

7. 河川土工におけるトータルステーションを用いた出来形管理手法

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
 ○神原明宏・田中洋一・金澤文彦

1. はじめに

測量分野で利用されているトータルステーション（以下、TS という）は、計測点の3次元座標を即座に得られるため、測量以外の分野でも利用されつつある^{1) 2)}。国土交通省では、TS を施工管理で利用した事例として、TS を用いた出来形管理に取り組んでいる。平成 18 年度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）³⁾（以下、道路土工要領という）を策定し、平成 19 年度より道路土工において TS を用いた出来形管理手法（以下、TS 手法という）が運用されている。また、舗装工などの他工種においても TS 手法の運用に向けて研究されている^{4) 5)}。しかしながら、河川における工種に関しては、TS 手法の研究がなされているものの運用には至っていない⁶⁾。そのため、道路土工と同じ土工である河川土工において TS 手法における適用性を確認し、運用することを目指した。

本稿では、出来形管理における道路土工と河川土工において、河川土工における TS 手法について道路土工と比較し適用性を確認した上で、TS 手法による河川土工の試行工事を実施した。試行工事結果より、河川土工における TS 手法の利用効果及び問題点として確認し、運用を実現するための手法について報告する。

2. TS 手法の概要

TS 手法は、巻尺・レベルを用いた出来形管理手法（以下、従来手法という）に代わり行うものである（図- 1 参照）。TS 手法は、計測点の座標を元に、高さ・幅・長さが即座に得られるため出来形管理作業の効率化などが期待できる。TS 手法は、基本設計データ作成、出来形計測、出来形帳票作

成という一連の流れを実施するためのシステム（以下、TS システムという）を構築する必要がある（図- 2 参照）。そのため、道路土工における TS システムの機能要件を記載した基準を作成した。

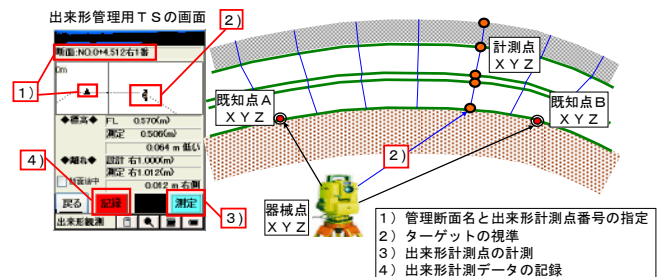


図- 1 TS 手法のイメージ

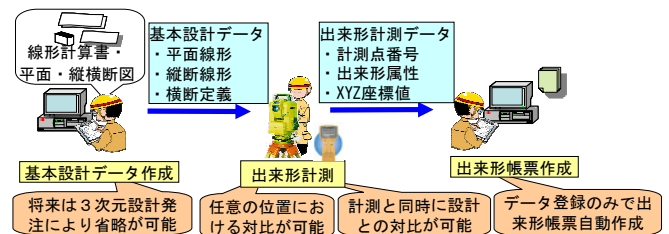


図- 2 TS システムのイメージ

3. 河川土工における TS 手法の適用性

道路土工における TS 手法は、運用に関する基準及びシステムの基準が整備されている。道路土工における TS 手法を河川土工に適用する場合の問題点を抽出し、河川土工における TS 手法の試行工事実施方針を決定した。

(1) 基準線形の比較

施工における基準となる線形は、道路の場合は道路中心線形であるが、河川の場合は堤防法線となる。そのため、河川土工の基準線形は、堤防法線とした。道路中心線形と堤防法線との関係を図- 3 に示す。

