

ITを活用した施工管理の業務改善

国土交通省 有富孝一¹

By Koichi Aritomi, Ministry of Land, Infrastructure and Transport

CALS/ECの本格的導入により、中小規模の建設現場においても電子化の流れが押し寄せようとしている。電子入札、電子納品は、従来の紙による業務形態を変え、効率的な業務改善へとつながるものと期待されてきた。国が進める工事では、平成15年4月から土木工事6,000万円以上の工事を対象として、電子納品が実施され、平成16年度には全面実施を予定している。一方、ITは年々進化し、我々の生活を便利に変えてきているように見える。しかし、建設現場の中では、あまりITによる業務改善が進んでいないのではないだろうか。本論文では、その原因について触れた後、施工段階においてITを活用した施工管理技術の業務改善について行った実験の中間成果報告を行う。

【キーワード】: CALS/EC, XML, 業務改善, 施工管理, 情報化施工

1. 設計データの再利用についての問題意識

発注者から設計データがCADによるデジタルデータとして提供されるようになったが、現地確認のための工事測量や日々の出来形管理、完成図書の作成、電子納品、工事完成検査などの作業工程がどのように改善されてきたのだろうか。年々対象工事が拡大されている電子納品の活用状況を見てみると、必ずしも業務改善に結びついていない^{2,3}。例えば代表的なCADデータをとってみると、SXF (SCADEC data Exchange format) データの変換時に正確に図郭が再現されない、図面が表示領域からはずれるなどの不具合が指摘されている。また、電子納品チェックプログラムによるエラーチェックが改善されないまま納品されており、修正にかえて手間がかかっている。本来図面は、設計者の意図を正確に早く発注者や現場施工者に伝達することが目的であるはずなのに、電子化によってエラーが発生するなどよけいなチェック、修正作業が発生している。

また、元々紙図面を前提とした2次元CADデータなので、3次元情報が必要となる施工時には人間が内

容を見て判断し、必要に応じて測量計算を別途電卓、表計算ソフト、測量計算ソフトに手入力した上で、印刷し、現地において改めて座標を計測機器に手入力するなどの手間がかかっている。現在のCAD図面を中心とした電子化では、施工段階での業務改善に着目すると必ずしも効果が上がっていない。この原因は、設計時の電子データが、マシンから画面、画面から人、人からマシンへと変換されており、3次元情報の設計、施工のスムーズな電子データの流れを阻害していることにあると考える⁴。

2. 実験の目的

そこで、本研究では、設計から施工に移る段階で、3次元情報のスムーズな電子データの交換が阻害されている原因を取り除き、マシンから人へとデータが移る過程を改め、マシンからマシン、設計パソコンから計測機器へと電子データが移る仕組みに着目し、施工段階の業務改善に取り組んだ。具体的な事例として、工事着工前に行われる現地での丁張り設置作業に着目し、従来の作業過程を分析した上で、マシンからマ

シンへの3次元データ転送による作業効率の改善について効果を測定した。

3. 実験の方法

まず、計測機器に転送するために用意する電子データには、海外で実績のある測量データ、設計データをテキストファイルで交換できるフォーマット、LandXML Ver.1.0を採用した。LandXML Ver.1.0には次のような要素が定義されており、丁張り設置に必要な線形情報（平面、縦断）を格納することができる（表—1）。

表—1 LandXML Ver.1.0の要素⁵

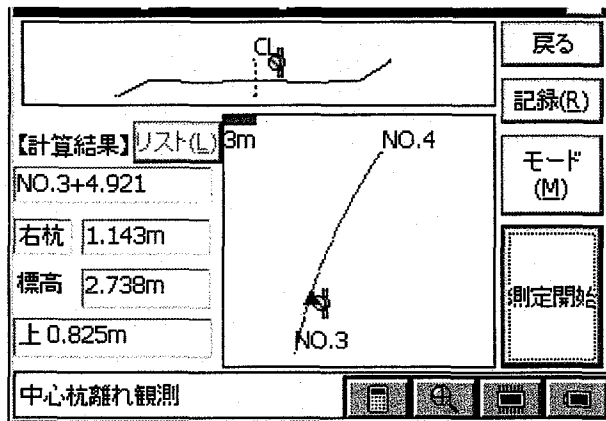
LandXML: Design Data Model	
•	Alignments - Road centerline(line, curve and spiral geometries)（平面、縦断線形）
•	GradeModel - 3D road surface data（設計サーフェースモデル）
•	Roadways - road data model
•	PipeNetworks - Hydraulic pipe and structure elements
•	Project - Project name and description
•	Surfaces - digital terrain models（地形サーフェースモデル）
•	Units - Linear, angular, area, time, temperature, pressure, diameter, volume, flow and velocity.

