

パソコン通信による 情報化工事管理システムの開発について

東京電力(株) 福島那須工事事務所 長崎昭敏 鹿田忠大
フジタ工業(株) 本社技術研究所 ○藤原隆文 古賀重利
関東支店 鈴木俊郎 山田敬三

1. はじめに

今日、建設業においても、他の産業と同様にコンピュータが普及し、様々な分野で利用されている。工事現場では、特にパーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略す)が活用され、品質、安全、工程、及び原価といった管理業務の、合理化、省力化、自動化に威力を発揮している。

電力の送変電設備の建設に当たっても、社会への電力の安定供給の使命から、以前にも増して信頼度の高い設備形成が要求されており、コンピュータ等を利用して高品質で安全な構造物の施工管理が指向されている。

しかし、建設業は他の産業と異なり、生産場所が固定しておらず、しかも広範囲に点在している。また、工種も多岐に渡り規模も大小様々である。その為、個々の現場での管理業務に要する、或いは発生する情報は、流動的かつ複雑でこれらを把握し、整理することは容易ではない。

そこで、こうした問題点を解決する試みの第一段階として、最近、個人レベルまで利用が広がってきたデータ通信に着目した。そして工事管理においても、電話回線とパソコンを媒体として監理側の工事事務所と施工側の作業所を結び、施工管理情報をタイムリーに交換し、活用することが考えられた。つまり、パソコンを中心とした総合的で即時性のある工事管理システムである。東京電力株式会社の電力用施設である新今市開閉所敷地造成工事では、工事監理事務所と施工者である共同企業体がタイアップして、以上の主旨で「情報化工事管理システム」を開発、実用化し、成果を上げている。本論文はこのシステムの内容と運用状況を紹介すると共に、システムの工事管理に及ぼす作用を分析し考察を加えるものである。

2. 情報化工事管理システム

(1) システムの概要

本システムはパソコンを総合的に利用することにより業務の合理化、省力化を目指すものである。従って、データの入力、書類作成、作図等の作業もデータロガやプリンタ、プロッタ等を用いて、極力、自動化を試みた。

また、管理項目は、品質、安全、工程(出来高)管理の各分野にわたっており、各管理システムは次の通りである。

【品質】

- ・測量管理システム
- ・密度管理システム
- ・計測管理システム

【安全】

- ・安全管理システム

【工程(出来高)】

- ・工程(出来高)管理システム

そして、これらの情報を伝達、交換するのに使用されるのが、

・パソコン通信システム

である。施工側から監理側への日常報告は、各管理システムのデータをこのパソコン通信システムで送ることにより行なわれる。そして打ち合わせ等は、双方で同時に同じ画面を見ながら電話でなされる為、内容が具体的に理解が容易である。しかも手間がかからない。また、書類の受渡しも大幅に少なくなった。送られてきたデータを用いてパソコンでプリントアウトしたものを綴じるか、或いはディスクのまま保存しておけば良いのである。

