

3 4. 「トータルステーションを用いた出来形管理要領（案）」について

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

○阿部寛之、金澤文彦、田中洋一

1. はじめに

「トータルステーションを用いた出来形管理要領（案）」（以下、「要領」という。）は、道路土工の出来形管理の合理化を目的に、国土交通省で策定中の要領である。この「要領」の新しさは、現場で日常的に使用されているトータルステーション（以下、「TS」という。）と、従来の道路工事ではあまり利用されていない道路プロダクトモデルを設計段階から工事へ流通させて、施工管理に活用する点にある。

本稿は策定中の「要領」の概要を紹介するものである。

2. 検討の経緯

2. では、これまでの検討過程を記し、「要領」を策定するに至る経緯を紹介する。

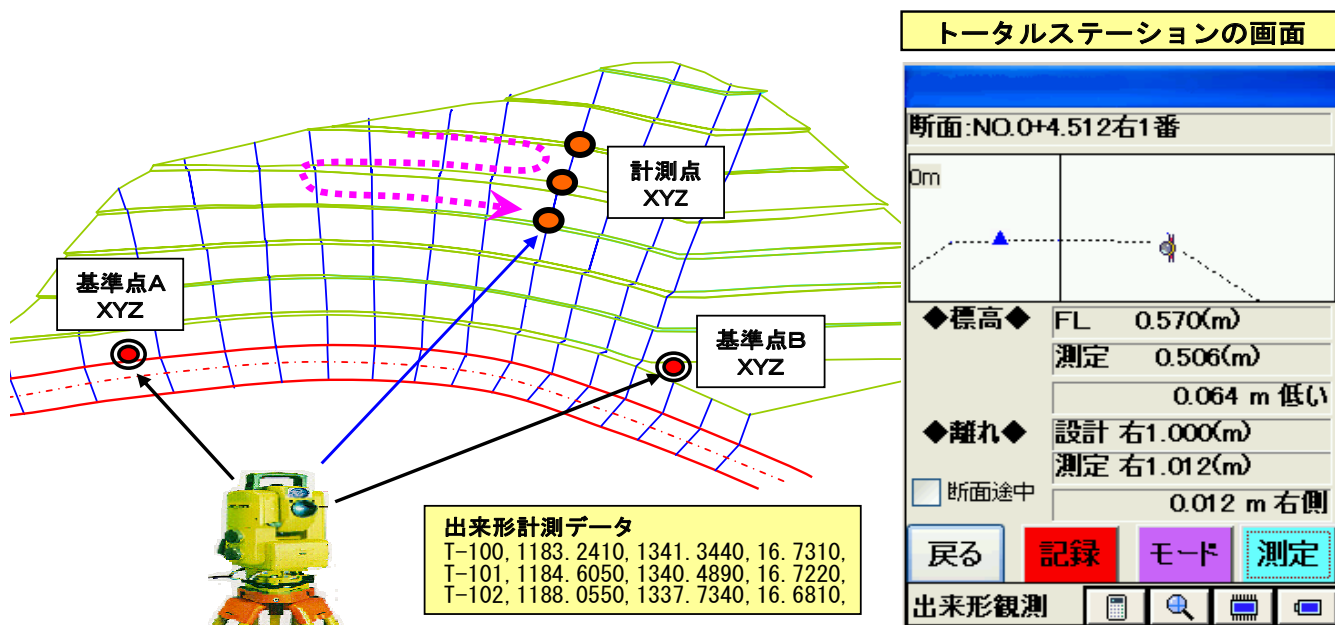
情報基盤研究室では、建設 CALS/EC の一環として平成 13 年度から情報化施工の研究を開始した。平成 13 年度は土木施工業務の中での情報の流れを整理し、業務改善につながるサービス提供項目を分析し、平成 14 年度は土木施工で必要とされる情報に関する全体設計（システムアーキテクチャ：SA）案として取りまとめた。平成 15 年度は土工、舗装工などに対象を絞り現場業務改善サービスの抽出と体系化、各施工プロセスで扱われる情報やその流れ、作業内容などを表現した SA の構築、丁張り設置や出来形確認など具体的サービスを実現する SA の検証を行った。平成 16 年度はサービスを道路土工の施工管理と監督検査における出来形管理に絞り、現場技術者が日常の施工管理や測量で使用している TS と道路プロダクトモデルによる新しい出来形管理方法を検討した。平成 17 年度はこの新しい出来形管理方法の「要領」のタ

