

総合プラント配管設計システム“HICAD/PIPE”

Plant Piping CAD System “HICAD/PIPE”

配管設計作業で、フロー図の作成から3次元配管レイアウト図、スプール図の作成及び物量集計に至る一連の作業を支援する総合配管設計CADシステムを開発した。本CADシステムは、2次元のフロー図作成システム及び3次元の配管レイアウトシステムを中心に、応力解析、スプール図作成、物量集計などのサブシステムから構成されている。各サブシステムは、一元化されたデータベースの上に、一貫して作業できるシステムとなっており、プラントの計画・設計の効率向上を図ることができる。

藤井宏康* Hiroyasu Fujii
村岡 肇* Hajime Muraoka
坂野辰男** Tatsuo Sakano
松金洋成*** Hiroshige Matsukane
太田吉美**** Yoshimi Ôta

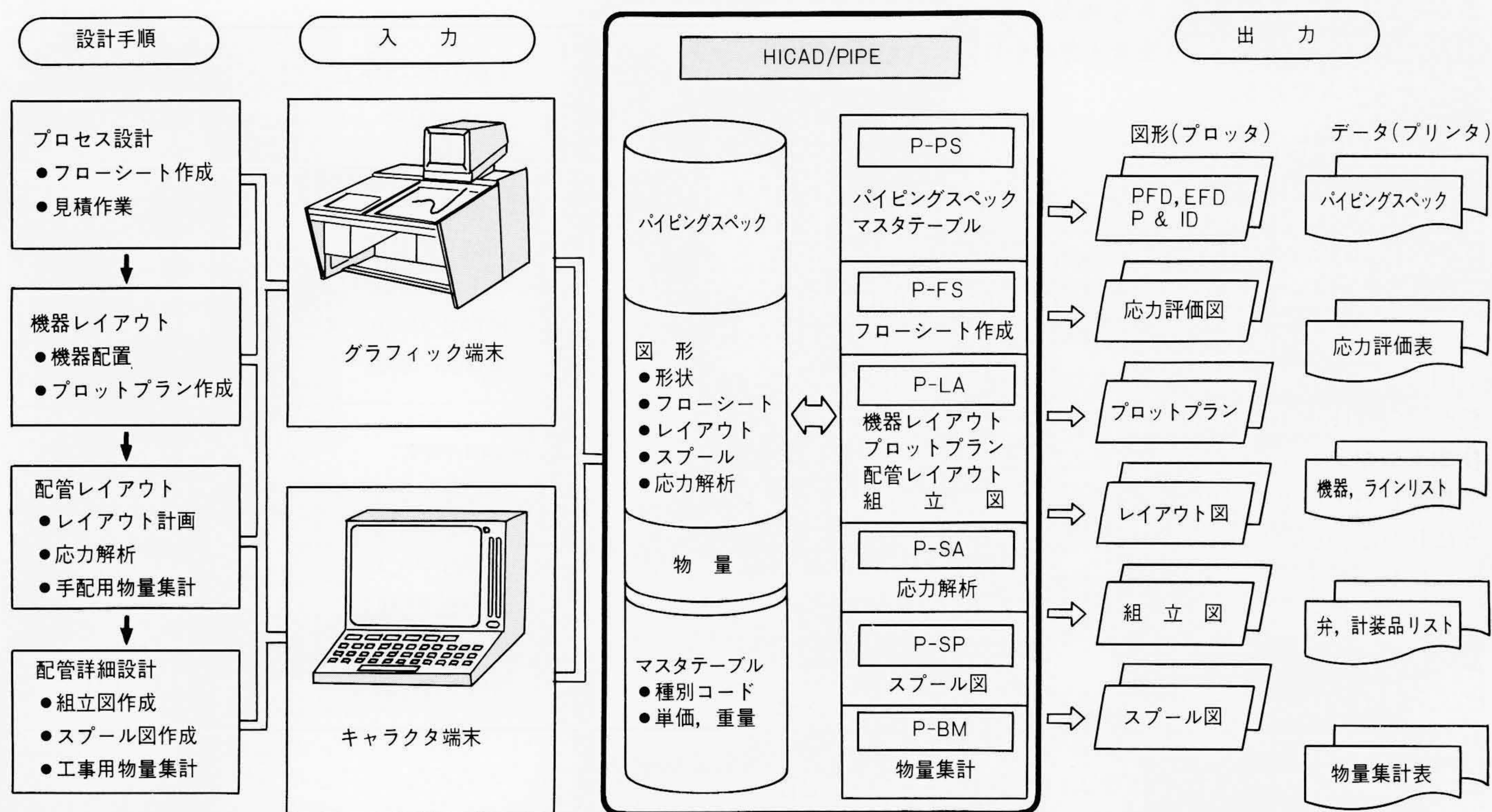
1 緒 言

発電プラントや化学プラントをはじめとし、ガス、水、空気などの流体を扱うプラントには、大小様々の配管が使用されている。このようなプラント配管の設計では、図1の「設計手順」に示すような作業が行われるが、プラントの大形化、複雑化に伴って、設計作業の量は膨大なものになっている。そのため、コンピュータの支援を受けるCAD(Computer Aided

Design)システムが早くから開発されてきた。

日立製作所でも、フロー図CADシステム、3次元配管レイアウトCADシステム、配管応力解析システム、スプール図CADシステムなどを次々に開発し、使用してきた^{1),2)}。

これらの各CADシステムは、入力データとして同じものが必要であったり、あるシステムの入力データが他のシステム



注: 略語説明 P-PS(パイピングスペックサブシステム), P-FS(フローシートサブシステム), P-LA(レイアウトサブシステム), P-SA(応力解析サブシステム), P-SP(スプール図サブシステム), P-BM(材料集計サブシステム), PFD(Process Flow Diagram), EFD(Engineering Flow Diagram), P & ID(Pipe and Instrument Diagram)

