

冬期道路維持管理における 雪捨て場の人員削減の試行 —AIカメラを用いたダンプトラック受付の無人化—

稚内開発建設部稚内道路事務所 ○小松 健太
稚内開発建設部稚内道路事務所 仲田 田
山本建設株式会社 羽賀 新一

建設業での人手不足が深刻な状況下、稚内道路事務所管内の冬期道路維持除雪における雪捨て場では、出入りするダンプトラックを管理するため、出入口に整理券発行し記録する作業員を2名配置しており、効率化が求められている。本稿では、AIカメラ等、デジタル技術を用いて、人員やサイクルタイムの削減によりコスト縮減を図り、冬期道路維持管理効率化を目指す取組について地域特性も踏まえた試行結果について報告・考察する。

キーワード：生産性向上、デジタル技術、AIカメラ、冬期道路維持管理効率化

1. はじめに

現在、北海道における建設業の就業者数は、令和5年で約21万となっており、このうち、50歳以上の就業者は、57.1%で高齢化が進んでいる。宗谷地方の建設業においても同様に高齢化が進み、人材不足とともに深刻な課題となっている。

道路改築工事ではICT施工やBIM/CIM等の活用が進み、人員配置や作業の効率化が進む一方で、稚内道路事務所管内の道路維持除雪工事においては、雪捨て場の人員配置など旧態依然の作業に対する効率化が求められるなど課題として挙げられている。

本稿では、道路維持除雪における雪捨て場での作業員の人員配置、および運搬排雪ダンプの運行管理の効率化を目的に、デジタル技術による管理システムを用いた取組を試行するものである。

2. 従来の運搬排雪ダンプの管理方法

国道238号宗谷岬道路維持除雪工事では、国道40号の稚内市街部となる声問地区から交点までの延長4.5kmの区間で年間約55,000m³の運搬排雪を行っている。

従来の運搬排雪ダンプの管理方法は、図-1のとおり、まずダンプが雪捨て場に入場する際、出入口に配置された作業員Aが入場するダンプを確認、出入口のプレハブ小屋で整理券を発行する。その後、雪捨て場で排雪が完了し、確認後、雪捨て場に配置された作業員Bが整理券の半券を運転手に手渡し、雪捨て場からダンプが退場する。この一連の手続きは、1時間当たり最大で40回程度

の頻度になることもある。このダンプ運行管理には、作業員を雪捨て場出入口のプレハブ内に整理券作成者1名、プレハブ外に運転手への受け渡し者1名の計2名を配置していた。運行管理記録としては、手書きで管理簿を作成していた。

従来の運行管理は図-1のとおり①ダンプが入場した際にプレハブ内の作業員が発券機(写真-1)で日付と時間を打刻し発券(写真-2)、②発券した整理券に手書きで必要事項を記入しプレハブ外の作業員に手渡し、③ダンプが退場する際にプレハブ外の作業員がダンプトラックの運転手に整理券を手渡し(写真-3)、④後日、車番、運転手名を記入した半券を受領し確認する流れで行われていた。



