

# Webとデータベースを用いた新しい施工管理手法の紹介

古 屋 弘

我が国の土木施工における IT の活用は、CALS/EC の推進およびコンピュータの現場への普及と高性能化に伴い、近年各方面で実施され報告されている。この目的の一つに、電子化による施工管理の効率化と維持管理へのデータの継承、すなわち横断的な情報活用がある。この中で施工中の情報活用に関しては、品確法の施行により、施工者側の自由度の高い技術提案が可能になった反面、その性能を施工プロセスの中で迅速に証明するうえで重要度が増しつつある。これは、これまでの施工管理と共に、施工業者と発注者が共にデータの有効利用を検討して行く必要があることを意味している。

本報文では上記のような背景を踏まえ、情報共有と迅速な施工管理を行うツールとして、Web とデータベースを用いた土工事を対象とした新しい施工支援システムを構築し、現場適用を行った事例の報告を行うと共に、適用における問題点も併せて報告するものである。

キーワード：Web, 土工事, 重機施工, 情報化施工, 3D プロダクトデータ, データベース

## 1. はじめに

建設工事においては、構造物を構成する材料や構造といった要素技術分野の学術的研究の進歩を背景に、設計の高度化と信頼性向上が進み、性能規定を取入れた設計法が各分野で取入れられつつある。

これらは、所定の品質の構造物を工学的観点から合理的に設計することにより、研究者、設計者が意図する、しないにかかわらず、最終的にコスト縮減が目的となっている部分が多い。

一方、施工技術も弛まない技術開発により、設計に基づき良い製品（構造物）を安く、早く完成させることができるようになり、コスト縮減に寄与している。このような環境下で、建設産業における技術開発は、単一の工法開発から情報化施工を含むシステム開発へ移行してきた。近年では CALS/EC の取組みによる電子情報を用い、調査、計画、設計、施工、管理段階も含めた一連のプロセスの中での効率化を行う<sup>1)</sup>という観点から、情報化施工も定義が広範囲になりつつある。

この動きとは別に、平成 17 年 4 月に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」（品確法）<sup>2)</sup>によって、施工者にとって新しい技術を土木工事に提案する機会が増える反面、厳格な品質管理を要求され

ることとなった。すなわち、このことは工事における自由度が高くなりつつある反面、施工者の責任も大きくなるが、それは監督する者にとっても判断と評価の高度化が要求されることを意味する。

これらの動向は、土木工事の性能規定化への移行を示唆しており、このとき情報化施工は施工管理において重要なツールとなりうると思う。近年では土工事における GPS やトータルステーションを用いた転圧管理システム等、各種の高度な施工管理システムが実用化されているが、土木工事の特徴であるプロセス管理を厳格に行うためには、従来型の施工管理を行うか高度な施工管理を行うかに関わらず、迅速なデータ処理とデータ共有が重要である。

今回紹介する施工支援システムは、上記のような観点からデータベースを施工管理に利用し、データ交換に Web システムを利用し、現場で発生する情報やデータを効率的に管理する一つの試みとして開発したものである。

## 2. 新しい観点からの情報化施工の必要性

情報化施工は上述のような性能規定化に向けての取組みと共に CALS/EC と共に、土木においては当初紙媒体の排除とデータ伝達の合理化を中心とした電子化を図ることとして導入され、「施工の合理化をはか

る」とともに、情報の流通を円滑にし、「コンピュータや通信技術などを活用した合理的な生産システムの確立」することによる省力化を目的として導入されつつある。しかし、他産業の状況と比較したとき、土木工事において次のような問題があることが分かる。

製造業等ではCAD等の異種ソフトウェア間でのコンテンツ作業を可能とするデータの運用ルールが整備されているのに対し、土木分野では、設計と施工・施工管理の間で、共通のデータを再活用することを想定した電子納品の標準化が現在のところ考えられていない。土木工事を一つのプロジェクトとして捉えた場合、構造物完成までに多くのプロセスがあるが、各プロセスで構造物の機能を満足させるための管理が行われており、この管理において取扱うデータは一過性のものが多いため、共通データを使う利点は発生しないためであると考えられているからである。

