合、システムが使用している COMPUTER が、オンラインで使えば便利である。

ロ) オンラインのパート・プログラムのデバッキング

NC の自動プログラミングシステムの一つである FAPT FAPT-2 のマスタープログラムを、あらかじめ COMPUTER に入れておく。そして COMPUTER の同時並行処理機能によって、パートプログラムデータを入力として、その結果をプリントアウトする。しかしながらパートプログラムが正しいかどうかを判断するために、デジタルプロットで、加工物の図形を描かせてみる。正しかったら計算結果をそのまま磁気ドラムに記憶させる。もし誤っていたら、パートプログラムを修正 (VERIFY) して、再計算を行なう。このようにしてシステムを移動させながら、加工物の加工に必要なデータを磁気ドラムの中に移してゆくわけである。

ハ) オンラインの工程管理 (SCHEDING)

各工作機械に対する仕事の割当、つまり SCHEDUING が、COMPUTER によってなされる。この決定工程にしたがって、加工データが NC 工作機械に送られる。

機械の故障、緊急割込みなどによる工程の変更 (RESCHEDULING) も、オンラインでおこなわれることがのぞましい。

3. む す び

NC によって工作機械だけでなく、フレーム切断機、プレス加工などの金属加工機械が自由化されたが、近い将来は COMPUTER がこれらの自動化機械を管理して、機械工場の自動化に進むことはもはや疑う余地がない。

造船における NC 応用の現況*

栖 原 二 郎**

Recent Development of the Applications of Numerical Control System in Shipbuilding Industry*

by Jiro Suhara**

1. ま え が き

溶接の応用により船舶建造技術は革命的変貌を遂げたがこれにともなって造船工業においては建造能率と溶接の信頼性を目ざして、より良い溶接構造の設計および材料の選定、ブロック建造法を中心とした施工法の改善などに多大の努力が払われ目覚ましい成果を挙げたことは周知のとおりである。

いっぽうこれとは別個に近年電子計算機が急激に発達し、じゅうらい到底不可能とされていた膨大な数値計算処理を可能なものとし、設計および管理の面に多大の便宜と能率化をもたらしたばかりでなく、じゅうらい高度の熟練を必要とした工作機械の自動制御の面にも進出し、成品の精度の保証、工作機械の操作の簡易化による切削効率の向上などの点において多くの成果を挙げることができるようになった。これにともなって造船部門においては線図、

生産設計図とくに写真謄書用原図などの作製ひいては複雑な形状の内部構造材のガス切断過程を、木型などの有形パターンを使用することなく直接 Digital Computer (以下単に電算機とよぶ) による自動制御 (以下 NC とよぶ) の使用によって内業工程の近代化をはかることが試みられるようになり、頭書に記した溶接を中心とした造船技術発展の過程に加えて新しい革命的技術として今後広く導入される傾向が顕著となってきた。

ところがこれを実施するためには電算機本体、自動製図機またはガス切断機本体およびそれらを制御するための電子計算機である制御機などを含む種々のいわゆるハード・ウェアの開発のみならず、いわゆるプログラミング・システムすなわちソフト・ウェアの開発が大きな課題となってきた。

よく知られているようにデジタル型電算機の機能原理的には単なる自動化された高速度のソロバンに過ぎないが、これを造船工作技術と結びつけて船体建造のように複雑な形状のしかも多種少量型の生産を行なうために、これを自由に駆使してじゅうらい人間が行なってきた

* 原稿受付 昭和44年5月30日

** 正 員 九州大学工学部 Member, Faculty of Engineering, Kyushu University

た多様きわまりない作業にとって代らせようとする、あらかじめ非常に大がかりなからくりすなわちソフト・ウェアを準備しておかねばならない。

これに関してはよく知られたノルウェイの ESSI (ノルウェイ工業中央研究所) が作製した AUTOKON システムを初めとしてわが国でも先発数社でこれを上まわる規模および内容を持つシステムがすでに開発されており、これらは主として生産設計以降の自動化のためのシステムであるが、これに対して初期設計から最終的なガス切断まで一貫した自動化を目標とした米海軍の企画する CASDOS (Computer Aided Structural Design of Ship) システムなどにおいて見るような造船の完全自動化を目ざした遠大な計画およびその部分的成果がすでに実在していること、さらにまた造船所の業務の完全自動化を目ざし、設計、工作面のみならず市場調査から初まって完成引渡しまでのこれに関連したすべての管理業務の自動化をも含むトータル・システムまたはインテグレートッド・システムといわれるものの開発の必要性までが強調されるに至った。