図1 HICAD/PIPEの概要 HICAD/PIPEは、6個のサブシステムで構成されている。各サブシステムは、共通のデータベースの上で一貫作業ができる。

* 日立製作所システム事業部 ** 日立製作所日立工場 *** 日立製作所笠戸工場 **** 日立製作所日立研究所

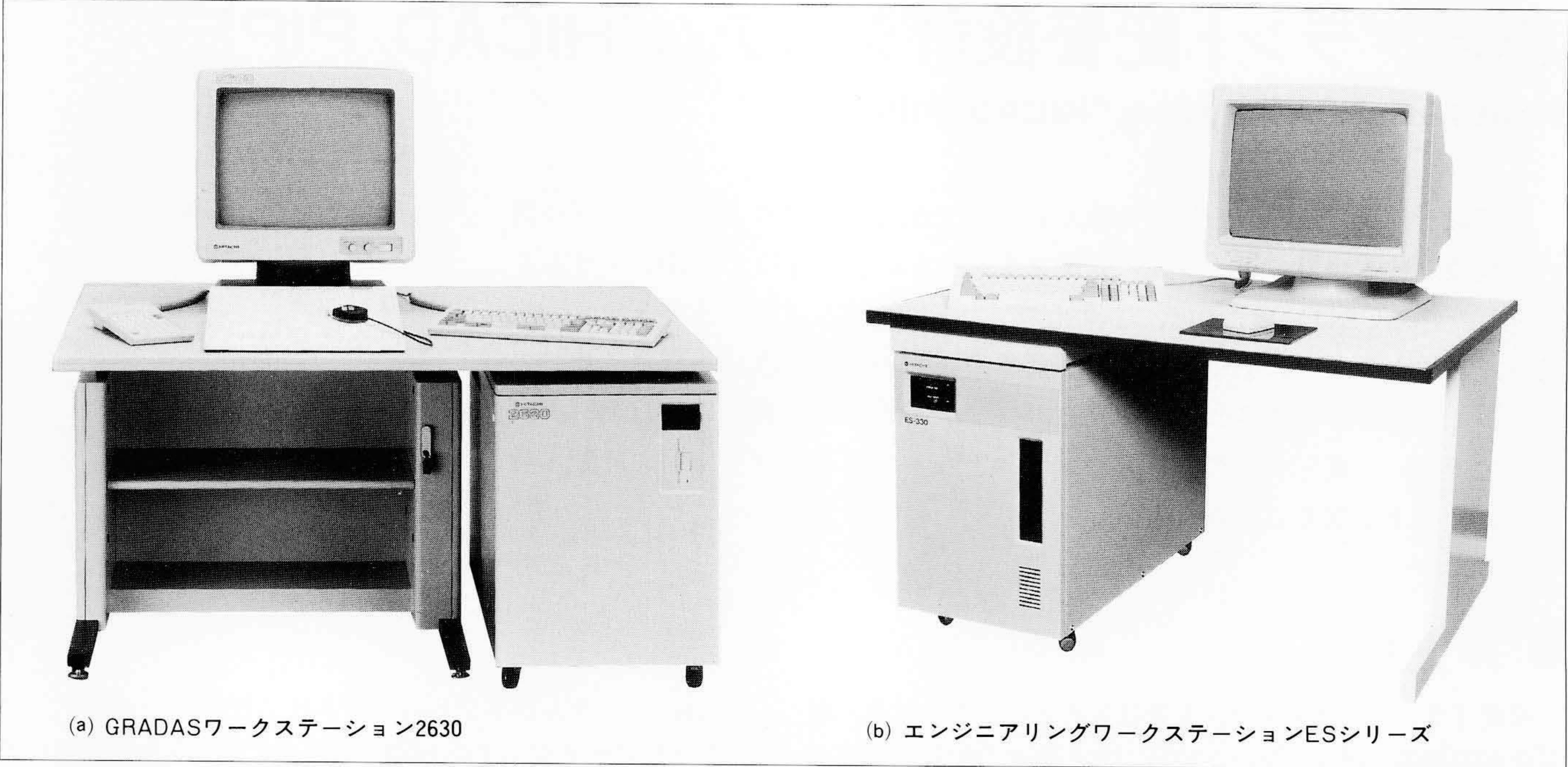


図2 HICAD/PIPEの稼動機種 HICAD/PIPEはGRADASシステムで利用できるほか、エンジニアリングワークステーションESシリーズでも利用できる。

の入力データになるなど、相互に密接な関連がある。したがって、全部のシステムを一貫して作業できるようにすれば、設計効率向上面でより大きな効果を得ることができる。HICAD/PIPEは、このような考え方の上に作られた総合配管CADシステムである。

2 HICAD/PIPEの概要

HICAD/PIPEの概要を図1に示す。配管設計には、フロー図——PFD(Process Flow Diagram), EFD(Engineering Flow Diagram), P & ID(Pipe and Instrument Diagram)など——の作成から始まって、プロットプランや配管レイアウト図、スプール図の作成、及び応力解析、物量集計などの作業がある。HICAD/PIPEは、6個のサブシステムでこれらの作業を分担するが、各サブシステムは、上流のサブシステムで作成したデータを利用して、作業を連続的に進められるようにした総合的な配管設計CADシステムである。

- (1) P-PS(パイピングスペックサブシステム)：配管部品や配管材料の仕様及びパイピングスペックを登録するサブシステムである。
- (2) P-FS(フロシートサブシステム)：プラント全体及び各セクションごとのフロー図を作成するサブシステムである。
- (3) P-LA(レイアウトサブシステム)：機器レイアウトや配管レイアウト及びプラント全体のレイアウトを計画する3次元機能を持つシステムで、本総合配管CADシステムの中核のサブシステムである。
- (4) P-SA(応力解析サブシステム)：P-LAで作成した各種配管の応力解析を行うサブシステムである。
- (5) P-SP(スプール図サブシステム)：P-LAで計画した各種配管のスプール図を作成するサブシステムである。
- (6) P-BM(材料集計サブシステム)：P-FSやP-LAで作成し

表1 HICAD/PIPEの稼動機種 GRADAS及びエンジニアリングワークステーションで稼動する。ESシリーズ用はES/PIPEという名称になっている。

機 種	大形CADシステム GRADAS	エンジニアリング ワークステーション ESシリーズ
ハードウェア	ワークステーション 2630	ES-310
	ホストコンピュータ HITAC Mシリーズ 又はDS-1000X	ES-330 ES-330L
ソフトウェア	HICAD/PIPE HICAD/P-PS HICAD/P-FS HICAD/P-LA HICAD/P-SA HICAD/P-SP HICAD/P-BM	ES/PIPE ES/P-PS ES/P-FS ES/P-LA ES/P-SA ES/P-SP ES/P-BM

