

# 기계설계와 제조에서의 컴퓨터활용

이 기 식\* · 이 봉 진\*\*

## On the Computer Application in Machine Design and Manufacturing

KI SIK LEE · BONG JIN LEE

### 1. 머리말

영국의 JAMES WATT가 증기기관을 발명한 것으로 시작되는 산업혁명은 인간이나 자연의 힘을 이용하던 도구사용의 단계에서 기계의 힘을 이용하는 단계로의 비약이라는 점에서 실로 인류역사의 중대한 전환점이었음에 틀림없었다. 이와같은 산업혁명이 기계를 이용한 인간의 노동력의 확장이라는 점에 비하여 현대문명의 종아로서 각광을 받고 있는 컴퓨터의 등장은 인간의 사고능리를 무한히 확장시켜 주었다는 점에서 또 하나의 커다란 비약이라고 할 수 있는 것으로 이를 제 2의 산업혁명의 특징이라고 말할 수가 있다. 오늘날 컴퓨터의 이용분야는 우리들이 싫던 종던간에 시대의 물결에 따라 모든 분야에의 컴퓨터화는 설세없이 진행 되고 있으며 앞으로 제조공업에 있어서도 설계에서부터 제조까지의 기술적 제업무는 물론 경영, 영업, 사무등 모든 분야에 컴퓨터화가 예상되기 때문이다.

이 모든 분야를 파악하고 소개한다는 것은 너무 힘에 벅찰것 같다. 여기서선 그중 기계설계와 제조에의 대표적인 응용이라 할수있는 CAD(Computer Aided Design)와 CAM (Computer Aided Manufacturing)에 관해 적어 보기로 한다.

CAD는 일명 자동설계라고 불리워지기도 하나 자동설계에는 종래의 最適計劃型 또는 情報檢索型이라고 부를 수 있는 AD(Automated Design)와 試行錯誤型이라 할 수 있는 CAD등 두 형이 있다고 본다.

전자는 설계와 제작경험등을 과학적으로 효과있게 컴퓨터화 하는데 중점이 있는데 비해 CAD는 새로 개발하는 항공기, 자동차의 차체, 링크(link) 장치, IC회로

등 비경험적이고 시행착오의 가능성을 내포한 것들에 유용하다. 따라서 컴퓨터 simulation이 그 기본이라고 하겠다.

CAM은 제조공정을 컴퓨터화한다는것인데 이것 역시 제조공정 그 자체를 컴퓨터화 하는것과 자동설계된 그 자료가 자동적으로 제조공정으로 옮겨져서 설계, 제조 공정 전체를 컴퓨터화 하는것이 있다. 이 사상은 대형 컴퓨터 사용이 그 전제가 되어있음은 물론이다.

최근에는 micro processor, minicomputer등의 기능 향상등으로 인해 공정별 자동화를 하나의 module과 해서 CAM을 구성하여 종래의 대형화에 따른 결점등을 보완하는 경향도 볼 수가 있다.

### 2. CAD/CAM 특징 및 장점

CAD / CAM은 앞서 기술한바와 같이 설계와 제조과정이 별도로 적용될 수도 있으며 복합적으로 적용될 수도 있다. 이제부터 소개하고자 하는 CAD/CAM System. 이 관한 것은 공작물의 설계와 제조단계가 극한되어 적용되는 Computer Aided System에 대한 것으로 시장조사로부터 신제품의 기획, 설계, 생산, 광고, 재고관리, 판매등 제품생산의 전과정에 걸쳐 computer의 여러 가지 기능을 최대한도로 활용하도록 구성된 광의의 CAD / CAM System과는 구별된다. CAD/CAM의 특징과 장점중 대표적인 것은 다음과 같다.