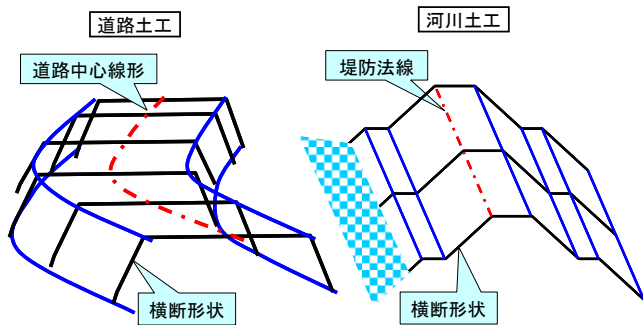


図-3 道路中心線形と堤防法線との関係

(2) 出来形管理基準の比較

道路土工と河川土工の土木工事施工管理基準及び規格値⁷⁾を比較した。規格値の比較を表-1、出来形計測点の比較を図-4に示す。比較結果により、TSシステムは、道路土工の出来形管理基準及び規格値を満たしていれば河川土工でも対応することが可能であることを確認できた。

表-1 規格値の比較

工種	測定項目	規格値 (mm)	
道路土工	基準高▽	±50	
	法長	L<5m	掘削：-200 盛土：-100
		L≥5m	掘削：法長の-4% 盛土：法長の-2%
	幅 (W1, W2)	-100	
河川・海岸・砂防土工	基準高▽	掘削：±50 盛土：-50	
	法長	L<5m	掘削：-200 盛土：-100
		L≥5m	掘削：法長の-4% 盛土：法長の-2%
	幅 (W1, W2)	-100 (盛土のみ)	

※太字が道路土工と河川・海岸・砂防土工とで異なる箇所

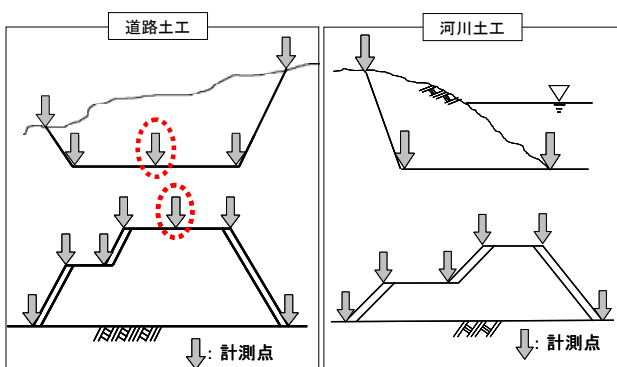


図-4 出来形計測点の比較

(3) 試行工事实施方針

道路土工と河川土工における出来形管理手法を比較した結果、大きな違いはなく、道路土工のTSシステムを利用できると判断した。そのため、河川土工の試行工事においては、道路土工におけるTSシステムを利用することとした。

道路土工と河川土工における基準線形の違いは、道路土工要領を参考に、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（試行案）（河川土工編）（以下、河川土工要領という）を作成し記載することとした。

4. 試行工事实施

TS手法が河川土工においても運用可能か確認するために、河川土工要領に基づき試行工事实施した。なお、試行工事は、作業効率などを比較するために従来手法もあわせて実施した。

(1) 河川土工試行工事現場概要

河川土工要領に基づき、道路土工で得られた知見を基に河川土工工事を対象として、全国3現場で実施した。現場概要を表-2に示す。

表-2 試行工事現場概要

地整名	北海道	関東	九州
工期	平成19年9月20日～平成20年2月26日	平成19年10月16日～平成20年8月6日	平成19年9月25日～平成20年3月28日
掘削量	—	—	21,000 m ³
掘削最大高さ	—	—	3m
盛土量	45,000 m ³	67,000 m ³	3,600 m ³
盛土最大高さ	3m	8m	1.5m
施工総延長	3800m	550m	500m
試行実施区間	400m (9断面)	60m (3断面)	75m (4断面)
立地条件	水田地帯	市街地	山間地
備考		模擬立会	模擬検査

(2) 試行工事实施内容

はじめに、試行工事の対象者である請負者、監

督・検査職員に、TS 手法及び TS システムに関する説明を実施した。また、請負者、監督・検査職員に対してアンケートまたはヒアリングにより、TS 手法における効果や課題を抽出した。

