

CMI 報告

トータルステーションを用いた 路盤工の出来形の 多点管理手法の検討

竹本 憲充

1. はじめに

国土交通省では、情報通信技術（ICT）を活用した社会資本整備・管理サイクル全体の効率化、高度化に取り組んでいる。その取り組みの一環として、計測点の3次元位置座標を取得するトータルステーション（以降、TSと記す）を活用した出来形管理、監督・検査業務の効率化手法の導入・普及活動を行っており、これらの手法の現場導入を円滑化するための管理要領の制定等を、工種別に実施している。平成24年3月には、道路土工・河川土工・舗装工に関して「TSを用いた出来形管理要領（土工編）」、「TSを用いた出来形管理要領（舗装工事編）」が公表され、国土交通省直轄工事において標準的な出来形管理手法の一つとして運用されている¹⁾。一方、ICT導入に関する施工者側の取り組みとしては、TS出来形管理の他に、敷均し重機のマシンコントロール技術（以下、MCと記載）が導入される事例が増加しつつあり、特に舗装工事の路盤工においては、モータグレーダMCの導入事例が急速に増加している。しかしTS出来形管理とMCを併用している現場においては、出来形管理用TS用の設計データ（基本設計データ）と、MC用の制御データの両方を施工前に作成する必要があり、データ作成作業の重複が非効率であるという指摘がMCを積極導入している舗装専門工事会社各社よりなされている。また、MCにより路盤敷均しを行う場合は、敷均し高さ管理に用いる丁張りや水糸はわずかな本数（作業始点・終点に1箇所程度）で施工できるのにもかかわらず、「土木工事施工管理基準（国土交通省各地方整備局）」で定められている出来形確認を実

施するためだけに、施工に不要な40m毎の管理断面の位置出しが必要となっている。ここで、施工者が実施している施工中の自主管理（MCシステムの一部であるTSを用いた任意点における基準高確認）手法を、管理断面毎に実施する工事契約上の出来形管理に置き換えることが発注者に認められれば、発注者向けの出来形の証明にかかる施工者の労力を大幅に軽減できると考えられる。そこで、国土交通省関東地方整備局では、路盤等の敷均し作業にMCを用いている現場を対象として、MCシステムの制御データ、およびMCシステムの一部である自動追尾TS等を活用した路盤工等の新たな出来形管理基準の検討を行ってきた。以下に、MCグレーダ導入現場を対象に昨年度作成した「MCグレーダを用いた路盤工における出来形管理要領（試行案）」（以下、要領（試行案）と記す）の内容と、試行工事で確認された要領（試行案）の導入効果について報告する。なお、本報告の内容には、国土交通省関東地方整備局からの業務依頼による検討成果を引用している。

2. 「MCグレーダを用いた路盤工における出来形管理要領（試行案）」の概要

(1) 新たな出来形管理手法のコンセプト

MCを用いている現場における路盤工の出来形管理に関する課題を踏まえ、新たな管理手法として、「面的管理」を提案した。

面的管理とは、TSを用いて敷均し面の基準高を面としてとらえて計測・管理する新たな管理手法である。具体的には、施工対象エリアに対して、あらかじめ定められた延長・横断方向の計測ピッチ（延長約8mに1点（案））にて、道路中心線と路盤の左右路肩ラ

