

情報化施工管理要領
「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（試行案）」
（道路土工編）

平成 17 年 10 月

国土技術政策総合研究所 情報基盤研究室

目 次

1. はじめに	2
2. 総則	
2.1 本要領の目的	3
2.2 適用の範囲	4
2.3 用語の定義	5
3. TSによる測定方法	
3.1 TSの基本性能	8
3.2 出来形管理用TSの要件	9
3.3 出来形管理用TSへの基本設計情報の搭載	10
3.4 出来形管理用TSによる出来形計測手順	11
3.5 TS設置の留意事項	13
3.6 出来形計測情報の提出	13
4. 道路土工における出来形管理	
4.1 基本方針	14
4.2 出来形計測点	15
4.3 出来形管理基準及び規格値	16
4.4 出来形管理資料の作成	19
4.5 電子納品時の提出資料	19
5. 参考資料	20

1. はじめに

「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（試行案）」（道路土工編）は、「公共工事の品質確保の促進に関する法律」の施行を受け、国土交通省が推進する CALS/EC 及び情報化施工の一環として、道路土工の出来形管理における作業の効率化と品質の確保を目的として策定したものである。従来の出来形管理が主に巻き尺とレベルを用いたのに対し、本要領では施工管理情報（基本設計情報および出来形計測情報）を搭載したトータルステーション（以下、「TS」という）を用いる。ここで、基本設計情報とは、平面図、縦断図、横断図、線形計算書に分散していた設計情報のうち、出来形管理に必要な最小限の情報すなわち道路構造物の骨格を形成する情報を抽出して互いに関連づけ、TSに搭載可能なコンパクトな3次元情報モデルの形で整理したものである。

施工業者は、施工管理情報を搭載したTSを用いることにより、任意の横断面において出来形の設計値と計測値との比較を容易に行うことが可能となり、丁張り設置、出来形管理などの効率性と正確性を向上させることができる。さらに、専用のソフトウェアを用いて、計測情報から出来形帳票を自動的に作成することが可能となり、帳票作成作業の効率化を図り、転記ミスを防止することができる。

以上のように施工管理情報を搭載したTSの活用場面は様々であるが、本要領では、特に発注者が深く関与する工事完成検査前および工事完成検査時に行われる出来形測量・確認作業や出来形帳票作成に焦点を当て、TSによる測定及び道路土工における出来形管理の方針や具体的手順を最低限定めたものである。したがって、施工管理情報を搭載したTSを、丁張り設置など本要領の範囲外の場面で活用することや、日々の出来形管理等において別の方法をとることを妨げるものではない。

本要領は、平成17年度の試行工事のために作成したものであり、試行工事を通じて現場各方面からの意見をふまえ、内容を改善していきたいと考えている。

また、今後の主な課題として、①基本設計情報を標準化し設計段階から施工段階に情報が提供されるしくみ、②道路土工の出来形管理情報を全国から集積し、それを成績評価の基準にフィードバックさせるしくみ、③出来形管理情報を迅速に現場の受発注者で共有するしくみ、④対象工事の道路土工以外への拡大 などがあり、これらについても取り組んでいく必要がある。

2. 総則

2.1 本要領の目的

本要領は、施工管理情報を搭載したトータルステーション（以下、「TS」という。）による出来形管理が、効率的かつ正確に実施されるために、

- 1) TSに搭載する施工管理情報を明確化し、
- 2) TSの基本的な取扱い方法や計測方法を示し、
- 3) 道路土工における出来形管理基準および規格値を規定することを主な目的とする。

【解説】

これまでの道路土工における出来形管理は巻尺・レベルが主として用いられてきた。本要領では、従来の方法に加えて、TSを用いた出来形管理を可能にするため、その方法と具体的手順等を定めた。

2.2 適用の範囲

本要領は、道路土工（盛土工、切土工）における施工管理情報を搭載したTSによる出来形管理に適用する。

【解説】

本要領の適用工種は、表－1のとおりである。本要領で工種を道路土工に限る理由は、TSに搭載する施工管理情報の仕様作成済み工種が道路土工のみであるためである。

表－1 適用工種区分

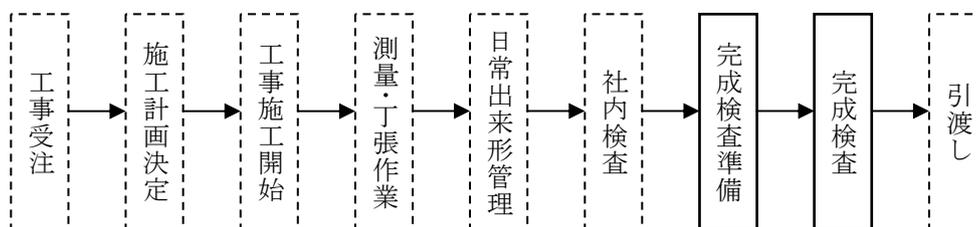
工種区分	工種内容	適用種別
道路改良工事	道路改良工事にあつて、次に揚げる工事 土工、法面工、道路地盤処理工及びこれら に類する工事 ただし、擁壁工、函(管)渠工、側溝工、山 止工、落石防止柵工、雪崩防止柵工は除く	土工（掘削工、路体盛土工、路床 盛土工、法面整形工） 植生工（種子散布、芝、客土吹付、 植生基材吹付）