試行工事現場のうち、平成 19 年度に TS 手法にて検査又は模擬検査を行った北海道及び九州の試行工事現場について実施内容を述べる。

a) 北海道現場

北海道現場は、水田地帯における腹付け盛土による堤防整備工事である。降雪地帯であるため、積雪時に出来形管理及び検査を行うこととなった。

現場の平面図を図-5、現場計測状況を写真-1、横断面図を図-6 に示す。

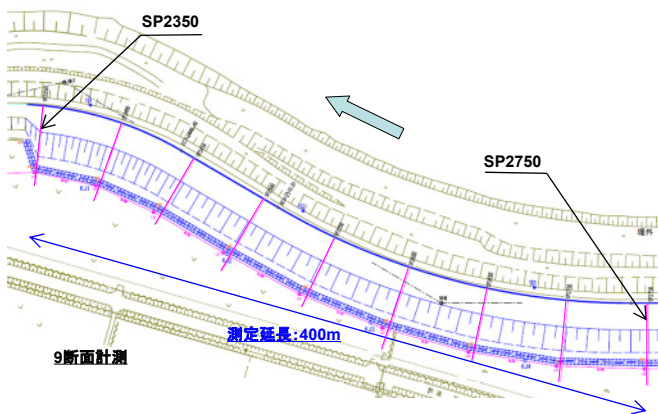


図-5 現場平面図（北海道）



写真-1 現場計測状況（北海道）

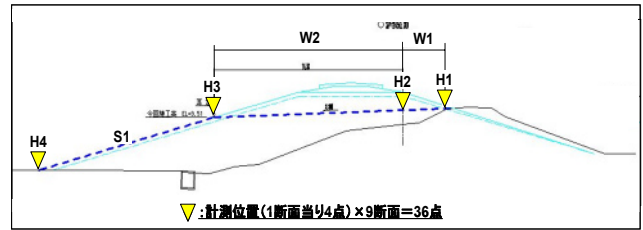


図-6 現場横断面図（北海道）

本現場は、現況堤防高さ付近までの腹付盛土である。堤防法線の平面位置は完成形状である表法肩の位置で設計されていた。基本設計データ作成では、堤防法線の平面線形と縦断線形が必要となる。そのため、本現場で定義する堤防法線の平面線形位置は、完成形状である堤防法線の平面線形位置と同じとした。また、本現場で定義する堤防法線の縦断線形は、本現場で定義されている裏法肩の箇所の縦断線形から算出することとした。（図-7 参照）。

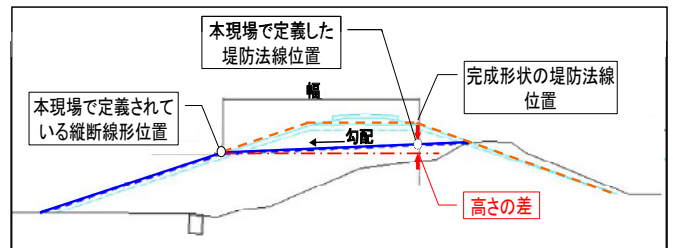


図-7 本工事での堤防法線位置

現場意見で得られた TS 手法の有効活用方法は以下のとおりであった。

- ・北海道では雪解け後の検査に、TS システムによる測点の復帰が容易にできるのではないかと。
- ・軟弱地盤の場合は、施工後の沈下量の計測が TS システムで活用できそうである。

b) 九州現場

九州現場は、山間地における掘削・盛土の河川整備工事である。河道を含めた河川の両岸を管理する必要があった。

現場の平面図を図-8、現場計測状況を写真-2、横断面図を図-9 に示す。

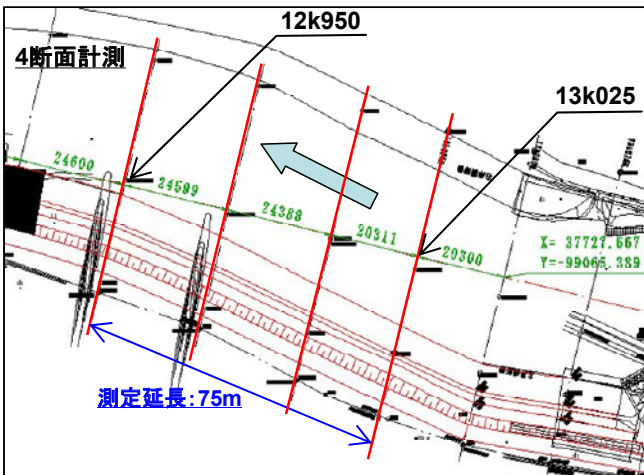


図-8 現場平面図（九州）



写真-2 現場計測状況（九州）

本現場は、河川中心付近の線形を基準に横断面図が作成されているため、堤防法線の設計が存在しなかった。そのため、基本設計データに必要な堤防法線の平面線形及び縦断線形を貸与された図面から読み取って作成した。なお、本現場は、両