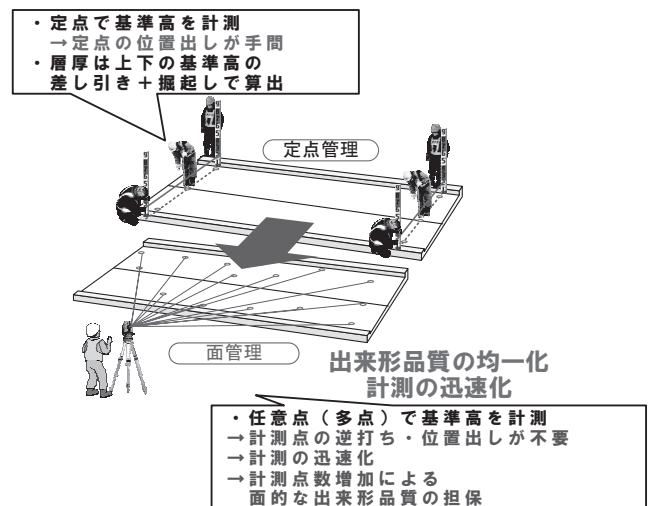


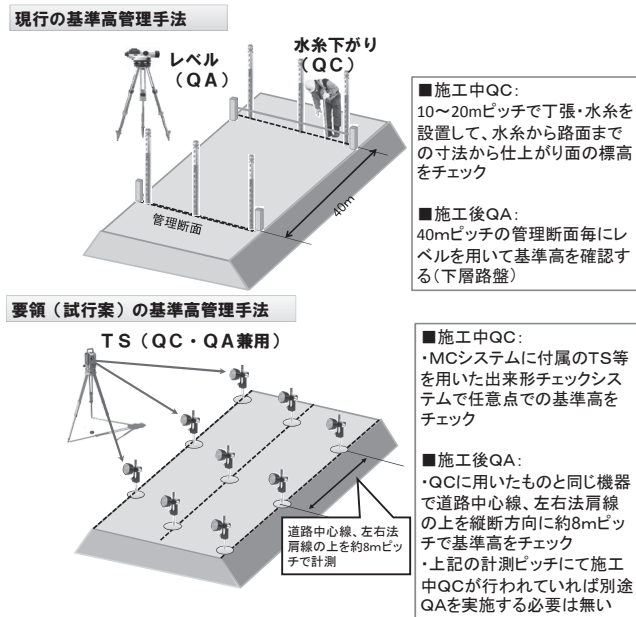
図1 新たな路盤工の管理手法（面的管理）概要

イン上でTS等により標高を計測し、各計測点で出来形と設計との比高(基準高)をチェックすることにより、出来形の良否を判断する手法である。ここで、基準高は、出来形管理用TSを用いて求める他に、MCに入力した制御データが表す面的・3次元的な出来形状と、現地で計測した出来形の3次元座標との比較により算出してもよいこととしている。

これにより、基本設計データとMC制御データを重複して作成するという非効率性が解消される。

また、現行の40m毎の管理断面における定点管理をTSで行う場合は、出来形計測点を現地に位置出する作業が必要となるが、面的管理では、計測点のピッチだけが定められており、各層異なる平面位置を計測してもよいため、出来形計測点の位置出し作業が省略され、出来形計測作業の迅速化が期待できる。

また、1点当たりの出来形計測時間が迅速であるため、現行手法と同じ労力で、より多点の出来形計測が実施できるメリットもある。

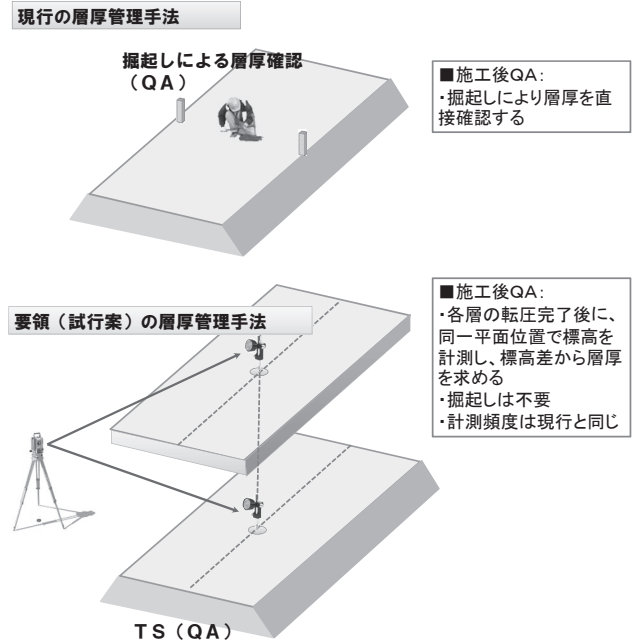


図一 2 基準高の管理方法の比較

任意点での出来形計測結果では、各層の基準高は評価できるが、層厚は評価できない。そこで、層厚の確認は、施工前に受発注者間であらかじめ定める層厚管理点において、各層の仕上がり面の標高を計測し、この標高差から層厚を把握することとした。これにより、従来の掘起しによる層厚確認と比較して作業時間の大幅な短縮が期待できる。

なお、さらに高度な層厚管理手法としては、TSを用いた定点での層厚計測を行う代わりに、各層の仕上がり面を多点で計測した結果を用いて、現層とその下

層の3次元的な面形状を3D-CADを用いて作成し、面間の標高差を算出して、層厚分布をコンター図等で表示・管理する手法も考えられるが、3D-CADは高価であり、操作が難しく、施工者が日々の出来形管理に用いることは実務上難しいと考え、本手法の採否は今後の検討課題とした。