東京電力（株）福島那須工事事務所

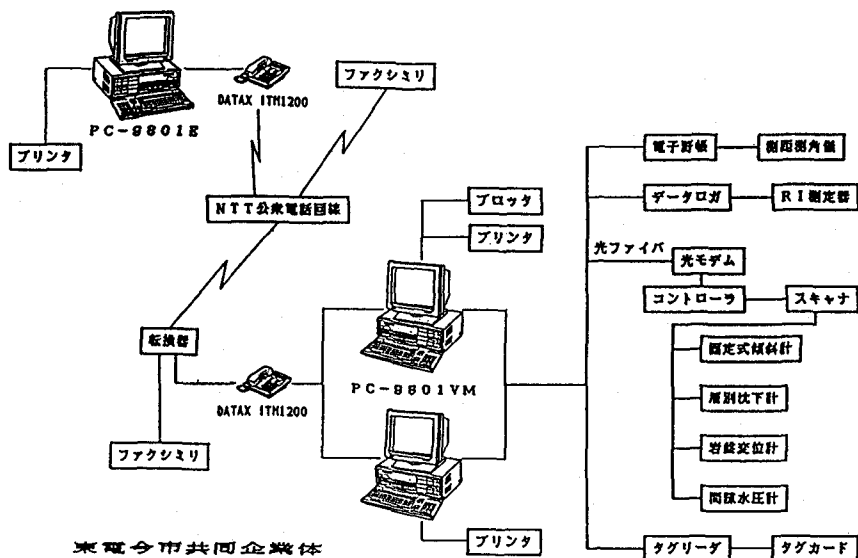


圖 1 機器構成圖

(2) 工事概要

本システムは、以下の工事を対象に開発、運用されている。

この工事は栃木県今市市に位置する丘陵地帯の一角に、造成総面積 10 万㎡の、岩掘削を含む切盛土工を主体とする電力用施設造成工事である。

工事名： 新今市開閉所新設工事に伴う敷地造成工事ならびに関連工事

企業者：東京電力（株）送変電建設所 福島那須工事事務所

施工会社：東電今市共同企業体（フジタ工業、西松建設、東起業、東武建設）

概 要： 敷地面積 103,000m² 造成面積 41,000m²

土工量	125,800m ³	法面防護	18,000m ²
-----	-----------------------	------	----------------------

工 期： 昭和60年 8月 一 昭和62年 3月

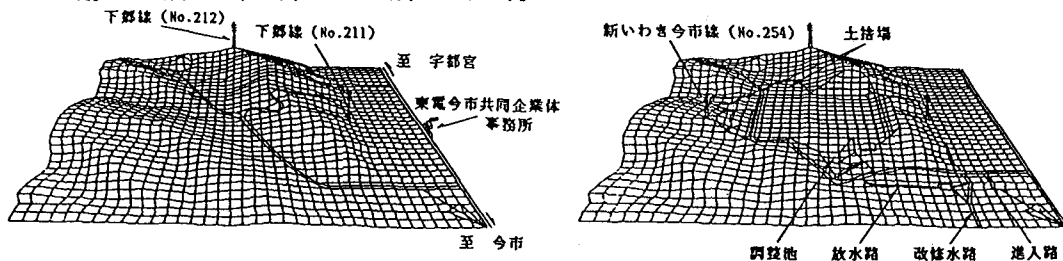


図 2 鳥かん図（左；施工前、右；施工後）

a) 測量管理システム¹⁾

測量データはメモリーを持った電子野帳に蓄えられ、作業後にパソコンを通じて電子野帳からフロッピーディスクに移し換えられる。そして、パソコン、プリンタ、プロッタにより切盛土量、土量変化率、出来形断面等の計算、各種の図表を作成し、管理に供する。

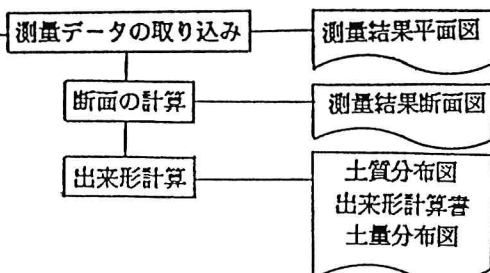
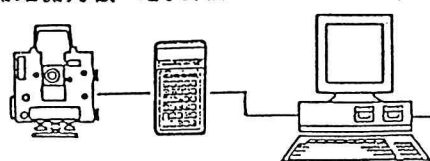


图 3 出来形断面图

このシステムは、盛

測定データはデータロガを介してフロッピーディスクに記録され、a)と同様にパソコンにて測定値の平均の計算、管理基準に対する合否の判定、或いは一覧表、管理図等の作成を行なう。