岸の施工を行うが、TS手法は左岸のみ行うこととした。

現場意見で得られたTS手法を利用したの問題点は以下のとおりであった。

- ・貸与された横断面図が河川中心付近の線形を基準に作成されていた。しかしながら、TS手法を利用するため、堤防法線を定義する必要があった。
- ・堤防法線の設計がなかったため、基本設計データの作成が手間であった。

5. 試行工事実施結果

TS手法において出来形検査を行った北海道現場において、TS手法と従来手法との出来形計測値を整理した。図-6に示した測定箇所における、基準高、法長、幅の測定項目に対する設計値と計測値との差を図-10～図-12に示す。測定箇所については、幅については2箇所、法長が1箇所、基準高は4箇所計測しており、上記箇所においてTS手法と従来手法との両方を計測した。

幅については、W1、W2とも設計値と実測値の差が同じような傾向である。また、同一の測定箇所における設計値と実測値の差の値は、TS手法と従来手法と比較すると、規格値に対してほぼ同じ傾向であると判断できる。

法長について設計値と実測値の差の値は、TS手法と従来手法と比較すると、規格値に対してほぼ同じ傾向であると判断できる。

基準高については、H1～H4で設計値と実測値の差の傾向は異なっている。しかしながら、同一の測定箇所における設計値と実測値の差の値は、TS手法と従来手法と比較すると、規格値に対してほ

