

板金工場におけるCAD/CAMシステム

Sheet Metal CAD/CAM System and Its Applications

中、少量生産工場では図面をも含めて取り扱う技術情報量が多い。量産工場でも製品に対する顧客のニーズは多様化しており、いずれの工場でも現在の経済低成長時代のもと、製品開発、設計から製造までの期間短縮という合理化要請が高まっている。

このようなニーズに応じるため、設計製造の自動化(CAD/CAM)が定着しつつあるが、本稿では日立製作所が開発したインテリジェントCAD端末G-760を使って、図面、NCテープなどの自動作成を行なっている板金工場のCAD/CAMシステムの事例について紹介する。

六谷隆志* *Takashi Rokutani*
篠塚義明** *Yoshiaki Shinozuka*
柴田幸延*** *Yukinobu Shibata*
海老原 宏**** *Hiroshi Ebihara*
白井健二***** *Kenji Shirai*

1 緒言

近年、計算機援助による設計製造の自動化CAD/CAM(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)が定着しつつある。その要因の一つは、ハードウェア、ソフトウェアを含めたCAD/CAMのシステム技術が確立しつつあることであり、他の一つは社会的要請が強いことである。すなわち、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により、設計から製造までの期間を短縮することが重要な施策となる。

本稿では、G-760の2次元幾何モデリングシステム“HICAD/2D”の機能を拡充した板金CAD/CAMシステムの概要について述べるとともに、これを図面、NC(数値制御)テープなどの自動作成に用いて効果を挙げている板金工場での適用事例について紹介する。

2 システムの概要

本システムは計算機と人間が対話しながら作業を進める形式であり、人間が計算機に対して指令を出し、これに基づいて計算機が実行し結果を表示する。人間の指令は実行に必要な最小限の情報とし、できる限り計算機による自動処理を行なわせるようにした。

2.1 ハードウェア構成

本システムのハードウェアは、図1に示すように汎用計算機とインテリジェントグラフィック端末G-760から構成され、両方は通信回線を通じてTSS(Time Sharing System)モードで結ばれている。プログラムの本体は汎用計算機側にあり、複雑な図形処理とデータ管理を行なう。図形の拡大、移動などの基本的な処理は端末側で行なう方式を採っている。

2.2 ソフトウェア構成

図2に示すように本システムは、CAD、CAMの二つのシステムから構成される^{1)~4)}。CADシステムは、形状の構造モデリング、面単位の詳細設計、展開形状の作成、図面の作成を行なうプログラム、及びその基本となる2次元、3次元図形処理プログラム(HICAD/2D、HICAD/3D)から構成される。CAMシステムは、CADで作成された図形情報と入力された製作指示情報から、部品の板取り、NCデータの作成、編集