本要領では表－1以外の工種、TS以外のGPS・レーザースキャナ等による出来形の測定方法については対象外とする。

出来形管理について本要領で示すのは、図－1の実線部分（工事完成検査前および工事完成検査時に行われる出来形測量・確認作業）のことである。しかしながら、施工管理情報を搭載したTSは、図－1の破線部分（測量・丁張作業、日常出来形管理、社内検査等）においても、作業の効率化が期待できる。従つて本要領は、要領で示さない施工場面において、施工管理情報を搭載したTSを使用することや、要領で定める以外の方法で出来形管理を行うことを、何ら妨げるものではない。

また、出来形管理は施工管理の一部であるので、本要領の出来形管理を採用する際は必ず、工事施工前に本要領に沿つた施工計画を定めなくてはならない。

【注】今年度の試行工事では施工計画書の修正等は不要です。



図－1 本要領が対象とする出来形管理

2.3 用語の定義

【トータルステーション】

1台の機械で角度（鉛直角・水平角）と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀のことである。測定した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行なうことができ、測定データの記録および外部機器への出力ができる。また、トータルステーションに電子野帳（データコレクタ）、コンピュータ、測量計算プログラム、プリンタ等を組み合わせたものを、トータルステーションシステムと言う。

【施工管理情報】

本要領の出来形管理に必要な情報の総称であり、「基本設計情報」と「出来形計測情報」を包括するものである。「基本設計情報」と「出来形計測情報」については、下記を参照のこと。

【基本設計情報】

施工管理情報の中の、3次元設計形状情報のこと。図-2に基本設計情報のイメージを示す。基本設計情報とは、道路設計成果の線形計算書、平面図、縦断図、横断図から道路の仕上がり形状を抜粋し、3次元形状データ化したもので、以下のとおりである。

- ①道路平面線形要素：線形計算書の主要点座標、曲線半径等の数値。
- ②道路縦断線形要素：道路縦断図の設計縦断勾配、縦断曲線等の数値。
- ③道路横断形状要素：標準断面図並びに測点毎の横断図の幅員、横断勾配、法面勾配、小段幅等の数値。

詳細については、「設計情報入出力プログラム操作説明書」による。

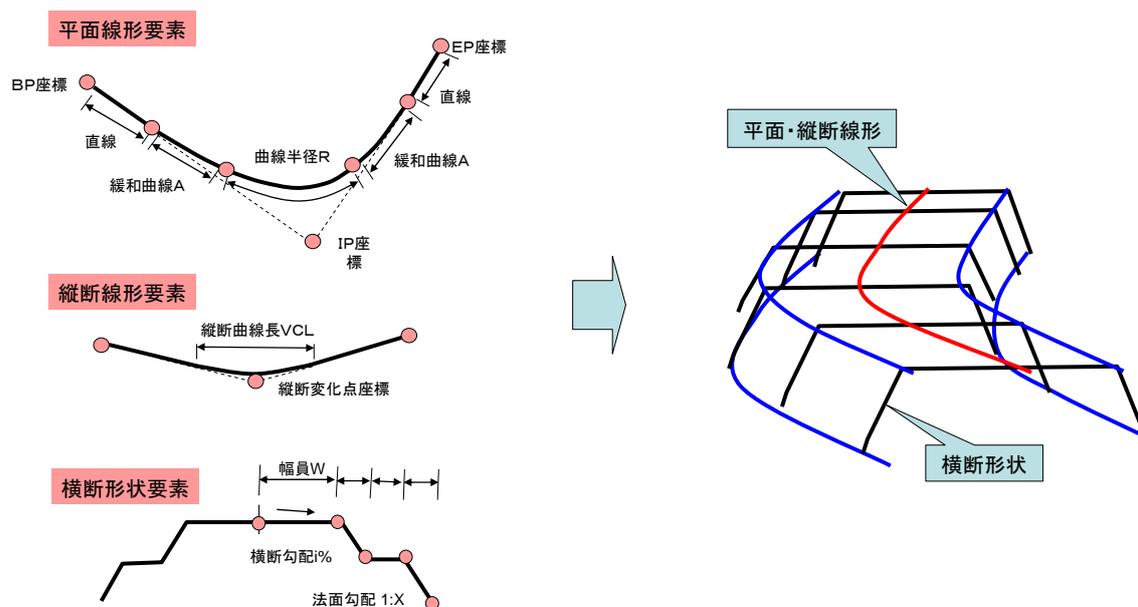


図-2 基本設計情報のイメージ

【出来形計測情報】

トータルステーションで計測された3次元座標値に、基本設計情報と対比できるように、どの地点を計測したかがわかる「出来形計測点番号」(図-3参照)を付加したものをいう。「出来形計測点番号」は道路中心線をゼロとし、道路起点から終点を見て右側をプラス、左側をマイナスとし、図-3のように付番する。この番号は設計段階に指定されるので、施工時には変更はできない。出来形計測点番号は出来形管理用TSの画面上に表示されるので、計測時には必要に応じて選択をすること。

計測された3次元座標値(X, Y, Z)は図-4に示すように、道路中心線形を基準とした3要素(道路中心に沿った起点からの追加距離、道路中心線からの離れ、道路中心線からの高低差)の定数(L, W, H)で表すこともできる。詳細については「設計情報入出力プログラム操作説明書」による。

