

寒冷地における ICT 舗装工の実施事例

前田道路(株) 北海道支店 星 聡
北海道開発局 帯広開発建設部 南 朋恵
前田道路(株) 工事業本部 ○加藤 康弘

1. はじめに

国土交通省が推進する i-Construction の施策として平成 29 年度から始まった ICT 舗装工は、三次元マシンコントロール（以下、3DMC）対応の建設機械や地上型レーザスキャナ（以下、TLS）を用いるものである。3DMC モータグレーダや 3DMC ブルドーザによる情報化施工は一般化された技術となり多くの舗装工事で活用されているが、TLS を用いた出来形計測の実績は少なく、ICT 舗装工の実施にあたっては新たに定められた出来形管理要領への対応が必要であった。

本文は、北海道地方の舗装工事において実施した ICT 舗装工について報告するものである。

2. 工事概要

本工事は、一般国道 274 号清水町美蔓地区において事故対策事業を行うものであり、カーブを含む車線を施工ステップごとに切廻しを行い、縦断線形を改良する工事であった。工事概要は以下のとおりである。

工事名：一般国道 274 号 清水町 美蔓舗装工事

工事場所：北海道上川郡清水町

内容：工事延長 L=904.7m

道路改良：道路土工、法面工、軽量盛土工、排水工など

道路舗装：アスファルト舗装工、防護柵工、区画線工など

舗装工の種別：凍上抑制層、下層路盤、上層路盤、基層、表層（密粒度ギャップ As 改質 II 型）

発注者：北海道開発局帯広開発建設部

受注者：前田道路(株)北海道支店

工期：平成 29 年 4 月 5 日～平成 30 年 1 月 5 日

3. ICT 活用工事の実施項目

本工事は、ICT の全面的な活用を図る ICT 活用工事（施工者希望 II 型）の対象工事であり、舗装工における下記の各プロセスすべての段階で ICT 施工技術を活用する ICT 舗装を行った。

① 3 次元起工測量

3 次元起工測量はトータルステーション（以下、TS）を用いて行った。

② 3 次元設計データ作成

起工測量で得られたデータおよび設計照査した設計図書を基に、所定の機能を有する 3 次元設計データ作成ソフトウェアを使って 3 次元設計データを作成した。

③ ICT 建設機械による施工

ICT 建設機械として 3DMC ブルドーザを使用した。また、舗装工の品質確保および品質向上を目的に ICT による締固め回数管理（以下、転圧管理システム）を導入した。

④3 次元出来形管理等の施工管理

各層の出来形管理のうち下層路盤は「TS を用いた出来形管理要領（舗装工事編）」に準拠して行い、表層工については「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）」（以下、TLS 出来形管理要領）に準拠して実施した。TLS で取得した3次元点群データは所定の機能を有する点群処理ソフトウェアを使って整理した。

⑤3 次元データの納品

出来形帳票作成ソフトウェアを使って出来形管理資料を作成し、所定の出来形管理基準を満足していることを確認した。また、完成技術検査時にはビューワー等を使って電子検査を受検し、このソフトウェアを使って電子成果品を作成した。

4. ICT 舗装工の各プロセスにおける課題や取組み事項

4.1 3次元起工測量および3次元設計データ

図-1に示すように本工事は一般車両の通行帯を切廻しながら施工を進める舗装工事であり、一般的な新設工事のように一定規模ごとの起工測量を行うことが困難であった。そのため、現場の進捗に応じて柔軟に実施すべく自動追尾型TSを用いて3次元起工測量を行った。