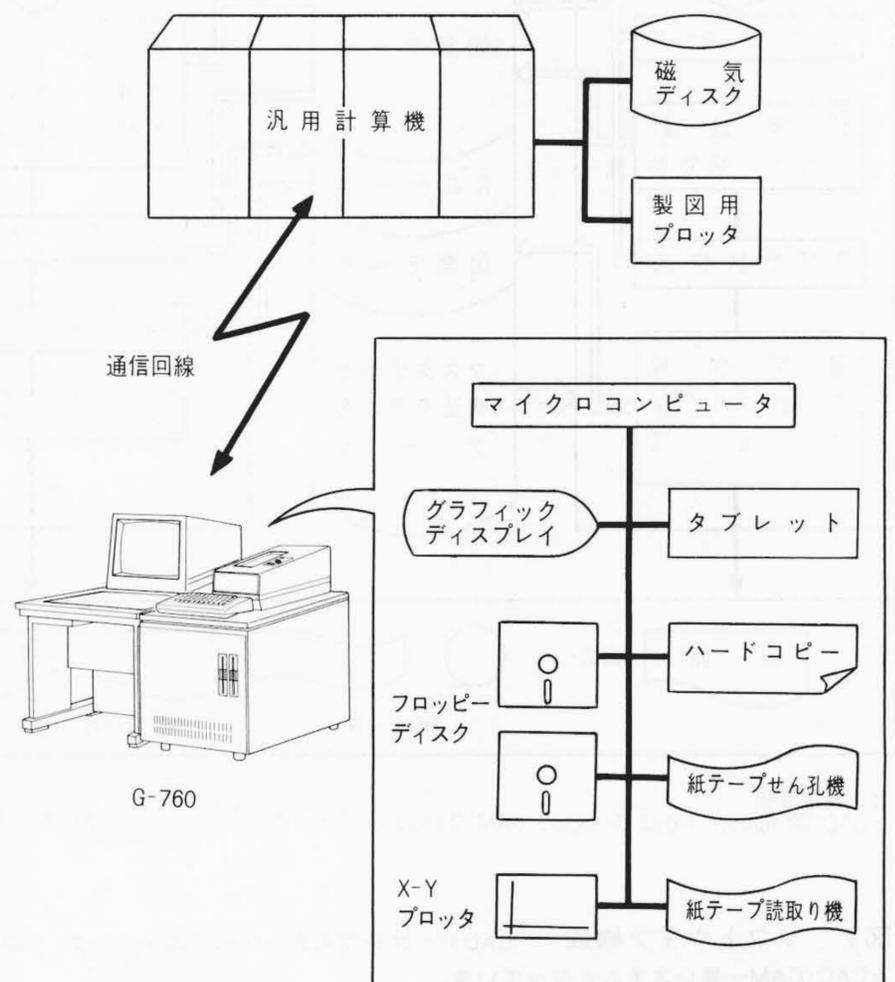


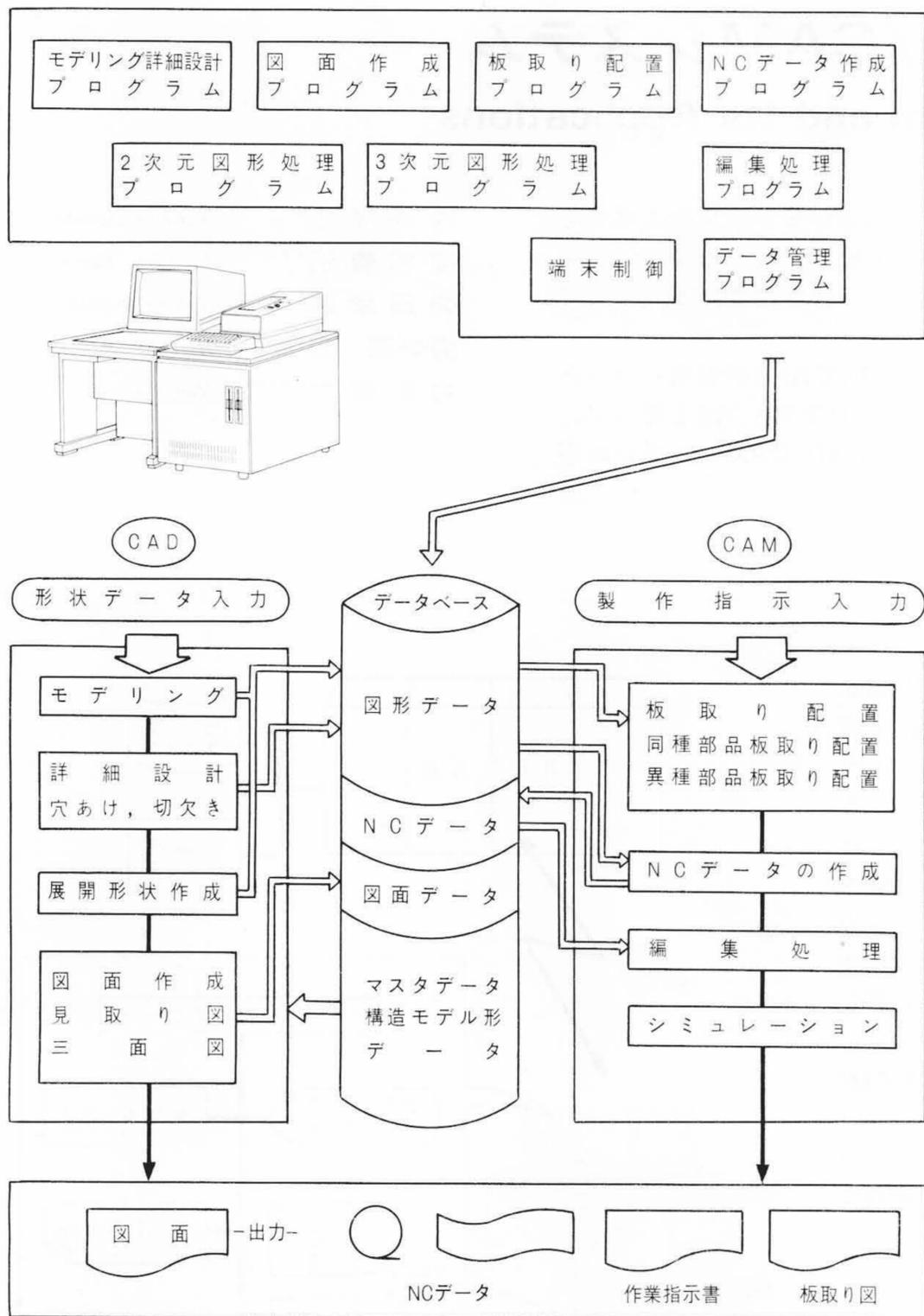
図1 ハードウェア構成 複雑な図形処理とデータ管理は汎用計算機で、図形の拡大、移動などの基本的な処理は端末で行なわれ、対話性の向上が図られている。

を行なうプログラム、及びNCテープの工具軌跡をシミュレートするプログラムから構成される。

本システムでは2次元図形処理を基本とし、三面図、立体図の作成の際に板厚を考慮して3次元図形データを自動作成できるようにした。図形の定義方法は次の2種類が用意されている。一つは図3に示すようにあらかじめ登録した構造モデルを呼び出し、これに修正を加えて構造を決定する方法である(モデリング機能)⁵⁾。次にこのモデルに対して形状寸法を与え、必要な箇所穴あけ、切欠きなどの図形処理を行なって形状を定義する。

他の一つは長方形、台形、L形鋼などの基本図形に穴あけ、

* 日立製作所日立工場 ** 日立製作所日立研究所 *** 日立製作所那珂工場 **** 日立製作所栃木工場 ***** 日立製作所生産技術研究所



注：略語説明
CAD(Computer Aided Design), CAM(Computer Aided Manufacturing), NC(数値制御)

図2 ソフトウェア構成 CADデータが共通データベースを介して、CAM側に供給されるCAD/CAM一貫システムとなっている。

切欠きなどの図形修正を面単位に加えた後、面と面の接続関係を与える方法である。

以上二つの図形定義方法によって、製品形状、展開形状入力の手数軽減を図っている。

2.3 対話処理

G-760ではオペレータから計算機への意思伝達手段としてメニュー方式を採用している。メニューとは作業内容をコマンドとして用途別に1枚のシートに配列したものであり、図4に本システムがもつメニューの一例を示す。メニューシート上にはTSS用の基本コマンドのほかに、モデリング、寸法入力、穴あけ、切り欠き、文字入力、各種出力などの機能を使うためのコマンドが分類されて配置されている。

