

第4章 情報化施工を普及・定着させるための基準類の策定

TSを用いた出来形管理要領および監督検査要領の策定

概要：平成20年4月よりTSを用いた出来形管理の運用が開始されているが、これまでの現場運用のフォローアップ調査結果、および新たな工種や利用技術の拡大検討を踏まえ、いくつかの改善点があげられている。

平成20年度以降、出来形管理要領および監督検査要領に関する改良の検討が継続され、本プロジェクト研究において新たに舗装工に対応した出来形管理要領および監督検査要領を策定した。

1. はじめに

国土技術政策総合研究所は、「CALS/EC アクションプログラム2008」および「情報化施工推進戦略」に基づき、2012年度までに公共事業において情報化施工を標準的な工法として普及させるための課題解決に取り組んでいる。

TSを用いた出来形管理は平成20年3月に「施工管理データを搭載したTSによる出来形管理要領(案) (土工編)」が公開され、これまでに多くの現場で運用されてきた。

その後、本プロジェクト研究の準備期間において、監督・検査の観点より「TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(案) (河川土工編)、〃 (道路土工編)」(以下、「監督検査要領」)の検討を行い、平成22年3月に策定された。策定された監督・検査要領では、ICT (情報通信技術) の特徴を活かし、施工管理データ (XMLファイル) を電子成果品として納品を求めトレーサビリティの確保を図ることで、写真管理や実地検査の軽減を行っている。

本研究では、更なる情報化施工の普及に向けた方策として、TSを用いた出来形管理について「舗装工などへの工種拡大」や「衛星測量技術RTK-GNSSなどの新技術導入」に向け、要領策定に向けた検討を行った。

2. TSを用いた出来形管理要領および監督検査要領の検討

TSを用いた出来形管理要領 (以下、出来形管理要領という) は、施工データを搭載したTSによる出来形管理が、効率的かつ正確に実施されることを目的に作成した施工者向けの基準である。また、TSを用いた出来形管理の監督・検査要領 (監督検査要領) は、TSを用いた出来形管理に係わる監督・検査業務の適切な実施がなされることを目的に作成された発注者向けの基準である。これらの要領については、土工編が策定されていることから、更なる導入効果の拡大に向け、「適用工種の拡大、GNSSなどの新技術への対応」等を図るために検討するものである。

(1) 適応工種の拡大

平成 18年10月に道路土工を対象とした試行を目的に出来形管理要領(案)が策定された。その翌年の平成19年9月に河川土工を対象とした試行用の出来形管理要領(案)を作成し、試験施工を通じて、平成20年3月に河川土工と道路土工を対象とした出来形管理要領(案)を策定し、実工事への導入を進めることとなった。

TSを用いた出来形管理を土工で導入し使いこなす工事では、導入効果を確認することができたことから、更なる導入効果の拡大として他工種への導入があげられた。

様々な工種が考えられるが、TSは導入効果が認められる反面、導入コストも必要となることから、工事の発注件数や実運用されている土工と関連がある工種が望まれ、「舗装工事(舗装工、縁石、側溝など)」を検討対象とすることとした。

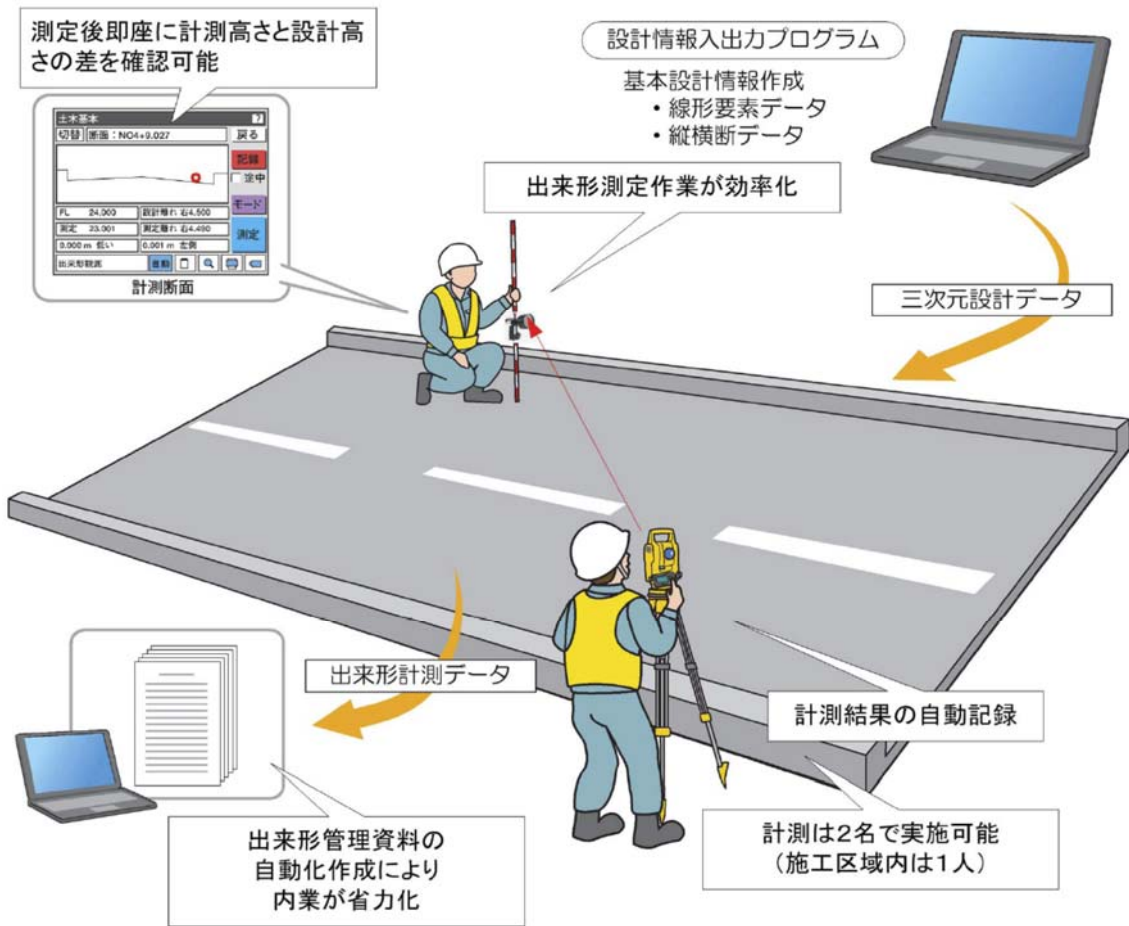


図 4-1 舗装工への導入イメージ

① 適用工種と管理項目の検討

舗装工事編における対象工種は、舗装工と共に一体的に施工される工種を対象として選定し、管理対象は、「土木工事施工管理基準及び規格値」を基に検討を行い、下表のとおりとした。厚さについては品質管理でコア抜きを行う必要があること、舗装の厚さは

高い計測精度が求められTSで行うと計測延長が極端に短くなり作業性が悪いことから、従来通りコアで行うこととしてTSを用いた出来形管理の適用対象から外すこととした(図 4-2)。

・新設舗装工

工 種	出来形管理項目				
	延長	基準高	深さ	幅(※1)	厚さ(※2)
アスファルト舗装工 半たわみ性舗装工 排水性舗装工 ゲースアスファルト舗装工 コンクリート舗装工 薄層カー舗装工 ブロック舗装工	—	○ (下層路盤のみ)	—	○	× (コア・掘起しによる)
透水性舗装工(路盤工)	—	○	—	○	× (掘起しによる)
透水性舗装工(表層工)	—	—	—	○	× (コアによる)
歩道舗装路盤工 取合舗装路盤工 路肩舗装路盤工	—	○	—	○	× (掘起しによる)
歩道舗装工 取合舗装工 路肩舗装工 表層工	—	—	—	○	× (コアによる)

・維持修繕工

工 種	出来形管理項目				
	延長	基準高	深さ	幅(※1)	厚さ(※2)
路面切削工	—	○(※3)	—	○	—(※3)
舗装打換え工(路盤工)	○	—	—	○	× (該当工種に準ずる)
舗装打換え工(舗設工)	○	—	—	○	× (該当工種に準ずる)
オーバーレイ工 切削オーバーレイ工	○	—	—	○	○
路上再生工	○	—	—	○	× (掘起しによる)
アスファルト舗装補修工 コンクリート舗装補修工	—	○ (下層路盤のみ)	—	○	× (コア・掘起しによる)

