

(Ⅲ-10)

2次元CADの作業所での利用

Effective Application of 2-Dimensional CAD at Job Sites

東急建設株式会社	山際厚徳*
同 上	田村治幸*
同 上	小澤靖一*
同 上	二宮 功*
同 上	加藤正彦**
同 上	鷺見博由***

By Atsunori YAMAGIWA, Haruyuki TAMURA, Yasukazu OZAWA
Isao NINOMIYA, Masahiko KATOH, Hiroyosi SUMI

建設業各社のCAD利用が進み、製図を主体とした2次元CADからCG・アニメーション等の画像処理まで、その利用範囲は大きく広がる傾向にあるが、土木では、工事種別が広範多岐にわたり、かつ、立地条件や自然環境に合わせて、一つずつ構造物を設計しなければならない等の要因がありCADの普及が遅れている分野である。

土木の設計専門部門では、専任化したCAD利用推進・運用組織等の設置により、CADの有効利用に対する理解と実践は非常に進展している。一方、建設現場では、前述の要因に現場管理業務の繁忙さ等も加わり、多くの現場でCADを十分活用できる環境にあるとはいえない。

本論文は、当社での2次元パソコンCADの利用環境整備と建設現場での活用例を示し、CADの有効活用的一端を報告する。

【キーワード】施工計画、設計支援、CAD、OA化

1. はじめに

東急建設土木設計部では、製図の標準化・高品質化・省力化をはかるため、1987年春、パソコン（パーソナルコンピュータ）で稼働する2次元CADを導入した。その後、約1年間をかけて周辺ソフトウェアの開発・整備をはかり、2次元土木CADとして1988年より各支店設計課へのCAD導入を積極的に推進してきた。

当初、各支店設計課でCADの有効利用を図ることが社内展開の目標であったが、2次元CADの経済性、操作性、成果品の品質等が作業所での要求と合致し、過去1年半の間に作業所への普及が急速に進んだ。現在約60システムが作業所で稼働しており、平面図、

構造図、仮設計画図等の作図に利用されている。

本報告では、当社での2次元CADの作業所への普及状況とその活用例を中心に報告する。

2. 2次元CADの適用範囲と位置付け

(1) 適用範囲

建設業での一般的な建設プロセスとCADの適用業務は図-1に示す範囲と考えるが、その中で2次元CADは、当社の施工部門（作業所）においても利用

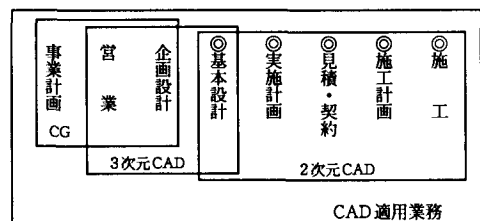


図-1 CAD適用業務の概念図

* 施工本部土木設計部	03-5466-5188
** 情報システム部	044-866-7306
*** 東京支店土木部	03-5466-5360

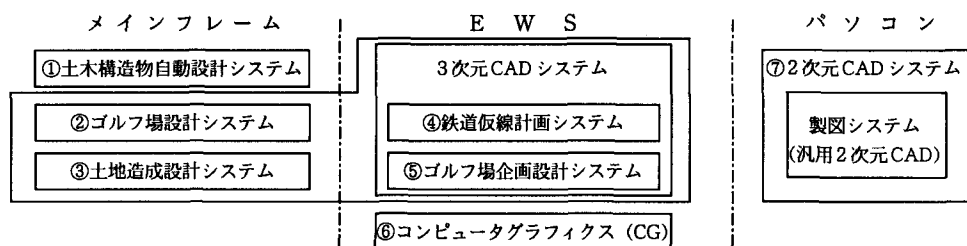


図-2 東急建設におけるCADシステム（土木部門）

が広がり、本支店設計部門での基本設計から、作業所での施工計画に至る幅広い業務に利用している。

(2) 位置付け

当社では図-2に示すようにメインフレーム、EWS（エンジニアリングワークステーション）、パソコンを利用し、それぞれの特長に応じた、CADシステムを構築し、整備・活用しているが次の様な特長を持っている。

