

産業機械工場におけるCAD/CAMシステムの適用

CAD/CAM System Application to Industrial Machinery Shop

産業機械工場の製品は多種・少量生産が主流であり、取り扱う図面及び技術情報量が多い。一方、産業機械は性能向上、信頼性向上など顧客のニーズが多様化している。このようなニーズに対応するには設計、製造部門の効率向上が特に重要である。これら効率向上策の一環として、設計及び製造部門の自動化、すなわちCAD/CAMが強く要請されている。この要請にこたえるため、日立製作所で開発した図形処理システム“HITAC G-730”が各方面に導入され、部品図、計画図、構造図などの作成期間の大幅な短縮により、見積期間及び生産設計の期間短縮が可能となった。またNCテープ作成期間も大幅に短縮された。本論文では、産業機械工場での本システムの適用事例について紹介する。

高西忠司* *Tadashi Takanishi*高松甚造* *Jinzô Takamatsu*菊地敏夫* *Toshio Kikuchi*吉川慶彦* *Yoshihiko Yoshikawa*

1 緒 言

産業機械工場は多種・少量の受注生産の比率が高く、大部分が受注後設計、製造を行なっている。近年、技術革新のテンポは速く、性能向上、信頼性向上の要求も強く、顧客の製品に対するニーズも多様化している。このような時代の要請に対応するには設計、製造部門の効率向上策による設計、製造能力の強化が特に重要である。この効率向上の一環として設計、製造部門の自動化が強く望まれている。特に機能設計、生産設計などは業務が複雑で多岐にわたり、取り扱う図面、情報量が多く、自動化への期待は極めて大きい。この期待にこたえるため、最近、CAD/CAM(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)¹⁾システムが導入され大きな効果を発揮しつつある。

以下本論文は、分散図形処理システム“HITAC G-730”(以下、G-730と略す。)を用いたCAD/CAM適用事例としてポンプ製造上でのCAD/CAMシステム、フローシートの編集設計及び対話形NC(数値制御)テープ作成システムについて述べる。

2 CAD/CAMシステム

多様化する顧客のニーズや技術革新の速いテンポに対応するためには、CAD/CAMシステムがフレキシビリティをもち、かつ適用範囲の拡大を迅速、容易に行なうことができる機能をもつことが必要である。これには人間の判断力、創造力及び直感力とコンピュータのもつ高速かつ正確な処理とをうまく組み合わせたシステムであることが要求されよう。すなわち、人間とコンピュータが対話をしながら作業を進めるもので、グラフ化、図面化された処理結果がグラフィックディスプレイ上に表示され、処理結果に対して即座に判断が下せるため、ターンアラウンドタイム(入力データの作成から最終結果が得られるまでの時間)を大幅に短縮することが可能となる。また図形の作成、登録及び検索が容易に行なえ、設計と製造部門を直接計算機データで結びつけられるので、情報の一元化を図ることができる。

することができる。CADの範囲は開発設計、見積、機能設計及び生産設計であり、CAMの範囲は工程設計、作業設計、治工具準備及び製造であると考えている。CAD/CAMシステムでは、データベースを多角的に利用しながらこれらの作業が進められる。

3 ハードウェア/ソフトウェア構成

ここで日立製作所によるCAD/CAMシステムのハードウェア/ソフトウェア構成を図2に示す。上位の日立大形コンピュータHITAC M-170(以下、M-170と略す。)に通信回線でG-730が接続されている。G-730は、ミニコンピュータを中心とした図形処理システムで、ローカルにデータベースをもっている。また、高度な図形処理ソフトウェアとユーザープログラムが組み込まれており、G-730単独で使用されるほか、M-170と適切な負荷分担を行ないながら使用されている。

4 ポンプ製造上でのCAD/CAMシステム

図3に標準化されたポンプの設計手順を示す。

4.1 予想性能計算(第1ステップ)

図3で第1ステップがM-170で処理される予想性能計算である。結果はG-730のグラフィックディスプレイ上にグラフ表示される。同時に羽根車径、軸径、口径などの本体設計に

