

情報化施工を実施する施工現場において利用される情報項目

Information Items Used in Intelligent Construction Sites

松岡謙介¹・藤島崇²・有富孝一³・上坂克巳⁴

Matsuoka Kensuke, Fujishima Takashi, Aritomi Kouichi, and Uesaka Katsumi

抄録：近年、大規模な施工現場においては、3次元CADやGPSなどの測量機器を利用した管理システムなどが実用化されている。しかし、これまでの利用事例においては個々の現場あるいはシステム毎に利用情報の設定、データ辞書の作成が行われているため利用場面が限定され、一般的な効果を見いだせない部分も多いと考えられる。

本研究は、これまで活用されにくかった施工データの再利用に向けて、設計情報と3次元計測情報を利用した土工の出来形管理システムを題材に、施工段階において共通に使用されている情報項目を抽出して現場適用試験を行い、さらに得られた結果をもとにして項目を修正することで、施工段階における情報流通に必要な情報項目の抽出を試みたものである。

キーワード： 情報化施工、3次元設計情報、情報項目

Keywords : Intelligent Construction, 3-Dimensional Design Information, Information Item

1. はじめに

(1) 研究の背景

土木分野におけるIT技術の進展により、施工の各段階においては、施工の効率化が図れる事が明らかになっている。しかし、情報の入出力の部分で、現行の施工管理にすりあわせる為の工数を要し、結果として効率が改善しにくいという現状が明らかになってきた。そのため、情報流通を意識した施工全体の改善が必要であると考え、出来形管理という項目に特化して、管理に必要な情報項目を明らかにしていくこととした。

(2) 目的

本検討の目的は、道路土工を対象に、出来形管理に必要な設計情報と出来形計測情報を数値化してパソコンで管理し、現場での計測と同時に出来形管理が実現出来るかを検証し、想定した情報項目に漏れ、不要な情報がないことを明らかにすることである。

(3) 研究の概要

本研究では、道路土工の出来形管理を対象に、情報流通の実現による土工の効率的な出来形管理を試行した。

まず、情報流通に必要な項目を、以下のよう
に仮定した。

①設計形状情報

設計形状情報は、現行では契約図面に記載されている項目に対応する。しかし、契約図面を個別に電子化する方法では情報量も膨大となるため、これらの図面作成の基となる、地形や線形など形状定義可能な最低限の情報とした。

②出来形管理情報

出来形計測データとして、現行では長さ・高さデータを利用しているが、位置を特定できない、長さ・高さという2種類の計測が必要等のデメリットがあるため、一度の計測で取得可能な3次元計測データ(X, Y, Z)を流通させることとした。

以上のデータを基に出来形管理業務に必要な情報項目について、実際の土工現場において、出来形計測業務、管理帳票作成業務、監督検査業務を実践して情報項目に漏れがないか、不要な情報がないかを検証した。

(4) 結論

実証実験の結果から、道路土工の出来形管理では想定した設計情報・出来形計測情報があれば、十分であることが実証できた。今後は、工種の拡張と、共通項目の相互利用方法が課題である。また、出来形管理情報は、工事数量に変換され、給付の完了の確認の根拠資料となるため、出来形管理基準の作成のみならず、新しい工事数量算出手法の策定も必要となる。

1 : 正会員 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
(〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 E-mail:matsuoka-k87nk@nilim.go.jp)

2 : 正会員 社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 研究第三部
(〒417-0801 静岡県富士市大淵3154E-mail:fujishima@cmi.or.jp)

3 : 正会員 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
(〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 E-mail:aritomi-k86qi@nilim.go.jp)

4 : 正会員 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
(〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 E-mail:uesaka-k92d7@nilim.go.jp)

2. 情報化施工で利用される情報項目

(1) 設計情報の抽出

現行の出来形管理に利用する設計情報は、図-1に示す通りである。現行の設計情報は、線形計算書・平面図・縦・横断面図に分散して記載されており、変更が他に反映されない。