① 土木構造物自動設計システム

建設省、日本道路協会、首都高速道路公団等の設計規準にそって、ボックスカルバートや片持ち梁式擁壁の設計をオンライン会話型で検討でき、設計図書と、図面を自動的に出力するシステム。

② ゴルフ場設計システム

ゴルフ場の土量計、算排水計画、土工計画、などの計算、作図を行い、実施工用の設計図面を提供するシステム。

③ 土地造成設計システム

区画整理事業、宅地造成等の土地造成事業の道路計画、排水計画などを一貫して処理、設計するシステム、一部をCAD化している。

④ 鉄道仮線計画CADシステム

都市部の鉄道改良工事に際して、現況から計画に至る、路線変更計画策定を迅速かつ精確に検討するシステム。

⑤ ゴルフ場企画設計CADシステム

ゴルフ場の概略設計を画面对応で可能にし、迅速に土量計算を行ない、各種設計図書ならびにビジュアルな景観図を提供するシステム。

⑥ コンピュータグラフィックス (CG)

従前より高品質な景観図、アニメーション、あるいは現況写真と構造物の完成イメージを合成するモニタージュ写真を提供する。

〔現在までにアニメーションを数本作成し、実用化の途上である〕

⑦ 2次元CADシステム

本報告のCADシステムで、当社土木部門の標準製図システム（汎用2次元CAD）。

経済性・操作性に優れ、高品質な成果品（図面）を提供する。

後述の利用環境整備の一環として、シンボル図（図形データ）と標準図（図面データ）を我々独自に作成した。

作業所で利用する場合の標準的な機器構成は図-3となり、リース金額は約12万円／月、維持費約1万円／月程度である。

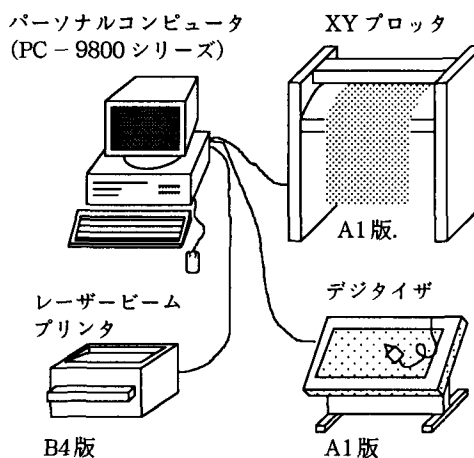


図-3 標準機器構成

3. 利用環境整備

(1) アプリケーションソフトの開発

a) 他のCADとのデータ交換

CADシステムが普及している現在、数多くのシステムが市販されているが、そのほとんどにデータの

互換性がないことがよく知られている。つまり、Aというシステムを購入／利用していて、なんらかの事情でBというシステムにデータを受け渡す必要が起きたとき、AのデータをBにそのまま持っていっても、すぐには読み込めないということである。

このようにそれぞれのCADシステムは独自のデータフォーマットを採用しているが、その中でAutoCADのDXFファイルは業界標準としてほとんどのシステムで読み書きができるようになってきている。そのDXFファイルの長所としては、・わかりやすい単純なデータ構造、・ASCIIファイル、・読み書きの逐次処理が可能などが上げられ、総合してみるとトランスレータの開発が容易であるという性格を持つ。このような状況を踏まえて、パソコンCADを採用した当初にDXFファイルを読み書きするためのDXFファイルコンバータを開発した。製図を外注した先が自分達とは異なったシステムを利用していた場合でも、後々の修正などのために自分達のCADシステムにデータが取り込めるようにしている。

b) 測量座標値の利用

CADの図面の中に現況の平面図を、精確に入力する場合にはそれぞれの座標値をキーボードから根気よく打ち込む必要がある。さらには測量座標系と数学座標系との数値変換、メートルからミリメートルへの単位変換、および基準点からのオフセットという計算を一点一点行わなければならない。一方、測量作業では、トータルステーションとデータコレクタ、それにコンピュータによって電算化が図られてきている。つまりコンピュータで処理された数値はフロッピーディスクを利用すれば、一連の座標値入力作業は自動化できるわけである。そこで簡易的なデータフォーマットを決め、座標値をCADシステムの方に読み込めるプログラムを開発し現場に配付している。