・道路付属物工

工 種	出来形管理項目				
	延長	基準高	深さ	幅(※1)	厚さ
緑石工 道路付属物工	○	—	—	—	—
側溝工 排水構造物工 排水工	○	○	—	—	—
暗渠工 管渠工 地下排水工	○	○	○	○	—
排水性舗装用路肩排水工	○	○	—	—	—

凡例 ー:管理項目無し, ○出来形管理用TSで管理可能, ×出来形管理用TSで管理不可

※1:幅員は、TSで計測した舗装左右端点の座標から計算される2点間の水平距離とする。

※2:「土木工事施工管理基準及び規格値」に、厚さの計測方法が、「コアによる」または「掘起しによる」と指定されている工種については、TSの適用範囲外とする。

図 4-2 舗装工事編の適用工種と管理項目

② 使用機器の性能証明および確認

使用機械の確認では、出来形管理用TSのハードウェアとして有する計測精度が、国土地理院認定3級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを添付資料として提出することは「土工編」と同じであるが、それに加え「舗装工事編」では、舗装工の厚さ管理に出来形管理用TSを用いる場合には、鉛直角の最小目盛値が5" またはこれより高精度であることを示す資料を提出することを追加記載した（図 4-3）。

使用機器・ソフトウェア

① 機器構成
② 出来形管理用TS本体
 計測精度が国土地理院認定3級と同等以上で、適切な精度管理が行われていること

国土地理院認定 3級	公称測定精度: $\pm(5+5\text{ppm} \times D)\text{mm}$ ※1 最小目盛値: 20"以下 ※1: Dは計測距離(m) ,ppmは 10^{-6}
---------------	--

(注)厚さを管理する場合は最小メモリ値は5"以下


③ ソフトウェア
 出来形管理用TSソフトウェアは、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書(案)(舗装工事編)」、
 基本設計データ作成ソフトウェア及び出来形帳票作成ソフトウェアについては、「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)(舗装工事編)」

添付する書類


TS公称測定精度	「メーカーカタログ」または「機器仕様書」
TS精度管理	検定機関が発行する有効な「検定証明書」または測量機器メーカーが発行する有効な「校正証明書」
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

カタログの計測精度の確認箇所(例)

計測精度	水平角度	10"
	鉛直角度	10"
	距離精度	$\pm(5+5\text{ppm} \cdot D)$
規格		国土地理院 3級
備考		



ソフトのカタログ(例)



TSの校正証明書(例)

図 4-3 施工計画書に必要な記載事項

③ 後方交会法での計測精度を確保するための措置

後方交会法は、複数の工事基準点を観測することで測量機器の設置位置の座標を求める方法である。測量機器は座標が既知である工事基準点に設置することが基本であるが、工事基準点でない任意の位置に設置して出来形計測できれば効率化できることから、後方交会法はTSを用いた出来形計測の効率化に不可欠な技術である。後方交会法でTSの位置を求める際の精度は、TS設置位置と2点の工事基準点との挟角（間の角度）に影響されることから、後方交会法においては、2点の工事基準点の挟角は $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 以内とする規定を「土工編」と同様に追加した。また、出来形管理計測同様、工事基準点までの測定距離は、TSの等級によって制限される等の留意点を「土工編」と同様に追加した。

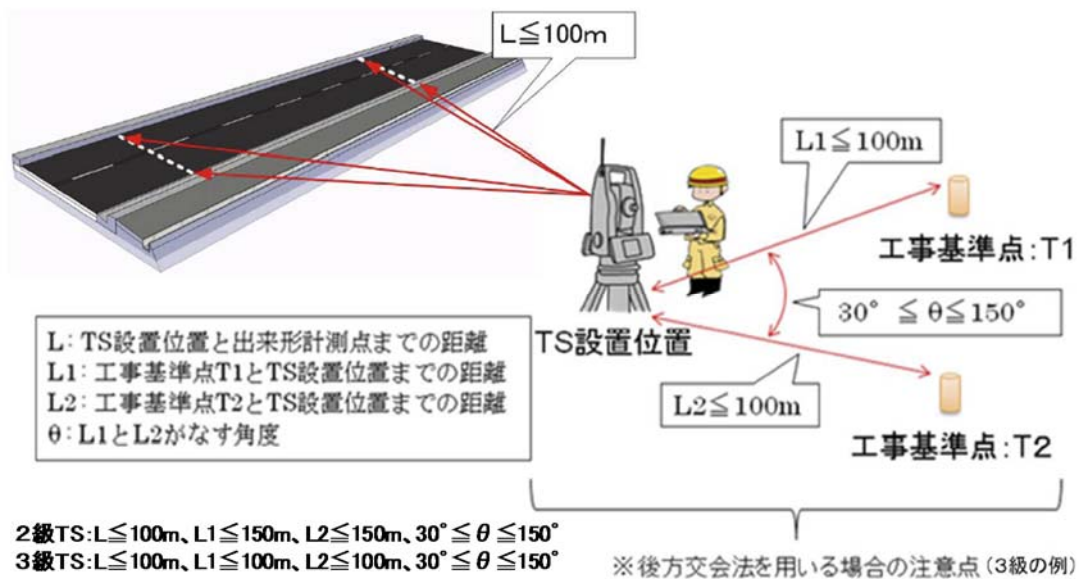


図 4-4 後方交会法によりTSを設置する場合の留意点

④ 出来形計測での計測精度を確保するための措置

出来形計測では、TSから計測点までの距離が大きくなるほど、計測精度が低下する傾向があるため、出来形計測時のTSと計測点までの視準距離の制限値を、「土工編」では2級TSは150m以内（3級TSは100m以内）としているが、「舗装工事編」では、土工よりも高い計測精度が求められるため、2級TSの場合は100m以内とした。

また、出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面として入力したラインから、道路延長方向に±10cm以内の範囲内になるよう計測を行うこと、さらに、舗装修繕工事において厚さを測定する場合、基本設計データに出来形計測点として入力した点と、実際に出来形計測を行う点の平面位置のずれが、水平距離で5cm以内になるように計測を行うこととした。

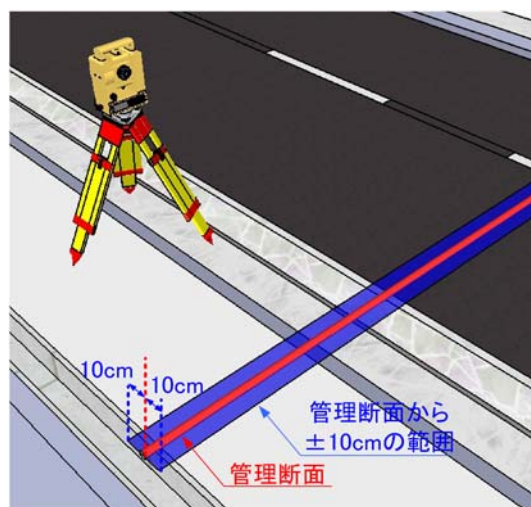


図 4-5 管理断面として入力したラインから道路延長方向に±10cmの範囲

(2) 要領に対応した機能要求仕様書の策定

TSを用いた出来形管理要領および監督検査要領は、導入効果を得るべくICT（情報通信技術）を活かした内容としている。そのためには、利用する機器（TSハードウェアと搭載するソフトウェア）に対応する機能が必要である。例えば、計測精度を確保するため3級TSの計測距離は100mとしている。出来形管理要領と監督検査要領は、主に施工者と発注者向けであり、ソフトウェア開発者にとって開発目標が明確な記載とはなっていない。そこで、出来形管理要領および監督検査要領が求める機能・性能を開発者向けに規定した「機能要求仕様書」を策定した。ソフトウェア開発者は、この機能要求仕様書とデータ交換標準に基づいてソフトウェアの開発を行うこととなる。