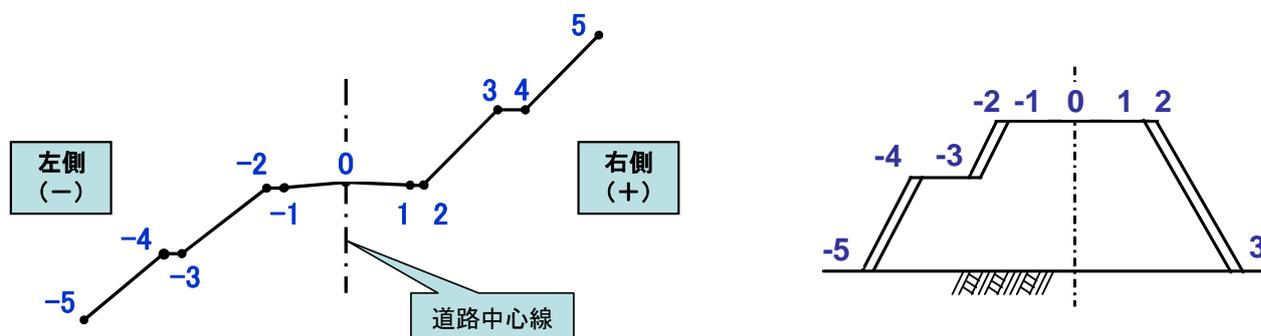


図-3 出来形計測点番号の付け方

3次元座標(X, Y, Z)を、(追加距離 L、離れ距離 W、標高較差 H)で表現。

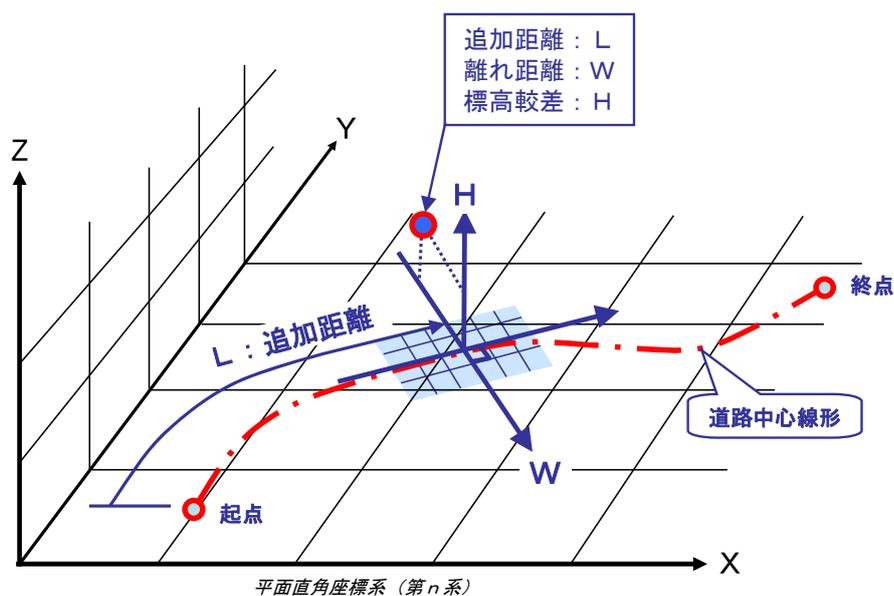


図-4 道路線形を軸とした3次元座標位置の考え方

【出来形管理用 T S】

本要領の出来形管理を行なうことができる T S、または T S と T S に接続された情報機器一式のこと。

【設計情報入出力プログラム】

従来の紙図面等から判読できる道路線形、横断形状等の数値を入力することで、基本設計情報を作成することができるプログラム。詳細については「設計情報入出力プログラム操作説明書」による。

【後方交会法】

T S を基準点上でなく任意未知点に設置し、複数の基準点を観測することにより T S の設置位置（器械点）の座標値を求める方法のこと。

【T S による補正誘導】

T S による補正誘導（または誘導計測）とは、T S による出来形計測時、T S 器械操作者が、ミラー担当者に対して計測したい位置を指示誘導する作業のことを言う。T S 器械操作者は、ミラー設置位置と管理断面線上とのズレ値を計測中、T S の画面上で正確に把握できるので、これを誘導することができる。

【出来形帳票作成ソフト】

基本設計情報と出来形計測情報から、工事完成検査帳票を自動作成と出来形帳票情報の出力が可能なソフトのこと。

【注】本試行では、国総研が開発したソフトを無償公開する。

【計測、測定】

本要領において計測とは、T S を用いて 3 次元座標値を直接はかることを言う。

測定とは、出来形管理の規格値に対応した数値を 3 次元座標値から計算により算出することを言う。

【出来形帳票情報】

出来形帳票情報とは、「出来形帳票作成ソフト」から出力できる帳票類に関する情報（測定箇所、設計値と測定値の差分等）を記録した XML 形式のファイルのこと。詳細については「出来形帳票作成ソフト操作説明書」による。

3. TSによる測定方法

3.1 TSの基本性能

本要領で使用するTSは以下の性能を有するものとする。

測距精度：±(5+10ppm×D) mm 角度精度：15" 以下

注1) D値は計測距離 (m)

注2) ppm は 10^{-6} (計測距離 100mの場合、 $100\text{m} \times 10^{-6} = 1\text{mm}$ の誤差)

【解説】

本要領のTSにおける測量性能は、「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)」に示すTSの性能に準ずるものとする。

性能とは測量機器が有する公称測定精度を示す。なお、施工管理に用いるTSについては、施工現場等において機器点検を行い、機能・性能を確認し、監督職員の確認を受けなければならない。ただし、機器メーカー等が発行する有効な検定書あるいは校正証明書がある場合は、この証明書を監督職員に提示し確認を受けることでこれに変えることができる。なお検定期間満了後は機器メーカー等での再検定が必要となるので注意すること。

