で行っていたがそれぞれ1名、1日で可能となった。結果、従来工法との比較では、費用は同等であるが、工程は4日 (57.1%) の短縮につながった。さらに、従来では現場施工が完了してから出来形検査を受けるまでの期間があるため、作業通路や安全仮設備を維持する必要がある。

ICT施工による出来型検査では出来型検査用の仮設備存置の必要が無くなることから、本作業に続けて仮設備の解体作業が可能となり作業ロスが少なく作業人員の確保に困窮することが無くなった。

比較対象が少なく効果が見えづらいがトータルの省力省人化は実施できたと思われる。

5. むすび

本報告では主要工種での取り組みを紹介したが、この他に遠隔臨場での現場確認・工場検査、Webカメラによる24時間現場監視を実施した。

コロナ禍での人流の削減も含め可能な限りのICT・i-Constructionの実施に取り組んだ。また、色々な技術を活用していたため自社及び協力会社の若手職員へのICT・i-Construction体験学習や高校生への現場見学会等を行い、担い手確保・人材育成にも努めた。

i-Constructionを導入するには、現場条件によって左右される初期コストが問題になると思われる。

今回の事例紹介でi-Construction導入によるトータルコスト削減や省力・省人化等が参考になれば幸いである。

(2) 法枠工のICT及びi-Construction化の効果

効果について、下記の表にまとめた。

設計照査・出来形確認		従来工法 (計画より)	ICT工法 (実績)	差(ICT-従来)	備考
人員	施工法面求積	9人	1人		約4,000m ²
	作業日数	3日	1日		
	出来形確認	12人	2人		約5,300m
	作業日数	4日	2日		
ICT導入費用					
	UAV測量	不要	30万円		
	付帯費用	不要	10万円		データ処理
活用効果					
	人員	21人	3人	△18	-85.7%
	施工日数	7日	3日	△4	-57.1%
	費用合計	49万円	49万円	0	
	省人化		18人工		
	工程短縮		4日		
	削減費用		同等		