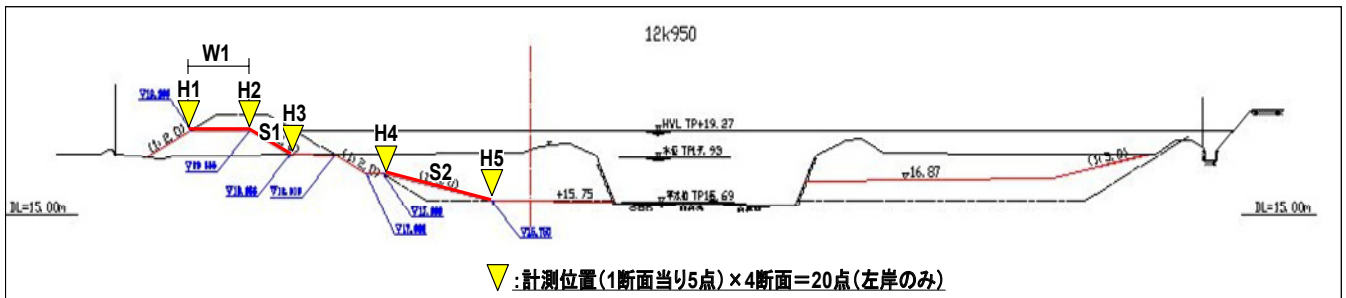


図-9 現場横断面図（九州）

ほぼ同じ傾向であると判断できる。

以上の結果により、TS手法であっても規格値を満たしており、かつ従来手法とも比較しても出来形計測結果として同じような傾向が得られた。

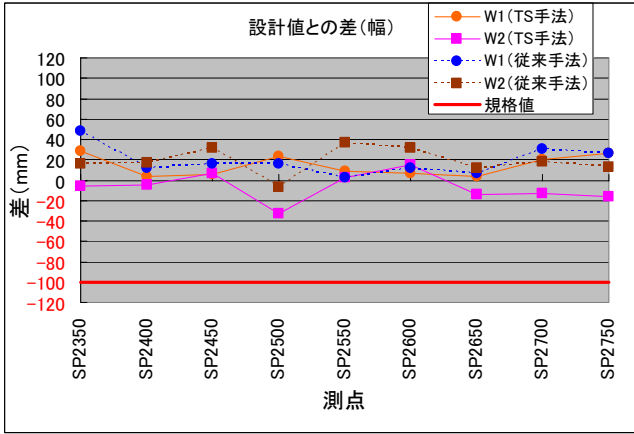


図- 10 設計値と実測値との差（幅）

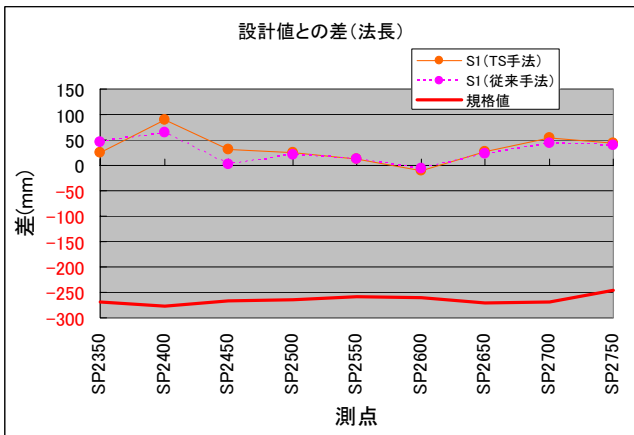


図- 11 設計値と実測値との差（法長）

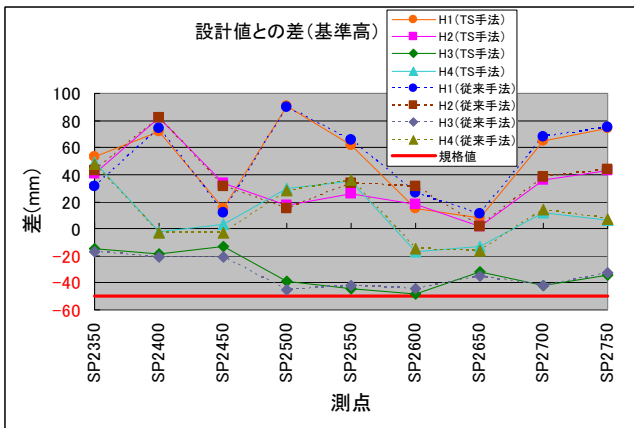


図- 12 設計値と実測値との差（基準高）

そのため、河川土工における TS 手法は現場適用が可能であることを確認できた。

さらに、試行工事でのヒアリングより以下のような意見が得られ、従来手法と比較して TS 手法による利用効果が確認できた。

- ・従来手法では3名体制で行っていた出来形管理を2名体制にできるため人員削減につながる。
- ・出来形計測データ取得から出来形帳票作成における作業が省力化される。
- ・日々の施工管理で設計値との差を確認することができるため、次段階の手配や手直しの迅速化が可能となる。
- ・任意の断面で設計値との差を容易に確認できる。
- ・積雪している場合、出来形を確認する為に除雪する必要があるが、選択した点にTSを誘導(逆打ち誘導)する機能によって目串を発見することが容易であった。

6. 考察

(1) TS手法を応用した沈下量の確認

河川土工の盛土工は、軟弱地盤上で施工されることが多く、そのため沈下量の確認が重要となる。TS手法を応用することで、河川堤防の沈下量の確認に有効に活用できるものと考えられる。沈下量の確認方法イメージを図- 13 に示す。