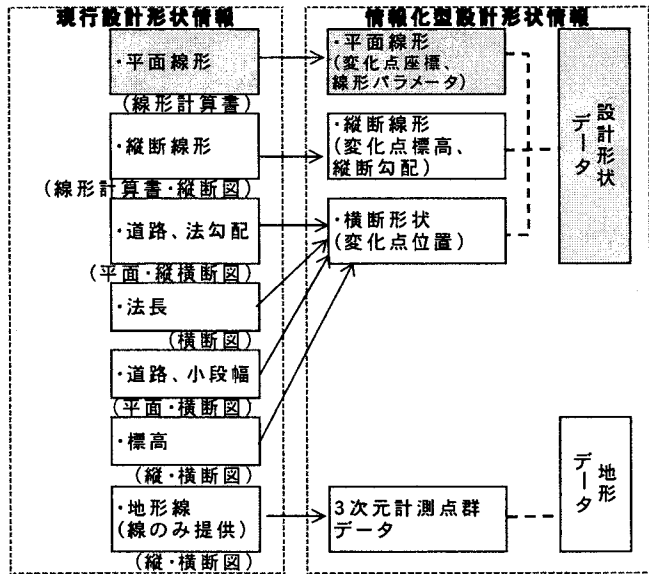


図-1 現状と情報化型の設計情報形式の対比

そこで、情報を構造化して定義することで互いに連携した設計形状データの提供が可能になると考えた。現行では、平面・縦横断面図等に記載されている横断形状の寸法情報は、勾配(%)、1:X、長さ(m)、標高(m)等、様々なパラメータで取得・管理されているが、情報化型では、全て3次元の計測座標を利用して中心線形からの離れ距離、標高差で表現することとした。これにより、勾配、長さ、標高が座標という一つのパラメータで管理できるようになる。

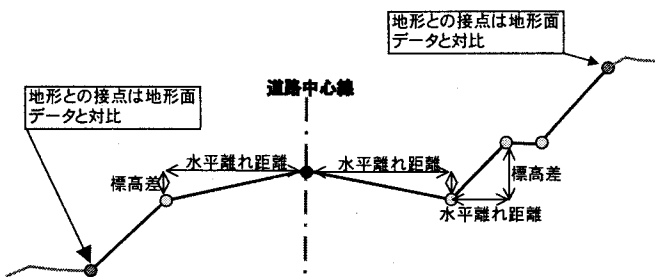


図-2 情報化型横断形状定義概念

また、中心線形(平面・縦断)を線形計算書に記載されている数値データとして、横断形状データと関連づけて管理することで、データ量の少ない形状定義が可能となっている。更に、定義した断面間を補完して設計値を算出することが可能となるため、任意の位置での設計値を自動的に算出可能となる。したがって、出来形管理を管理断面以外でも容易に実施出来る。

(2) 出来形情報の抽出

現行の出来形情報の抽出は、出来形管理帳票に記載されている情報をもとに実施した。情報化型では実測値をトータルステーションから得られる3次元計測座標(x,y,z座標)とすることで設計データと組み合わせ、計測位置、設計値、実測値を自動的に算出可能となっている。