タキ台を作成し、必要となるデータ仕様書、アプリケーション等を開発した。また、技術資料やデータ収集のための構内実験を行なった。また更に、「要領」をタタキ台から試行案に改良し、この試行案の改善点抽出を目的に、全国 6 ヶ所の国土交通省の実工事で試行工事を行い検証した。

本年度は、昨年度試行の結果を踏まえ、「要領」とデータ仕様書、アプリケーションを改良し、昨年度は 1 社 1 機種だった TS のメーカー数を拡大して、早期の本格運用に向けた試行工事を全国で実施する。

3. 新しい出来形管理のねらい

最近の施工現場では国土交通省の推進する CALS/EC、電子納品に対応するため、IT 化が一応の進展を見せ一人一台のパソコンがインターネットにつながっている職務環境が実現した。現場の施工管理に業務支援ソフトを導入して丁張り計算や工事写真整理、完成検査資料作成等を省力化したり、測量機器に TS を用いる現場が増えてきている。しかし情報化施工については、特に中小規模の工事においてシステム導入コストとシステムで利用する設計データを作成する手間が大きいという採算的理由からそれほど普及していない。TS による出来形管理のシステム導入コストは TS の導入費用であり、既に TS を購入している現場は TS 端末機器の十数万円のバージョンアップ費用で済む。試行実験では工事費が 5000 万円以上であれば採算が合うと試算している。また、設計データの作成には 1 日ほど要するが、将来的には設計業務から工事施工に流通するようになり、施工業者の設計データ作成手間がなくなることも期待している。



図－１ トータルステーションを用いた出来形管理のイメージ

4. TSを用いた出来形管理の概要

「要領」の出来形管理方法の特徴は、使用する測定器に現行の巻尺・レベルに替わって“施工管理情報を搭載したTS”を用い、出来形を3次元座標データで抑えることにある。ここで言う施工管理情報とは基準点や道路中心線形、道路横断形状のデータのことである。図－１に開発したTSの画面と現地計測のイメージを示す。開発したTSは、TSの画面上で現場の出来形と設計形状との差異を精密に表示することができる。TSによる出来形計測結果は3次元座標データであるので、パソコンによる出来形帳票や出来形図の自動作成が実現する。また、このTSは出来形管理のみでなく起工測量や丁張り設置にも利用可能で、施工管理業務全般の効率化と丁張り計算等の省力化・ミス防止等が期待できる。発注者側のメリットとしては、完成検査の省力化と高度化、出来形3次元座標データの維持管理での活用等が挙げられる。

5. 要領の内容

5. では、「要領」の内容を紹介する。図－２に目次を示すが、「要領」の主な記述内容は、①使用機器、②設計データの作成方法、③現地での出来形計測方法、④出来形管理基準及び規格値、

目 次	
1. はじめに	2
2. 総則	3
2.1 本要領の目的	3
2.2 適用の範囲	4
2.3 用語の定義	6
3. TSによる測定方法	10
3.1 機器構成	10
3.2 TSの計測性能	11
3.3 出来形管理用TSの機能	12
3.4 基準点の設置	13
4. 道路土工における出来形管理	14
4.1 基本設計データの作成	14
4.2 基本設計データの確認	16
4.3 基本設計データの出来形管理用TSへの搭載	17
4.4 出来形管理用TSによる出来形計測	18
4.5 出来形計測点	20
4.6 出来形管理基準及び規格値	21
4.7 出来形管理写真基準	22
4.8 出来形管理資料の作成	23
4.9 電子納品成果としての整理方法	26
5. 添付資料	27
6. 参考資料	27