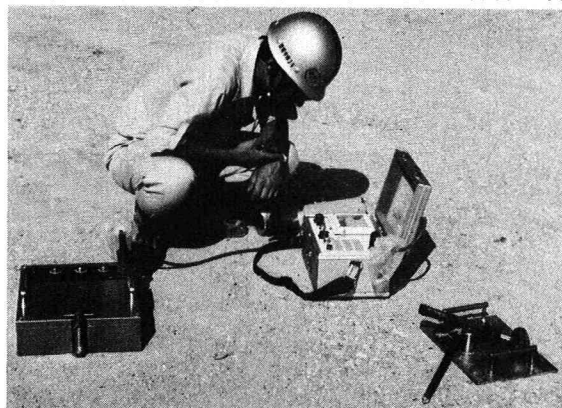


写真 1 水分・密度測定状況

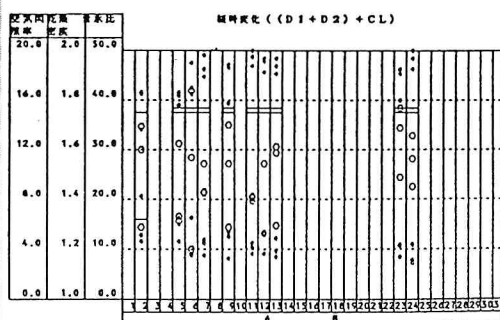
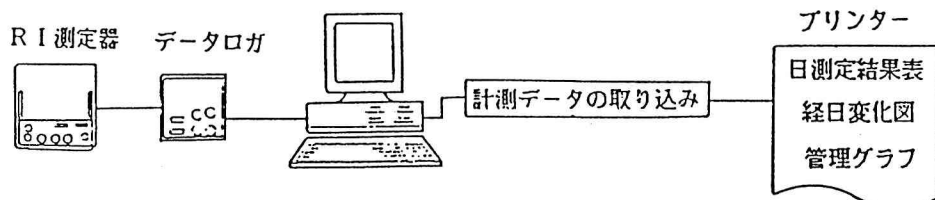


図 4 盛土品質管理データ経日変化図



c) 計測管理システム

このシステムは、切土斜面の変形、基礎地盤と盛土の沈下、間隙水圧等の挙動を測定して、品質、安全の管理を行なうものである。

測定は、センサーが接続されているスキャナ、コントローラと作業所内のパソコンを、光ファイバーケーブルで結んでの自動計測で行なわれる。更に、パソコンにより測定データを処理し、測定値一覧表、変位図、変化図等の作成を行なう。

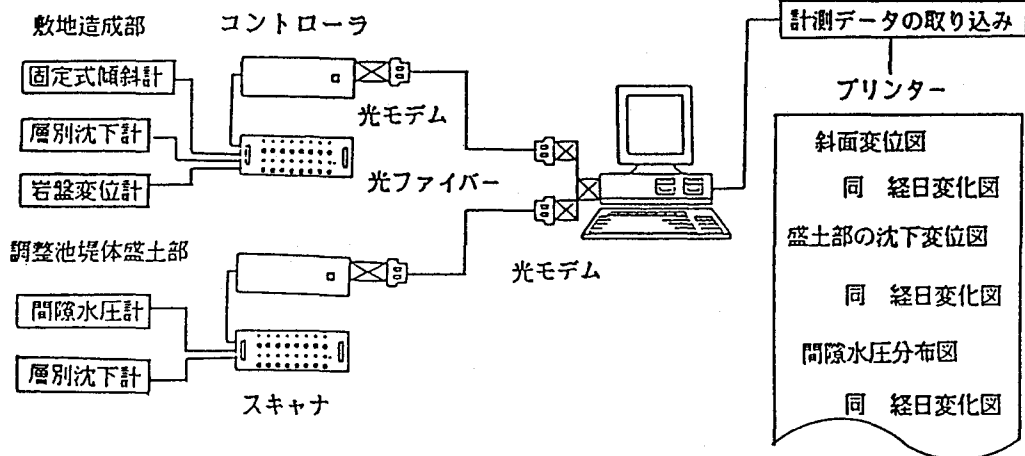
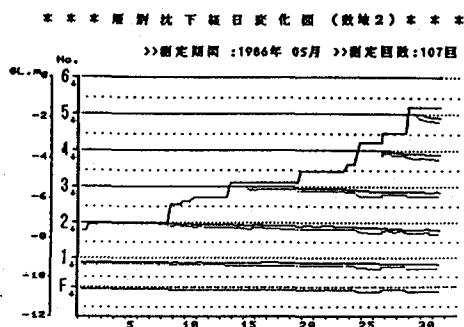