ところがこれらの技術を完成するために必要な費用および所要期間はまた膨大なものとなり当然先行投資としての長期的開発を必要とし、したがってこれは一つのビッグ・サイエンスであることを認識しなければならない。すなわちこれらは高度のハード・ウェアおよびソフト・ウェア技術の集積として得られるものであって、今後経済面および技術面において共に多くの未知分野を開拓する必要があり造船技術における技術革新への一つの挑戦であるといえよう。米国人の考え方としていかなるビッグ・サイエンスも費用さえ出せばかならず完成して見せるとの確信にもとずき政府資金により、軍用として開発を急いでいるこの技術が将来完成されたとき、安価で民間に払い下げられる可能性を考えると世界の造船業界としても安閑としてはいられないであろう。これに対して我国としてもその開発のため当然ノルウェイのような技術開発の中央集中化と思いついた国家的助成を考慮しなければならない。このような世界の情勢に対し、わが国の現状を述べれば、すでに先発数社がそれぞれ独自に種々のシステムの開発を行なっているが、各社とも最初のスタートからの経緯もあり、それぞれ各社の特殊事情を生かした特徴あるシステムを作製している。一般に NC から期待される成果として考えられることは (1) 省力、(2) 時間節約、(3) 成品の精度向上、(4) 生産に必要な管理および技術的な情報の処理、などであってこれらのメリットによる現時点における現実的な経済的利得を目ざし日夜開発努力を続けているところにわが国造船における NC 化への努力の特殊性があるとも

いえよう。外国の造船業界に較べて日本における中堅の造船技術者層の能力が大きいたく優秀であることから、わが国でもこの技術の中間的な発展段階においても有形無形の具体的な経済的成果 (たとえばブロックの精度向上による工事の能率向上など) も部分的には期待することができよう。しかしなお現在の発展段階が第一段階であるとすれば今後当面する次の段階においては前記のように大幅な国家助成による長期的構想による協力開発が不可欠な段階に入らざるを得なくなるものと思われる。

以下において船体工作法を中心とした管理面を含む広義の NC について紹介する。

2. NC 応用の範囲

造船業における生産活動の流れを図示すると大略図 2-1 のようであり、これをすべて電算機により自動化したトータル・システムを得ることは理想ではあるが、これらのすべてをディジタル電算機で処理するためにはたとえば板曲げのような連続作業までもその過程を全部ディジタルな数字の集積としてあらわし、これを論理的な連鎖によって処理しなければならず、取扱う対照によってはそのみで膨大な数の数値の処理を必要とし現時点では電算機の容量の限度または経費の点からまだ実行不可能な部分も多い。したがって現在可能な範囲で実施しているもの (図 2-1 中●印)、開発途上にあるもの (同○印) または一部実施中のものまた全然手をつけていないものなどあり、それらの中で可能なものから手をつけている現状であり、図 2-1 にこれを示す。

なお関連事項として参考のためにわが国各造船所での船舶設計諸計算における電算機の使用の現状を示すと表 2-1、a および b 表のようになる。

また工程管理、工数管理など生産管理面における電算機の利用はすでに各社とも開発がすすみ、たとえば鋼材納期決定は各工場の負荷を平準化した船殻工程に同期しており、配員計画も HI-SMACC (三菱神戸造船所) の例を初めとして各社事情に適したシステムが活用されている。

本来、前述のようにトータル・システムとしての NC の理想像は、設計がそのまま切断、曲げなどの工作に直結すべきものであるが、発達途上にある今日のシステムの現状はじゅうらいの生産手順が踏襲され大別して設計、原図、工作の三つの段階にわかれている。

すなわち船殻工作では設計データを受けて、数値原因システム、数値野書切断、数値曲げ加工のシステムからなり、艤装工作ではその重要部分であるパイプについてパイピング設計、パイプ一品図およびパイプ曲げ加工の三つの段階にわけてシステムが構成されている。

