

トータルステーションシステムを活用した出来形管理手法

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

えんどう かずしげ
室長 遠藤 和重

1. はじめに

現場での施工管理は、旧態依然の作業内容のままであり、書類作成等の作業に手間とコストがかかっている。国土技術政策総合研究所では、公共測量作業で一般的に利用されているトータルステーション（以下「TS」という）を活用した出来形管理を小規模工事で利用することを提案した。TSは、1台の機器で角度（鉛直角・水平角）と距離を同時に測定する電子式測距測角儀である。TSは、測角のための望遠鏡の光軸（視準軸）と光波距離計の光軸が同軸になっていること、電子的に処理された測定データが外部機器に出力できることの2点が最大の特徴である¹⁾。そのため、請負者や監督・検査職員がICT利用をするために、現行の出来形管理基準にてTSが利用できる方法について提案した²⁾。そして、実工事において現行の出来形管理基準を遵守し、TSによる出来形管理を運用するために必要な請負者および監督・検査職員向け要領を作成した。また、提案したTSを利用するためのサポートするソフトウェアで構成されたシステム（以下「TSシステム」という）を活用して、要領に基づく試行工事を行い、要領の適用性について検証した。

2. 出来形管理における問題点

現行の巻尺・レベルによる出来形管理手法（以下「従来手法」という）における出来形計測では、巻尺で長さ、レベルで高さを計測したものを野帳にメモ書きしておき、出来形管理図に転記し必要な図示や計算式を標記して出来形管理資料を作成している。このため、さまざまな手間のかかる作業が発生するだけでなく、転記ミス、判読ミス、計算ミスなどの要因ともなっている。図 1 に現行の出来形管理の問題点を示す。

TSシステムを活用した出来形管理手法（以下「TS手法」という）は、3次元情報を活用して、判読ミス、計算ミス、転記ミスといった人為的なミスを軽減できる。ところが、TS手法は従来手法と異なる作業内容である。そのため、TS手法で確実に作業を実施させるためには、具体的な作業手順を要領として作成する必要がある。しかし、請負者が行う出来形管理作業は、従来手法とTS手法で異なっている。図 2 に従来手法とTS手法との違いを示す。TS手法では、設計図書からの設計情報抽出、TS設置、TSによる計測、TSによるデータ記録、出来形帳票の作成という作業が必要となる。

