

# 電子計算機를 利用한 設計와 製造

洪 性 源

〈陸軍士官學校 電子工學科〉

## 1. 서 론

중요한 기술의 발전이 있으면 이 기술이 직접 산업분야에 영향을 주어 이 기술을 이용하므로서 산업분야에 많은 변화를 가져오게 한다. 20세기에 개발된 여러 과학기술 중에 두드러진 것의 하나가 전자계산기의 발명과 그 기술의 발전이며 이 효과를 직접, 간접으로 영향을 받은 분야중에 하나가 기계공업분야이다.

즉 설계자와 기능자가 동일하던 옛날의 대장간시절의 기계공업은 근대에 와서 설계사, 제도사, 기능인등의 분업화된 형태로 발달되었으며 현대에는 전자계산기를 유효 적절히 기계공업의 각 분야에 도입하므로서 기계공업에 급격한 변화를 이루어 소위 기계공업의 자동화 시대에 돌입해가고 있는 것이다.

이와같은 발전과정에서 파생된 분야가 컴퓨터를 이용한 설계 및 제작기법(Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM)이다. 이 CAD/CAM분야는 소규모의 실용단계를 이미 성공적으로 끝냈으며 이제는 대규모 실용단계에 본격적으로 접어들었고 미래를 위한 발전단계로 진입해가는 과정에 있다.

즉 전자계산기의 제작 및 응용기술의 발전은 Computer를 저렴한 가격으로 사용가능케 하였으며 특히 근래에 개발된 집적회로기술의 산물인 micro computer는 저렴한 가격, 고도의 신

뢰성 및 뛰어난 기능과 사용의 편리성및 작은 공간 점유성 때문에 전자산업과 상호교류를 꾀려오던 기계산업의 벽을 넘을 수 있게 되었다. 이 결과로 개발된 공작기계가 수치제어식 공작기계(Numerical Control machine, NC machine)이다.

즉 초기의 NC공작기계는 여러면에 있어서 사용상 문제가 있었으나 micor computer의 등장에 의하여 사용이 편하고 신뢰성이 높은 NC공작기계로 발전되었으며 근래에 들어와서는 한 단계 더 발전된 형태인 전자계산기에 의한 수치제어기계(Computerized Numerical Control, CNC)를 개발하므로써 기능면에 많은 발전을 가져왔다. 또한 대소형 전자계산기의 신뢰성 증대와 기술개발은 산업공학분야에서 도입 산업분야 응용에 발전시키고 있는 극대화(최적화)기술을 직접 공작기계 하나하나에 적용할 수 있는 중앙집권적 수치제어기계(Direct numerical Control or Distributed Numerical Control, DNC)를 등장 시켰으며 이 DNC의 등장은 공작기계의 자동화라는 목적을 넘어 모든 공정의 자동화 및 최적화 나아가서는 공장의 자동화라는 개념으로 발전할 수 있는 계기가 되었다.

그러면 1980년대에 기계공업이 어떻게 발전할 것인가를 미국을 중심으로 알아보자. 우선 미쉬간대학 연구진에 의한 예측은 1980년에 이르면 새로 제작되는 모든 공작기계의 1/4이 기본적으로 CNC제어방식을 택할 것이며 1984년에 이르면 사용되는 모든 NC기계의 35%가 DNC화하

며 65%가 CNC화 할 것이다. 또한 모든 설계도면의 50%가 전자계산기에 기억되어 자동제도화 하게 될 것이다. 1988년에는 전국공장의 1/4이 제작공정 및 명령서를 전자계산기를 사용하여 작성 수행하게 되며 재래의 수작업에 의한 방법을 완전히 탈피할 것이다.

다음으로 International Institution for Production Engineering Research의 연구보고에 의하면 1980년에 이르면 최적공정을 위한 전자계산기 software가 완성되어 널리 사용될 것이며, 1985년에는 DNC에 의한 생산과정의 최적화를 수행하는 자동공장이 실용화단계가 될 것이며 1990년 이르면 생산에 투입된 모든 공작기계의 50%가 독자적인 기능보다는 공장생산계통의 중앙집권적 전자계산기에 의해 통제 운용되는 DNC화 할 것이다.

