

鉄道土木工事におけるCADの開発

日本国有鉄道 東京第一工事局 久保田直樹

日本国有鉄道 東京第一工事局 井口 光雄

1. はじめに

国鉄では、新幹線建設工事、線路増設・停車場改良等の在来線増強工事などの大規模な鉄道土木工事を効率よく実施するため、昭和43年頃より、設計・積算・工事事務の各業務の電算化に着手し、現在では事務関係（予算管理、契約情報、工事資材）及び技術関係（既設計情報検索、自動設計、土木積算、建築積算）の7つのサブシステムから成る建設工事システムを全国の工事局・工事事務所に設置した汎用コンピュータを用いて統一的に稼働させている。

調査、計画、設計、積算、契約・発注、施工監督、竣工検査、財産引継という鉄道土木工事のプロセスの流れの中で、工事発注者としての性格から積算、予算管理が特に重要となるため、上記の建設工事システムの中でも土木積算、予算管理のサブシステムが規模も大きく、業務の効率化に多大な貢献をしている。

設計業務においては、東海道新幹線建設の頃より膨大な工事量を短期間で完遂させるため、設計コンサルタント等の部外能力の活用を推進してきたこともあり、外注設計時の重複設計の防止・類似設計資料の貸与等による経費の節減を主目的とした既設計情報検索システム（設計終了時に設計計算書・設計図等の成果品をマイクロフィルム化し保管するとともに、主要諸元をコンピュータに蓄積しておくことにより、新規設計時に設計条件により該当既設計例を検索し、マイクロフィルムより出図することにより、過去の設計情報の有効利用を図るシステム。蓄積設計件数約16,000件、保有マイクロフィルム約60万コマ）と、構造物単位の自動設計プログラムを作成しておくことにより設計工期の短縮・成果品の品質保証・経費の節約を図ることを主目的とした自動設計システムの2つサブシステムを開発・運用してきた。

本稿では、ここ数年の部内事情により直轄設計を進めてきた中で、図面作成の効率化・品質保証の必要性に対する認識が高まり、それらを実現するための手段としてのCADの開発のあり方について検討し、一部試行的に開発した内容等を報告する。

2. CADシステム開発上の課題

国鉄の工事局・工事事務所では、現在、富士通製の汎用コンピュータMシリーズ（M340、M320E、M310E）とパソコンを使用して自動設計、構造解析、CAD等を実行している。これらは主に設計計算を能率良く行うために開発したもので、図化処理は必要上、解析用プログラムの一部に限定している。

ところで、設計計画・設計計算・設計図作成・照査という設計業務全体を分析した時、最も高度な判断を要するのは設計計画であり、最も労力を必要とするのは設計図面の作成である（ある調査によれば主体的な設計業務の内4割を占める）。コンピュータ利用技術から見れば、前者は人工知能(AI)・専門化システムの分野であり、後者はいわゆるCAD(Computer Aided Design)の分野であろう。最近では、図形データベースを介した形での両者をミックスさせたシステム概念も提唱されている。但し、現在一般に普及著しいのは、清書形図化システムとしてのCADである。また、適用業務・予算事情に応じて、小はマイクロプロセッサを中核とした電子製図板的なものから、スーパーミニコンピュータを用いて大規模かつ複雑な3次元図形処理も可能なシステムまでCADの適用範囲は急速に拡大化の方向へ進んでいる。

このような状況を踏まえて著者らは、設計図面作成業務の効率化・品質保証という観点からCADに着目

し、国鉄の建設部門の業務に相応したCAD利用のあり方・開発方針について検討した。本項では、一般的なCADの特徴と国鉄で導入する場合の課題について述べ、次項で開発にあたっての基本的な考え方を示す。

コスト低減の手法として一般的に用いられる標準化・最適化という観点からCADに要求されることは、標準図を組み合わせる作業等の思考を要さない単純作業から設計者をできるだけ解放させて、計画・デザイン等創造力を駆使する業務により多くの時間をあてることにより、大幅な設計能力及び設計品質の向上をはかることにある。従って、理想的には以下の仕様を満足することが望まれる。

- (1) CADシステムが対象とするのは、設計者の判断が不可欠な対話型処理を主体とすること。
- (2) 単なる作図システムでなく、設計者が最適判断を行う際の支援システムであること。
- (3) 単に設計業務に限ることなく、計画業務のような図形上で試行錯誤をくりかえす業務もその範囲とすること。

一方、国鉄の建設業務におけるCADという観点からは、以下の課題が提起される。

- (a) 鉄道土木構造物の多様性から、開発経費に見合う使用頻度があるか。
- (b) 構造細目のように計算では決定できないが、図面作成上必要な要素をどのように標準化し、図面に反映させるか。
- (c) CAD専用の機器及びソフトは低廉化の傾向にあるとはいえ、設計者が一人で占有するには高価かつマシン負荷も大きいため、適切なコストパフォーマンスを維持できるか。
- (d) 対話型処理にあたっては高度な設計技術上の判断を要するが、熟練した設計技術者の養成・確保が要員配置上可能か。