以下に、施工現場等において機器点検を行う際の点検方法例を示す。なお、比較基線を設定した点検許容精度が本文で示す精度と異なっているが、これは比較基線を設定する際の測量誤差を考慮したものである。

1) TSの点検方法

施工現場に20m以上の比較基線を設定し、次の内容の点検を行い、点検許容値以内の精度でなければならない。

距離：比較基線上で、±15mm 以下

水平角：3対回3セットを行い、倍角差60"、観測差40"、セット間較差20" 以下

鉛直角：水平付近及び30°以上の仰角において正反観測を行い、高度定数差60" 以下、零点誤差30"以下

3.2 出来形管理用TSの要件

本要領で使用する出来形管理用TSは以下の機能を満たすものとする。

- 1) 基本設計情報を入力できる。
- 2) 現地で出来形計測情報を観測および記録できる。
- 3) 画面上で設計値と実測値の比較ができる。
- 4) 出来形管理帳票作成のためのデータが出力できる。

【解説】

上記機能を持つ「出来形管理用TS」、現時点では市販機種のごく一部に限定される。

出来形計測は、反射プリズムを用いて計測することを基本とする。(ノンプリズム方式は基本的に認めない。)

図-5に、機器の構成と情報の流れを示す。また、以下に施工者の作業手順を示す。

- 手順① 施工者は、設計段階（発注者）から数値化された基本設計情報を受け取る。
- 手順② 施工者は、基本設計情報を出来形管理用TSに搭載する。
- 手順③ 施工者は、出来形管理用TSにより現場出来形を計測し、出来形計測情報を作成する。
- 手順④ 施工者は、施工管理情報をパソコンに出力する。
- 手順⑤ 施工者は、パソコンで出来形帳票を作成する。

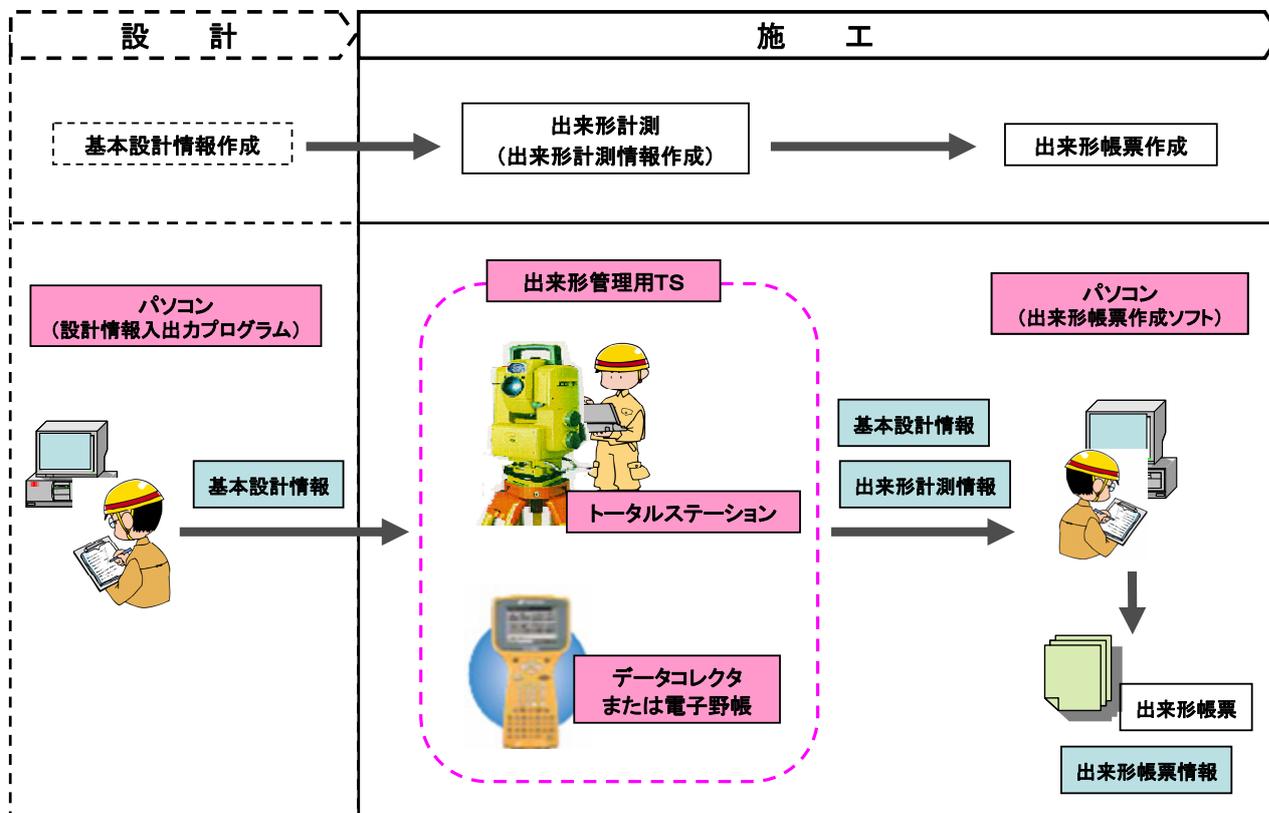


図-5 TSによる出来形管理機器の構成例

3.3 出来形管理用TSへの基本設計情報の搭載

施工者は、基本設計情報を出来形管理用TSに搭載する前後の段階で、基本設計情報と設計図書との照合を行なうこと。

【解説】

基本設計情報は、原則的に発注者から施工者に提供されるものとする。基本設計情報の間違いは出来形計測作業に致命的な影響を与えるので、基本設計情報の確認は確実にこなうこと。

