

13. 舗装工の施工管理における効率的 ICT 活用について

国土交通省関東地方整備局 二瓶 正康
坂本 鋼三
○ 小川 拓人

1. はじめに

国土交通省は、位置情報技術、通信技術、情報処理技術等の技術革新の状況を踏まえ、ICT（情報通信技術）を建設施工に適用することで「施工及び施工管理の効率化」、「施工の精度向上」等の実現が期待できる情報化施工の導入を促進してきた。平成 20 年 2 月には、産学官それぞれの分野の有識者による「情報化施工推進会議」を設置し、情報化施工の戦略的な普及方策について検討を進め、平成 20 年 7 月に「情報化施工推進戦略」としてとりまとめた。これを受け、平成 22 年 8 月には、より具体的な方針を提示すべく、情報化施工技術の普及状況を踏まえ、「情報化施工技術の一般化・実用化の推進について」を新たな普及方針としてとりまとめた。そして、現在、この普及方針に則り情報化施工の試行工事を実施し、その導入効果を検証しているところである。

モータグレーダのマシンコントロール技術（以下、「MC グレーダ」という）を用いた試行工事の実施は、通常の施工方法を前提とした施工管理基準等に則り実施していることから、情報化施工技術の機能を十分活かした施工管理手法とはなっていないのが現状であり、受発注者共に課題として認識しているところである。

そこで、本稿では、MC グレーダの施工特性と出来形管理用トータルステーション（以下、「TS」という）の計測機能に着目し、舗装工における施工の効率化を目的に新たな施工管理手法を検討したので報告する。

2. 舗装工に活用する情報化施工技術

2.1 MC グレーダ

MC グレーダ（図-1）は、路盤などの敷均しに用いられる情報化施工技術であり、測位技術や機械の状態把握機能を用いて、機械や排土板の位置、進行方向や排土板の傾き等の情報を取得し、あらかじめ入力した設計値（目標高さや傾斜）に対する差分をリアルタイムに計算し、排土板を目標値に自動制御できる施工技術である。敷均し操作の自動化によるメリットとしては以下のものがある。

- ①施工がオペレータの技量に左右されなくなり、施工範囲全面にわたり施工精度が向上する。
- ②丁張りの設置が不要となり施工効率が向上する。
- ③敷均し後の検測作業が減り、作業者の接触事故が低減される。
- ④オペレータは走行に集中できるため安全性が向上する。



図-1 MC グレーダ施工状況

2.2 TS

TS（図-2）は、「距離と角度」を同時に測る測量機器であり、計測により測点の 3 次元空間座標（x,y,z）が取得できる。また、設計値と出来形計測値との差を算出できる機能や 2 点間の測点データより 2 点間距離を算出する機能を有している。

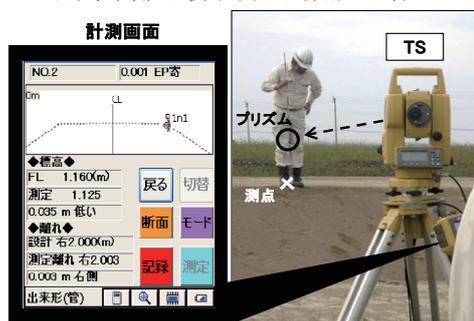


図-2 TS 出来形計測状況

TS の導入メリットとしては以下のものがある。

- ①計測は 2 名で行える（自動追尾機能搭載機種ならば 1 名で計測可能）ので、従来のレベル、巻き尺での計測より、手間・人数が減る。
- ②計測時、即座に設計値と計測値との差を確認できる。
- ③帳票の自動作成機能により内業が省力化する。

また、転記による記載ミスが解消する。

一般的なトータルステーションによる計測方法には、計測点に測量用プリズムを設置して計測するプリズム方式と測量用プリズムを用いないノンプリズム方式がある。現在、出来形管理においては、プリズム方式を使用することを原則としている。