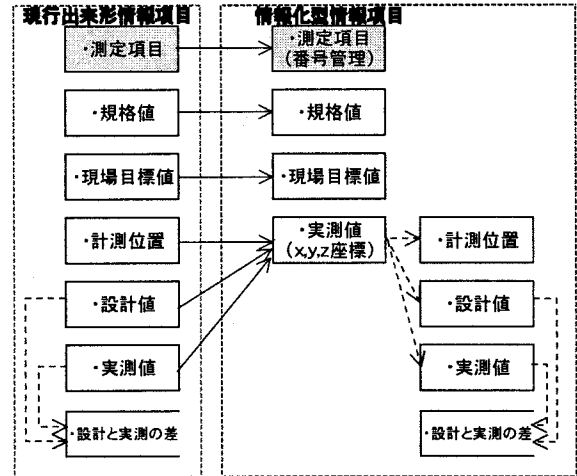


図-3 現状と情報化型の出来形情報形式の対比

以下に、各情報の自動算出の概念を示す。

①計測位置

3次元計測座標の平面座標値(x,y座標)と平面線形情報を用いることで、計測点の属する断面名(計測位置)が自動算出可能となる。

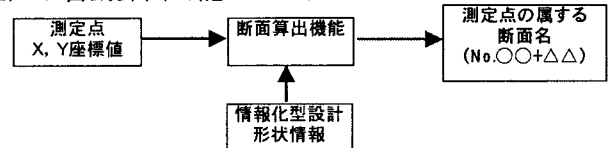


図-4 情報化型計測位置算出フロー

②設計値

計測位置情報から実測値を含む断面形状が抽出できる。したがって出来形属性情報から設計値を抽出可能となる。

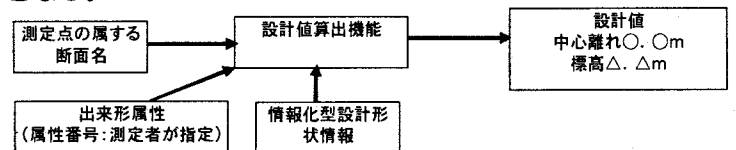


図-5 情報化型設計値算出フロー

③実測値

実測値を中心離れ、標高に分解して、計測位置での設計値との差異を評価する。

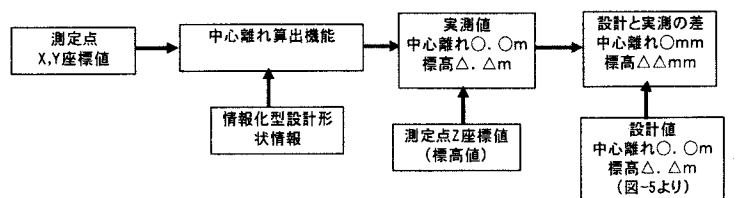


図-6 情報化型実測値算出フロー

3. 情報化型出来形管理基準

現状のレベル・巻尺管理においては、現行の管理基準が最も効率的な管理方法である。しかし、トータルステーションによる3次元計測データを管理する場合、現行の管理・評価方法が最も効率的な管理方法とは言い切れない。したがって、情報化型出来形管理基準を策定して、運用面での効率を図ることを試みた。

(1) 出来形評価方法の考え方

3次元計測点を現行の法長、幅員に変更して管理する場合、2計測点の相対的な位置関係により評価が決定する。一方、情報化型では下図の様に、計測点毎の評価を行うものとした。

また、評価方法は、計測点を中心からの離れ距離、標高差に分割することで、標高管理基準は現行のまま使える。2計測点の差分を取ることで、現行の法長、幅員の管理も行うことも可能である。

設計値、実測値ともに、道路中心からの離れ高さ、離れ距離を計算し、(設計値-実測値)に対する規格値で管理する

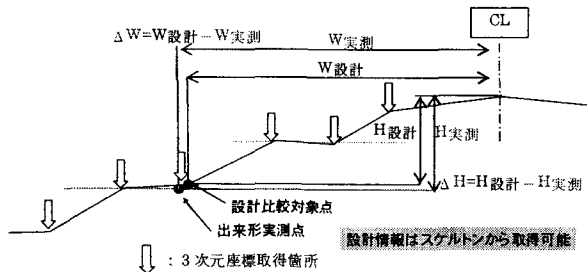


図-7 出来形評価方法の概念

(2) 規格値の考え方

情報化型出来形管理規格値は、現行規格値と同等の値とした。但し、計測点毎に出来形を評価するため、幅員等の長さに関する出来形規格値は、現行規格値の1/2として管理する事となる。高さ管理に関しては、現行規格値を踏襲するものとした。