た図面の中に使用されている配管部品や配管材料の物量集計を行うサブシステムである。

これらの各サブシステムは、先に述べたように総合CADシステムとして使用するほか、それぞれ単独のシステムとしても使用できるように、実務的な工夫がしてある。

HICAD/PIPEは、日立製作所の大形CADシステム“GRADAS”のほか、エンジニアリングワークステーション「ESシリーズ」でも使用できる(図2, 表1)。

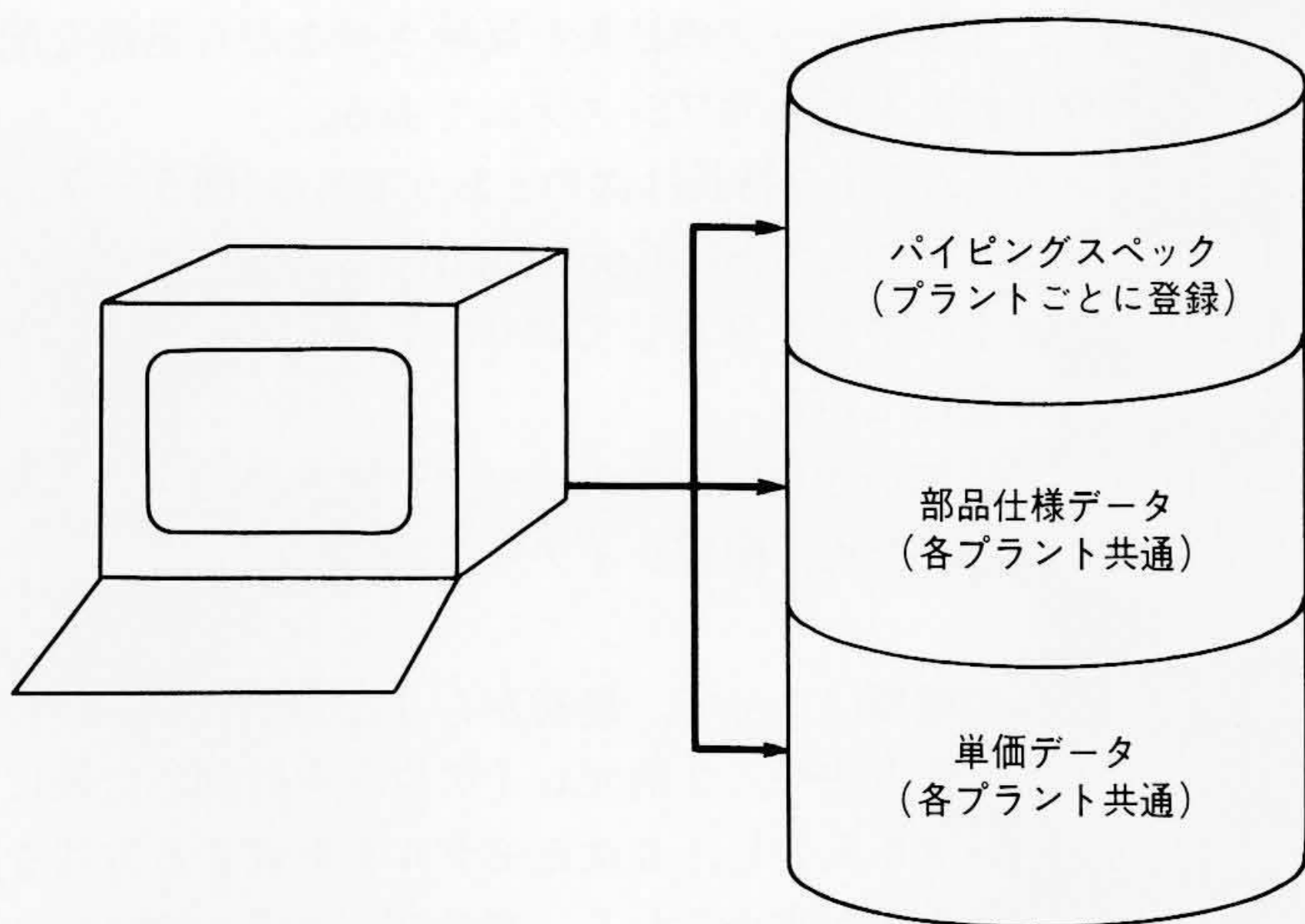


図3 P-PS(パイピングスペックサブシステム)の機能 配管や部品に関する仕様を登録しておき、以後の作業で参照する。

3 HICAD/PIPEの各サブシステムの機能

3.1 P-PS

P-PSサブシステムには三つの機能がある(図3)。

第一の機能はパイピングスペックを登録する。パイピングスペックはプラント内の各場所での温度、圧力、内部流体などの条件に対応して、どのような仕様の部品や材料を使用するかということを幾つかのクラスに分類し(これを配管クラスと呼ぶ。)、部品や材料の仕様基準を定めるものである。パイ

ピングスペックはプラントごとに設定登録を行い、以後P-FS、P-LAの作業では配管クラスを指定することによって配管部品や配管材料の詳細な仕様を入力する必要がないようにしてある。

第二と第三の機能は、プラントで使用する配管用の部品・材料の仕様や単価をマスタファイルに登録する。これらのデータはP-BMで材料リストを作成するときに参照する。

3.2 P-FS

P-FSはPFDやEFD、P & ID、配管計装線図などの、いわゆるフロー図の作成を効率よく行うためのサブシステムである。フロー図の一例を図4に示す。

P-FSの主な機能と特長は次のとおりである。

- (1) 作成した図面は製番コードによって納め先別に登録・管理する(全サブシステムに共通)。
- (2) フロー図作成に便利なコマンドを多数用意している。例えば、グリッド機能、シンボルの縦・横そろえや等間隔配置、接続線の水平・垂直自動修正など。
- (3) 標準機器や標準図、熟語などはライブラリに登録し、自由に呼び出して配置することができる。
- (4) 装置、機器、配管には名称と属性を付けることができる。属性は材料リスト作成の際のキーとすることができる。
- (5) シンボルコードや名称、属性などはユーザーインタフェースを介して取り出すことができる。

