

## 配管設計におけるコンピュータ・グラフィックスの1例

三井造船(株) システム本部 平野 哲雄

### 1. はじめに

化学プラントなどのエンジニアリングおよび製作分野で配管設計の占める比重はきわめて大きい。とくに、製作との接点になるアイソメ図作成とそれに伴う材料表あるいは工数、概算コストの算出は、人手を要する作業でもあり、従来より、コンピュータの活用がもっとも積極的に検討されてきた分野である。

これらの設計作業を合理化する一助として、従来、汎用大型コンピュータによるバッチ処理型のシステムが利用されてきたが、その効果とうらはらに、単純だが細心を要するインプット作業や、システムに必要な技術データのメンテナンスなどの新しい仕事を創出したことも否めない事実である。

三井造船では、これらの問題を解決するために、ミニコンピュータをベースにしたマン・マシン・インタラクティブな配管設計システムを開発した。

本システムは、中型のミニコンと最大4台までのリフレッシュ型グラフィックディスプレイ装置を組合わせて、操作性、応答性、経済性を重点に設計した専用の図形処理システムとなっている。そのために、ミニコンピュータのもつ主メモリーを中心とする種々の制約をできるだけ除去するとともに、図形処理特有の環境を用意する必要があった。筆者達は、マン・マシン・インタラクティブな図形処理システムに要求される機能を、ハードウェア、ソフトウェアの両面からのトレード・オフを検討し、後述するグラフィック・ディスプレイ装置と情報処理振興事業協会の委託をうけたミニコン・ベースの図形処理向ベシック・ソフトウェア GRAPH-MINIを使用して、これらの問題を解決している。

本稿では、GRAPH-MINIの概要、ハードウェアおよびこれらの上に作られているアイソメ図作成のためのアプリケーションの実例を中心に述べている。

### 2. システムの機能および構成

本システムは、64KBの容量をもつミニコンピュータに最大4台までのリフレッシュ型のグラフィック・ディスプレイ装置を接続し、同時に操作できるようになっている。通常使用されている汎用大型機によるコンピュータ・グラフィックスに比べ、むしろ早いレスポンス・タイムが得られるとともに、操作方法もきわめて簡単になるように考慮した。

#### 2.1. ベシック・ソフトウェア ( GRAPH-MINI ) の概要

本システムのベシック・ソフトウェアは、Fig. 2.1.1に示すように、プログラミング・システムと実行システムとから構成されており、これらのシステムにはミニコン・ベースの図形処理システムとして、種々の特色が具現されている。

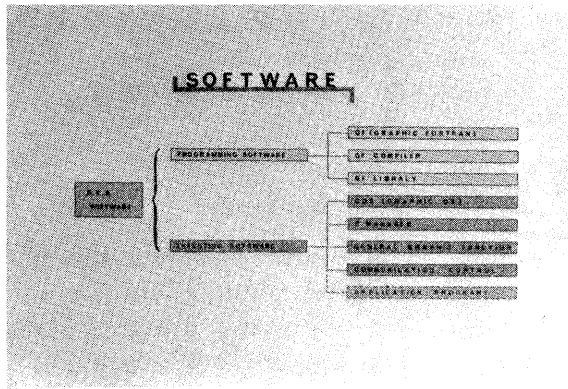


Fig. 2.1.1.

ソフトウェア体系

i) プログラミング・システム

アプリケーション・プログラムの作成は現場の実務担当者を中心にして行なわれるために、コーディングに精通していない人でも容易にロジックを書き下せるようなプログラミング・ツールが不可欠である。本システムでは、この問題を解決する手段として GF (Graphic FORTRAN) を用意している。GF を使用することにより、コーダーは FORTRAN 言語を使ってロジックを記述し、その中で自由にグラフィック・ルーチンを読み出し、実行させることができる。