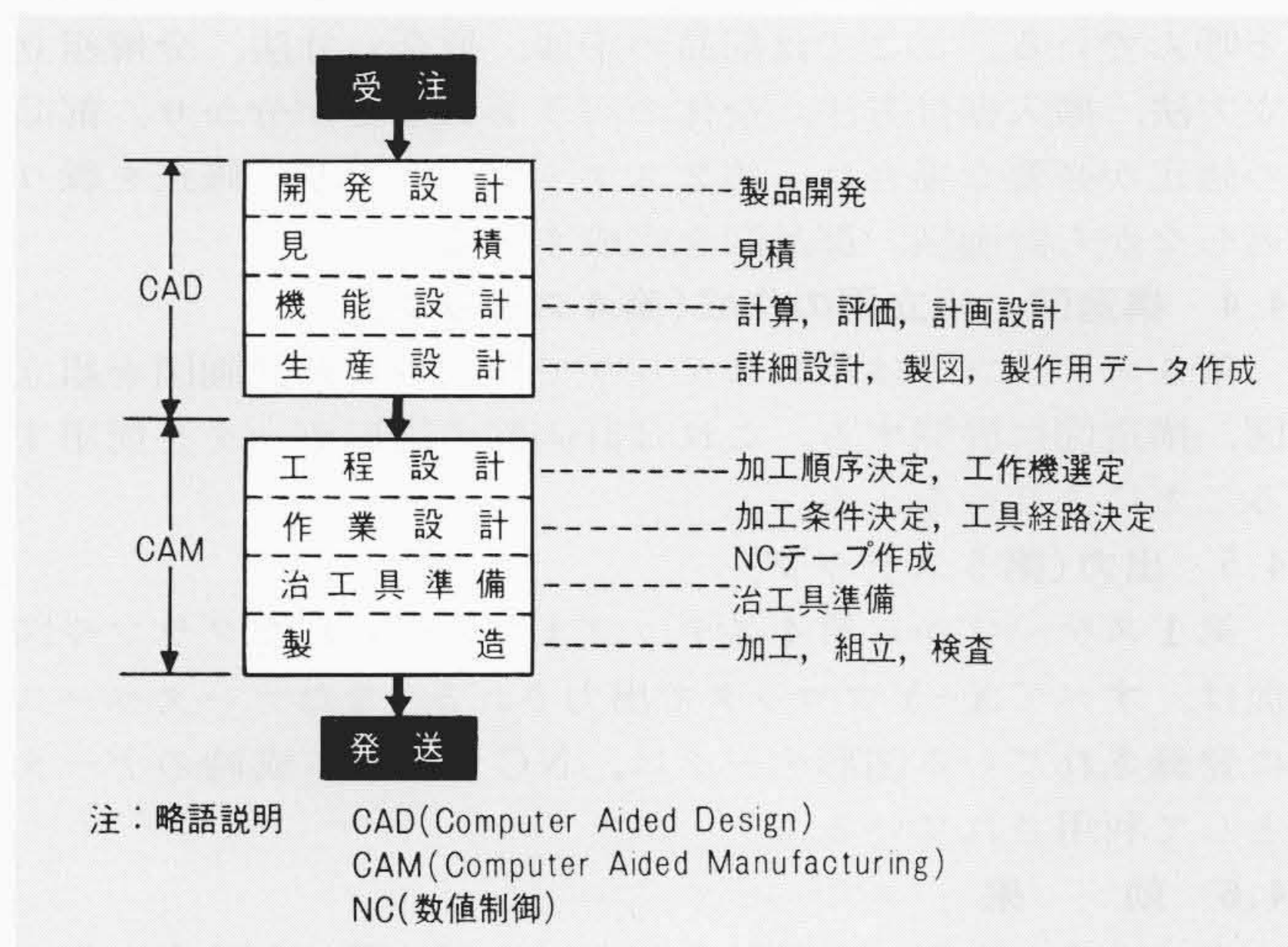


図1 設計、製造部門の流れ CAD/CAMシステムでは、データベースを多角的に利用しながら、これらの作業が進められる。

* 日立製作所土浦工場

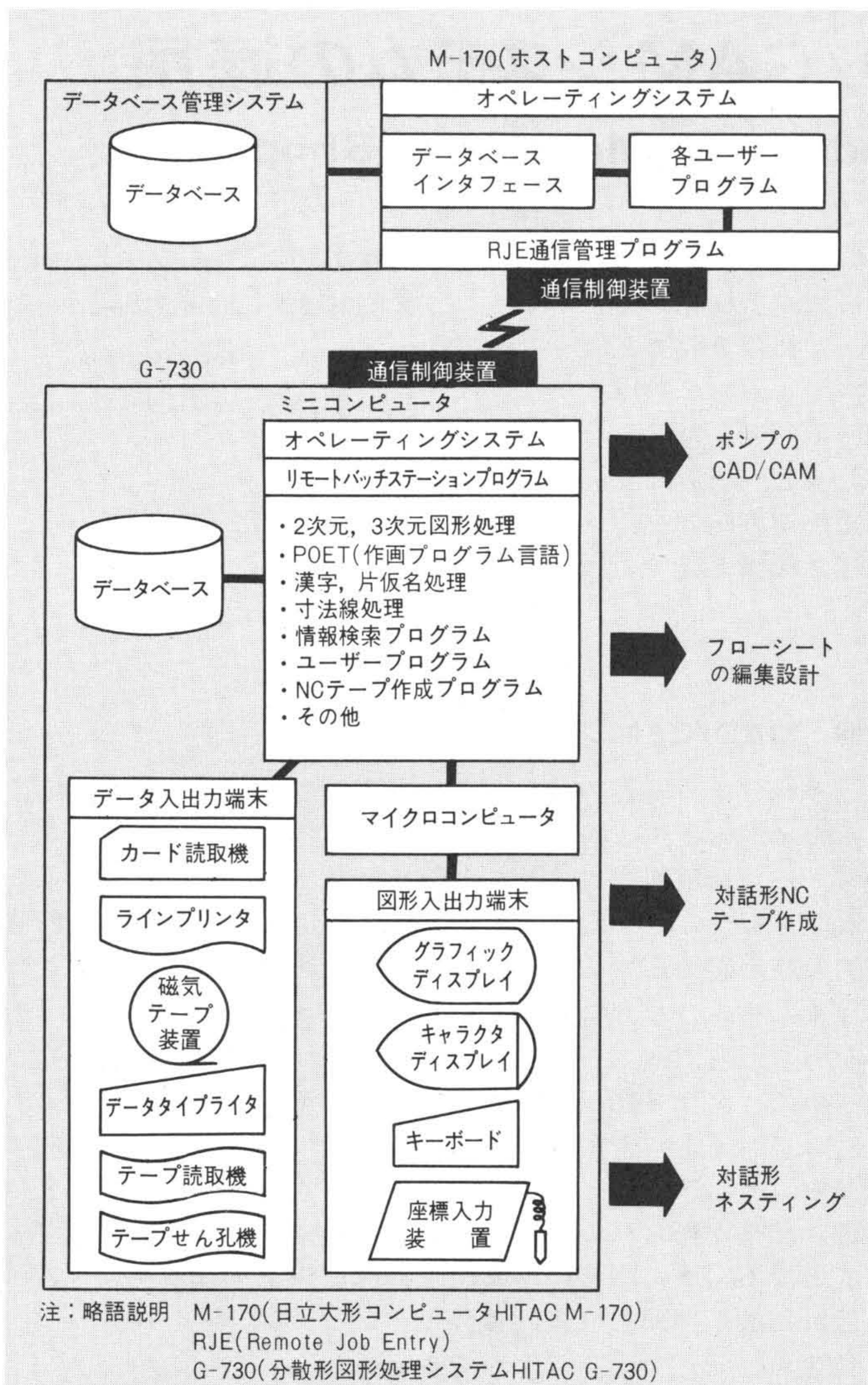


図2 CAD/CAM生産システムを支援するハードウェア/ソフトウェア構成 日立大形コンピュータ(HITAC M-170)-ミニコンピュータ-マイクロコンピュータの階層システムにより、適切な負荷分担を行ないながらCAD/CAMシステムを構成している。

必要な設計諸元も出力される。設計者はここで顧客仕様の再確認を行ない、繰返し計算を行ないながら最適化を図る。

4.2 部品図の作成(第2ステップ)

第2ステップ以降はG-730による作図作業である。入力メニューと呼ばれるシートを電気ペンで押すことにより容易に行なわれる。

第2ステップではデータベースに登録されている基準部品図を設計諸元により検索し、顧客仕様を満足するよう修正し、部品図を作成する。修正に伴う強度検討はM-170又はG-730で行なう。ただし、羽根車などの性能に関する部品の最適な形状、寸法は第1ステップで計算されており、修正の必要はなく、部品図の作成はG-730に組み込んである作画プログラムにより自動製図を行なう。設計者は図面上の図形や注記などのバランスを判断し、対話式に作図基準点を入力する。第2ステップで得られた部品図はすべてデータベースに登録される。