3 適用事例

3.1 NCガス切断機への適用

図5に示すNCガス切断機は、溶接構造物部片のガス切断に使用されており、パウダ切断機能により合金鋼の切断も可

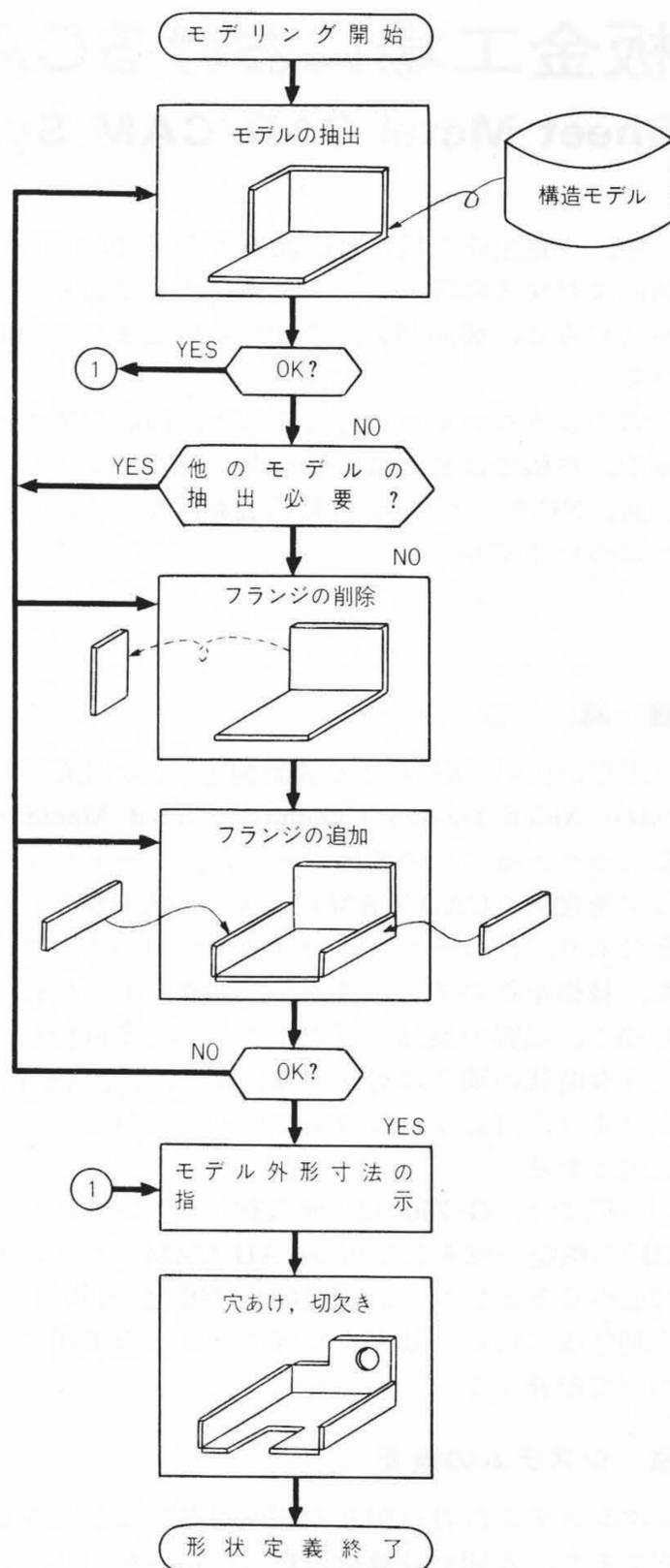


図3 モデリング機能を用いた形状定義の流れ 使用頻度の高い基本構造を構造モデルに登録しておくことによって、形状定義を簡便に行なうことができる。

能である。NCテープ作成のための図形データの輸入は、CADデータを画面に呼び出し溶接による収縮しろ追加などの修正を加える方法と、製作図面から部品の形状を対話形で入力する方法がある。図形データの入力後、板厚に応じた切りしろ(ガス炎によって溶け落ちる寸法)を加味したトーチ軌跡、最適切断速度が自動的に計算されてNCテープに出力される。

同材質、同板厚の複数部品は図形データファイルから呼び出され、画面上で移動、回転、反転の機能を使って対話形で板取りされる。図6に板取りの一例を示す。本システムでは、ガス切断に必要なとされる特有の機能、例えば穴を定義すると切断開始点と助走路の設定、終端処理を自動的にNCデータとして作成する機能などをアプリケーションプログラムとして持っている。

3.2 NCプラズマパンチプレスへの適用

図7に示すNCプラズマパンチプレスは、板厚9.5mm以下の軟鋼から超合金までの部品の穴抜きと切断を行なうものである。打抜き用の34種類のタレット工具のほかに540mmオフセッ

基本メニュー	モデリングのためのコマンド	寸法入力	穴あけ、切欠き	サブコマンド	その他コマンド
TSO実行 TSOリスト	形状コードの指示 11**	フランジのタイプ	t: A, B		展開図作成
TSO登録 メニュー交換	形状コードの表示 12**		t: A, B, C		部分形状の指示 ライン上
ハードコピー 1パラメータ終了	フランジの削除 13**		t: A, B, C		図形修正 円弧上
全パラメータ終了 1点修正	フランジの追加 14**	グループフランジ	t: A, B, C		グリッド上
全文修正	基本形状画の修正 15**		t: A, B, C		穴加工工程の指示

メニューの例

形状コードの指示

寸法入力

スタイラス

タブレット

コマンドライレヨ/
インプットモデルケイジョウ(C)
コマンドライレヨ/
インプットケイジョウスンボウ
イタアツ(T) 1.0, A(C) 100,
B(C) 190, C(C) 305, RI