写真-1 ダンプ運行管理の整理券の発券機



写真-2 ダンプ運行管理の整理券



写真-3 整理券を運転手へ受渡

3. 実施概要

(1) 実施概要

本取組では、従来のダンプの運行管理に要していた

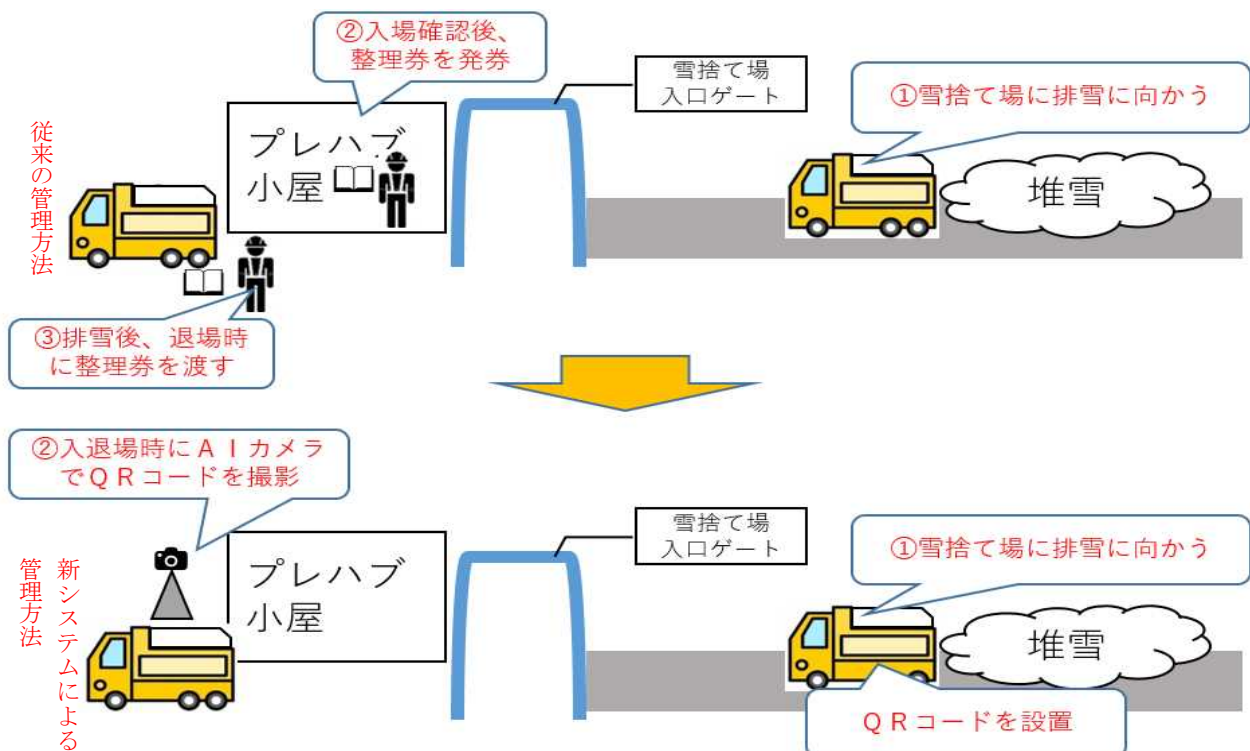


図-1 従来の運搬排雪及び新システムの運搬排雪ダンプの管理方法

作業員2名に代わりAIカメラを用いたデジタル技術で管理する方法を行うこととした。

使用する機器は、ズーム機能付AIカメラ、PC機器類、大型モニター、Wi-Fi等、一般の量販店で購入できる機器とした(写真-4)。これら機器は、雪捨て場の出入口に設置されたプレハブ小屋内に配置した。

ダンプ運行管理の流れは、図-1のとおり、雪捨て場の出入口に到着したダンプが①プレハブ小屋で一時停止しAIカメラがダンプ側面に貼り付けたマグネットのQRコードを読み取り管理簿に入場情報を自動記録、②排雪後、ダンプが退場する際、再度、プレハブ小屋で一時停止しAIカメラがダンプ側面に貼り付けたマグネットのQRコードを読み取り管理簿に退場情報を自動記録するものである。

入退場するダンプトラックに関しては、事前にリストを整理し、一般的に公開されているプログラムを利用し各車両個別のQRコードを生成し、作成したQRマグネットをダンプトラック頭部の側面に貼り付け準備した。

上記の方法においては従来のチケットを渡す人員及び整理券を打刻する人員を削減することが期待できるものとした。またデータの管理においても従来は紙による手作業で行っていたが、エクセル様式に車両個別の入退場記録が自動入力される簡易なプログラムを用いて記録管理するのとした。これによりダンプトラックの台数管理も容易になり大幅の作業時間の短縮を図ることが期待出来るものである。



写真-4 使用機器

(2)実施にあたっての事前検討

本取組の手法を検討するにあたりポイントとしたのは、『コストをかけず』『汎用性のある機器を用いて』『容易な方法で行う』であった。

ダンプ管理システムを構築するにあたり、従来の整理券の情報と同様に、日付と時間、運転手名、車番の必要な情報項目を記録できるものとした。また、将来的には雪捨て場にはダンプ運行管理のための人員は、配置しないことを目標としているため、入場と退場のダンプトラックの台数を管理できるようにシステムを構築した。