4.3 計画図の編集設計(第3ステップ)

第3ステップでは、第2ステップで得られた部品図の図形を組み立て、計画図を作成する。これは実機を組み立てるよ

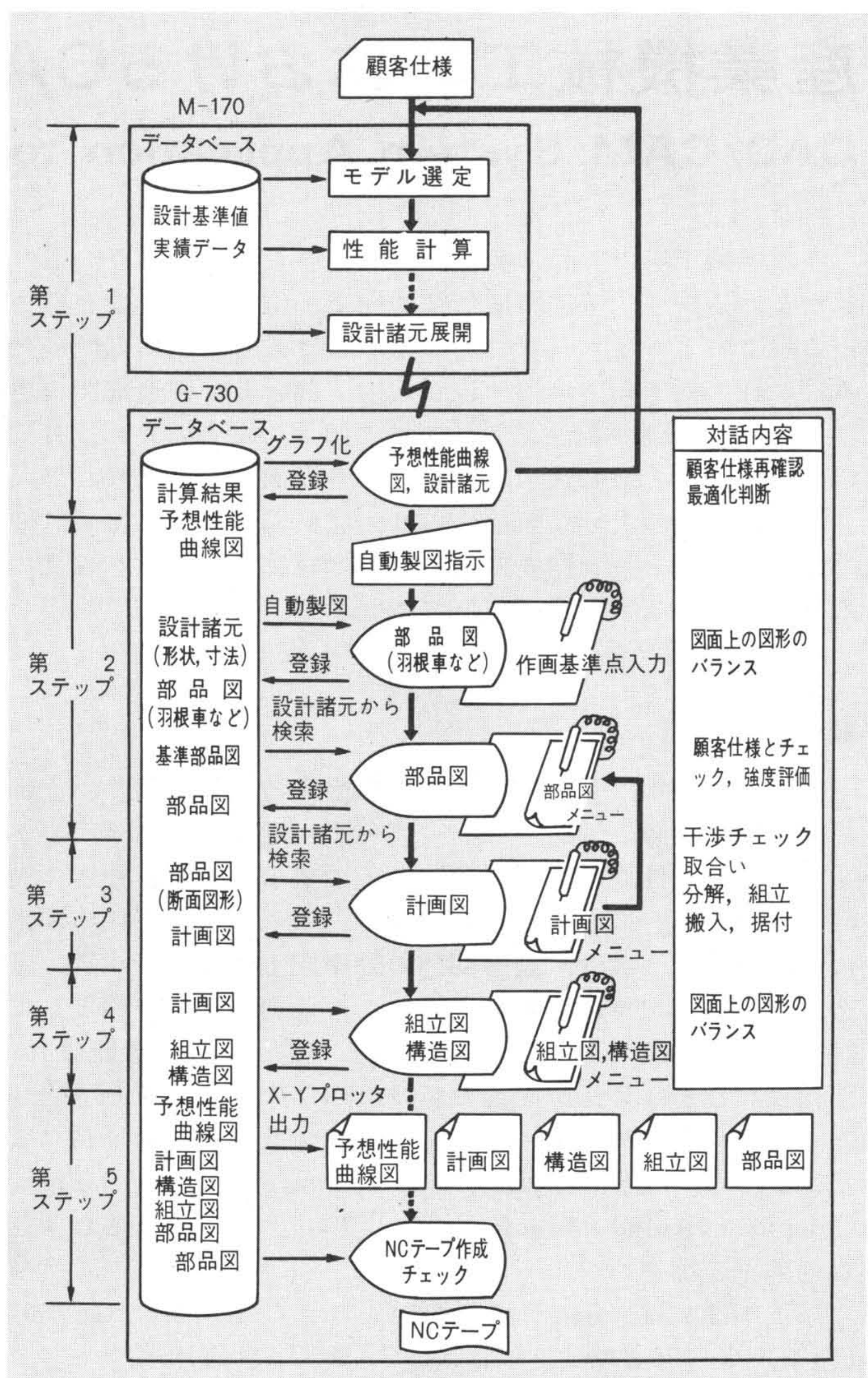


図3 ポンプの設計手順 第1ステップから第5ステップまで、トータルシステム化が図られている。

うにグラフィックディスプレイ上で図形を編集して行なわれる。このように図形を編集して設計を進める手法を編集設計と呼んでいる。ここでは部品の干渉、取合い寸法、分解組立方法、搬入据付方法、全体のバランスなどが分かり、部品の修正が必要な場合は、第2ステップへもどり、修正を繰り返しながら計画図、部品図を完成させる。