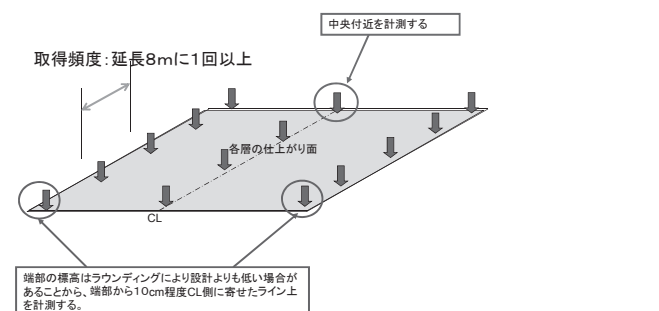
図一 3 層厚の管理方法の比較

(2) 要領(試行案)の要点

① 出来形計測箇所

前述したとおり、基準高は任意点でTSにより計測した基準高により確認し、層厚は、定点でTSにより計測した各層の仕上がり標高の差から確認する。

基準高についての出来形計測箇所の配置および計測頻度は下図のとおり設定した。



規定の計測間隔を守れば、取得位置は任意でよい(管理断面上で計測する必要は無い)

図一 4 出来形計測点の配置

層厚については、前述したとおり、TSで計測した標高から層厚を把握することにより、路盤の掘起しによる層厚確認を省略することとしているが、計測箇所の設定の仕方は現行と同様としている。

幅については、現行の「土木工事施工管理基準（国土交通省各地方整備局）」に定められる計測頻度が80m毎と低く、メジャーを用いた幅計測に要する労力もわずかであることから、TSによる計測手法の置き換えは行わず、計測方法、計測箇所ともに現行と同様としている。

②出来形管理基準および規格値

要領（試行案）出来形管理基準および規格値（案）を次表に示す。現行基準との大きな相違点は、下層路盤の基準高の測定を現行の管理基準よりも高い頻度で行い綿密に管理することとした点である。規格値については、現行と同様としている。

表一 要領（試行案）の出来形管理基準および規格値

工種	項目	規格値				測定基準	
		中規模以上の工事		小規模以下の工事			
		個々の平均値	全数平均	個々の平均値	全数平均		
下層路盤	基準高 (mm)	±40	-	±50	-	L=8mに1箇所 の割合で道路中心、 舗装左右端部の 任意点を計測	
	層厚 (mm)	-45	-15	-45	-15		
	幅 (mm)	-50	-	-50	-		
上層路盤	アスファルト 安定処理	層厚 (mm)	-15	-5	-20	-7	
		幅 (mm)	-50	-	-50	-	
	セメント石灰 安定処理	層厚 (mm)	25	-8	-30	-10	
		幅 (mm)	-50	-	-50	-	
粒度調整路盤	層厚 (mm)	25	-8	-30	-10		
	幅 (mm)	-50	-	-50	-		

3. 新たな施工管理手法の検証

路盤工の試験施工において、新たな施工管理手法を用いた出来形管理を実施し内容の妥当性を検証した。試験施工の概要および施工数量を下表に示し、検証結果を以下に示す。

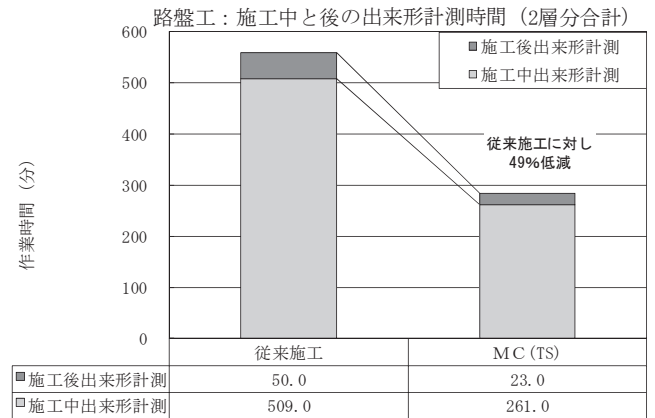
表二 試験施工の概要および施工数量

実施場所	施工技術総合研究所構内
対象工種	下層路盤・上層路盤路（MCで敷均し+通常の締固め）
施工数量等	・延長80m×幅10m×2層（下層・上層） 粒度調整碎石（M-30） 基準密度2.177
実施時期	平成24年1月15日～2月末日
使用機器	グレーダMCシステム（TS方式）
検証項目	路盤工の出来形管理手法の妥当性検証