システムを構築前に考えられる課題事項及び解決策を表-1のとおり検討した。

	課題	解決策
ダンプトラック	QRコードを読み取ったこと運転手が確認する方法	プレハブ小屋に大型モニターを設置し運転手が視認できるようにする
	QRコードマグネットを貼る場所があるか	現地で検証し調整する
	QRコードマグネットへの雪や汚れの付着	撥水処理をする
カメラ	カメラのレンズの曇り	プレハブ小屋内の暖房
	QRコードの読み取り感度	検証テストにより調整
	ダンプ会社、運転手の理解	年維持業者がダンプ会社、運転手に指導する
	システム構築	北大准教授との協力・連携によりシステム構築
	入場または退場の際に二回連続で読み取らないか	入場と退場の台数で整合をとる
その他	機材の防犯対策	防犯用録画カメラを設置する
	プレハブの窓の曇り	撥水処理をする

表-1 システムの課題及び解決策



写真-5 入場時のQRコード読み取り確認画面



写真-6 退場時のQRコード読み取り確認画面

(3)AIカメラ、システムテスト

システムの構築及び資材の準備が整った段階で、AIカメラ読み取り感度及びシステム稼働テストを行った。

システムに関しては、写真-5及び写真-6のとおり、入場QRコードをカメラにかざすと緑色画面が表示され、退場QRコードをカメラにかざすとオレンジ画面が表示するように入退場別に色で識別できるようにした。

事前にダンプトラックの運転手には、QRコードが読み取り可能な停止位置や、QRコードを読み込みできた際に、大型モニターによりダンプ運転手が、入退場別に色別表示を確認することを周知するものとした。

また、実際にダンプに設置するQRコードマグネットの位置およびAIカメラ設置位置を勘案したQRコード読み取りの感度テストを行った(写真-7)。(写真-8)のとおり、AIカメラと実際のダンプに貼り付けるQRコードの水平距離は2m、QRコードのサイズを20cm×20cmを想定してテストを行った。カメラの上下に読み取れる範囲は、45cmが上限であることがわかり、上過ぎたり、下過ぎると読み取り速度に差があるため、カメラと水平にQRコードをダンプトラックに設置する必要があった。ダンプトラックは地面から1.9mの高さの設置位置となる予定ため、プレハブ内に設置するAIカメラの設置高さをテーブルと三脚で高さ調節することとした。横の範囲の調節は、現



写真-7 AIカメラによるQRコード読み取り感度テスト



写真-8 QRコード設置位置

地にて読み取り範囲を検証し、ダンプの停車位置を明示することとした。

(4)初回実施結果

稚内市内の国道では、積雪状況により今年度最初の運搬排雪は12月25日～12月27日に実施することとなり、まずは、最初のテストとして、ダンプトラック1台にQRコードを取り付け試行した。ダンプ運転手には、事前に読み取り結果の色別信号の大型モニター表示、読み取りに必要な一時停止位置等、事前に周知を行った上で実施した。一時停止位置に関しては、プレハブ小屋外面にカラーテープにて明示を行った。当日の天候は曇りで降雪は無い状況で行ったが、システムの稼働、AIカメラによるダンプトラックのQRコードの読み取り状況は、良好で、所定の位置にダンプが一時停止すると瞬時に読み取りが出来、色別信号を大型モニターに表示出来ていた。

また、高速道路料金所のETCゲートのように、ダンプの徐行によるQRコード読み取りも可能か試したところ、読み取りは、ほぼ出来ることを確認できたが、確実性を考慮し、本取組においては、一時停止にてQRコードを読み取ることを基本とした。

運行管理に関しては、ダンプの出入り記録が、問題無く所定の様式に自動記録できていることも確認できた。

この記録は、遠方においてもオンラインにより閲覧可能としており、確認ができた。

また、ダンプの出入りに関する運行管理のために要する時間は、従来の方法では、ダンプが入場してから退場するまでにチケットを作成し、速やかに運転手へ手渡しが行われていたため、本システムでQRコードを読み取るのに要する時間と比較しても両方法ともにダンプが一時停止する時間は、往復合わせ1分以内であり、ほぼ大差はないものであった。

4. 活用効果

本システムの活用による効果として、人員縮減及びコスト縮減を、図-2及び図-3のとおり試算した。人員については、本格実施では、人員配置人数ゼロ、無人化を目指すシステムであるため、従来の配置人数2名×年平均運搬排雪日数11日として22人日を削減することができることを試算した。

