

トータルステーションを用いた舗装の 出来形管理の効率化

川 俣 裕 行・坂 本 鋼 三

国土交通省では、位置把握技術、通信技術、情報処理技術などの ICT（情報通信技術）を建設生産に適用して施工に係わる情報を効率的に利用することで、施工の効率化、安全性の向上、品質の確保、環境保全の向上と、監督・検査業務の改善を目指した情報化施工の推進を図っている。本文では、公共事業に占める割合の高いアスファルト舗装工を対象に ICT を組み合わせた情報化施工システムを構築し、試行工事を行い、舗装工の情報化施工に対応した施工管理手法の確立を目的としたものである。

キーワード：トータルステーション、舗装、出来形管理、効率化、要領、管理手法

1. はじめに

国土交通省では、建設施工全体の効率化に向けて公共事業における電子納品や電子入札などを中心とする CALS のアクションプログラムを推進している。施工段階においても、一部の大規模土工において ICT を活用した施工・施工管理手法の改善が試みられ、その効果が報告されているが、多くの公共事業においては依然として、施工情報の取得・管理に手間や紙面が必要とされている。

そこで、「情報化施工は、工事の設計から竣工に至るまでの様々な作業で必要となる施工管理情報を統合的に作成、取得、管理、利活用することで施工管理や監督検査の大幅な効率化をめざして建設工事を行うこと」と定義し、施工や施工管理の効率性の向上によるコスト縮減や工期短縮、土木構造物の品質の均一化、施工時の安全性向上などを目指すものである。

また今後は、国民の様々なニーズに対応しながら業務の質を低下させることなく、より良い社会資本を提供するためには情報化施工の実現が欠かせないものである。

上記の背景から、道路工事における舗装工を対象に ICT を導入した場合の施工・施工管理手法の「要領」（試行案）を作成し ICT 導入の実現性と効果の検証を行った。

2. 現行施工・施工管理の特徴

代表的なアスファルト舗装工の舗装構成は下層から

路盤、基層、表層となる。

現行の舗装工の施工管理項目は、出来形と品質の二項目で、出来形については下層路盤までは、設計図面に示される高さ及び厚さに対する管理が必要で、それ以上では厚さ管理である。

以下に、舗装工の施工の特徴を示す。

- ①高さ方向の出来形管理基準は、下層路盤以外は厚さ管理である。しかし、施工者は高さ管理を基本とし、結果として厚さを管理する手法をとっている。
- ②表層の仕上がり面は、道路端の排水溝などの構造物の天端に合わせる（舗装面が排水溝よりも低いと雨水処理ができない、あるいは水が溜まるなどの不具合が生じる）。
- ③舗装工では、工事費の約 60～70% を材料費が占めている。また、上位の層（表層に近い）ほど材料が高価であるため、施工者は下層路盤の仕上げ高さを厳密に管理して、上層の材料をできるだけ必要最小限にとどめるように施工する。
- ④基層や表層に不具合が生じた場合の再施工（施工のやり直し）は非常に困難である。
- ⑤舗装工の最終段階の管理項目として表層の平坦性が必要である。
- ⑥路盤の掘起こし、コア抜きによって、品質と出来形の両方の確認を行っている。

このように、舗装工では下層路盤の仕上がり出来形が非常に重要で、施工上も手間を要している。一方、基層・表層工では厚さを保つための機械化（アスファルトフィニッシャ）が進んでいる。

