

# トータルステーションを用いた 出来形管理要領（道路土工）の紹介

田中 洋一

国土交通省では、情報通信技術を用いた施工管理の合理化手法として「施工管理情報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）」（道路土工編）を公開した。本報文では、この出来形管理要領の内容について紹介する。

キーワード：トータルステーション、出来形管理、道路土工、情報モデル、現場試行

## 1. はじめに

国土交通省では、ICT（Information and Communication Technology）を用いた施工管理の合理化、品質の確保に取り組んでいる。情報通信技術を用いた施工管理の合理化手法として、道路土工の施工における出来形管理を対象に「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）（道路土工編）平成19年3月」（以下、「TS要領」という）を通知した。TS要領は、国土交通省HPに掲載されている（[http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/01/010406\\_2\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/01/010406_2_.html)）。

従来の道路土工における出来形管理は、巻尺・レベルを使った手間の掛かる方法で実施している。TS要領を用いた出来形管理は、小規模な現場でも利用されているトータルステーション（以下、「TS」という）に基本設計データ（工事基準点や3次元の道路設計形

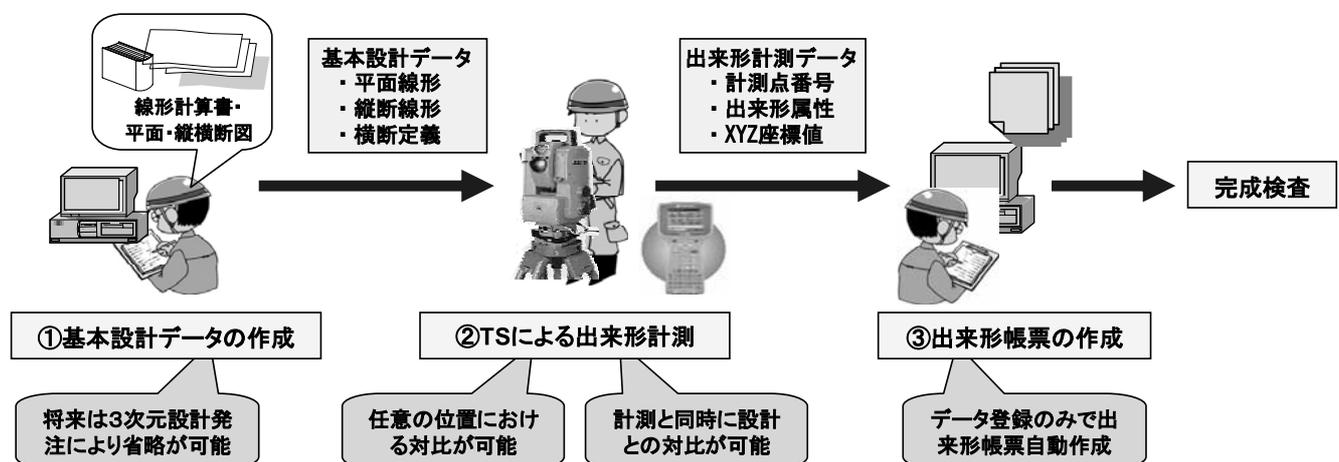
状データ等）を搭載し、計測・管理するものである。TSを用いた出来形管理は、出来形計測、工事写真撮影、出来形管理資料作成に業務の改善効果がある。本報文では、平成19年度から運用を開始したTS要領の概要について紹介する。

## 2. TSを用いた出来形管理の概要

施工者は、TSによる出来形管理作業の流れにしたがって道路土工の出来形管理を実施する（図—1）。TSによる出来形管理の作業は、①基本設計データの作成、②TSによる出来形計測、③出来形帳票の作成の3つの手順で構成される。