こうした背景もあり、データの共用、再利用は進んでいない。しかし、図-1、図-2に示すように、情報（データ）が共有でき、それらが容易に利用できるとするならば、情報共有のメリットを施工中のみならず建設プロジェクトにおける各プロセス段階で享受でき、施工の合理化や新しい電子発注、納品の方法への展開が期待できるものとする。さらに、建設環境を取巻く環境変化にも十分対応し、構造物管理や災害時にも有効な情報を容易に効果的に取出し、活用するこ

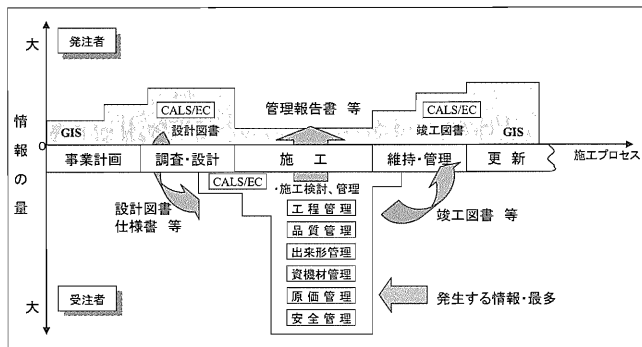


図-1 施工プロセスの中で発生する情報量の変化（模式図）

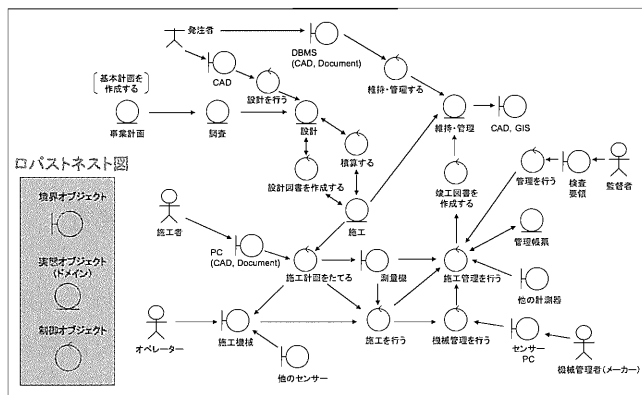


図-2 施工プロセスと情報連携（模式図）<sup>3)</sup>

とも出来る可能性がある。

### 3. 新しい情報化施工の試み

2章で述べた観点からいわゆる「情報化施工」というものを見直し、情報化施工の意義を踏まえて施工者が導入を始めている「新しい情報化施工の取り組み」を実装例と共に紹介しよう。なお構築したシステムは、土木工事の施工管理を目的としたものである。以下にシステムの概要を述べる。

#### (1) Web-GISを用いた施工管理システム

##### (a) システムの概要

建設プロジェクトの中では施工時に発生する情報が非常に多いことから、これらを整理し有効に施工管理に生かすためのシステム構築を目標としたシステムがWeb-GISを用いた施工管理である。具体的には、これまでの現場施工における情報管理の問題点を抽出し、以下の目標を掲げた。

##### ①工事情報の一元管理による効率化

- ・迅速なデータ（図面、図書）へのアクセス
- ・ライフサイクルでの横断的なデータの活用

##### ②ユーザーのアクセシビリティ向上

- ・地図を用いた直感的なインターフェイス
- ・担当者以外でも簡単に情報にアクセス

##### ③高品質な施工管理の実施

- ・リアルタイムな情報伝達による高品質な施工管理が行える環境の提供
- ・工事事務所内のみならず関連部署との情報共有を図る

##### ④作業環境の改善

- ・ITを駆使した先進的な生産現場のイメージ転換を図るとともに、作業・労働環境を改善

##### (b) システム構成

土木工事の施工管理システムの構成を図-3に、機能概要を図-4に示す。システムは、拡張性、運用の柔軟性（ユーザーに特別なハードウェア、ソフトウェアを要求しない）、メンテナンス性（特にデータの収集とその管理）に関する得失を考慮し、Web-GISを用いたシステムとした。