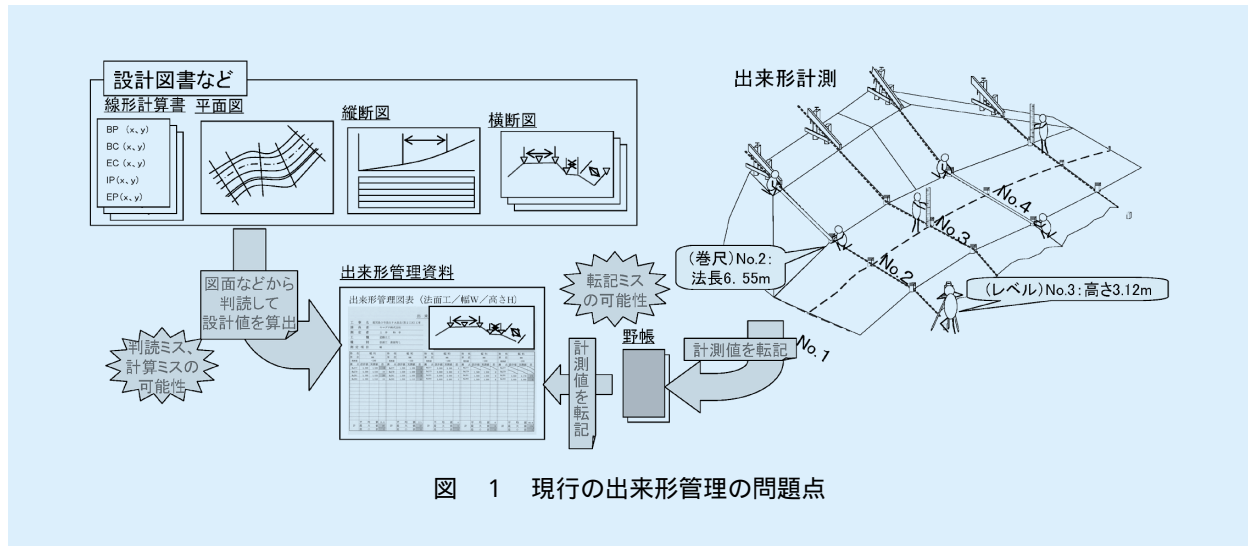


図 1 現行の出来形管理の問題点

設計図書からの設計情報抽出は、出来形計測値と比較するため、設計図書より設計情報を抽出し、3次元設計情報を作成する必要がある。TS設置位置は、現場に設置された基準点より3次元座標を取得し算出する。そのため、TS設置では、TS設置位置を算出するための基準点設置が必要となる。TSによる計測は、TS手法での基本となる作業であり、従来手法での計測に代わり必要となる。TSによるデータ記録は、出来形計測値を自動的にデジタルデータでTS内部のメモリーなどに記録される。出来形帳票の作成は、設計データ、出来形計測データより出来形帳票を自動

的に作成する。

以上のことから、請負者が行うTS手法の作業内容は従来手法と異なるため、監督・検査職員が把握すべき作業内容についても従来手法とは異なる。そのため、請負者が行う従来手法と異なる作業内容については、監督・検査職員としても把握する必要がある。

3. TSシステムの機能

TSを活用した出来形管理を行うためには、TSシステムが必要である。図 3にTSシステムの構成を示す。TSシステムに基づく出来形管理作業は、基本設計データ作成、出来形計測、出来形帳票作成の順に進められる。TSシステムでは、基本設計データ作成を「基本設計データ作成ソフトウェア」、出来形計測を「出来形計測データを作成するハードウェアおよびソフトウェア（以下「出来形管理用TS」という）」、出来形帳票作成を出来形帳票作成ソフトウェアで実施する。基本設計データ作成ソフトウェアおよび出来形帳票作成ソフトウェアは「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（案）」³⁾、出来形管理用TSは「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（案）」³⁾に基づき構築される。なお、これら三つの