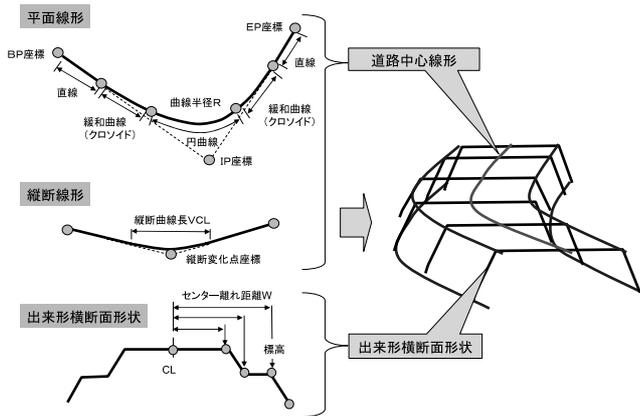
### (1) 基本設計データの作成

施工者は、最初に基本設計データを作成する。基本設計データは、TSを用いた出来形管理を行うために

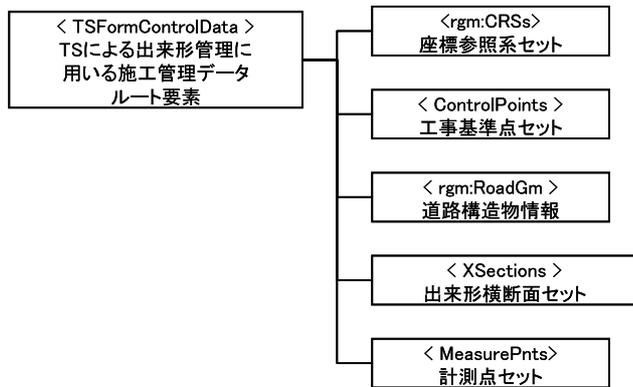


図—1 トータルステーションによる出来形管理の流れ

必要な、3次元の道路設計形状、工事基準点などのデータから構成される。3次元の道路設計形状は、道路中心線形と出来形横断面形状の形状データにより、道路の外郭を表現している（図—2）。基本設計データは、TSから出力される出来形計測点セットと合わせて施工管理データと名付け、「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準（案）平成18年9月」として公開している（図—3）。



図—2 基本設計データのイメージ



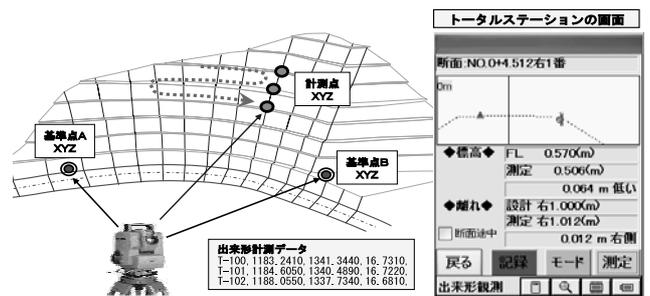
図—3 データ交換標準の全体構成

基本設計データの作成は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて行う。施工者は、道路の線形計算書、平面図、縦断図、横断図などの発注図面から判読した平面線形、縦断線形、幅員、横断勾配、法面形状、管理測点番号などの情報項目を順にソフトウェアを用いて入力し、基本設計データを作成する。基本設計データの作成は、従来の丁張り計算とほぼ同等の難易度である。作成に要する時間は、ソフトウェアの取扱いに慣れれば半日程である。作成作業は、従来の巻尺・レベルの出来形管理にはない作業であるが、工事発注図面の情報を再入力しているため、将来は発注図の電子データを利用することで効率化できると考えている。TS要領には、基本設計データの作成方法や作成時の

留意点、作成後のチェック方法が記載されている。基本設計データの間違ひは、出来形管理の結果に致命的な影響を与える。施工者は、作成した基本設計データと設計図書を照合確認し、チェック結果を監督職員に提出することとなっている。