図 5 層別沈下経日変化図



d) 安全管理システム²⁾

このシステムは、作業員の出退勤、及び個人データの管理と、現場の作業状況の把握の二つの部分に分けられる。

前者は、作業員の出退勤をタグカード（ステンレス製の磁気カード）の出し入れにより記録し、併せて、入所時に登録される所属、生年月日、血圧、所持資格等のデータにより、適切な人員配置が行なわれているかチェックするものである。

後者では、毎日の作業箇所ごとの工種、重機や作業員の配置、数量を入力し、ディスプレイ、プリンタによる図表で予定と実績を確認、上下作業、混在作業の危険予知、災害防止に利用する。

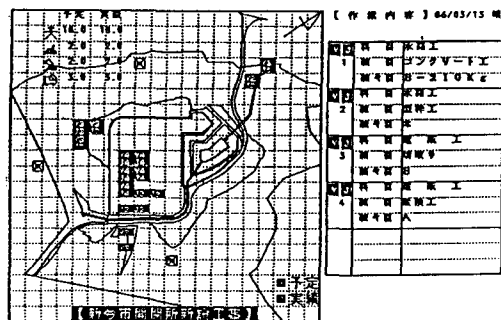
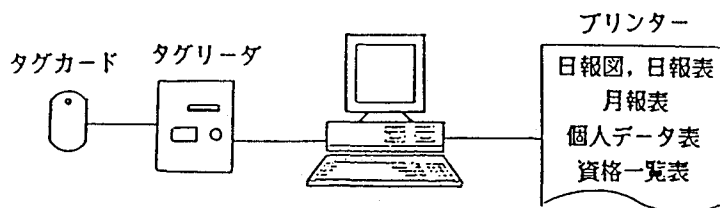


図 6 作業予定・実績表示図



e) 工程（出来高）管理システム

このシステムは、毎月の工種ごとの出来高をキーボードから入力し、実績と計画の出来高を比較することで、工事の進捗状況を確認するものである。また、工種別、関連会社別の各種調書作成により査定業務の大幅な省力化を図る。

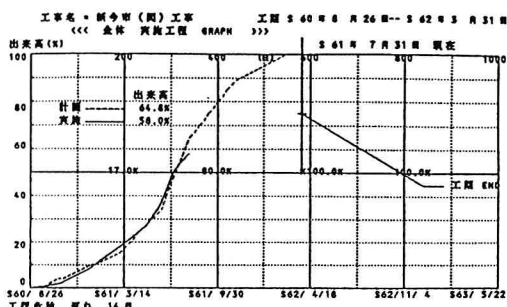
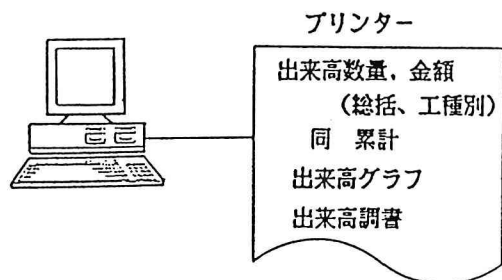


図 7 出来高曲線表示図

3. パソコン通信システム

(1) 通信システムの構成

通信システムは、各施工管理システムから得られる情報の流通を促し、工事管理データの集約化、即時化を実現することによって、この工事管理システムを「情報化」たらしめているものである。