図－２ TSを用いた出来形管理要領(案) 目次

⑤出来形管理資料の作成方法、⑥電子納品方法である。

5－1 使用機器

図－３に使用機器と出来形管理の一連作業の流れを示す。機器構成は、“設計データ作成ソフト”と“出来形管理用TS”、“出来形帳票作成ソフト”の3つからなる。使用するTS本体は市販の

一般的なスペックのものとしたが、データコレクタには「要領」に対応する新たなソフトウェア機能を求めた。これは、昨年度（H17年度）の試行工事の結果、TSのユーザーである施工業者からの意見を参考にして決めたものである。新たな機能の要件は、「出来形管理用TS機能要件仕様書(案)」として整理し、現在複数のTSメーカーに提示している。なお内容については、現在開発中なため、ここでは詳述を控えたい。

5-2 設計データの作成

今後広く普及を目指すためには、設計データの作成作業の簡素化が重要となる。「要領」では、将来的には道路プロダクトモデルを設計業務成果から工事に流通させるという仕組みを目指す。現時点では設計から3次元設計データを流通させることは困難である。よって施工者が設計データを作成するのだが、この作成作業を支援する

ソフトを国総研で開発した。図-4に開発した設計データ作成ソフトの画面を示す。このソフトの入力インターフェースは、設計情報をテキストベースで作成・編集するエクセル的な、極力分かりやすいものにした。

このソフトによる作成手順は通常の道路設計と同じ流れで進む。まず線形計算書から読取った平面線形の幾何データを要素法で手入力し、次に縦断面図から読取った縦断面線形の幾何データを手入力する。難易度の高い横断面形状の作成は、丁張り計算と同様なスタイルで、路肩端部や法尻などの構成点の道路センターからの離れ距離と標高（又は比高差）を入力して作成する。一般的な道路設計ソフトのように、片勾配や拡幅の変化や摺り付けをパラメトリックに入力しないこの方法は、入力項目数は多いのだが作成者にとって入力方法が理解しやすく、また修正が容易な長所がある。