이와같은 예측은 공업기술의 발달과 사회주변의 여건 및 경제적인 타당성을 근거로 한 것으로서 판단의 중요 요소들은 다음과 같다.

첫째, 각 분야의 공업기술의 발달이 신속하여 자동공작 기계를 제작 운영하는데 충분한 기술적 뒷받침을 제공받을 수 있다. 현재 기능 및 기술의 발달은 공작기계 자체제작에 발전을 이룩하고 있으며 재질의 발전은 공구제작에 있어 큰 발전을 보았다. 또한 전자공학과 전산공학의 발전은 공작기계 통제를 위한 전자계산기의 hardware 및 software의 가격과 질을 현저히 향상시켰으며 기타 자동제어, 산업공학등의 분야의 발전은 기계공업기술에 기본이 되는 자동공작기계의 개발과 발전 및 운영에 충분한 여건을 마련해 주고 있다고 볼 수 있다.

둘째로는 사회적인 여건으로서 공업인력과 고용주 및 정부간에 발생하는 여러 문제들을 말한다. 공업인력면에서 우선 발생하는 것이 기능인력의 산업이탈 현상이다. 미국의 경우 1950년대에 모든 노동력의 30%가 공업 생산인력이었던 것에 비해 2000년대에는 오직 2%만이 공장의 생산직에 종사하리라는 것이 Rand Corporation의 연구결과이다. 경영인의 측면에서는 기능 및 노동인력을 위한 공장환경개선, 작업조건 개선

및 처우 개선 등과 아울러 항상 발생 가능한 노사문제 등이 생산력 및 회사이윤의 증대와 항상 일치하는 것이 아니기 때문에 문제화 되는 것이다. 끝으로 정부의 산업시설에 대한 능동적인 개입이다. 이것은 노동인력의 처우, 환경개선은 물론 공해, 안전등 각 분야에 걸쳐 보다 세분하여 입법화하므로서 산업활동을 통제하고 있으며 이와같은 통제상태는 시간이 흐름에 따라 더욱 철저해질 것이다.

셋째요소는 경영면에서의 경제성이다. Carter가 1972년에 발표한 “공작기계 개발과 응용의 추세”라는 논문중에서 한 일감이 완성되어 나가는 과정을 시간에 따라 측정한 내용이 있다. 그 결과에 의하면 한 일감이 완성되는데 걸리는 총시간의 98.5%가 기다리거나, 공회전하거나, 측정하거나, 설치하는데 사용되었으며(기다리는 시간이 95%) 오직 1.5%만이 절삭작업에 사용되었다. 이와같은 결과는 원자재 및 가공중 일감의 재고증가를 의미하며, 공간의 비효율적인 사용을 뜻하므로 결국 자본의 압박과 생산원가의 상승을 유발한다.

결론적으로 CAD/CAM은 이와같은 제반 문제를 해결하고자하는 기업경영인 및 정부와 이를 지원할 수 있는 기술인력이 탄생시킨 현대 공업기술의 산물이며 각국은 이 기술의 발전에 선두권을 얻고자 무한한 노력을 하고 있는 것이다. 그러므로 전자계산기를 이용한 설계 및 제작의 기법은 현대와 미래를 겨냥한 기계공업의 치열한 경쟁분야인 것이다.

이 글에서는 CAD/CAM을 정의하고 CAD/CAM에 필요한 전자계산기 분야의 hardware와 software를 소개한다. 또한 우리가 현재 처하고 있는 상황을 설명 하므로써 우리가 가까운 장래에 맞을 문제들을 생각해보고 이를 해결할 수 있는 방안을 제시 하고자 하였다.