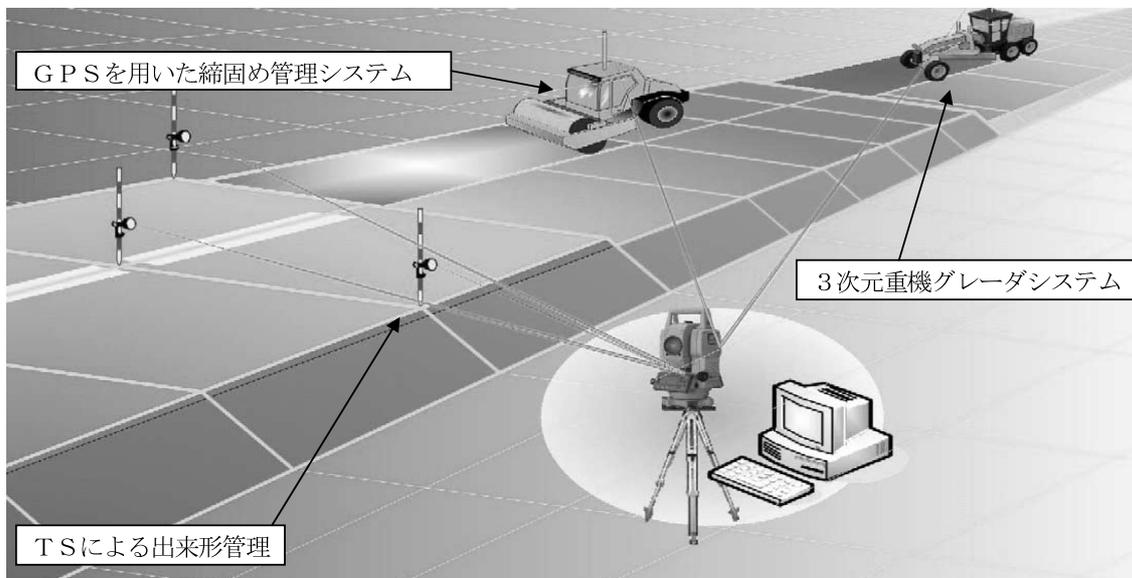


図-1 情報化施工のイメージ

3. 舗装工における情報化施工管理要領の概要

上述の整理から、下記に示す現行の施工および施工管理上の主な問題点を抽出した。

- ① 施工面積に対して管理が少数の点であり、施工箇所の面的な施工管理ではない。
- ② 施工管理のための掘起こしやコア抜きによって、手間と局所的な品質低下を招く。