通信システムは、東京電力工事事務所と共同企業体事務所との間の通信ばかりではなく、様々な場合に対応できるように構成されており、その特徴は次の通りである。

第一に、内線、外線の別、モデムかカップラーか、などの色々な設定でも通信できるように、いくつかの通信方法をとっている。第二に、通信の中身が限定されないよう、例えば他のアプリケーションシステム（市販のワードプロセッサ、ツール等）などでも使用可能にする為、ファイル単位の転送を行なっている。従って、読み取り、取り込みは 'from Disk to Disk' で行なわれる。第三に、通信作業の手間を省き、人間の操作によるミスを無くす為、自動発着信も可能となっている。

(2) 使用機器、及び通信方法

a) 使用機器

データ端末装置 (DTE): パーソナルコンピュータ PC9801VM, PC9801E (日本電気)

データ回線終端装置 (DCE): インテリジェントモデム DATAX ITM1200 (日本電気)

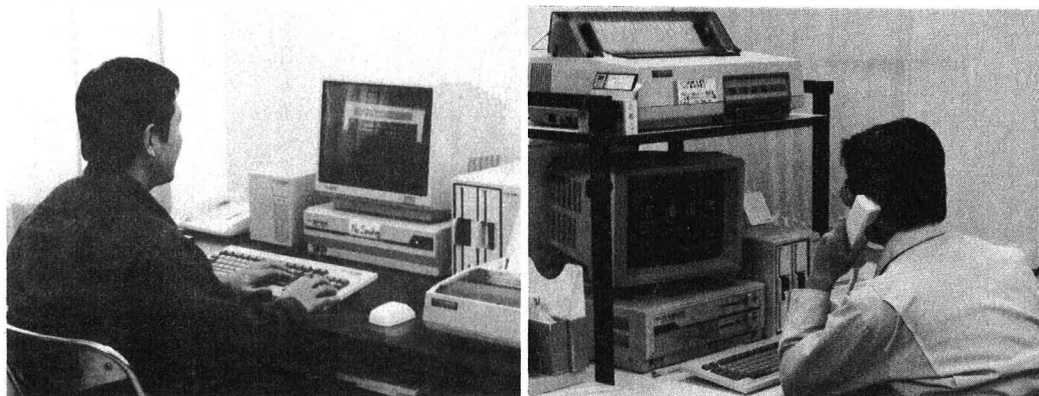


写真 2 通信状況 (左; 東京電力(株)工事事務所、右; 共同企業体事務所)

b) 通信方法

通信は、デジタル信号を搬送波にのせて電話回線に送り出し（変調）、一方で受け取った搬送波からデジタル信号を取り出す（復調）ことにより行なわれる。前項a)に記した、インテリジェントモデムはこのような変復調を行なう装置であるが、以前から使用されているカプラー（一度、音にして受話器を通す）と違い、受話器を通さずに内部で変換する為、信号の精度が良くなっている。

このモデムはCCITT勧告という規格のうち「V21」（全二重、300bps）、「V23」（半二重、1200bps）の機能を備えているが、ここで「全二重」とは同時に双方から信号の送受が可能である通信方式、「半二重」とは一方が信号を送信している時は片方は受信しかできない方式である。また、「bps」とは1秒間に通信するビット数を表わす単位である。

通信方法はこの二つの規格と、手動か、自動かの応答形式により、表1に示す3通りに分けられる。

表1 通信方法諸元

通 信 方 法	1	2	3
使 用 回 線	日本電信電話（株）による一般公衆電話回線		
インタフェイス	RS232C		
応 答 方 式	手動発着信		自動発着信
通 信 方 式	全二重	半二重	
通 信 速 度	300bps	1200bps	
同 期 方 式	非同期方式		
伝 送 コード	J I S 8単位コード		
規 格	V 2 1 .	V 2 3 .	