1) TS搭載前の基本設計情報の確認項目

- ①基本設計情報を3次元表示ソフトに読み込み、目視で全体の3次元形状を確認する。
- ②基本設計情報を横断面図として出力し、設計図と比較して差異がないことを確認する。

【注】本年度の試行工事では、基本設計情報のTS搭載前の確認は行なわない。

2) TS搭載後の基本設計情報の確認項目

- ①基本設計情報を出来形管理用TSに入出力し、正常に入出力できることを確認する。
- ②出来形管理用TSの画面上に全横断面の形状を表示して、形状を確認する。
- ③図-6に示した確認方法を行なう。出来形管理用TSに、出来形形状に関する3要素（道路中心に沿った起点からの追加距離、道路中心線からの離れ、道路中心線からの高低差）の数値（図-4参照）を手入力し、搭載済の基本設計情報と対比し差異がないことを確認する。確認点数は2点以上とする。
- ④出来形管理用TSの画面上で、基準点の点名と座標を確認する。
- ⑤基本設計情報を表示可能なCAD等がある場合は、平面・縦断・横断面図を表示又は印刷して設計図（契約図書）と照合してもよい。



図-6 TS搭載後の基本設計情報の確認方法

3.4 出来形管理用TSによる出来形計測手順

出来形管理用TSによる出来形計測は、下記の手順によること。

- 1) TSの設置
- 2) TSに出来形計測点番号を指定
- 3) ターゲットの視準
- 4) 出来形計測点の計測
- 5) 出来形計測情報の記録

【解説】

出来形管理用TSによる出来形計測作業とは、既知点上あるいは後方交会法によりTSを設置し、出来形計測点を計測して出来形管理に必要な数値データを取得する作業をいう。

以下と図-7に出来形計測手順を示す。

1) TSの設置

TSの設置場所は、放射距離の制限（3.5参照）と見通しを考慮して、計測作業が効率的に行なえる場所に設置すること。

計測中時々、TSが正しく整準されていることを確認すること。また、傾斜が許容値を超えた場合はアラーム機能が働くように、TSを設定しておくこと。

2) TSに出来形計測点番号を指定

計測した3次元座標値が基本設計情報と対比できるようにするため、計測前に出来形管理用TSの画面上で、計測する箇所と対応する出来形計測点番号を選択し、番号を入力する。

3) ターゲットの視準

望遠鏡をミラー方向に向ける。ミラーは計測箇所上に垂直に設置する。計測中、ミラー高を変更した場合は確実に相互確認すること。

4) 出来形計測点の計測

正確にミラーを視準し計測を行う。測定者は出来形管理用TSの画面上で、計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。また、同画面上で計測点を含む出来形管理項目を指定することで、長さ、高さについても設計値との比較が可能である。

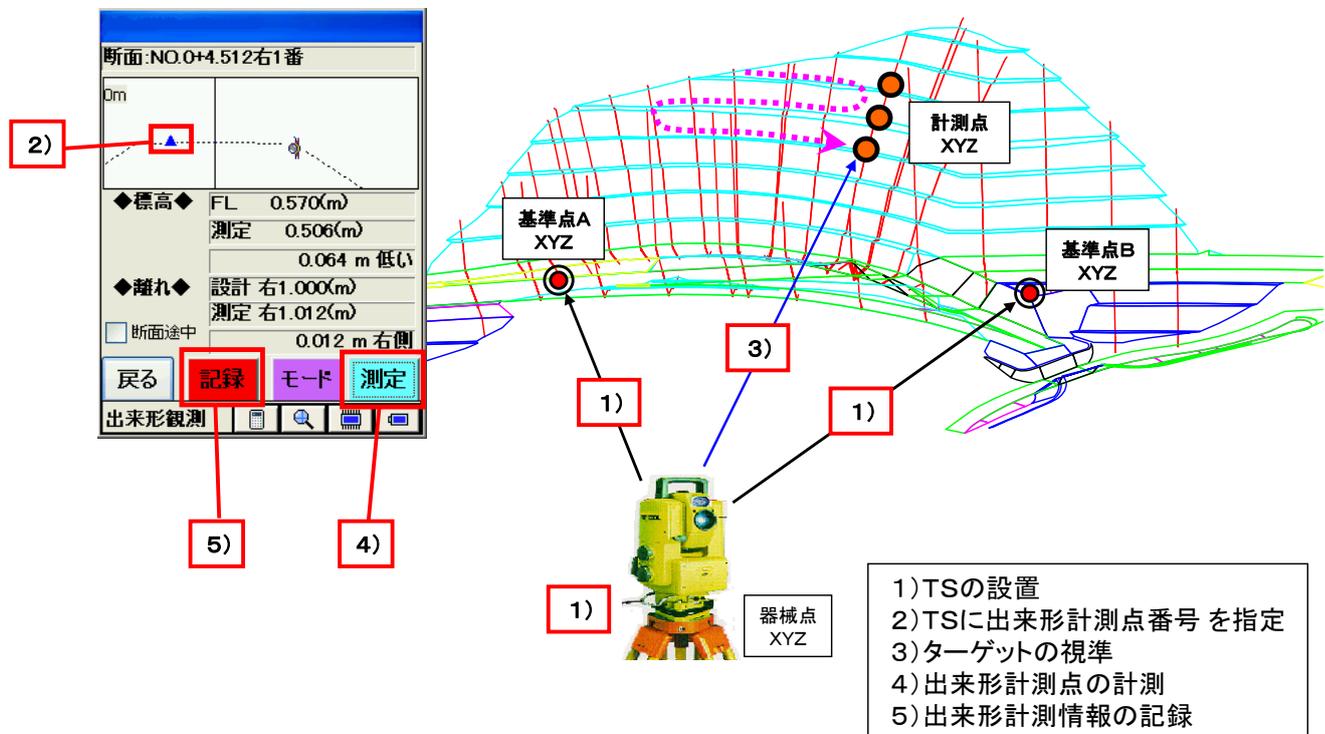
計測作業は、放射距離の制限を越えないように注意すること。また、計測作業は複数回測定による平均値算出等は不要で、単回測定でよい。計測を開始する出来形計測点や計測順序は作業効率を考慮して自由に設定してよい。