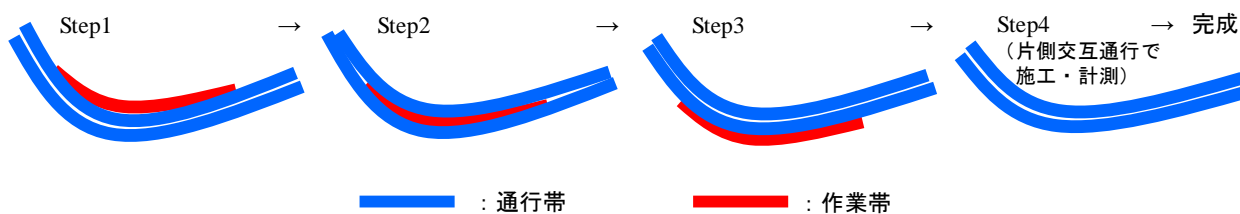


図-1 切廻しステップの概念図

4.2 ICT 建設機械による施工

写真-1 および写真-2 は ICT 建設機械の施工状況を示したものである。3DMC ブルドーザによる情報化施工を下層路盤の敷均し作業に適用した。図-1 に示したように各ステップとも限られた作業帯の中での施工となるため、仕上がり高さの目標となる丁張りを設置する余裕幅を確保することは難しい。両側を一般車両が通行する狭小エリアの作業条件において、ICT 建設機械の適用は丁張りの設置数および仕上がり高さの検出頻度を減らすことを可能とした。このことで、職員・オペレータ・作業員の負荷軽減および安全性の向上が図られ、情報化施工のメリットを十分に活用できた。また、厳しい施工条件のた



写真-1 3DMC ブルドーザによる施工状況



写真-2 転圧管理システムによる施工状況

め作業効率の低下を懸念していたが、当初計画していた日当り施工量と比べて約 1.5 倍の施工量を確保できたため、工程管理においてもメリットがあった。

転圧不足による不等沈下対策および作業の確実性向上による品質確保を目的に転圧管理システムを自主管理として適用した。このシステムにより道路土工や路盤工では転圧回数を、アスファルト混合物の施工では転圧回数と転圧温度を管理した。写真-3 は作業中のシステム表示画面の例である。所定の転圧回数になると表示された色が変わるもので、オペレータは従来の作業方法に加えて表示画面で転圧回数不足の有無を面的に確認することで、作業標準を遵守した。



写真-3 施工中の転圧状況の表示例

4.3 3次元出来形管理等による施工管理

下層路盤は TS による 3 次元出来形管理を行い、表層を除く各層についても従来の測定と併用して TS による自主管理を行った。起工測量と同じく、ワンマンでも計測ができる自動追尾型 TS を活用することで施工管理の効率化が図られた。TLS による 3 次元出来形管理は表層工を対象とした。基層および表層工の出来形を TLS で計測し、各層の高さの差から表層厚さを算出した。

4.3.1 TLS による出来形測定

TLS による出来形計測は測定範囲内に障害物が無いよう現場を準備しなければならないが、本工事は道路を供用しながら施工を行う現場条件であり、さらに積雪前に現場を終わらせるべく別工種の施工のための交通規制を行いながら TLS の計測を行う必要があった。そこで、片側交互通行規制時の車両通行の切れ間を利用して断続的に計測することとした。

また、規制帯に設置したカラーコーン等が測定の障害物とならないように次の工夫を行った。まず、TLS の設定を通常の出来形測定よりも少ない点群密度で取得するモードとして 1 回目の計測を行った。次に、写真-4 に示すように測定範囲内の規制材を若干移動させて 2 回目の計測を行い、1 回目と 2 回目の測定データを点群処理ソフト上で足し合わせて 3 次元出来形測定データとした。



写真-4 TLS 計測における障害物の移動状況

今回使用した TLS においては、この方法により従来設定の 1 回の計測時間と同程度で 1 測点を計測できるとともに、同一地点の 2 回計測によって障害物があった箇所の点群データを補完しつつ通常の出来形測定と同等以上の点群密度を得ることができた。