入力ガイダンスの例

図4 メニューの例とコマンド入力ガイダンスに従って入力した情報も画面上に表示される。

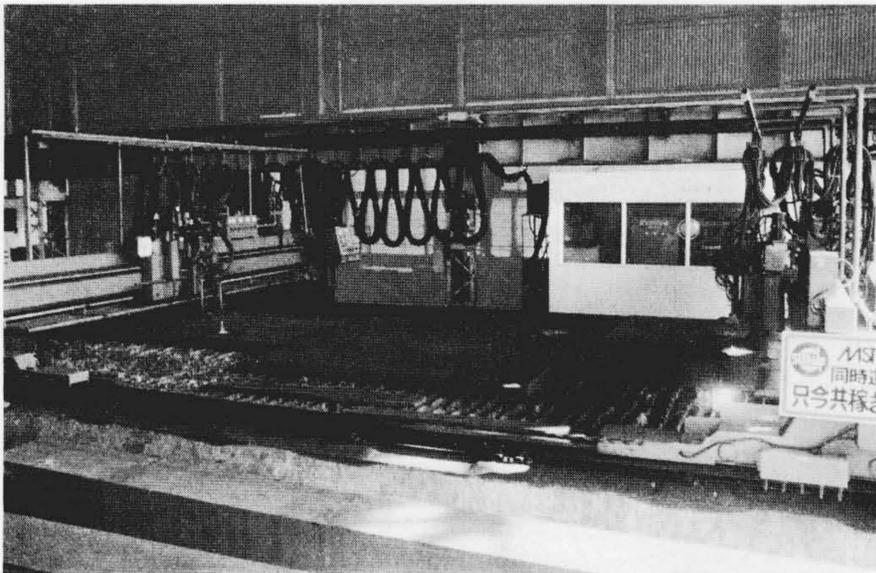


図5 NCガス切断機 一人操作の2台同時運転機で、マーキング機能ももち、最大切断厚さは500mmである。

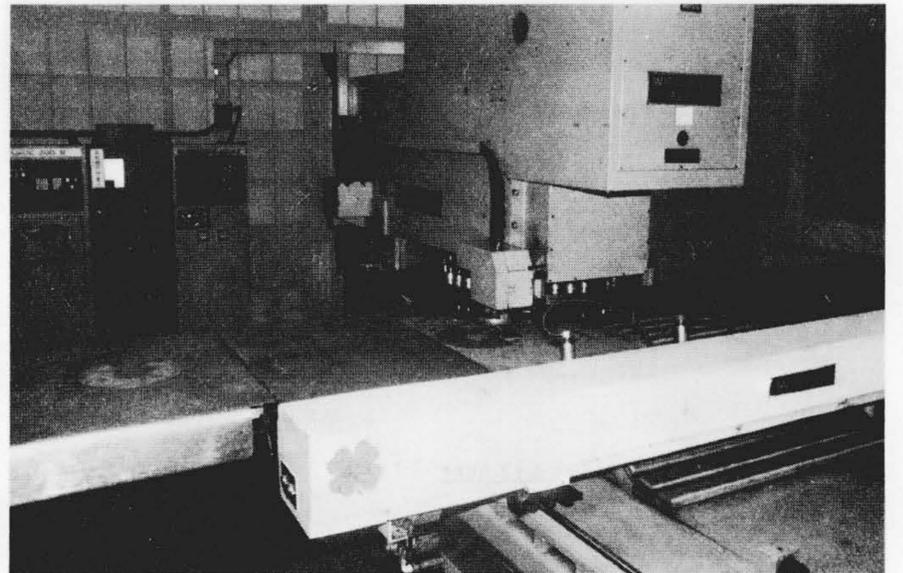
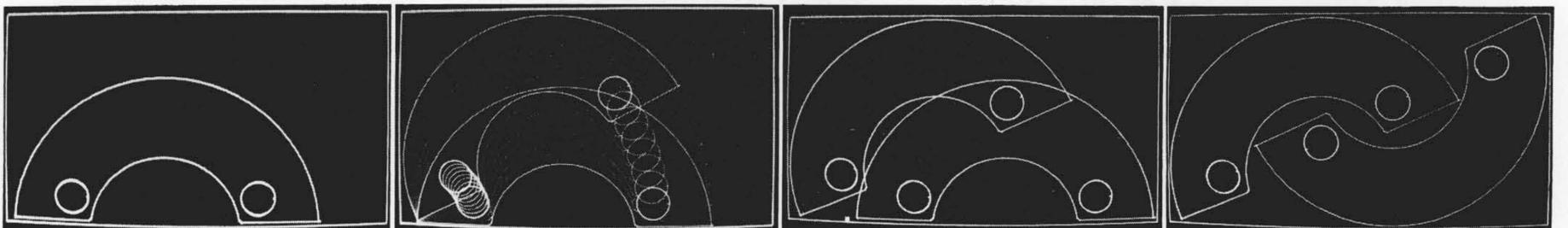


図7 NCプラズマパンチプレス プラズマ切断とパンチプレスの両機能をもつ複合NC装置である。



(a) 定義した素材枠の中に図形データファイルから呼び出した1番目の図形を配置する。

(b) 回転中心、回転方向、回転ピッチ(角度)を指定して回転させる。

(c) 2番目の図形を呼び出す。

(d) 回転、平行移動により最適位置を決める。

図6 板取り例 図形の回転、移動、反転及び部分拡大機能により、画面上で最適な板取りが対話処理される。

トされたプラズマ切断トーチを搭載しているのが特徴である。これにより、外形切断及び大きな穴の加工を連続打抜きより短時間で行なうことができ、パンチプレス、プラズマ切断の切換えはNCによって連続して行なうことができる。

このNCテープ作成のためのソフトウェアは2次元図形処理機能のほかに、工具選定機能、マクログリッド機能(同一パターンを複数領域へ一度に複写する機能)などをアプリケーションプログラムとして追加したものとなっている。図8にこの装置による加工状況を示す。

3.3 NCタレット パンチプレスへの適用

量産製品での板金部品の打抜き加工は、生産効率の高い総打抜き型による1回打抜き方式が一般的である。しかし、製品が多様化し多数のシリーズ機種を中量生産したり、一般的な少量生産では高価な総打抜き型を個々に準備していたのでは割高となる。そこで、まず総打抜き型で基本形状を打抜き、相異部分だけをNCタレット パンチプレスを使用したり、最初からNCタレット パンチプレスで加工する方法がとられる。ここでは板金CAD/CAMシステムをNCタレット パンチプレスに適用した事例を紹介する。