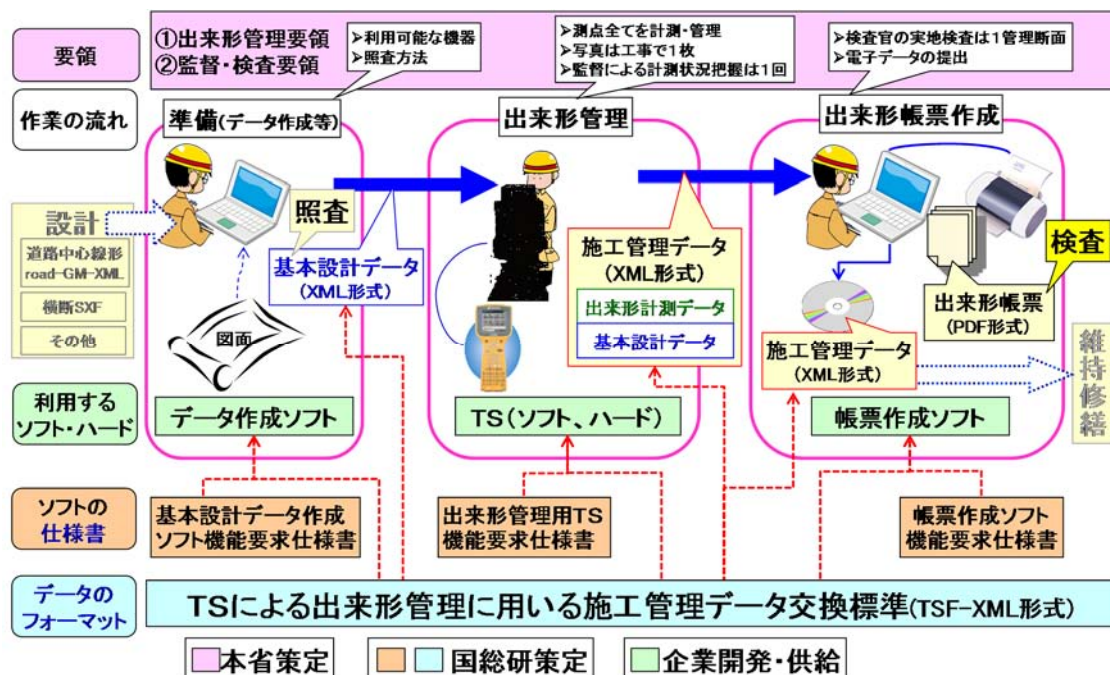


図 4-6 TSによる出来形管理に用いるデータ作成の流れ

土工編にない機能として、舗装の修繕工事では現道の測量があるため必須ではないが、機能搭載が望ましいオプション機能という位置付けで「工事測量機能」を設定した。また、土工編ではオプション機能と位置付けていた「延長の管理機能」については、縁石等の管理項目に延長があるため必須の機能とした。

(3) その他工種「護岸工」へ適用するための検討

TSを用いた出来形管理を河川土工と共に発注される護岸工にも適用するために、現在の出来形管理の実態を踏まえた設計データ作成および出来形管理手法を検討した。具体的には、出来形管理手法の実態と出来形管理基準および規格値を調査するために、工事資料から、出来形管理写真および工事の出来形管理基準及び規格値を整理、分析した。

調査の結果、基本的には道路土工と同様に、平面線形、縦断線形、横断構成、出来形管

理箇所設定等による形状表現および管理箇所設定は可能であるが、河川特有の設計や構造に留意したデータ作成および出来形管理手法が必要なことがわかった。以下に、検討結果を示す。

① 法線（中心線）

河川工事で扱われる線形は測量法線と堤防法線の2種類が考えられる。測量法線は計画段階において現況の川表法肩に沿って線形が設定されることが多い。築堤法線は設計された新堤防の法肩の線形である。測量法線と堤防法線が平行でない場合では、通常、施工段階において、法面を施工する場合は構造物に直交した丁張を設置する必要があるため、丁張計算の際に堤防の法肩等に設置される堤防法線を用いて直交する横断方向を定義し、丁張箇所の座標を算出する。そのため、施工のための法面形状において丁張設置に出来形管理用TSを用いる場合は、測量法線と堤防法線に直交する横断面の方向の違いに留意する必要がある。

現状では、横断形状は測量法線に直交する横断面と築堤法線に直交する横断面の角度に大きな差異がなければ、築堤法線で線形を定義し、測量法線に直交する横断面で作図されている発注図の寸法や高さを利用してデータを作成することが多い。

また、護岸工で用いる中心線形データに関しては、護岸工は河川土工の上に設置（護岸は法面に張り付いている構造物が多い）し、土工と同じ測点や横断面上で管理を実施するため、河川土工と同じ築堤法線を用いた平面線形データの作成が可能と想定される。

② 横断構成と出来形管理箇所

護岸工事について護岸ブロック、石張（積）工や護岸工の護岸基礎工、階段工、多自然護岸における横断形状の作成方法、出来形管理箇所を検討した。

また、護岸ブロック工や石張（積）工では、護岸の法長、延長や石張（積）、裏込工の厚さの出来形計測が必要であることから、管理項目として「延長、厚さ、法長（変化点あり）」を管理項目として追加した（図 4-7）。

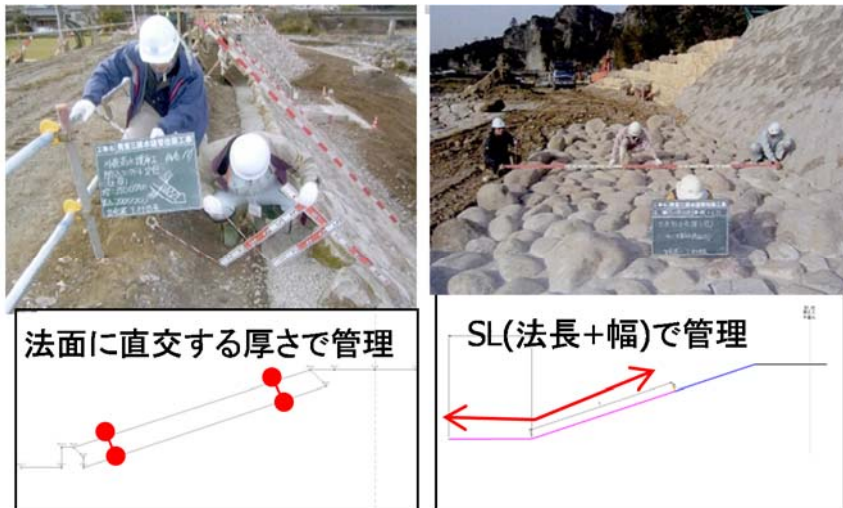


図 4-7 護岸工の出来形管理の管理項目

③ 擬岩護岸工等の多自然護岸の管理

自然に近い形状となり、変化点の多い横断形状となるため、横断面図に示される擬岩工の形状を設計図面どおりに作成することは時間を要する。また、擬岩護岸工等の多自然護岸工は、自然に近い形状となるように施工するため、必ずしも設計図面に示される横断形状にならない場合が多いと考えられる。このため、多自然護岸工に必要な出来形管理の測定項目について最低限のデータ入力でデータ作成することを提案する。

擬岩護岸工は擬岩線で示される範囲の延長と測点における法長であるため、設計データは擬岩線に示される法長の設置値となるよう数点の変化点を設けて横断形状を作成する（図 4-8）。

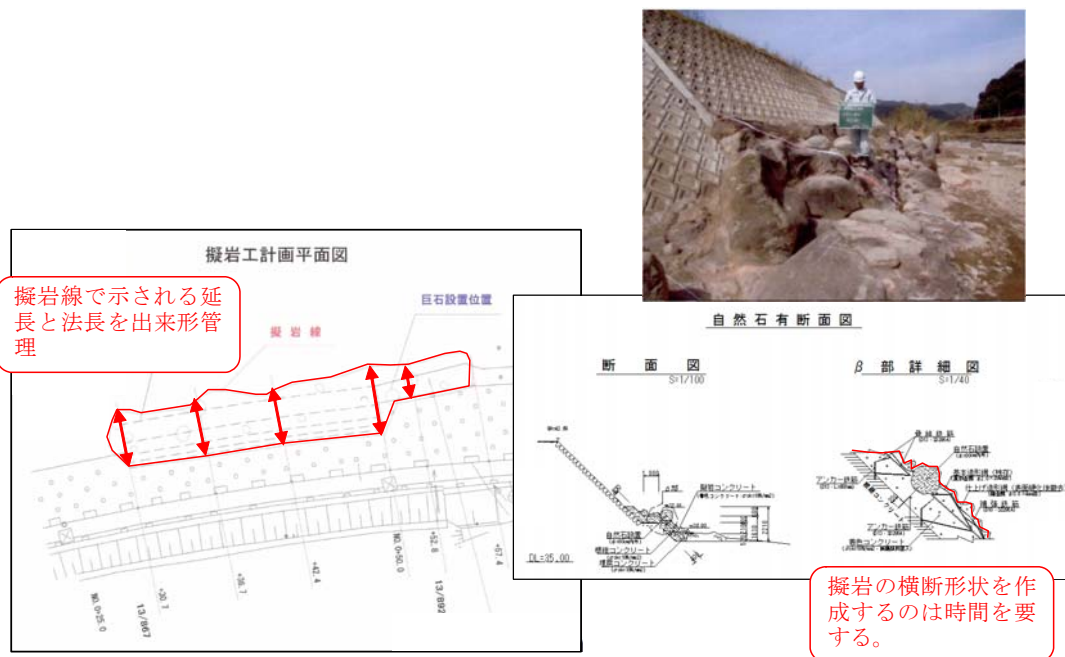


図 4-8 多自然護岸の出来形管理の管理項目

④ 出来形計測

ブロックやコンクリート基礎工の幅や厚さ等は寸法がcm単位のものも混在している。そのため、出来形管理用TSを用いて極小な厚さや幅を計測することは計測作業効率が悪くなる原因と考えられる。

