

(II-9)

先端情報処理技術を活用した 現場マネジメントの効率化・高度化に関する研究

A Study On Construction Site Management
With State-of-the-art Data Processing Techniques

現場マネジメントシステム分科会 Cグループ 井手 豊
By Yutaka IDE

近年、高度情報処理時代の到来とともに、OA機器、通信装置、ロボット、自動化技術等の建設工事での普及には著しいものがある。今後一層のそれらの普及に伴い、建設現場を中心とした現場マネジメントのあり方も大きく変わっていくものと思われる。

そこで、当グループではこのような観点から、現場マネジメントの効率化・高度化を計画・支援するコンピュータとその周辺装置、通信、計測等の要素技術について、現状と将来動向を調査・検討し、整理表にまとめた。そして、それらが建設現場で有効に利用されることによる現場マネジメントの5～10年後の将来像およびその方向性について「屋内技術業務」「屋内管理業務」および「現場施工業務」に分けて考察を行った。

【キーワード】先端情報処理技術、OA化、現場マネジメント、将来像

1. はじめに

近年、情報処理技術の進歩には目を見張るものがあり、建設工事においても、OA機器、通信装置、ロボット等は着実に普及している。今後一層のそれらの普及に伴い、建設現場を中心とした現場マネジメントのあり方も大きく変わっていくものと思われる。

当グループではこのような観点から、コンピュータ、通信等の要素技術について、現状と将来動向を調査・検討し、それらが建設現場で有効に利用されることによる現場マネジメントの5～10年後の将来像を描き、その方向性について研究することにした。

2. 研究活動の概要

本研究テーマは、1991年4月から25回のグループ研究を行い現在に至っている。

図-1に活動経過と今後の活動予定を示す。

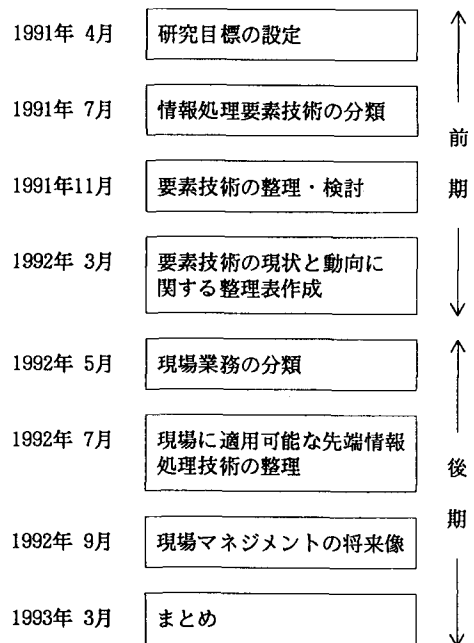


図-1 活動概要

(1) 前期活動内容 (1991年4月～1992年3月)

情報処理を中心とした要素技術の適用場面を想定した現場の将来像、または現場マネジメントのあり方を描くには、まず要素技術の現状と将来動向を把握・想定する必要性があり、それらを下記の10項目に分類して、調査し整理を行った。

- ①コンピュータ ②入力装置 ③出力装置
④記憶装置 ⑤通信装置 ⑥計測・測量装置
⑦ロボット化・自動化装置 ⑧CG・CAD技術
⑨AI関連技術 ⑩データベース・マルチメディア

調査方法は、各種文献、書籍等からの情報収集と一部メーカーからのヒアリング等を中心に行った。そしてそれらの結果を、現状と将来動向に分けて、要素技術の位置づけ、技術面、利用面の観点から整理し、『情報処理要素技術に関する現状と動向の整理表』(表-1参照)としてとりまとめた。

(2) 後期活動内容 (1992年4月～1993年3月)

a) 現場業務の分類

前期活動でまとめた要素技術を適用する現場マネジメント業務を「現場マネジメントの概念図」¹⁾、および「基本業務の定義」²⁾を参考にして13種類に分類した。さらに各業務の作業項目を「屋内技術

業務」「屋内管理業務」「現場施工業務」に細分化して抽出し、表にまとめた。

b) 現場に適用可能な先端情報処理技術の整理

細分化した各業務ごとに現状業務の問題点、それを解決するために必要となる主な要素技術、それらを用いた場合の将来像および効果について整理表にしてまとめた。将来像については、それらが実現する目安となる時期も想定した。

c) 現場マネジメントの将来像

前項でまとめた整理表をもとに、代表的な業務を抽出し、業務の将来像を描いた。

d) まとめ

2年間にわたる研究の成果を1993年3月までに報告書としてとりまとめる予定である。

3. 情報処理要素技術に関する現状と将来動向

現場マネジメントを支える情報処理要素技術としてのコンピュータとその周辺装置、通信装置等のハードウェア面、CAD・CG、AI等のソフトウェア面、また、両者の融合技術であるロボット等の施工の自動化装置等について、現状と将来動向を調査し、整理を行った。『情報処理要素技術に関する現

表-1 『情報処理要素技術に関する現状と動向の整理表』の一例

9. AI関連技術 (1/7)			
要素技術名	現 状	得 来 動 向	備 考
①エキスパートシステム [1/2]	○位置づけ ある特定分野の専門家の知識をコンピュータに覚え込ませることにより、専門家にしかできないと考えられていた高度な知識作業をコンピュータが行えるようにし、利用者すべてが専門家と同等の判断を下せることを目指すシステムのことである。 その結果、専門家以外の人でも高度な業務・サービスの提供ができるようになり、また、(企業)知識・ノウハウの集積および保存が可能となる。 ○技術面 ・開発において知識ベースの構築がそのシステムの有用性を左右する。特に専門家の知識をいかにしてシステムに移植するかが課題である。 ・エキスパートシステムの典型的な構成 ○利用面 ・エキスパートシステムは、AIシステムの中で多くの比率を占めている。(下記参照) 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Ⅰ-知識認識ⅡⅢ 36(7.6%) 1025社中回答325社 Ⅱ-機械診断ⅡⅢ 35(7.4%) 導入ⅡⅢ数:471 Ⅲ-その他 38(8.0%) AIセンター調べ	○技術面 これからは基礎技術者やオペレータがますます不足してゆき、ベテラン技術者のノウハウをコンピュータに移し、その知識資産を活用するエキスパートシステムに対するニーズが増えつつある。 ・AI・エキスパートシステムの開発動向(概念図) ○利用面 ・エキスパートシステムの期待効果 ・専門家の数削減 ・専門家の仕事量の削減 ・専門家の育成 ・業務の質の向上 ・業務の質の均質化 ・知識の整理・体系化 ・ES技術の確立 ・エキスパートシステムへの期待効果があるため、より一層開発、利用が進むであろう。	<参考文献> 『検証・土人AI最前線』 白河つたかみ 90.8.10 『土木で描く未来』 国土学会 人工知能小委員会 『エキスパートシステムの土木関連応用事例と問題点』 三上作義 国土学会関西支部 『情報システムハンドブック』 地風館 『AI 白書-1991-』 C A コピータイフ社 『パソコン白書-1990-』 C A コピータイフ社 『エキスパートシステム』 電気書院

