

システムアーキテクチャ構築による建設マネジメントの効率化

国土交通省 奥谷 正*1

有富孝一*1

○岸野 正*1

By Tadashi Okutani, Koichi Aritomi, Tadashi Kishino

Ministry of Land, Infrastructure and Transport

これまで国の公共事業では官民協力して CALS/EC の導入に力を入れてきており、平成 15 年 4 月からは電子入札の全面実施、6,000 万円以上の工事への電子納品の義務づけなど、一定の成果をあげてきた。しかし、計測機器などの高度情報化が進む一方で、公共事業の監督検査業務は依然として昔のスタイルのままであり、情報化のメリットが享受できていない。本論文では、建設マネジメントの効率化の検討に必要な分析モデルとして、施工情報のシステムアーキテクチャ（建設マネジメントの業務構成モデル：SA）を構築し、これに基づいて従来の施工管理や監督検査業務に替わる IT を活用した業務手続きを提案して、SA の有効性について実証した。

【キーワード】 CALS/EC, 監督検査, システムアーキテクチャ

1. 電子納品に関わる現状と課題

CALS/EC の推進により、電子納品の対象工事が拡大されて完成図書の保管が容易になったほか、これまで工事ごとに様式の異なっていた CAD 図面を国際規格に準拠した SXF(P21)に統一するなど、一定の成果が現れてきている。しかし同時に、電子納品に関わる課題も明らかになりつつある。例えば、電子納品と紙書類の二重提出、押印した書類やカタログなどもともと紙情報のもので無理に電子化するなど、非効率な作業が行われている¹ことや、電子納品された成果物の再利用が進んでいないといった課題がある。

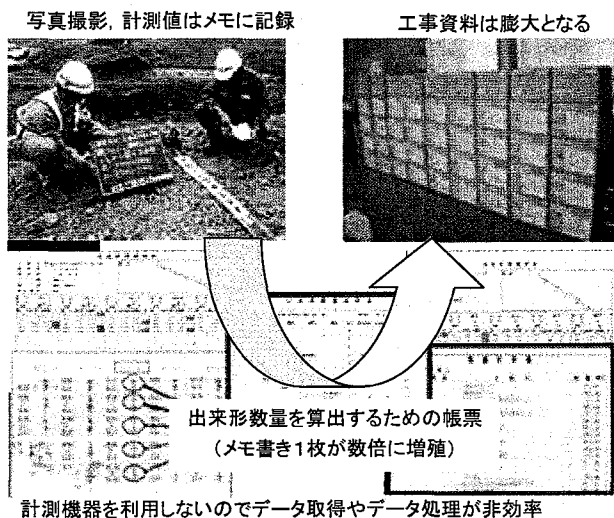
電子納品された成果物を後の維持管理分野で再利用するには、設計や施工の段階から情報の取得や管理手法を改善することが必要なため、施工管理や監督検査業務にまで立ち入って検討しなければならない。

工事では契約から竣工に至るまで、品質管理や出来形管理など数多くの書類の提出が必要となり、この作

成や決裁、保管に多大な手間とコストがかかるものとなっている²。施工管理、監督検査は各種の基準（契約書、共通仕様書、特記仕様書、施工管理基準、監督技術マニュアル等）に従って行われる。要求される工事完成図書は数千万円規模の工事で衣装ケース 3 箱分にも及び、図面の色塗りや、プランメータ 3 回平均による断面積計算など、非効率な手作業を要する。また、出来形管理では、高性能な計測機器を利用せず、巻尺による測定で計測値をメモに記録し、測定結果と設計値を対比させて黒板に記入し、写真撮影している（図-1）。さらに、完成図は設計図の寸法値のみを赤鉛筆二段書きで修正するため、完成図形状が現地と異なり、維持管理で使用できないので、管理台帳図面作成のために改めて測量している。このような分野での業務改善こそ CALS/EC の本質といえる³。

これらの問題解決に向け、施工管理や監督検査業務で本当に必要な情報とは何か（What）を明確にするため、管理や判断に必要な情報や手続きの機能面に着目して、業務手続きを分析し、さらに問題点の発見とその業務改善案を提案し、実証を試みた。

*1 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 029-864-2211



図一 出来形管理の現状と工事書類の例

2. 施工管理, 監督検査業務の分析手法

施工管理, 監督検査業務の分析では, 建設システム全体の機能と情報に着目し, オブジェクト指向分析によるシステムアーキテクチャ(SA)構築を行い, SA を建設マネジメントの効率化に利用した. ここでの SA とは, 建設マネジメントの業務構成モデルであり, 建設マネジメント業務を構成する機能と情報とその関係を表現した建設マネジメント全体の構造を示すもので, 建設マネジメントを全体として効率的に機能させるために利用するものである.

SA は, 高度道路交通システム (ITS) のシステム開発に実際に利用されている. ITS の SA ではドライバーが道路で車を運転する際に必要な情報の提供や運転操作機能支援などのサービスを想定しているのに対し, 施工情報の SA では, 重機や計測機器を用いて行われる現場施工管理サービスだけでなく, 監督・検査職員が監督検査する際に必要な情報の提供, 監督検査機能の支援などのサービスについても想定した.

