

(19) 情報化施工に用いる 3 次元設計データ作成の課題分析

Clarification of the issues of the 3D data creation for Intelligent Construction

北川順¹・梶田洋規²・重高浩一³・藤島崇⁴・椎葉祐士⁵・篠原雅人⁶

Kitagawa Jun, Kajita Hiroki, Shigetaka Koichi, Fujishima Takashi, Shiiba Yushi and Shinohara Masato

抄録：近年、情報化施工の普及がますます進んでいる。情報化施工は、施工効率や品質の向上という効果が得られるが、情報化施工を実施するために必要となる 3 次元の設計データ作成に係る大きな負担が施工者より問題視されている。

そこで、工事発注図面を用いて 3 次元設計データを作成する実験や、施工者や建設コンサルタント等、関係者へのヒアリングを実施し、データ作成における負担の要因を調査した。その結果、情報化施工に限らず、設計～発注～施工という建設生産プロセスにおける情報流通の課題が明らかになり、その課題について解決策を検討した。

キーワード： 情報化施工, CALS/EC, ICT, 3 次元データ

Keywords : Intelligent Construction, CALS/EC, ICT, Three-dimensional Data

1. はじめに

国土交通省では、平成 20 年 7 月に「情報化施工推進戦略¹⁾」を策定し、情報化施工の普及に向けて取り組んでいる。情報化施工の導入環境を改善するために、情報化施工技術を活用した直轄工事を対象に、毎年アンケート調査を実施しており、普及の阻害要因を析出させ、その解決に努めている。

平成 21 年度に施工者を対象に実施したアンケート調査では、「情報化施工に対する要望」という設問に対して最も多かった回答が「発注者側からの 3 次元設計データの提供」であった(図-1)。この結果から、情報化施工を実施するために機器へ搭載する電子データ(以下、3 次元設計データ)の作成に対して、施工者は大きな負担を感じていることが判明した。そこで、国土交通省では、平成 22 年 8 月に通達「情報化施工技術の一般化・実用化の推進について²⁾」を発出し、その中の「第 4 2) 情報化施工を実施するための設計データの流通環境整備」において、発注者から 3 次元設計データを貸与することとした。しかし、この通達に基づき 3 次元設計データを発注者から施工者に貸与した工事では、「貸与されたデータがうまく活用できなかった」等の意見が多く寄せられ、単に 3 次元設計データを発注者から施工者に貸与するだけでは課題の解決にならないことが判明した。

本研究は、これらの背景を踏まえ、「T S (ト

タルステーション)を用いた出来形管理」で利用する 3 次元設計データである「基本設計データ³⁾」(図-2)の作成作業に対する詳細な調査や関係者へのヒアリングを通じて、データ作成作業における課題を解明し、さらに、解明した課題に対する解決策について検討を行ったものである。

2. 3 次元設計データ作成作業の分析

3 次元設計データの作成作業について、施工者が負担に感じている箇所や要因を明らかにするため、実際に利用された直轄工事の発注図面を用いたデータ作成実験を実施し、作業の内容と要した時間を整理した。また、実験後に被験者に対するヒアリングを実施し、

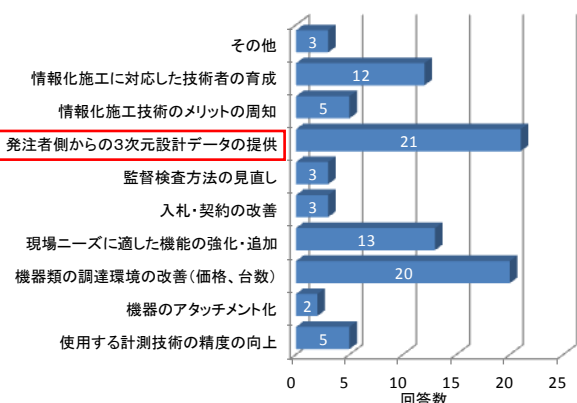


図-1 H21 アンケート結果
(情報化施工に対する要望)