#### 가. 설계 및 개발단계의 시간 및 노력절감

컴퓨터는 그 본체만으로는 별다른 의미를 갖지 못하나, 사용목적에 맞는 적절한 주변장치(Peripheral Device)와 함께 이를 활용할 수 있는 수단인 소프트웨어 프로그램(Software Program)이 주어질 때는 실로 막대한 위력을 발휘 할 수 있게 된다. CAD/CAM을 위한 컴퓨터 시스템은 각종 설계도면의 입출력이 가능한

\* 한국과학기술연구소 전산개발센터

\*\* 正會員, 한국과학기술연구소 자동제어 연구실

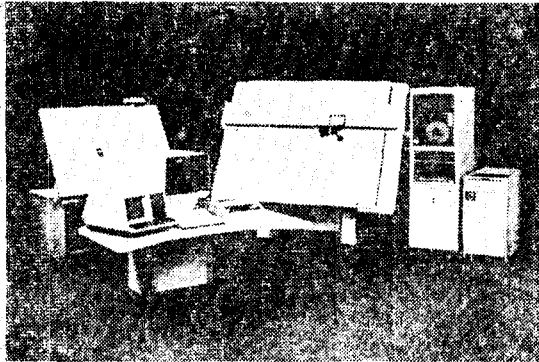


그림 1. CAD/CAM System 구성

주변장치인 Graphic display나 plotter 등과 공학설계용으로 마련된 소프트웨어를 써서 필요한 공작물의 설계를 할 수 있어서 복잡한 계산이 필요하거나 많은 반복작업이 요구되는 경우, 손쉽게 빠르게 처리할 수 있을 뿐 아니라 필요한 data의 입력만으로 자동제도를 할 수도 있어서 많은 시간과 노력을 아낄 수 있다.

나. 설계착오의 사전 방지

컴퓨터를 이용한 공학설계에서는 비교적 간단한 절차로 여러가지 형태로 설계에 필요한 data를 분석해 볼 수 있으며, 또한 시작점의 제작이나 그 시운전등의 단계를 거치지 않더라도 computer 내에서 설계된 공작물의 실제 적용에 관한 여러가지 simulation이 가능하기 때문에 손쉽게 설계상의 오류를 찾을 수 있어서 역설사 전에 방지할 수 있다.

다. 설계변경 용이

각종 공작물의 설계단계에서는 비단 설계상의 착오수정을 위한 것이 아니라도 각종 설계 변경요인이 있게 마련이며, 이를 위해 소요되는 노력이나 시간도 적지 않다. CAD의 경우 이러한 설계변경은 몇개의 data를 수정하여 입력시키거나 program의 일부분을 수정하는 것만으로 설계요소의 변경이 가능하므로 항상 만족한 결과를 얻을 수 있다.

라. 제품품질의 균일성 보장

컴퓨터가 제조단계에 응용되어 각종 공작기계를 제어하는 CAM의 경우, 모든 제품은 동일한 조건으로 가공되어지기 때문에 모든 제품은 균일한 품질이 보장된다. 즉 모든 공작기계의 운전은 컴퓨터의 출력 signal에 의하여 이루어지기 때문에 수동운전의 경우 있을 수 있는 모든 불량원인(기능의 속도정도의 차이 작업여건의 변화, 감정상태등)과는 완전히 무관하므로 전반적인 품질

수준은 항상된 상태에서 오차한계가 일정하여 대량생산의 절대적인 요소가 되는 부품의 호환성은 최소의 검사로도 항상 보증된다.

마. 생산성 향상

CAM에 의한 공작물 가공은 공작기계의 생산성을 향상 시켜준다. 즉 가공 준비절차는 가공물의 파포인편을 설계상의 원점에 일치시키는 것으로 족하며, 가공도중 제속이 불필요한것은 물론 회전수나 이송속도의 변환을 위한 가공중단없이 가장 집약적인 공정으로 공작물 가공이 가능하기 때문에 가동율을 극대화 시켜준다. 이는 공작기계의 소요태수를 줄여주며 제품의 생산일기를 낮추어줄 수 있어서 결과적으로 생산성의 향상을 기적으로 되는 것이다.

이런 장점들을 활용한 설계의 이로서 자동차공업을 보기도한다. 새로운 자동차의 개발기간을 단축하는 목적과 차체기공과 NC에 의한 금형기공 자료를 얻는 목적으로 이 system이 이용되고 있다. 즉, 차체의형형상의 Data base, 푸테스형 표면의 NC 설계와 절삭, 성형부품의 설계와 NC 연삭, 사린더부품등의 case등의 제작, 추진축의 높은 精度의 성상이나 하겠다.