(2) TSによる出来形計測

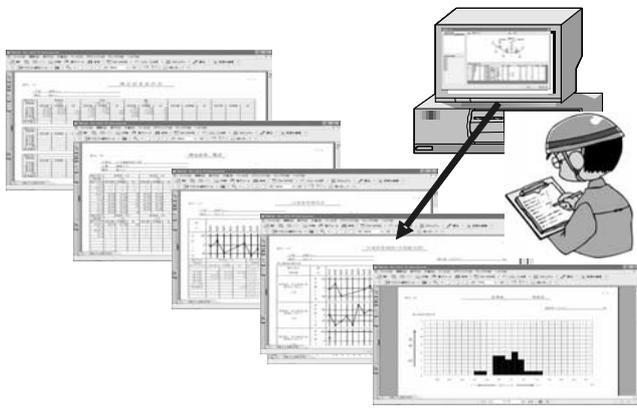
施工者は、作成した基本設計データをTSに搭載し、現場で出来形計測点である道路中心、道路端部、法肩、法尻などの3次元座標値を計測、記録する。出来形計測には、TS要領に対応したTSが必要であり、TS要領では「出来形管理用TS<sup>3)</sup>」としている。出来形管理用TSは、単に施工管理データを搭載できるだけでなく、現場で効率的に出来形計測・確認するための機能を持っている。現場での出来形計測作業と出来形管理用TSの画面に表示される情報の一例を示す（図—4）。基本設計データを搭載した出来形管理用TSは、計測後瞬時に計測した箇所の測点名と設計横断面形状を画面表示し、計測箇所の出来形と設計形状との差異を表示する。また、計測データの1点1点には、設計データと対比するためのコード番号が付与されており、計測後にパソコンでのデータ整理を簡便に行うことができる。出来形管理用TSは、出来形管理だけでなく丁張り設置や監督・検査時の出来形確認を支援する機能も持っている。



図—4 TSを用いた出来形管理のイメージ

(3) 出来形管理資料の作成

施工者は、「出来形帳票作成ソフトウェア」に基本設計データと出来形計測データを登録することで、完成検査に提出する出来形管理資料（測定結果一覧表、出来形管理図表、出来形管理図、度数表）を自動作成することができる（図—5）。TS要領の出来形管理資料の項目は、現行の土木工事施工管理基準に定められたものと同様である。これにより従来の巻尺・レベルの計測結果をパソコンに手入力する作業は不要になり、帳票作成作業の省力化と入力ミスを削減することができる。



図一五 出来形帳票作成のイメージ

### 3. TS 要領の記載内容

TS 要領には、計測に使用する基準点の設置方法や TS の据付、計測方法の注意点、出来形管理基準及び規格値が記載されている。TS 要領の記載内容は、①適用の範囲、②使用機器の構成、③基本設計データの作成、④ TS による出来形計測、⑤出来形管理基準及び規格値、⑥出来形管理写真基準、⑦出来形管理資料の作成、⑧電子成果品の作成規定から構成されている。

#### (1) 適用の範囲

TS 要領の適用工種は、道路土工（掘削工、路体盛土工、路床盛土工）である。TS による出来形管理は、道路土工に工種を絞って要領を策定した。道路土工を選択した理由は、対象工事数が多いことと、技術普及の効果が大きいと判断したからである。

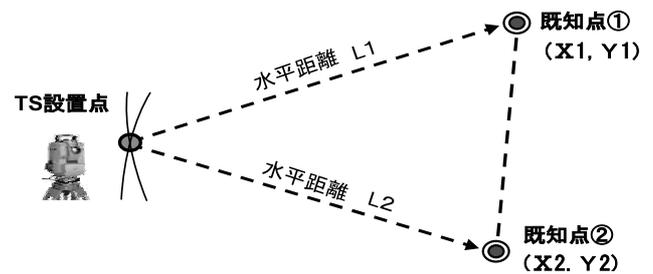
#### (2) 使用機器の構成

TS を用いた出来形管理を行うためには、「基本設計データ作成ソフトウェア」、「出来形管理用 TS」、「出来形帳票作成ソフトウェア」のソフトウェアや機器が必要である。現在、「基本設計データ作成ソフトウェア」と「出来形帳票作成ソフトウェア」は、国土技術政策総合研究所で開発したものを無償で公開している。「出来形管理用 TS」については、「出来形管理用 TS 機能要求仕様書（案）」を作成し、仕様を基に「出来形管理用 TS」を民間開発している。