4.4 構造図、組立図の作成(第4ステップ)

第4ステップでは第3ステップで作成された計画図を組立図、構造図に展開する。これは計画図の図形データを使用することにより行なえる。

4.5 出力(第5ステップ)

第1ステップから第4ステップまでに得られたグラフや図面は、すべてX-Yプロッタで出力される。またデータベースに登録されている図形データは、NCテープ作成時のデータとして利用されている。

4.6 効果

本システムを用いて設計されたポンプは既に100台を超える。本システムは設計の信頼性に大きく寄与し、特に第1ステップの予想性能計算は数多くの実績とモデル試験に裏づけられたデータから求めるもので、実機の性能を確実に予想できるものである。本システムの適用により設計された構造図

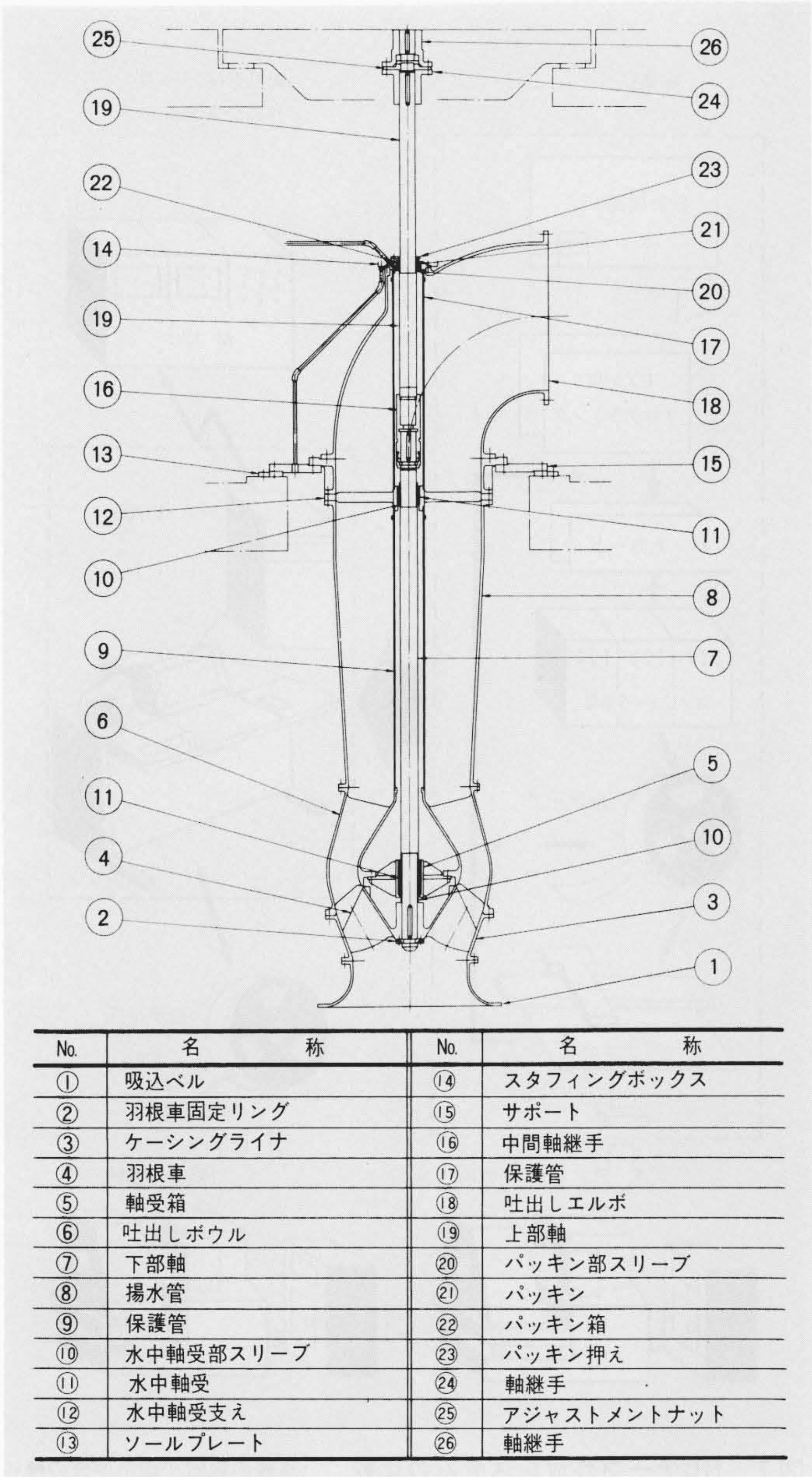


図4 構造図 計画図を利用して作成できる。

を図4に示す。

第2ステップ以降で作成する図面の作成期間は、従来に比べ50～90%短縮された。また第1ステップの予想性能計算はターンアラウンドタイムが約90%短縮された。これら個々の効果とトータルシステム化による相乗効果により、本システムを適用して設計されたポンプの設計期間は、従来に比べて約30%以上短縮の実績が得られている。

5 フローシートの編集設計