Web-GISの利用のメリットは、運用の柔軟性であり、メンテナンス性の良否は、実際の利用者の負荷に大きく影響する。すなわち、GISによる施工管理システムを利用するにあたり、特別なソフトウェア等が必要であったり、ハードウェアの制約等がある場合、その利用者は制限を受け、そのためメンテナンスも低

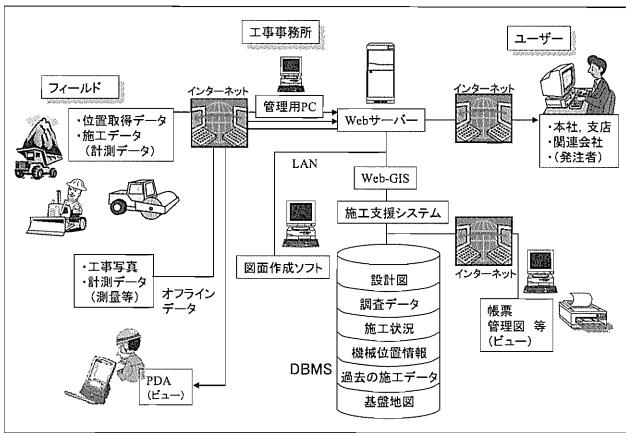


図-3 システム構成 (実装例)

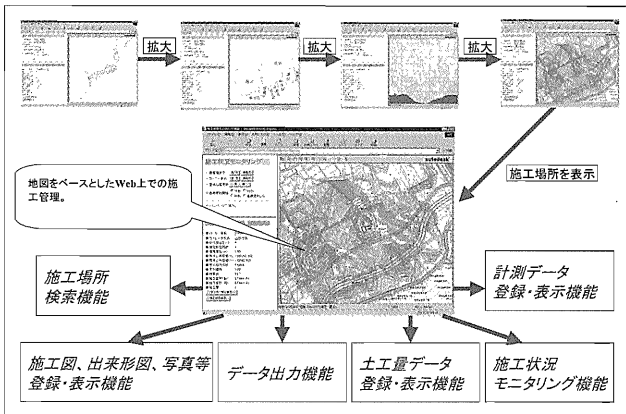


図-4 Web-GIS を用いた土工施工管理システム機能概要

下する。

図-4 に示したような機能を維持するにあたっては、現場で日々発生する情報を更新し、データベースに保存し、ユーザーがそれを活用することが重要な条件となる。これが阻害された場合、システム構築の目的が達成できず、施工管理システム導入のメリットを享受できないことになる。

このような点を考慮し、データ共有を容易に行うインターフェイスとしては、現在のようにインターネットが日常的に利用できる状況においては、Web-GIS、すなわち WWW を利用したシステムは、Web ブラウザがある環境であれば誰でも利用することができ、システムのプログラム修正もサーバのみで済むため保守も容易であるというメリットがある。さらに、現場の職員が実際のフィールドに出てからもデータの参照が出来るよう、PDA の利用も考慮したシステムにしたが、この点も WWW 利用のメリットである。

## (2) 3D プロダクトデータを用いた重機施工支援システム

### (a) システム概要

Web-GIS の利用よりも、より積極的に重機施工支

援やデータ管理を行う情報化施工のシステムとして、「3D プロダクトデータ」による施工管理システムの運用も行っている<sup>4),5)</sup>。

システムは物理的にはサーバを中心とした事務所側の基幹システムと、重機側の移動体に搭載するシステムで構成され、現場に無線 LAN ネットワークを構築し、リアルタイム通信の可能な環境を構築した。当現場では、品質管理に対するシステム化を主目的としたことから、ターゲットとする施工機械はブルドーザおよび振動ローラである。

### (b) システムの目標

現場適用システム (アプリケーション) を構築するにあたり、今回はターゲットとするサービスを以下の4項目に絞り、現場に適用することとした。

#### ① 施工管理

工事における施工管理は、工程・品質管理をはじめ、種々の管理項目があり、この管理を行うための多くの情報が施工プロジェクトの中で発生し利用されている。今回紹介する事例は空港造成やフィリダム盛立てという大規模な土工現場における適用であり、重機に関しては重ダンプトラック、ブルドーザおよび振動ローラが施工の主体となる。