表－２ 情報処理要素技術の概要

種別	主な対象	動向を表すキーワード	期待される利用法
コンピュータ	スーパーコンピュータ 汎用コンピュータ EWS パソコン	ダウンサイジング 利用部門指向 (「エンドユーザコンピュータ化」) ネットワーク化	汎用機による集中処理からEWSやパソコンなどの小型コンピュータによる分散処理化 汎用機の集中・大型化するデータベース管理マシン化
入力装置	文字・コード入力装置 位置・図形入力装置 画像入力装置 音声・音楽入力装置	文字やコード入力中心から図形・画像、音声など入力の多様化	マルチメディアへの対応 ペン入力の実用化により、キーボードに不慣れな利用者の利用拡大
出力装置	プリンタ、プロッタ ライタ、コピー ディスプレイ 音声出力装置	高速化 高精度化 多機能化	CGのカラー出力 大型ディスプレイによるプレゼンテーション
記憶装置	磁気テープ 磁気ディスク 光ディスク ICカード	小型化 大容量化 高速化 マルチメディア対応	マルチメディア対応の光ディスクの利用 個人情報管理用等へのICカードの利用
通信装置	LAN/WAN パソコン通信 画像・映像通信 移動体通信	高速化 大容量化 知能化 パーソナル化	電子メール、テレビ会議、企業間通信などコミュニケーションの道具として活用 携帯電話の普及
計測・測量装置	計測機器 センサー 光波測量装置 電波測量装置	センサーの品質向上 小型化 軽量化 高機能化	計測機器とコンピュータをネットワークで結んだ情報化施工 衛星を利用したGPSによる測位法の普及
ロボット化 ・自動化装置	自動化装置 ロボット	単独作業の自動化から複合作業の自動化へ拡大	現場施工、計測、処理を一体的に行う多機能ロボット フィールドオートメーション化
CAD ・CG技術	2次元CADシステム 3次元CADシステム 静止画作成システム 動画作成システム バーチャルリアリティ(VR)	CADのダウンサイジング化 機器性能向上で高速・大容量化 CADとCGの連携 CG表現技術の高度化 VR利用研究の進展	設計・製図・数量算出 解析・施工シミュレーション 完成予想図のリアリティ表現 構築物のアニメーション作成
AI関連技術	エキスパートシステム ファジィ制御 ニューラルネットワーク 自然言語処理・画像処理	特定分野で着実に実用化 専門的な知識・経験の蓄積により 高度な判断業務の一般化 熟練技術者不足によりニーズ増大	計測・制御分野 工法選定・異常診断 建設ロボットの五感および知能
データベース・ マルチメディア	データベースシステム 画像、図形、音声データ	マルチメディアデータベースとネットワークの融合 分散データベース化	施工情報のデータベース化による施工支援 マルチメディアによる情報提供のビジュアル化

状と動向の整理表』の一例を表－１に示し、それらの概要を表－２にまとめた。

４．建設現場に適用可能な先端情報処理技術

先端情報処理技術を建設現場に適用するにあたり、現場業務を調査段階から管理段階までの１３種類に分類した。さらに、業務の実施場所等から「屋内技術業務」「屋内管理業務」および「現場施工業務」の３つの利用場面に分けて、各業務の作業項目をまとめたものを表－３に示す。

当グループでは、上記の３場面に分けて、これら作業項目の現状の問題点を洗い出し、情報処理技術を適用する場合の必要となる主要素技術、将来像および効果について調査した。表－４、５、６に「屋内技術業務」「屋内管理業務」「現場施工業務」における適用可能な先端情報処理技術を示す。なお、将来像欄のかっこ内に示す運用時期の目安については、大規模現場で実用化されているであろうという

表－３ 現場業務の分類

業務段階	屋内技術業務	屋内管理業務	現場施工業務
調査・設計・計画	技術計算・仮設設計 工法選定 施工計画書 施工図 数量拾い 積算		調査・基本測量
施工(全般)	施工指示図 設計変更 数量拾い	工事日報・月報 工事記録 各種書類作成	施工測量 現場監督・指示 検査準備
品質管理	逆解析 竣工図作成	写真整理	出来形測量 写真撮影 計測・各種試験
工程管理		工程計画・作成 工程調整	進捗状況把握
原価管理		予算作成 日次・月次集計 実績集計(伝票整理等) 予算対比 最終原価予測	
安全管理		安全計画	安全点検
資材管理		資機材計画 資機材発注調達	材料検収 資機材点検
機械管理		機械計画 機械発注調達	機械稼働状況把握 (機械点検)
設備管理		設備計画	設備点検
外注管理	数量算出	外注計画 契約	出面・歩掛り
労務管理		労務計画 労務調達	出面確認 作業確認
ミーティング		工程打ち合わせ 危険予知活動	カーブ・クォーターミーティング
折衝	資料作成	資料作成	

観点に基づいている。

(1) 屋内技術業務

作業所における技術業務は、表-4に示すとおりであり、安全かつ効率のよい工法の検討、施工計画の立案、数量および原価の把握、計測結果に基づいた逆解析、発注者・近隣への説明資料作成などの業務があげられる。

