

パソコンCADによる土木設計ツール

東日本旅客鉄道(株) 正員 ○桑 原 清
オートデスク(株) 正員 井 口 光 雄

1. はじめに

我々はかねてより、パソコンを用いた土木技術者一人一人のための支援ツールとして、いわゆるPEWS(パーソナル・エンジニアリング・ワークステーション)構想を掲げ活動してきており、その成果の一部は本シンポジウムでも報告している。

我々は、

- ①CAD
- ②データベース
- ③設計計算などのソルバー

の3つをPEWSの主要な構成要素としてとらえており、データトランスレータなど適当なインターフェースを用意する事でこれら3要素を結合し、よりトータルな土木設計支援ツールの構築を試みてきた。しかし、近年パソコンCADのカスタマイズ機能がますます向上し、ユーザーはC言語やFORTRAN言語で作成したアプリケーションプログラムから直接CADのデータベースにアクセスしたり、また、CADシステムを通して外部のデータベースにアクセスすることが可能になってきた。

今回は、パソコンCADのこのような機能を積極的に利用することで、ソルバーとデータベースをCADに内包した形で、よりシームレスに先の3要素を結合した設計支援ツールについて報告する。

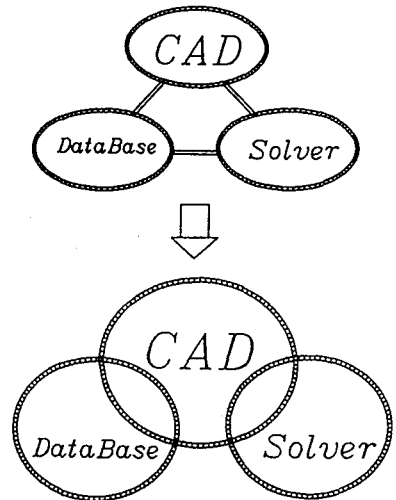


図-1 3要素相互の関係

2. PEWSの概要

図-1に示すように、これまではCADを中心に据えながらもデータベース、ソルバーそれぞれとは個別のモジュールとして存在しており、図形ファイルの共通フォーマットを設定したり(メタファイルと呼ぶ)、データ変換プログラムを作成して3要素間の結合を図っていた。今回は、CADシステムのカスタマイズ機能を活用し、設計計算や作図などのアプリケーションプログラムをCADのアプリケーションとして作成する事にした。

図-2に示すように、調査計画～設計～施工～維持管理～廃棄といった建設プロセスの内、調査設計の一部から設計までが我々が考えるPEWSの支

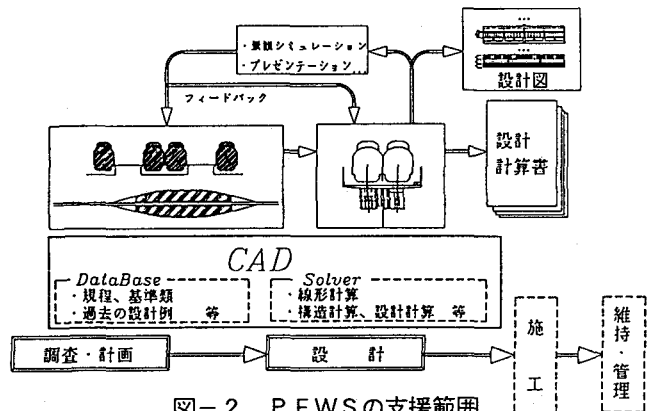


図-2 PEWSの支援範囲

援範囲である。また、

- ①設計作業の生産性を上げる事
 - ②3次元データの活用により景観の検討など多角的な検討が行える事
 - ③計画～設計作業を通じ図面、計算書、プレゼンテーション資料の作成等が効率的に行える事
- などを目的に、なるべく既存のツールを活用しながら手作りで進めている。パソコンCADを選択している一番の理由はここにあるのだが、さらに我々がパソコンCADにこだわる理由としては、

- ・安価に構築が可能
 - ・書籍等の情報が多い事
 - ・プログラムの為のツールやユティリティなど既存のツールが豊富である事
 - ・高性能なノート型パソコンが発表されており時間や場所の制約がますます少なくなっている事
- などがあげられる。

3. システムの一例

このような考えで開発を進めているシステムの例について説明する。業務の関係から鉄道施設、構造物の計画・設計支援システムを構築しているところであるが、現在のところ、PEWSの目的とする計画～設計のうち比較的上流に位置する計画から概略設計（スケルトンの設計）までのツールを組み込んでいる。使用しているソフトウェア等を以下に示す。

・鉄道配線計画 ・横断面計画 ・縦断面計画	鉄道施設の計画を支援する	AutoCAD, LISP, ADS, FORTRAN
・構造解析	スケルトンの決定と構造解析	AutoCAD, LISP, ADS, FORTRAN
・形状検討、プレゼンテーション	3Dモデリング、レンダリング アニメーション等	AutoCAD, 3D STUDIO, AME