#### (3) TS による出来形計測

TS 要領では、計測点を観測できる位置に既知点がない場合などを考慮して、一定の精度を確保できる範囲で後方交会法の利用を認めている。後方交会法は、2つの既知点の座標値と TS までの水平距離から TS の位置座標を算出する方法である（図一六）。これに

より TS を基準点直上に据えることなく、現場で出来形計測に適した任意位置に TS を設置することが可能となる。



図一六 TS による後方交会法

出来形計測の効率は、従来の巻尺・レベルと後方交会法の利用を含めた TS を比較した場合、約 1.5 倍になることを確認している（図一七）。TS による計測は、高さ方向の計測誤差が測定距離に比例して大きくなる傾向がある。TS 要領では、試行工事の検証結果を踏まえて、計測距離を 100 m 以内に制限することで、高さ方向に関する計測精度を確保している。

項目	現行の計測方法	TSによる出来形管理
計測範囲		
計測点数	12point	12point
計測時間	50.0min	32.2min
計測効率	4.2min/point	2.7min/point

図一七 現行方法と TS の計測効率の比較

#### (4) 出来形管理基準及び規格値

TS 要領の出来形管理基準及び規格値は、現行の評価尺度を同一とするために土木工事施工管理基準に定められた内容と同様である（図一八）。

工種	測定項目	規格値 (mm)	測定基準	測定箇所
掘削工	基準高 ▽	±50	施工延長 40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所につき2箇所。基準高は、道路中心線及び端部で測定。	
	法 長 ℓ < 5m	-200		
	法 長 ℓ ≥ 5m	法長-4%		
	幅 W	-100		
路体盛土工 路床盛土工	基準高 ▽	±50	施工延長 40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所につき2箇所。基準高は、道路中心線及び端部で測定。	
	法 長 ℓ < 5m	-100		
	法 長 ℓ ≥ 5m	法長-2%		
	幅 W1, W2	-100		

図一八 出来形管理基準及び規格値

(5) 出来形管理写真基準

TS 要領の出来形管理写真基準は、撮影方法を現行基準から簡素化した。現行基準では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黑板に ①工事名、②工種等、③測点（位置）、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載する。TS 要領では、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図を省略してもよいこととした。TS を用いた出来形管理では、巻尺を用いた長さ計測は不要であり、リボンテープとピンポール