そこで、全ての管理項目についてTSを用いて計測するのではなく、テープで計測した方が極小な厚さや幅の計測作業が効率的である場合は、従来手法と組み合わせて計測を行うように、記載した。

現在の帳票作成ソフトウェアには、TS以外の別の計測手法で取得した結果を帳票ソフトウェアに手入力することで、TS出来形管理結果と組み合わせた帳票を作成することも可能である。ただし、計測手法をTS出来形管理と区別するために帳票上ではTSの結果と別の計測手法の結果は区別して表示可能である。

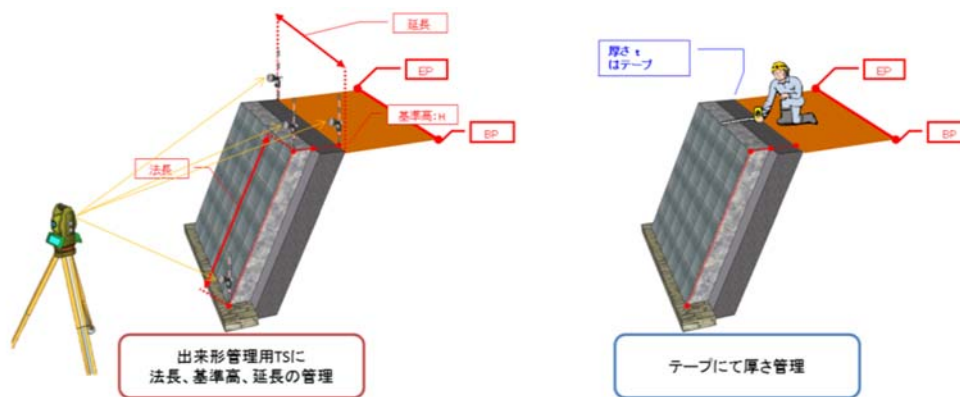


図 4-9 護岸工の出来形管理の方法（TS出来形管理、テープでの出来形管理併用）

⑤ 導入効果

検討をもとに、導入効果の整理を行い出来形計測、監督立会作業全体では時間で4割減でき、出来形計測のみでは2割減できる結果となった。またこのほかに、出来形結果を平面展開図へ利用できれば護岸撤去工の根拠図として利用できるのではないかと結果も出た。

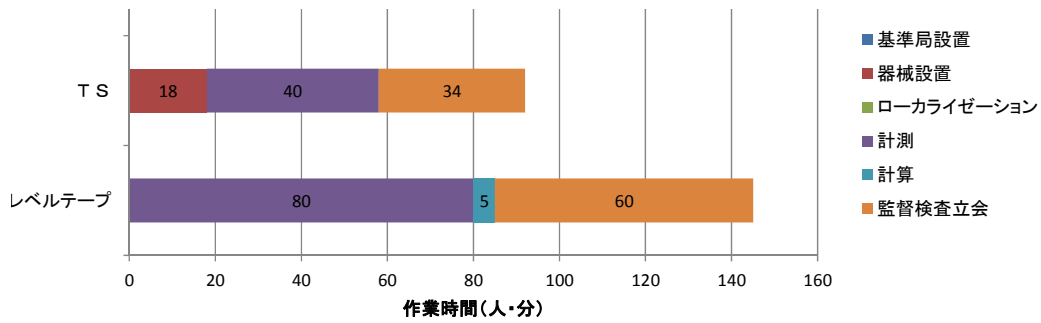


図 4-10 出来形計測と監督立会時間

要領の適用性について、計測精度や作業性の現場調査や施工者、発注者ヒアリングにより、計測精度および作業時間ともに護岸工にも適用できる結果が出た。

(4) 新技術の適用検討

新技術導入に向けた、衛星測位技術の1つであり公共測量に利用されているRTK-GNSSの適用性の検討として、試行工事での計測およびデータ整理を行い、現場適用性および問題点について整理した。

① 導入効果

TSと異なる特徴を持つ様々な3次元測量機器があり、電子データを取得できる3次元測量機器であれば、TSに代え利用できる可能性が高い。それらは、TSを導入するよりも大きな効果が期待できる場合がある反面、導入に際しては、出来形管理を安定的に行うことが可能であるか検証が必要である。

その1つに衛星測位システムGNSSを利用したRTK測量法 (RTK-GNSS) がある。少ない現場試行ではあるが、TSと比べ計測効率は規模が小さいと低いと大きいと高く、現場条件を見極めて導入することで、高い効果を得ることが期待できる(図 4-11)。

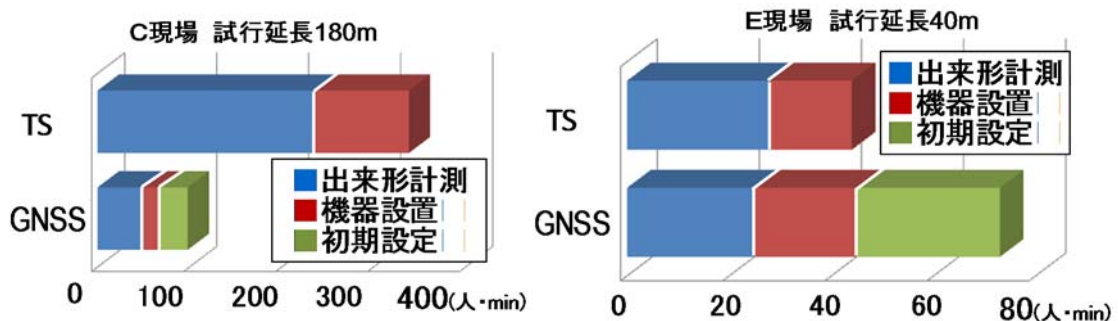


図 4-11 TSとRTK-GNSSの作業性の比較

② 計測精度

計測精度の確認として、国総研構内にRTK-GNSSの基準局と計測局を固定し、衛星の移動等の外乱により計測精度がどの程度変化するか、12時間連続計測してデータより検証した。

土工の出来形管理（検査を含む）に利用するには、高さ方向の必要な計測精度±1 cm程度が安定して得る必要があるが、計測結果からは1 cm以内は約5割のデータとなり、全体としてはおおよそ±3 cm以内で変動しており、土工の出来形管理で広く利用する計測精度を有していない(図 4-12)。特性を熟知して事前調査を行う等と注意深く利用する必要があり、広く一般的に出来形管理で利用するには今後の技術開発が望まれる。