3. 現状の課題

図-3 に情報化施工技術を用いた一般的な舗装工（路盤工）に関する施工フローについて示す。

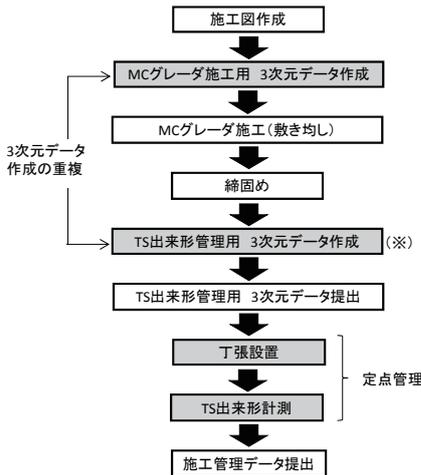


図-3 情報化施工技術を用いた路盤工の施工フロー

従来の管理手法を準用した際に課題として考えられものを以下に示す。

3.1 定点管理

出来形計測については、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値」に準じて40m毎に設定される管理断面において基準高、幅等を計測している。MCグレーダ施工では、施工範囲全面にわたり高精度の施工を実現できるにも関わらず、施工後の成果物に対しては、定められた測点に関する部分的な出来形計測での確認になっており、管理断面における測点での計測値が規格値内に入っていれば上合格となる。よって、図-4 に示す2つの施工面は同じ評価になってしまい、優れた施工技術に対して定量的に優位な評価ができない。その結果、施工業者においては、高精度の施工を実施する意欲の低下が危惧される。

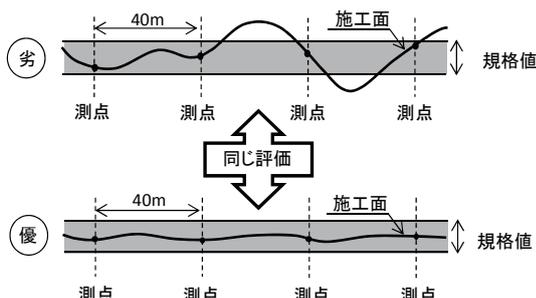


図-4 定点管理による施工精度の評価

また、MCグレーダ施工では、丁張の設置が不要になるにも関わらず、施工完了後に管理断面毎の出来形計測を行うための位置を示す丁張設置の必要が生じる。

3.2 3次元データ作成の重複

MCグレーダ施工後にTS出来形計測をする場合、同一目的物に対して、機器によって「MCグレーダ施工用の3次元データ（以下、「施工用データ」という）」と「TS出来形管理用の3次元データ（以下、「出来形管理用データ」という）」の2つの3次元データを作成する必要があり、この似て非なるデータの作成は、施工業者にとって負担になる。

4. 新たな施工管理手法

前項で挙げた現状の課題を踏まえて、新たな施工管理手法を提案する。

4.1 多点管理

現行の40m毎の管理断面における出来形計測よりも計測頻度を高くして「多点出来形計測」を行うようにする。計測ピッチに関しては、関東地方整備局 関東技術事務所において「H23 盛土の面的な管理手法の検討業務」¹⁾で検討した結果(表-1)を用いるものとする。この計測ピッチ8mは、以下の条件を考慮して1mから10mの中から決定した値である。

表-1 従来施工管理手法と新たな施工の管理手法の計測ピッチの違い

管理対象工程	従来測定基準		新たな測定基準	
	測定項目	計測ピッチ	測定項目	計測ピッチ
・下層路盤 ・上層路盤	層厚	1000m ² に1箇所(掘起しによる)	基準高(※1)	8m毎に1箇所の割合で道路中心、左右端部の任意点を計測
	基準高	管理断面40m毎に1箇所	幅員(※2)	
	幅員	管理断面80m毎に1箇所		管理断面付近の任意断面で、延長約80m毎に1断面計測(メジャによる)

(※1): 厚さは廃止し、代わりに基準高管理を管理する。基準高の規格値は、従来の厚さの規格値と同等の品質担保の確実性を有する値を設定。

(※2): 幅員の計測ピッチ、規格値は、従来通りとする。

- ・従来の定点管理（丁張設置、管理断面における出来形計測）以下の作業時間であること
- ・計測ピッチ0.5mで計測した結果と平均値、標準偏差が同等になること

厳密に8mピッチで出来形計測しようとする測点へのプリズム誘導に時間が掛かるため「おおよそ8m」と幅を持たせるようにする。なお、完成検査時は、従来の検査手法（レベル、水糸下がり）により出来形計測を実施するものとする。

従来管理手法（定点管理）と新たな管理手法（多点管理）の違いのイメージを図-5に示す。

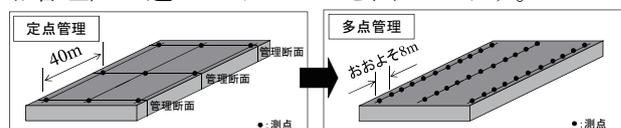


図-5 定点管理と多点管理の違い

(1)期待される効果

多点出来形計測の実施により高精度な施工に対する評価が可能になる。

多点出来形計測では、おおよそ 8m という計測ピッチだけを定めており、各層異なる平面位置を計測しても良いとしているため、出来形計測をするための位置を示す丁張設置が不要になり、計測作業の効率化が図れる。