3. CAC/CAM SYSTEM

그림 1은 자동설계와 CAM system에의 입력까지의 CAD, CAM system의 일례를 보인 것으로 Magnetic Tape 와 disk를 갖춘 mini-computer와 공작물 설계에 필요한 각종 program 및 data의 입력과 설계도면의 display 가 가능한 Graphic display terminal, 자동제도의 기능과 설계도면상의 위치의 직접입력기능을 갖는 Digitizing plotter, 각종 수치제어 공작기계 제어용으로 쓰이고 있는 Paper Tape를 만들거나 그 내용을 읽어들이 수 있는 Paper Tape Reader, unch로 구성되어 있다. 이와같은 컴퓨터 주변장치들은 각기 고유기능을 수행하도록 작성된 여러가지 소프트웨어 프로그램에 의하여 활용되게 되는데 그 기능은 system에 따라 큰 차이가 있으나 대체로 공작물의 설계, 설계 해석, 자동제도, 수치제어 공작기계용 paper Tape의 작성 및 편집, 수정등에 이르는 일련의 절차를 수행할 수 있도록 구성되어 있다.

이러한 CAD, CAM System을 이용하는 공작물의 설계과정에서는 설계에 필요한 최소한의 Data를 Key Board, Digitizer, punch Card 등을 통하여 입력시켜서 컴퓨터로 하여금 미리 Program 되어 있는 software 에

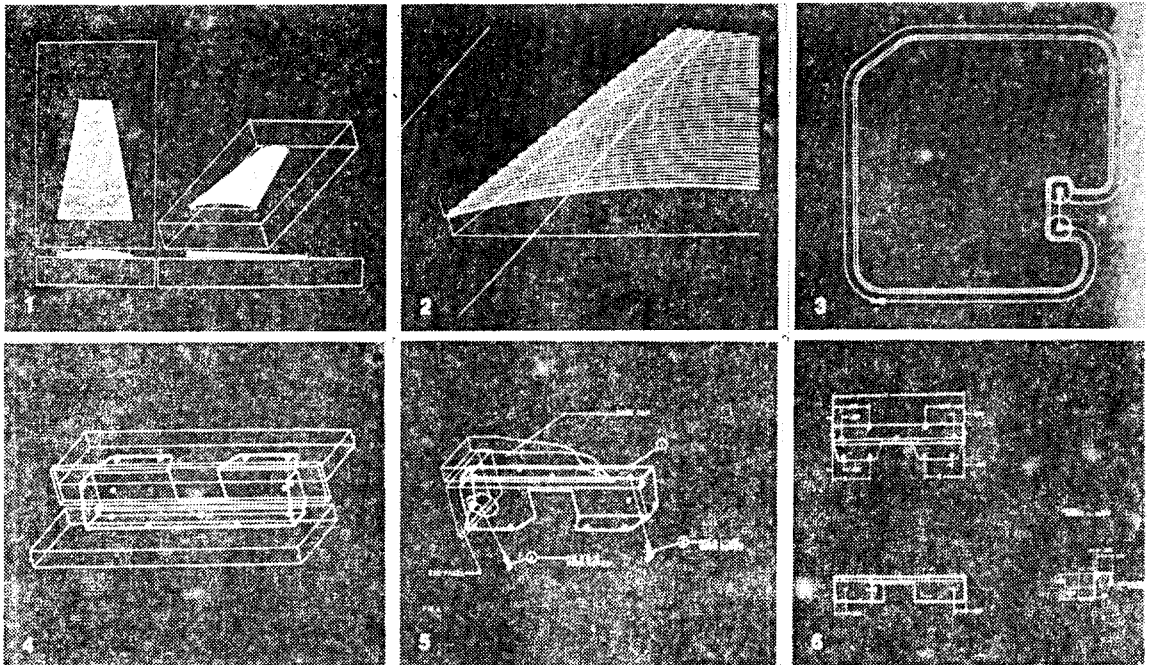


그림 2. Graphic display terminal의 각종 Output형태

의하여 가공하고자 하는 공작물의 완전한 3차원 좌표를 계산하게 하여 magnetic tape 나 disk 에 기억시킨 다음, 필요에 따라 모의 절삭의 경로를 graphic display 의 화면을 통하여 관찰하고 분석할 수도 있으며 공구 선택의 적합성의 검토도 가능할 뿐 아니라 임의의 각도의 투영도를 그려 볼 수도 있다.