コストについては、従来の方法では、労務費＋事務経費のコストに対して、本取組の方法では、機器初期投資費＋通信費とし、また、機器に関しては5年更新を想定するため、5年間のコストとして比較を行ったところ、従来3,291百万円/5年に対し、本取組0,758百万円と77%のコスト縮減が図れることを試算した。

また、従来の管理方法では、管理簿を作業員による手書きで作成したものが、本取組では、システムにより、ダンプのQRコードを読み取った際に自動的に記録されるものとして、作業の軽減、正確性を確保できるものとして評価している。

その他、期待される効果としては、以下が挙げられる。

- ・チケットを配布する現地作業員とトラックとの接触が無くなり安全性が向上する。
- ・運搬排雪記録が自動的に即座に作成され、また、遠隔でも帳票を確認できるため、受発注者ともに予算管理を容易かつ速やかに行うことができる。

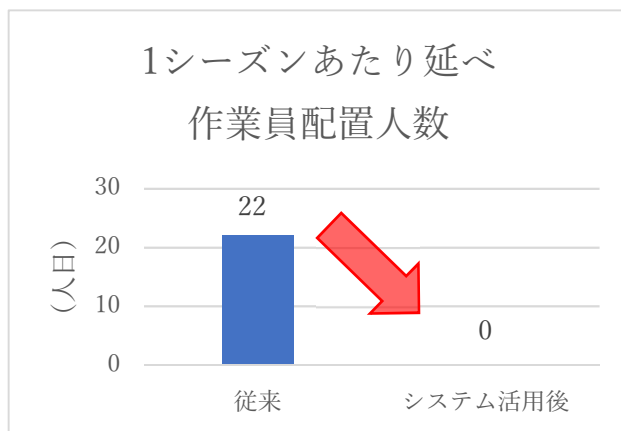


図-2 従来のシーズンあたり延べ作業員数比較

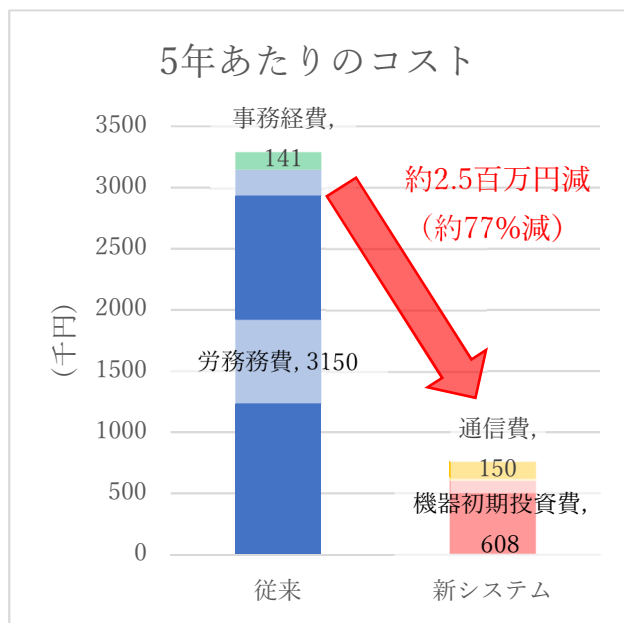


図-3 従来と新システムのコスト比較

5. まとめ（今後の展望）

本稿においては、今年度1回目の運搬排雪時における、ダンプ1台分のテストを行ったものであるが、引き続き、今年度の除雪の1シーズンを通じて全ダンプを対象に試行を行う予定であり、効果や課題の検証を行っていく。想定する課題として荒天時におけるQRコードやプレハブ小屋窓ガラスへの着雪・汚れ付着によるQRコード読み取りに関するものの他、ダンプ運転手への周知徹底、システムの確実性・信頼性について検証していき、改善を進めていきたい。

本取組では、『コストをかけず』『汎用性のある機器を用いて』『容易な方法で行う』ことをコンセプトにシステム構築を行ったものであり、本報告が他の維持除雪工事においても参考になれば幸いである。

謝辞

本取組を実施するにあたり、技術的なご指導をいただいた北海道大学大学院工学研究院准教授の高橋翔先生に深く感謝申し上げます。