データフォーマットは測点名（あるいは連続線終了指示）、X座標値、Y座標値の順に空白で区切られたテキストファイルで記述される。測点名に*（アスタリスク）が付加されていると、その測点名の文字列が図面中に点の位置を原点として書き込まれる。点列は連続線として図面中に書き込まれるが、測点名の所にENDと書かれていると連続線終了指示と解釈してそこで連続線を一旦切るようになっている。当

プログラムでは、データの座標値が測量座標系か数学座標系かというような指示や測点の位置に円を描くかどうかの指示ができるようになっている。また、テキストエディタの操作に不慣れなユーザのために、簡単にデータを作成することができる機能も組み込んでいる。

なお、中間ファイルとしてDXFファイルを採用し、前述のDXFファイルコンバータを利用している。

c) 3次元CADとのデータ交換

当社の土木設計部門では、ゴルフ場のような土地造成工事や鉄道営業線の改良工事などの設計に関して、自社開発した3次元CADシステム（EWS）を活用している。3次元CADシステムの特徴を活かし、3次元で立体的に設計する必要がある場合はもちろん、大量な図形データの処理を行うような場合にも有効利用している。

一方、作業所で工事を施工する際には、作業所の技術員は施工計画や仮設計画のために多大な作図作業をこなさなければならない。前述したように当社では、その作図作業に関して2次元CADシステムを普及させ利用を推進しているが、3次元CADシステムの1次的な設計データを施工計画や仮設計画または測量のための基礎データとして2次的に活用できれば効果的であるのは言うまでもない。

そこで我々は、2次元CADシステムの利用環境整備の一環として、3次元CADシステムの図形データを断面や平面といった2次元データとして自由に切り

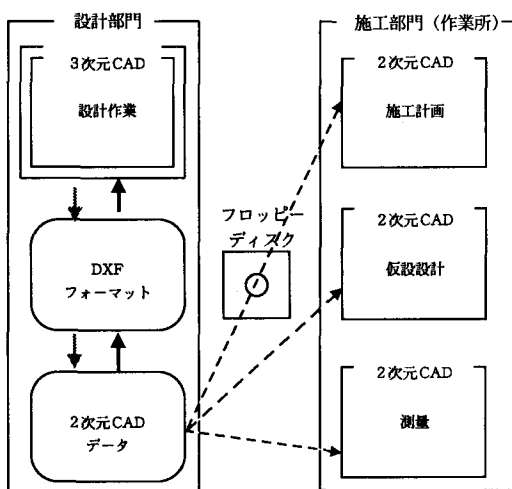


図-4 3次元CADとのデータ交換（概念図）

出し、2次元CADへコンバートして利用できるようにしている(図-3)。このような利用方法は、設計部門の3次元CADシステムが、その施工物件の設計データのデータベース的役割をになうことになり、設計から施工までのトータルなシステムの形態として興味深いものであると考えられる。

ただし、現時点での問題点としては、3次元CADシステムのデータ量はどうしても大きくなるため、場合によっては必要なデータが2次元CADシステム側で処理しきれないこと、また、大きいデータの贅肉をそぎ落とす必要が生じ、そのため、データコンバート作業に意外と手間(オペレーションの介在)がかかることなどが挙げられる。さらには、現在の作業所へのデータ渡しはフロッピーで行っているが、電話回線等を利用したネットワークの構築などにより、より優れた利用体制があるのではないかと模索している状況である。