近年の工事の大規模化・複雑化・多様化に伴い、技術業務の高度化・迅速化が求められている中で、現状の問題点の要約を以下に示す。

- ①高度な技術計算業務は、高度な専門知識を必要とし、本支店の専門スタッフに依存することが多いため、現場で臨機応変な検討が難しく、十分な検討ができない場合もある。
- ②ベテラン技術者の経験と知識に頼り、施工計画の立案等、限られた情報をもとに、手作業で行っているため、多大な労力と時間がかかる。
- ③施工図、設計変更等の図面作成は、枚数が多いばかりでなく、変更・修正も多いため、かなりの労力と時間がかかる。昼間は現場に出ている

ため、深夜までの作業となるケースが多く、過酷な労働条件となることがある。

- ④発注者・近隣への施工方法等の説明や作業所員の意志統一等を充分に行わないと様々なトラブルの原因となることが多いため、説得力のある分かり易い説明資料の作成が求められている。

これらの問題点に対し、先端情報処理技術を利用することにより、以下に示す効果が考えられる。

- ①比較的高度な技術計算業務も、本支店のスタッフの協力は得るものの、作業所内で臨機応変な検討が短時間にできるため、現場の実情に合った施工方法が提案できる。
- ②比較的经验の浅い技術者でも、ベテラン技術者並みの施工計画を速やかに立案することができ
- ③CADを利用することにより、作図作業は速やかに行え、他の類似図面にも活用できる。
- ④施工方法や近隣への影響等十分な検討を加え、発注者や近隣へCGによりビジュアルなプレゼンテーションを行い、理解を求め協力を得る。

表-4 建設現場に適用可能な先端情報処理技術（屋内技術業務）

管理項目	業務名称	現状業務の問題点	必要となる主要業務技術	将来像（運用時期）	効果
調査・設計・計画	技術計算・仮設計	データの作成や結果の判断に、豊富な経験や知識を必要とし、本支店のスタッフに依存せざるをえないため、現場で臨機応変な検討が困難	ネットワーク EWS データベース エキスパートシステム CAD CG	本社の解析事例データベースを基に、エキスパートシステムにより解析モデルや計算データを作成し、適切な計算システムにより計算（B） 計算結果は、CAD・CGで分かり易く出力され、結果はエキスパートシステムを利用することにより正しい判断が可能（C）	計算処理が分かり易く正確になり、これまで専門家しか使えなかったシステムでも使用可能 現場で十分な検討が行えることにより現場の実情に合った最適な施工方法の提案が可能 ビジュアル化により多様なアイデアが
	工法選定	施工方法の検討に当たって、図面上で行っているが、詳細な検討が困難なことがある	エキスパートシステム データベース CAD CG VR	エキスパートシステムで種々のサブシステムを利用し、施工性、周辺環境、工期、経済性等を総合的に判断した最適な工法の選定（B） 3次元データからCGやアニメを用いたVRによる施工シミュレーション（C）	発掘できるとともに理解力が向上 発注者等への説得力ある説明が可能 信頼性が向上 工事の動きを予め把握することが可能
	施工計画書	ベテラン技術者の経験や知識に依存手作業のため労力と時間がかかる 類似工事の資料が入手しにくい	エキスパートシステム データベース DTP	過去の工事を集めた施工計画データベースと連動した施工計画支援エキスパートシステムにより作成した施工計画書を基に、検討・修正を加えて作成（B）	経験の浅い技術者でも多くの実績を基に、ベテラン技術者と同等レベルの施工計画書が迅速にきれいに作成可能 変更・修正が容易
	施工図	同じ様なパターンの図面の作成が多くまた変更・修正も多いので、かなりの労力が必要 図面の作成作業は、昼間現場に出ているため、深夜までの作業となり過酷な労働となるケースがある	パソコン EWS データベース CAD 光ディスク	パソコンまたはEWSにて、予め用意されている標準図や施工図面データベースの類似図面を利用し、CADシステムで作成（A） 施工物件を3次元データとして設計データベースに入力し、部分的に取り出し加筆・修正し、立体的な施工図を作成（B）	正確できれいで分かり易い図面を素早く作成可能 変更・修正も容易 施工図に3次元的な表現が可能となり施工内容の把握が容易
	数量拾い	図面より手作業で行っているため、労力と時間がかかり、間違えも多い	EWS データベース CAD	設計データベースの3次元データを基に、必要データを補足することにより、基本数量と規模となる図面を出力（C）	素早く、正確な数量の算出が可能 データの一元管理による業務の省力化
施工（全般）	積算	経験豊富なベテラン技術者に依存人によりバラツキがある 類似工事データの検索に手間がかかる 施工方法による原価比較が困難	データベース エキスパートシステム ネットワーク	積算支援エキスパートシステムを利用し、基本的な条件を入力することにより、歩掛り・単価及び工事原価等のデータベースを参照しながら積算書を作成（B）	経験の浅い技術者でも、素早く精度の高い積算書の作成が可能 施工方法による原価比較が容易
	施工指示図	協力業者へ分かり易い図面等で指示しなければならない	CAD CG	既存のデータや図面を基に加筆・修正により作成（A）	簡単に分かり易い図面が作成可能
	設計変更	説得力ある資料や図面を作成するのに労力がかかる	EWS CAD CG	技術計算・仮設計システムを利用し、充分に検討した結果から、CAD・CGを用いて提案資料を作成（B）	分かり易い資料を迅速に作成 変更・修正が容易
品質管理	逆解析	設計段階で用いるデータには不確定なものもあり、各施工段階ごとに安全性を確認し工事を進めなければならない	EWS エキスパートシステム データベース	現場の計測値と予測値との差異を把握し、次工程の挙動をEWSを用いてエキスパートシステム等により解析しながら工事を実施（A）	計測データをタイムリーに利用し、次工程の安全性を確認しながら工事を進めることが可能
	竣工図	図面枚数が多く、労力と時間がかかる	データベース CAD	設計データベースのデータを更新し、CADシステムで竣工図を作成（B）	膨大な図面を迅速に作成
折衝	資料作成	発注者・近隣・見学者等へのビジュアルで分かり易い説明資料の作成が困難	CAD/CG DTP マルチメディア	設計データベースの3次元データを基に施工方法・完成予想図・近隣への影響など、CGによりパースやビデオでプレゼンテーション（B）	ビジュアルで説得力ある説明が可能 発注者や近隣への情報提供により理解を求め協力を得る