(2)導入に向けての課題

①表-1 の計測ピッチは、試験フィールドでの実験により決定した数値なので、実現場環境における適用性は確認していない。

②おおよそ 8m と幅を持たせる管理をしていくことを考えているが、その幅の許容範囲が決まっていない。

③多点計測した結果について、全計測点が規格値に入っていれば合格にするのか、あるいは、閾値を設けて計測点の内の何%以上が規格値に入っていれば合格にするのか、という合格基準が決まっていない。

(3)導入課題解決に向けた取り組み

①実現場において、表-1 に沿った多点出来形管理を行い、現場での適用性の検証を行うとともに、計測ピッチのおおよそ 8m の許容範囲についても検討する。

②計測点の合格基準について検討する。合格基準は、MCグレーダ施工の施工精度の実態を考慮して過剰管理にならないよう検討する。

4.2 施工用データの流用

MC グレーダ施工時に位置管理で使用していた TS へ施工用データを搭載し、3次元座標の測量ができることがわかっている。自主管理手法としてこの測量により出来形管理を実施している施工業者もある。このことより、MC グレーダ施工にて使用する施工用データを TS 出来形管理へ流用し、出来形計測を行うようにする。従来管理手法と新たな管理手法の違いを図-6 に示す。

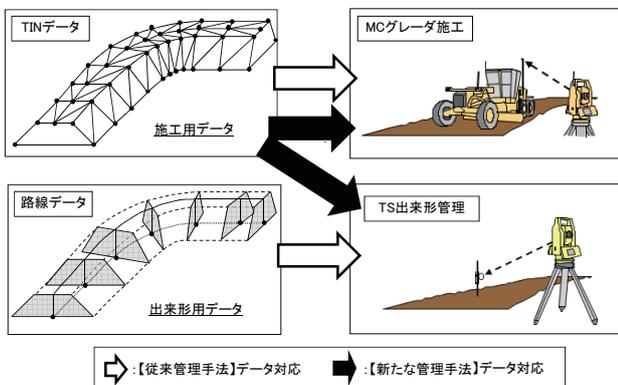


図-6 従来施工管理手法と新たな施工管理手法とのデータ対応の違い

(1)期待される効果

施工用データと出来形管理用データの2つの3次元データを作成していたが、出来形管理用データの作成が不要になるため業務の省力化が図れる。

(2)導入に向けての課題

①現在「TS を用いた出来形管理要領」において、出来形管理用データが設計図書（平面図、縦断図、横断図等）を基に正しく作成されていることを施工業者が確認し、その結果を発注者指定様式であるチェックシートにまとめ、監督職員へ提出することになっている。一方、施工用データは任意施工の範疇であるため、監督職員への提出を求めるようになっていない。

②TS 出来形計測後は、その結果をまとめた施工管理データを提出することになっている。この施工管理データは、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」により出力形式が決まっているが、施工用データを用いた出来形管理では、帳票の出力を想定しておらず、規定の出力形式に合致しない。

(3) 導入課題解決に向けた取り組み

①施工用データを出来形計測に使用することになるため、現在実施している出来形管理用データの整合性確認と同程度に、施工用データと設計図書等との整合性確認ができるようなチェックシートの項目を検討する。

②施工管理データの提出は、施工用データを用いた計測結果の出力形式が明確ではないので、その現状を踏まえて検討する。

以上、新たな出来形管理手法を踏まえた舗装工（路盤工）の施工フローについて図-7に示す。この結果、「出来形管理用データ作成」、「丁張設置」が省略でき、多点出来形管理により、出来形計測時間も短縮でき、施工全体の効率化につながると考える。

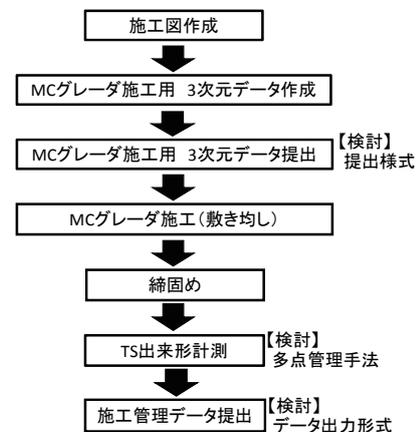


図-7 新たな管理手法における路盤工の施工フロー

5. 今後の方針

今後は、前項の検討事項の検討を進め、最終的には管理要領を策定し、本格運用を目指す。

また、さらなる検討として以下の項目についても検討していく必要があると考える。

5.1 ノンプリズム TS の活用

多点出来形管理により出来形計測の効率化の実現が期待できるが、さらなる効率化を目指し、ノンプリズム TS を用いた出来形管理を検討する。ノンプリズム TS の計測概要を図-8 に示す。