(1) 出来形管理作業（QC）の迅速化

QCとは施工者による出来形の自主管理のことである。現行施工と現行の出来形管理手法を用いる場合は、丁張り設置・水糸による敷均し中の基準高確認作業を指し、MC施工と面的管理手法を用いる場合は、MC

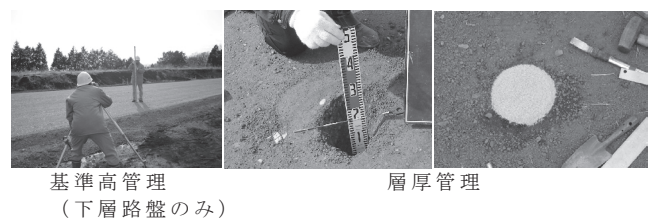
用の制御データ作成、日々のMCのセットアップ・精度管理、MCによる排土板制御による基準高の自動管理を指す。両手法によるQC作業時間を比較した結果、新手法では丁張り設置・水糸下がり計測が不要となるため、作業工数が5割程度低減された。



図一 5 QC作業時間の比較

(2) 出来形管理作業（QA）の迅速化

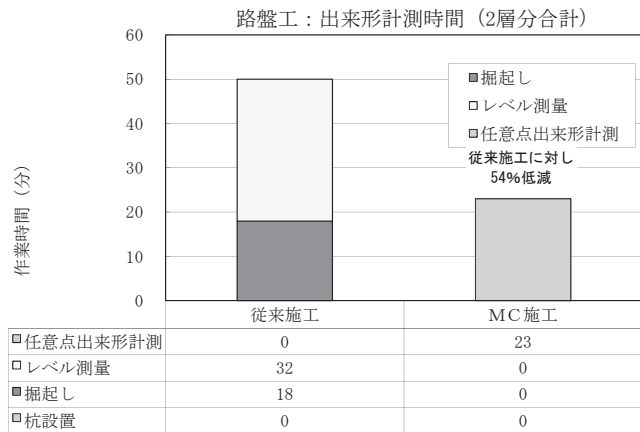
QAとは工事契約の中で定められている出来形確認作業のことである。現行の施工方法と出来形管理手法を用いる場合は、下層路盤については転圧後のレベルによる基準高確認作業と掘起しによる層厚確認作業を、上層路盤については掘起しによる層厚確認作業を指す。MC施工と面的管理手法を用いる場合は、下層路盤についてはTSによる任意点での基準高確認作業（試行工事では8mピッチで道路中央、左右路肩の3測線を計測）とTSによる定点での層厚確認作業を、上層路盤については定点での層厚確認作業を指す。新手法では現行手法に対し5割以上QAにかかる作業時間が短縮されることが確認された。



写真一 1 現行の出来形管理（路盤工）



写真二 2 新たな管理基準による出来形管理（路盤工）



図一6 作業時間の比較（施工後の出来形計測作業）

(3) 安全性の向上

要領（試行案）の導入による効果ではなく、MC グレーダの導入効果ではあるが、敷均し作業中の施工エリア内への計測員の立ち入りが不要となり、重機と作業員の接触事故が未然に防止され、安全性が向上した。また、TSによる任意点での基準高確認結果をもってレベルによる管理断面毎の基準高確認を不要としたため、自主管理の省力化や安全性向上がなされた。



写真一3 現行の敷均し高さ管理



写真一4 MCによる敷均し高さ管理

4. おわりに

路盤工の新たな出来形管理基準として、TSを用いた面的な出来形管理基準を提案し、試行工事にてその有効性が確認されたが、今後は実現場における本管理基準の運用実績を蓄積し、実現場においても試行工事と同様の効果が得られることを確認すると共に、施工者および監督職員を含めた修正意見の聴取により要領（試行案）のブラッシュアップを行っていく必要がある。

謝 辞

最後に、本報告の作成にあたりご協力頂いた、国土交通省関東地方整備局企画部施工企画課に対し、心より感謝を申し上げます。

JICMA

《参考文献》

- 1) トータルステーションを用いた出来形管理情報提供サイト
<http://www.gis.nilim.go.jp/ts/index.html>
- 2) 関東地方整備局「施工管理データを搭載したトータルステーション（TS）を用いた出来形管理要領（案）【舗装工事編】」平成21年8月
http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000007372.pdf
- 3) 関東地方整備局「TSを用いた舗装工事の出来形管理サポートページ」
<http://www.ktr.mlit.go.jp/kangi/ts/index.htm>

【筆者紹介】

竹本 憲充（たけもと のりみつ）
一般社団法人 日本建設機械化協会
施工技術総合研究所 研究第三部
主任研究員