CADシステムはAutoCAD R12Jを使用し、カスタマイズは主にLISP、解析計算等には主にFORTRANを使用している。また、景観のチェックやプレゼンテーション資料の作成などには適宜3D STUDIO等を使用している。以下、順に概略を説明する。

図-3は、計画業務の支援ツールという事で作成したシステムの使用例である。平面計画、縦横断面計画に対応している。基準・規定類を参照して自動的に配線設計を行うといった配線技術者の代替となったり、いわゆるエキスパートシステムといったようなインテリジェンスな機能があるわけではないが、分岐器や建築限界などのテンプレートを用意したり、曲線の挿入や面積計算などのマクロを用意する事により、従来の三角定規やカーブ定規による手作業に比べ十分効率的に作業を行う事が出来る。CAD本来の機能を使って、例えば、理論的に最善の線形がわかっているような場合には、手作業の場合に行われる「IP点の仮定によるトライアル」を行う事なく最初から思い通りの線をいれたり、精度よく効率的に

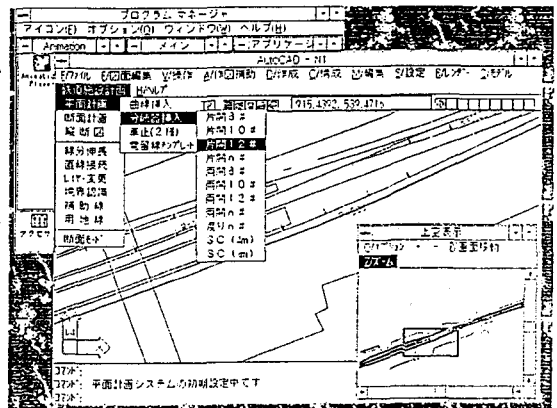


図-3 配線計画

計測をしながらの配線作業が可能である。また、図のように全体図を表示しながら作業の着目点を拡大する事により、全体のバランスを見ながら細部の設定を行うような作業形態が可能である。さらに、スキャナーから入力したラスタデータとCADのデータをオーバレイ表示できるシステムを用いることにより、現状図を背景において配線計画を進める事もできる。

現時点で配線計画の自動化は現実的でないという考えからこのような形態を選択した訳だが、今後は、外部データベースへのアクセス機能を積極的に利用し、作業者が作業中に基準・規定類を参照する機能や曲線の諸元表作成、あるいは数量計算・積算機能等を順次追加していきたいと考えている。

図-4および図-5は、高架橋の構造解析を行っている例である。解析計算プログラムはFORTRANで書いており、プリ・ポストプロセッサとしてCADを利用している例である。

図-4に示すように、CADのメニューをカスタマイズしCADをアプリケーションのシェルとして利用している。こうすることにより、機種ごとにそれぞれにあったメニュープログラムを別途作成する必要もなく、より容易に統合環境を作成することが出来る。

また、CADの計測機能を活用することにより、要素の断面積や断面2次モーメントなどの情報を

精度よく迅速に得ることができる。近年、都市部の鉄道構造物は景観上の配慮からかつてのような標準設計断面だけでなく、複雑な断面形状が採用されるケースが多くなってきており、このような機能が有効に活用される場も多い。

図-5は、CADのダイアログボックスを使用してプログラムのデータを入力している様子である。従来は、このような対話形式のデータ入力画面をプログラム毎に作成するのに大変な労力を要していた。また、そのためのツール類を作成したりしていたが、それでも「画面の作成」という構造解析や設計計算プログラムの本質でない部分に労力を割いていたことは事実である。図-5のように、CADに標準で用意されるツールを使用することにより、これらの労力が軽減されるとともに、機種に依存しないシステム作りが容易になる。また、CADに付属のライブラリ(ADS)をオブジェクトにリンクすることによりC言語やFORTRANあるいはBASICでかかれたユーザープログラムから直接外部データベースにアクセスしたり、CADの図形データベースにアクセスが可能である。

これにより、これまでのようにユーザープログラムから一度DXFやその他のフォーマットでファイルに出力したものをあらためてCADに入力するといった手間が不要となる。また、図形データをDXFやその他のフォーマットで記述するためのプログラムを作成する必要もなくなった。