設計者は部品形状の構想がまとまると、板金CADメニュー

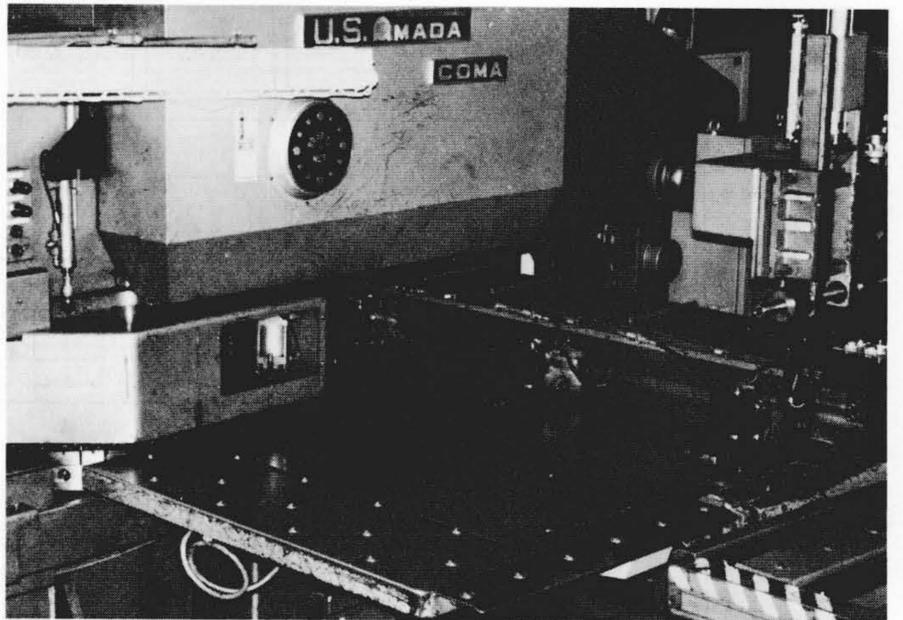


図10 打抜き加工中のNCタレット パンチプレス タレット工具は最大72個まで搭載可能である。

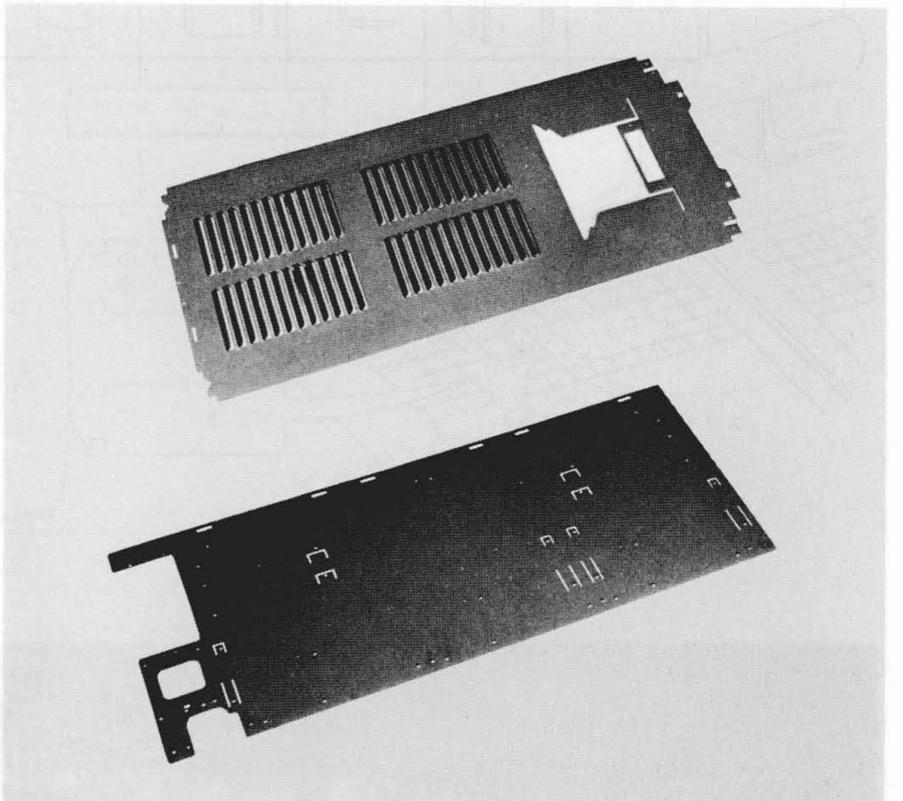


図11 NCタレット パンチプレスによる加工例 中、少量生産では長方形又は長円形タレット工具により外形切断を行ない、総打抜き型を使用しないケースが多い。



図8 NCプラズマ パンチプレスによる加工状況 タレット工具による打抜き終了後、自動的にプラズマ切断に切り換えられる。

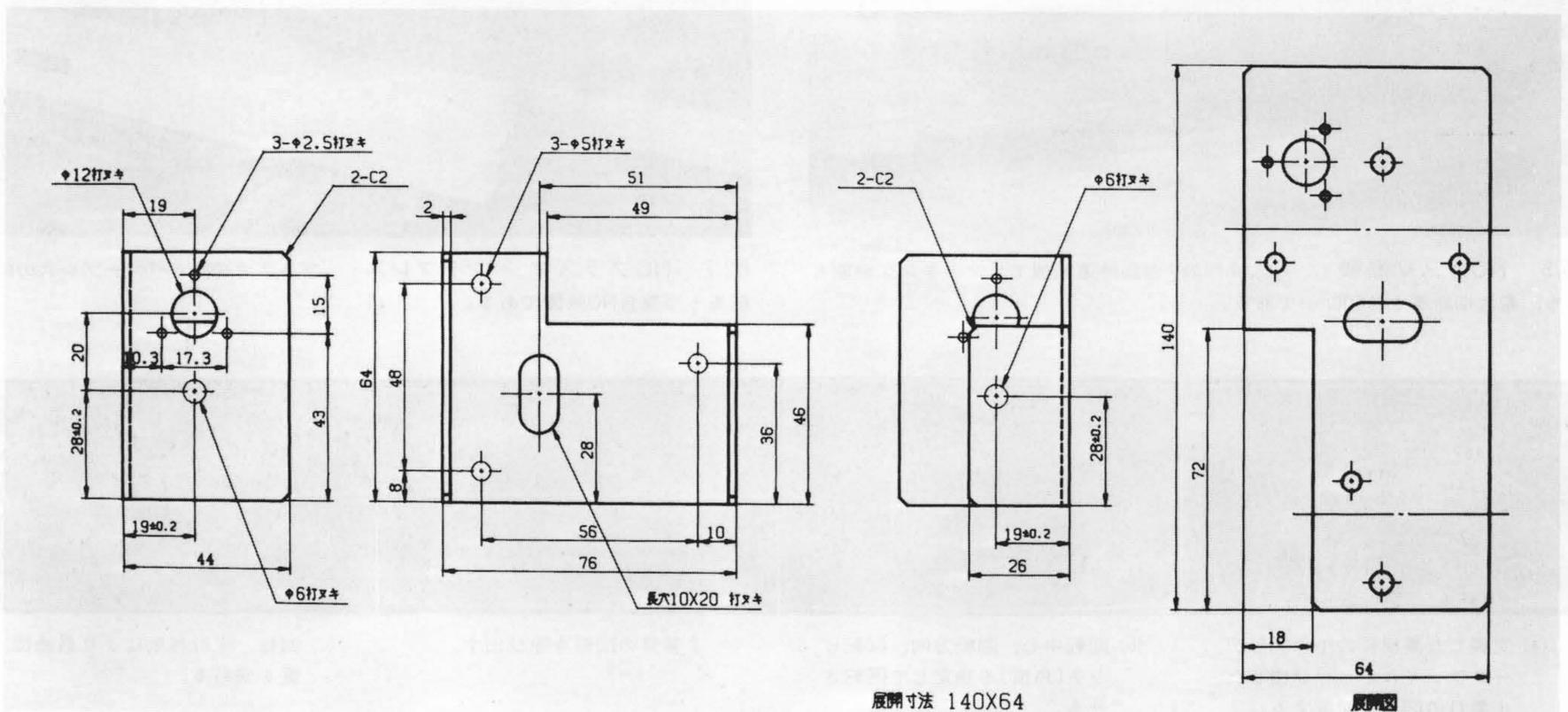


図9 三面図と展開図の作図例 面単位の形状データから、三面図、展開図、更に立体図を作成する。

を使用して形状定義を行ない、三面図を作成する。この図面データを利用して展開図に自動変換させる。図9に三面図及びその展開図の作図例を示す。NCデータは、板金CAMメニューを利用し展開図の図形データから板取配置を行ない、型の選択、打抜き経路の自動設定を経て得られるようプログラムされている。ここで作成されたNCデータはシミュレーション機能により画面上に型軌跡を表示させる。オペレータは表示結果を確認し、不具合点は対話方式で修正し問題がなければNCテープを出力させる。