施工支援に関しては、③「機械施工サービス」において述べるが、施工管理では品質管理と出来形管理、および施工計画作成支援を行うことを目標としている。品質管理に関しては加速度解析による締め固め管理

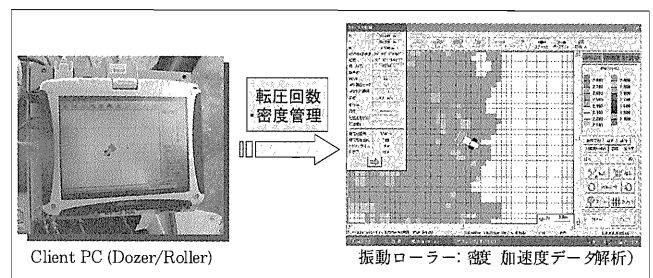


図-5 車載 PC と管理画面

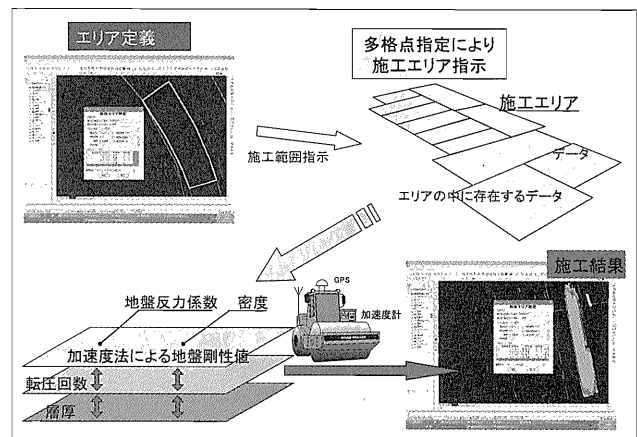


図-6 施工計画支援 (エリア設定)

( $\alpha$ システム)<sup>6)</sup>を行うこととし(図-5), 出来形管理は移動体に搭載するシステムにおいてGPSによる重機の軌跡管理システムを利用し, 重機の施工結果から取得した空間情報を用いて, 転圧結果をデータベースに保存し利用している。

なお, 重機の施工結果から得られる出来形は, 当然GPSの計測精度に依存することから, 精度の高い出来形計測は従来の手法を適用するものとする。また,

施工計画作成支援は図-6に示すように3Dデータを用いて各重機に対して施工エリア等の割当てを行うものである。

②監督検査

このサービスは施工者においては監督者(または発注者)に施工管理データ等を提出することが主体となる。基本的に本システムで扱う帳票は, 品質管理, 出来形データとなるが, それらのデータは施工中に取得