5) 出来形計測情報の記録

出来形計測情報の記録は、TSまたは電子野帳を用いる。出来形管理用TSの画面上で記録ボタンを押すと、点名入力画面が表示されるので、測定者や日付等、後で容易に理解できるような名前を設定すること。

上記 2)～5)を繰り返して計測する。

出来形管理用TSの画面



図－7 現場における作業手順例

3.5 TS設置の留意事項

TSによる出来形計測は放射法により行い、放射距離の制限は100m以内とする。

この場合、TSは基準点に設置することを推奨するが、場合により、複数の基準点を観測できる任意の未知点にTSを設置することができる。なお、未知点に設置する場合は、後方交会法によりTSの設置位置（器械点）を定めること。

【解説】

TSによる出来形計測は放射法により行うが、放射距離の制限値は「国土交通省公共測量作業規定 解説と運用」を参考に100m以内とした。

一般にTSは基準点または後方交会法により定めた点に設置される。本要領における出来形計測では、TSは基準点に設置することを推奨するが、計測点を観測できない場合、放射距離が100mを上回る場合、一度に多くの計測点を観測できる作業効率の高い設置点が存在する場合などは、後方交会法により任意の未知点にTSを設置できることとした。

基準点上に設置する場合は、器械高及びミラー高の入力ミスなどの単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。後方交会法の場合、計算時に表示される較差を必ず確認し、結果によっては再測すること。

基準点は、4級基準点もしくはこれと同等以上のものを使用すること。

3.6 出来形計測情報の提出

出来形計測情報は、計測後すみやかに電子情報で監督職員に提出すること。

【解説】

施工者は、TSから出力された生データのコピーを、計測後すみやかに監督職員に提出すること。提出データには、出来形管理で用いた全ての点が含まれること。

発注者は、提出されたデータによって工事進捗を確認することができる。

4. 道路土工における出来形管理

4.1 基本方針

請負者は、出来形を出来形管理基準に定める測定項目及び測定基準により計測し、設計値と測定値を対比して記録した出来形成果表又は出来形図を作成し管理するものとする。

本要領の出来形管理は、出来形管理用T Sを用いて実施し、原則として巻尺・レベルによる測定は行わない。

【解説】

本要領の出来形管理では、計測した出来形計測点（道路中心、法肩、法尻等）の3次元座標値から、幅員、法長、高さを容易に算出することができる。したがって、巻尺による幅員、長さの計測や、レベルによる高さの測定は不要である。ただし、監督員によるT Sと巻尺による測定結果の比較確認を一部の箇所において行うことを妨げるものではない。

4.2 出来形計測点

出来形管理用TSによる出来形計測点は、右図に示すとおりとする。

計測する横断面は、道路横断面図として作図されている全ての断面とし、各横断面の全ての出来形計測点について3次元座標値を取得すること。

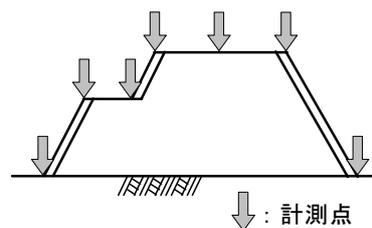


図 出来形計測点

【解説】

上図に示すとおり、出来形管理用TSにより3次元座標を計測する点は、道路中心線、道路端部、法面小段、法肩、法尻とし、全ての箇所での3次元座標値を取得し、出来形計測情報を作成する。計測する測点（管理断面）は、道路横断面図として作図されている全ての断面であり、一般に20m毎測点+変化点（BC、SP等）のことである。

TS計測は現場での誘導計測により、計測位置を正確な管理断面上とすることが可能であるが、計測作業効率を考慮し、管理断面の近傍を計測位置としてよい。

計測箇所（管理断面近傍の箇所）には、再現性を高めるため、現地に目串を設置する。なお中心杭については、正確な管理断面上の位置に木杭で復旧すること。

1) 管理断面近傍とは

管理断面近傍とは、TSによる管理断面上への補正誘導を1回しか行わないために生じる誤差範囲内のことで、概ね測点前後±50cm以内の範囲を想定している。ただし、平面線形上の曲線の開始・終了点や拡幅の変化点、急曲線部等の変化点は、誘導を複数回行ない正確な管理断面上での計測を行なうこととする。参考として表-2に、計測方法と計測効率の関係を示す。本要領では、表-2の計測方法の中で、右側欄（TSにて1回程度誘導）を採用した。