図一9 出来形管理写真の例

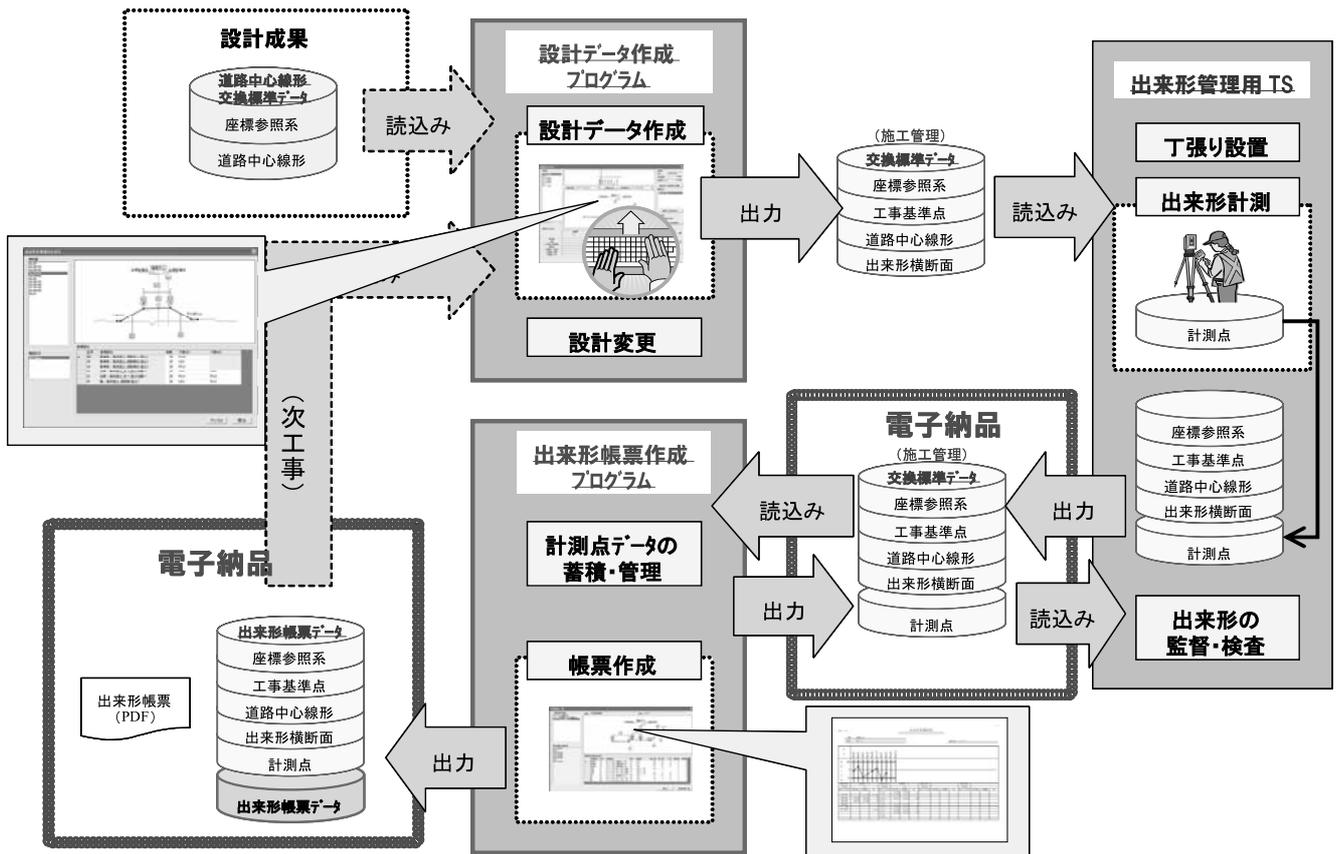
などを写しこんだ出来形寸法を確認する写真は必要ない（図一9）。

(6) 電子納品の作成規定

電子成果品の作成規定は、「工事完成図書電子納品要領（案）平成16年6月」に規定されている内容に準拠し、TS 要領に基づき作成された工事成果品を電子納品する方法について定めている。TS 要領に基づいて作成する工事成果品は、施工管理データ（XML ファイル）、出来形帳票データ（XML ファイル）、出来形管理データ（PDF ファイル）の3種類としている（図一10）。また、TS を用いた出来形管理資料が特定できるように打合せ簿管理ファイル（MEET.XML）の管理項目について必須記入内容を示している。

4. 試行工事の実施結果

国土交通省では、妥当性の検証と改善点の抽出を目的に、平成17、18年度に試行工事を実施した。試行工事は、施工業者・監督職員・検査官と、民間で開発した出来形管理用 TS により実施された。また、監督職員・検査官には、TS 要領に対応した監督・検査を



図一10 作成する電子成果品データ

円滑に行うため、「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監督・検査マニュアル(案)」を配布した。

試行工事の結果は、施工業者、監督職員の双方から実務上の問題は特に報告されなかった。TSを用いた出来形管理は、巻尺・レベルによる方法と比べ、以下の効果があることを確認できた。

- ①計測作業の迅速化：計測前の準備作業（中心杭の復元など）が軽減でき、また計測時間も短いため出来形管理が効率化する。
- ②出来形管理資料の自動化：計測から管理図作成までシステムでデータ処理ができ、管理図作成が効率化し、データ転記のミスも防げる。
- ③品質の確保：丁張りや施工途中の出来形などが簡単・迅速に確認でき、計測と同時に現場で設計値との対比ができるので、出来形不足なども迅速に発見し速やかに施工の修正ができる。
- ④監督・検査の効率化：出来形管理用 TS の機能を有効に利用することで、不正行為の抑止効果や出来形不良の早期発見が期待できる。