3.3 P-LA³⁾

P-LAは、建屋、機器、配管部品及び配管を3次元空間に配

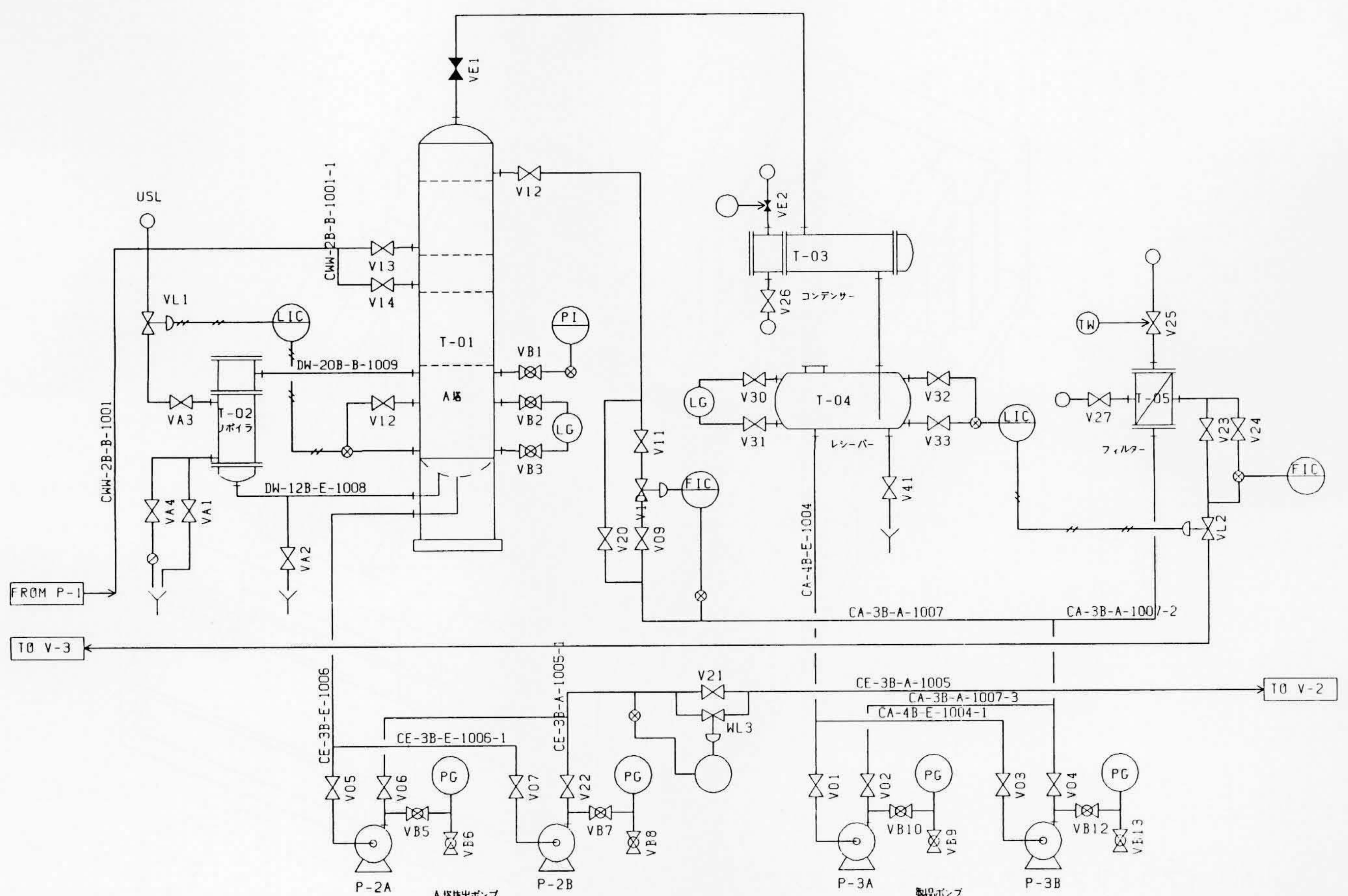


図4 P-FS(フローシートサブシステム)で作成したフロー図の例 EFDの一例を示す。

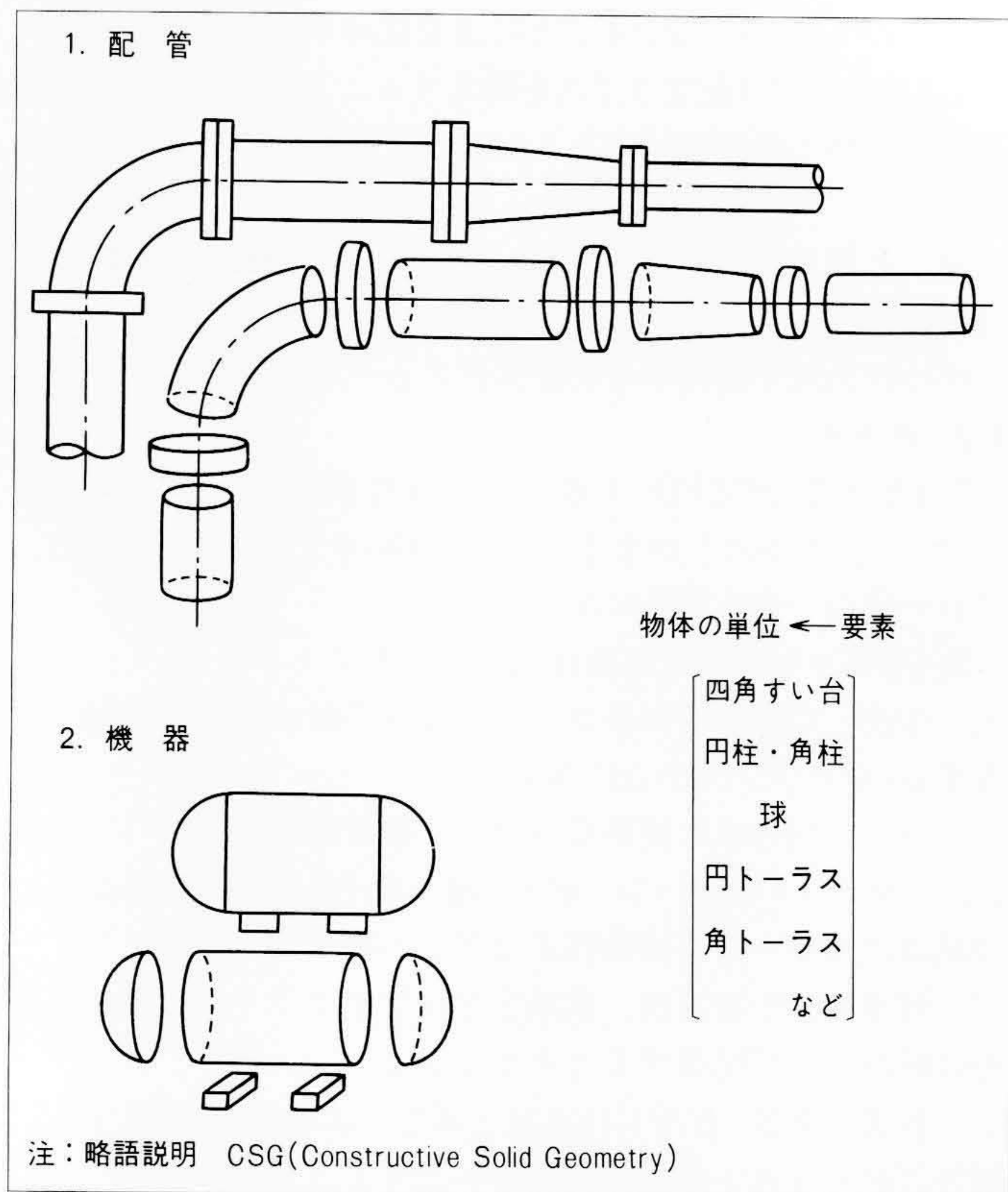


図5 P-LA(レイアウトサブシステム)で使用している基本図形
3次元モデルは、CSG形式のソリッドモデルを採用している。

置・接続し、干渉チェックの結果を反映させながら迅速な配管レイアウト設計を行うサブシステムである。

本サブシステムの主な特長は次のとおりである(図5～7)。

- (1) 3次元モデルには、CSG(Constructive Solid Geometry)形式のソリッドモデルを採用しており、データがコンパクトで、応答性に優れている。
- (2) 配管設計に欠かせない干渉チェックや隠れ線処理が対話形式で実行できるため、配管レイアウト設計の時間が短縮できる。
- (3) プラントの種類によって、最初から3次元レイアウトのデータを入力する方法や、2次元レイアウトを計画した後に高さ方向のデータを入力し、3次元モデルを形成する方法など、多様な入力手段が求められる。本サブシステムでは、このようないろいろな入力方法を備えている。
- (4) 3次元モデルと2次元図面との間で食い違いを生じないように、相互のデータ間は完全同期化してある。したがって、モデルを修正すれば関連図面も連動して修正され、逆に図面を修正すればモデルも修正される。
- (5) P-FSで入力した部品や配管の配置漏れがないようにP-FSとP-LAとの間でチェックを行う機能を持っている。
- (6) P-LAのデータは、次のP-SAやP-SP、P-BMで利用できる。
- (7) P-LAの中の材料情報は、ユーザーインタフェースを介して取り出すことができる。