注）将来像の欄における（A）～（C）は次の運用時期の目安を示す。（A）：現在でも実用可、（B）：5年後実用可、（C）：10年後実用可

⑤ゆとりのある作業環境の中でアイデアの発掘など創造的な仕事が可能になるとともに、安全性と信頼性が向上する。

以上のような効果をもたらすためには、次のような先端情報処理技術の活用が必要となる。

- ①作業所内においてパソコンやEWSをLANで結び、本支店のコンピュータとも連携するとともに、EWSの操作性の向上やAIシステムの活用を図る。
- ②本支店のコンピュータに、施工計画・工事原価・施工図面などの施工実績データベースを整備し、現場で手軽に検索・入手できるようにする。
- ③CAD・CG、データベース、各種技術支援システムをAIシステム等により統合化を図る。

(2) 屋内管理業務

建設現場における屋内管理業務は、表-5に示すとおり施工から折衝まで多岐にわたる管理項目がある。

屋内管理業務における各業務が現状抱えている問題点としては、まだまだ整備の遅れているオフィス環境の中で、以下に示すように単純な作業による時間の拘束や煩雑な作業が多いのが特徴である。

- ①日報・月報などの各種書類作成等の集計作業や

工事写真整理は、日常業務に占める時間的割合が多い。

- ②工程計画の作成や工事途中の設計変更に伴う工程の見直しなどに迅速に対応することが難しい。

- ③資材等の価格変動などの要因により、最終原価を正確に判断することが難しい。

このような屋内管理業務の問題点を解決する手段として先端情報処理技術を導入することによって、次のような改善効果を期待することができる。

- ①集計業務等の単純な作業や、煩雑な仕事からの解放
- ②管理諸表のビジュアル化による確実な要因分析
- ③近隣への説得力の向上と現場のイメージアップ
- ④膨大な情報量を持つデータベースの活用による仕事の確実性のアップ
- ⑤オンラインシステムによる発注管理のペーパーレス化
- ⑥AIの導入によるベテラン業務の均質化

このように、先端情報処理技術を適用して実現できる内容をさらに整理してみると、図-2に示すように表現でき、最終的に実現できることは、屋内管理業務の省力化・高度化による労働時間の短縮であり、また現場イメージアップのためのニューオフィ

表-5 建設現場に適用可能な先端情報処理技術（屋内管理業務）

管理項目	業務名称	現状業務の問題点	必要となる主な要素技術	将来像（運用時期）	効果
施工 (全般)	工事日報・月報 工事記録 各種書類作成 ・発注者用 ・社内管理用	実績データの収集に時間がかかる 各種提出書類の様式の違いにより作成に時間がかかる	パソコン 光ディスク OCR 音声入力 VAN	実績データの再利用と有効活用 入出注システム等と連動して自動的に書類を作成	(A) データ管理の効率化 集計業務等の単純作業からの解放
	品質管理 写真撮影 写真整理	写真整理に時間がかかる アルバム等の保存にスペースを必要とする 何年間も保存すると写真は劣化する	電子スチールカメラ パソコン カラーイメージ・スキャナ 光ディスク	光ディスクを利用した写真管理	(A) 検索の簡素化 煩雑な仕事からの解放 スペースセービングによる作業空間の確保
工程管理	工程計画の作成 工程調整	工事変更、工程くずれ等に対応し難い	パソコン/EWS 光ディスク エキスパートシステム データベース	AI工程計画システムを利用した工程表の自動生成 類似工事の工程計画をデータベースより検索して工程表を作成	(B) 既存情報の検索による確実な施工管理 (B) ペーパーレス化
	原価管理 日次・月次集計 実績集計 比 予実績対比 最終原価予測	リアルタイムに現況が把握し難い 実績集計に手間と時間がかかる	パソコン LAN VAN	外注管理、労務管理、資材調達とのオンライン化	(B) 集計業務等の単純作業からの解放 煩雑な作業からの解放
安全管理	安全計画	関連法規との早い対応がし難い	パソコン 光ディスク データベース エキスパートシステム	AIシステムによる関連法規との自動チェック 過去の安全計画の類似事例を検索して安全な計画を作成	(A) 既存情報の検索に基づく、より安全、確実な施工管理 (B) ペーパーレス化
	資材管理 資機材計画 資機材発注調達	有利な取引先の選定に時間がかかる 工程に合った資機材納入が難しい	パソコン VAN ISDN	商用-NE T等と連携 工程表と連動して資機材を自動発注	(C) オンラインによる発注管理のペーパーレス化 ジャストインタイム
外注管理	外注計画 契約	協力会社の能力に合った発注が行いにくい 書類作成業務が多く人手がかかる	パソコン通信 電子メール VAN	現状の全発注量のチェックシステムの構築 商用-NE T等と連携	(B) 発注負荷の平準化 (B) オンラインによる発注管理のペーパーレス化
	労務管理 労務計画 労務調達	協力会社の動員能力および現状の負荷状況の把握が難しい	パソコン通信 電子メール VAN	協力会社の自動配員計画および最適労務調達の実現	(B) 協力会社の負荷の平準化
折衝	近隣対応	現状報告が中心で計画対実績の定量的評価が少ない 工程会議資料の用意に人手がかかる	電子黒板 電子メール 光ディスク CG/CD-I 大型プロジェクタ	電子黒板によるミーティング 入力済み計画工程に対して、実績工程を電子メールにて入力 施工手順等をCG、ビデオ等を用いて、分かり易く工事内容を紹介	(A) 仕事量の削減 (A) 会議時間の削減 (B) 予実対比の定量化 (B) 近隣への説得力の向上 (B) 現場のイメージアップ