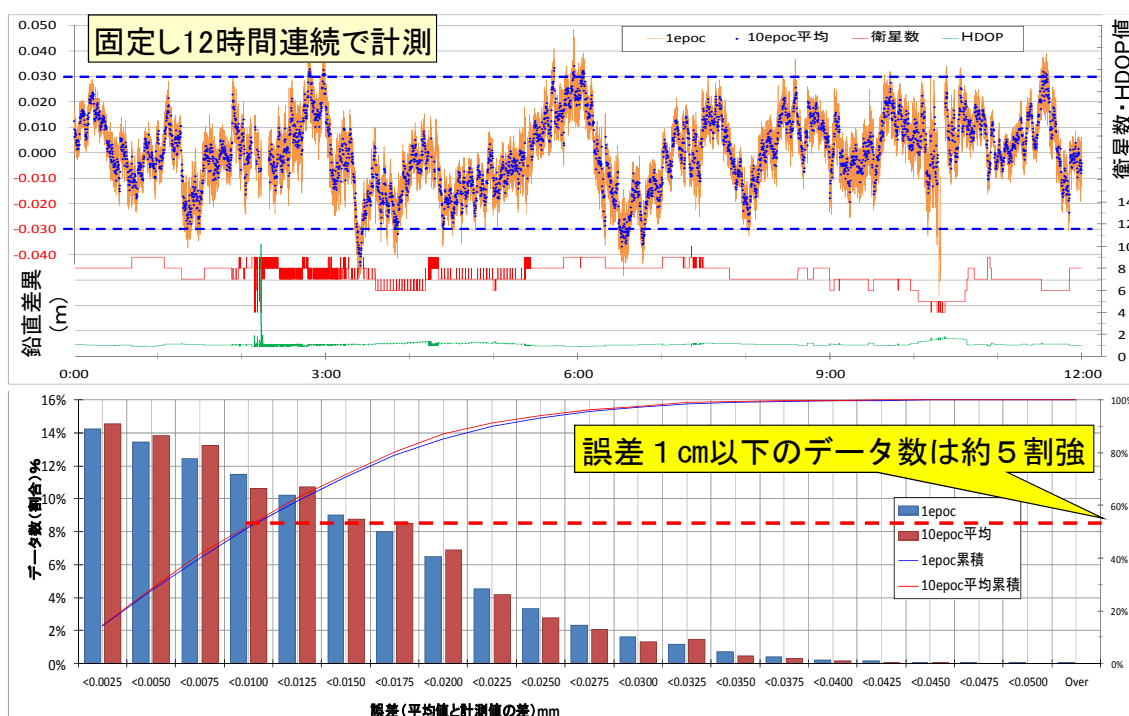


図 4-12 RTK-GNSSの計測データの変動

なお、その問題を解決すべく、レーザー光でRTK-GNSSの高さ方向の計測精度を補完する装置が開発されている。広く一般的に利用するための当面の対応として、その装置を利用することが現実的であると考えられる。今後、「RTK-GNSSを用いた出来形管理」のための要領(試行案)と共に高さ補完装置を利用した際の手引き(案)を作成し、それらを現場で検証していく予定である(図 4-13)。

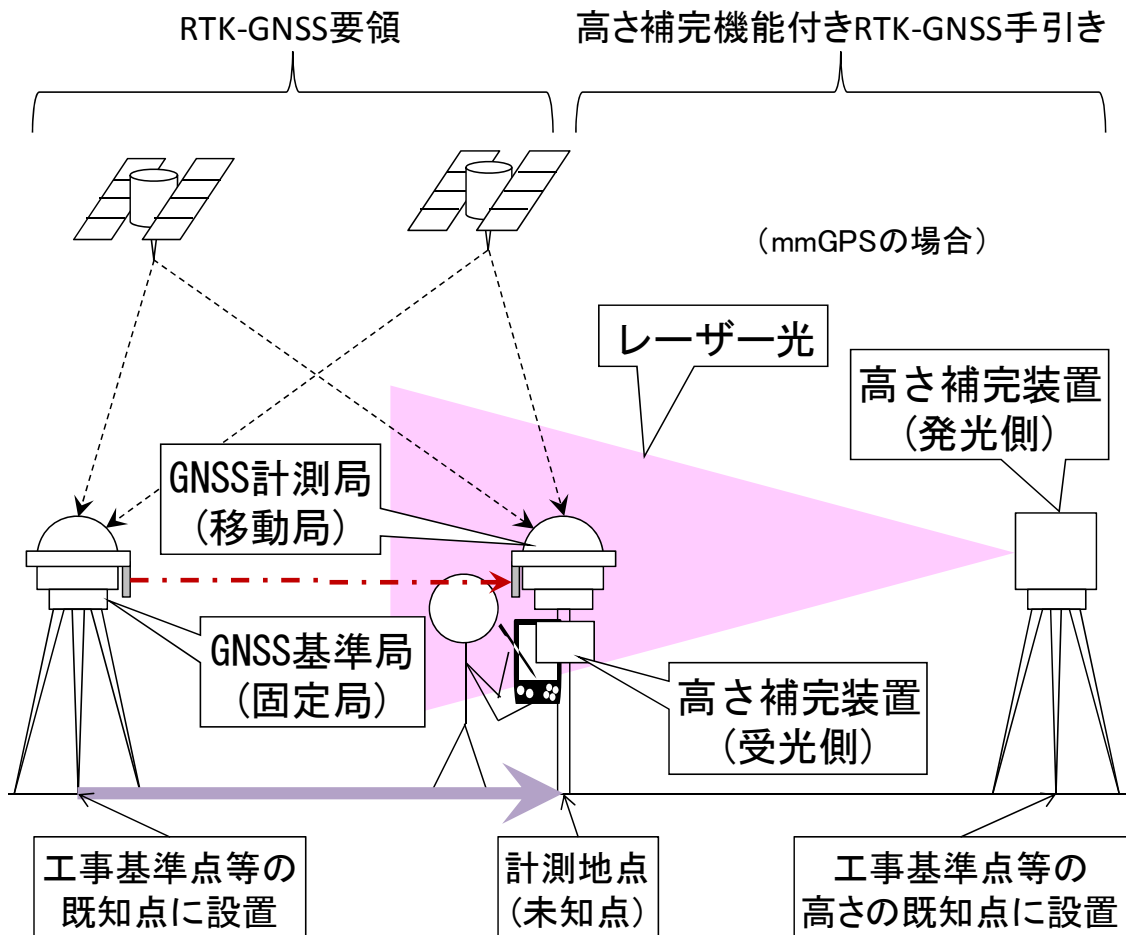


図 4-13 RTK-GNSS出来形管理の要領と手引き

3. 課題と今後の展開

本研究では、情報化施工を普及・定着させるために、平成20年度から運用が開始された土工を対象としたTS出来形管理のフォローアップ調査、および新たな工種、施工機器への拡大の要望を基に、TS出来形管理要領および監督検査要領の策定・改訂の検討を行った。本研究成果の一部は平成25年3月に、TSを用いた出来形管理要領（舗装工事編）、TSを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）として、国土交通省 大臣官房 技術調査課および総合政策局 公共事業企画調整課により成案として策定され、本要領を適用するための通達が行われている。

今後は、本研究成果が現場に正しく適用されるようにフォローアップを実施するとともに、今後も「適用範囲の拡大」、「利用技術の拡大」、「データ流通および利活用」に向けて引き続き研究を実施する予定である。

TSを用いた出来形管理の機能確認ガイドラインの作成

概要：「TSを用いた出来形管理要領」に基づく出来形管理の実施にあたっては、TSにより取得した3次元座標データと比較するための設計値として基本設計データを作成する必要がある。また、基本設計データと出来形計測データから自動的に出来形帳票等を作成するソフトウェアが必要である。

TSを用いた出来形管理の機能確認ガイドラインは、TSを用いた出来形管理の確実な実施とTSを用いた出来形管理手法の普及促進に向けて、ソフトウェアが機能要求仕様書に定められた主要な機能について、要件を満たしているかどうかを簡易に確認するための方法を取りまとめたものである。

1. はじめに

国総研では、情報化施工技術の1つである「TS（トータルステーション）を用いた出来形管理」の検討を行ってきており、現在、本技術は実用化され直轄工事において導入・普及が進められ、年々、導入工事件数は増えている。TSを用いた出来形管理では、図 4-10 に示す3種類のソフトウェア（基本設計データ作成ソフトウェア、出来形管理用TSソフトウェア、出来形帳票作成ソフトウェア）に対して、各ソフトウェアの最低限必要な機能を示した機能要求仕様書を策定するとともに、ソフトウェア間でデータの互換性を確保するために「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)」(以下、データ交換標準)を策定しており、民間のソフトウェア開発者よりそれらに準拠したソフトウェアが開発・提供されている。

TSを用いた出来形管理は、監督・検査においても利用される技術であり、要領において、写真管理や実地検査の頻度を減らす等の業務の合理化を行っている。これらは、機能として信頼性を確保する機能を搭載しているためである。例えば、計測精度を確保するために、計測距離が3級TSで100m（2級TSで150m）を超える場合、出来形管理のデータとしては記録できない機能を搭載することとなっている。計測距離が長い方が作業性の観点では良いが、監督・検査で利用することから、作業性よりも信頼性に重点を置いているためである。そのため、ソフトウェアに計測精度や信頼性向上のための機能が正しく確保されている必要がある。