GF は FORTRAN をベースにした図形処理言語であり、後述するオペレーティング・システム (GOS) の下で実行できるような属性をもたせている。

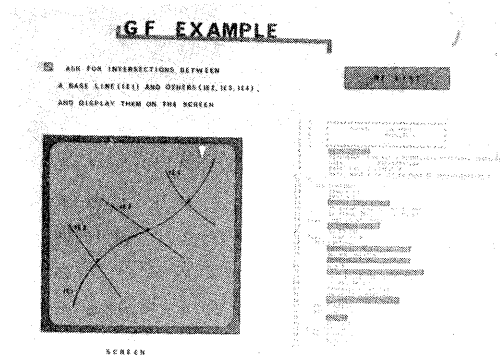


Fig. 2.1.2. Graphic FORTRAN

ii) 実行システム

Fig. 2.1.3. に示すように、実行システムは、4つのモジュール、すなわち GOS (Graphic Operating System)、G. MANAGER、GENERAL GRAPHIC FUNCTION、および回線制御プログラムから構成されている。

ホストコンピュータとの回線接続により、本システムをスタンドアロンのみならず、インテリジェント・ターミナルとして使用することも可能である。

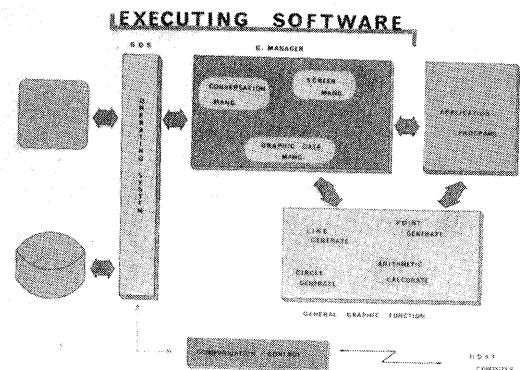


Fig. 2.1.3. 実行システム

a) G O S

ミニコンをベースにして大型機に匹敵し得る効果をあげるために次のような要求を充足する必要がある。

- ミニコンのハードウェアに起因する制約をできるだけ除去する。
- 複数のグラフィック・ディスプレイを接続して同時並行動作を可能にする。
- スタンドアロンで比較的大きなプログラムを実行できる。
- 大容量のデータが高スピードで処理できる。

以上の要求を満たす目的で、GOSには次の機能を用意した。(Fig. 2.1.4)

- 多重処理機能
- 実行プログラムの動的管理
- 作業域、入出力域の動的管理
- 回線制御機能

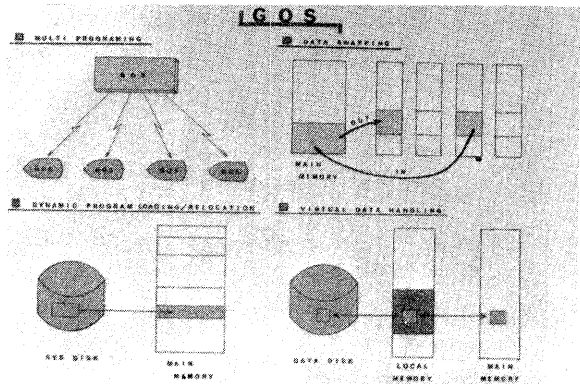


Fig. 2.1.4. GOSの諸機能

b) G. MANAGER

会話型図形処理においては、従来のバッチ処理のようにプログラムでスケジュールされたオペレーションでなく、そのつどオペレータの判断に基づいて仕事の順序を決定したり、誤りの訂正を行いながら仕事を進めてゆく必要がある。このようなインタラクティブな処理に必要な基本モジュールを、本システムでは、G. MANAGERと呼ぶ管理プログラムとしてパッケージ化している。

G. MANAGERは、その特性に応じて以下の3つのグループに分類される。(Fig. 2.1.5.)

- 図形データ管理
  - チェックポイント
  - ファイル操作 など
- 画面管理
  - 図形表示
  - 拡大、縮小
  - シザリング など
- 対話管理
  - メニュー処理
  - ライトペン、ファンクション・キーの操作 など

