

JR東日本 正員 ○桑 原 清  
JR東日本 正員 鈴 木 啓 晋  
鉄道公団 正員 井 口 光 雄

### 1. はじめに

鉄道土木構造物のライフサイクルにおいて図-1に示すように計画から廃棄に至る各プロセス毎にコンピュータによる支援システムを考えることができる。我々は何れもこのうちの計画から施工までを担当するセクションに所属しており、今回は、特に設計段階における支援システムでその重要な3要素である、データベース(DB)、解析・設計計算(Solver)、CADの結合を試みたものである。

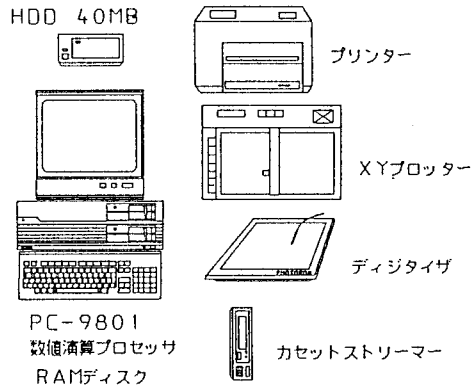
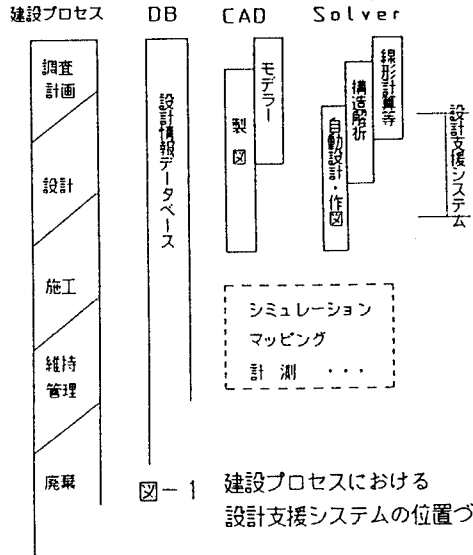
本報告は、従来独立していた、DB、Solver、CADといった3つの要素をその境界部分にいくつかのツールを用意しながら結び付けていくとするもので、より一貫した、パソコンによる設計者のためのツール、言ってみれば『パーソナル・エンジニアリング・ワークステーション(P E W S)』システムについて論じたものである。

### 2. ハードウェア等の構成

ハードウェアには、数値演算プロセッサを登載したPC-9801シリーズを使用している(図-2)。ソフトウェアは、DBMSには「Quick Silver」、Solverは「RM/Fortran」をそれぞれ主要な開発言語とし、CADには「図脳-α5」及び「AutoCAD」を使用している。

### 3. システムの概要

当社では、従来より鉄道土木構造物を設計する際の支援ツールとして、「既設計情報検索システム」、及び「自動設計システム」を運用している。前者は、過去に設計された構造物の設計情報を蓄積したデータベースであり、後者は、構造解析プログラム(SAP、SANCなどFEMプログラム他)と構造物の設計プログラム(PC桁の設計など)及びCADシステムより成っている。いずれも大型汎用計算機上で稼働していたシステムをパソコン上に移植したものをベースに改良と追加を行ったものである。記憶容量等に制約はあるものの、近年の急速な技術革新によりパソコン上で十分実用的に解析・設計が行える。設計者自身が身近なツールとして、設計者自らの都合で自由に操作ができることを考えると汎用コンピュータのシステムに比べむしろターンアラウンドは早いといえる。



しかし、当初より両者が別個のシステムとして開発された経緯もあり、設計情報データベースと設計計算システムとが有機的に結合されているとは言い難い状況であった。つまり、従来の設計情報データベースでは、設計計算書及び図面はマイクロフィルムに記録・保存されており、設計計算を行うに当たってデータの利用がスムーズに行かないことがある。ある設計の修正設計の必要が生じたような場合、設計者は、当初設計の設計条件及び設計図書をデータベースから検索し紙に印刷した後、それを参考にコンピュータプログラムの入力データを作成し、改めてコンピュータに入力するという手間をかけなければならない。