ポンプ、圧縮機などの製品を運転するために必要な冷却水、潤滑油などの配管系統の模式図をフローシート、あるいは小配管系統図と呼んでいる。このフローシートの作成にG-730を適用している。

図5に、フローシートの編集設計システムを示す。データベースの基本図形は三つに分類される。第1分類は計器、補器、バルブなどの各製品共通に使用される標準化された記号である。第2分類は製品本体形状のような製品固有の標準化された記号である。第3分類は本体まわり、原動機まわり、変速機まわりのような各製品まわりの標準化された配管系統であり、このように標準化されたものを以後、ブロックと呼ぶ。

フローシートの編集設計に際しては必要に応じ、ブロック又は記号を検索し、図面上のバランスを考えながらこれらを編集し、フローシートを作成する。検索はメニューを電気ペンで押すことにより容易に行なえる。このようにして作成されたフローシートは、データベースに登録し、必要に応じて検索できる。またX-Yプロッタにより出力できる。登録されたフローシートが増えてくるとブロック、記号を編集する作業は少なくなり、登録されているフローシートを修正するだけで新図を作成することができる。また、新図の枚数が増えると図面検索が困難となるが、設計諸元を入力することで、最適な図面が容易に検索できるシステムをもっている。

本システムの適用によりフローシートの作成期間が約80%短縮された。更にフローシートの標準化が図られるとともに、顧客ニーズに迅速に対応でき、また緊急を要する見積業務にも効果を発揮している。