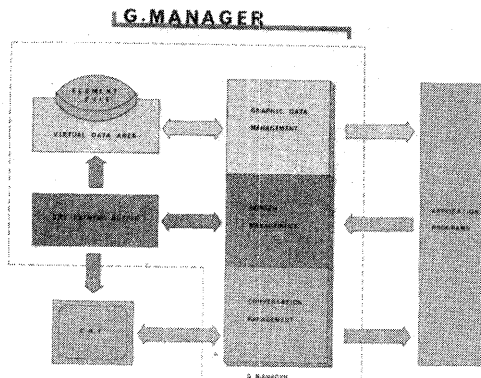


Fig. 2.1.5. G. MANAGERの機能

## 2.2 ハードウェアの概要

Fig. 2.2.1.に本システムで使用する標準的なハードウェアの構成を示した。

### i) ミニコンピュータ・システム

ミニコンピュータとして、PFU-300システム（フローティング・オプション、メモリー保護機構付）を使用しており、実装メモリーは64 KBである。

### ii) 周辺機器

システムを稼動させるために必要となる周辺機器は、磁気ディスク装置、磁気テープ装置、コンソールタイプライター各1台である。

これらの他に必要があれば、ライン・プリンタ、カード・リーダー、紙テープ装置、を任意に接続することが可能であり、磁気ディスク装置、磁気テープ装置は複数台接続できる。

### iii) グラフィック・ディスプレイ装置

本システムでは、最大4台までのリフレッシュ型グラフィック・ディスプレイ装置を接続することができる。グラフィック・ディスプレイ装置として、三井造船が開発したMACSgraph GDP MIBを使用している。

GDP MIBは、21インチのCRTを使用し、4096のアドレスビリティをそなえており、図形の2次元座標変換およびズームをハードウェアで処理することができる。操作部には、ライト・ペン、ファンクション・キー(32)のほか、3種類のホイールがあり、これを操作して図形を滑らかに移動あるいは回転させることができる。

なお、GDP MIBには、最大128 KBの読み書き可能な外部メモリーをそなえているが、本システムでは、これを利用して、本来の表示データのリフレッシュ用領域のほか、ディスクI/Oバッファ、ジョブ・スワップ領域、制御テーブル領域あるいはワーク・エリアとして各種の目的に使用している。これらは、主メモ

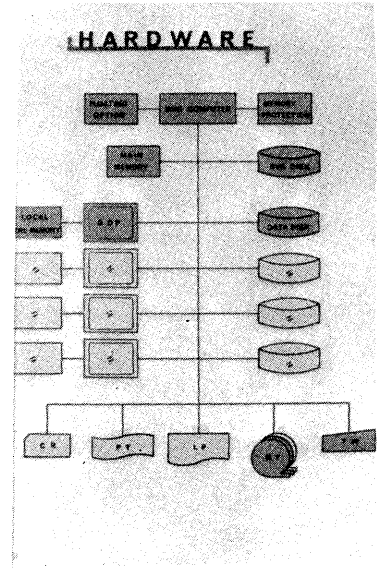


Fig. 2.2.1. ハードウェア構成

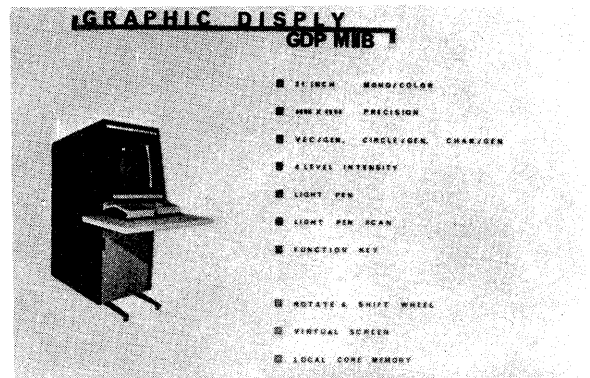


Fig. 2.2.2. グラフィック・ディスプレイ装置

リーの制約を補い、不必要なディスクI/Oを除き、システムの効率向上に大きな役割を果たしている。

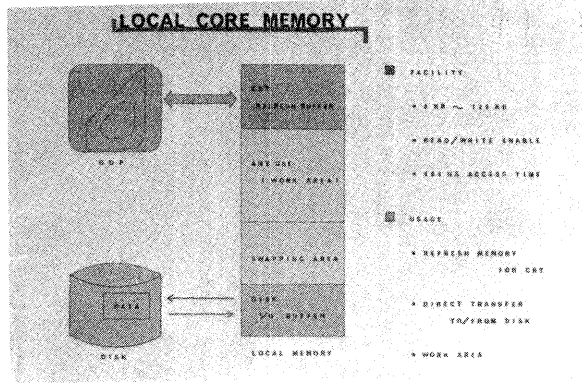


Fig. 2.2.3. 外部メモリーの使用形態

### 3. 配管設計への適用例

以下に GRAPH-MINI を使用し三井造船で開発した配管設計システムについて紹介する。この配管設計システムのねらいは、配管図からアイソメ図を作成する過程をシステム化し、同時に、材料および作業工数の集計、材料発注表、概略コスト算出を自動的に処理することによって、配管設計に関連する一連の作業を合理化することにある。