- 1 : 非会員 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 茨城県つくば市旭1, Tel :029-864-7489, E-mail : kitagawa-j84cf@nilim.go.jp)
- 2 : 非会員 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
- 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
- 4 : 正会員 一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所
- 5 : 正会員 一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所
- 6 : 正会員 一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所

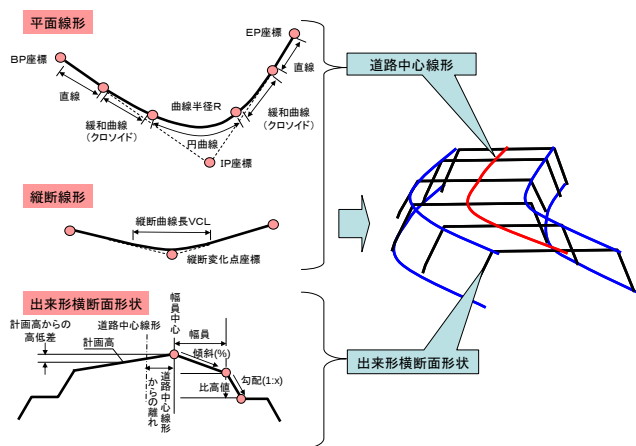


図-2 基本設計データのイメージ

表-1 実験条件

区分	実験条件
対象技術	TSを用いた出来形管理で利用する基本設計データ
工種	道路土工
延長	約783m
被験者	土木施工経験有り 2次元CADの通常の操作が可能 情報化施工は未経験 (現場代理人を想定)
備考	実験前に、簡単なレクを実施 (リース会社や販売店のサポートを想定) 同一の図面で、データ入力作業は2回実施

時間を要した作業の原因や、難易度が高いと感じる作業を調査した。

(1) 実験条件

実験の条件は表-1の通りとした。

(2) 実験結果

データ作成作業内容を、①必要図面類の確認、②図面上の寸法算出、③データ入力（平面線形）、④データ入力（縦断線形）、⑤データ入力（横断形状）と分類し、要した時間を図-3に整理した。これより、以下のことが判明した。

- ・1回目の作業時間のうち、図面の整理や寸法の旗揚げが約5割、ソフトウェアへのデータ入力が約5割であった。
- ・1回目と2回目のデータ入力作業を比較すると、作業時間が約6割縮減されており、作業に対する「慣れ」によって、大幅な改善が図られた。

また、実験後の被験者に対するヒアリングで、以下のことが判明した。

- ・発注図面にはデータ作成のために必要な寸法値が旗揚げされていないことが多く、CADソフトを用いて新たに多くの旗揚げをする必要がある。この作業は、従来の施工においても丁張り計算のために必要な作業である。
- ・「どのボタンを押せば良いのか」等の、データ作成に利用するソフトウェアの使い方を理解するのに

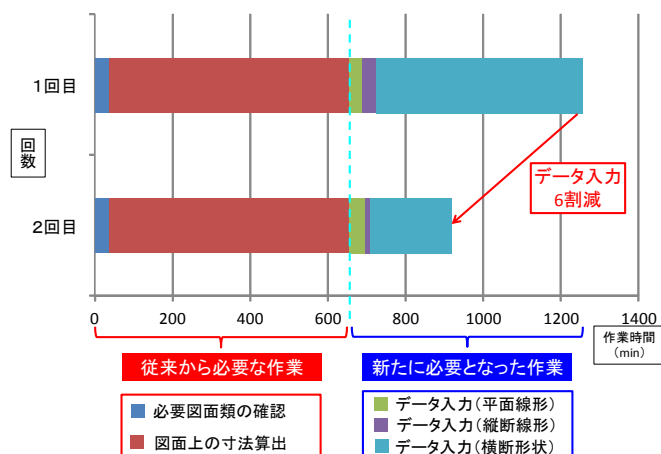


図-3 データ作成実験結果

時間を要する。

- ・図面が正しく作図されていれば、データ入力は単純作業であり、慣れれば難しいものではない。

3. 発注図書における課題と原因

データ作成実験の結果を踏まえ、設計業務の成果品や発注図書、完成図書の分析及び、建設コンサルタント、発注者、施工者等へのヒアリングを実施し、発注図書の課題を調査した。その結果、以下のような課題があることがわかった。