しかし、横断情報については、2次元座標が格納できるが、丁張り設置に必要な標準断面の幅員、勾配パラメータを格納できるようになっていない。これらのパラメータについては、あまり区間による変化がないため、今回の実験においては手入力によることとした。

つぎに、LandXML Ver.1.0を扱うことができる測量計算ソフトウェアは日本では発売されていないので、国総研と共同研究を進めて開発したTOPCON社製の計測機器(TS:トータルステーション)を制御するソフトウェアを使用した。このソフトウェアの特徴は、既存のソフトウェアを改良し、LandXML Ver1.0のデータを読み込むことができるようにしたもので、線形情報を元にして、任意の測点における丁張り設置作業が可能となる。これにより、従来、図面、測量座標計算書から目視による読み取り、手入力による座標入力、測量計算ソフトによる座標計算結果の印刷、印刷物目

視による計測機器への座標手入力が一挙に不要となる。また、現地測設作業中に、丁張り設置予定箇所に、何らかの原因によって杭が打てない場合、従来なら電卓や測量計算ソフトによって座標計算をやり直さなければならなかったのが、新しい計測機器だと、現地で即座に必要な座標を計算してくれる。

さらに、これまで丁張り設置予定箇所はX,Yの測地座標で表され、測設時に観測される座標との差異から設置への誘導が困難であったが、新しい計測機器だと設計からの離れをセンチ単位で表示し、杭の設置作業効率も改善される（図—1）。



図—1 実験用試作ソフト操作画面

もっとも効果が高い特徴は、従来中心杭を設置して、設計断面上と同じ断面を管理し、出来形管理もこの断面上で行う必要があったが、計測機器に設計情報を持たせることで、どこを測定しても設計情報と測定値との差異を3次的に把握することができるため、任意の断面に丁張りを設置できる点である。これにより杭の設置作業が飛躍的に早くなるばかりでなく、従来の管理断面で管理してきた出来形管理の概念を根本的に変える可能性を持っている（図—2）。

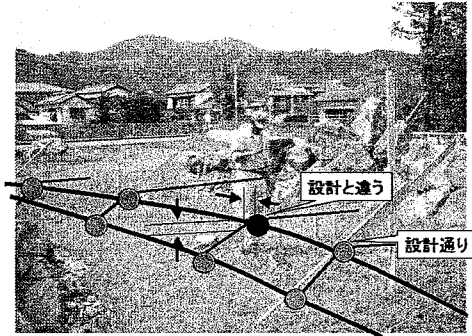
本論文では、丁張り設置作業、出来形管理結果を掲載することはできないが、丁張り設置に要する内業結果について報告する。

4. 結果と考察

丁張り設置前に行われる内業作業に要する時間を、TSを用いたやり方(IT型)、従来の座標計算によるやり方(従来型)それぞれについて、現地聞き取り調査を元に比較した（表—2）。今回の実験では、IT型のLandXMLデータを読み込ませるのに、ソフトウェ

アがまだ未対応だったために、手入力による作業で1時間を要した。開発ソフトが完成すれば、自動的に読み込むことができる(表—3)。

出来形管理とは・・・ 構造物が設計どおりか確認すること



図—2 出来形管理とは

表—2 IT型と従来型の丁張り準備作業の比較

作業の目的：施工データ作成，作業内容：線形計算

<IT型>	<従来型>
1. 連続的な平面線形，縦横断線形の計算	1. 平面線形計算
必要時間：1.0h	2. 縦・横断線形計算
必要人員：1人	必要時間：1.5h
合計：1.0時間・人	必要人員：1人
	合計：1.5時間・人

従来型の作業では，設計コンサルタントが作成した線形計算結果を，現場で別の測量計算ソフトに再入力するなどの時間が含まれており，同じような計算結果を現場で効率的に活用できていない実態が浮かび上がった。

さらに，平面線形計算と，縦横断計算は別々の作業で行われており，効率的な測量計算ソフトの活用が期待される。また，仮に測量計算ソフトにより平面，縦横断が統合的に計算されたとしても，従来のように丁張り設置作業に必要な座標一覧表を印刷して現地で計測機器に手入力するのでは，あまり改善効果は高くない。SIMAに対応した測量ソフトならデータを計測機器に転送することも可能だが，あくまでも事前に計算した丁張り座標データの転送にとどまり，岩や石で設置できない場合など現地で柔軟に丁張り設置作業に対応することができないと考えられる。