そこで、舗装工における情報化施工では、図-1に示す実現イメージである3つのシステムの実現を目指すこととした。

4. 構内試験

(1) 構内試験概要

施工技術総合研究所内にて、上記で提案した情報化施工と現行施工を行い、その実現性と精度・効果について確認した。

情報化施工として以下のシステムを検証した。

① 3次元重機制御グレーダシステム

三次元設計データどおりにグレーダのブレードを自動制御する情報化施工システムである。ブレードの三次元位置情報認識には自動追尾TSを使用する。

② GPSを用いた締固め管理システム

締固め回数管理システムを搭載したホイールローラを使用する。

③ TS（トータルステーション）による出来形管理

路盤・基層・表層の出来形（高さ・厚さ）は、それぞれの施工後にTSによる三次元測量を行って出来形管理する。

試験条件は情報化施工 50 m, 現行施工 50 m とした。設計形状を図-2に示す。

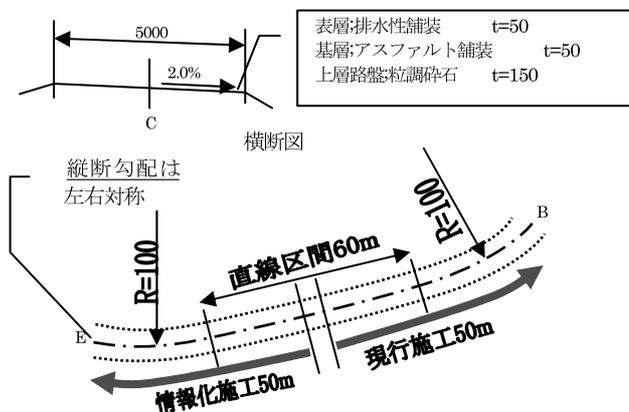


図-2 舗装工の設計形状

写真-1は現行の路盤整形工のなかで何度も繰返される出来形確認作業、写真-2は情報化施工中の写真で、写真-1のような人手による確認作業はほ



写真-1 現行施工路盤整形時の確認作業

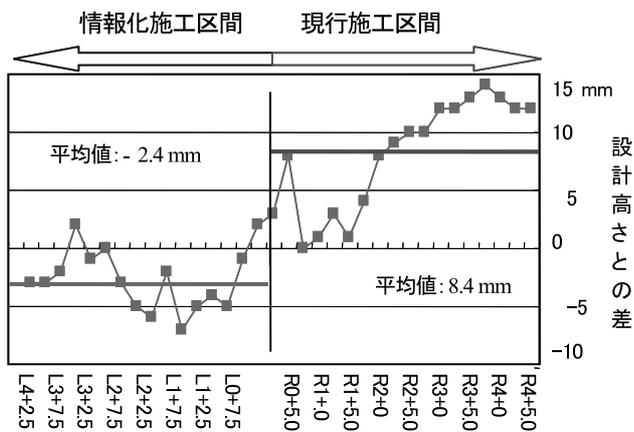


写真一 2 情報化施工路盤整形時の状況

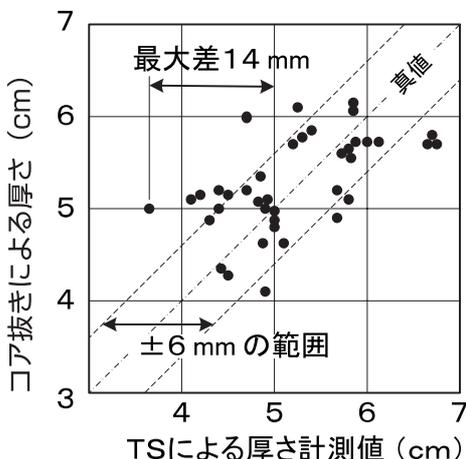
とんど必要なかった。

(2) 構内試験結果

図一 3 は現行施工と情報化施工の出来形について、下層路盤の仕上がり高さ与设计高さとの差を示したものである。現行の路盤整形工では高さ管理上での規格値(± 40 mm)の範囲内であるが設計値に対する差は大きく、情報化施工の路盤整形工では設計値に対する差が少ない。また、基層・表層の施工では、路盤上に所定厚さを巻出す機能を有したアスファルトフィニ



図一 3 路盤整形後の出来形 (高さ)



図一 4 基層・表層の出来形 (厚さ)

ッシャが一般的に利用されることから、最終仕上がり高さも情報化施工の方が設計値に近かった。

図一 4 は基層・表層の出来形を 3次元座標で計測した結果と、表層の施工後に 3次元計測した箇所をコア抜きして計測した結果の差を示した図である。図より、TSによる厚さ管理とコアによる実測値の差は表層で最大 1.4 cm であったが、多くは± 6 mm 以内である。

5. 実現場における試行工事の実施

構内試験の結果から、舗装工への TS を用いた出来形管理手法の導入により、監督検査および施工管理の効率化が期待できると考え、現場実務への組み込みの検証を目的として平成 18 年度に全国で 7 件の試行工事を実施した。

6. 舗装工の出来形管理

舗装工の幅、厚さの計測として現行で行われている巻き尺、レベルを用いた作業に TS を導入することにより効率化を図る第二の手法として確立するもので、さらには紙ベースの計測値が電子化されることで将来の維持管理や改築時の多方面での利用が可能となる。

舗装工は、路盤、基層、表層の各層で構成され、それぞれの規格値である厚さや高さなどの出来形管理は、外観から計測することは不可能であり、その都度、掘り起こしやコア抜きにより計測しているのが現行の確認方法である。

この方法では各管理断面における測定ポイントの特定に時間を要し、計測値の信頼性が薄れてしまう恐れがあることから、それを TS を用いることで、その特徴である測距・測角技術で平面座標を特定し、各測定点の標高差から各層厚を計算することにより出来形計測を行うものである。