すなわち、開発経費、開発難度、運営経費、運営要員のいずれの面からも、CADの開発には大きな課題があるといえる。

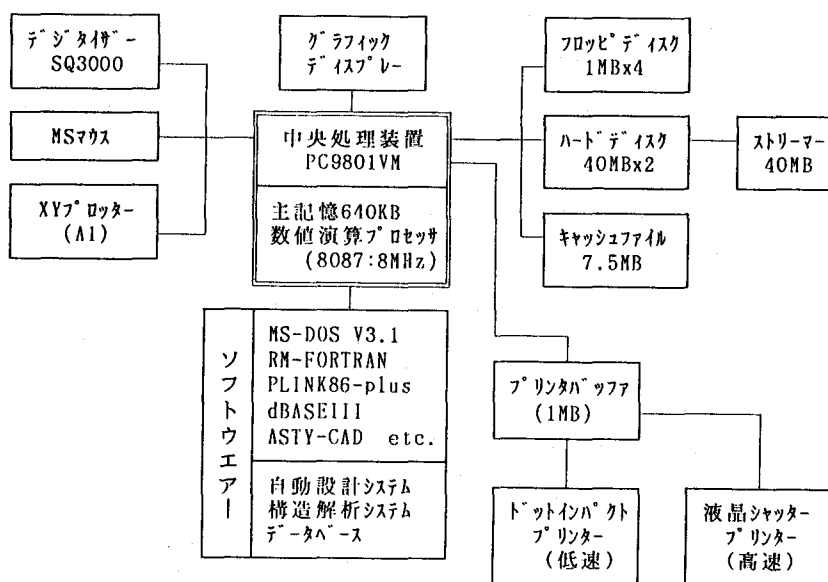


図-1 パソコンシステム概略構成図

3. CADシステム開発の基本的な考え方

前項の課題を解決または緩和し、かつ開発そのものも短期間・低コストで実施するために、CADの開発にあたっては以下の方針で進めることとした。

- (イ) すでに開発・運用している自動設計システムの各プログラムを利用し、若干の機能追加により主要な図面作成用情報を抽出する（自動設計プログラムが既開発であるということは利用頻度が高いことを意味し、開発・改修経費の早期回収が可能となる）。
- (ロ) 上記の図面作成用情報をもとに、メーカー提供の汎用CADシステム用画面表示ファイル及び通常のライター用出力ファイルを作成するパッケージ型図化プログラムを新に開発する。その際、図化用ルーチンはプロッター（またはNLP）等のハード依存の部分と共通的な部分とに分離しておく（CAD端末における画面表示・編集機能は既存のシステムに依存するが、基本的な図形作成機能は専用ライブラリとしておくことにより、開発経費の抑制及びハード依存の緩和による将来の機械経費の節減が可能となる）
- (ハ) CAD端末を使用して、上記の画面表示用ファイルをもとに、画面上で対話的に汎用CADシステムの機能及び部品化した構造細目用パッケージコマンド等を利用して若干のレイアウトの修正等最終図面の調整・割付けを行う（主要な図化処理はイ、ロで終了しているため端末占有率を抑えることができ、効率的な運用が可能となるとともに、標準図集等を用意しておくことにより設計者の熟練度もある程度カバーできる）。
- (ニ) 上記で完成した図面は簡易プロッターまたはNLPに出力し、設計図面または参考資料として用いる（パッケージ処理及びレイアウト処理とすることにより、端末占有率を低くできる）。
すなわち、既開発の設計プログラムの利用によるパッケージ処理と既存汎用CADシステムの編集機能を利用した対話型処理の併用により、経費・運用等に過大な負担をかけない開発方法を追求してみた。

4. 試行開発の状況

上記の考え方をもとに、PCI形けたとL形擁壁の2本の自動設計プログラムを利用して、前記（ロ）に相当する図化プログラムを試行的に開発した。それらの一例を示す。尚、開発環境は、中央処理装置としてM340(MSU12MB)、CAD用端末としてF6240、OSはOSIV/X8FSP、CAD用基本ソフトはICAD/SDS3をそれぞれ使用した。現在、これら2本の設計プログラムについて最終段階まで開発を進めるとともに、構造解析プログラムのプリプロセッサとしての図化システム及び土地情報データベースの開発を行っている。加えて、これらの設計プログラムをパソコンシステムへの移植を行っている。既にいくつかのプログラムはパソコン上で稼働している。また、CAD用ソフトには、特に図面の製図能力に優れているASTY-CADを使用し、自動設計プログラムの出力する設計図面の微調整を行っている。

5. おわりに

ハードウェアの小型化・大容量化・低廉化はエンビスの状況であり、システム構築技術も多様化しつつ急激に進展している。このような状況の中で、企業の情報処理部門を担当する技術者は、華やかな先端技術のみに目を奪われることなく、足下の運営経費の削減・一層の効率的なシステム運営に最新技術をいかに織り込んでいくか、換言すれば、内部統制としてのシステム監査的発想を自ら持ち続けていくことの重要性を忘れてはいけなと、著者らは自戒している。このような観点から、小型コンピュータ（特にパソコン）がどの程度大型コンピュータの代用をはたすことができるかについて検討および既存プログラムの移植を進めている。そして、これの処理能力にあらためて注目するとともにコスト意識を持って鉄道建設支援のためのCADシステムの構築を急いでいる。