## 2. CAD/CAM(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)의 현대적 의미

CAD/CAM의 의미는 시간과 공간에 따라 바

꺼어왔다. 전자계산기가 산업에 이용되기 시작한 초기에는 전자계산기의 주기능은 공학계산이었다. 그러므로 전자계산기는 계산적인 기능을 신속하고 정확하게 수행하는데 불과하였다. 그러나 기술자들은 전자계산기의 다른 능력들을 점차 인식하게 되어 전자계산기가 빠른 계산능력 이외에 프로그램에 따른 논리 판단의 능력, 대용량의 사물을 기억하는 기억능력과 문자는 물론 graphic정보와 각종 통제 신호를 입출력 할 수 있는 능력이 있음을 알게 되었으며, 이 능력 모두를 설계 및 제작의 모든 과정에 이용하고자 하였다. 우선 CAD란 전자계산기를 재래 설계방식에 대체되는 설계도구로 사용하는 방법을 말한다. 이와같은 CAD기법은 전자계산기와 설계자 사이에 대화식(interactive)으로 graphic정보(설계도면에 대한 정보)를 주고 받을 수 있는 전자계산기 분야의 기술인 interactive computer graphics기술이 완성되면서 부딪 급진적으로 발달을 보게 되었다. 즉 설계자의 전자계산기를 통한 설계도면 처리능력은 종래에 설계자가 설계에 필요로 하던 제반도구를 불필요하게 만들었으며, 이들을 전자계산기의 주변장치인 Graphic Terminal, Digitizer 및 plotter들로서 대체가능케 되었다. 이와 더불어 계산기의 우수한 분석능력은 설계과정에서 필수적으로 필요한 각종 수학적 model의 지루하고 복잡한 분석과정을 빠르고 정확하게 처리할 수 있도록 하였으며 전자계산기의 무한한 기억능력은 설계상에 발생하는 모든 설계정보를 수집 Data Base화 하므로써 공정관리, 경영, 자료산출 및 문서작성 등에 필요한 제반 정보를 신속하고 정확하게 필요한 시간과 장소에 제공하는 Data Center의 역할을 수행하게 되었다. 이와 같은 전자계산기의 설계에응용은 한정된 시간에 많은 trial and error를 할 수 있음을 의미하며 이것은 설계의 최적화를 가능케 하였다. 또한 CAD에 의한 설계는 설계과정에서 자동적으로 발생하고 update되는 설계 data base를 경영에 직접 사용하여 생산공정결정과 문서작성을 간편하게 처리하므로써 재래 설계방법에서 설계자체 외에

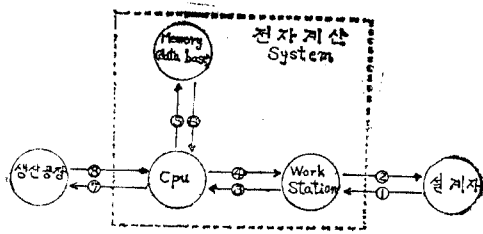
발생하던 기타 부수작업을 최소화 할 수 있다.

CAM은 전자계산기를 생산과정에 사용하므로써 생산과정을 자동화하는 것을 말한다. 재래의 CAM의 개념은 전자계산기를 NC공작기계를 사용하기 위한 보조수단으로 생각하여 NC공작기계를 위해 APT (Automatically Programed Tool)를 사용하여 part program을 작성하는 매우 소규모의 의미를 가지고 있었다. 그러나 현대의 CAM의 개념은 DNC의 개념으로서 하나의 전자계에 의해 필요한 CNC공작기계들이 어떤 생산목적에 극대화하기 위한 최적의 공정에 의해 총괄적으로 통제되는 하나의 group 통제의 개념이며, 여기에 공정관리, 경영은 물론 제작된 각부품의 조립 및 검사를 포함하는 대규모의 의미를 가진다.

CAD/CAM은 위에 설명한 두 전자계산 시스템을 조합한 시스템, 즉 설계의 과정과 생산과정을 한 전자계산 시스템하에 묶어 개발한 하나의 종합 시스템을 의미한다. 그러므로 CAD/CAM에서는 초기 설계개념이 CAD개념에 의해 설계되고 이것이 CAM개념에 의해 공작기계를 조작하여 자동적으로 최적공정에 따라 단독부품을 생산 할뿐 아니라 나아가서는 조립 및 점검하는 단계를 수행하므로써 완전한 생산품으로 만들어 낼 수 있는 것이다. 여기서 한 전자계산 시스템이라 함은 전자계산기 한대(one)를 의미하는 것이 아니며 전자계산기의 수에 관계 없이 하나의 통제 software에 의해 운영되는 총괄된 시스템을 의미한다.