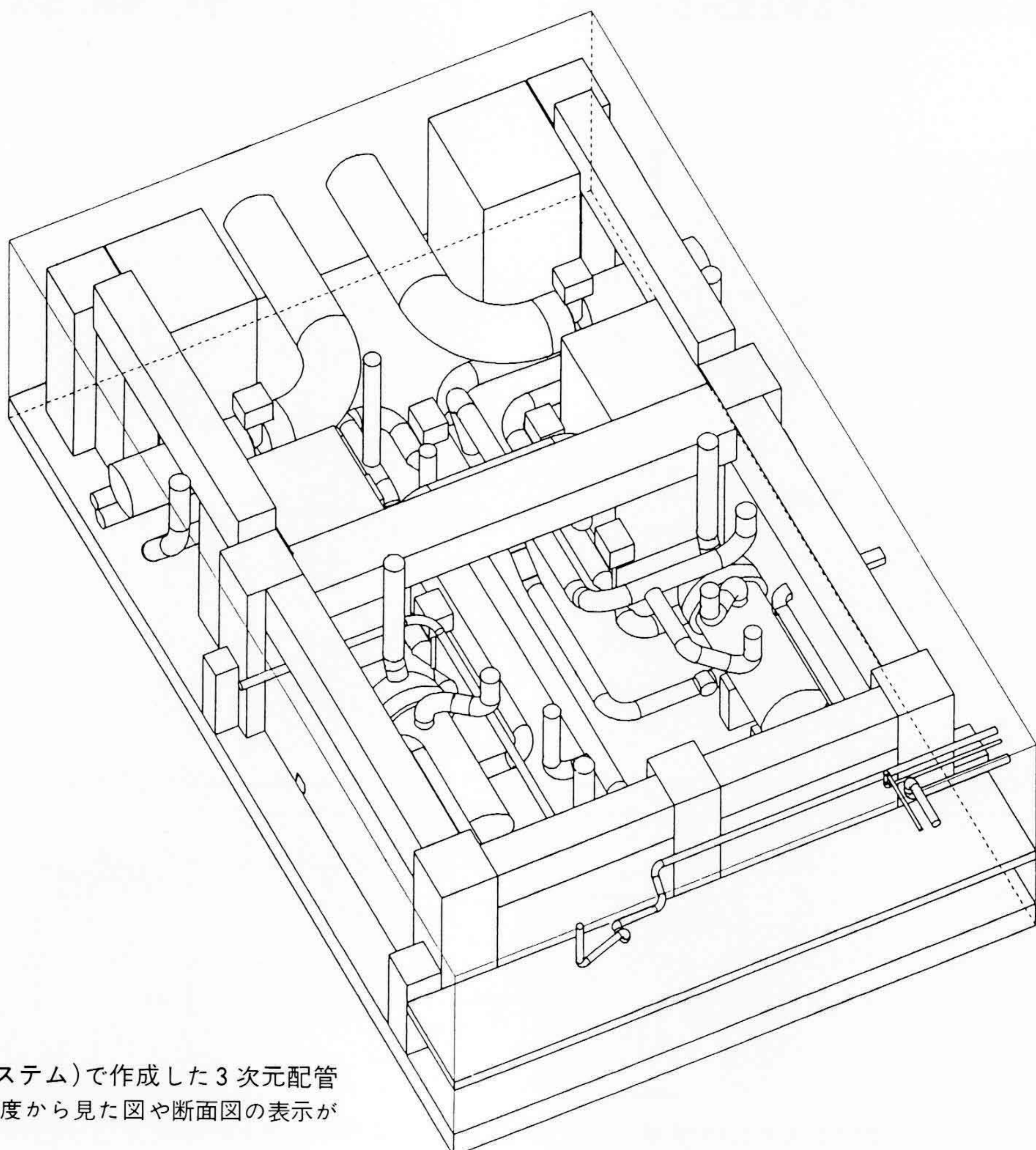


図6 P-LA(レイアウトサブシステム)で作成した3次元配管レイアウトの例
いろいろな角度から見た図や断面図の表示ができるので、検討に便利である。

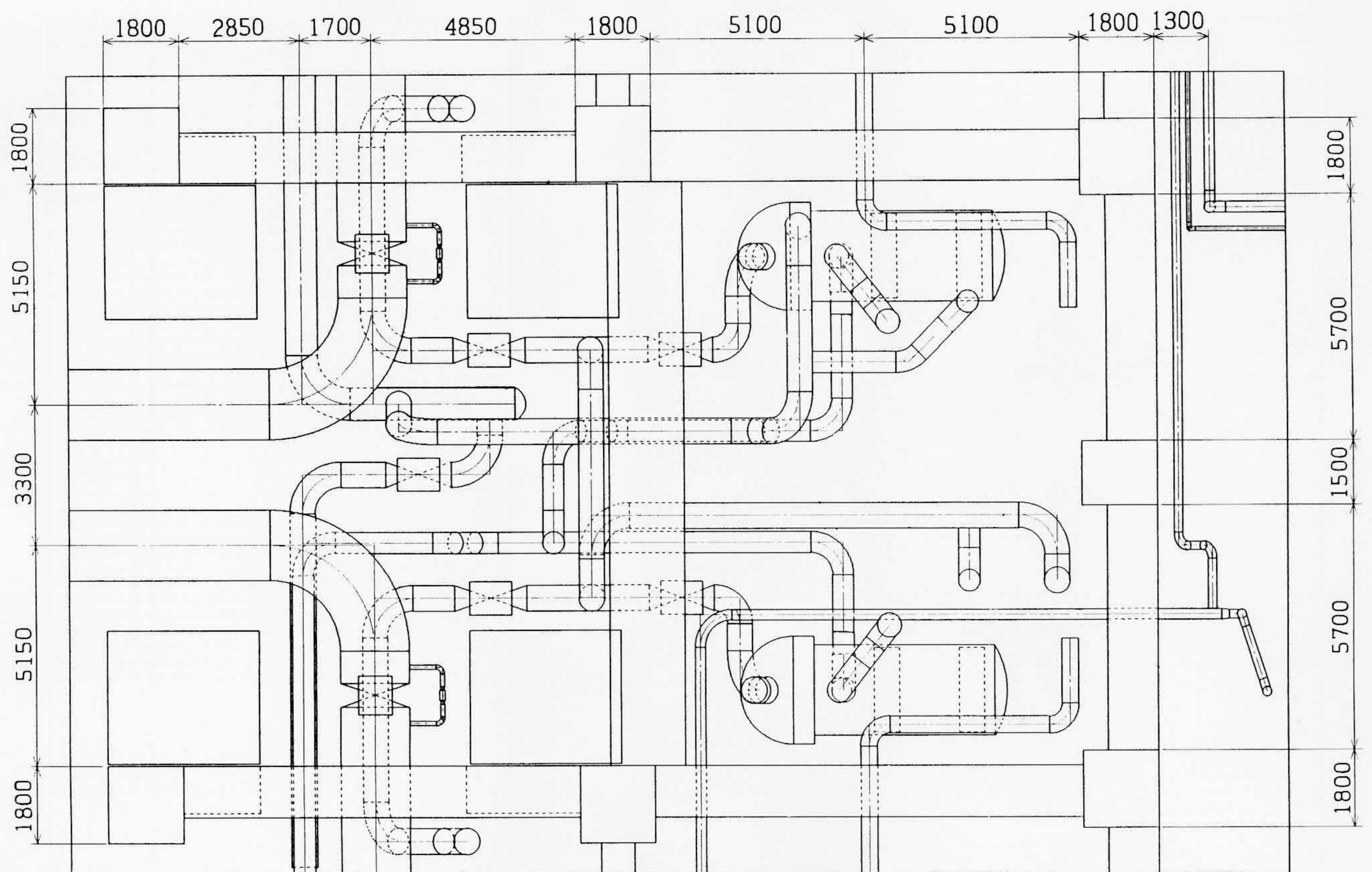


図7 P-LA(レイアウトサブシステム)で作成した配管計画図の例 隠線処理を行って、隠れた部分は点線で表示してある。

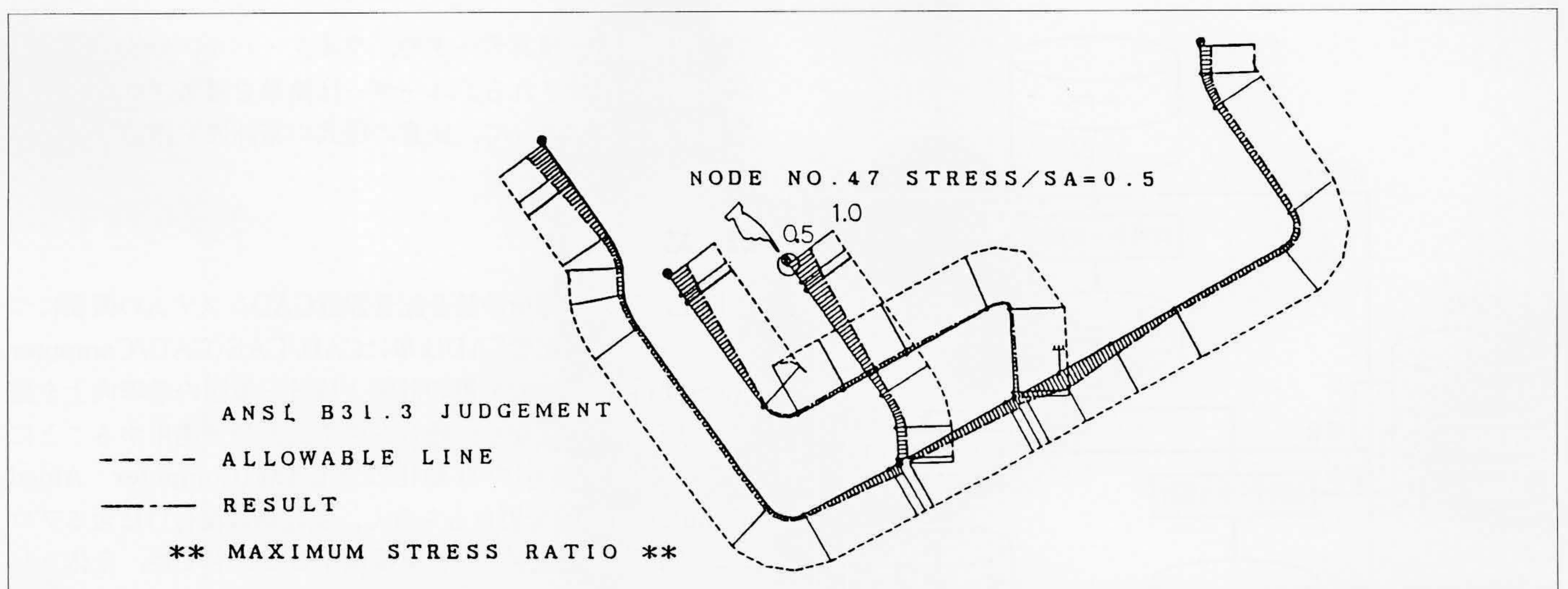


図8 P-SA(応力解析サブシステム)による応力評価図の例 ANSI規格による評価基準が点線で表示され、かつ最大応力の位置も示される。

3.4 P-SA

P-SAは配管応力解析用のプリ・ポストプロセッサである。配管ルートへのデータはP-LAで作成した3次元データを利用し、荷重や支持条件を対話で付加して応力計算に必要なデータを作成する。

応力解析プログラムは熱応力や振動を含む解析ができる。解析結果はANSI(米国国家規格協会)規格による応力評価を自動的に行って図8に示すような見やすい評価図を作成する。

3.5 P-SP

P-SPはP-LAから各配管を取り出して図9に示すようなス

プール図を作成するサブシステムである。

P-LAの持っている3次元データや部品情報は、P-SPに自動的に取り込まれてアイソメ表示される。アイソメ表示の角度は任意に変更することができる。溶接位置や品番は対話で指示し、部品欄は自動展開される。

3.6 P-BM

P-BMはP-FSやP-LAで作成された図面から情報を取り出して、材料集計表や積算表を作成するサブシステムである。図10に示すように、P-FSやP-LAで使用した部品や配管を、P-PSで登録してある部品仕様データや単価データと照合し