施工情報の SA の構築は, 次の手順に従って取り組んだ.

- 1) サービスの体系化
- 2) ユースケース分析 (業務分析, 要求定義の作成)
- 3) 論理モデル (情報, 機能)
- 4) ビジネスモデルの想定

5) コンポーネント分析

6) 物理モデル (人, ノウハウ, データなど)

施工におけるサービスは大きく6分野に大別できる (表一). 例えば検査方法は, 工事工種ごとに異なるが, 検査の概念には類似性があり, 凡化の関係にあるため, 土木工事の発注金額で過半を占める土工と舗装工の工種について業務分析を行った. 平成 13 年度から分析を開始し, これまでに約 240 サービスの抽出と体系化が終了している. 各サービスについて, 基準類の分析, 現場経験者へのヒアリングを通して, ユースケースを作成した. ユースケースは, 現状のモデルを文章で詳細に記述したもので, 改善モデルと要求定義を含む. ユースケースの改善モデルから機能 (管理, 検査, 判断など) と情報 (図面, 書類など) の全体関係を抽出した論理モデルを完成させる予定である. この論理モデルに至るまでのアプローチはトップダウン手法であるが, トップダウンではフィジビリティの確認ができないため, これを確認するには, ビジネスモデル (経済的フィジビリティを満たす実装対象サービス群の設定) やコンポーネント分析 (機能を具現化するための構成要素, 部品: 人, 機器, ノウハウ, データなどの分析), 物理モデル (ビジネスモデルの具現化に必要なコンポーネントの結合関係を示したもの) を作成するボトムアップ手法が必要となる. このため, ユースケースの中から具体的なビジネスモデルとして丁張り設置と出来形確認を抽出し, プロトタイプを開発して実証試験により適用性を確認した.

このような SA の構築により, 施工管理, 監督検査に必要な情報の基盤が整備され, 例えば位置情報と連携した品質管理や機械施工の運転支援, 数量計算や積算と連携した設計情報利用といった様々なサービス群を生成することができる.

表一 施工におけるサービス6分野

| | |
|--------------|---------|
| 品質管理 | 機械施工 |
| 監督検査 | 資機材調達 |
| 積算, 契約, 及び決裁 | 環境保全と安全 |

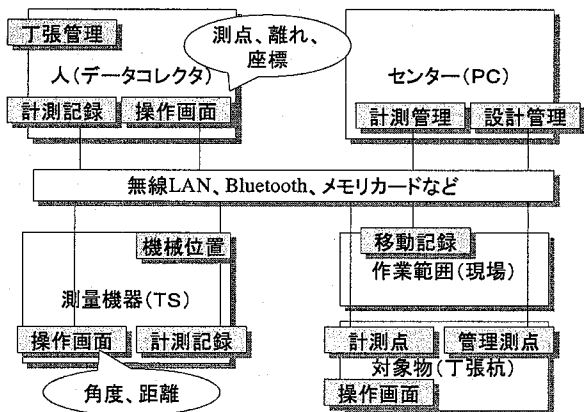


図-2 丁張り設置の物理モデル例(IT型)

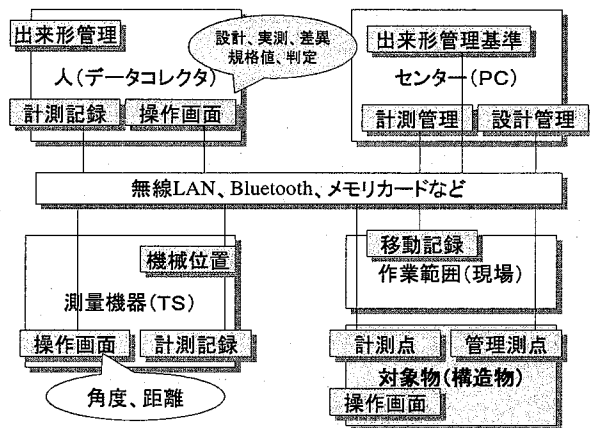


図-3 出来形管理の物理モデル例(IT型)

SA からは、各サービスやシステムにおける機能と情報の共通部分を判断することができる。例えば、従来の施工では別個のものと考えられる丁張り設置と出来形管理は、IT を活用した施工 (IT 型) では類似性が高いものとなる (図-2, 3)。計測機器に設計情報を記憶させることで、丁張り設置の際には設計値と設置位置の差異を指示して基準杭の設置を支援する。一方出来形管理の際には完成した構造物に対して計測機器による計測を行い、設計値と計測値の差異を表示して出来形管理を支援するので、物理的なスタイルはほぼ同様のシステムであるが、丁張りと出来形管理で論理的に逆のプロセスを経ることで合理的な管理を行えることが分かる。これにより、出来形管理資料の作成は必要なく、現地で出来形をリアルタイムに確認し、計測機器の記録を電子情報で提出できる可能性が出る。