### 3. CAD/CAM에 필요한 전자계산기 Hardware

그림 1과 같이 CAD/CAM의 구성은 크게 세 부분으로 나눌 수 있다. 첫째는 설계사로서 인간의 창조역할을 담당하는 부분이며, 둘째는 전자계산기 system으로서 설계 data base의 완성과 수학적 model의 분석 통제명령의 작성 등의 다양한 업무를 수행하는 부분이며, 셋째는 생산공장으로써 공작기계, 전달장치, 조립 line 등



- ①③ Design 및 control 정보
- ②④ graphic output, status and management report
- ⑤⑥ Design data, NC Production data, Master Production Schedule monitoring and control data, quality control data, machinability data, management report
- ⑦ manufacturing information to shopfloor, NC instruction
- ⑧ Process feedback, Status feedback

그림 1. CAD/CAM의 구성과 신호흐름도

생산을 위한 각종 장치들을 포함한다. 그림 1에서 관찰할 수 있는 바와 같이 CPU(중앙처리장치)를 중심으로 연결된 Work Station, Memory device 및 생산공장으로의 통신은 hardware간의 통신이므로 전기적인 신호에 의하여 가능하다. 그러나 전자계산 system과 설계사와의 대화는 상호이해할 수 있는 중계역한의 매매체가 필요하게 되며 이 역할을 담당하는 것이 전자계산 system의 입출력장치인 work station이다. CAD/CAM에 있어서 work station의 역할은 일반 전자계산 system이 갖는 일반적인 입출력 장치와 두가지 면에서 크게 다르다. 첫째는 전자계산기와 사용자를 대화식으로 연결시켜야 한다는 것이며, 둘째는 문자로된 정보는 물론 graphic정보를 입출력할 수 있어야 한다는 것이다. 실제로 CAD/CAM에 사용되는 CPU, Memory Device등 work station을 제외한 여타부분은 일반 전자계산기 system과 동일하기 때문에 CAD/CAM의 hardware에 대한 설명은 work station의 구성에 중점을 두게 된다.

CPU와 기억장치 work station을 제외한 입출력장치(Card reader, Line printer, Alpha numeric CRT terminal등)들은 일반 Computer System과 동일하다. 앞에서 설명한 바와 같이

현대 CAD/CAM의 개념에서의 work station은 대화식 이어야 하고, graphic정보를 입출력할 수 있어야 하기 때문에 work station의 구성에 있어 (1) CRT graphic단말장치를 포함하여 신속한 graphic정보를 Computer로부터 받을 수 있어야 하고 (2) Digitizer를 설치하여 신속 정확하게 graphic정보 및 설계에 필요한 통제신호를 전자계산기에 입력시켜야 하며 (3) plotter를 설치하여 필요시에 CRT Graphic Terminal 혹은 전자계산기로 부터 출력되는 graphic을 포함한 각종 정보를 도면화 할 수 있어야 한다. 현재 시판되고 있는 각종 CAD/CAM 제품은 위에 설명한 각 기능을 변형하거나 동작 원리를 다르게 개발하여 만들어진 것들이나 그들이 목적하는 기본기능은 위의 세가지 기능중 하나 혹은 여러개를 항상 포함하고 있다.

예로들어 CRT graphic단말장치에도 TV와 같은 원리를 사용하는 raster scan형과 oscilloscope의 원리를 사용하는 refresh형이 있고 Tektronix에서 개발한 Storage Tube를 사용한 DVST (Direct view storage tube)형이 있다. 이들은 서로 각각 다른 장단점을 가지고 있어서 사용 목적에 따라 선별 사용하는 것이 바람직하다. 또한 graphic정보를 입력시키는 장치에도 Digitizer 외에 CRT화면 상의 좌표를 득취하는데 사용하는 light pen과 joy stick, track ball 등을 사용하는 Cursor가 있고 소형 Digitizer로서 graphic tablet이 있다. 또한 Plotter에 해당하는 것으로서는 Dot matrix를 사용한 printer/plotter가 있어 섬세한 도면이 필요 없을 때 신속히 도면을 얻을 수 있는 장치와 graph를 microfilm화하여 보관할 수 있는 COM (computer output microfilm) 장치등 각종 Hard Copy Unit들이 개발 시판되고 있다. 또한 어떤 장비는 Plotter의 기능과 Digitizer의 기능을 복합시켜 한 장치로 만들므로써 다각적인 기능을 갖도록 한 것도 있다.

