

# 施工管理データを搭載したトータルステーション による出来形管理の適用工種拡大について

国土交通省 国土技術政策総合研究所 ○梶田 洋規\*<sup>1</sup>  
同 上 渡邊 賢一\*<sup>2</sup>  
同 上 遠藤 和重\*<sup>3</sup>

By Hiroki KAJITA, Kenichi WATANABE, Kazusige ENDO

国土交通省は、ICT（情報通信技術）を建設施工に活用して高い生産性と施工品質を実現する新たな施工システムである「情報化施工」について、公共土木事業へ導入・普及を図るため様々な取り組みを実施しているところである。国土技術政策総合研究所では、その取り組みの一環として、効率的に出来形管理を実施できるように、3次元座標の設計データ（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効率的な出来形管理に関する研究・開発を行ってきた。

本発表では、土工（道路、河川）を対象に開発してきた「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」について、より一層の普及を目指し適用工種の拡大を図るため、「ダム本体工」と「地下埋設物工」についてデータ交換等について検討を行ったものである。

【キーワード】情報化施工、出来形管理、トータルステーション（TS）

## 1. はじめに

情報化施工は、建設事業の調査設計から維持管理までの建設生産プロセスの「施工」において、ICT（情報通信技術）の活用により各プロセスから得られる電子情報を活用し高効率・高精度な施工を実現し、また、施工で得られた電子情報を他プロセスに活用することで、建設生産プロセス全体の生産性向上や品質確保を図ることを目的としたシステムである。近年、汎用の建設機械を用いる土工工事や舗装工事等の一般的な土木工事においても、進歩し廉価になった測量技術・制御技術・情報通信技術を用いて、情報化施工が大規模工事を中心に導入されつつあり、効果を上げている。

国土交通省では、情報化施工の戦略的な普及方策について検討を行い、直轄工事への導入を推進しているところである。

その一環として、国土技術政策総合研究所では、効率的な施工管理（監督・検査を含む）を目的に、3次元座標の施工管理データを搭載したトータルステーション（以下、「出来形管理用TS」という）

\*<sup>1</sup> 高度情報化研究センター 情報基盤研究室029-864-7480

で出来形管理を行う手法の研究を行ってきた。

本研究は、道路土工を対象に開発・現場導入した出来形管理用TS手法について、普及を図るために適用工種拡大の検討を行ったものである。

## 2. 出来形管理用TSの概要

公共土木工事においては、「土木工事施工管理基準」が定められ、図-1の様に工種毎に出来形管理の測定項目や規格値が決められており、監督・検査においても、その内容に沿って検査している。

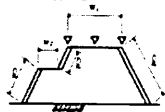
工種	測定項目	規格値 (cm)	測定基準	
道路 土工	基準高 ▽	±50	【盛土の場合】 	
	法長	L<5m		掘削：-200 盛土：-100
		L≥5m		掘削：法長の-4% 盛土：法長の-2%
	幅 (W1, W2)	-100		施工延長40mにつき1箇所、 延長40m以下のものは1箇所、 1箇所につき2箇所。基準高は、 道路中心線及び端部で測定。

図-1 出来形管理基準及び規格値（道路土工）

従前の出来形管理は、計測する断面に丁張りを設置し、水糸や巻尺やレベルを用い長さや高さを計測しており、丁張り設置や計測に手間・人数を要し、また、帳票類作成時には転記ミス懸念があった。

出来形管理用TSは、TSに出来形管理に用いる設計データを3次元座標値として搭載するものであり、**図-2**の通り3次元設計データの作成ソフト、TSハード及び搭載ソフト、帳票の作成ソフトにより構成される。なお、TSは3次元座標を計測するため、長さは2点の座標値を計測し自動計算する。