しかし、機能要求仕様書は、ソフトウェアの具体的な実装方法や操作手順、表示画面の構成等、詳細な機能については示しておらず、TSを用いた出来形管理要領の実施に必要な機能や、最低限の算出方法や表示する情報項目を示したものとなっている。これは、開発に参加するソフトウェア開発者間の競争により、利用者が使いやすい操作性やインターフェースの開発を促すためである。

そのため、機能要求仕様書に対する各開発者の解釈の違いによってデータの入出力項目

や出来形結果の算出方法が異なることで、結果の相違が出現する可能性があり、そのような解釈の違いによる間違っただ出来形管理結果の出力や、ソフトウェア間のデータ交換の不備を防止する必要がある。

また、出来形計測後の施工管理データは、出来形管理要領において、電子成果品として納品することが定められており、トレーサビリティの確保の観点と共に、将来的に数量算出や維持管理等のデータ利活用を目指すためには、定められたデータ交換標準に準拠したデータで納品される必要がある。

そこで、開発者が自主的に機能確認を実施する方法を記載した「出来形管理用トータルステーション機能確認ガイドライン」および「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確認ガイドライン」（以下、機能確認ガイドライン）を作成した。

2. TSによる出来形管理の概要とシステム構成

ソフトウェア機能を理解するために、ここでは、TSによる出来形管理の概要とシステム構成について説明する。

(1) TS出来形管理の特徴と効果

従来の出来形管理は、管理する断面に丁張を設置し、巻き尺やレベルを使用して高さや長さを計測しており、丁張設置や出来形計測に人員や時間を要していた。

TSによる出来形管理では、3次元の設計形状を搭載しており、現場での出来形値と設計値との差異の確認や出来形管理箇所へのミラーの誘導が可能であるため、効率的な出来形計測により現場計測作業時間の削減が図られる。

また、出来形管理帳票は、従来では、現場において計測した出来形結果を野帳に記載し、事務所内の管理ソフトウェアに転記することで作成していたが、TSによる出来形管理では、現場計測と帳票作成のソフトウェア間で交換するデータ形式を標準化することで、自動で帳票作成することが可能であり、作成時間の短縮と転記ミス防止が図られる。

(2) システム構成

図 4-14にTSによる出来形管理で使用する機器を示す。使用機器は、「基本設計データ作成ソフトウェア」、「出来形管理用TSソフトウェア」、「出来形帳票作成ソフトウェア」の3種類のソフトウェアによって構成される。「基本設計データ作成ソフトウェア」はTSへ搭載する3次元設計データを作成するためのソフトウェア、「出来形管理用TSソフトウェア」は、TS本体とTSの計測結果から出来形管理基準および規格値の測定項目に合わせて出来形値を算出するためのソフトウェア、「出来形帳票作成ソフトウェア」は、計測した出来形結果から自動で定められた様式の帳票を作成するソフトウェアである。施工管理データ交換標準は、電子成果品として納品する電子ファイル（XML形式）の仕様であると共に、これら3

種類のソフトウェアが異なる開発者から提供されたものを組み合わせて利用できるように、ソフトウェア間のデータの受け渡しでも利用できる。

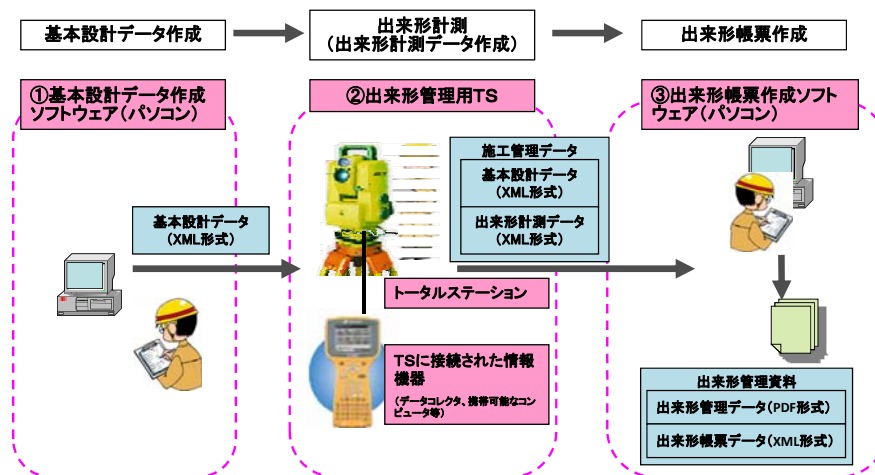


図 4-14 TSIによる出来形管理のシステム構成

3. 機能確認ガイドラインの策定に向けた経緯

TSを用いた出来形管理は、平成18年10月に道路土工を対象にした試行案、平成19年9月に河川土工を対象とした試行案を作成して一部の現場で試行を行い、平成20年3月に「出来形管理要領（土工編）、機能要求仕様書、データ交換標準Ver2.0」を策定し、本格的な実運用を開始した。利用されるソフトウェアは、機能要求仕様書とデータ交換標準に基づいて、ソフトウェア開発者により開発・提供される。

TSを用いた出来形管理は監督・検査に係わることから、作業効率の向上のみを追求するものではなく、併せて信頼性の確保が必要であり、「機能要求仕様書」に正しく準拠している必要がある。また、TSのデータを電子成果として納品すること、異なる開発者が提供するソフトウェアを組み合わせる利用があることから、「データ交換標準」に正しく準拠している必要がある。初めて策定した「機能要求仕様書」や「データ交換標準」を多数の開発者が正しく理解して開発できるよう不明確で誤解を招く記載や記載不足がないか検証するため、平成20年3月に「ソフトウェア検定要領(案)」を作成し、開発者の業界団体の協力を得て、ソフトウェアの機能確認を通じて「機能要求仕様書」や「データ交換標準」の記載内容の検証を1年間行った。

平成21年度からは、検証した「機能要求仕様書」と「データ交換標準」で運用を行ったが、TSを用いた出来形管理の導入工事件数が増えるにつれ、想定を超えた現場条件や基本設計データの作り方を行う現場があり、その様な場面で、異なる企業ソフトウェア間でのデータ交換の不備があり、「機能要求仕様書、データ交換標準」の記載内容の解釈の相違などが顕在化してきた。そこで、「機能要求仕様書」と「データ交換標準」の記載内容を正しく反映したソフトウェアが開発される仕組みを検討し構築した。

4. 機能検証に向けた運用の検討

平成20年度までの運用体制は、試行実施のために研究の一環として、国総研が主体でTS出来形管理要領、施工管理データ交換標準Ver2.0、およびこれらの要領、データ交換標準に基づくTS機能要求仕様書および検定要領を策定し、ソフトウェア検定を実施した。しかし、本格的な導入状況において、工種拡大などによる「TSを用いた出来形管理要領の策定・改訂、機能要求仕様書やデータ交換標準の策定・改訂」等に対して、研究機関で運用を実施する体制を確立することは困難である。また、TSを用いた出来形管理の定着に伴うソフトウェアメーカーによる自主的な機能確認が可能な状況になっていることから、これらを考慮した運用体制案を検討した。

特に機能確認方法は、平成21年度までは開発者に対して試行段階での検討や検定要領（TS用、サポートソフト用）の検証を行うために国総研がソフトウェアの検定を実施してきたが、技術の成熟や検定要領の策定に伴い、国総研以外で実施する体制の見直しを検討した。運用体制の検討に当たり、表 4-1 に示す8パターンの運用体制を提案し、想定される問題点とコスト等より評価を行った。