注) 将来像の欄における (A) ~ (C) は次の運用時期の目安を示す。(A) : 現在でも実用可、(B) : 5年後実用可、(C) : 10年後実用可

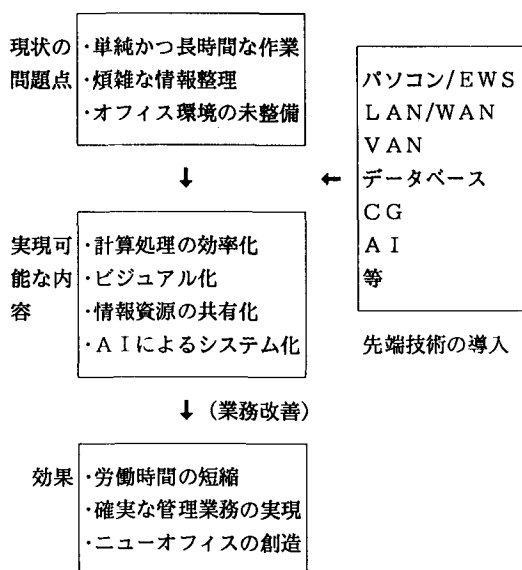


図-2 先端情報処理技術の適用により実現できる内容（屋内管理業務）

スの創造であるといえる。

図-2に示すような屋内管理業務の業務改善を図るために導入することが望まれる個々の要素技術は、近年の技術革新により目覚ましい発展を遂げているが、これらを組み合わせた利用技術が追いついていないのが現状である。すなわち、パソコンひとつとってみても、スタンドアロンの利用がまだ主流であるが、他の要素技術との組み合わせによって、前掲の表-5に示すように、屋内管理業務における種々の場面での適用が考えられる。

特に、屋内管理業務に適用することが望まれる先端情報処理技術としては、複合した技術ともいえるデータベース、マルチメディアおよびネットワークをあげることができる。このような技術を導入することによって、従来多種多様な情報源から時間をかけて探していた情報を、迅速に探し出すことが可能となるとともに、情報のビジュアル化、情報の共通利用が可能となる。

（3）現場施工業務

現場施工業務の内容は、表-6に示すように、多様な自然条件、過酷な労働条件での作業といった感が強く、3K（きたない・きつい・きけん）イメージの大半は現場施工業務に起因している。そしてそ

れが、建設業を若者に人気のないものとし、慢性的な人手不足の原因の一つとなっている。

現場施工業務の現状の問題点を要約すれば以下のようである。

- ①外業が主な業務であるため、猛暑、厳寒、悪天候の中での作業となり苦渋が伴う。また、天候に左右され、作業予定が決定しづらい。
- ②設定された工期の最終調整のしわ寄せを被ることが多く、突貫作業など無理な労働を強いられることが多い。
- ③他の製造業に比べて危険度が高い。
- ④出来具合は熟練工に頼る部分が多い。
- ⑤労働条件が女性や高齢者になじまない。
- ⑥工事の内容が高速化、高度化、大型化し、人力では追いつかず、機械化による迅速性、正確性が求められる。

これらの問題に対して先端情報処理技術を利用して、以下の効果が期待できる。

- ①ロボット化、自動化装置による苦渋（高温、高圧、悪臭等）作業からの解放
 - ②ロボットの導入による機能的な現場
 - ③女性や高齢者への職場の開放
 - ④ビジュアル化のための機器を導入した広範囲な監督・指示業務により、品質・安全性の向上
 - ⑤タイムリーな情報による施工管理
 - ⑥効率的な屋内管理と連携した屋外管理
 - ⑦測量技術の高度化による正確で効率的な測量
- これらの期待される効果を実現するために必要な要素技術として、

- ①自動制御装置や各種ロボットのためのAI技術やエキスパートシステムおよびセンサー類
 - ②省力化のための各種測量装置
 - ③ビジュアルな管理のための電子スチールカメラやモニタカメラおよび画像通信技術
 - ④管理の高度化のためのICカードやハンディターミナル、移動体通信、ネットワーク等
- などが考えられる。