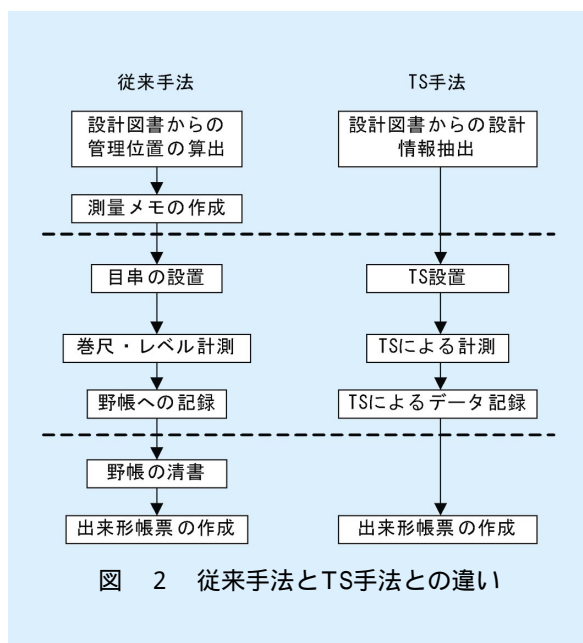


図 2 従来手法とTS手法との違い

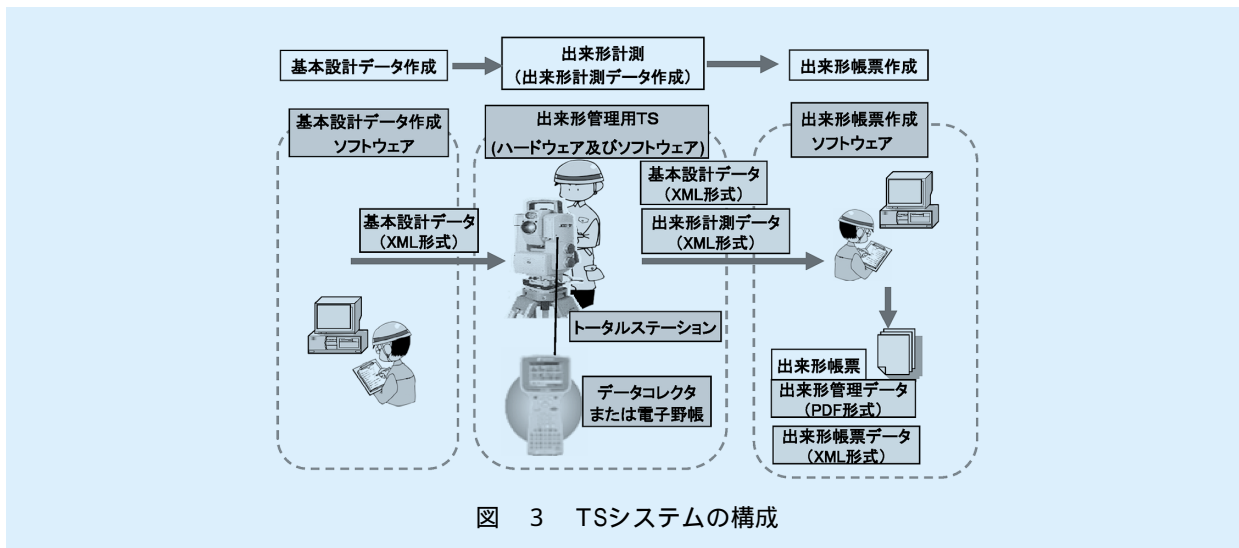


図 3 TSシステムの構成

ソフトウェア間のデータ交換は、「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）」³⁾に基づき行われる。

4. 試行工事の実施

TS手法は、TSシステムを利用するための運用方法を定めることにより効率的に実施することが可能となる。そのため、「請負者向け要領」「監督・検査職員向け要領」を作成した。

「請負者向け要領」には、施工計画書の記載事項、出来形管理基準および規格値、写真撮影方法といった現行の出来形管理基準で記載している事項や基本設計データの作成および確認、基準点の設置方法、出来形計測方法、出来形帳票の作成といったTS手法の特記事項となる作業内容について記述してある。また、データを有効活用するために電子納品作成規定についても記述してある。

「監督・検査職員向け要領」には、請負者向け要領に基づく監督・検査実施手順として、施工計画書の記載内容、基準点の設置状況、基本設計データの照合などに関して記述してある。具体的な監督・検査手順については、参考資料として一例を記述してある。

作成した請負者向け要領、監督・検査職員向け要領が現場で適用できるかを検証する。そのた

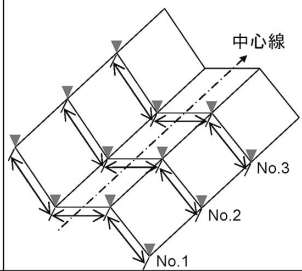
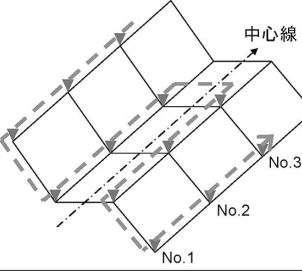
め、本研究では、平成17～19年度にかけて作成した要領に基づく試行工事を実施した。要領に基づく試行工事結果では、請負者、監督・検査職員の双方から特に実務上の問題は報告されなかった。そのため、要領に基づくTS手法は、現場適用が可能であることを確認できた。そのうえ、出来形管理作業の効率化、監督・検査業務の迅速化、出来形帳票作成作業の効率化、施工現場での対応迅速化、品質向上の効果が得られることがわかった。一方、機器およびソフトウェアの費用、TS手法で施工できない箇所への対応、基本設計データの作成作業の手間といった課題が得られた。

出来形管理作業の効率化は、従来手法である巻尺・レベルによる出来形管理に比べて出来形計測時間が短くなった。表 1に、従来手法とTS手法との作業時間の比較を示す。TSを用いた出来形管理は、従来手法よりも約1.5倍、計測効率が高い。

監督・検査業務の迅速化は、TS手法における監督・検査業務の作業時間を調査した。図 4に監督・検査職員作業時間測定結果を示す。監督・検査職員にヒアリングを行うと、従来手法での作業時間と同じ程度であるという意見が得られた。

出来形帳票作業の効率化は、出来形計測から出来形帳票作成までをTSシステムでデータ処理ができたため、出来形帳票作成が効率化されるとともに、データ転記のミスも防ぐことができた。

表 1 従来手法とTS手法との作業時間比較

項目	従来手法	TS手法
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

注1) 従来手法では基準高さ12点、長さ9カ所の計測を行った。
注2) TS手法では、1回のTS設置と12点の座標計測を行った。

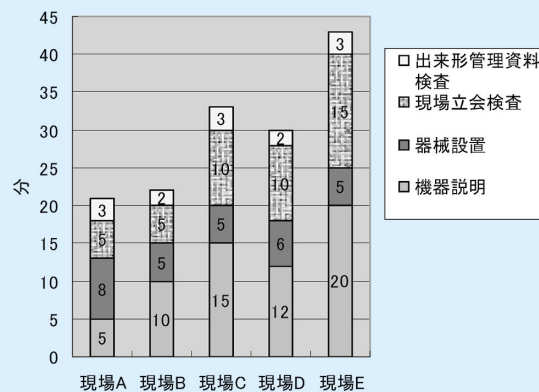


図 4 監督・検査職員作業時間測定結果

施工現場での対応迅速化は、計測と同時に現場で設計値との対比ができたため、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ことが期待できる。