6 対話形NCテープ作成システム

CAMは前述したように、工程設計、作業設計、治工具準

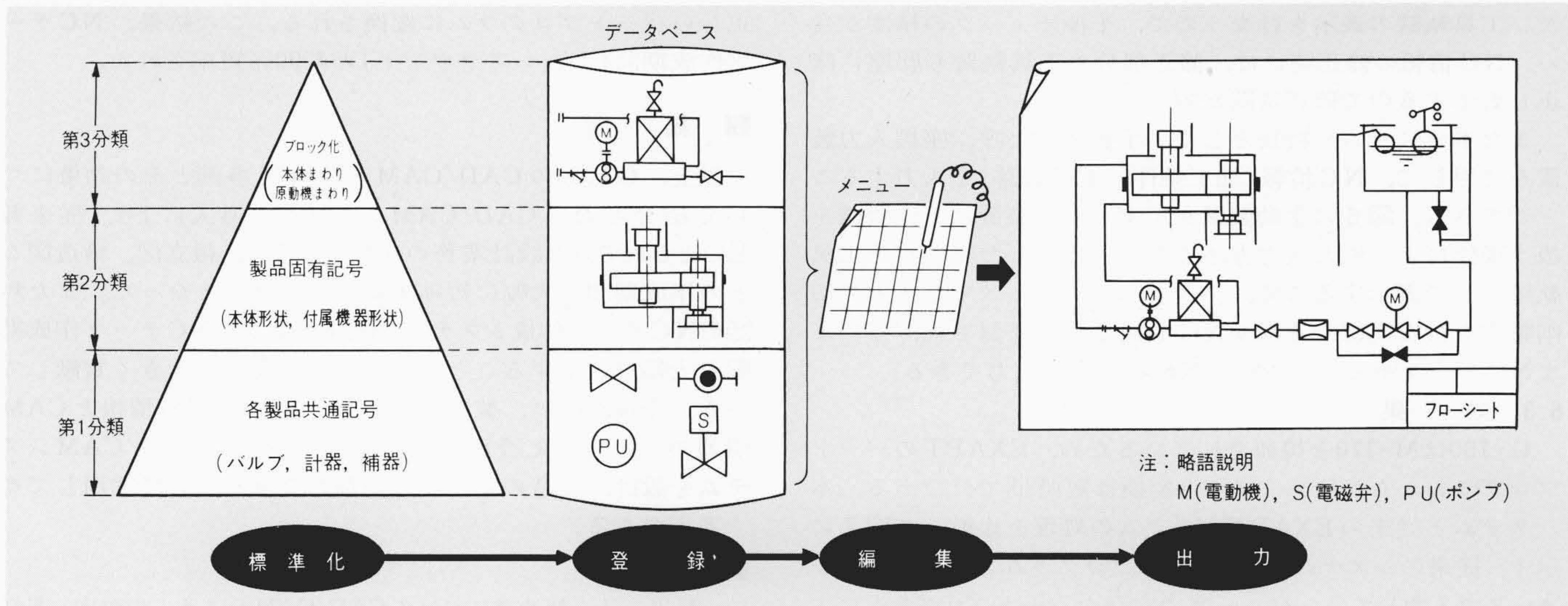


図5 フローシート編集設計システム 第1分類の各製品共通記号をベースに、全製品に適用拡大を図っている。



図6 手動装置 ハンドクランク機構が工作機械とよく似ているので、あたかも切削するかのようにして、NC情報を登録することができる。

備及び製造までに至る幅広い分野を対象としているが、ここではG-730を使用した対話形NCテープ作成システムについて述べる。

本システムは大別して、NCテープを作成する部分と作成済みNCテープのチェック修正を行なう部分とで構成している。

6.1 NCテープの作成

NCプログラミング言語はEXAPTを使用しており、加工対象は旋削、面削り及び穴あけ作業である。コンピュータのメモリは大容量を必要とするが、そのパートプログラムを作成するためには小容量で十分であり、G-730で作成できる。パートプログラムの情報をM-170に送り、NCテープを作成する。

パートプログラミングでは形状記述が必要であり、本システムはCAD情報(形状情報)をそのまま取り込むことができる。データベースにはCAD情報が蓄えられており、NCテープの必要なときに、CAD情報を利用して作業することができる。またCAD情報のないものについては、円筒、円錐台のように形状を類別しており、形状の種類とその実寸法を入力する。

加工情報は切削領域を図形表示するので、形状情報を重ねて表示すれば、その正誤の判別が簡単に行なえる。入力操作は、メニューを使用して簡便に行なえるよう工夫している。

6.2 NCテープのチェック修正

本システムのNCテープのチェックは、製品形状、刃工具及び工具軌跡の表示を行なうので、干渉チェックの精度が良い。NC情報の修正時には、修正部分の工具軌跡も即座に修正し表示するので修正時間が短い。

また本システムの特長として、手動装置と呼ぶ座標入力装置を使用して、NC情報(加工条件、工具軌跡)を入力することができる。図6に手動装置を示す。手動装置は工作機械を扱う操作によく似た入力方法であり、入力した座標点を工具軌跡として表示するので、グラフィックディスプレイ上で切削動作を行なえば、それがNC情報として登録され、そのままNCテープチェックされ、NCテープが出力できる。

6.3 效 果

G-730はM-170と接続されているため、EXAPTのパートプログラムからNCテープへの変換は短時間で行なえる。本システムと従来のEXAPTシステムの処理を比較して図7に示す。従来のシステムでは、パートプログラムを作成しパンチカードで入力していたが、一度で完全なパートプログラムにすることは難しい。特に、形状を記述する部分で間違いがでや