注）規格はCCITT勧告を参照とした。

(3) 通信ネットワーク

東京電力工事事務所及び共同企業体作業所は、フジタ工業の関連部署と通信ネットワークを形成している。これにより、データの解析、プログラムのメンテナンス、書類作成に伴うワードプロセッサファイルの転送等を行ない、刻々と変化する現場の状況に対しタイムリーな技術的サポートを可能にしている。

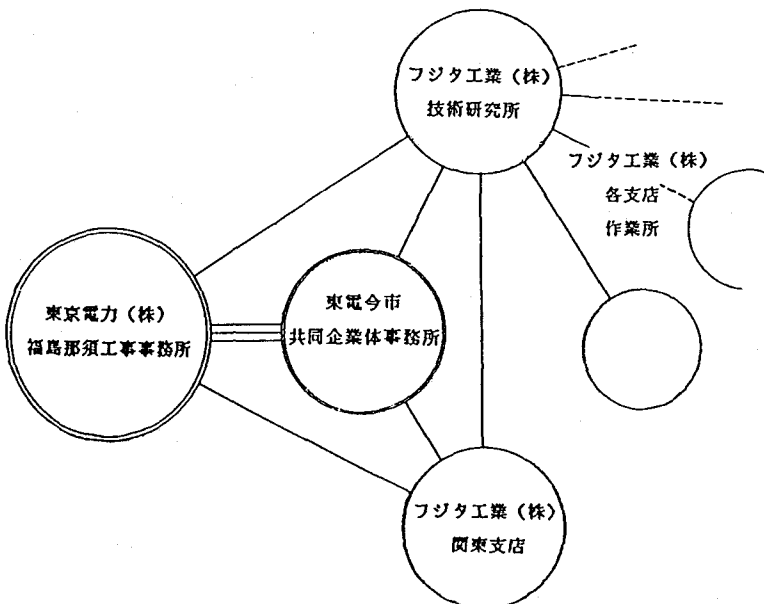


図8 ネットワーク構成図

(4) 通信システムによる効果

この通信システムは、現場における施工管理業務だけではなく、現場を支援する関連部署での業務についても、その効果が現われている。即ち、通信システムに携わる系全体に作用しているのである。これは「通信」という機能が「情報」に直接係わるものである為、通信システムに関係している業務の遂行に必要な「情報」全てに効果が波及すると解釈することが出来るであろう。

そこで、「情報」をキーワードに通信システムによる効果をまとめてみる。

・「情報」の速さ

情報伝達の方法は、運搬（郵便、宅配便等）、有線（電気、光等）、無線（電波、光、音等）に分けられるが、パーソナルコンピュータに使用できる情報のメディアとしてはテープ、ディスク、或いはプリンタの出力（紙）などの形で保管されている為、今までは郵便や宅配便によるものが一般的であった。

これが、電話一本で、秒単位、分単位で速度で転送されることになる。また、自動発着信の機能を利用すれば、無人で、しかも複数箇所を対象にした発信、受信が迅速に行なうことが出来る。従って、要求動作から取得までの時間が、運搬に比べ格段に短いと言える。

・「情報」の量

コンピュータではデータをデジタルな電気信号で表現し、また、単位時間に処理できる情報量が、他の手段と比べ極めて多い。

パソコン通信では、例えば 1200bps の速度で行なうと、1 秒間に約 150 文字分のデータが伝送され、しかも即、コンピュータで処理できる形で取り込まれる。この為、系全体として処理される情報量は多くなる。

・「情報」の質

速さにより生ずるものに「新しさ」が挙げられる。どんな遠隔地で発生するデータでも電話の感覚で入手できるのであるから、データの発生地と殆ど同じ新鮮さを保っているといえる。

また、コンピュータで表現するものは文字、音声、画像、図面など色々であるが、この通信システムでは、これらの情報は全て電圧の高低として伝達される。つまり情報がどんな形であるかということに関しては、汎用性があると表現できる。

4. 情報化工事管理システム運用に関しての考察

本システムの特長はコンピュータの利点と電話の利点が相乗効果を上げているところにあると思われる。「2. 情報化工事管理システム」、「3. パソコン通信システム」で述べたように、従来、手作業で行なわれていた業務が相当、省力化されると共に、現場の状況をリアルタイムで把握しながらの工事管理、技術的支援が可能となった。