写真一 3 TS による出来形計測状況



写真—4 測定時のミラー設置状況

写真—3, 4 にその測定状況を示す。

7. 出来形管理の流れ

(1) 平面座標の特定

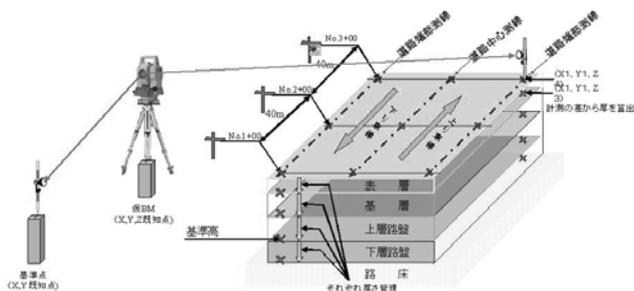
出来形管理の作業手順は、設計データを基にした座標平面図からそれぞれの平面座標を取り込み、現地において仮ベンチマーク（仮BM）を基準として、施工完了後の管理断面毎にTSの機能によりミラーを誘導しながら設置し出来形平面座標を特定する。

(2) 出来形（層厚）の計測

その平面座標の標高を測定することで仕上がり高さが求められる。これを各層毎に行いそれぞれの標高差から層厚を求める。

(3) 出来形管理帳票の作成

測定データはパソコンに連続的に取り込むことにより、出来形管理帳票を自動的に作成する。



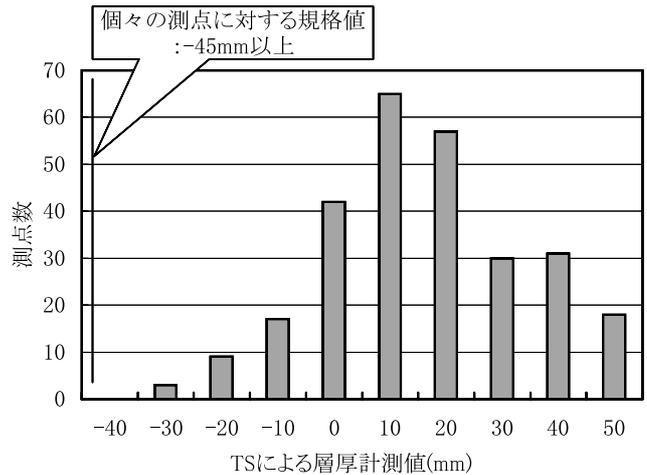
図—5 TSを用いた出来形管理の構成

8. 試行工事結果

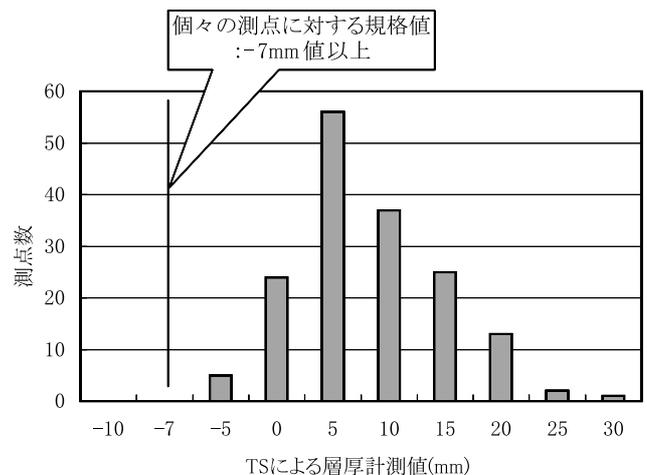
(1) 請負者が実施する出来形管理（計測，書類作成）の効率化

① 出来形品質の確保

TSによる出来形管理を適用した試行工事現場の個々の測点の出来形計測結果を図—6および7に示す。TSによる層厚管理により、いずれの層においても従来の規格値を満足する出来形品質が得られた。なお、施工管理は個々の測点で得られた層厚測定値の10点の平均値について管理を実施したが、全ての値について規格値を満足する結果が得られた。