(1) 道路中心線形の情報

道路中心線形の情報には、道路の諸元や平面直角座標系といった線形計算をする上で必要な情報が含まれるため、データの項目数では横断形状に対して2倍以上となる。そのため、作業の種類が多く、慣れによる作業負担の軽減が図られにくい要素である。

(2) 線分の結線

データ入力する数値を求めるために、CADデータから図面に記載のない寸法を読み取る必要があるが、本来接しているはずの折線がわずかに離れていたり、交叉している等、線分の結線箇所が正しく作図されていない場合があった(図-4)。このような発注図面が示された場合、図面の修正を行う必要があり、施工者の負担となっている。

また、CADデータを認識して3次元設計データを効率的に作成する機能を有するソフトウェアが市販され

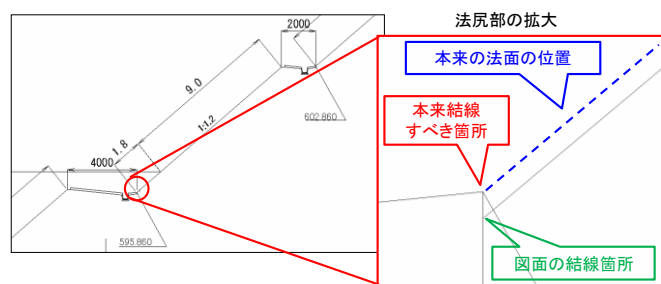


図-4 線分の結線箇所が正しくない例

ているが、この機能は CAD 図面が正しく結線されている場合にのみ活用できる機能である。

(3) 複数の線形が混在する場合の横断面図

横断面図は、通常 1 本の線形に対して直交した横断面図が図示される。しかし、IC におけるランプ部のように、複数の線形が混在する構造物の場合、本線の線形を基準にして描いた横断面図では、ランプ部に対しては斜交することになる（図-5）。そのため、設計コンサルタントは、ランプの線形を基準に設計しながらも、横断面図の作成時には、本線の線形を基準にした斜めの寸法値を算出・作図している。しかし、ランプが構造物の機能を満たすためには、必要な幅員や法長が確保されていないため、施工では、図面に記載された斜交した寸法ではなく、ランプの線形に直交方向の寸法を算出しない必要がある。

このように、複数の線形が混在する図面では、設計コンサルタントは労力をかけて斜交した図面を作成し、施工者は労力をかけて斜交した図面を元に戻すといった、どちらにも無駄な作業が行われている。

(4) 築堤護岸工事の横断面図

河川堤防では、横断面図が堤防法線に対して斜交して記載されることがしばしばある。これは設計の作業フローに起因している。道路と河川の設計フローを図-6に示す。道路の場合、予備設計 A にて道路中心線形を決定させた後に路線測量で横断方向の地形を測量を実施する。しかし、河川の場合、予備設計が行われることはほとんどなく、測量用の線形（測量法線）を設定し、それに対して直交方向に地形を測量し、その後堤防法線が決定される。このため、河川の場合は測