図10は、NCタレットパンチプレスが薄板の打抜き加工を行なっている例を、図11は、この機械で加工された部品の例を示す。

3.4 NCレーザー切断機への適用

最近、CO₂レーザーの薄板板金加工への進出が著しい。これはパンチプレスに比べて加工速度では劣るが、自由な形状をガス切断などよりもはるかに高精度に加工できるため、特に

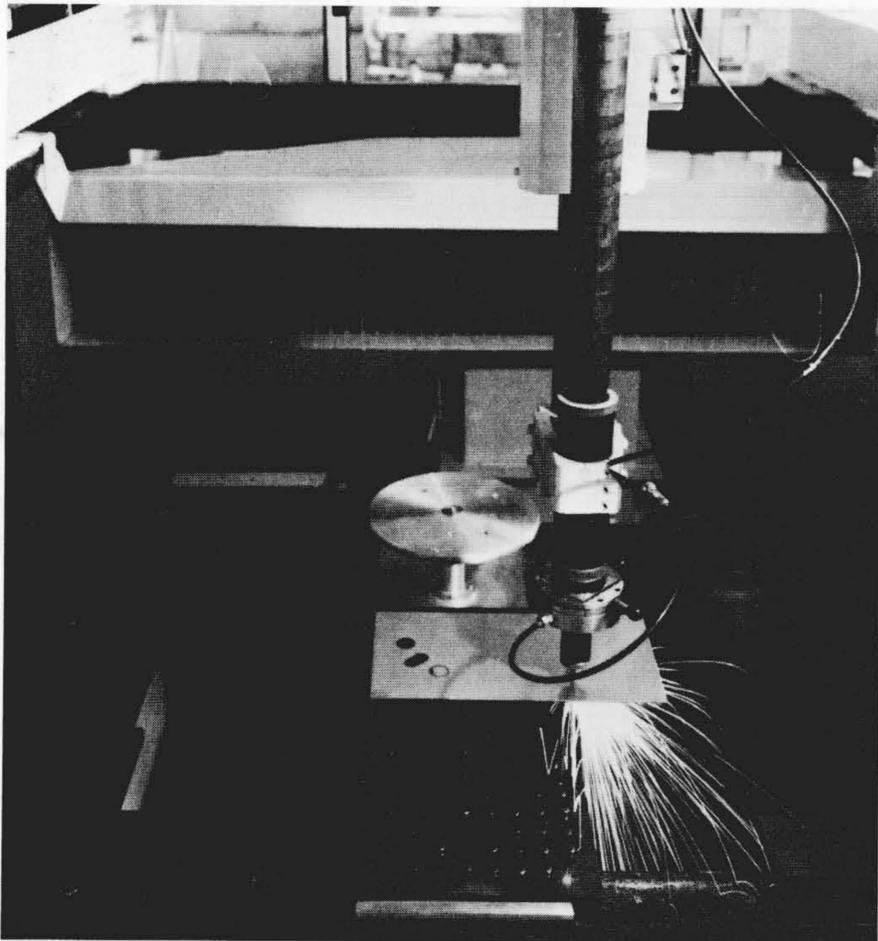


図12 NCレーザー切断機 主な仕様はレーザー出力450W, 最大加工範囲1m×1m×高さ0.4m, 位置決め精度±0.1mmである。

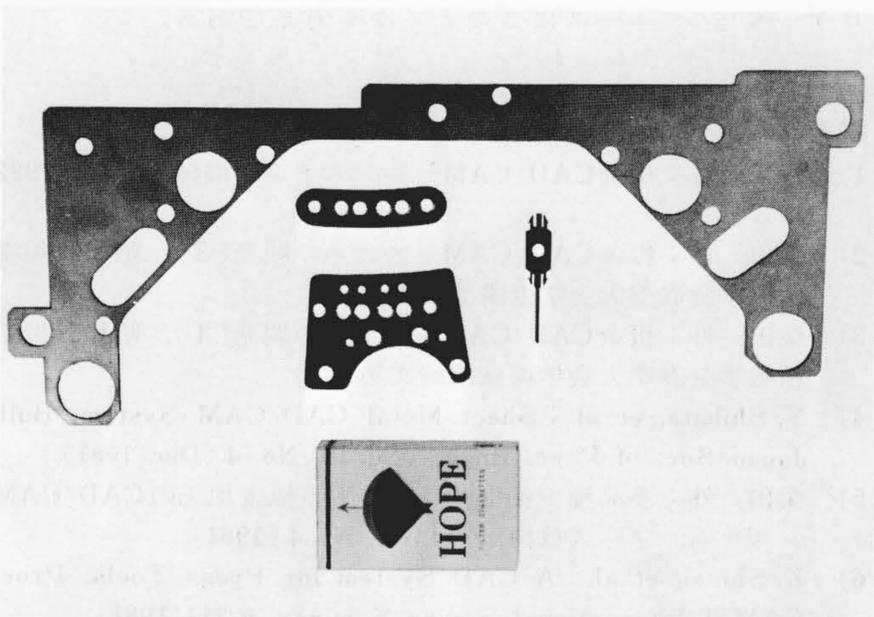


図13 NCレーザー切断機による加工例 自由な形状を高精度に加工することができる。

少量生産ではプレス打抜き型に代わって主流となりつつある。

ここに紹介する事例は、板金CAD/CAMシステムをNCレーザー切断機に適用したものであり、熱量の分散を図るパルス波発生用NCデータの自動作成機能などを追加したシステムとなっている。図12に作動中のNCレーザー切断機を示す。本装置はX, Y, Z 3軸同時駆動方式で、立体形状の切断も可能である。図13に加工事例を示す。