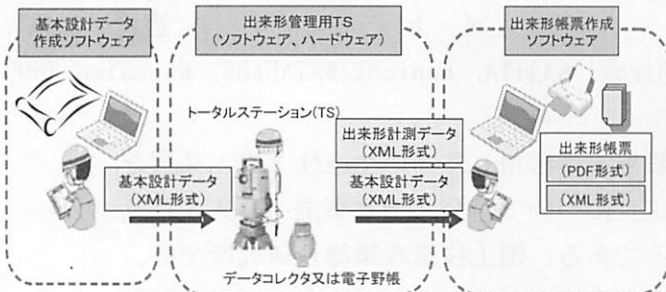


図-2 出来形管理用TSの構成

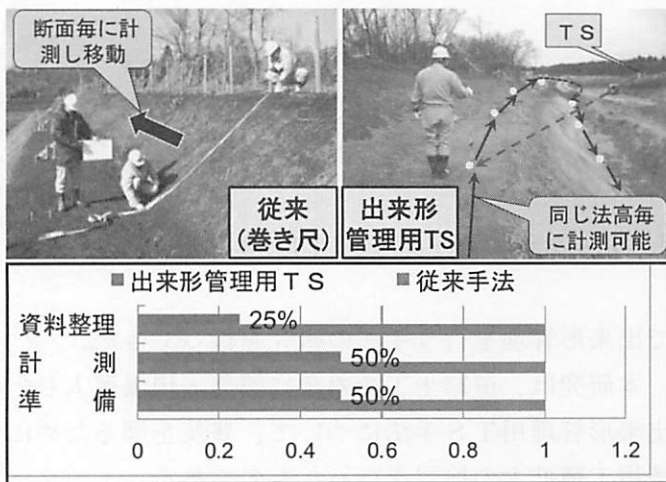


図-3 従来と出来形管理用TSの比較

設計データを基に計測したい箇所へTSのミラーを誘導する機能を搭載することから丁張りが不要であり、**図-3**のように断面毎に計測する必要はなく、計測は2名で行え、自動帳票作成により転記ミスが無い上に労力削減が行える。また、3次元座標の設計データを搭載しているため、設計値との誤差を計測と同時に把握できると共に、監督・検査時に管理断面以外の任意断面で確認を行うことができる。

### 3. 出来形管理用TSの構築

情報化施工では、設計の電子データを搭載し、また施工で得た電子データを維持管理で活用することが考えられることから、将来的にCALS/ECの流れの中でデータのやり取りを行うものである。出来形管理用TSについて建設事業における情報の流れの中

で、**図-4**の通り他と密接に関係している。

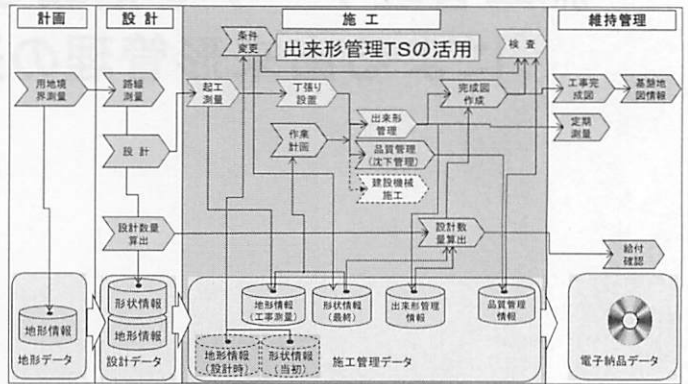


図-4 情報流通における出来形管理TSの関係

CALS/ECを念頭におくと、座標系、形状構造や情報、データ内容や形式などの標準を定義する必要があります。そのため、設計から流すデータとして、道路土工を表すために**図-5**の通り、3次元データの道路中心線形と各断面の2次元データを定義した。

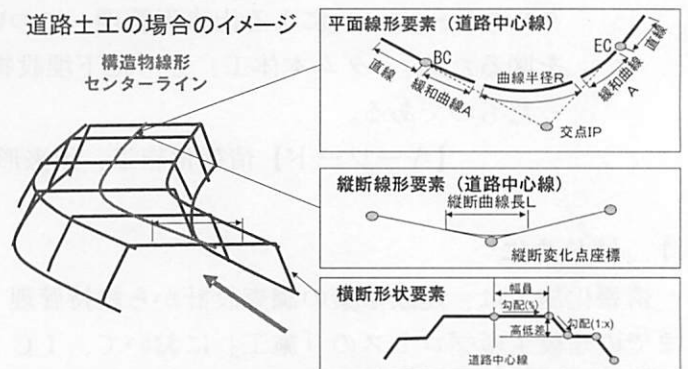


図-5 道路土工の基本設計情報の概要

また、出来形管理用TSの必要な能力を示した「出来形管理TS機能要求仕様書(案) (ハードウェア、ソフトウェア)」、それを用いた施工管理方法を示した「出来形管理要領(案)」や「監督・検査の手引き(案)」、データの標準形を示した「データ交換標準」などを策定する。企業は、機能要求仕様書やデータ交換標準に沿って製品開発することとなる。