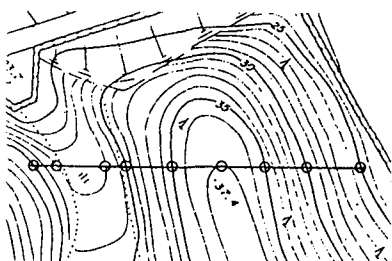
d) デジタイザによる図面データ入力

デジタイザ入力プログラムは、各種改良工事における設計を行う場合、地形や既にある構造物図面をデジタイザによりCADデータとして入力し、新規計画に反映することを目的として開発したアプリケーションである。

ここでは、当初目的と異なった利用事例として、地形の縦横断面図作成方法を紹介する。

○手順1

等高線の入っている平面に、断面形状の欲しい線を決めその線がX軸方向(横方向)になる様にデジタイザに貼る。



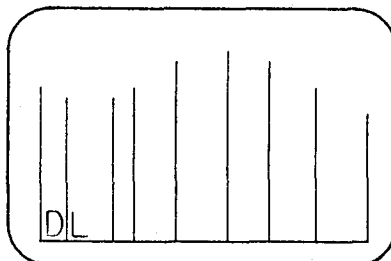
地形図

○手順2

入力に必要な諸手続きをし、平面図に引いた線を基準線(DLライン)として水平線を入力する。

○手順3

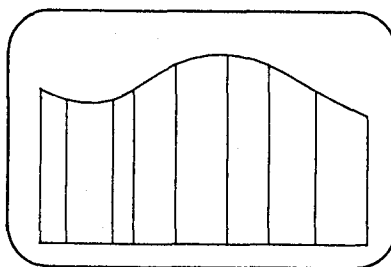
基準線と等高線の交点を始点とし、等高線の高さをY座標として垂直線をテンキーで入力する。(画面1)



画面1

○手順4

最後に、この垂直線の終点をスプライン或は連続線で結べば現況の地形を描くことができる。(画面2)



画面2

(2) CADデータのデータベース整備

エンドユーザの利用を考慮すると以下に述べる標準図及びシンボル図の整備が不可欠と思われる。

91年3月の社内調査の結果では標準図は22%、シンボル図は87%の作業所で利用されている。

a) 標準図

主として規格が決まっている構造物図(図-5)。

例: JIS規格コンクリート2次製品一般図、石積擁壁、人孔、各種スポーツ施設

b) シンボル図

任意図面の中に挿入し、図面の一部として利用する図形(図-6)。

例: 図面枠、汎用図形(地盤線、水位線)、素材表示図形(栗石、碎石、砂等)、JIS規格コンクリート製品、鉄道用建築限界、ビティ建枠、各種建設機械(ダンプトラック、生コン車、