3.5 順送りプレス金型への適用

量産板金部品で、例えば図14に示すような部品の場合、総打抜き型による1回の打抜きでは加工できず、後工程として別の機械による曲げ作業が、したがって、そのための型も必要となる。そこで一つの金型内を素材が通過するにつれて、金型内に配置された複数の型により穴抜き、縁取り、曲げ、切欠き、切断などの工程が順次行なわれる順送りプレス金型が使われる。

本システムでは部品形状を入力してストリップレイアウト(金型内の工程配置, 図14), ダイレイアウト(金型内のパンチ, ダイブッシュなどの配置)を対話方式で決定する。その後金型構造の決定, 金型の組立図と構成部品の部品図の作成, 更に部品加工用NCテープの作成が自動的に行なわれる。本システムにより設計, 製作された順送りプレス金型の一例を図15に示す。

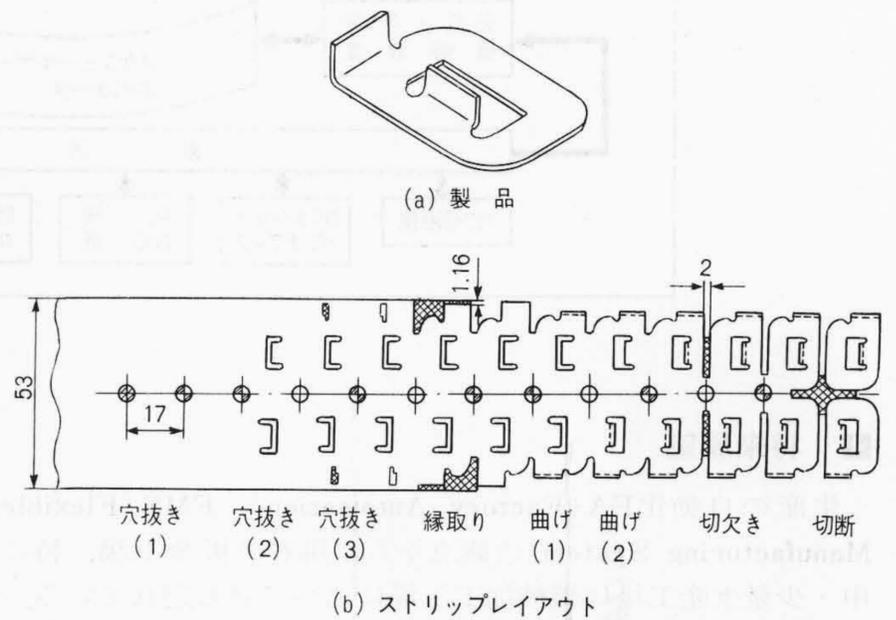


図14 製品例とそのストリップレイアウト 製品形状を入力すると最高歩留まりとなる配列が表示され、これに対して対話方式でストリップレイアウトを設計する。

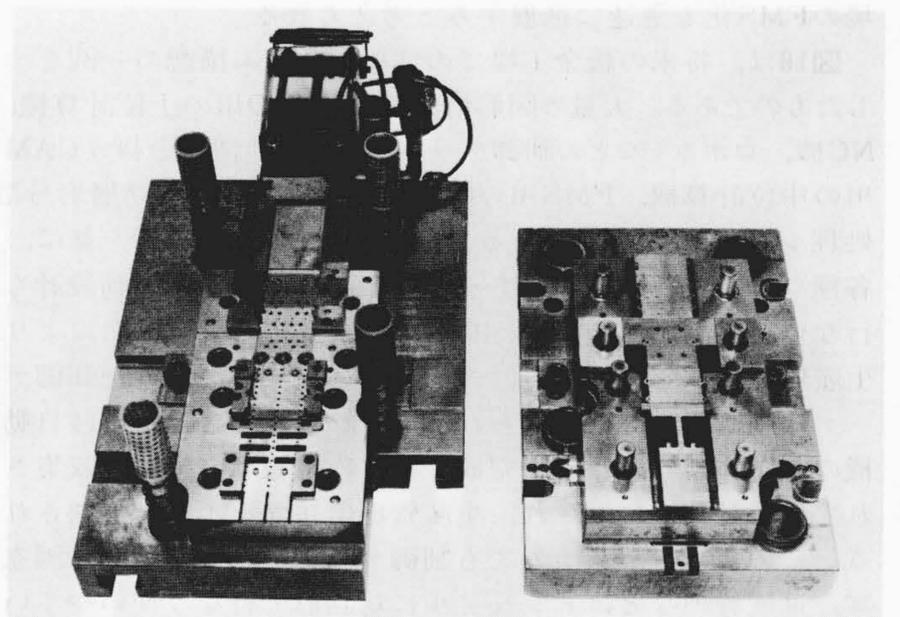


図15 順送りプレス金型の例 本システムにより設計, 製作された金型で、左が下型, 右が上型である。

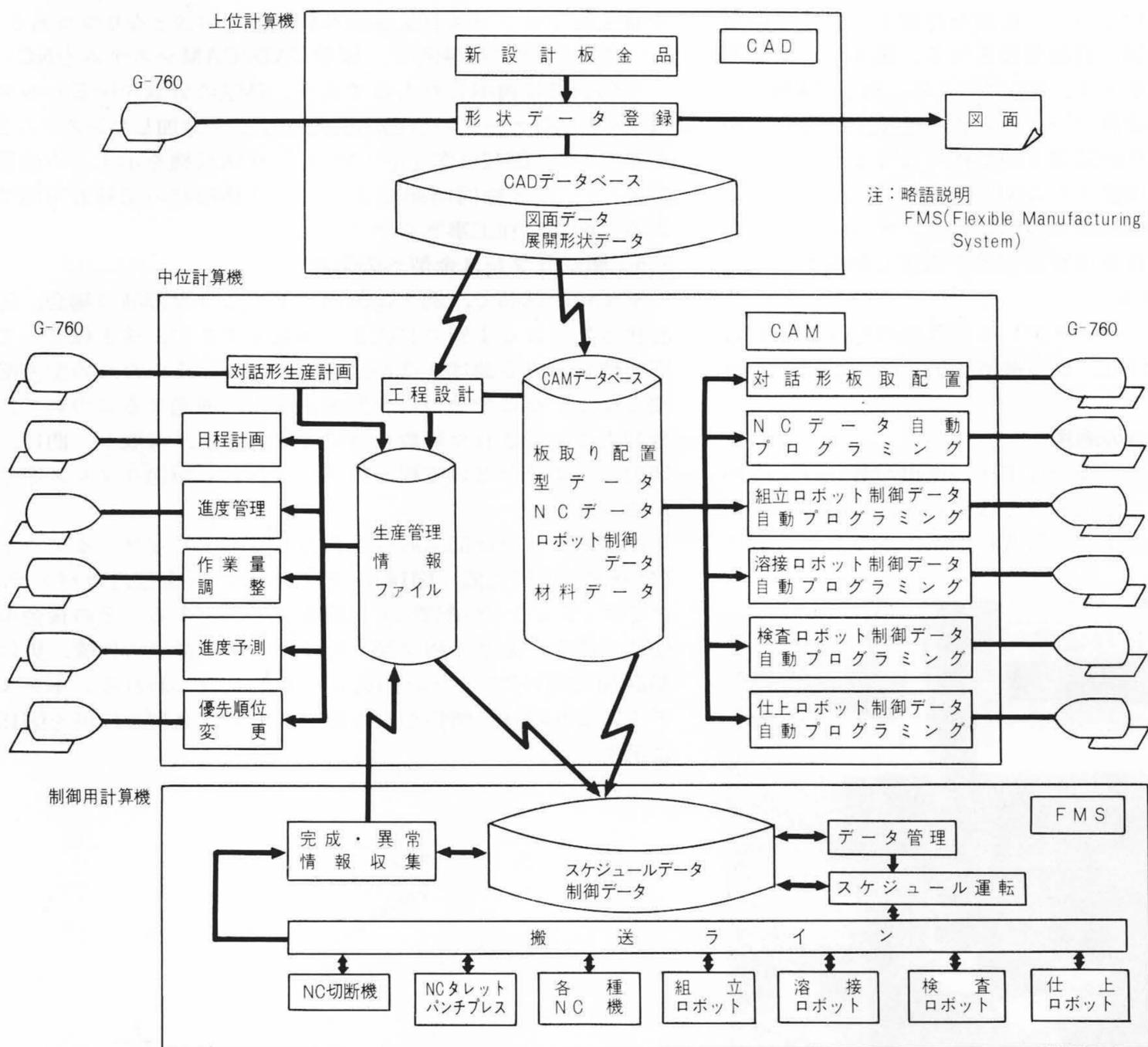


図16 板金工場情報システム構想の一例
 ロボットを含む各種自動機の制御、生産管理を含めたトータル情報システムを階層形分散処理システムで実現する構想例である。

4 将来展望

生産の自動化FA (Factory Automation), FMS (Flexible Manufacturing System)の観点からは現在の板金工場、特に中・少量生産工場は機械加工工場に比べて立ち遅れている。これは複数の部品が組み合わされて、溶接などで接合されるという製品の特質によるものであり、部品製作までの自動化にとどまっている。しかし、はじめに述べたような強いニーズがあり、コンピュータの高性能化、低価格化を背景に今後板金工場のFMS化も急速に進展すると考えられる。

