

*国土交通省 国土技術政策総合研究所 梶田 洋規

1. 概要

公共土木事業では、1つの公共土木構造物に対し、「測量～設計～発注～施工～監督・検査～維持管理」という建設生産プロセスを経ることとなるが、その際、発注者と共に複数の「測量会社、設計コンサルタント、施工会社、維持管理会社」など多くの民間企業が介在し事業を進めている。その中で、工事目的物に必要な性能の確保を図るために、設計や施工に関する基準類が策定されており、各プロセスの成果品を発注者が基準類に基づき検査することで、品質の確保やミスによる被害拡大の防止などを図っている。しかしながら、工場では設計～製造に CAD/CAM を導入するなど系列企業も含め情報の共有・連携や高度利用によって生産効率を向上させてきたのとは対照的に、公共土木事業では、系列化されていない多くの関係者が介在することから、情報は古くからの2次元図面が利用され、情報の共有・連携や高度利用が図られてこなかった。また、土木工事では受注後に一品仕様で指定された場所で生産することも、大きな阻害要因であった。

近年、土木工事においても、ICT(情報通信技術)の発達により、一部の大規模プロジェクトにおいては、3次元座標情報の利用・連携による施工効率向上や品質確保を図る「情報化施工」が導入されており、国土交通省においても、我が国の公共土木工事のコスト縮減や品質確保などを図るべく、「情報化施工」の導入・普及に取り組んでいるところである。

本稿では、その一技術の取り組みについて述べる。

2. 改善サービスの検討

2.1 業務分析

建設生産システムにおいて、従前のプロセスにおいて利用されている情報を整理した結果、土木構造物の長さ・幅・高さといった形状情報や位置情報が、設計～施工～維持管理の各プロセスにおける図面や帳票などで利用されていることが把握できた(図1)。測量、予備設計、詳細設計、発注、施工、及び維持管理は、全て違う組織が行っており、情報自体は2次元図面で流れてはいるが、各組織で図面や帳票を作成する際に、それぞれが利用するソフトにデータ入力している。特に、中小企業の施工段階においては、設計を基に施工の目標となる丁張りを設置し、施工後にレベル・巻き尺で計測・メモ書きし(図2)、事務

所PCで整理して帳票を作成している。そこを電子データ化することで、施工の効率化が図れると共に、将来的に設計～維持管理へのデータ流通の基盤となることが期待できることから、施工段階に焦点を当て、土木構造物の形状情報を3次元データで流通する手法を検討した。

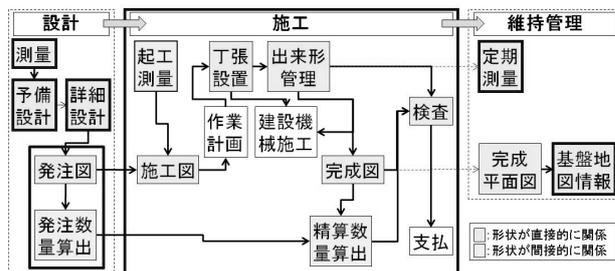


図1 工事目的物の形状情報の流れ

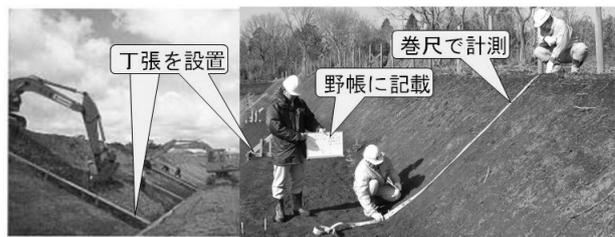


図2 従来の施工及び施工管理の状況

2.2 3次元計測機器の導入検討

公共土木工事では、工事目的物のパーツ(工種)毎に出来形(形状)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、その内容に沿って行われている(図3)。そこで、3次元測量し電子データを出力する機器を導入検討することとした。なお、土木工事においては、計測誤差という概念が乏しく、土木工事では真値を容易に示せないことから、従前のレベル等による測量ではバラツキはあっても誤差は無いものとして扱われている。よって、3次元測量機器に求められる計測誤差は、従前の計測方法と比較し、規格値の計測を行うに足ると皆が思える精度(規格値に対する再現性の確保)を保有している必要がある。

工種	測定項目	規格値(mm)	測定基準	測定箇所
道路 土工	基準高▽	±50	施工延長40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所につき2箇所。基準高は、道路中心線及び端部で測定。	【盛土の場合】
	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		

図3 出来形管理基準及び規格値(道路土工)

様々な電子データを扱う3次元測量機器の中で、比較的精度が高く、測量に広く用いられているトータルステーション(TS)による土工の出来形管理手法の構築を検討した。効率的なデータ流通を行うため、土工についての3次元プロダクトモデル(図4)を構築し、データ仕様を定めたデータ交換標準を策定・公表した。また、TS搭載ソフトや設計データ・帳票作成ソフトについて、3次元設計データ利用による作業効率を図るために必要な機能を策定した(図5)。これにより、不特定多数の関係者が、それに対応した任意メーカーの機器を利用して協働できる環境が構築できた(図6)。