5. 先端情報処理技術を活用した現場マネジメントの将来像

（1）屋内技術業務

先に述べたとおり屋内技術業務は、工事の大規模

表-6 建設現場に適用可能な先端情報処理技術（現場施工業務）

管理項目	業務名称	現状業務の問題点	必要となる主要要素技術	将来像（運用時期）	効果
調査・設計・計画	基本測量	数人がグループになって外業を行っている 天候に左右されキツイ作業である 測量・計算に時間がかかる	光波測量装置 GPS 航空測量	光波測量装置、GPS、航空測量の連携による基本測量および自動作図システム (A) ノンターゲットによる境界杭自動読み取りシステム (B)	正確で効率的な測量 苦渋作業からの解放
	調査	それぞれの場所にて数人のグループで出向き調査している 長期間にわたり多くの労力が必要	リモートセンシング	調査自動報告システム (B)	単純作業から解放され、ゆとりへの創造
施工（全般）	施工測量	数人がグループになって7張り出しを行っている 天候に左右されキツイ作業である 測量・計算に時間がかかる 発注者作成データが有効利用できない 業務の重要性が高く仕事量が多い	光波測量装置 GPS 電波測位システム ロボット データベース	GPSを利用したトラバース点等の測量 ノンターゲットによる境界杭自動読み取りシステム (B) 設計データを光波測量、GPS、ロボット等に取り込み、測量作業を自動化 (C)	苦渋作業からの解放 時間短縮および高精度化 発注者データの活用可能および省力化
	施工一般（機械土工等）	危険な場所で作業している 出来形は熟練技能者の腕に頼っている 天候に左右され騒音、振動、粉塵等を伴うキツイ作業である。	自動制御の重機類 無線操縦の重機類 VR	運土自動管理システム 危険箇所のみリモートコントロールにより無人運転で重機が稼働 完全無人化リモートコントロールにより重機が稼働 (C)	安全性の向上 賢いロボットが大活躍する機能的な建設現場 正確で効率的な定量管理
	施工一般（シールド）	一連の作業は作業員等の手作業である 人数を要す 複雑なデータ整理に時間がかかる 作業に危険が伴う	セグメント自動搬送ロボット セグメント自動組立ロボット 掘削方向制御システム 送配管自動延長ロボット 施工管理システム	現在順々に使用しているシステムを統合したシールド工事自動化統合システム (B)	安全で省力化され、きれいな作業
	施工一般	危険度の高い作業現場や、人間が直接入れない場所での監督、指示が難しい	BWS CG VR ロボット I SDN	VRを応用した遠隔臨場感制御により、コンピュータが疑似的に作った立体視ディスプレイにある仮想の機械を操作し、遠隔地にある建設ロボットを制御 (C)	安全で省力化され、きれいな作業
	現場監督・指示	技術者が現場を巡回し適当な処置と指示を与えている 現場の状況は写真に撮影し報告する 熟練技術者の判断に頼ることが多い リアルタイムの監督、指示が難しく手戻り作業が発生し易い 外国人労働者に対して身振り手振り、ペーパーで指示するため徹底さに欠ける	エキスパートシステム 電子スチールカメラ 移動体通信 ビデオカメラ 無線LAN 画像・映像通信 BWS、CG マルチメディア 自動翻訳機	工事現場の主要な部分に遠隔操作ビデオが設置され、現場作業が監視できるとともに、携帯無線電話が普及し、事務所からの監督・指示が可能 (A) 電子スチールカメラによるリアルタイムの現場詳細のビデオ化 (A) 外国人労働者に対して、安全管理や現場作業指示を各国の言語でビジュアルに実施 (B)	ビジュアルな作業監視システム 常時監視が可能になり現場巡回が減少し、省力化に貢献 建設業の国際化に貢献
	品質管理	技術者が直接出来形測量を行い、作図したり、数量計算を行っている 出来形図入手後、出来形をチェックするため時間がかかる	光波測量装置、GPS 無人ダンプ 航空測量 電波測位システム データベース	自動測量システムによる出来形測量 自動測量システムとCAD等との連携による品質管理チェックシステム (A) GPSと無人ダンプを組み合わせた自動工量出来形測量システム (B)	正確で効率的な測量による作業効率の向上 苦渋作業からの解放 管理情報の自動収集による省力化
工程管理	計測管理	危険な場所等でデータ収集を行うことが多い 事務所等で集中管理されるデータは熟練技術者の知識により分析されている 計測結果の分析に時間がかかる 計測情報をリアルタイムにフィードバックする技術が弱い	各種計測システム データベース エキスパートシステム LAN マルチメディア	自動計測機とCAD等を連携したリアルタイム計測システム (A) エキスパートシステム、データベース、マルチメディアを組み合わせた情報化施工 (B)	読み取りミスや危険な場所への立ち入りからの回避 一般技術者が熟練技術者の知識を利用可能 リアルタイムに状況の把握、危険の判断が可能
	工事写真管理	現場にカメラを持ち込み撮影し、現場したものや整理している	電子スチールカメラ データベース	電子スチールカメラでの写真撮影とデータベースとの連動によるフロッピー格納、管理 (A)	ビジュアルな管理 整理時間の短縮
	材料試験管理	報告書入手後、品質等をチェックするため時間がかかる	ネットワーク	材料メーカー、試験所とのネットワークを利用した書類の受け渡し (B)	リアルタイムの材料品質管理
安全管理	進捗状況把握	進捗状況把握のための資源データ入力方法が確立されていない 他の管理情報との連携がとれていない	モニタカメラ 電子スチールカメラ ハンディターミナル	工事管理システム、工事日誌システムと連動したハンディターミナルによる状況入力 (A) モニタカメラや電子スチールカメラによる遠隔管理 (A)	遠隔管理 屋内管理との連動 ビジュアル化
	安全点検	危険度の高い場所での管理が難しい 安全と生産性との関係で、本来業務が忙しく、安全管理に目が届かない	モニタカメラ センサー AI	モニタカメラとリモコンによる遠隔監視 (A) センサーとAI技術による危険予知管理 (B) モニタカメラと映像処理技術を使用した危険予知システム (C)	遠隔管理 危険予知
資材管理	材料検収 在庫管理	技術者が納入された資材の検収を行っている マシンの材料や多量な材料のチェックは不正確である 材料の出入れ、在庫チェックは技術者により行われている 検収・点検情報が管理業務に連動されていない	電波測位システム バーコードリーダー パソコン通信 ロボット	電波やレーザービーム等により、納入された材料の容量や重量を自動的に検収 (B) 通信装置と連携し、材料メーカー、リース会社等とリアルタイムに連絡し、自動的に納入量をチェック (B) 資材管理システムと連動し、資材は全てバーコード化され、ロボットにより管理 (C)	仕事量の削減 複雑な仕事からの解放 集計作業等の単純作業からの解放 計測装置による数量の正確化 屋内管理情報との連動
	設備管理	マニュアルに基づき設備点検を実施 点検ミスが発生し易い 異常時の即時対応に課題がある	データベース エキスパートシステム	点検項目をデータベース化しておき、エキスパートシステムにより標準化 (A)	安全管理の向上
労務管理	出・歩掛り 作業確認	作業員の出入りが多く管理しにくい 作業現場が広く、移動作業も多いため 出・歩掛り確認が難しい 部分的にモニタカメラ等により作業状況を把握している例もあるが、全作業まで監視できない	ICカード 移動体通信 ハンディターミナル センサー	労務管理システムと連動したICカードと移動体通信装置を用いて、その情報を事務所から監視し、歩掛りは工事日誌システムと連動したハンディターミナルにより入力 (B) 現場内の全作業員の位置を常に把握しておき、事故時等に迅速に対応 (C)	屋内管理との連動 リアルタイムに作業状態を監視 安全性の向上

注）将来像の欄における（A）～（C）は次の運用時期の目安を示す。（A）：現在でも実用可、（B）：5年後実用可、（C）：10年後実用可

化・複雑化・多様化に伴い、業務の高度化・迅速化が求められている。しかし、ベテラン技術者の経験や知識に依存している現状では、今後の情報処理技術の発達とその活用が期待される。