4.3.2 冬季における TLS の追加測定例

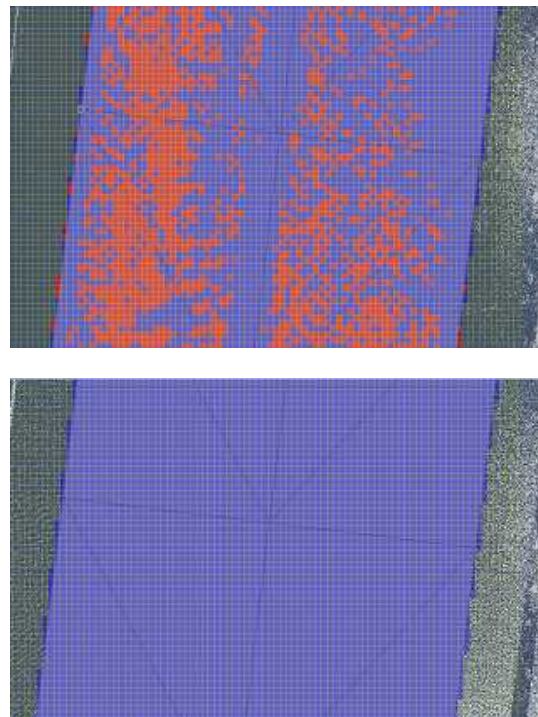
写真-5 は TLS による表層工の出来形計測状況であ



写真-5 TLS による表層工の出来形測定状況

る。表層工は降雪前に施工を終えることができたものの、出来形計測前に降雪があり TLS の計測当日は雪解け水により路面が若干湿潤した状態であった。そのため TLS の計測はできないことが懸念されたが、試しに測定したところ機器の表示画面上では点群データは取得できているようであったため、測定可能と判断して計測を継続した。しかしながら、すべて計測した後でパソコンにデータを取り込んだところ、図-2 に示すように 0.1m メッシュにおける点群取得率は 60%程度であり TLS 出来形管理要領の基準を満足できない結果となった。

そのため、路面が乾燥状態となった後日に追加測定を行い、所定の点群密度を得た。機器の表示画面に依らず始めの計測後直ぐに現地においてデータをパソコンで確認しておけば 1 回目は直ちに中止できたことから、TLS を使った計測時にはデータ確認を確実にを行う体制を構築する必要があることが分かった。さらに、今回のことから TLS を使った出来形計測は降雪がある時期や路面が湿潤した状態では適さないことが分かった。



赤色：データが未取得のブロック
青色：データが取得できたブロック

図-2 TLS による表層工の測定結果の例
(上段：1 回目、下段：追加測定)

4.4 3次元出来形管理の帳票および検査

点群処理ソフトウェアおよび出来形帳票作成ソフトウェアを使って出来形管理資料を作成した。出来形管理基準上の管理項目である厚さが規格値を満足することを確認し、検査ビューワー等を使って電子検査を受検した。

5. まとめ

降雪地域における舗装工事において ICT 舗装工を実施した結果、得られた知見は以下のとおりである。

- ① ワンマンでも計測ができる自動追尾型 TS は、限られた作業帯の中での測量や出来形計測を安全かつ効率的に実施できる。
- ② 3DMC ブルドーザは、作業エリアが狭小な条件でも作業効率および安全性において従来工法よりも優れている。
- ③ 一般車両や規制材がある条件において TLS による出来形計測を行う場合、障害物を移動させて同一測点を 2 回測定することで未取得の点群データを補完することができる。
- ④ 路面が若干でも湿潤している場合は、TLS 計測時に現地で点群データの取得状況を確認する必要がある。特に降雪時期には雪解け水などで路面が乾燥しにくいいため TLS の出来形計測は適さない。

6. おわりに

i-Construction を推進すべく ICT 土工の基準(案)は僅か 1 年で管理基準が改定された。ICT 舗装工においては TLS の活用が不可欠であり、機器の特徴やソフトウェアの取扱い方法を少しでも早く掴む必要がある。今後も様々な検証を進めて ICT 舗装工の推進に寄与したい。