表 4-1 運用体制の案

プリズム式TS運用体制	H20	案1	案2	案3
	国総研規格 国総研検査	国総研規格 施工者・発注事務所検査	国総研規格 JSIMA検査	国総研規格 開発メーカー自主検査
・出来形管理要領	国総研・地方整備局	国総研・地方整備局	国総研・地方整備局	国総研・地方整備局
・機能確認(検定)要領 (ノウハウの公表含む)	国総研	国総研	国総研	国総研
・施工管理データ交換標準	国総研	国総研	国総研	国総研
・官民意見交換会 主催	国総研	国総研	国総研	国総研
・使用可能ソフトの公表(認証)	国総研	なし	JSIMA	開発メーカー
・ネガティブ情報の公表	なし	国総研	国総研・JSIMA	国総研
機器開発				
・TS&GNSS ハード開発	メーカー	メーカー	メーカー	メーカー
・出来形管理ソフト開発	メーカー&ベンダー	メーカー&ベンダー	メーカー&ベンダー	メーカー&ベンダー
想定される問題(危険性)				
・データの互換性がない	小	中	小	小(機能確認ガイドライン)
・データの改ざん機能が付加	小	中	小	小(機能要求仕様書)
コスト				
・国総研	大	中	中	中
・地方整備局	なし	中	なし	なし
・工事施工業者	なし	大	なし→小	なし
・JCMA	なし	なし	なし	なし
・JSIMA	小(試行協力)	小(試行協力)	小→中	小
・現在までの協力企業	協	中→なし	中	中→なし
・新規参入企業	大	大→なし	大	大→なし
・機能確認費用負担	国総研(研究資金)	開発メーカー	開発メーカー	開発メーカー
評価	×	△	△	○
備考	・未だ永劫多大な予算確保の必要有り (立法も視野に入れて?)	・要領改訂の必要有り ・公的認証のニーズあり →関係者への周知で対応できるか ・現場からの反発必死 →現場確認行為 負担軽減策が必要	・要領改訂の必要有り ・机上確認項目のみ対応可能 →フィールド試験は施工業者で確認か? ・検査費用がソフト代に上乗せされる	・要領改訂の必要有り ・対応ソフトウェアの増加 ・検定費用のコスト削減 →関係者への周知で対応できるか
プリズム式TS運用体制	案4	案5	案6	案7
	国総研規格 JCMA検査	JSIMA規格 JSIMA検査	JCMAS JCMA検査	機能確認不要
・出来形管理要領	国総研・地方整備局	国総研・地方整備局	国総研・地方整備局	国総研・地方整備局
・機能確認(検定)要領 (ノウハウの公表含む)	国総研	JSIMA	JCMAS	なし
・施工管理データ交換標準	国総研	国総研	国総研	なし
・官民意見交換会 主催	国総研	国総研	国総研	なし
・使用可能ソフトの公表(認証)	JCMA	JSIMA	JCMA	なし
・ネガティブ情報の公表	国総研・JCMA	国総研・JSIMA	国総研・JCMA	なし
機器開発				
・TS&GNSS ハード開発	メーカー	メーカー	メーカー	メーカー
・出来形管理ソフト開発	メーカー&ベンダー	メーカー&ベンダー	メーカー&ベンダー	メーカー&ベンダー
想定される問題(危険性)				
・データの互換性がない	小	小	小	大
・データの改ざん機能が付加	小	小	小	大
コスト				
・国総研	中	小	小	なし
・地方整備局	なし	なし	なし	大
・工事施工業者	なし	なし→小	なし→小	大
・JCMA	中	なし	大	なし
・JSIMA	小	中→大	小	なし
・現在までの協力企業	中	中	中	なし
・新規参入企業	大	大	大	なし
・機能確認費用負担	開発メーカー	開発メーカー	開発メーカー	なし
評価	△	×	△	××
備考	・要領改訂の必要有り ・検査費用がソフト代に上乗せされる	・要領改訂の必要有り ・机上確認項目のみ対応可能 →フィールド試験ができない ・検査費用がソフト代に上乗せされる	・要領改訂の必要有り ・前例有り ・検査費用がソフト代に上乗せされる ・建設業界からは機能確認ニーズ無し?大手ゼネコンだけ?	・必要機能が定義されていないので、監督・検査で利用できない(施工業者の任意計測→要領も不要)。 ・公的認証できない ・要領改訂? ・そもそもTS出来形管理が普及しない?使わないし売れない?

注) ○○○規格とは、○○○がソフトウェアの機能要件、検定要領等の規格を策定、メンテナンスすることを指す

○○○検査とは、○○○がソフトウェアの機能確認、検査を実施することを指す

JCMA及びJSIMAは関係業界団体である(詳細は巻末資料「用語の解説」を参照のこと)

検討の結果、機能要求仕様およびその確認方法について規定した機能確認ガイドラインを公開し、開発メーカーが機能確認ガイドラインに沿って自主確認する方法が、競争性の確保及び普及促進に適していると考えられる（表 4-1 案3）。

また、データ交換の互換性については、サンプルデータによる出力確認を行うことで担保が可能と考えられる。

TSを用いた出来形管理のソフトウェア開発や検定に関する運用体制について、平成20年度と、今回の検討を踏まえて平成23年以降に実施する体制を比較したのが、図 4-15 である。



図 4-15 TSを用いた出来形管理の運用体制（左：平成20年度、右：平成23年度以降）

以下に、本ガイドラインを利用した場合の運用フロー案を図 4-16 に示す。図に示すように、ソフトウェアの開発者が行う運用と、監督職員および請負者が行う運用に分けられる。開発者は、機能要件仕様書に基づいてシステムを開発し、機能確認ガイドラインに基づき開発者が自主検査を実施する。一方、監督職員、請負者は、開発者から提出される自主検査の試験結果を機能確認ガイドラインに照らして確認し、システムの機能を必要に応じ確認することができる。

今後の課題としては、発注者側から「管理要領および機能要求仕様書に準拠することを証明する資料の提出」などを求められた場合に、メーカーのカタログへの記載方法や記載時の機能確認結果を示す書類の作成方法などを検討する必要がある。

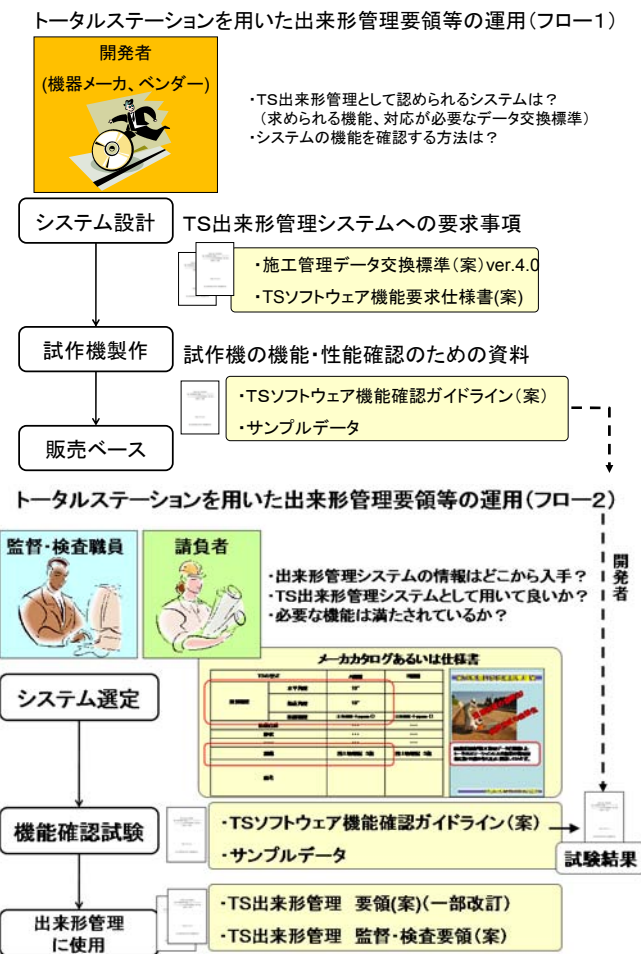


図 4-16 自主確認ガイドライン利用時の運用フロー

以上の運用体制の検討結果を基に、試行工事段階で利用されていた機能の検定要領を基本として、自主確認を行う場合の機能・性能確認を実施するためのガイドラインの作成を行った。

5. 機能確認ガイドラインの策定

機能確認ガイドラインは、「機能要求仕様書」と「データ交換標準」に示した機能が正しく当該ソフトウェアに実装されているかを確認するものである。ただし、機能要求仕様書は、出来形管理要領の記載内容の趣旨や土木工事の他の基準類を勘案すれば分かる内容については、必ずしも精緻に記載している訳ではない。そのため、能要求仕様書に対する開発者の理解力による差異に影響されないように、機能要求仕様書に記載された機能に対応して順番に確認する項目とサンプルデータを整理し、誰でも容易に確認できる形とした。なお、サンプルデータの作成に当たっては、TSを用いた出来形管理に関するソフトウェアの開発者の業界団体である(一社)日本測量機器工業会の協力を得て、過去に問題が発生した状況も踏まえて作成した。

(1) 機能確認ガイドラインの概要

機能確認ガイドラインは、ソフトウェア開発者を対象にした資料であり、機能要求仕様書やデータ交換標準に準拠して開発したソフトウェアの機能を要求どおり開発できているかをチェックするためのものである。