クレーン)、電車、バス、樹木
現在、標準図・シンボル図共に、名前で管理して

マニュアル化している。
今後は更に増加するデータの操作性を向上させ、マ

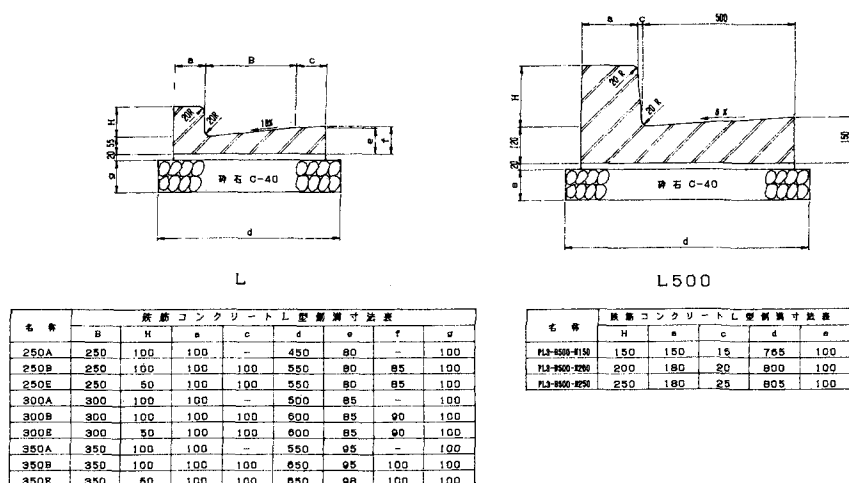


図-5 標準図 (L型側溝) の例

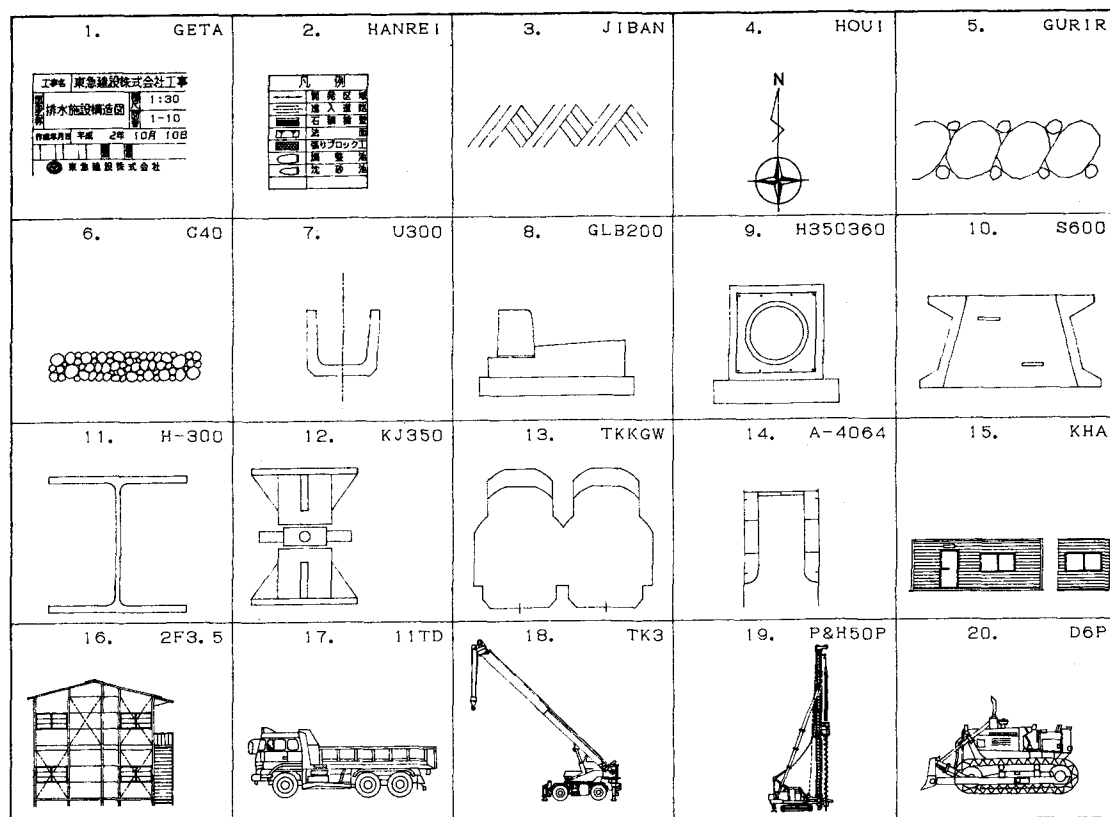


図-6 シンボル図の例

ニアル無しで操作出来る利用環境を提供出来るように再整備を進めている。

4. 作業所での利用

建設業におけるコンピュータ利用が最近特に身近になり、普及の拡大が図られている。

当社の標準的なパソコンの普及もこの例にもれず土木では約45%の作業所に導入されている。

一方、パソコンCADの作業所への導入は1989年春に始まり、現在41作業所（土木作業所の約13%）で利用されている。

これらのCAD利用作業所での対象工事は鉄道工事約50%、造成工事約40%、その他約10%と当社での主力工事を端的に表しているものと言える。

(1) 鉄道工事での利用

鉄道工事（測量を伴う他の工事でも同様であるが）では必ず、当該線路に関する測量座標を持っている。この座標系にある現況平面と特に重要な用地杭、軌道センターとの整合性をパソコンCADでは完全に一致させることが可能である。