이와 같은 과정을 거쳐 확정된 설계도면은 plotter 를 이용하여 몇 장이고 신속하고 정확하게 제도해 낼 수 있으며, 수치제어 공작기계의 입력수단으로 쓰이는 paper tape 도 만들어 낼 수 있다. 또한 일단 작성된 paper tape 의 내용검증이나 수정, 혹은 tape 편집등의 절차도 간단히 이루어 질 수 있다. 그림 2는 graphic display terminal 의 각종 output 형태를 보여주는데 ①과 ⑥은 삼각법에 의한 공작물의 설계도면, ②와 ③은 공작물 가공시의 공구의 이동경로를 보여주며, ④와 ⑤는 임의의 방향의 공작물의 투영도와 조립에 필요한 각종 information 을 포함한 설계도면을 나타낸다.

#### 4. CAD/CAM

이와 같은 컴퓨터를 이용한 각종 설계 및 제조방법은 수치제어 공작기계를 이용한 공작물 가공과 연결될 때 그 진가를 발휘하게 된다. 즉 일단 설계도가 작성된 다

음에도 실제 가공에 임하기 까지는 가공에 필요한 공작기계의 선정과 가공방법에 대한 계획을 수립하고 절삭방법의 결정, 공구의 선택, 가공시 공구의 경로등을 결정하는 등 각종 기술적인 문제를 해결하여야 하는데 수치제어 공작기계의 제어 program 작성을 목적으로 개발된 각종 컴퓨터 소프트웨어는 이와 같은 제반 기술적인 문제를 손쉽게 해결해 줄 수 있다.

APT(=automatically programmed tools)와 post processor 는 이러한 목적으로 사용되는 소프트웨어이다. 일반적으로 APT 는 컴퓨터 maker 나 CAD/CAM system개발 maker 에 의하여 공급되며 post processor 는 수치제어 공작기계 maker 에 의해 작성 공급되며 EXAPT FAPT 등 여러종류가 있다.

APT는 설계도면에 표시된 각종 설계자료를 고유의 언어로 작성된 program 으로 받아들여 공작물의 가공에 필요한 각종 수치를 계산하여 출력시켜 주며 이러한 수치들은 각종수치 제어공작기계에 기능에 맞게 작성된 post processor 를 거치는 동안 공작기계가 실제로 공작물을 가공하는데 필요한 모든 정보(예를 들면 공작물의 재질과 가공방법에 따라 달라지는 주축회 전속도와 이송속도, 공구의 이동경로등 각종 보조기능)를 포함한 data 로 바뀌어져서 수치제어용 paper tape 로 출력된다.

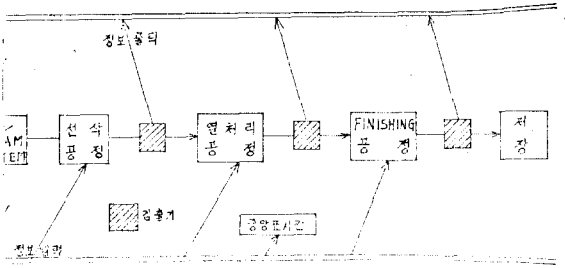


그림 3. 추진축 가공공정과 CAD/CAM SYSTEM의 정보의 흐름

현재 수치제어 공작기계의 입력 제어수단으로 쓰이는 paper tape는 여러가지 정보전달 수단의 한가지 방법이라는 의미이상의 것은 없으며 여러가지 다른 방법으로도 가능하다. 즉 paper tape를 이용하지 않고 직접 컴퓨터와 연결하여 제어하는 방법도 가능하며 실제로 post processor의 출력 signal을 직접받아 공작물을 가공하도록된 NC공작기계도 사용되고 있다.

이 CAD, CAM system을 기초로한 축(軸)류가공 system을 보면 그림 3과 같다.

그리고 CAD, CAM 연구에 관련되어 현재 KIST가 보유하고 있는 장비는 表-1과 같다.