図-3 TSによる出来形管理の流れ

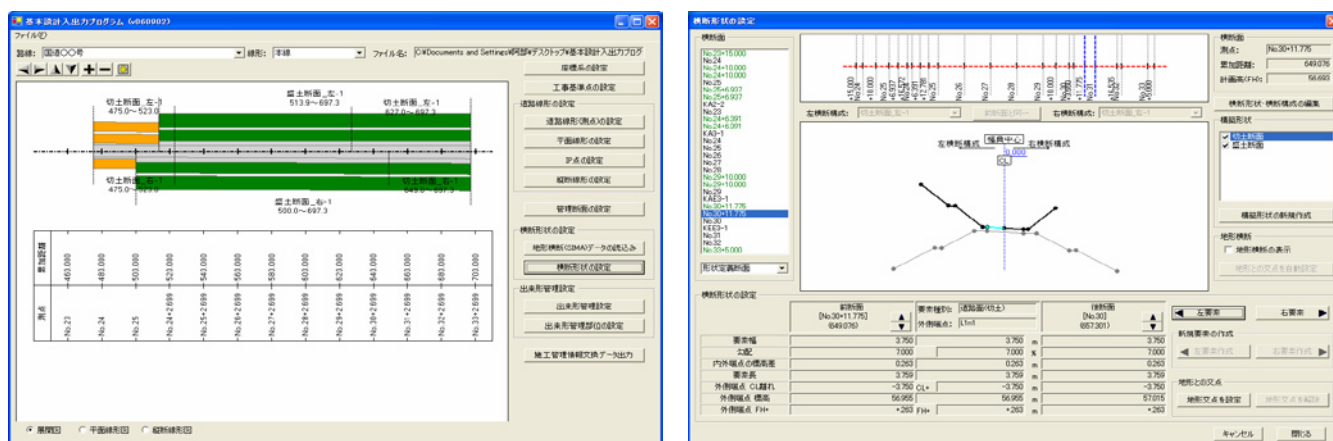


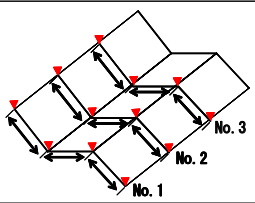
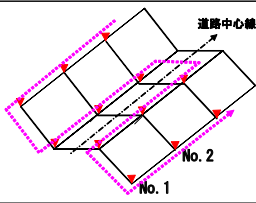
図-4 設計データ作成ソフトの画面

作成する道路の3次元設計データ仕様については、道路土工の設計・施工段階における基本的な設計仕様、形状構造、座標系を持つ表面的な基本骨格情報について定義可能な概念（スキーマ）の定義仕様書を作成した。これによりパソコンとTSとの間で道路3次元設計形状と出来形形状のデータ連携が可能になった。

5-3 現地での出来形計測

「要領」では、現地での計測効率を高めるために、TS設置時に後方交会法を使用することを認めた。これによりTSを基準点直上に据える手間を削減し、計測に適した現場の任意位置にTSを設置することが可能になった。図-5は、出来形の計測効率を、現行の巻尺・レベルとTSで比較したものである。この結果からTSは現行よりも約1.5倍、計測効率が高いことが確認できた。

TSの計測精度については一般に現行のレベルに劣り、計測誤差は測定距離に比例する。このため「要領」では、計測距離の制限として100mを設定した。

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

注1) 現行の計測方法では基準高さ12点、長さ12箇所の計測を行った。

注2) TSによる出来形管理では、1回のTS設置と12点の座標計測を行った。

図-5 現行方法とTSの計測効率の比較

5-4 出来形管理基準及び規格値

出来形管理基準及び規格値は、測定基準を除き現行の土木工事施工管理基準に定められたものと同様にした（図-6）。測定基準は現行の40mから20mにつき1箇所に見直した。見直しの理由として、①従来から施工業者は20m間隔の横断面で出来形の自主管理を行っていること、②そ

もそも道路詳細設計の横断面図は、土木設計業務等共通仕様書に基づき、標準として20m毎の測点について作成されること、③後述する出来形管理帳票の自動作成が可能になれば、施工業者の労力を増やすことなく、出来形のより適正な評価ができると考えたためである。

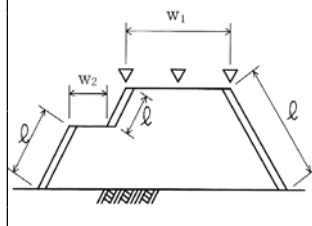
測定箇所	測定項目	規格値 (mm)	測定基準
	基準高▽	±50	20mにつき1箇所以上
	法長 L<5m	切土： -200 盛土： -100	〃
	法長 L≥5m	切土：法長の-4% 盛土：法長の-2%	〃
	幅(W1, W2)	-100	〃

図-6 出来形管理基準及び規格値

5-5 出来形管理資料作成

図-3に示す通り、データを読み込み、帳票を自動作成し印刷・PDF化、XML化する出来形帳票作成ソフトを国総研で開発した。これにより現行のデータの手打ち入力手間・ミスの削減が期待できる。

6. あとがき

「要領」では新しい出来形管理として、TSと道路プロダクトモデルを活用した手法を示した。この手法は、TS以外の測量機器、例えばGPSや様々な設計データの応用が可能であり、今後の発展性が期待できる。今後、「要領」が普及し、現場の施工品質を確保しつつ生産性が向上することになれば幸いである。

参考文献

- 1) 有富孝一, 上坂克巳, 阿部寛之, 田中洋一, 柴崎亮介: トータルステーションを活用した道路土工における出来形管理システムの構築と現場実証, 土木学会情報利用技術委員会, 第31回情報利用技術シンポジウム (投稿中)