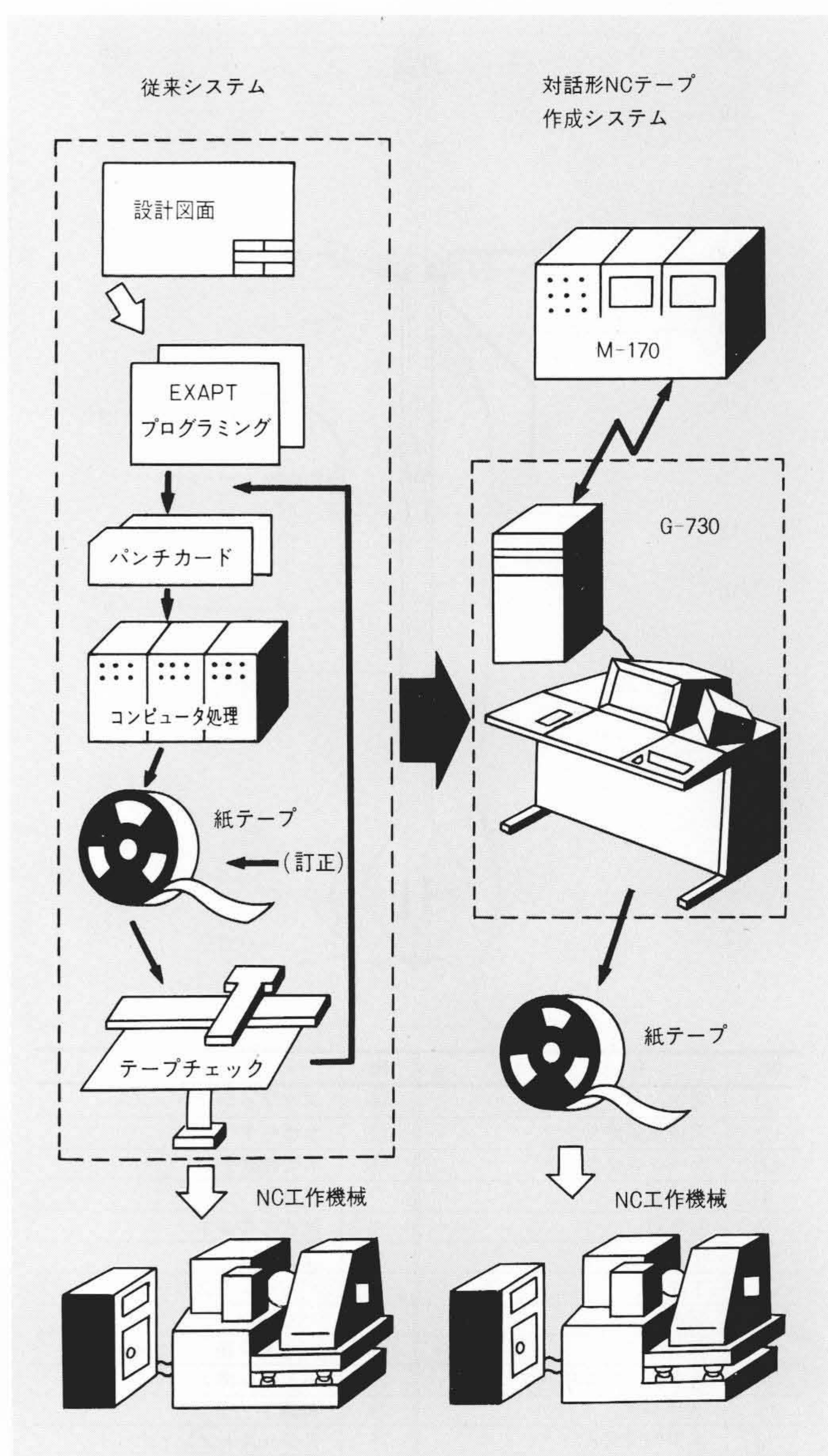


図7 NCテープ作成システムの比較 点線の範囲が図中中央の➡に示すように改善された。

すいが、本システムでは正しい図形が画面に表示されれば、正しいパートプログラムに変換される。この結果、NCテープ作成期間(ターンアラウンド)が約90%短縮された。

7 結 言

以上、G-730のCAD/CAMへの適用事例とその効果について紹介した。CAD/CAMシステムの導入により、従来難しいとされていた設計業務のうち、部品図、組立図、構造図などの作成期間を大幅に短縮することが可能となった。また対話形NCテープ作成システムの開発により、NCテープ作成期間も大幅に短縮することができ、効率向上に大きく貢献している。今後、設計、製造システムの開発、CAD情報とCAM情報の一元化など適用拡大の推進を図り、CAD/CAMシステムを設計、製造の効率向上の強力な武器として活用してゆく考えである。

参考文献

- 1) 早川, 外: 製造業における CAD/CAM システムの動向, 日立評論, 61, 419~424 (昭54-6)