図—6 TSによる層厚計測値と設計層厚との差異（下層路盤）



図—7 TSによる層厚計測値と設計層厚との差異（表層）

② 破壊検査の省略と多点での出来形管理の実現

出来形管理用TSの導入により、従来の破壊検査（掘起し・コア抜き）無しで層厚の確認が可能となった。その結果、表—1に示すように層厚検測箇所が

表—1 層厚検測点の比較

	層厚管理頻度 (1000m ² あたり)	備考
従来層厚管理	1点	・舗装幅員8mの場合
TS層厚管理	9～10点	・路盤・As舗装共通

飛躍的に増え、点ではなく面的に出来形品質を管理することが可能になった。

③出来形管理にかかる作業工数の低減

下層路盤・上層路盤・基層・表層の各層とも出来形管理作業に要する労力は従来施工と同程度であるが、出来形管理用 TS の導入により、従来の管理手法より層厚管理点数が大幅に増えていることから、出来形品質確保の観点から、より高度な出来形管理が従来と同等の労力で可能になったと言える。

(2) 出来形管理以外の用途への出来形管理用 TS の活用

出来形管理用 TS は、現況横断測量や中心杭・幅杭計測等、多様な用途に応用可能であるため、出来形管理用 TS が出来形管理以外の用途に活用された件数は表一2のとおりだった。

表一2 出来形管理以外の用途への活用実績

TS 適用作業名	現場数	割合 (%)	作業が効率化した程度 (請負者評価)
現況横断測量	5	83%	10%～15%程度
中心杭・幅杭測量	2	33%	20%程度
舗装用トンボ 丁張り設置	2	33%	10%～20%程度
構造物工	2	33%	

中心杭・幅杭設置、構造物工の丁張り設置（施工後の管理点復旧）、舗装用トンボ丁張り設置については、基本設計データを入力した出来形管理用 TS を用いれば準備計算無しに丁張り設置が可能となり、現場で決めた任意の位置に丁張りの設置が可能となるので、従来のトランシットとレベルを用いる手法と比較して主として内業が効率化される効果があった。

(3) 舗装余裕厚*の確認による舗装の層厚不足箇所発生の未然防止

段階確認時、路床・上層路盤・下層路盤の施工時、出来形計測用 TS の比高表示機能（測定直後に測定箇所における設計と出来形との標高差が表示される機能）を利用して、舗装余裕厚を確認した結果、舗装余裕厚が確保できないため、路床あるいは路盤の高さ修正を行った事例の有無を調査した。1現場で、TS による出来形検測により、舗装の層厚不足を招く恐れのある舗装余裕厚不足箇所を発見し、下層路盤・路床の修正施工を行ったことがあるとの回答が得られた。これは、TS 出来形管理により不具合箇所の発生を未然に防止したことを意味する。

*表層の仕上がり面は、隣接する構造物等の天端高さにあわせて施行する必要がある、その高さと路床の標高差が施行出来る舗装厚（舗装余裕厚）となる。

9. 出来形管理要領（案）の作成

これまで、盛土工や舗装工の情報化施工へ取り組んでおり、平成19年度は試験施工の結果を踏まえ「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領（案）（舗装工編）」を制定する予定である。

本要領は、設計図書から基本設計データを作成し現場における出来形計測の測定、さらには出来形管理帳票作成までの一連の作業を「土木工事共通仕様書(案)」に準拠しとりまとめ作業を行っている。

本書を用いることにより、施工者が TS を用いた出来形管理を容易に導入できるよう方策を定めるもので、主な内容は以下の通りである。

- ・出来形管理用 TS の計測性能の定義
- ・基準点の設置方法
- ・基本設計データの作成
- ・出来形確認方法
- ・出来形管理基準および規格値
- ・出来形管理帳票の作成
- ・写真管理基準

10. まとめ

今後は TS による出来形管理の適用工種拡大による効率性・生産性の向上を図るため盛土工・舗装工以外の道路付随工種（歩道工、側溝工など）についても出来形管理要領（案）を作成することで道路工全体として、一連の出来形管理を「施工管理データを搭載した TS」により実現させることで更なる普及促進を進めていくものである。 JICMA

[筆者紹介]

川俣 裕行 (かわまた ひろゆき)
国土交通省
関東地方整備局
企画部
施工企画課長



坂本 鋼三 (さかもと こうぞう)
国土交通省
関東地方整備局
関東技術事務所
機械課
機械調査係長