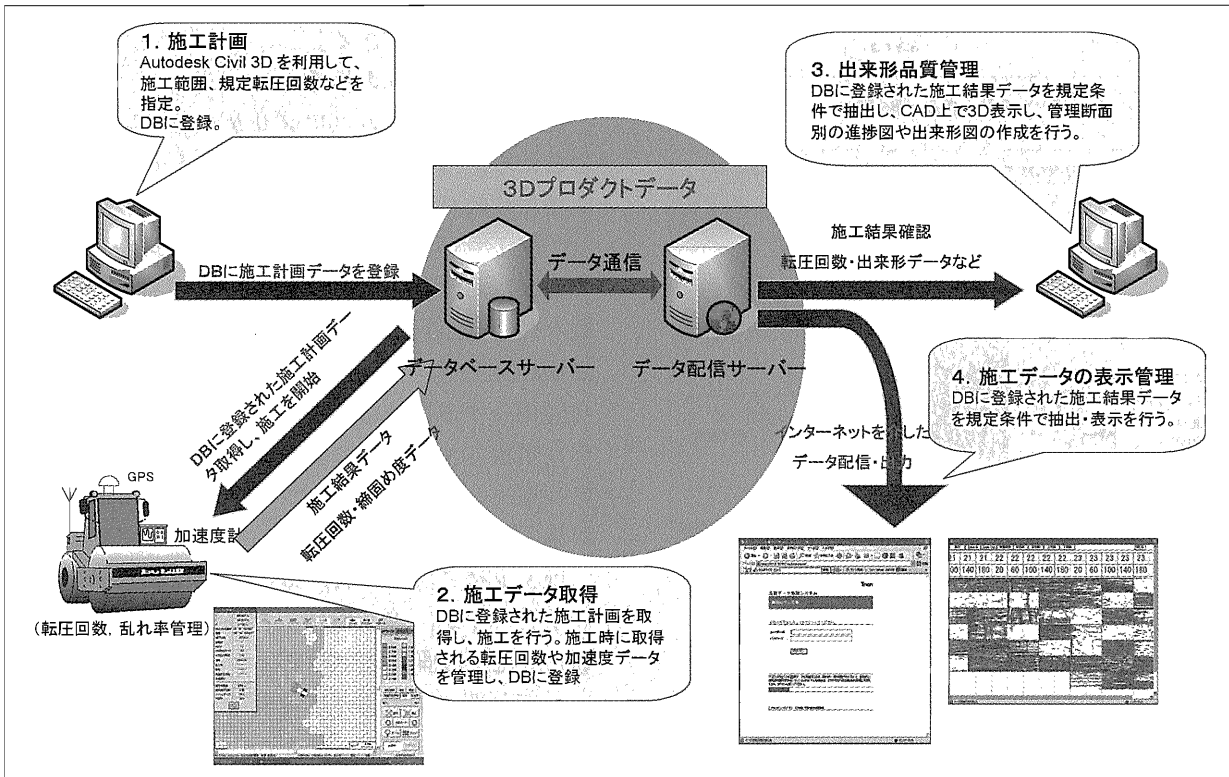


図-7 システム構成(利用モデル)

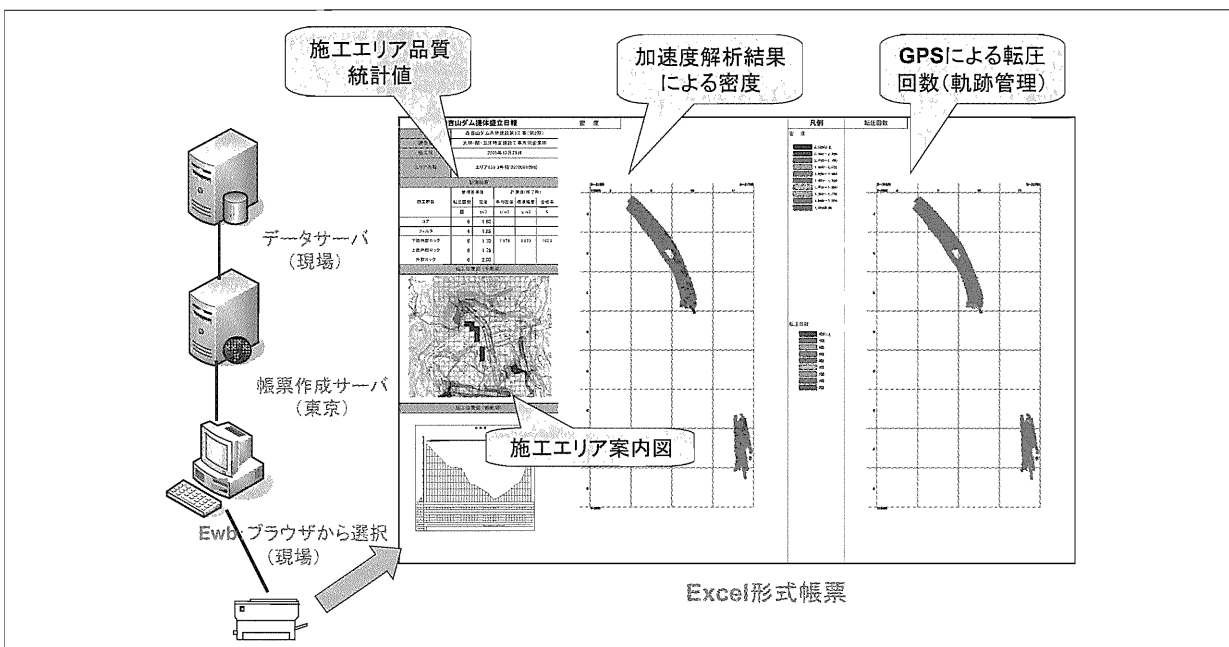


図-8 Webを用いた帳票作成システム

されたデータをデータベースに格納後、必要なデータを取り出し利用している。基本的に3Dデータをデータベースに格納し、3D-CADをインターフェイスとして利用しているため、任意の帳票出力が可能である。