3. 丁張りサービス, 出来形管理サービス

SA のフィジビリティを確認するため、丁張りと出来形管理のサービスのプロトタイプを開発し、実証に供した。設計情報を3次元化することで、計測機器 (トータルステーション, データコレクタ) と設計情報の連携を図り、丁張り計算に必要な情報の取得, 計算, チェック, 計測機器への入力, 計測結果の確認などの効率化に取り組んだ⁴。

IT 型の計測機器として、(株) トプコン製トータルステーションとデータコレクタを用い、データ入力に使用する平面縦断線形, 標準横断データは, Autodesk 製 Land Desk Top 3(LDT3)より出力された LandXML Ver1.0 をベースとした。実証試験は、高知県発注工事である、伊野土木事務所管轄の国道 439 号道路改築工事 (延長 240m) で行った (写真-1)。

IT 型の適用により、丁張り座標位置計算の効率化や現地で丁張り設置予定地点で杭が打てないなどの異常事態発生時に、内業による座標再計算作業を行うことなく、その場で杭の設置場所を変更できるなど、作業効率の改善が確認されているが、ここでは実証試験の詳細な報告は別報に譲ることにする。同様に、引き続き行う予定の IT 型の出来形管理についても、実証試験により従来型の管理手法に比べ作業効率改善の効果が得られるはずである。

SA の適用可能性を検証するには、この実証試験のように SA を具体化したプロトタイプを通して判断する必要がある。今回の実証結果を論理モデルに反映させて、その完成度を次第に高めていくイテレイティ

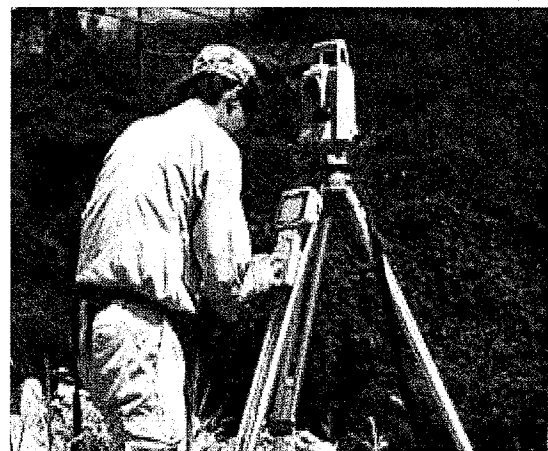


写真-1 IT 型による丁張り設置状況(計測機器)

ブな開発と、具体化させたサービスを徐々に増やしていくインクリメンタルな開発を同時に進めていくことで、施工情報の SA を構築していくつもりである。このような、トップダウンとボトムアップのアプローチを並行して行うことで効果的な開発を行えるものと考えている。

4. 結論

施工管理や監督検査業務の分析から SA の構築を行い、従来型施工における課題を解決するサービスを想定し、SA を具体化したプロトタイプで実証試験を行い、その適用可能性を確認した。構築した SA は、各業務における情報や機能を明確にし、その共通部分や類似性を把握できるため、これまで SA が適用されてこなかった施工の分野での業務改善にも十分効果を発揮できるものと期待している。

近年における方法論の重要な変化の一つに、イテレイティブかつインクリメンタルなモデル開発ライフサイクルの採用があり⁵、これまでの施工支援ツール類が要素技術にとどまり、汎用性やフィジビリティが得られず継続して利用されない事例が多いのは、SA による全体的な検討を行わないことが原因と考えられる。

しかし、施工管理や監督検査業務において、IT による効率的な業務手続きを実現するためには、このよ

うな SA を用いた業務分析だけでなく、関係する基準類を IT 活用に即したものに改善していく必要がある。現在の施工管理、監督検査は确实だが非効率であり、施工段階で受発注者がやりとりしている情報と作業の機能面に着目して分析することで、本来必要な情報を明確化し、IT によって業務の効率化が可能となる。これにより、工事書類の削減、情報の再利用性向上の効果が期待できる。

今後は、IT 型の丁張り、出来形管理を数カ所の現場で実証するとともに（高知県と直轄 4 現場で実証予定）、道路付属物設置工、コンクリート工、鉄筋工、型枠工など対象工種を拡大する。

【参考文献】

- 1)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
- 2)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
- 3)奥谷 正，建設事業の高度情報化への取り組み CALS/EC と情報化施工，建設マネジメントを考える，P106，2003/8
- 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)ダリル・クラク/イーモン・ギニー，市川和久 訳，ユースケース導入ガイド，P151，2002/9

Improvement of construction management by the application of the system architecture

By Tadashi Okutani, Koichi Aritomi, Tadashi Kishino

Ministry of Land, Infrastructure and Transport

The Government and the contractors have cooperated in the introduction of CALS/EC. All contractors joining in public works have to do with electronic tendering and if the construct price exceeds 60 million yen they also have to deliver the construction data by electronic mediums since April 2003. Although there has been rapid advancement in information technology and its application to measuring instruments, the supervisor inspection process in public works still follows an old-fashioned style. Therefore we cannot gain the merit of IT. For the purpose of improvement of the construction management, this paper describes the validity of system architecture of construction information which proposes the new processes using IT instead of the conventional construction management and supervisor inspection process.