CAD/CAM System을 구성함에 있어 어떻게 Work Station을 구성할 것인가는 각 공장이 처해있는 상황에 따라 다르다. 일반적인 CAD/

□ 解 說

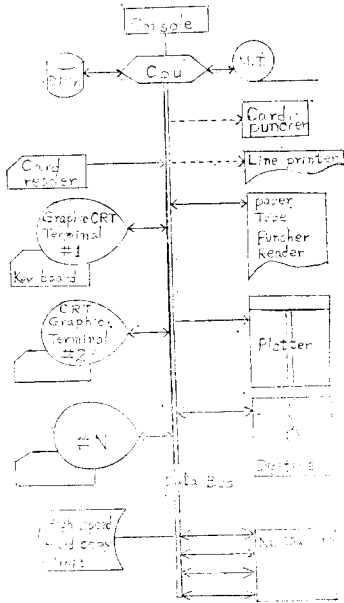


그림 2. 일반적 CAD/CAM hardware 구성도

CAM System의 hardware 구성을 그림 2에 보였다.

CAM의 과정은 CPU와 생산공장이 연결되어 운영되므로써 이루어진다. 만약 생산공장이 DNC화되지 않은 상황에서의 통제신호는 NC공장기 제공 paper tape나 magnetic tape등을 사용한 off line형태로 연결된다. DNC의 경우에는

연결장치(interface unit)가 필요하게 되며 이것은 CPU의 특성과 NC기계의 특성을 상호연결시켜 줄 수 있는 전자장치이며 이 경우에는 동작기계는 전자계산기의 Real time on line단말 장치와 동일한 역할을 수행하게 된다. 또한 생산과정에서 발생하는 모든 정보는 공장으로부터 여러 입력장치를 통해 전자계산기에 입력되도록 하여야 하며 이것은 생산공정의 변경과 경영관리상에 중요한 자료가 된다.

#### 4. CAD/CAM에 필요한 Software

이 절에서는 현대 의미의 CAD/CAM에서 필요한 각종 software에 대하여 논의하겠다. 그림 3은 CAD/CAM System의 계급적 구조를 보여준다. 중앙집권적 통제계급은 그 밑에 재무(Financial), 공학(Engineering) 및 생산(Production)을 장악하고 그 아래에 (1) Marketing, Accounting, Financial planning (2) Analysis, Design (3) Manufacturing (4) Process control (5) Manufacture들을 갖는다. 이와같은 software system을 운영하는데 있어 우선 생각하여야 하는 것이 Data Base이다. CAD/CAM의 모든 기능은 이 Data Base를 기본으로 하여 이루어지며 결과적으로 CAD/CAM은 강력한