この為、現場の測量結果をCAD上に反映させ、逆にCAD上の図面から測量手順を導き出すことも可能

にし、測量とCAD、構造物とCADという関係が1mmの狂いもなく関係付けられ施工管理を容易にした。

鉄道工事での代表的な利用事例は、まず施工順序図（鉄道線路切替順序図）であろう（図-7）。

横断面図、縦断面図共に、複数の線路が交錯した場合、線路毎に色を分け出力図も線種、線色を変えることによりその切替手順が非常に見やすくなる。従前はその線路毎にコピーした図面に色塗りしていたものが、必要枚数だけX-Yプロッタより出力する。これはパソコンCADの利用により、作業手順までも変えてしまった好例である。

鉄道工事の作図標準化の例としては列車防護柵が挙げられる。これは、鉄道企業者毎の列車の建築限界とその防護柵は標準図として利用が可能であり、水平展開が可能である（図-8）。

又、夜間線路閉鎖、停電工事という条件下で施工する場合、構造物の桁架設時にボルト穴を開け桁を固定し、所定の時間内で終了させることは非常に難しく、この様な場合あらかじめ組み立てて使用する各桁・桁受け等の鋼材に穴開けが可能であれば、工期の短縮、高い施工精度をもたらす。

前述の測量成果とCADの機能を結合することにより、桁架構図、鋼材加工図、ボルト穴開け位置図を作図し、事前の鋼材加工を可能にした。

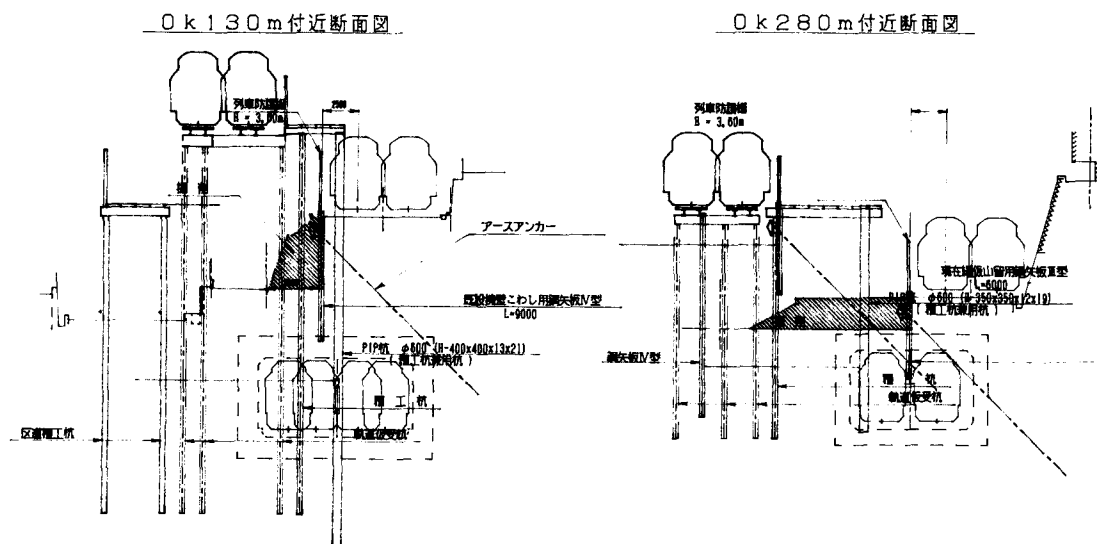


図-7 鉄道工事の施工順序図

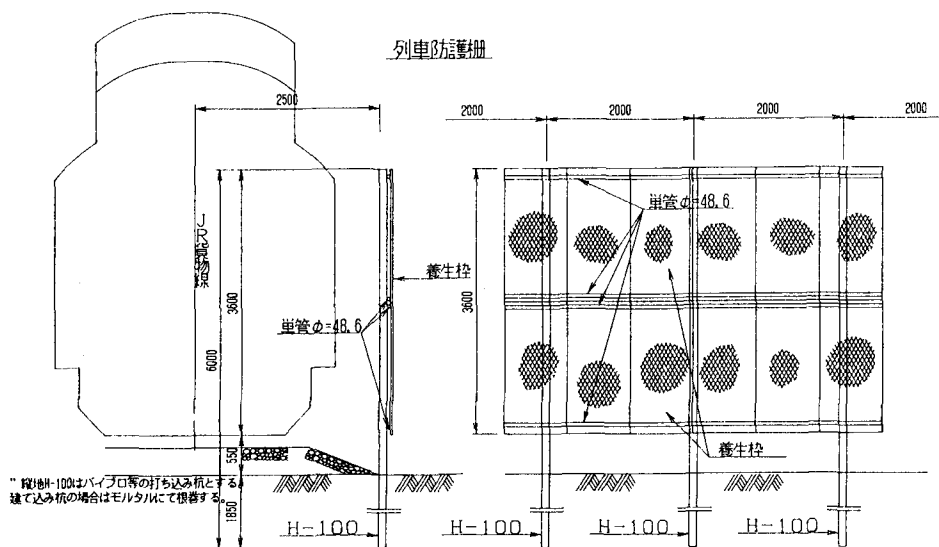


図-8 列車防護柵

(2) 造成工事での利用

造成工事においても、鉄道工事と同様に現況図面、測量主要点を予めCADデータとして入力し、施工計画、実施設計、施工管理の各段階で、座標管理、測量計画・管理を行い、実業務にCADの利点を発揮し