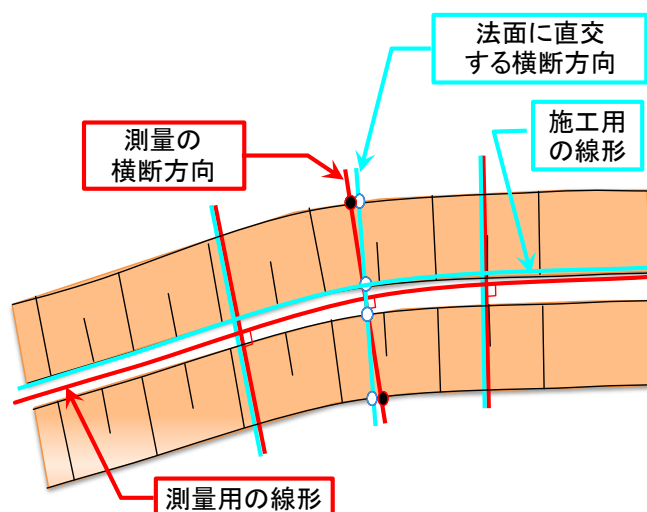


図-7 測量法線と堤防法線の違い

量後に基準となる線形が変化し、それに伴い横断方向も変化してしまうことがある（図-7）。この場合、地形の情報がある方向にしか図面を作成できないため、設計業務成果の図面としては、堤防法線ではなく、測量法線に直交した方向に図面が描かれる。しかし、施工には堤防法線に直交した方向の横断面図が必要であるため、施工者が工事測量によって堤防法線に直交方向の地形を測量し、横断面図が堤防法線に対して直交であるかどうかを調査し、直交していないことが判明した場合には横断面図を作図し直している。

(5) 施工に必要な資料

施工者は、工事契約後、まず必要書類の確認を行う。必要な書類が不足している場合、監督職員に問い合わせているが、資料の収集、貸与と行われるまでに、1、2日かかってしまうことも多い。特に「線形計算書」が不足している例が散見された。これは、設計業務に求める成果品として明確に示されていないこと、また、施工者に貸与すべき書類が明確に示されていないことが原因と考えられる。

4. 解決策の検討

前章で述べた課題について、その解決策を検討した。

(1) 道路中心線形の流通

国土交通省では、平成 18 年度に「道路中心線形データ交換標準（案）道路中心線形編 Ver. 1.0⁴⁾」を策定している。これは、道路形状の内、最も基本的な要素である道路中心線形の 3 次元形状を XML 形式にて表現した交換標準である。情報化施工で用いる 3 次元設計データは、道路中心線や堤防法線といった線形を基準に作成する場合が多い。そのため、この道路中心線形データを設計から施工に流通させることで、データ作成作業のうち、中心線形部分の入力を自動化させるこ

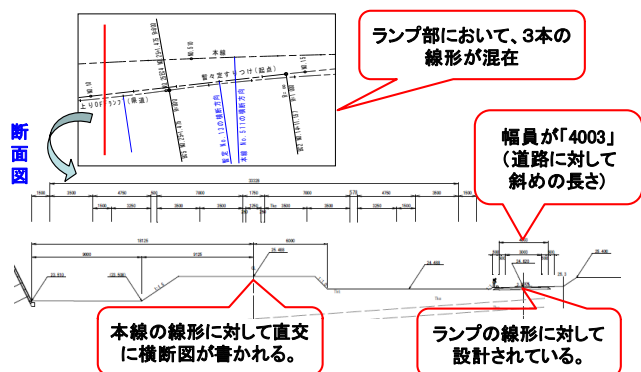


図-5 複数の線形が混在する横断面図の例

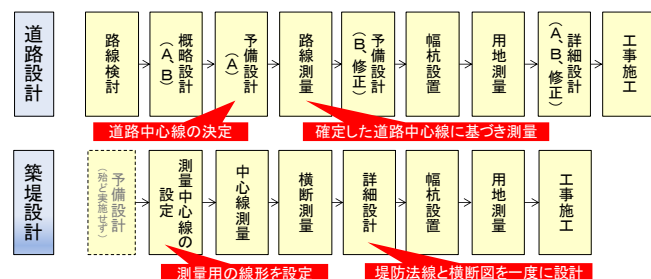


図-6 設計の流れ

とが可能である。道路中心線形は、設計段階でも予備設計B以降ほぼ不変であり、再利用性が高い。また、すでに入出力に対応したソフトウェアも多く市販されており、特にTSを用いた出来形管理の場合、データ作成ソフトウェアは、この交換標準のデータを読み込む機能が必須の要件となっている⁵⁾ことから、早期に実現できる可能性が高いと考えられる。

また、第2章の実験では、1回目の②データ入力（平面線形）及び③データ入力（縦断線形）の作業には合計で51分かかっているが、このデータ交換標準が流通した場合を想定した実験を実施した所、入力作業が1分となり、大幅な時間短縮が図られた。