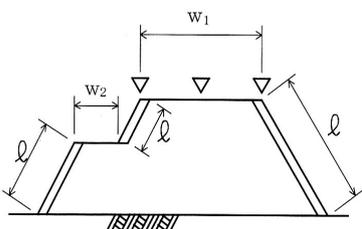
表-2 現行方法と本要領での出来形計測効果

	現行計測方法	トータルステーションによる計測方法	
		現行の管理基準を利用可能	新たな管理基準が必要(e-出来形)
	現行計測方法	誘導計測(精度±1cm)	誘導計測(精度±50cm)
計測範囲			
計測点数	12Point	12Point	12Point
計測時間	50.0min	32.2min	18.7min
計測効率	4.2min/Point	2.7min/Point	1.6min/Point

4.3 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下表のとおりとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

表 出来形管理規格値及び規格値（切・盛土）

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	〃
		L ≥ 5m	切土：法長の-4% 盛土：法長の-2%	〃
	幅 (W1、W2)	-100	〃	

【解説】

出来形管理基準及び規格値は、測定基準以外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。測定箇所は、道路中心高さ、道路端部高さ、道路幅員、法長、小段幅とする。

基準高、法長、幅の測定値は、巻尺・レベルによるものでなく、TS計測で得られた3次元座標値から算出できる。

測定基準は現行の「施工延長40mにつき1箇所」から「20mにつき1箇所以上」に見直した。従来は、管理断面の間隔は基本的に20mであったが、規格値との比較は一断面置きに40m間隔で行っていた。これを全ての管理断面において規格値と比較することに改めるものである。

見直しの第1の理由は、計測点数の増による出来形の品質向上とその適正な評価のためである。第2の理由は、表-2に示したとおり本要領が示す計測効率は従来手法の2倍以上であり、計測点数が2倍になっても、計測作業時間が従来手法以下となること。また、4.4で示すように、出来形帳票作成ソフトを用いることにより、計測点数が増えても、出来形帳票作成作業は従来に比べ格段に省力化できるからである。

1) 基準高（標高）の測定値を3次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、3次元座標値の標高座標（Z座標）の値を用いる。計測位置は管理断面上でなく管理断面近傍で可とし、管理断面近傍の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行なう。

2) 法長・幅の測定値を3次元座標値から算出する方法

法長及び幅の算出において、計測した2点が管理断面上にない場合は、その3次元座標値を管理断面上に投影し、その2点間距離を算出する。

図-8は、計測点を管理断面上に移動（管理断面上に投影）計算する際の考え方を示したものである。計測点の横断面上で、計測座標と設計座標の差分 ΔW 、 ΔH を算出し、この ΔW 、 ΔH を管理断面の設計座標に付加し、管理断面上の出来形座標とする。

図-8で算出された管理断面上の出来形座標（計測点1'、計測点2'）を用いて図-9のとおり、2点間距離から長さを算出する。この計算機能は、出来形管理用TSに装備されているので簡単に算出できる。

計測点1を計測点1'に、計測点2を計測点2'に 計算で移動する。

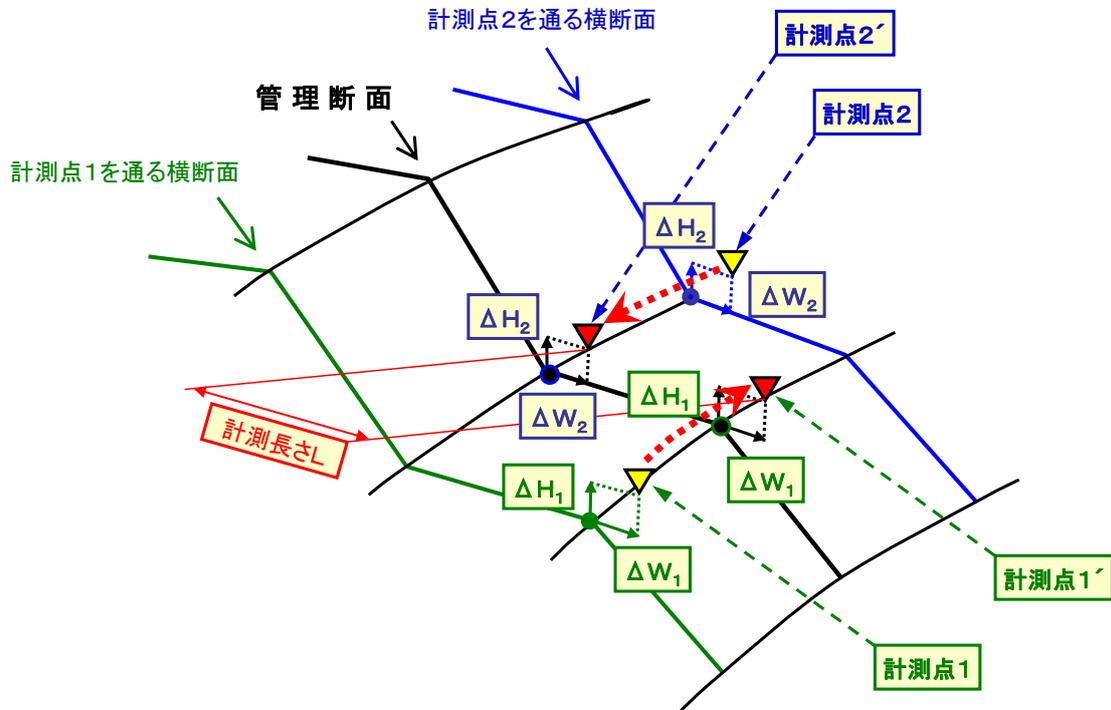


図-8 計測点の管理断面上への移動計算の考え方

平面直角座標(X, Y, Z)→3次元設計座標(道路中心線上の起点からの追加距離L、道路中心線からの水平方向の離れ距離W、道路中心線との標高較差H)に置換えて計算。