### 4. 出来形管理用TSの導入工程

出来形管理用TSの導入に際し、他の取組状況、ニーズ、効果等より適用工種を選定する必要がある。

#### ①情報化施工の導入状況

一般的な建設機械を用いた情報化施工と云えど、初期費用や人的体制等が必要となることから、大規模な土工、舗装工、ダム本体工を中心に行われ効果を上げている。

## ②国土交通省の発注件数

直轄工事の発注状況は、道路改良工事や築堤工事のような「土工」が多く、「維持工事」や「舗装（新設・修繕）」が続いている。

上記①と②の状況より、先ず、道路土工を対象に出来形管理用TSの導入を開始し、現在、同じ土工で線形形状である河川土工に工種拡大しているところである。

## 5. 適用拡大

現在、情報化施工機器による出来形管理は、道路土工から河川土工に適用を拡大したが、普及を図るためには、適用を広げる必要がある。

### ①工種の拡大

情報化施工の導入効果は大規模工事で発現しやすいことから「ダム本体内」が有望である。また、既に完成している道路土工と同じ工事的物という観点からは、舗装（新設・修繕）、地下埋設物、道路付随工（ブロック積、擁壁）などへの展開が考えらる。

### ②新技術の導入

出来形管理を行う機器として工種によってTSより利便性の高い新技術がある。例えば、舗装修繕は1人で現道に入らず迅速に計測できるノンプリズム式TSが有望であり、大規模な現場では基準点からの計測範囲が広く1人で計測できるRTK-GNSやVRSが有望である。また、重機による情報化施工を行っている場合、重機の位置検出用に搭載されたRTK-GNSSを施工後に活用して出来形管理を行える点からも有望である。

### ③利用場面の拡大

出来形管理は、工事における受注者による施工管理と発注者による監督検査の検測であるが、3次元座標データを得られることから、工事完成図や工事精算数量算出に利用したり、施工フェーズ以外にも測量に利用し3次元座標データを得て3次元CADで設計を行うことで発注用数量の自動算出したり、維持管理の管理台帳のデータとして利用することが考えられる。

以上がそれぞれ適用拡大要因となることから、図-6の通り3次元的な展開となる。

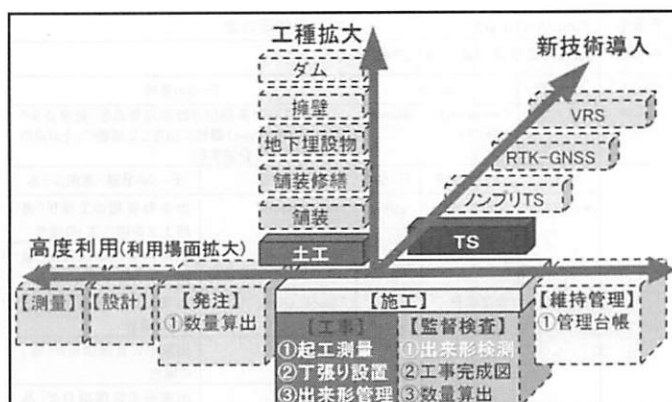


図-6 出来形計測機器の適用拡大

### (1)ダム本体内への導入検討【工種拡大】

コンクリートダムとフィルダムのダム本体内の出来形管理基準より、図-7に示す通り3次元計測点を設定した。また、基本設計データを作成する際、道路土工の設計モデルを基に、図-8の通り中心線形（平面、縦断）と出来形横断面で表す形とした。

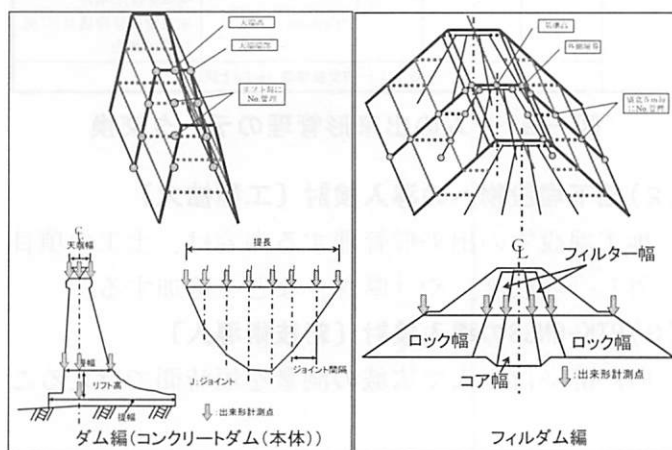


図-7 ダムの出来形管理

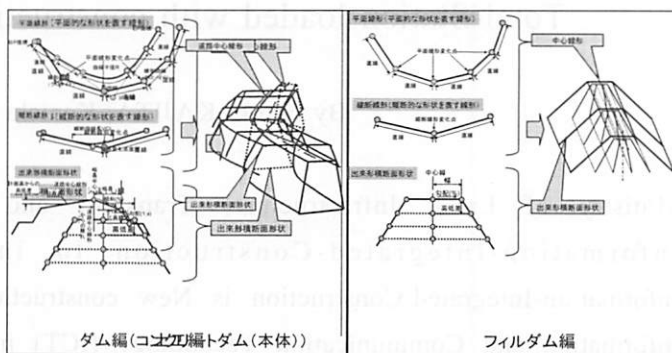


図-8 ダムの基本設計データ

データ交換については、図-9の赤字の通り、土工の項目に対し「天端高」、「天端幅」、「ジョイント間隔」、「リフト高」、「堤幅」、「堤長」、「外側境界線」、「盛立幅」を追加する。