このような状況のなかで、過去のデータを有効にかつスムーズに活用でき、また設計を行なう際に一連の作業の流れに合わせてデータが流れる仕組みを試みたのが図-3である。既に述べたように、DB、Solver、CADの3つの要素間にインターフェースを入れそれぞれ共通にデータを扱えるようにした。

例えば、前述のように従来マイクロフィルムで保存していた構造解析などSolverの入力データは即使えるデジタルデータのままデータベース化する事とし、そのためのアーカイバを作成した。本システムでは、Solverの入力データは圧縮した後、データベース（アーカイバと呼ぶ）に結合、登録される。また、使用したプログラム名などの付帯情報は、設計件名、設計番号で従来の既設計情報データベースとリレーション付されたデータベースに別途蓄積される。このようにしてコンピュータプログラムの入力データそのものが即使える数値データとして設計者に提供される意味は大きい。例えばFEMのデータに限ったとしても

- 1) 既設計の構造モデルが簡単に確認できる
- 2) 構造計算が簡単に再現できる
- 3) 特に荷重の条件が変わった時の修正設計の場合などは8割程度のデータは始めから作られているようなものである

等々のメリットがある。

また、図形情報を取り扱うための共通フォーマットを決め、自動設計・製図プログラムは勿論の事、構造解析プログラムのプリ・ポストプロセッサから設計情報データベースの統計処理グラフに至るまで図形処理を扱う全てのプログラムの図形情報を同一形式のファイルに記録する。このファイルの図形データを図解-α5、AutoCADへトランスレートするツールを作成し、プログラムで自動設計・作図した図面の修正や最終的な出図をCADで行なっている。また、図形情報ファイルからディスプレイやドットプリンタ、ページプリンタに表示・出力するツールにより構造解析のプリ・ポストプロセッサや設計情報データベースの統計処理グラフあるいは設計図面などを同一の操作環境でビジュアル化することができる。

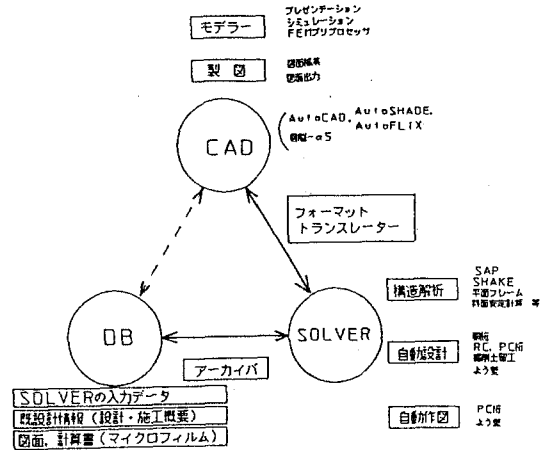


図-3 設計支援システム3要素の結合

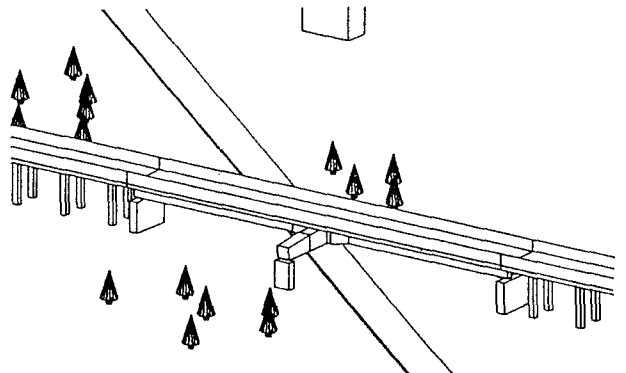


図-4 実施例に用いた橋梁

#### 4. 実施例

このシステムを利用した橋梁（図－4）の設計作業について、既存の設計例が利用できる場合と新規にモデル作成から行う場合の流れの1例を示すと以下になる。

##### 《既存データを利用する》

- ① 設計者は既設計情報データベースを検索し、目的のデータが存在すれば当該データのアーカイブファイルからの抽出を指示する。
- ② システムは指示されたデータを抽出・復元すると共に該当するFEMプログラム（または設計プログラム）の実行環境を整える。
- ③ 設計者は（必要があれば）データの修正を行う。このときプリプロセッサの助けを借りることができる。また、新モデルの景観などのシミュレーションを行う。