従来、このような作業については大型コンピュータによるバッチ処理型のシステムを採用していたが、ここ数年の間に、設計変更等に伴う見直し作業の増大および蓄積された既存情報との不一致点が数多く見られるようになった。また、設計者がアイソメ図作成のためにデータ・シートにコーディングするという、以前までの設計作業とは全く異質な作業形態に由来する弊害も顕在化するに至った。

これらの問題点を解決する目的をもって開発したのが、会話型図形処理モードによる本配管設計システムである。

以下に、本システムのアプリケーション・ソフトウェアの機能およびオペレーションの概略手順を実例に沿って述べたい。

#### 3.1. アプリケーション・ソフトウェアの概要

##### i) 主形状の生成

設計者はまず、配管図をもとに点と線との連なりで、これから作成しようとするアイソメ図の概略図(これを主形状と呼ぶ)を作成する。ここで線分はパイプを意味し、点は方向の異なるパイプを連結する部品(ティーあるいはエルボなど)を示す。この段階では、設計者は任意の方向にパイプを設置しながらアイソメ図の全体像を描くことができる。

##### ii) 部品の設置

i) で作成した主形状をもとに、必要な箇所に各部品を設置する。ここで設計

者は、設置箇所と設置する部品をメニュー選択するだけで部品の詳細情報はファイルからシステムが自動的に索引する。ファイルに定義されていない部品の場合は順次オペレーターに入力を要請するようになっている。設置した部品の修正・削除・置換も同様に操作することができ、また部品設置に伴うパイプ長の増減は全て自動的に処理される。

### iii) アイソメ図の作成

i)、ii) で作成された主形状に対して、必要な寸法およびコメントなどを付加してアイソメ図を完成させる。各部品の寸法はii)の部品の設置でファイルから索引されているために、ここでは各々のパイプの寸法を入力するだけで済むようになっている。コメントは、最小のメニュー入力で済むようにボタン化されているなど、入力操作は簡便化されている。

### iv) アイソメ図作成に伴う自動処理

i) から iii) までの一連の処理でアイソメ図が完成されるが、これらの処理の中には、あるルールさえ定義すればオペレータの手を煩わせずに自動処理できるものが少くない。現在、本システムで採用している自動処理には、以下のものが含まれている。

- 特定部品の自動設置
- 隠れ線の自動処理
- 端末形状の自動表示
- CUTTING-LENGTH でのパイプの自動切断
- アイソメ図の密度による画面の自動修正

### v) チェックおよび修正

本システムでは、メニュー入力されたデータは、すべてチェックあるいは修正することが可能である。すなわち、各部品の詳細データ、寸法、コメントなどは常に表示することが可能であり、修正、削除、追加を容易に行うことができる。

### iv) ファイル構成

本システムには各種のファイルを用意しているが、次の3種類のファイルが代表的なものである。

- SCREEN-FILE: 作成したアイソメ図を収納する。
- ITEM-FILE : 各部品の詳細データ・ファイル。
- BATCH-FILE : プロジェクトごとにアイソメ図を管理し蓄積する。

### 3.2 操作手順の概要

本システムでは、グラフィック・ディスプレイを使用したマン・マシン・インタラクティブな配管設計（アイソメ図作成）を可能にしているが、以下にその操作手順の概要を、実例をもとに説明する。

#### i) プロジェクト名などの定義

最初に、データ生成の前処理として、プロジェクト名、セクション名、スクリーン名およびデフォルトの配管クラス、配管の径を定義する。（Photo 3.2.1）

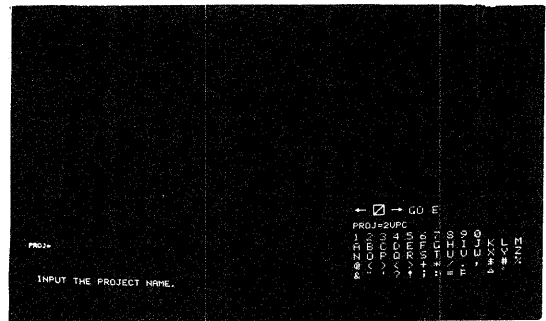


Photo 3.2.1.