要素名	FormCtrlTarget	出来形管理対象			
内容	出来形の管理対象についての情報				
テキスト ノード	データ型	データ	データの意味		
	list of string	ComposedPnt/@code とのリスト	出来形管理対象部位の計測対象点を、対象点タイプ(targetPntType)属性に指定した順番に、その点の構成点コードを記述する。		
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	workType	管理工種 (必須)	string	"RE.CutWork"	出来形管理の工種が「道路土工の切土工」の場合
				"RE.FillWork"	出来形管理の工種が「道路土工の盛土工」の場合
	controlItem	管理項目 (必須)	string	"SlopeLength"	出来形の管理項目が「法長」の場合
				"Width"	出来形の管理項目が「幅」の場合
				"Height"	出来形の管理項目が「基準高」の場合
				"LeveeCrownHeight"	出来形の管理項目が「天端高」の場合
				"LeveeCrownWidth"	出来形の管理項目が「天端幅」の場合
				"JointDistance"	出来形の管理項目が「ジョイント間隔」の場合
				"LiftHeight"	出来形の管理項目が「リフト高」の場合
				"DamWidth"	出来形の管理項目が「堤幅」の場合
				"DamLength"	出来形の管理項目が「堤長」の場合
				"Outsideborder"	出来形の管理項目が「外側境界線」の場合
"FillWidth"	出来形の管理項目が「盛立幅」の場合				
以下はデータ交換標準 Ver2.0と同じ					

図-9 ダムの出来形管理のデータ交換

(2) 地下埋設物への導入検討〔工種拡大〕

地下埋設物の出来形管理する内容は、土工の項目に対し「埋設深」や「厚さ」などを追加する。

(3) RTK-GNSSの導入検討〔新技術導入〕

RTK-GNSSは1人で広域の測量を短時間でできるこ

とから、規模の大きい工事に導入され効果を上げている。出来形管理への適用可能性として、計測値の平均値差異を検証した結果は図-10の通りであり、土工であれば可能な範囲であった。

RTK-GNSSを用いる場合、TSと異なり衛星信号を受信する等の独自情報がある。そのため、データ交換する項目として受信衛星数等を取り入れた。

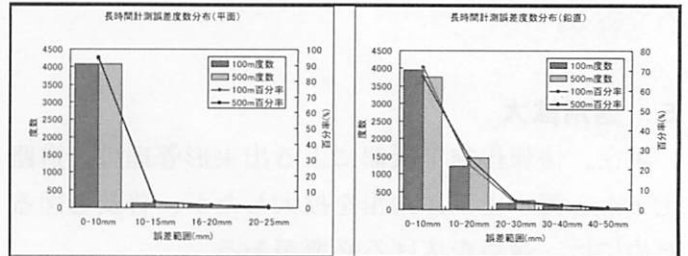


図-10 RTK-GNSSの計測値誤差の度数分布

6. おわりに

本発表内容は、机上検討や実験フィールドでの検討を行ったので、今後、実現場での試行を通じ検証し構築すると共に、導入効果も提示し普及を促していくこととなる。また、他工種や利用場面など適用拡大に向けた検討も行っていくこととなる。

現在、情報化施工は、一部工種の導入に過ぎず、工事全体では情報化施工の効果が十分に発現できる状況に至っていない。また、単に施工フェーズに留まらず、建設プロセス全般の改革につながる施策であり、より良い仕組みの構築を目指したい。

A Study on Expansion field of as-built management method using Total-Station loaded with construction work control data

By Hiroki KAJITA, Kenichi WATANABE, Kazusige ENDO

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism(MLIT) carries out various actions about Information-Integrated-Construction to introduce and spread into a public works. Information-Integrated-Construction is New construction system which can realize construction quality using Information and Communication Technology (ICT) in constructuin works. In National Intitute for Land and Infrastructure Management (NILIM), As-built management using Total-station with 3D design data composed of outline frames of a structure and support software are researched and developed to be able to realize effective as-built management. System of as-built management using TS with as-built management data and support software are developed for as-built management of road and river earthwork as construction management process till now. This study presents a examined exchanged as-built management data about "a main body of dam" and "a pipe under the ground" to expansion field aiming at more spread.