ソフトウェア開発者は、機能要求仕様書やデータ交換標準に準拠したソフトウェアを開発した後、ソフトウェアが定められた仕様どおり動作するかを機能確認ガイドラインのチェック項目に従って確認する。機能確認ガイドラインに沿わない機能が判明した場合は、その部分についてソフトウェアを修正することとなる。

(2) 機能確認ガイドラインの記載内容

機能確認ガイドラインには、機能要求内容、機能要求内容に対するチェック内容、確認方法、確認方法の解説が記載されており、サンプルデータによる確認方法に必要な数種類のサンプルデータが付属している。

① 機能要求内容

機能要求内容は、機能要求仕様書に記載されたソフトウェア機能の要件を示している。

② チェック内容

機能要求内容に対するチェック内容は、機能要求内容に対して確認すべき機能および表示項目や表示桁数を示している。

③ 確認方法

本ガイドラインでは、機能要求内容の確認方法として、「サンプルデータによる確認」と「実機を用いた確認」の2通りの方法を示している。「サンプルデータによる確認」は、本ガイドラインに付属した機能確認用のサンプルデータを用いた確認方法であり、「実機を用いた確認」は機能確認の実施者が必要なデータ等を適宜用意し、機能確認を行うものであり、この確認は机上および実施者の用意した試験場のどちらで実施してもよいこととしている。

④ 確認方法の解説

確認方法の解説では確認方法と評価基準を示し、確認方法には使用するサンプルデータの種類および確認に必要な数値の入力やその確認手順を示し、評価基準は確認方法に沿って入力した結果、表示される形状や表示項目、ソフトウェアの表示結果や算出結果の合格基準を記載している。

⑤ サンプルデータ

出来形管理用TSソフトウェアおよび設計帳票作成ソフトウェアの機能確認ガイドラインには、Ⅰ群からⅢ群の3種類のサンプルデータが付属している(表 4-2)。

表 4-2 サンプルデータの内容

	出来形管理用TSソフトウェア	設計帳票作成ソフトウェア
I 群	ソフトウェアへ入力するための施工管理データ	ソフトウェアへ入力するための施工管理データ
II 群	ソフトウェアへ入力するための出来形計測点座標と入力後の算出結果の確認シート	算出される出来形管理結果や帳票様式の確認のための設計値と出来形値とその差が記載された出来形管理帳票
III 群	施工管理データの入力後、表示すべき設計情報の確認シート	設計情報の入力用のシートおよび施工管理データの入力後、表示すべき設計情報の確認シート

また、図 4-17 に機能確認ガイドラインの記載例と機能確認の運用例を示す。

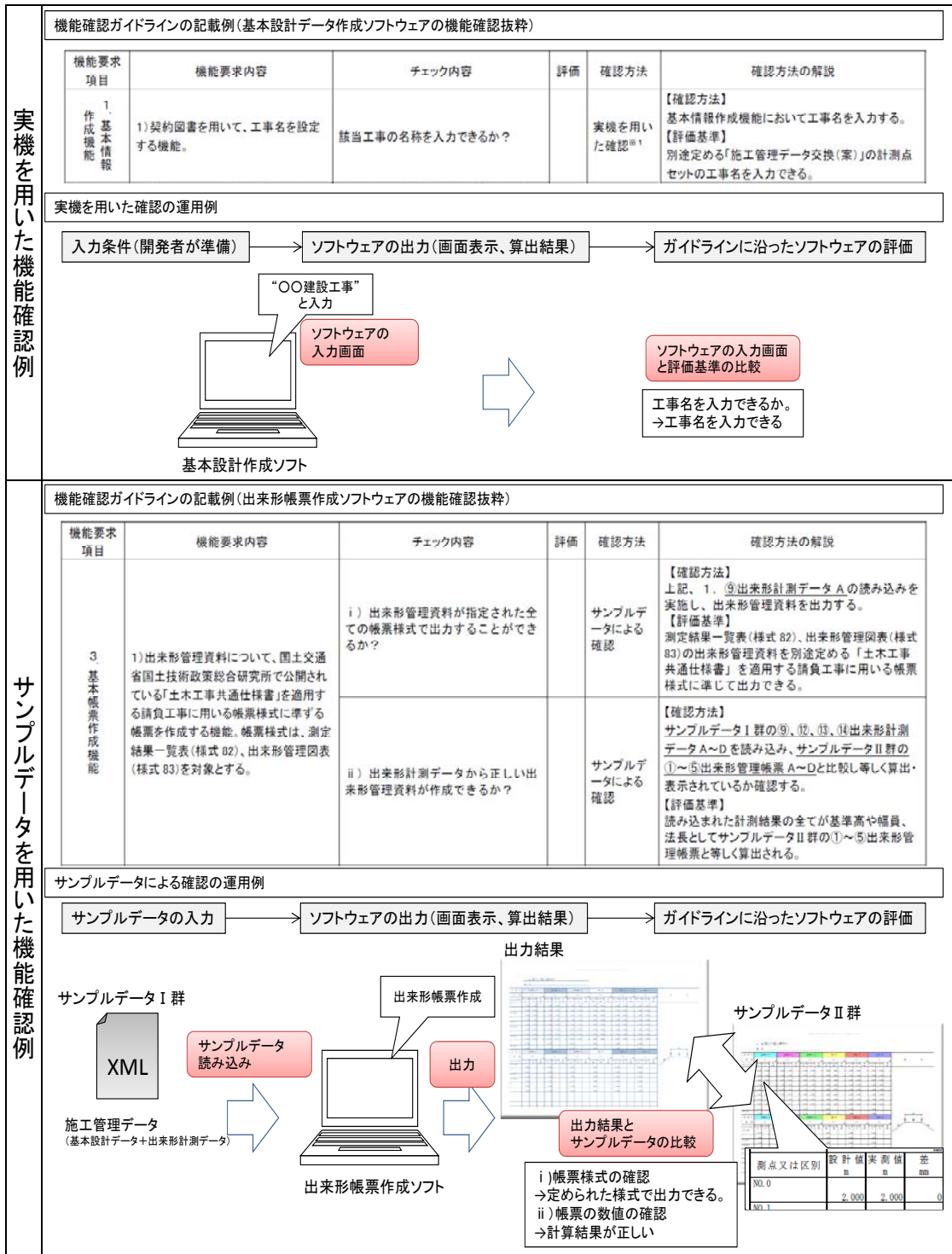


図 4-17 機能確認ガイドラインの記載に対する機能確認手順の一例

(3) 機能確認したソフトウェア情報の公開

国総研の「TSを用いた出来形管理の情報提供サイト」(以下、情報提供サイト)では、TSを用いた出来形管理で利用できるソフトウェアの情報を工事受注者や監督職員に提供するために、ソフトウェアの一覧を公開している。掲載されるソフトウェアの条件は、本ガイドラインにより「機能要求仕様書」に準じて開発されていることをソフトウェア開発者が自主確認し、本サイトへの情報掲載の申請があったソフトウェアである。

また、機能確認の保証は、あくまでソフトウェア開発者が自主確認で実施することとしているため、この掲載によって国総研がソフトウェア開発者の機能確認の内容を保証するものではないこととしており、稀に想定外の原因によりデータ交換できない等の問題が発生した場合は、「ソフト間接続確認情報」を掲載している企業が主体で原因究明し問題解決を図ることを前提とした規約を設けている。掲載しているソフトウェアにおいて、問題解決に向けての対応に問題がある場合には、その旨を情報提供サイトで公表することも規約に設け、掲載してあるソフトウェアの信頼性の確保の一助となる仕組みとした。

情報提供サイトに記載されているソフトウェア以外にも機能要求仕様書に準拠して開発されているソフトウェアがあり、どのソフトウェアを利用するかは、カタログあるいはソフトウェア仕様書でTSによる出来形管理の要領に準拠しているかを確認し、受注者の判断で決定することとなる。

6. 課題と今後の展開

TSによる出来形管理は、これまでの試行工事における導入効果や普及状況等を踏まえ、平成25年度に一般化する技術として位置付けられ、使用原則化する通達が発出された。

今後、導入工事はますます増えていくことから、現時点では想定し得ない現場条件での利用、自由度が高まったデータ交換標準Ver4.0による想定外の方法による基本設計データの作成、ソフトウェア開発者の新規参入、等が考えられ、予期せぬ不具合の発生が懸念される。その様な中、ソフトウェア開発者や施工者の業界団体の協力も得て、不具合情報を収集し、機能確認ガイドラインの確認項目やサンプルデータの充実を図り、信頼性の確保に向け取り組んでいく予定である。