#### ii) ライン形状の生成

アイソメ図作成の初期段階として、パイプラインの概略主形状を画面上に生成する。Photo 3.2.2はその途中経過を示し、図の右下にその入力メニューの例を示している。

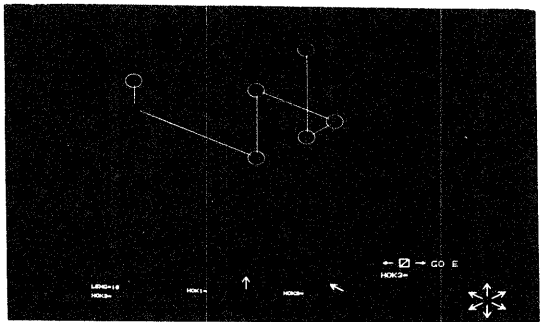


Photo 3.2.2.

Photo 3.2.3は主形状の入力が完了した時点での画面の状態を表わしている。斜め配管（スキュー配管）の部分はスキューボックスが薄く表示されている。（画面右上）

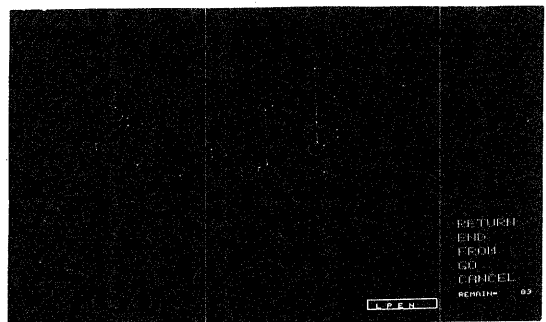


Photo 3.2.3.

### iii) ティーあるいはエルボの自動設置

生成された主形状のコーナー部分にエルボを、分岐部分にはティを挿入する。(Photo 3.2.4)

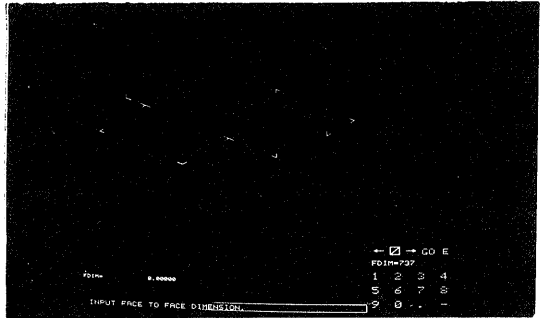


Photo 3.2.4.

### iv) 部品の設置

パイプの中間部分及び端末部分をライトペンで指示し、そこに各種の配管部品を挿入する。(Photo 3.2.5) 各部品の寸法や端末形状(溶接タイプ、フランジタイプなど)の情報も同時に入力する。

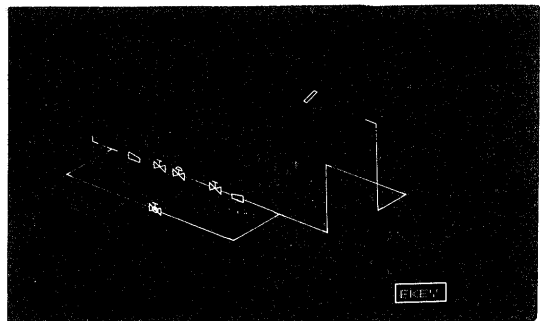


Photo 3.2.5.

### v) 付属部品の自動設置

部品設置で設置された部品の付属部品(ガスケット、フランジなど)を自動的に生成する。(Photo 3.2.6.)