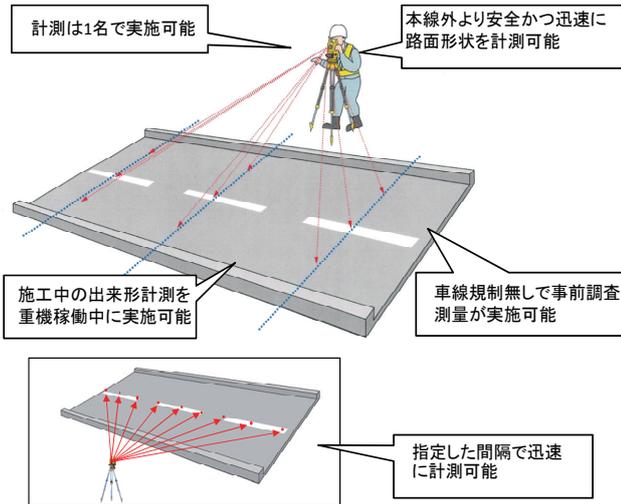


図-8 ノンプリズム TS の計測概要

ノンプリズム TS を舗装工で使用する場合、以下のメリットが考えられているため本格導入が期待されている。

- ①測点にプリズムを設置する作業員が不要となり、計測時に作業員が本線へ入る必要がなくなるため安全性が高い。
- ②車線規制無しで計測できるため作業効率が良い。
- ③指定した間隔で自動計測が可能のため計測時間が短縮する。

現状として、ノンプリズム TS の適用範囲が試験フィールドでの検証にて解ってきたところである。今後は、実現場にてその妥当性を検証し、運用方法の検討をしていく予定である。

ノンプリズム TS の自動計測機能を活用することにより、さらに迅速かつ多くの測点で出来形計測することが可能となり、施工範囲全面にわたる「面的出来形計測」が実現できる。

面的出来形計測は、厳密な施工評価ができるとともに、図-9 のように路盤の平坦性を表す計測手法になり得ると考える。

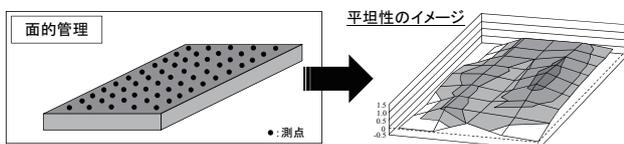


図-9 面的出来形計測及び平坦性のイメージ

5.2 平坦性評価

前項でも記述したとおり、多点出来形管理を実施することにより高精度な施工に対する評価ができるようになると思われる。このことより図-10 のフローの実現が考えられる。図-10 の(※)において、一般的に高品質の構造物ならば長寿命になると考えられるが、舗装において、平坦性の高い路盤と舗装の寿命の関係が明確になっていないのが現状である。舗装の寿命に影響を与える要因として、舗装材料及び路盤材の材質、路盤材の密度分布、施工時の温度管理等の様々な要因が考えられるが、関東地方整備局では、路盤の平坦性の影響について検討していく予定である。

今後は、路盤の平坦性と舗装の寿命の関係を明確にできるような平坦性評価方法を検討していく。この関係性の明確化により、さらなる多点出来形管理の重要性が提示できると考えている。

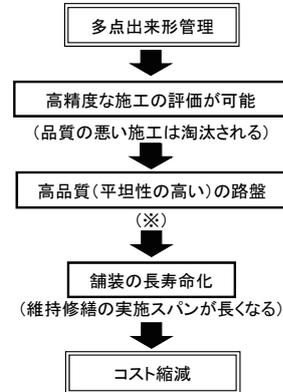


図-10 多点出来形管理による将来ビジョン

6. おわりに

国土交通省では、平成20年2月に「情報化施工推進会議」を設置して以来、情報化施工の本格導入を目指し、年々試験施工の実施件数を増やしてきているところであるが、未だ一般的施工技術として情報化施工が浸透していないのが現状である。

この現状を打開するには、受発注者のニーズを的確につかみ、導入しやすいような環境整備をしていくことが重要と考える。本稿では、その一歩として、従来の管理基準等にとらわれず、情報化施工技術の機能を活かせるような新たな管理手法を提案した。今後は、この提案を基に現場試行による実績を積み重ね、本格運用として実現することを期待したい。

参考文献

- 1) 関東技術事務所, H23盛土の面的な管理手法の検討業務, pp.6-20~6-22, 2012.3