しかし、今まで工事（現場）の管理全体に視点をおいたコンピュータの利用は例が少なく、本論文で紹介したシステムも決して完成されたものではない。そこで、工事管理全体、或いは現場運営という観点から見ると、部分々々の問題を対象とする時とは異なった捕え方で、本システムを更に発展させ活用する為の課題がいくつか考えられる。

まず、このシステムは物事をコンピュータで扱うことを前提としているが、ある過程をコンピュータで処理しようとする時には、どんなデータが、どういう流れで、いかに処理されているかを把握する作業が不可欠である。コンピュータ化していれば便利であると思われる、具体的な作業手順を考えていくと意外に莫大な作業量となってしまう場合がしばしばである。従って、これを少しでも容易にするには知識、データが、特定の用途に囚われない分類により、フローチャート、樹形図、一覧表といったものに整理されていることが大切である。また、物理的には、数値データ等は一定の書式によってディスクに保存されていることが望ましい。

「情報」を整理することは時間がかかるが、コンピュータ処理の導入により成果を上げるに

は、日常から、誰でも、すぐに使用できる為の作業が行なわれているか否かが大きな要因になると考えられる。

そして重要なのは、ソフトウェアの価値が、いかなる判断の方法と材料を用いているかで決定されることである。故に、知識、データに対して常に新しい評価を与えることと、そして、それがどのような指標によるものかを明確にしておくことが必要であると思われる。

次に貨幣同様、情報も流通することによって価値が生じるので、「いつでも、だれでも、どこでも」というような通信の機能を充実させなければならない。例えば、自動発着信、電子メールボックス（デジタル信号の私書箱のような機能）を活用することにより「いつでも」通信できるようにする。「だれでも」については、モデムの操作や回線の接続を簡単にすること、また、昨年から日本電信電話で実験が行なわれている「郵政省推奨パソコン通信方式」といったプロトコルの規格化などが考えられる。そして「どこでも」通信できる、即ちネットワークを広げる為に、より汎用的で廉価なシステムが必要である。

以上、本システムを更に発展させ、有効に活用するには、それぞれの管理システムの内容を充実させることは勿論、本システムが適用される環境が現在の情報化の流れに沿って整備されることが大切である、と考えられる。

5. 将来への展望

最近のハードウェア、ソフトウェアの目覚ましい発展は、相まって産業の各方面に影響を及ぼし成果を上げていることは周知の通りである。そしてこれからも、種々の形で進歩していくことが予想される。

「情報化工事管理システム」に関係したもので例を挙げると、ハードウェアに関しては、パソコンを大型コンピュータの端末として使用すること、電話回線を通じての無人自動計測装置など、データ端末装置の変化に富んだ組み合わせが考えられる。回線や細部の機器に関しても色々な試みが行なわれ、通信速度、信号の精度は飛躍的に向上している。

ソフトウェアに関しては、通信システムそのものの提供、ニュース、娯楽情報、切符の予約、株式の売買などのネットワークサービスが実用化しつつある。また、データベース、人工知能、エキスパートシステムというようなものが、より具体的に、身近なものとして利用されることは必至であろうと思われる。

物資の輸送手段の発達が発達に大きな影響をもたらしたように、情報の伝達手段の進歩も産業の構造に変化を与えつつある。建設業においてもそのハンディを克服すべく、より生産効率の良い工事管理形態、更にはもっと大きな範囲での改革に繋がるのではないかと、本論文作成に当たり感ずる次第である。

<参考文献>

- 1) 原、山田、内藤、木田、小池： 大型造成工事における測量業務のシステム化、
「第9回電算機利用に関するシンポジウム講演概要」、土木学会、昭和59年
- 2) 山田、川村、鈴木、酢崎： タグカードによる労務管理システム、
「土木工事のマネジメント問題に関する研究討論会講演資料集」、土木学会、昭和59年