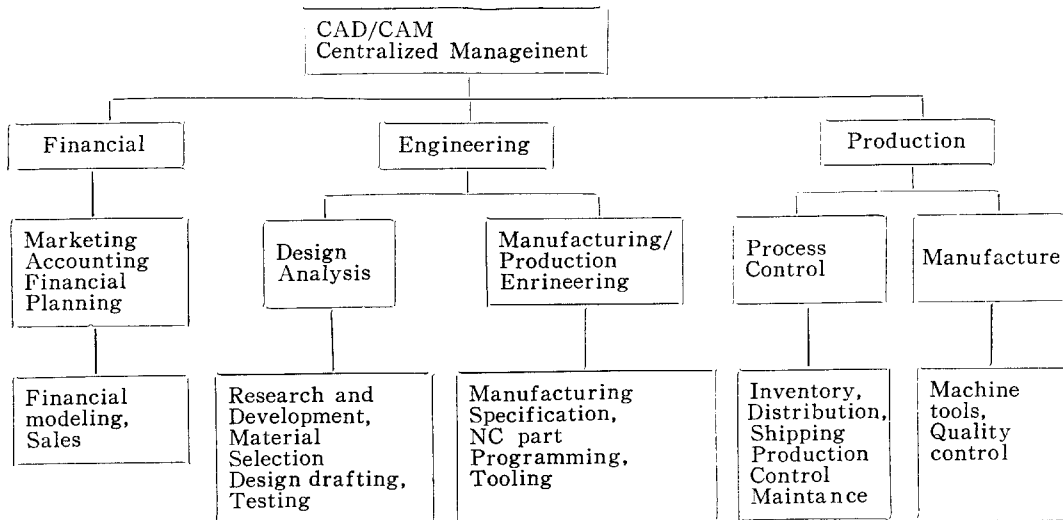


그림 3. CAD/CAM Software System의 계급 구조

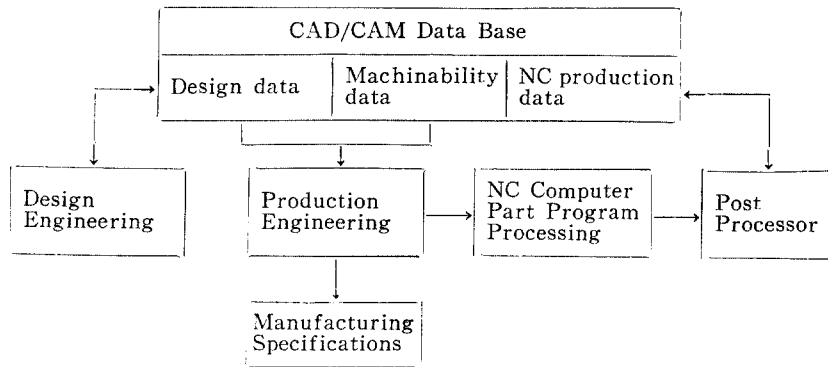


그림 4. Design engineering을 위한 program 수행과정 및 정보 흐름도

Data Base management software system이라고 할 수 있다. CAD/CAM의 Data base는 (1) Engineering Design data (2) NC Production data (3) Master production schedule (4) Monitoring and control data (5) Quality control data (6) Machinability data (7) Management report 등을 포함한다.

우선 Design Engineering에 있어서 Data base와 정보의 흐름을 그림 4에 보였다.

여기서 Design Engineering은 (1) Graphics package (2) Geometric modules (3) Analysis package (4) NC modules (5) Documentation modules 등의 Software Package를 사용하여 Design Data를 만들고 이 Design data는 Data base내의 machinability data와 외부로부터 전자계산기에 입력된 여러 규격과 함께 Production Engineering Package의 data로 사용된 뒤 NC Computer Part Program Processing Package와 Post Process를 거쳐 data base내에 NC Production data를 형성하여 다음 생산과정에서 사용할 수 있도록 한다. 그림 5는 생산공정 관리에 대한 정보흐름선도이다. 여기서 status feedback이라 함은 (1) 현재 공작기계에서 가공중인 각 일감의 상태 (2) NC공작기계의 상태 (3) 실제생산에 들어가는 시간과 계획한 시간과의 차질관계 (4) 공작기계의 고장이나 System의 고장여부 등을 생산공장으로 부터 보고 받는 것을 의미하며 Ready Bank란 Scheduling Program이 어느 NC Part Program을 수행하고자 결정