表2-1, a 国内の船舶設計諸計算における電算機使用の状況

対 象		ルール計算のみ			重量計算と連結			Min. Wt. との連結			Cost. への連結			Opt. Design との連結		
		完 成	開 発 中	計 画 中	完 成	開 発 中	計 画 中	完 成	開 発 中	計 画 中	完 成	開 発 中	計 画 中	完 成	開 発 中	計 画 中
中央切断縦部材	NK	4社			3	3	1	1								
	LR	3	2		2	2	2	1								
	NV	1	2		3		1									
	AB	1	2		1	1										
中央切断横部材	NK	4			3	3										
	LR	3	2		2	2	1									
	NV		3		3											
	AB		3		1	1										
横 隔 壁	NK	2			3											
	LR	1	1		2		1									
	NV		1		2											
	AB	1	1		2											
縦 隔 壁	NK	2			1	1										
	LR		1		1	1										
	NV		1		2											
	AB		1			1										
外 板 展 開	NK		1	1			1									
	LR		1				1									
	NV		1				1									
	AB		1				1									
機 械 室 構 造	NK		1	1												
	LR		1													
	NV		1													
	AB		1													
船 首 構 造	NK			1												
	LR															
	NV															
	AB															
船 尾 構 造	NK			1												
	LR															
	NV															
	AB															
上 部 構 造	NK															
	LR															
	NV															
	AB															
舵	NK	3	2		1	1		1								
	LR	2	2			1	1	1								
	NV	2	2			1	1									
	AB	2	2			1	1									
船 尾 骨 材	NK	1	2		1	1										
	LR		2			1	1									
	NV		2			1	1									
	AB		2			1	1									
デリックポスト	NK	2		1			1									
	LR	1					1									
	NV	1														
	AB	2					1									
縦 強 度	NK	10			1	1										
	LR	2	1		1		1									
	NV	1	1				1									
	AB	1	1				1									

(注) 数字はアンケート回答各社数

表 2-1, b 国内の船舶設計諸計算における電算機使用の状況

項 目		完 成		開 発 中		計 画 中	
対 象							
強度 関係	断面性能	9社					
	縦強度	10					
	タンカー立体強度	3		3		1	
	バルクキャリア二重底	3		2		3	
	船体振り強度	3				3	
	デリックポスト	6		2			
	進水時船底強度	1				1	
	スラミング船底強度	3				1	
振動 関係	船体固有振動(上下, 水平)	8				1	
	〃 (前後)	2		1		1	
	〃 (振り)	1		1		2	
	上部構造固有振動	6		1		1	
	船体上部構造連成振動	1		2		1	
	機関室二重底固有振動	1		1			
	Deep Tk Bhd 〃 Derrick Post 〃	2 3		1		1 2	
製図関係※	構造用正面線図	△ 2		△ 2		△ 2	
	外板展開			△ 2		△ 2	
	中央切断	△ 1		〇 1		△ 2	
	鋼材構造			〇 3		△ 2	
マ法の利用 トックス	骨組構造	4		5			
	平板 〃	6		1		1	
	曲板 〃			1		1	
	防撓板 〃	3				1	
その他	熱応力	1					
	クサビ理論	1					
	スロットまわりの荷重分担率	1					
	ウイングタンクの剪断変形	1					
	縦隔壁の配置と剪断力分布	1					
	船殻鋼材表			1			

プログラム開発状況(ルール計算以外の設計プログラム)

※自動製図機との連結
板割骨組配置の決定 ○△

図 2-1 Computer Aided System 並びに NC System 応用範囲の概要

これらの各システムの開発の方針として（１）一連の過程において人間による、インプットまたは論理的な誤りなどの人為的な誤りが発見できること。（２）現状の生産システムへの容易な導入および部分的に交換ができること。（３）電算機関連機器の信頼性に容易に対処できること。などの配慮のもとに重点的に実施されている。しかし電算機関連機器の今日の急速な進歩の状況と労働事情の急迫からくる省力化への欲求から推して、次の10年間にはこれらのシステムは本来の一貫した姿にまとめられるものとおもわれる。