そこで、将来の現場事務所の情報処理技術を利用

した姿としては、LANで結ばれたパソコンやEWSが一人一台配置されるとともに、本支店のコンピュータともネットワークで結ばれ、各種エキスパートシステム、データベース、CAD・CGなどが統合された形態となるであろう。

それでは、屋内技術業務に先端情報処理技術を駆使した場合の近未来像を描いてみよう。

施工計画の立案や設計変更に伴う施工計画の変更業務は、現場事務所のEWSで施工計画支援システムを利用して行う。複雑なデータの入力や技術計算においては、本支店のスタッフとネットワークを利用し、アドバイスを受けたり、共同作業で行うこともある。また、土質や周辺環境等の検討条件や工法等の技術情報などは、本社のデータベースを随時活用することにより、より確実性の高いデータとなる。コンピュータからの様々な質問に答えながら、施工性・安全性・経済性を考慮した施工方法がエキスパートシステムにより絞り込まれてゆく。これをベースに、工事固有の構造物や地盤データを3次元でCADシステム上に入力し、様々な解析や施工シミュレーションを繰り返し行い、この工事の最適な施工方法を決定する。結果の判断は、CGによりビジュアルに出力されるため、理解が容易であり、様々なアイデアも湧いてくる。

このように、現場事務所で若い技術員も含めた形で施工計画を立案していくことは、作業所全員の意志統一が図られるとともに、良い教育の場ともなる。

施工図や施工計画書は、既に入力されている3次元のデータと解析やシミュレーション結果を連携することにより、CADやDTPシステム上にひな形として作成されるので、これをベースに加筆・修正を行い完成させる。

また、積算業務も積算エキスパートシステムを利用し、基本的な条件を入力することにより、本支店のコンピュータにある歩掛り、単価および実績工事の原価等のデータベースを参照しながら、現場の条件に合致した積算を簡単に作成することができ、種々の工法による経済比較も容易に行える。

このように、屋内技術業務に先端情報処理技術を駆使することにより、作業所員は、煩わしい計算・作図・書類作成等の作業から解放され、より創造性の高い業務が行えることとなり、ゆとりのある作業環境の中で、意欲溢れた魅力的な職場が実現されるであろう。

(2) 屋内管理業務

屋内管理業務は、効率よくかつ安全に施工するため、工程に基づいた資機材・重機・品質・労務・安

全等の管理を行うことを目的としているが、その業務内容には、単純で膨大なデータ処理や煩雑な情報の整理が多いのが特徴である。これら現状業務の課題を解決する手段として、データベース、マルチメディア、ネットワークといった最先端の情報処理技術を導入することによって、業務の改善を図ることが可能となる。

最先端の情報処理の要素技術を組み合わせ、駆使することによって、屋内管理業務の将来像を考えると、効果としては、仕事量の削減、単純作業からの解放、管理の迅速化、安全・確実な管理、検索業務の簡素化、データ管理の効率化などがあげられる。

最先端の情報処理技術を導入した屋内管理業務の将来像を描いてみると図-3のようである。

図-3に描くような現場のニューオフィスを覗いてみると書類や図面類は少なく、OA化されていて、コンピュータ類が整然と並んでいる。工事の内容は大規模化・複雑化しているが、AI工程計画の利用により、自動的に最適な工程が作成されていく。日々の工程管理は、施工シミュレーション等を参考にしながら、労務・資機材のチェックや安全のチェックなどを行い、効率のよい安全な施工を実現している。

資機材の発注・納入は、商用ネットワークを通じて有利な条件で契約先を見つけることができると

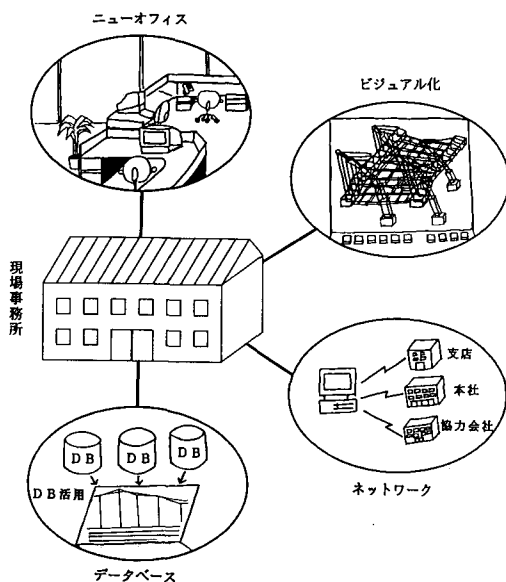


図-3 屋内業務の将来像

もに、煩雑な伝票類もなくペーパーレス化が進んでいる。原価管理も日次、月次、実績累計などは日々の管理が確実に行われているので、常に原価の把握ができ、最終原価の予測もほぼ確実に行える。

安全計画は、本社のデータベースからネットワークを通じて、過去の類似計画のうち安全であった計画および事故事例を参考にして作成するので、災害発生率の少ない計画となっている。また、近隣の人々とのふれあいの中で仕事を進めるために、CGなどを用いた工事内容や施工手順、安全対策などの説明が行われていて、現場のイメージアップが進んでいる。

このように、将来の屋内管理業務は先端情報処理技術を導入することによって、省力化・高度化されることになり、労働時間が短縮され、ニューオフィスが創り出され、確実な管理業務の実現が図られるであろう。

(3) 現場施工業務

現場施工業務においても先端情報処理技術を適用することにより、生産性の向上や品質の向上はもちろんのこと、作業環境の改善、いわゆる3Kの払拭を図ることが期待できる。ここでは、若い労働者が大きな魅力を感じるような現場施工業務の近未来像を描いてみる。