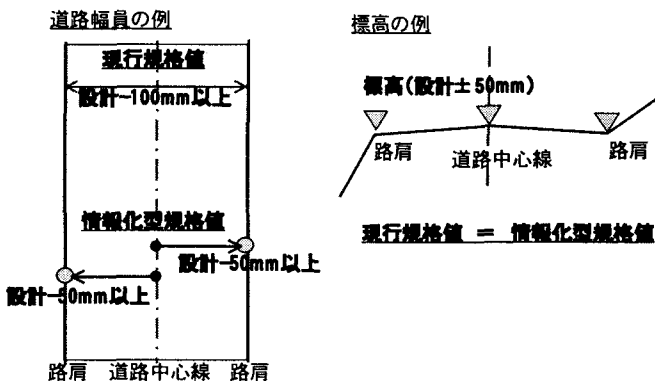


図-8 出来形規格値の設定例

(3) 出来形計測位置

トータルステーションによる出来形測量業務において、現地計測において最も時間の掛かる作業は、管理

断面(横断図のある断面)に計測位置を合わせる事である。この方法では、新しい設計形状データを用いる事で、現在の計測位置が、設計のどの断面に属するかを算出可能であるため、現行の中心杭、幅杭を復旧しなくても、計測位置を管理断面に誘導することが可能である。実証実験では図-9に示すパターンで実験を行った。実験の結果、案-2の任意点計測が最も効率的であるが、現行以上の管理頻度になり結果として現場施工に対する負担が大きい。

そこで、現行の管理頻度を踏襲しつつ、管理断面±50cm程度に断面誘導する方法が、最も有効であると考えた。以下に、実験結果を示す。

現行計測方法	トータルステーションによる計測方法		
	案-1. 断面誘導計測	案-2. 任意点計測	任意点計測
現行の管理基準を踏襲可能	新たな管理基準が必要(±50cm)		
現行計測方法	誘導計測 (精度±1cm)	誘導計測 (精度±50cm)	任意点計測 (約5m間隔)
計測断面			
計測点数	12Point	12Point	36Point
計測時間	50.0min	32.2min	20.3min
計測効率	4.2min/Point	2.7min/Point	0.6min/Point

図-9 位置誘導方法の違いによる計測効率の差

4. 情報流通の仕組み及び情報項目の整理

(1) 設計形状情報利用場面の想定

設計形状情報を以上のようなデータ形式で保持することで、施工の各場面で様々な利用形態が想定できる。以下に想定可能な情報利用場面を設定する。

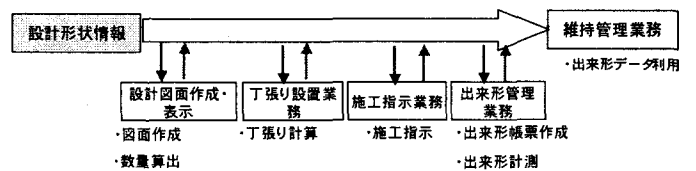


図-7 情報の利用場面と利用業務

① 設計図面管理業務

設計形状情報を数値管理することにより、3次元鳥瞰図、平面図、縦横断図が容易に作成可能になる。すなわち、必要に応じて各形式の図面で確認することができる。更に、数値データを長さ、面積、体積に自動変換して利用することも可能である。

また、平面、縦断、横断データを一元管理しているため、設計形状の変更に対し、自動で関連情報の修正が可能となる利点もある。

②丁張り設置業務

情報化型設計形状定義を利用することで、設計データを小容量化し、現場に持ち運べるPCでも利用できる。これにより、現場で計測座標と設計との差異を算出可能となり、事前の準備無しに現地で必要と判断した箇所に丁張りを設置することが可能である。

③オペレータ支援業務

情報化型設計形状定義では、任意の点において設計との差異を自動算出可能なため、建機の作業装置の位置（バケット刃先位置、ブレード刃先位置、角度）をリアルタイムに計測してオペレータに設計との差異を提供し、建機操作量を指示することが可能となる。

④出来形管理業務

出来形管理業務では上記手法で管理業務の効率が改善することが、現場実証実験から明らかになった。中でも、帳票作成作業、現場計測作業の効率改善効果が顕著であった。

⑤完成形状の保管・利活用

出来形計測時のデータを保管し、検索可能にしておく事で、維持管理での有効利用を図る。

(2) 情報項目の整理

出来形管理に用いた情報項目を下記に整理した。

①設計形状情報

設計形状情報は、平面・縦断線形、横断形状に3分類できる。平面・縦断線形は現状の線形計算書情報と同等、横断形状は、4(1)で示した設計形状情報利用場面で利用されることを基本にして定義した。