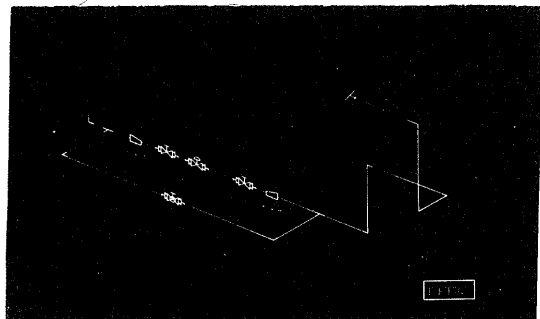


Photo 3.2.6.

### vi) デイメンジョンの入力

生成されたアイソメ図に実寸データを入力し表示する。デイメンジョン表示は入力完了後、画面より消去する。(Photo 3.2.7.) 実寸データの入力完了部分については画面上の輝度を上げる。

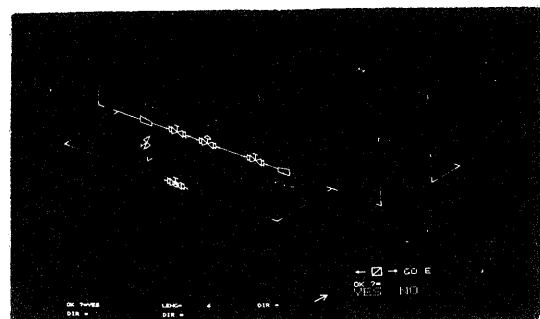


Photo 3.2.7.



vii) コメントの表示

ディメンジョン入力後、各種のコメントをアイソメ図に付加する。

Photo 3.2.8. は流体の流れ方向を矢印で表示した例である。

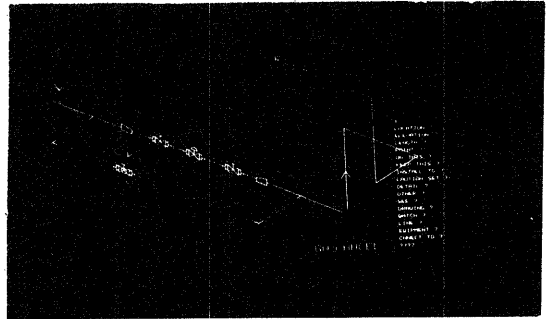


Photo 3.2.8.

Photo 3.2.9. はパイプの配管高さを示すエレベーションを表示した例である。(画面右下)コメントにはその他、一般コメント(フリー入力)、配管クラス変更点表示、配管径変更点表示など各種のコメントが用意されている。

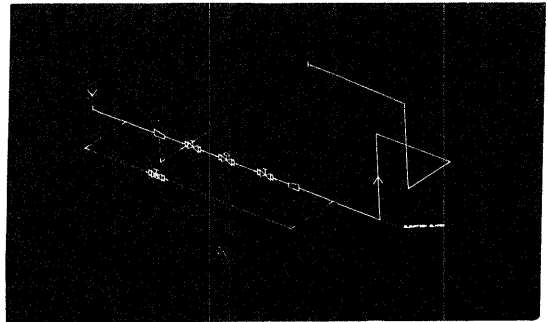


Photo 3.2.9.

viii) ファイリング

完成したアイソメ図をファイルに登録しアイソメ図の作成を終了する。

4. おわりに

本システムの開発にあたって、我々はいくつかの会話型システムを検討した。一般的に、図形処理を中心とする科学技術計算を対象にしたマン・マシン・インタラクティブなコンピュータ・システムに要求される機能として、

- i) FORTRANなどのすでに普及した言語で使用できる。
- ii) 応答時間が短い。
- iii) オペレーションが簡単である。
- iv) アプリケーション・プログラムはかなり複雑なものでも処理できる。
- v) 可変長のダイレクト・アクセスが可能なファイル機能をそなえている。
- vi) マルチ・ジョブが可能である。
- vii) 投資に見合う効果を期待できる。

などが考えられる。

これらの条件を満たし、かつ、本来設計者がそなえている経験的要素の多いエンジニアリング・センスを十分にひきだすための一手段として、本システムが開発された。実際に使用した結果は、従来の汎用大型機によるバッチ処理型のシステムに比較して、作業性、能率、経済性とも、現時点ではかなりよい結果が得られている。

最後に、本システムの開発にあたり、多大の御援助と御教示をいただいた三井造船の関係各位に謝意を表す。