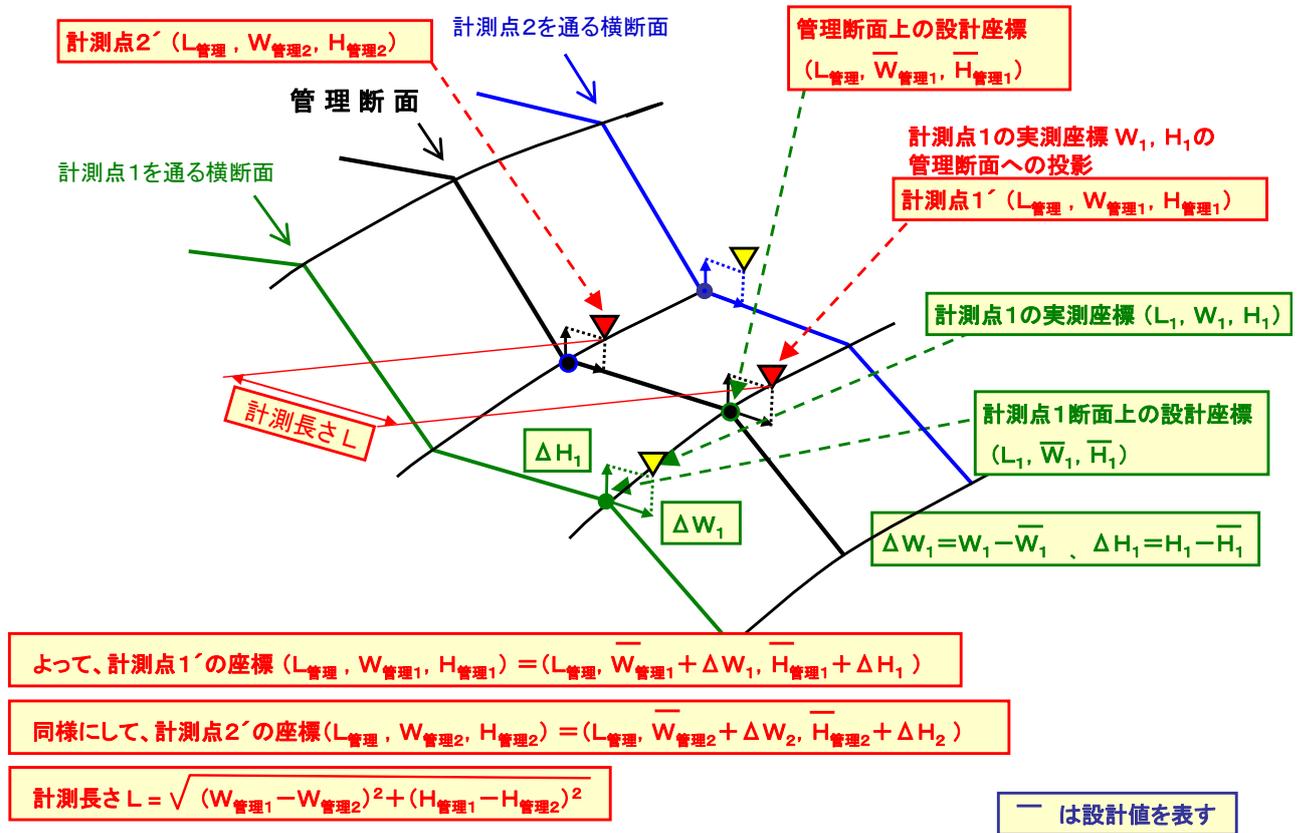


図-9 計測点の管理断面上への移動計算式

4.4 出来形管理資料の作成

出来形管理資料は、設計値と測定値を対比し記録した出来形成果表又は出来形図による。上記図表は、「出来形計測情報」と「出来形帳票作成ソフト」を用いて作成すること。

本要領以外の出来形管理資料は設計図書に義務付けられたものを、現行様式に従い作成すること。

【解説】

出来形管理資料とは、測定結果総括表、測定結果一覧表、出来形管理図表、出来形管理図、度数表を指す。

「出来形帳票作成ソフト」とは、本要領が対象とする全ての測定項目の帳票類が作成可能なソフトのことである。現行の帳票類と同様の書式で作成され、帳票の保存、印刷ができる。「出来形帳票作成ソフト」は、3.6で得られた出来形計測情報を用いて帳票類が作成でき、また図-8、図-9で示した計算機能を持っている。

帳票作成に「出来形帳票作成ソフト」と出来形帳票情報を使うことによって、現行手法の測定数値キーボード手入力が不要となるため、作業の省力化、ミス削減が期待できる。

4.5 電子納品時の提出資料

電子納品時の提出資料は以下のとおりとする。

- 1) 出来形計測情報 (XML 形式ファイル)
- 2) 出来形帳票情報 (XML 形式ファイル)
- 3) 出来形管理資料 (PDF 形式ファイル)

【解説】

【注】本年度の試行工事では、上記の3品目を、本工事の成果品 CD-ROM には納めずに、試行工事の成果として別提出すること。

出来形計測情報・出来形帳票情報のファイル形式は XML 形式とし、出来形計測情報・出来形帳票情報の仕様に則ったものを提出すること。

出来形管理資料は、「工事完成図書の電子納品要領 (案)」に従うこと。

将来、出来形計測情報の電子納品時の提出は、施工段階での提出・更新を確実にこなうことで不要となる。

5. 参考資料

- 1) TS・GPS を用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案）平成 15 年 12 月