3. NC システムの構成

自動製図、野書、切断、曲げ加工のNC化の手順とその構成を示すと図3-1のようになる。

船型表示の数値化システムは船体工作におけるNCシステムの構成の基本となるもので、フェアリングから正面線図作成までのシステムであり、図に示すように正

面線図（フレームおよびシームのオフセット）、船体構造上の基本図のデータから引き出した主要構造位置（たとえば甲板、隔壁およびガーダーなどの位置座標）および別に用意した工作基準（スロット、ノッチ、スカロップ、開先要領および板逃しなど）などの三つの要素を噛み合わせたデータがディスクまたは磁気テープにファイルされる。これをファイリング・システムとよぶ。次にこのデータ・ファイルから上記のデータを出し入れして電算機に演算させるのに必要なプロセッシング・プログラムが必要となる。これは主として arithmetic logic で構成され、図形処理を目的としたものである。次に自動製図、切断、曲げ加工を行なうための演算処理を電算機に命ずるパート・プログラムを作成する。これは設計図が意図するところを工作手順に翻訳し、かつ電算機に命令するものであって、独得の言語をもって書かれる。

このようにして造船工作におけるNCではデータ・ファイル、プロセッシング・プログラムおよびパート・

図3-1 NC System の手順と構成

プログラムの三つの機能によって初めて船体図形処理と工作手順が決定され、自動製図機または自動切断機を動かす制御機にかけるため紙テープなどの形でアウト・プットされる。これが一般の機械工作の NC システムと異なり、造船工作用 NC ソフト・ウェアの特徴である。

なお上記の外にハード・ウェアとしては現在電算機本体の外、完全な自動設計システムがまだ完成しておらず発展途上にあるため、中間的にネスティングなどを部分的に人の手によって行なう場合に使ったり、正面線図などの図の上で主要点を手動的に指示した位置でキイを押すことにより自動的に数値で読みとる座標読み取り機すなわちディタイザー、およびテープにてアウト・プットされたデータより自動製図、切断、曲げ加工などを行なう機器（ポスト・プロセッサという）などがある。

4. ソフト・ウェアについて

造船工作法に関連したソフト・ウェアの代表的なシステムをあげると表 4-1 の通りである。

これらは大別するとフェアリング・システム、展開関係システム、板の形状切断システムの三つにわけられ、各システムについてのインプット・データおよびアウト・データを通じて相互のシステム間でお互いに結ばれている。

(1) フェアリング・システムについて

数値計算によるフェアリングの計算法についてはこれまでいろいろな方法が提案されたが、現在多く用いられている方法の一例は船体の各断面線（フレーム・ライン、ウォーター・ライン、バトック・ライン）を部分的に多項式からなる曲線の集合体すなわちスプライン曲線であるとして処理する方法が多く用いられている。

すなわちその計算手続きは

i) 計画線図のステーション・オフセット、境界線（ボトム・フラット、サイド・フラット、デッキ・サイドライン、バウおよびステムのナックル線）から大型船で約 200 点前後の座標値を読みとり、インプット・データとする。

ii) これらの座標点の各点列にもっとも近似しかつ曲線の三次微係数（これは原曲線をバッチンの画く曲線と考えるとバッチンの剪断力に相当する）の曲線の長きに沿った変化量が最小となるような三次曲線を線型計画法または最小自乗法により求める。

図 4-1 はインプットの各点とフェアリングして求めた曲線との関係および曲線の定義式を示し、図 4-2 は得られた線図を自動製図して得た例を示す。図 4-3 は上記のフェアリング計算の一例の詳細をフロー・チャート

表 4-1 List of Typical Soft Wares

名 称	主 開 発 部 署	国 名	備 考
APT & ADAPT	I.I.T.R.I を中心とした会員制	米 国	機械工作用のため造船には使いにくい
AUTOKON SYSTEM	C.I.I.R	ノルウェー	造船用
HIZAC	日立造船(株)	日 本	造船用
KFAPF	川崎重工(株)	日 本	造船用
LOFTRAN	日本鋼管(株)	日 本	造船用
PDL/II	三井造船(株)	日 本	造船用
STEER-BEAR	KOCKUMS	スウェーデン	造船用
2CL	B.S.R.A.	英 国	造船用
CASDOS	米 海 軍	米 国	艦艇用
FERRANTI AUTO-PROGRAMMING SYSTEM	FERRANTI	英 国	造船用
FAPT II	富士通(株)	日 本	汎 用
ARP I. II	東洋電機(株)	日 本	汎 用
SMACC I	三菱重工(株)	日 本	造船工場管理用
SMACC II	三菱重工(株)	日 本	造船工場管理用
HI-SMACC	三菱重工(株)	日 本	造船工場管理用