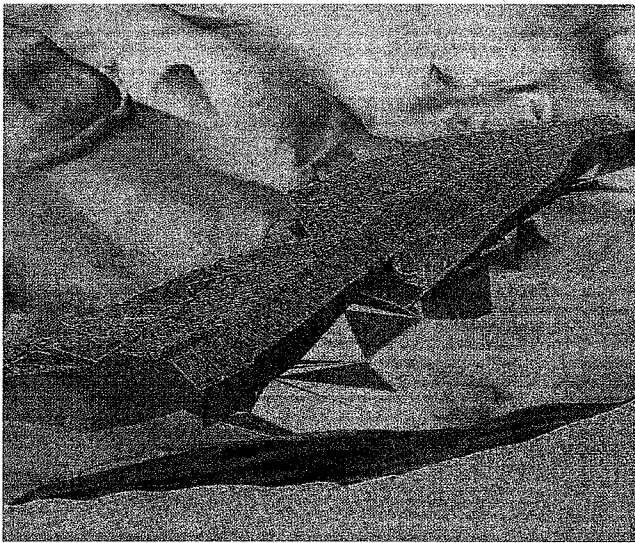
表—3 使用した LandXML データ(抜粋)

```
<Alignments>
<Alignment name="R439" desc="" staStart="4133.017200"
length="1034.48486148">
<CoordGeom>
<Line>
<Start>69105.89200000 -22680.19390000</Start>
<End>69036.09310000 -22722.88060000</End>
</Line>
<Spiral radiusStart="INF" radiusEnd="460.00000000"
rot="cw" spiType="clothoid" length="86.95652174">
<Start>69036.09310000 -22722.88060000</Start>
<PI>68986.61435708 -22753.14016362</PI>
<End>68963.40442983 -22770.54391289</End>
</Spiral>
```

今回，実験で使用した IT 型の計測機器と設計データでは，従来型の丁張り準備作業にくらべて，手入力という同一条件の下でも3分の2の作業時間で済み，電子データを自動的に読み込ませるとさらに大幅に効率が改善する。また，現地で岩や石などにより丁張りの基準杭が設置できないときは，現地で柔軟に対応することができ，準備作業，現地作業ともに大幅な効率改善が期待される。

また，実験で用いた LandXML データ作成に要する時間については比較の対象としていないが，設計作業時に Autodesk 社製の3次元CADによる設計を前提とすれば，容易に LandXML Ver.1.0 による出力が可能となる(ただし，平成15年9月現在では，英語版 Land DeskTop Ver.3.0 に限る)。しかし，施工時に LandXML による設計データだけでチェックするにはチェックに要する時間がかかるため，ビューワー，チェックプログラムなどの開発が必要となると考えられる。今回の実験では，英語版 Land DeskTop Ver.3.0 及び，日本語版 Envision 8 を使用した(図—3)。

本論文では，実際の工事現場における丁張り設置作業に要する時間の測定結果を掲載できないが，実験結果がわかり次第，報告したいと考えている。



図—3 日本語版 Envision8 による3次元ビュー

5. 結論

これまで、我々は設計段階で作成された設計情報を、主に図面という形式で受け取り、施工管理に活用してきたが、必ずしも図面を電子化しただけでは施工段階で効率的な業務改善にはつながらなかった。しかし、測量座標、線形計算書などの3次元の電子情報を、適切なデータ形式で施工段階に渡すことで、丁張り準備作業、設置作業に高い効果が期待されることがわかった。本研究では、実際の丁張り設置作業における従来型とIT型の比較測定を行い、管理断面にこだわらないTSを用いた新しい出来形管理手法についても可能性を検証したいと考えている。また、これら電子化さ

れた再利用可能な設計データを活用して、3次元CADによる設計変更、位置の計測による盛土品質管理、形状を変更した工事完成図の作成、維持管理のためのGISデータ作成の実験も予定している。

6. さいごに

本研究を進めるにあたり、国総研官民共同研究「建設施工における空間情報の取得利用に関する研究（平成14年度～平成16年度）」の（株）大林組、トプコン（株）、コマツの研究者、及び高知県伊野土木事務所、高知県建設技術公社に、高知県の現地作業と調査に協力頂いた。この場を借りてお礼を申し上げる。

1 国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター
029-864-2211

2 有富孝一、電子納品の現状と課題、第20回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、P.103、2002/11

3 新田 恭士/古屋 弘、土木施工の情報化と業務改善（その1）、土木学会第58回年次学術講演会講演集、CS11-003、2003/9

4 有富 孝一/先村 律雄/若井 秀之、土木施工の情報化と業務改善（その2）、土木学会第58回年次学術講演会講演集、CS11-004、2003/9

5 <http://www.landxml.org>

Construction management using Information Technology

By Koichi Aritomi, National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport

The tide of electronization is surging up to the smaller construction sites by the introduction of CALS/EC. Electronic tendering and electronic delivery make the site management more efficient than former manner on the paper base. Electronic delivery has been adopted for the public works of 60 million yen or more since April 2003, and will be adopted for all the public works from the end of fiscal year 2004.

Information Technology evolves rapidly year by year, which makes our life more and more convenient. However, Information Technology has not yet been fully utilized in the construction sites. This report is the interim report on the case study of construction management that utilizes Information Technology.