（2）CADデータの品質向上

現在のCADデータは、その目的が「紙の発注図」を印刷するための元データに留まっているため、出力が正しくできるものであれば要件を満足していた。しかし、ソフトウェアで読み取る等、電子データとして活用することを考えた場合には、コンピュータが正しく認識できるように品質を向上させる必要がある。しかし、関係者と意見交換では、前章で述べた正しい結論は、多数ある図面の全箇所を確認する作業にはあまりにも多くの手間がかかるため、困難であるという意見が挙げられている。

（3）基準となる線形の明確化

現在の図面には、必要な寸法のみが示され、設計や作図の基準となった「思想」が示されないことが多く、施工者は図面からそれを読み解かなければならない。特に、前章で述べた線形については重要な要素であることから、1枚の横断図に複数の線形が混在する場合や、設計の基準となっている線形と作図の基準となっている線形が異なる場合等において、基準となる線形を図面に明示することが必要である。また、横断図において、中心線形がどの位置にあるのかという位置についても明確にすることで、施工者の作業が容易になると考えられる（図－8）。

（4）設計業務成果品の明確化、貸与資料の明確化

必要書類の不足による施工の遅延を軽減するため、設計業務成果品や貸与資料を明確化することが必要である。現在は、施工者からの個々の要望に対して、発注図面(CAD)や、設計業務成果品等を貸与しているが、

工事に共通して貸与が必要な資料については、設計業務成果品に含めるように仕様書に示し、さらに発注者の作業として貸与資料をマニュアル化し、契約後早期に発注者から施工者に必要な資料を漏れなく貸与することで工事の円滑化が図られると考えられる。

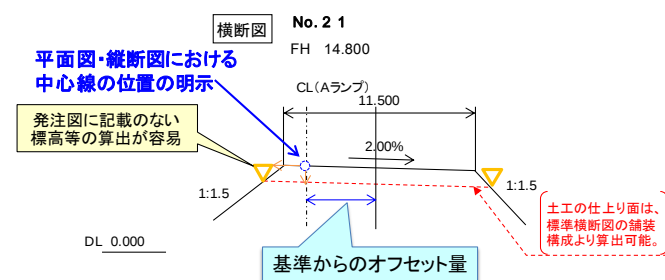
5. 終わりに

本検討では、施工で利用するという観点で発注図書のあり方について分析を行い、多くの課題があることを明らかにした。これは、建設コンサルタントの技術力の問題ではなく、発注者が設計業務の成果として何を求めているのかということが根本的な問題である。また、施工に必要な情報は、これまでは人間が理解できれば良かったため曖昧さを残した紙の図面でも問題が生じていなかったが、情報化施工のようにコンピュータに情報を理解させるためには、曖昧さが無い電子データが求められることになった。本研究では、現状の課題と、個々の課題に対する解決策について述べたが、情報技術の進歩した時代において、これまでの仕事のやり方を抜本的に見直す検討も必要である。特に設計、発注、施工と関係者間を跨る領域においては、情報技術の活用だけでなく、設計や施工の役割分担や契約制度も含めた建設生産システム全体の再構築が必要であると考えられる。

謝辞：本検討にあたり、試行工事や意見交換会では、施工会社様、建設コンサルタンツ様、測量機器工業会の会員様、各地方整備局の職員等、多くの方から多大なご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1)情報化施工推進会議：情報化施工推進戦略、
<<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/kondankai/ICTsekou/sennryaku.pdf>>2009.7.（入手 2012.7.13.）
- 2)国土交通省：情報化施工技術の一般化・実用化について、
<http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou/pdf/220802jouhouka_sekou01.pdf>2010.8.（入手 2012.7.13.）
- 3)国土交通省：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）ver.2.0,
<<http://www.nilim.go.jp/ts/download/090327dataexchange.pdf>>2008.3.（入手 2012.7.13.）
- 4)国土交通省：道路中心線形データ交換標準（案）道路中心線形編 Ver.1.0,
<<http://www.cals-ed.go.jp/calsec/rule/roadcenter1.pdf>>2006.12.（入手 2012.7.13.）
- 5)国土交通省：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（土工編）（施工管理データ交換標準 Ver.4.0 対応），
<http://www.nilim.go.jp/ts/main/120329supportv4_earthwork.pdf>2012.3.（入手 2012.7.13.）



図－8 基準となる線形の明確化