2.3 導入効果

全国の様々な工事で施工した結果、従来手法より効率的になる結果を得た。延長が長い大規模な現場ほど効果が高い効果が得られた(図7)。また、その他にも、転記ミス防止などの効果も得られている。

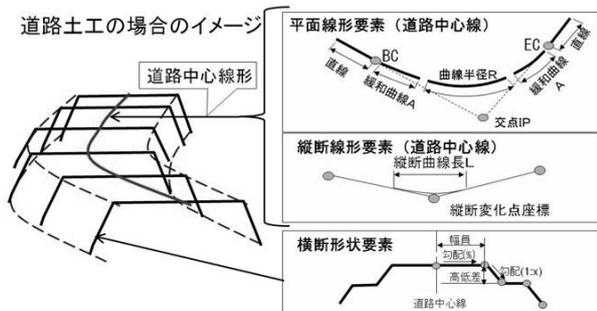


図4 道路土工の3Dプロダクトモデル

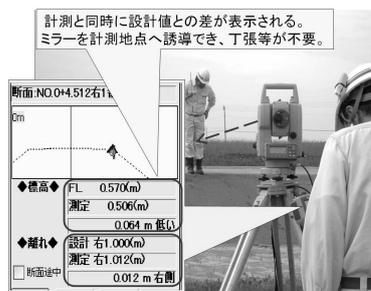


図5 TS出来形管理に必要な機能

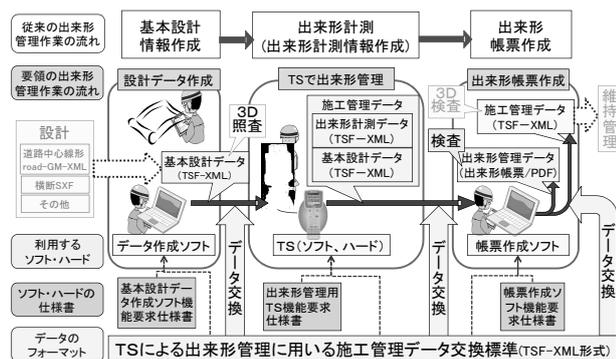


図6 出来形管理用TSのシステム構成

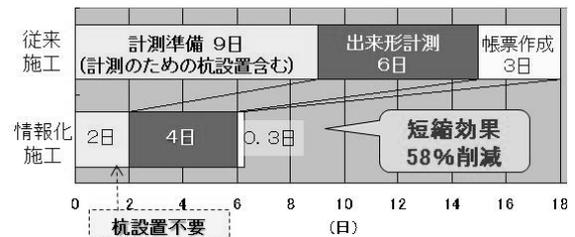


図7 試行結果の一例(延長2,400m)

3. 適用拡大(新技術の導入)

3.1 RTK-GNSS

TSを利用した工事において、精度確保のため計測距離を100mに制限していることに対し、より長距離の計測を望む意見が多数ある。そこで、距離による計測精度の低下がほとんど無く広範囲を計測可能な衛星測位技術の1つであるRTK-GNSSの導入を検討した。TSとRTK-GNSSを5つの現場で試行した結果、施工延長が短い工事の一部で、TSより劣る結果が出たことから、現場条件に応じて適した機器を使い分ける必要があることが分かる(図8)。

現場	試行延長(m)	計測点数(点)	GNSS				TS				効率上昇率(%)
			計測人数(人)	計測時間(人・分)	機器設置(分)	ローカライズ(分)	計測人数(人)	計測時間(人・分)	機器設置(分)	盛換回数(回)	
A	440	56	1	187	15	0	1	140	80	4	8
B	200	17	1	108	15	45	2	135.6	74	2	20
C	180	27	1	50	18	30	2	236.4	102	3	71
D	40	15	1	58	18	0	2	120	20	1	46
E	40	10	1	25	20	28	2	28	16	1	-66

図8 RTK-GNSSによる出来形管理の試行結果

3.2 ノンプリズム式TS

舗装の打換工事は、車線規制を行う必要があるが、都市部では社会への影響が大きいことから、短時間で施工し交通解放すること強く望まれている。従前は舗装の施工後に出来形管理を行い、その作業終了を待つ必要があった。そこで、TSのレーザー光を計測対象に直接照射・計測するノンプリズム式TSを導入することで、歩道から出来形管理が可能となり、早期の交通解放を可能とする手法を検討している。ノンプリズム式TSは通常のTSより精度が劣る上、舗装工の規格値は土工より高いため、プリズム式TS【土工】の計測距離が100mに対し、30m程度の利用となる。

4. 今後の取り組み

適用拡大は、新技術導入のみならず、工種拡大や高度利用(利用場面拡大)が考えられ、それらは、1つの技術の導入効果拡大と利用場面拡大につながり、その技術の普及に資することから、今後は、その方向についても検討を進めていく必要がある。

また、従前の技術を前提とした断面管理を行っているが、ICTの特徴を利用した面管理とする基準を生産管理の考え方から導入する理論を構築したい。