表-1 設計形状の情報項目

項目		項目の詳細	
平面線形	主要点(or IP点)位置	主要点(線形要素の変化点)の座標値 IP点における座標値	
	平面線形パラメータ ※主要点(or IP点)との関連付けが必要	直線区間:なし 曲線区間:曲線半径(R)および回転方向 緩和区間:クォットパラメータ値および開始・終了半径(R)値	
	測点設定	開始側の測点(測点NO+追加距離) ブレーキ設定(ブレーキの前測点、後測点)	
縦断線形	縦断勾配変化点位置	縦断勾配変化点(サグ・カウト等)の測点と標高値	
	縦断曲線パラメータ ※縦断勾配変化点との関連付けが必要	縦断曲線半径(VCR)値 縦断曲線長(NCL)値*(※水平距離)	
横断形状	道路面	計画高位置(FH)	計画高(PH)は横断上の位置(CLからのシフト量)
		構成要素の配置	横断面構成要素の種別(車道、中央帯、歩道等)、CLからの並び順および適用区間(開始・終了測点)
	法面等	幅員 (※構成要素毎)	要素毎の幅員値 要素毎の開始・終了測点での幅員値(※幅員付け区間)
		横断勾配 (※構成要素毎)	要素毎の横断勾配値 要素毎の開始・終了測点での横断勾配値(※片勾配取り付け区間)
		構成要素の配置	構成要素の種別(法面、小段、擁壁等)、CLからの並び順および適用区間(開始・終了測点)
横断形状 (※構成要素毎)	要素毎の幅・勾配・高さ(いずれか2つ) E)法面の場合:勾配=1.2,高さ=7.0m 要素毎の開始・終了位置での幅・勾配・高さ(いずれか2つ) E)法面の場合:開始勾配=1.2,開始高さ=7.0m/終了勾配=1.2,終了高さ=7.0m		

②出来形管理情報

出来形管理情報は、計測対象項目、計測値、規格値

の3つの分類が可能である。

表-2 出来形管理の情報項目

項目		項目の詳細
計測対象	対象項目	計測対象の項目名
		横断形状を構成する要素番号
	対象線形	対象線形ID
	計測座標値	座標値ID
計測値	測点番号	測点番号
	出来形値	中心から水平距離 高さ
	設計値	中心から水平距離 高さ
規格値	差	中心から水平距離
		高さの差
	出来形規格値	幅方向の許容値 高さ方向の許容値
		出来形計測値と平面線形から算出される測点 出来形計測値と平面線形データから算出される離れ距離 出来形計測値の高さ 出来形が存在する同じ測点における、対象項目の離れ距離 出来形が存在する同じ測点における、対象項目の設計値の高さ 出来形計測値の水平距離から設計値の水平距離を引いた数値 出来形計測値の高さから設計値の高さを引いた数値 離れ方向の距離の下限の数値 高さ方向の差の下限と上限の数値

5. おわりに

(1) 必要な情報項目

今回、実証実験においては、想定した情報項目を上記のように定義することにより、出来形管理業務、検査業務が可能であった。この様に、情報定義を行うことで多様なアプリケーション間での情報利用が可能であり、それを利用することで業務の効率化が可能である。

今後は、設計条件の異なる現場や対象工種の拡張を通して、問題点の抽出、修正作業を進めていく予定である。

(2) 運用に向けた課題

今回の実証実験においては、運用における課題が多く抽出された。出来形情報は、出来形管理、検査業務のみに利用されるわけではなく、数量算出の根拠資料、給付の確認の判断材料等に使用されるため、新しい工事数量算出要領案等の策定が必要になるといえる。

運用に関しては、その運用ルールが基本となるため、データ辞書の標準化を進めると共に、運用ルールの整備を進めていく事も重要な課題であるといえる。

謝辞: 本実験を進めるに当たり、(株)トプコン、(株)建設システムに御協力頂いた事をこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 有富孝一他: 土木施工の情報化と業務改善(その2)、-プロダクトデータを活用した施工情報の高度利用-、第58回年次学術講演会、土木学会、CS11-004、2003年