##### 《新規にモデル作成から行う》

- ① 設計者は、CADのモデラー機能を使い景観シミュレーション等を行いながら構造物のモデルを作成する。
- ② 使用するプログラムを選択する。（Solverの実行環境が整えられる）
- ③ 作成したモデルの幾何形状データからSolverの入力データを作成する。その際のツールとしてメッシュジェネレータを用意した。

- ④ 解析・計算を実行する。

- ⑤ 結果についてはポストプロセッサで確認ができる。また、図形情報ファイルにより、構造解析の結果の確認など簡易な目的にはポータブルなポストプロセッサで、設計製図プログラムで作成した図面の編集やシミュレーションはCAD(AutoCAD、図脳α5等)でと選択できる。

ユーザーはこれら一連の作業を1台のパソコンで、一貫した操作環境で実現できる。

前述のようにアーカイブは、基のデータファイル（テキストファイル）を圧縮し集合しているが、これは、コンピュータリソースの有効活用の面できわめて有効である。また、テキストファイルをアーカイブに登録したり、あるいは復元したりするプログラム（アーカイバ）の存在により、従来の解析プログラム、設計プログラムには特別な細工は必要としない。図－5に今回の解析データの源データとそれをアーカイバを用いて圧縮した後のデータファイルのダンプリストを示す。

| *** 2-SPAN COMPOSITE-GIRDER *** |   |   |   |   |   |    |       |       |     |   |   |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|----|-------|-------|-----|---|---|
| 198                             | 3 | 1 |   |   | 0 |    |       |       | 1   | 1 |   |
| 1                               | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 00.   | 0.0   | 0.0 |   | 1 |
| 17                              | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 8000. | 0.0   | 0.0 |   | 1 |
| 18                              | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 00.   | 130.0 | 0.0 |   | 1 |
| 34                              | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 8000. | 130.0 | 0.0 |   | 1 |

↓

|    |    |    |    |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |                  |
|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| 2A | 2A | 01 | 32 | 2D | 53 | 50 | 41-4E | 01 | 43 | 4F | 4D | 50 | 4F | 53 | **.2-SPAN.COMPOS |
| 49 | 54 | 45 | 2D | 47 | 49 | 52 | 44-45 | 52 | 01 | 2A | 2A | 2A | 00 | 02 | ITE-GIRDER.***.. |
| 31 | 39 | 38 | 04 | 33 | 04 | 31 | 0E-30 | 1D | 31 | 04 | 31 | 00 | 04 | 31 | 198.3.1.0.1.1..1 |
| 04 | 30 | 04 | 30 | 04 | 30 | 04 | 30-04 | 30 | 03 | 2D | 31 | 03 | 30 | 30 | .0.0.0.0.0.-1.00 |
| 2E | 08 | 30 | 2E | 30 | 07 | 30 | 2E-30 | 07 | 31 | 00 | 03 | 31 | 37 | 04 | ..0.0.0.0.1..17. |
| 30 | 04 | 30 | 04 | 30 | 04 | 30 | 04-30 | 04 | 30 | 01 | 38 | 30 | 30 | 30 | 0.0.0.0.0.0.8000 |
| 2E | 08 | 30 | 2E | 30 | 07 | 30 | 2E-30 | 07 | 31 | 00 | 03 | 31 | 38 | 04 | ..0.0.0.0.1..18. |
| 30 | 04 | 30 | 04 | 30 | 04 | 30 | 04-30 | 04 | 30 | 03 | 30 | 30 | 2E | 06 | 0.0.0.0.0.0.00.. |