表-1 CAD/CAM의 연구에 관련되는 장비

명 칭	MAKER	MODEL	용 도
CAMERA-PROCESSOR 2000	3M*	78AA	촬영
UNI-PRINTER, 036	3M	49BG	필름복사 (Microfilm 용)
READER-PRINTER, 400B	3M	75AA	확대인화 ( " )
READER-PRINTER, 200R	3M	290R	" ( " )
READER-PRINTER, EXECUTIVE 1	3M	165	" ( " )
CAMERA, 3400 CARTRIDGE	3M		촬영
MICROFILM PROCESSOR	3M		현상(Micro-film 용)
UNIVERSAL MICRO-VIEWER	Resdex Microprint Corporation		확대( " )
대형 COMPUTER	CONTROL DATA	CYBER 171	<ul style="list-style-type: none"> <li>APT PART PROGRAM의 PROCESSING</li> <li>GRAPHIC SYSTEM의 PROCESSING</li> <li>파악기술계산</li> </ul>
MINI COMPUTER	DIGITAL	PDP 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>GRAPHIC SYSTEM을 이용하는 COMPUTER AIDED DESIGN SYSTEM의 PROCESSOR로 이용</li> </ul>
MICRO COMPUTER	IMSAI	I-8030	<ul style="list-style-type: none"> <li>특수용도의 부분적인 PROCESSING (예 : INPUT, OUTPUT의 CONTROL, DATA-CONVRSION)</li> </ul>
GRAPHIC DISPLAY TERMINAL	TEKTRONIX	4014-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>각종 공학 설계 도면의 DISPLAY를 이용한 DESIGN 및 수정</li> <li>SIMULATION</li> <li>설계도면 좌표의 직접입력</li> </ul>
DIGITIZING PLOTTER	TEKTRONIX	4662	<ul style="list-style-type: none"> <li>각종 공학 설계도의 자동제도 (PLOTING)</li> <li>설계도면 좌표의 직접입력 (DIGITIZING)</li> </ul>

명칭	MAKER	MODEL	용도
TELETYPE	TELETYPE	ASR 33	* PAPER TAPE READER/PUNCHER를 이용한 NC 동작 기계용 PAPER TAPE의 작성, 수정, 편집
SOFTWARE	CONTROL DATA	APT IV	* APT PART PROGRAM의 PROCESSOR
		IGS	* GRAPHIC SYSTEM의 CONTROL
	TEKTRONIX	TCS	* GRAPHIC SYSTEM의 CONTROL
	KIST 개발	APPLICATION SOFTWARE	* CAD SYSTEM의 각종 응용 SOFTWARE

(주)\* : 3M=Minesota Mining & Manufacturing Co.

### 5. 맺는 말

컴퓨터가 기계공업에 많이 활용이 되고있다. 더구나 컴퓨터의 출현으로 인해 종래의 기계공업의 모습이 많이 달라졌다고 하겠다. 그것들중 여기서는 CAD/CAM system에 대한 소개를 하였는데, 이 system을 완성하는데엔 충분한 data에 의한 system design이 필요함은 물론이다. 최적화된 system design에 의해 가공정의 제조 system이 구성 되는데 이 컴퓨터에 의한 자동생산 system은 실질적으로 생산이 효율을 높이기 위해서는 자동설계(CAD)된 입력정보가 자동생산 System(CAM system)에 의해 정확히 원하는 제품으로 출력(出力)되 나오는데엔 여러가지 복합적인 기술 즉, 정보처리기술이라 할 수 있는 system engineering 및 컴퓨터기술과 생산기술이라 할 수 있는 기계, 전기·전자기술과 제측기술등의 조화가 필요하다.

### 참 고 문 헌

1. IIT Research Institute; APT Part Programming McGRAW-HILL, 1967

2. DAIELS, APPLETON; A Strategy for Manufacturing Automation, DATAMATION, 1977. 10
3. NC/CAM Guide Book; Modern Machine shop, 1977
4. CADD 3 Catalog; Computervision co.
5. 日刊工業新聞社編; NC tape 自動作成 system, 機械技術, 1977, 11
6. 李奉珍; 自動機械設計의 國內外現況과 展望, 새기술, Vol. 4, No. 2. 1972
7. 李奉珍, 生産設計工學, pp. 87~100 二友出版社, 1976.
8. 沖野教郎; 自動設計의 現狀, 問題點, 今後의 方策, 精密機械, vol. 43, No. 1, 1977.
9. 三卷達夫; AD와 最適化毛法, 日本機械學會 第336 回講習會, 1970, 2
10. 藤井克彦 自動化における コンピコタ의 役割, 日本機械學會關西支部 第10回座談會, 1977. 9
11. 鈴木義治외 6人共同; FANUC system M-TおよびK의 實用例とその狀況, Fujitsu, vol. 24, No. 4, 1973