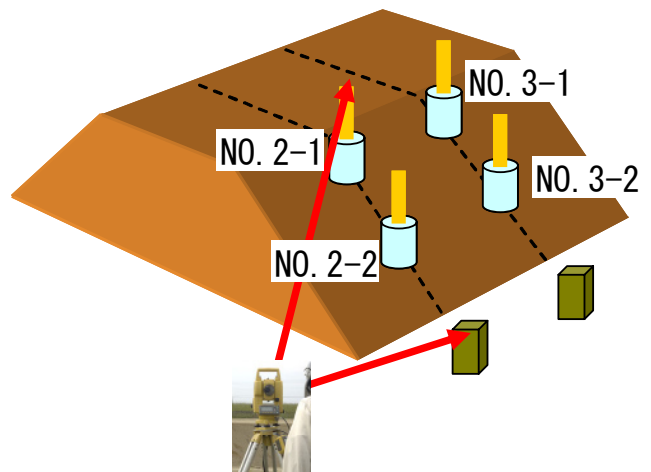


図- 13 沈下量の確認方法イメージ

(2) 基本設計データ作成の留意事項

基本設計データの作成は、出来形計測をする断

面（管理断面という）で横断面を作成する必要がある。道路土工では、測点の昇順方向である起点から終点に向かって一定の間隔の測点毎に横断面図を作成する。河川土工では、測点の降順方向である上流から下流に向かって一定の間隔の測点毎に横断面図を作成する（図-14 参照）。そのため、河川土工においては、横断面図の基本設計データ作成に留意する必要がある。

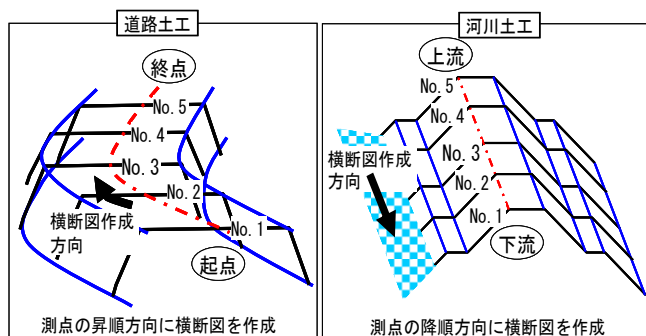


図-14 横断面図作成方向の考え方

7. まとめ

試行工事結果より、道路土工及び河川土工にて TS 手法が適用できることを確認した。そのため、試行工事で利用した河川土工要領及び道路土工要領を編集し、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、要領という）を作成し、要領は平成 20 年 4 月に公開した。TS 手法が道路土工及び河川・海岸・砂防土工を対象に運用できることとなった。

要領の作成により、TS 手法による請負者及び監督・検査職員の作業内容が明確となった。また、TS 手法による施工作業の迅速化、品質向上、監督・検査業務の迅速化が期待できる。

河川土工の TS 手法に必要となる設計データが流通する体制を整備することで、TS 手法が効率的に利用することが可能となる。まだ、河川土工に対応した TS システムは開発されていない。今後、河川土工に対応した TS システムの機能要求仕様書を作成することによって、河川土工における TS 手法が普及することを期待している。

謝辞：本研究を実施するにあたり、国土交通省建

設施工企画課及び北海道、関東、九州の各地方整備局の関係者皆様には、現場試行の実施にあたって施工現場の提供にご協力頂いた。また、(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所の皆様には資料作成にご協力を頂いた。ここに記して深い感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 樋口佳意，藤澤和範，藤平大，大川滋，下村博之，坂田岳生：地すべり地末端の崩壊斜面における地盤変位の計測手法の開発，日本地すべり学会誌，No. 182，pp. 385-392，2008 年 3 月。
- 2) 山口博義：新 3D カメラによる地形計測への応用，建設の施工企画，No. 680，pp. 47-52，2006 年 10 月。
- 3) 国土交通省：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），2007 年 3 月。
- 4) 川俣 裕行，坂本 鋼三：トータルステーションを用いた舗装の出来形管理の効率化，建設の施工企画，No. 693，pp. 9-13，2007 年 11 月。
- 5) 二瓶正康，山元弘：出来形管理効率化を目的とした情報処理技術による計測技術の有効性，建設機械，No. 515，pp. 45-49，2008 年 1 月。
- 6) 柿本亮大，野間卓志，小林一郎：河川土工の出来形検査における 3 次元データ利用へ向けた実証実験，土木情報利用技術論文集，Vol. 16，pp. 253-260，2007。
- 7) 国土交通省 関東地方整備局：土木工事施工管理基準及び規格値，2007 年 4 月。