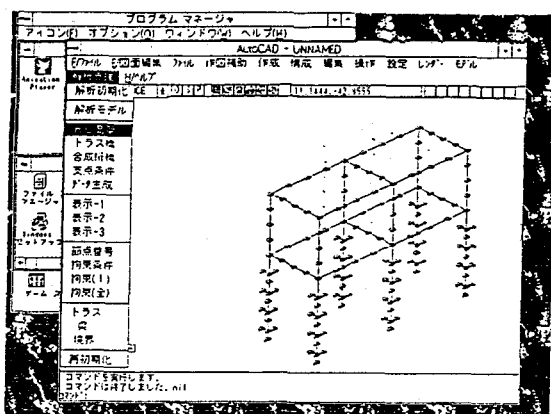


図-4 構造解析支援

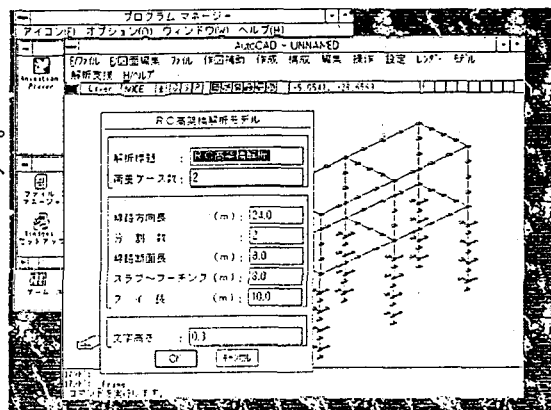


図-5 ダイアログボックスによるデータ入力

図-6は、構造解析に用いた高架橋のスケルトンに肉付けをして、3次元のモデルを作成している画面である。ここでは、ソリッドモデラーを利用した。基本形状に厚みをつけソリッドにした後、ブーリアン演算等で目的の形状に仕上げていく。

図-7は、作成された3次元モデルから面データを生成し、レンダリングした例である。この図では分かりにくいが高架橋部分にはコンクリートの質感を、基礎杭部分には鋼管の質感を与え、それぞれ色を変えてレンダリングしたものである。

これらは、形状の検討・確認や背景に写真を置くなどして景観の検討に利用したり、プレゼンテーションに利用される。さらに、視点の移動を考慮したアニメーションの作成が可能でプレゼンテーションに効果が大いと思われる。パソコンの性能が向上したことにより、これら3次元のデータの取扱いや高品質なグラフィックスが無理なく扱えるようになってきたことの意義は大いと考えている。

4. おわりに

大まかに自動設計・製図システムの運用形態を考えると、これまで、

- ①設計プログラムを起動し、計算結果（作図データ）をメタファイルに出力する
- ②CADを立ち上げメタファイルから図形情報を読み込む

という手順であったものが、今回

- ①CADを立ち上げCADのメニューから設計プログラムを起動し、結果（図面）は直接CADのデータとして作成する

というようになり、これまでのようにDXFやDXB、あるいは他のテキスト形式と、目的によってメタファイルを使い分けるわずらわしさが無くなった。また、再三述べたようにCADに標準で付属する機能や他の既存のツールを組み合わせることにより、少ない労力でしかも安価に大きな成果を得ることが可能であると考える。

土木に携わる我々が、実務を行う上で「こうあればいいな」と思った事柄について出来る範囲で手作りで進めてきたシステムである。ハードウェアの高性能化とソフトウェアの高機能化により、我々の「こうあればいい」がより現実味を帯びてきている。今後も「実務としての設計」支援ツールについて、必要なところから「こうあるべき」姿に育てていきたいと考えている。

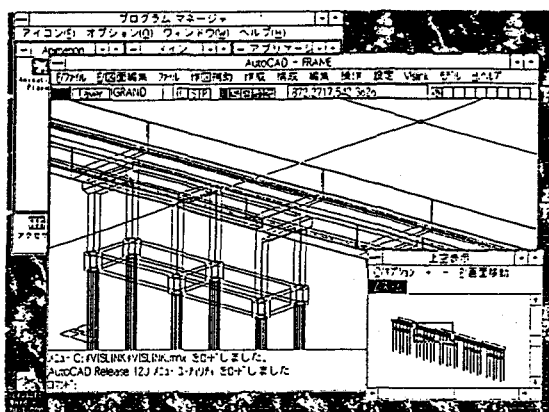


図-6 ワイヤーフレーム表示

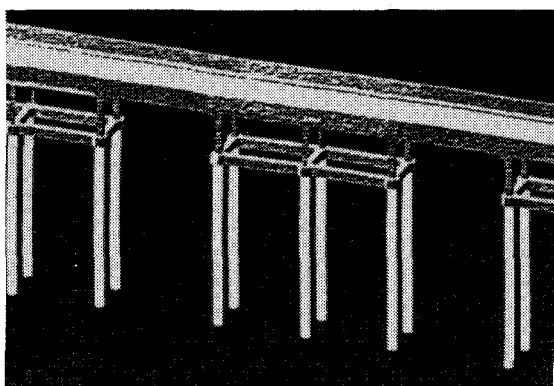


図-7 レンダリング例