ている。

又、小規模な造成設計の宅地割を行なう際にも、面積を確認しながらの区画割が可能であり、求積図等の測量成果品も作図している(図-9)。

宅地造成における小構造物の設計には前述の標準

図を利用し、側溝、人孔、石積、現場打コンクリート構造物の設計も行っている。

(3) その他の利用

その他の利用例としては、トンネルの施工計画が挙げられる。特に施工順序図(図-10)にはシンボル図を数多く配置し、業務の迅速化、成果品の高品質化をもたらしている。

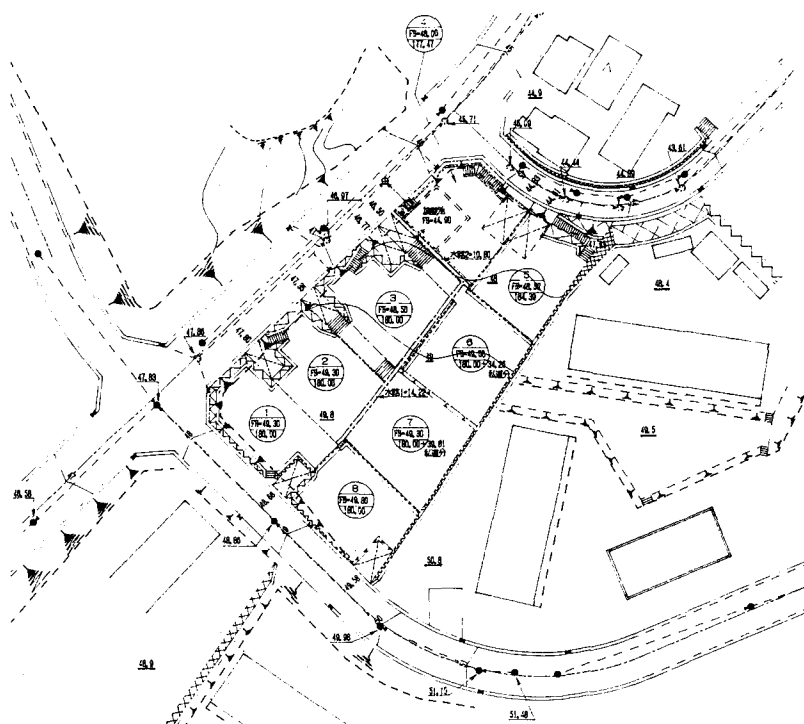


図-9 造成計画平面図

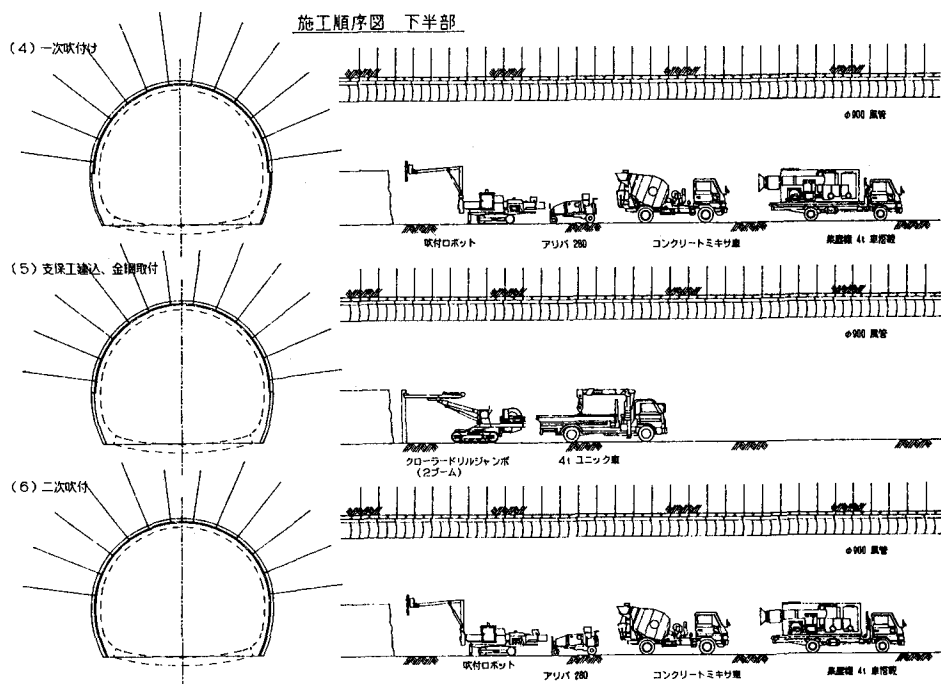


図-10 トンネル工事の施工順序図

5. おわりに

情報関連技術の進歩により、パソコンの処理速度の向上、周辺機器の低価格化が進み、建設業においても数百台ものパソコンを利用している企業も少なくなく、今後もパソコンの導入は増々増加するものと思われる。

土木の作業所でのCAD利用事例は以外と少なく、積極的な企業はまだ少ないようである。

その理由の一因は、工事種別の多さ、構造物の多様さにあると思われる。現段階では最初の入力手間は手書きのそれと比較すると殆ど変わらず、むしろ若干CAD入力の場合の方が時間を要している。しかし、図面の変更・重ね書き等が多くなれば応用編としてのCADの利用の場面が増えるはずで、省力化、迅速化を当社の各作業所では実践しているものと考ええる。

本報告では作業所でのCAD利用の一端を紹介したが一つの問題点として、社内導入台数の増加と共により効率的効果的な利用指導、全社的なデータ管理及び提供方法の再検討の必要性が浮上してきた。

今後は部署内での利用環境の再整備を足がかりに、全社的な有効利用体制の整備をさらに推進したいものと考えている。

[参考文献]

- 1) 田村治幸・山際厚徳・西村博夫：土木設計におけるCAD化へのアプローチについて、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集、第IV部、PP181～182、1987.9
- 2) 山際厚徳・田村治幸・二宮功：パソコンCADを中心とした図形データ交換、土木学会第13回電算機利用に関するシンポジウム講演集、PP47～50、1988.10
- 3) 田村治幸・加藤正彦・小澤靖一・二宮功：東急ゴルフ場企画設計システムの開発、土木学会第14回土木情報システムシンポジウム講演集、PP53～56、1989.10
- 4) 井元大吉・十束唯男・小澤靖一：鉄道仮線計画CADシステムの開発、土木学会第15回土木情報システムシンポジウム講演集、PP75～78、1990.10