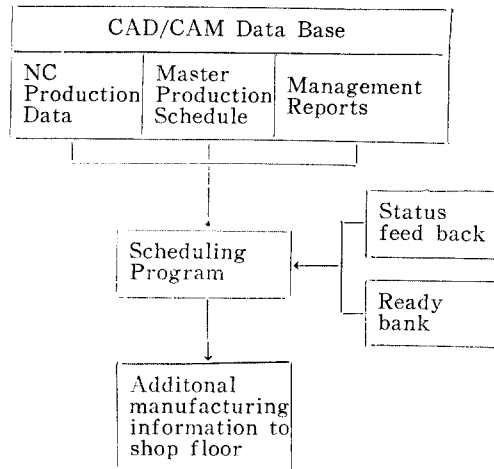


그림 5. 생산공정관리 program 수행 및 정보흐름도

하면 이에 해당하는 Data를 NC Production data로부터 잡아내어 보관해 놓는 곳으로 NC 공작기계와 직결되어 DNC의 경우를 운영할 수도 있고 Paper Tape 등과 같은 중간 매개체를 이용하여 NC공작기계에 사용될 수도 있다. 또한 Scheduling Program은 공장에서 일하는 모든 인력에게 필요한 정보를 적시적소에 전달하는 기능도 수행함을 볼 수 있다.

Scheduling Program에 의하여 선택된 NC Part program은 manufacturing control program에 의해 NC공작기계에 연결되어 실제 가공에 들어간다. manufacturing control program은 data base내에 monitoring과 Control data를 형성할 뿐 아니라 생산과정의 현황을 Scheduling에 보고하므로써 예측 못한 상

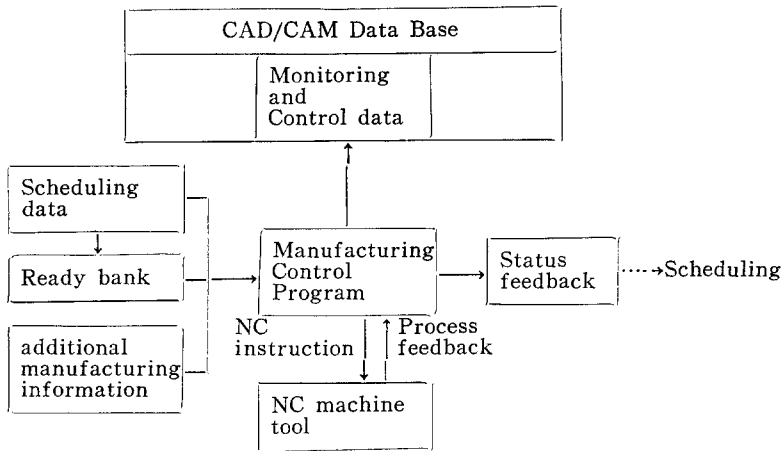


그림 6. Manufacturing control program의 수행 및 정보흐름도

황에 따른 공정의 수정이 이루어 질 수 있도록 하고 있다.

그림 6은 생산통제에 있어서의 정보의 흐름도를 보여준다. CAD/CAM에 있어 마지막으로 사용되는 software는 그림 7에 보여주는 바와 같이 quality control program이다. 이 Program은 NC공작기제로 부터 절삭완료된 완성품을 각 sensor를 통해 측정하여 얻은 정보와 미리 주어진 규격을 비교하여 생산품의 질을 평가하고 필요한 management report file을 Data Base내에 만든다. 또한 동의품이 발생하면 이를 manufacturing control에 보고하여 조치할 수 있도록 한다.

결론적으로 CAD/CAM Software System은

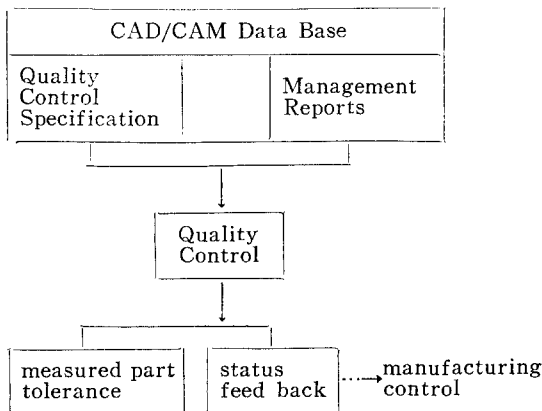


그림 7. Quality Control 정보흐름도

Design Engineering Program, Production Engineering Program, Scheduling program, Manufacturing control program 및 Quality control program이 외부로부터 필요한 정보를 입수하여 생산활동에 필요한 Data base를 완성하고 스스로 공정과 생산품의 질을 측정하면서 생산활동을 계속하도록 하는 것이다.