施工者からは、基本設計データ作成に手間が掛かることの指摘があった。将来は、道路中心線形データが設計段階から交換標準に従って受け渡され、工事発注図としての道路横断面図が CAD データとして提供されることで、基本設計データ作成を効率化できると考えている。

## 5. 今後の取組みについて

TSによる道路土工出来形管理は、平成19年度から本格運用されている。TS要領は、情報技術を用いて施工管理（出来形管理）を業務改善する方法を示すことができた。TSによる出来形管理手法をさらに展開していくためには、出来形管理要領を道路土工以外の工種で利用できるように拡張する必要がある。

そのためには、出来形管理要領を道路土工以外への適応性について検証する必要がある。平成19年度は、河川土工を対象に妥当性の検証と改善点の抽出を目的として、4現場にて試行工事を実施する。そして、試行工事の結果から、河川土工の出来形管理要領としてとりまとめ、平成20年度から運用する予定である。また、道路の工種として道路土工と関連のある舗装工種でも、TSによる出来形管理要領をとりまとめ、河川土工と同様に平成20年度から道路舗装の出来形管理要領として運用される予定である。さらに、道路附随工種へのTSによる出来形管理の適応についての検

証作業に着手し、出来形管理要領を整備していく予定である。

現在の出来形管理用 TS は、情報モデルを道路土工の出来形管理に特化して作成している。そのため、河川土工や舗装・擁壁・側溝などの道路構造物において、出来形管理を行うことができない。今後は、道路土工での情報モデルを河川や砂防の土工に対応させるために、河川土工の出来形管理に必要な情報モデルを構築し、データ交換標準を作成する必要がある。また、道路附随工種の検証と併せて、道路附随工種に関する情報モデルも追加する必要がある。そして、データ交換標準に情報モデルを追加することで出来形管理用 TS のソフトウェアをアップデートする必要がある。ソフトウェアのアップデートにより、出来形管理対象を河川土工や舗装・擁壁・側溝などの道路構造物に拡張できると考えている。

現在、基本設計情報作成ソフトウェアと出来形帳票作成ソフトウェアは、国総研が作成したものが唯一利用できる。今後は、データ交換標準の拡張に併せて、民間への開発募集を行って、ソフトウェアベンダーでの開発を期待するところである。

最後に、TSによる出来形管理手法の整備を進めてきたが、GPS、レーザースキャナ、デジタルカメラ画像などの特性が違う情報機器についても、同様な出来形管理手法が開発可能であると考えている。新たな出来形管理手法を作成する場合でも、TSの時と同様に出来形管理に必要な要件や機能を示すことで、開発が可能であると考えている。このように、出来形管理という目的を達成する情報技術の利用方法を構築し、施工管理の合理化や施工品質の確保に ICT を用いて寄与することができればと考えている。TS要領やソフトウェアの情報については、HP「TSを用いた出来形管理の情報提供サイト」<sup>4)</sup>を参考にして頂きたい。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 有富孝一・他：施工管理に活用できる道路構造物の基本設計情報の構造化，土木情報利用技術論文集，土木学会，Vol. 14，2005年10月
- 2) 有富孝一・他：TSを活用した道路土工における出来形管理のトータルシステムの構築，土木情報利用技術論文集，土木学会，Vol. 15，2006年10月
- 3) 田中洋一・他：出来形管理用トータルステーションの評価試験について，土木情報利用技術論文集，土木学会，Vol. 16，2007年10月
- 4) <http://www.gis.nilim.go.jp/ts/index.html>

### 【筆者紹介】

田中 洋一（たなか よういち）  
国土交通省  
国土技術政策総合研究所  
高度情報化研究センター  
情報基盤研究室