図-7、図-8示す出力例のように、ユーザーの負荷を減らすため、あらかじめ帳票のテンプレートを作成し、メニュー上から簡単な選択で出力が可能なシステムとした。

### ③機械施工（重機土工）支援

本システムにおける重機施工支援サービスとしては、重機オペレーションのサポートを行っている。施工管理の中の施工計画作成支援サービスで作成したデータを、無線LANを用いて各重機に配信し、施工指示を行うものである。本システムにおいては対象とする重機はブルドーザと振動ローラとし、重機オペレータに対して以下に示す施工支援が行えるシステムとした。システムのオペレータ席でのモニタ例を図-5に示す。

- ・無線LANを用いた重機土工のネットワーク化
- ・3D-CADとデータベースを用いた重機連携管理
- ・振動ローラに対して施工エリアを指示し、所定の施工（工法規定）にて転圧支援（転圧エリア、転圧回数、加速度解析データによる品質管理）を行う
- ・出来形の取得（概算出来形の自動取得）

### ④環境保全と安全

このサービスは本システムで直接的に対応はしていないが、重機の稼働状況のモニタリングが無線LANによりリアルタイムに行えることと、加速度解析による品質の自動取得の結果、重機土工の作業中に品質管理等の作業を行う必要がなくなり、安全管理に結果的に寄与することとなった。

#### （c）システム構成

振動ローラのみを対象としたシステムの構成を図-7に示す。当該システムはデータベース2台（現場事務所1、本社1）、クライアントPC1台、重機搭載の管理システム（重機台数）、および無線LANシステムで構成している。

データ作成には3D-CADを施工支援用にカスタマイズしたプログラムをインストールした管理クライアントPCを工事事務所に設置し、サーバ（事務所内および東京）とLANで接続している。作成したデータはデータベースサーバに登録、蓄積し、重機オペレータは作業開始時にシステムを起動すると、無線LANを介して自動的に施工エリア情報を取得する。

3Dデータを利用し施工計画を作成できることから、職員は工程計画と実作業を検討しながら作業計画を作成し、先々の作業計画を蓄積することができるという

メリットもある。また、転圧管理（振動ローラ）に関しては、従来行われているGPSを用いた転圧回数管理（メッシュによる軌跡管理）のほか、加速度データを用いての品質管理情報も取得するため、面的な品質管理を行い、そのデータをデータベースに蓄積し3D情報として活用することで、品質管理の高度化と共に竣工後の維持管理データとしての利用も可能となっている（図-6）。

本システムを利用し、各重機オペレータは自車に搭載されたシステム上でサーバからの施工指示を取得し、その指示に従って整然と施工を行うことが可能となる。施工範囲の施工が終了すると施工完了の信号と共にデータを送り、新たに施工エリアを取得するという施工の繰返しを行うことができる。

なお、本システムは無線LANの採用によりサーバと重機はデータ交換を行っており、管理クライアントPCは施工現場にあることから、急な施工順序の変更や、重機の故障等による施工途中での重機間のデータ交換（重機の交代）も容易に行える等、柔軟な運用も可能なシステムとなっている。また、重機とサーバ間のデータ交換は、初期データ（施工エリア）取得に関して一時的に連続して行わなければならないが、施工（結果）データは無線LANの状態をモニタリングしつつ、データトラフィックの平準化を図るため、最短の場合、10秒間隔でデータをサーバに送信している。

帳票に関しては、現場のサーバに蓄積したデータを1日に1回本社のサーバと同期を取り、そのサーバ内で帳票の基礎データを作成し、Web上のブラウザにて任意のデータを抽出することにより、図-8のような帳票を簡易に作成するシステムを導入している。なおシステムの標準では50cmメッシュの管理を行っており、1日に数十万点のデータが蓄積されるが、それらは最短1時間で帳票化され、定型化された帳票出力のほか、任意の場所での確認と出力が可能である。