図 4-1 Illustration of Fairing and Defined Cubic Spline Curve

図 4-2 An Example of Auto Drafted Ship Lines

図 4-3 Flow Chart of Lines Fairing

で示した。

(2) 展開関係について

外板展開, ドラフト・マーク展開および曲り外板組立治具計算などはいずれもフェアリングされた正面線図からフレーム, シームのオフセットを経てこれをインプット・データとし, これから板の法線方向から見た近似実形を求めるため主として座標変換の演算を行なうソフト・ウェアであるが, またこれとは別にじゅうらいから用いられている測地線展開法をプログラム化したものも用いられている。

またフレーム展開の手法は英国とわが国で異なった考え方にもとづいて構成されていることは興味深い。

わが国の場合はフレーム曲げの中性軸を示す曲線に対する法線方向の線分上で逆直線の位置を定め, 曲げ加工時の変位検出を逆直線でチェックするいわゆる逆直線法によっている。これに対し英国の NC 曲げ加工は図 4-4 b) の示す P_n 点における曲率をフレーム・エンド P_0 の座標値の変化で検出し, P_n 点の曲げ半径を修正するフィード・バックする方法を採用している。

前者は塑性曲げによる実際の中性軸を実験によって求めて曲げ加工の誤差を補正する必要があるが, 計算手段は直接的である。後者ではその必要がないが, フレーム曲げ自動化に当たって, フィード・バック操作はベンダーの動作にまでおよぶ所に問題がある。実用上どちらも一長一短があって甲乙はつけがたいが, 両者の考え方の相違は今後フレーム曲げの NC 化を推進するに当たって, 自動的な加工に要する時間および曲げの機構, 動作などの点から吟味する必要がある。

(3) 板の形状切断システムについて

このシステムは点, 線, 円弧の諸計算, 穴, スキャロップ, スロットなどのサブルーチンから構成され, 大略 50 前後の幾何学的形状指示のためのステートメント, 7

~10 前後のステートメントからなるマーキング, 切断などの運動指示ステートメントおよび 10 前後のステートメントからなる計算手順を示す制御ステートメントの三種のステートメントから成立っているのが普通である。一般的に図 4-5 に示すような流れ図で示される機構で船殻部材を生成するものである。

これらのシステムが具備すべき条件は

- i) 船体図形の特質に対してじゅう分な考慮が払われていること。
- ii) パート・プログラムの記述が簡単容易で, かつ融

FILE : System in which frame offsets, longl. offsets, etc. are filed.

ESD : System in which syntax error is checked, part program is decoded and calculation is put into practice.

POST : System in which the contents of generated material is translated into the signal to operate drafting machine and gas cutting machine.

図 4-5 Flow Chart of Plate Generating

a) Conventional Method in Japan b) Practically Applied Method in England

図 4-4 Scheme of Development of Frame Line


```

HEAD
PO1=PTXY (1900, 0)
PO2=PTXY (1900, 2400)
SCOT (PO1, PO2, 1900, 0, 1900,
      2400, 10, L, 1)
LBGN PO1, A    SO1=SPT2 (PO1, PO2)
LINK TCH, L    SO2=SANG (PO2, 180, 3000)
LINK KAT, B, 75, R SO3=SPAR (SO1, L, 1900)
LINK GUT, R, 100, R SO4=STRT (-100, 0, 3000, 0)
INST R        PO3=PTXY (1400, 0)
LEND          DO1=DRHL (SO4, PO3, A, O, 150, 75)
MARK 1, *, *, 1 PO1
MARK 2, SO5, *, 1 SO5=SPAR (SO3, R, 500)
HSET          SO6=SPAR (SO2, B, 600)
              HO1=HL23 (SO3, SO1, SO4, A, 1200,
              800, 600)
PEND
END

```

図4-6 An Example of Part Program

Loop Control

By adding control statement to part program of typical FR 49, FR 50, 51, 52 may be generated.

Application of Standard Shape

Standard Notch

Deformed Notch

Deformed notch dimension is generated automatically from standard notch form.

Setting of Hole, etc.