この現場は、土工事と構造物の構築を行う一般的な建設現場である。「安全第一」と書かれ、今日の作業指示事項が事務所前の大きな電子掲示板に掲載

されている作業現場を覗いてみよう。

ここでは、時間的、空間的な繰り返し作業のもの、測定データ（一次情報）のみでコンピュータにより次作業の判断が可能なものには、自動化・ロボット化が取り入れられている。土工事においては、土砂の掘削から積み込み、運搬、荷下ろし、整地までの作業がほとんど自動化されている。全自動に適さない場所や危険な場所については、VR（バーチャル・リアリティ＝仮想現実感）技術を使った遠隔操作により重機を動かしている。また、構造物の構築作業では本構造物、仮設構造物等のプレハブ化が進み、現場では組み立てるだけの作業が多くなっている。そして、「型枠の加工・組立・移動」「鉄筋の加工・組立」「コンクリートの打設・均し」「資材の運搬・清掃」といった単純な作業や、危険や劣悪な場所での作業を代行する建設ロボットが活躍している。工期に大きな影響を与える作業場所では、大空間全天候型仮設テントが採用され、雨の日でも作業を行うことができる。

安全管理としては、センサーとAI技術、モニタカメラと映像処理技術による危険予知管理システムが導入されている。これは第三者や作業員を危険から守るため絶えず現場の状況を監視し、異常を予知した場合には、いち早く警告を出し、万一事故が発生した場合には、避難誘導を行うシステムである。

安全面の徹底と高品質の確保および柔軟な施工に対応するために、現場の主要な箇所に置かれた各種

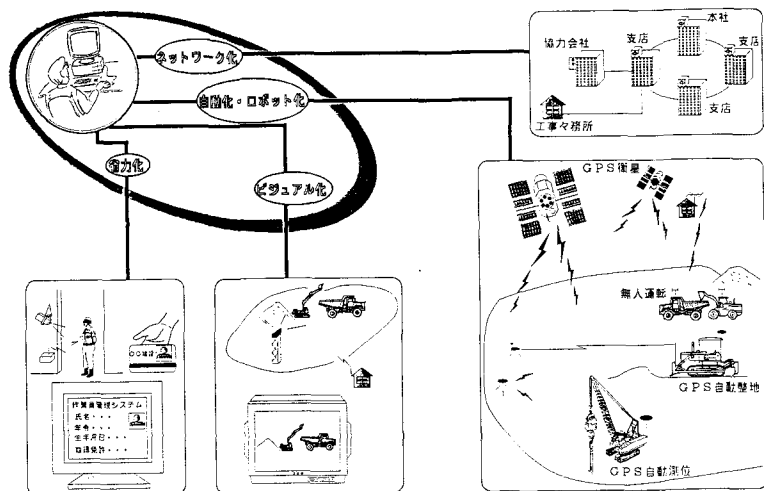


図-4 現場施工業務の将来像

の計測器からの情報をコンピュータで解析処理し、次の施工段階にフィードバックしながら施工を進める、情報化施工も広く行われている。

労働環境面では、情報基地を兼ねたりリフレッシュカーが主要な箇所に配置されている。ここでは、コンピュータ、ファクシミリ、コピー機が備えられ、工事事務所との連絡基地となっており、テレビ、冷蔵庫、ベッド等の設備も整えられており、働く人達の休憩場所にもなっている。

つぎに、現場技術者の野外施工管理業務について見てみよう。ここでは衛星を利用した測量システム（GPS）が土量管理や地盤沈下管理、基準点測量、施工測量などの工事測量に利用されている。具体的な施工測量としては、丁張りロボットや位置認識重機による整地作業などでGPSが利用されている。また、位置追尾型トータルステーションや電子レベル・電子スタッフなどがコンピュータ上の施工測量データベースと連動し日常測量に使われている。さらに、発注者側の測量データもネットワークを介して利用可能となっている。

建設現場に出入りする全ての作業員および重機は、ICカードを携帯し、現場への入退場から施工管理、工程管理、機械の稼働や整備状況の管理などがこのカードを介してコンピュータで可能になっている。技術員および世話役は携帯電話を持ち、監督・指示業務に利用するとともに、ハンディターミナルも携帯し、材料検収・資機材点検、出面・歩掛り管理、進捗状況把握等の現場でのリアルタイムのデータ入力に利用している。

また、広域現場の全体観察、工事管理補助、災害防止、天候チェック、車両管理等のために、無線を利用したテレビによるビジュアルな管理が行われている。

このように、近未来の現場施工業務はロボット化・自動化・ビジュアル化が進んだ技術集約型の仕事になり、今よりも、さらに若い人達が魅力を感じる職場が実現されるであろう。

6. おわりに

約1年半のグループ活動の結果、前期は先端情報処理の要素技術の現状と将来動向を『情報処理要素技術に関する現状と動向の整理表』として完成させ、

後期はそれらの建設現場における適用の可能性およびその効果について整理し将来像を示した。

情報処理技術を有効に活用することで、業務の省力化、高品質化等に効果があり、ひいてはそれらが3Kの払拭等、建設現場のイメージアップにつながるものと考えられる。

今後残された研究期間内で、ここで示した将来像を実現するための問題点・課題についてとりまとめる予定である。

最後に、本研究を進める中で貴重なご意見をいただいた工事システム小委員会のメンバー各位に深甚なる謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 山田敦三、「現場マネジメントシステムの検討について（その2）」、第4回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会、土木学会建設マネジメント委員会、1987.1
- 2) 岡里操、「建設現場に於ける業務のシステム化に関する研究（その4）」、第5回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会、土木学会建設マネジメント委員会、1987.12

当研究グループメンバー

島崎敏一	(東京大学)
佐野可寸志	(東京大学)
杉本光隆	(長岡技術科学大学)
堀元治	(立命館大学)
小林隆志	(立命館大学)
小沢智己	(株)浅沼組
下西四郎	(株)浅沼組
坂内和雄	(株)大林組
棚橋孝道	(株)オリエンタルコンサルタンツ
高田利行	(株)熊谷組
磯部猛也	(株)建設技術研究所
◎井手豊	(五洋建設(株))
比奈地信雄	(清水建設(株))
上住邦彦	(株)銭高組
高階純司	(株)竹中土木
山口勝政	(東急建設(株))
時光信孝	(東急建設(株))
黒澤巖雄	(日揮情報システム(株))
峯浦孝雄	(三井不動産建設(株))
○稲田澄則	(若築建設(株))

旧メンバー

松本修一	(株)オリエンタルコンサルタンツ
淵上隆秀	(五洋建設(株))
(◎：リーダー ○：サブリーダー)	