図－5 アーカイバによるファイルの圧縮

シミュレーションのツールとして我々は、Autodesk社のAutoSHADEとAutoFLIXを使用している。図-6は、AutoCADでの操作の一部であるが、いま設計対象の橋梁とその周りの環境を含めて作成したモデルに対し、光源やカメラの位置を設定しているようすである。この3次元モデルに対してシェーディングを施したり、AutoFLIXの映写機能を用いて、景観シミュレーションを行ったり、またプレゼンテーションに利用することができる。さらに、CADが持っている構造物の形状データをメッシュジェネレータに引き継ぐことで構造解析データもまた容易に作成することができる。図-7～9は、構造解析プログラムのポストプロセッサの出力である。場合によってはこれをCADに取り込むことも可能である。このように、市販ツールを統合的に使用することによって、効率よく、安価にシミュレーションシステムを構築することができる。

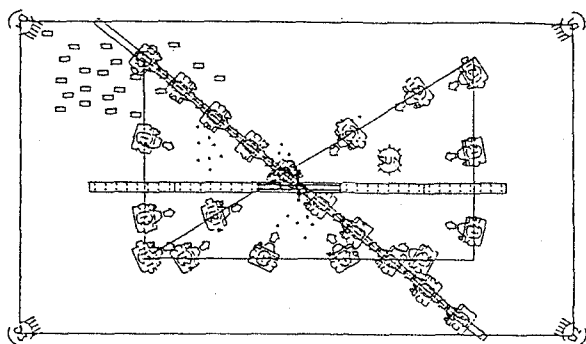


図-6

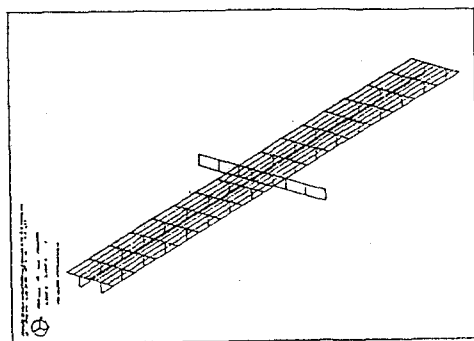


図-7

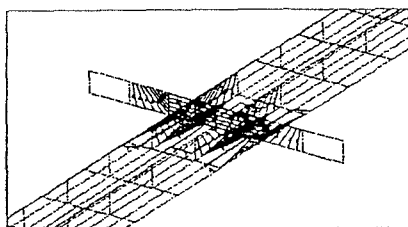


図-8

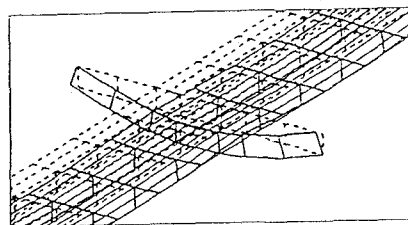


図-9

## 5. おわりに

今回は、入力データのデータベース化と図形情報の共通フォーマット化をとおして、従来独立していた「設計情報データベース」と「設計システム」及び「CADシステム」の結合を進めてきたが、これは、市販されている安価なツールが使い方とその周りの環境を工夫することにより、我々土木エンジニアにとって非常に強力な支援システムの素材となり得ることを示している。今後に残るCADとDBの結合という面からCADデータの効果的なデータベース化を進めると共に、コンピュータの専門家でない土木エンジニアの側に立ったツールの充実を考えていきたい。また、CADのプレゼンテーション機能を活かした計画段階への支援ツールなど、より広い分野への支援システム開発を進めていく計画である。

## 〔参考文献〕

- 1) 久保田、江川、桑原、井口：鉄道建設工事支援システムのパソコン化，  
第12回電算機利用に関するシンポジウム講演集
- 2) 佐々木、片山、井口：パソコンによる設計情報支援システムの開発，  
第13回電算機利用に関するシンポジウム講演集
- 2) 桑原、井口：図形をデータベースに使用する，土木技術 VOL.4 NO.1,3,5,7,9