Compensation for Abutting Plate Thickness

図4-7 Examples of Detail in Soft Ware

通性に富んだものであること。

iii) 電算機の使用料が低廉ですむものであること。

iv) 工作基準，設計，施工法の変更に対して容易に即応できるものであること。

v) 溶接長，切断長，重量など管理諸元が必要に応じて容易に算出されること。

などがあげられる。

図4-6にパート・プログラムの一例とそれによる作画結果の例を示し，図4-7には上記のこのシステムの中に具備すべき条件の二三の例を示す。

以上述べた例では電算機を利用した図形中の要所の位置と形状のみをインプットすればよく他の部分は自動的に計算して処理するいわゆる自動プログラミング・システムの例であるが，この外に図形を直線，円弧，放物線などによりいくつかのブロックに分割し，各ブロックごとに制御機の要求する順に詳細なデータをいちいち直接人手により記述するいわゆるマニュアル・プログラミングもある。これに属する一例として図4-8に ESSI Coding を示す。

5. ハードウェアについて

ソフト・ウェアによる命令，論理，手順にしたがって作動し，所要の計算および作業を行なう装置，機器をすべてハード・ウェアという。

これに類するものに電算機本体およびその附属機器（カードおよびテープ・パンチャー，カードおよびテープ読み取り器，印刷機など）があり，これをプロセッサとすれば，そのアウトプットをインプットとし，実際に作業を行なう自動製図機，自動切断機，自動曲げ加工機およびそれらを制御する制御機はハード・ウェアの中

START CONTOUR>
 STRAIGHT LINE : START POINT (-70, +0) END POINT
 (+140, +0)>
 END TANGENT>
 CIRCLE : CENTER (+90, +110) RADIUS (+70)>
 COMMON TANGENT>
 CIRCLE : CENTER (+0, +0) RADIUS (+70) END
 POINT (-70, +0)>
 RAPID : END POINT (+50, +110)>
 CIRCLE : CENTER (+90, +110) RADIUS (+40)
 END POINT (+50, +110)>
 END CONTOUR>
 ESSI (CODING EXAMPLE 3)>
 FINISH>

図 4-8 An Example of ESSI Coding

表 5-1 Present State of Hard Wares

国 名	造船所	主要コンピューター	製 図 機	切 断 機	そ の 他
日 本	A	HITAC SERIES	ARISTO-WERKE 東洋電機(株)	L'AIR LIQUID (ESSI)	—
"	B	FACOM SERIES	武蔵工業	—	—
"	C	IBM 360 SERIES	KINGMATIC 武蔵工業	—	—
"	D	IBM 360 SERIES	東洋電機(株) 武蔵工業	—	—
スエーデン	A	IBM 360 SERIES	ARISTO-WERKE	TELLEREX (ZIEGLER)	—
"	B	SAAB	ARISTO-WERKE	MESSER GRIESHEIM (ESSI)	—
仏	A	IBM 360 SERIES	KINGMATIC	L'AIR LIQUID (ESSI)	—
英	A	ICL	GERBER	EAGLE	FRAME BENDER (HOUE SMITH)
"	B	ICL	KINGMATIC	MESSER GRIESHEIM (ESSI)	—
米	A	IBM 360 SERIES	KINGMATIC	KEHLBERG EBERLE (ESSI)	—
"	B	IBM 330 SERIES	KINGMATIC	MESSER GRIESHEIM (ESSI)	—

(注) 設備台数は省略し採用機種又はメーカー名を示す。

でポスト・プロセッサといわれる。この外に前述のような図形の座標値を自動的に読みとり、自動的にその座標値のインプット・データを作成するディジタイザーも代表的なハード・ウェアの一つとして現在広く利用されている。

これらのハード・ウェアの使用状況の一例をあげると表 5-1 のとおりである。

6. NC システムの趨勢

電算機の利用に対する要求がここ数年間急激に増大したため船舶設計の諸計算のためのソフト・ウェアの開発は設計技術者によってなされ、フェアリング以降の工作に関するソフト・ウェアの開発は現場技術者によって進められてきた。

したがって両者の作製したシステムの間に若干のギャップが生じており、これを埋めた一貫したトータル・システムへの展開が要望されている。

このトータル・システムへの発展途上にあってはシステムのパッケージ化と称し、将来優れたサブ・システムに順次おきかえることができるように、各システムをユニット化し、トータル・システムの構成に際して自由に各部分の交換およびそれらを組み合わせることができるよう計画する。これをシステムのパッケージ化という。スエーデンの Kockums 造船所の Steer-Bear システム、英国 B.S.R.A. の 2 CL システムなどにその例がうかがえる。