品質向上は、管理断面のみならず、任意断面においても設計値と測定値の差を現場で即座に確認できたため、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。

機器およびソフトウェアの費用は、TSシステム利用のために発生する。TSシステムでは、出来形管理用TSおよび基本設計データ、出来形帳票作成ソフトウェアが必要となる。試行工事では、基本設計データ、出来形帳票作成ソフトウェアを、国土技術政策総合研究所自ら開発して請負者に提供したが、実工事での運用では、これらソフトウェアの購入費用が負担となる。

ラウンディング部などTS手法では行うことができない箇所である。ラウンディング部では曲線となるため2点間の3次元座標により長さを算出するTS手法では利用できない。

基本設計データ作成作業の手間は、3次元設計情報の作成という、従来手法で行っていた丁張り位置の算出とは異なる作業であるため手間となっている。

5. まとめ

(1) TS手法を活用するための基準の提案

現行の出来形管理基準は管理断面個所に設けている。請負者は、管理断面部分のみ精度よく施工すれば評価される。しかしながら、TS手法によ

り、管理断面以外の任意の断面についても設計値との対比を行うことができる。そのため、管理断面以外の任意の断面における設計値との対比結果が良好であれば、工事成績を加点するなどして、全体の仕上がりを評価する基準を設けることにより、品質向上につながるのではないかと考えている。

(2) TS手法の利用促進策

TS手法を利用する上で、請負者は、機器およびソフトウェアの購入またはレンタル費用が負担となる。TS手法は発注者にとってもメリットがある手法であるため、総合評価による技術評価点の加点を行うことにより、請負者としても、TS手法による提案を行うメリットが発生する。TS手法が普及すれば、機器およびソフトウェアの購入またはレンタル費用も下がる可能性があるため、さらなる利用促進が見込めると考えている。

(3) 施工作業の効率化

ラウンディング部の処理方法などTS手法における施工方法が確立されていない事例がある。現行の施工方法はラウンディング部の端部を厳密に定義しているわけではないため、TS手法では、ラウンディング部の曲面部を直線で近似することによって施工可能であると考えている。

そのため、TS手法による施工作業を効率化するためには、現行の施工手法をとりまとめた上でTS手法の施工事例を検証する。その上で、施工事例集として公表していくことを考えている。

(4) 監督・検査業務の迅速化

監督・検査業務におけるTS手法と従来手法の作業時間は同じ程度であるというヒアリング結果を得た。TS手法に関する監督・検査職員への説明時間は、監督・検査職員がTS手法に慣れることにより時間短縮を図ることができる。そのため、今後、TS手法が普及していくと、監督・検査業務の迅速化にも寄与するのではないかと考えている。

6. さいごに

試行工事で利用した請負者向け要領、監督・検査職員向け要領は、試行工事結果を踏まえて編集し、「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）」（以下「要領（案）」という）および「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・検査の手引き（案）」（以下「手引き（案）」という）として作成した。作成した要領（案）は平成20年4月に公開し、道路土工および河川・海岸・砂防土工を対象にTS手法が運用できることとなった。

TS手法による請負者および監督・検査職員の作業内容は、要領（案）および手引き（案）の作成により明確となった。また、要領（案）および手引き（案）に基づくTS手法は、施工作業の迅速化、品質向上、監督・検査業務の迅速化が期待できる。

国土交通省では、情報化施工推進戦略⁴が策定され、施工段階の情報を維持管理段階で活用する方法や設計データを建設機械へ活用する方法などを検討することになっている。

【参考文献】

- 1) 利田光隆：進化し続ける主力測量機トータルステーション，建設機械，Vol 41/No 3，pp 4 7，2005。
- 2) 有富孝一：ITを活用した施工管理の業務改善，建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集，Vol 21，pp .147 150，2003。
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所：トータルステーションを用いた出来形管理に関する資料，国総研資料，第483号，2008 .11
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0483.htm>。
- 4) 国土交通省：情報化施工推進戦略，2008 .7
http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000009.html。