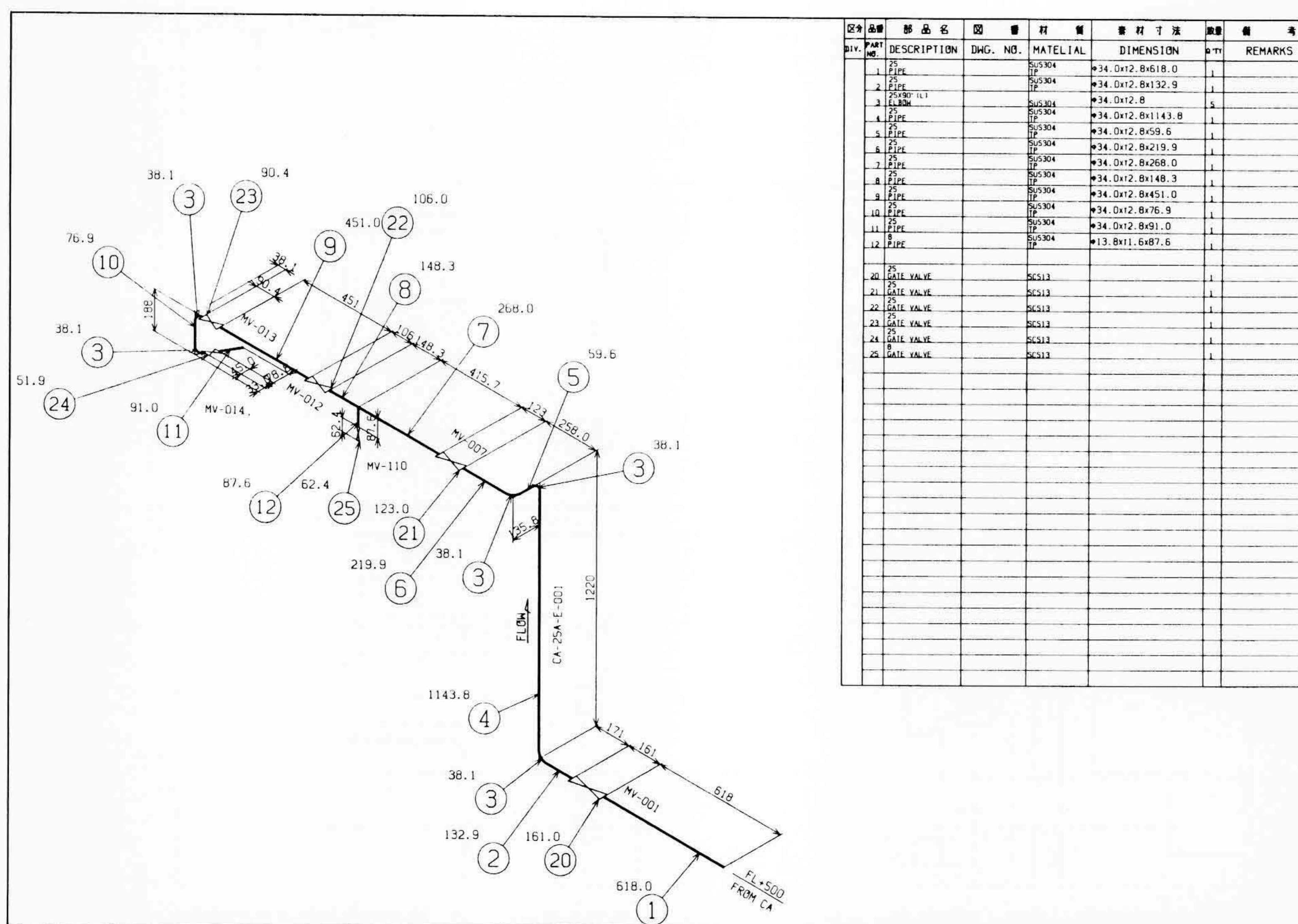


図9 P-SP(スプール図サブシステム)によるスプール図の例
れる。

溶接位置や品番を対話で指示すれば、部品欄は自動的に作ら

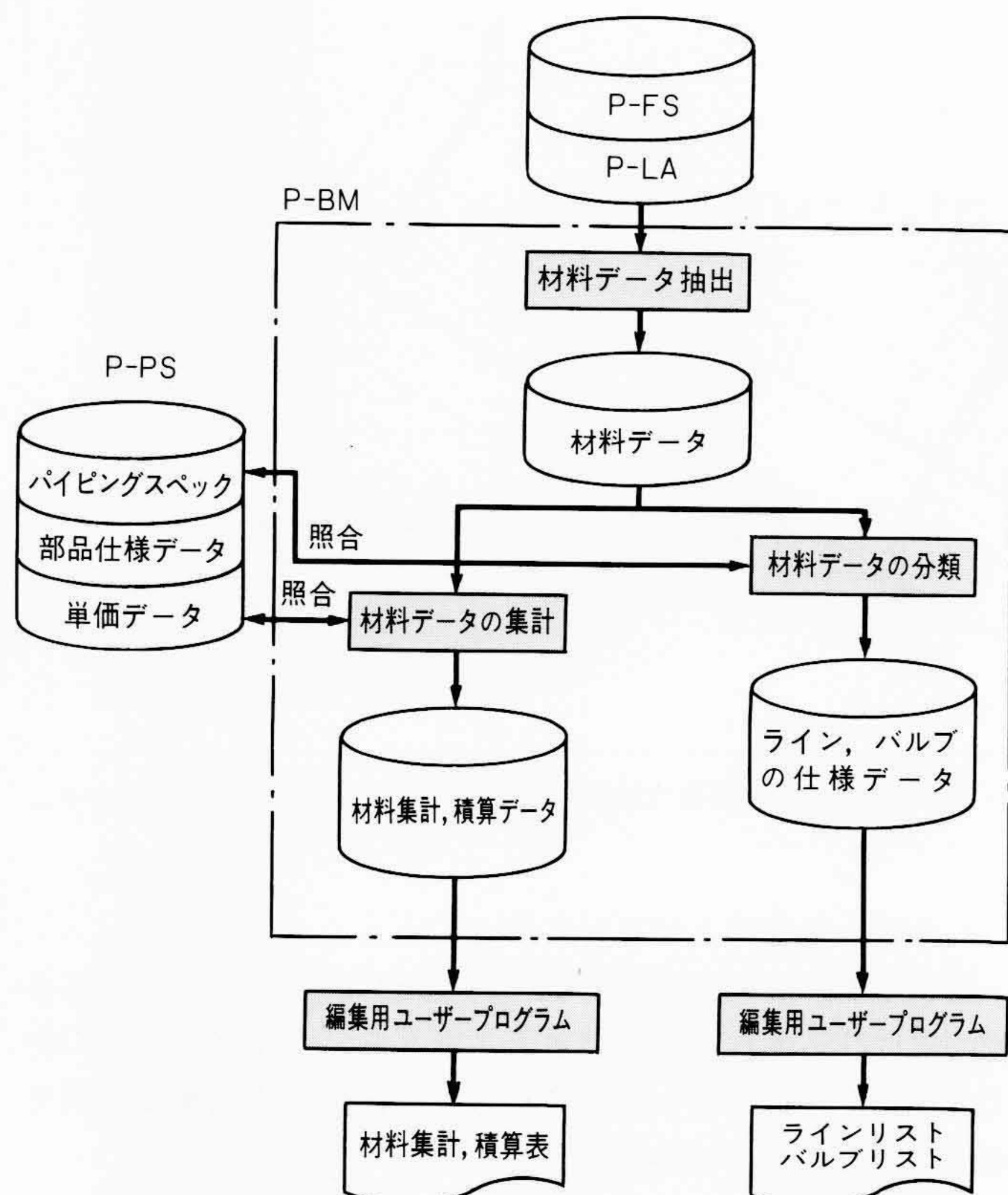


図10 P-BM(材料集計サブシステム)の機能
配管部品や材料の仕様データ及び集計・積算データが自動的に作成され、簡単なユーザープログラムで取り出せる。

て、材料集計・積算データや、ライン・バルブの仕様データが自動的に作成される。ユーザーは簡単な編集プログラムを用意することによって、任意の様式の集計表を作成することができる。

4 結 言

以上、日立製作所の総合配管設計CADシステムの概要について紹介した。配管CADは単にCAD/CAE(CAD/Computer Aided Engineering)分野の計画・設計・製図の効率向上を図るだけのものではなく、総合システムとして運用することによって、配管製作の自動化などCAM(Computer Aided Manufacturing)分野はもちろん、受注から据付けに至るプロジェクト管理の基本データを提供することもでき、全体として高効率な設計・生産を実現することができる。

総合配管CADシステムは3次元システムを含むため、大形コンピュータを必要とすることが普及を妨げていたが、小形・高性能のエンジニアリングワークステーションの出現によって手軽に利用できるようになったので、今後急速に利用が拡大するものと確信している。

参考文献

- 1) 角田, 外: 原子力発電プラントの配置・配管設計システムの改良, 日立評論, 62, 9, 679~684(昭55-9)
- 2) 好永, 外: 3次元プラントレイアウト計画CADシステム, 日立評論, 68, 4, 325~330(昭61-4)
- 3) 大田, 外: 配管レイアウトシステムの開発, 日本機械学会論文集(C編), 52巻, 474号(昭61-2)