## 4. ま と め

建設分野におけるCALS/ECもはや10年近くが経過し、事業プロセスの各段階間における情報交換に関しては電子納品等の普及により成果が顕れつつある。今後は、各段階において実利的な（費用対効果を含めた）成果を情報技術活用して如何に導きだすかが重要なテーマとなろう。その際の視点として以下の点が挙げられる。

- ①情報化施工の導入事例で示したように、今後は従来の人間対人間のデータ共有から機器（機械）対人間、

機器対機器などのマルチな情報交換が進むことが考えられる。これは、情報利用者間（機器も含む）で共通した明確な情報モデルの必要性和従来からの図面等の情報表現にはおのずと限界があり新たな表現形態の必要であることを意味している。プロダクトモデル等のデータアーキテクチャの重要性が増大している。

②Web および無線 LAN 等の情報通信技術の進展に伴い、野外フィールドでも安価に十分なネットワーク網の構築が可能となることが期待される。これを十分に活用できるシステムがより多くの成果を生み出すことが想定される。

③施工時において必要なデータを自動的に取得し、また蓄積できることから、実行結果と計画値の定量的な評価等、これらのデータ分析による新たな技術的知見の創出が期待される。

④技術を「形式知」化（ソフトウェアへの実装）することにより、例えばマネージメント分野等において技術の継承と省力化が期待される。そのためには個人の情報リテラシーの向上が重要である。

今回の実施例は、上記のようなコンセプトを実現化しようとしたシステム構築および現場での運用例となる。Web の活用により情報共有が容易となり、3D プロダクトデータをデータベースを用いて管理することは、図-7 に示すような様々なデータの活用が可能であることから、新しい施工管理のあり方（土木における BPR (Business Process Reengineering)：新しい管理・監督技術)、を考える一つの手がかりとなる

ものとする。その反面、取得したデータは時として膨大となることから、必要とされるデータの取捨選択や集約、またそれらのデータの継承や活用方法（GIS 等との連携）はよく検討すべきである。さらに情報化施工に係わるコスト負担に関しても、今後考えていく必要がある。

ここで述べた事例が、新しい施工管理の手法の一つとして読者の参考になれば幸いである。 JCM A

#### 《参考文献》

- 1) 「情報化施工のビジョン—21 世紀の建設現場を支える情報化施工—」について、国土交通省総合政策局、2001 年 3 月。  
[http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha01/01/010330\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha01/01/010330_.html)
- 2) 例えば、公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）/北陸地方整備局、<http://www.hrr.mlit.go.jp/gijyutu/hinkaku/top.html>
- 3) 土木学会土木情報ガイドブック制作特別小委員会編、土木情報ガイドブック、pp.184~190、2005 年。
- 4) 古屋 弘・千葉洋一郎：3D プロダクトデータを用いた土工施工支援システムの開発と現場適用、第 29 回情報利用技術シンポジウム論文集、Vol.13、pp.243~250、2004.10。
- 5) 古屋 弘：3次元プロダクトモデルを用いた土工施工支援システム、建設の施工企画、No.674、pp.35~40、2006.4。
- 6) 古屋 弘ほか：加速度計を利用した締固め管理システムにおける解析手法の比較、第 54 回土木学会年次学術講演会、pp.666-667、1999.9。

#### 【筆者紹介】

古屋 弘（ふるや ひろし）  
株式会社大林組  
土木技術本部技術第 1 部  
情報化施工グループ  
グループ長



## 絵で見る安全マニュアル 〈建築工事編〉

本書は実際に発生した事故例を専門のマンガ家により、わかりやすく表現しています。新入社員の安全教育テキストとしてご活用下さい。

#### ■要因と正しい作業例

- |          |        |         |
|----------|--------|---------|
| ・物動式クレーン | ・電動工具  | ・油圧ショベル |
| ・基礎工用機械  | ・高所作業車 | ・貨物自動車  |

A5判 70頁 定価 650円（消費税込） 送料 270円

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289