かようにシステムの開発に当たっては関連機器発達の動向をじゅう分洞察し、その性能とこれに見合ったソフト・ウェアの開発方針を決定し、あわせてそれらを有効に組み合わせるような方式を、あらかじめ慎重に検討した上決定することが必要で、その良否はそのシステムの将来の成否を決定するものとなる。

たとえば現在開発されつつある米国の C.R.T. システムは電算機に直結したカソード・レイ・チューブを使用

して必要事項を螢光面で図形、数字または文字として直接目で見ながら、システムのインプットおよびプログラムの加筆訂正などを自由に行なうことができるもので現行の面倒なコーディングを用い多くのデータをカードなどのパンチによりインプットする操作を不用にして、人間と電算機が直接対話を行ないながら設計およびNC工作要領を決定できるいわゆるマン・トウ・マシン・システムであり、米国において宇宙開発関係の国家的な計画と関連してその使用性能と経済性の向上は最近いちじるしいものがある。そのレンタル料はたとえば1966年200~300\$/HRであったものが1969年20~30\$/HRと急激に低下しつつあり使用者にとって実用化が可能となる線に歩みよりつつある。

特に米国の航空機産業においてはすでにじゅうらいのNCシステムがこの新しいグラフィックNCシステムに変貌しつつある。このC.R.T.を利用したグラフィックNCの一例では構造上の典型的な部分をCRT上に投影し、目で見ながら設計条件をライト・ペンでインプットすることにより何種類もの変形部品の工作データを作ることができ、一例ではじゅうらい8時間かかったものをわずか10分で設計しており、したがって工作用のパート・プログラムでマニュアル・コーディングが省略され、NC工作機用の制御テープがC.R.T.上で決定した事項から直接アウトプットされる段階にまできている。

このように宇宙開発の成果を利用し、しかも一号機を引き渡すまでの生産の準備に2~4年と長くかかるが、一旦生産を開始すると200~300機以上の同型機生産を行なう航空機業界では、造船と異なり電算機導入に好都合な環境にあり、あらかじめ全製造工程すなわち設計、材料手配、工程計画、工事計画などを徹底的に電算機によって解明し、完全な見通しをつけた上で初めて生産を開

始するのが実状のようである。これに対し、造船の企業形態、生産形態および工作法は独自の特徴を有し、航空産業とは自ら異なっているが、このようなNC応用の状況は造船における将来のNC化の趨勢に大きな示唆を与えるものと思われる。

7. あ と が き

以上造船におけるNCの現況について略述した。造船へのNC技術の導入の程度は造船工作法近代化の一つの指標とも見られるが、この技術は数学、電子工学、造船、機械、溶接および切断などの諸技術に関する専門的知識を広くかつ深く総合的に組み合わせて初めて完成されるものである。

したがって使用者側としてはNC技術の開発、導入とそのメンテナンスのため忍耐強い人的、財的投資が必要であり、メーカーの側としても、とくに急激に進歩しつつあるこの分野に対応できる技術開発の能力を備え、使用者の要望に即応できることが必要である。この点欧米では航空、造船、電気、機械、溶接、土木、建築などの各部門内におけるこの技術の専門家が研究チームを構成し、研究成果と意見および経験を互に交換し、新しいプロジェクトの開発の効率化に努力すると共に国家的助成を得て活発な活動が行なわれていることは注目すべきであり、前述のようにわれわれもまたこれは呼応して、各部門における技術開発の経験と成果を交換してNC技術開発努力の効率化をはかるべきであると考え。

終りに本稿を起草するに当っては東大・木原博教授のご激励とならびに造船学会NC研究委員会の幹事、委員諸氏とくに三井造船㈱・森口茂氏に資料の提供その他の御援助を受けたことを記し、ここに厚く感謝の意を表する次第である。

NC 切断機 について*

中 西 実**

Numerical Control Gas Cutting Machine**

by Minoru Nakanishi**

1. ま え が き

自動化のもっとも進んだガス切断機のひとつとして、数値制御切断機がある。数値制御切断機は、ガス切断機

の作動に必要な制御入力情報が紙または磁気テープに記録された不連続の数値記号として機械に与えられ、これにより切断が行なわれるので、数値制御切断機またはNC切断機(Numerical Controlの略)ともよばれている。

NC切断機は1958年イギリスのBritish Oxygen Co.

* 原稿受付 昭和44年6月27日

** 正 員 (株)田中製作所 Member, Tanaka Eng. Works Co., Ltd.