図16は、将来の板金工場での情報システム構想の一例を示したものである。大量の図形情報を扱うCAD用の上位計算機、NC機、ロボットなどの制御データと生産管理情報を扱うCAM用の中位計算機、FMS用の制御用計算機から成る階層形分散処理システムとなっている。CAMではCADデータを基に、各種ロボットの制御データを作ると同時に工程の自動設計も行ない、対話形生産計画(中・長期)、日程計画(短期)により生産管理情報を作成する。スケジュールデータと各種制御データは制御用計算機に送られ、搬送ラインを含めた各種自動機の制御に用いられる。完成、異常の情報は自動的に収集されて中位計算機に返され、生産管理情報ファイルに反映される。このようなシステムでも制御データの作成、生産計画立案、進捗管理などはビジュアルに対話形で行なう使いやすさのものにする必要があり、グラフィック機能のあるG-760の利用が考えられている。

5 結 言

以上、G-760を用いた板金CAD/CAMシステムを概説するとともに、その適用事例及び将来展望について紹介した。本稿では触れなかったが、CAD/CAMデータを工程設計及び標準作業時間の自動設定にも使用しており、特に非量産工場でのオンライン生産管理に効果を挙げている例もある。

今後は将来展望で述べたようなトータル情報システムを目指して、ソフトウェアのいっそうの充実を図り、多様なアプリケーション ニーズにこたえてゆく考えである。

参考文献

- 1) 篠塚, 外: 板金CAD/CAM一貫システム, 機械と工具, 1982年3月号
- 2) 柴田, 外: 板金CAD/CAMシステムの開発(3), 昭和55年度精機学会春季大会学術講演論文集
- 3) 柴田, 外: 板金CAD/CAMシステムの開発(4), 昭和57年度精機学会春季大会学術講演論文集
- 4) Y. Shibata, et al.: Sheet Metal CAD/CAM System, Bull. Japan Soc. of Prec. Engg., Vol. 15, No. 4 (Dec. 1981)
- 5) 柴田, 外: 多品種少量生産に即応する板金加工のCAD/CAMシステム, プレス技術, Vol. 19, No. 4 (1981)
- 6) K. Shirai, et al.: A CAD System for Press Tools, Proc. CAM-I International Spring Seminar, p.211(1981)
- 7) 白井, 外: プレス金型CAD/CAMシステムの開発, 昭和57年度精機学会秋季大会学術講演論文集