### 5. CAD/CAM의 국내현황과 방향

CAD/CAM을 중심으로 기계공업의 발전단계를 공작기계의 발전과 운용면에서 분류해 보면 제 1 단계는 완전 수공업단계로써 줄이나 망치 등을 사용하는 대장간급을 말하며,

제 2 단계는 재래식 설계방법을 사용하고 재래식 공작기계를 사용하는 단계이다.

제 3 단계는 재래식 설계방법을 사용하되 전용 기계 혹은 NC기계를 사용하는 단계이며,

제 4 단계는 설계에 있어 전자계산기를 사용하여 계산, 도면제작, NC테이프를 제작하고 이를 직접 NC공작기계에 사용하는 단계로서 기술자의 구상이 전자계산기의 도움으로 즉시 도면화하고 이에따라 NC part프로그램이 작성되어 NC 공작기계를 동작시킬 수 있는 협의의 CAD/CAM System의 단계이다.

제 5 단계는 최적설계의 개념, 공정관리, 재무 관리 등이 전자계산기에 의하여 이루어지며, 이

것이 하나의 큰 System으로 운영되는 것은 아니라 하더라도 경영인 및 기술자가 필요에 따라 각자의 적용분야에 사용함으로써 전체 생산과정에 영향을 주는 일종의 과도기적 단계이다.

제 6 단계는 제 5 단계가 성숙발전된 현대적 의미의 CAD/CAM이 구현되는 단계이며,

제 7 단계는 미래기계공업이 추구하고자 하는 완전 자동화한 무인공장으로서, 이 단계에서는 conveyor, robot 등이 완전히 하나의 Master System에 의해 통제되어야 하며 Part의 loading과 unloading, tool의 교환, 고장의 수리 등이 robot에 의하여 실시되는 단계이다.

그러면 선진국의 기계공업은 어느 단계에 와 있는가? 세계시장에서 판매되고 있는 CAD/CAM hardware 및 software와 현재 선진국의 연구 내용들을 분석해 보면 선진국(미국, 일본, 독일등)의 실용화된 기계공업 발전의 첨단은 제 5 단계의 후반에 있다고 보는 것이 타당하다. 물론 제 6 단계와 제 7 단계에 이르기 위한 연구가 미국, 독일, 일본등 선진국에서 활발히 진행되고 있으나 아직은 실용단계에 도달하지 못했다.

우리나라의 경우에는 제 3 단계에 있다고 할 수 있겠다. 국내의 대기업 중에는 극히 미약한 단계에서 제 4 단계 초반의 기능을 수행하는 곳이 있으나 그 규모나 능력면에서 미약한 단계이다. 또한 일부 CAD/CAM의 개념이 선박제조에 이용되고 있으나 이것도 구조물해석과 도면작성등의 기초적인 단계에 있다. 그러므로 국내의 CAD/CAM의 수준은 제 3 단계라고 보는 것이 타당하며 제 4 단계로의 발전을 위하여 계속 노력하고 있으나 생산활동 자체가 그 필요성을 진박하게 느끼고 있지 않기 때문에 큰 발전을 보지 못하고 있다. 그러면 국내의 CAD/CAM 기술이 낙후된 가장 큰 요인은 무엇인가? 우선 선진국보다 우리의 기계공업 역사가 짧다는데 있겠다. 그러나 더욱 중요한 요인은 선진국은 새 상품의 개발이 사업의 이익과 직결되고 또 타경쟁회사보다 먼저 새 상품을 발표하는 것이 시장 점유의 중요한 요소가 되는 반면에 우리나라

의 기계공업은 선진국과의 기술제휴 혹은 모방에 의한 공장운영 방법을 쓰기 때문에 생산에 필요한 모든 정보를 선진국으로 부터 도입하므로 특별한 설계과정 및 공정설정과정을 필요로 하지 않는다. 그러므로 우리나라의 기계공업은 CAD/CAM의 선진기술의 필요성을 깊이 느끼지 못하고 있다.

이와같은 상황에서 기계공업의 CAD/CAM 분야의 방향을 어떻게 설정할 것인가에 대해서는 여기서 쉽게 결론지을 수 없는 것이다. 다만 현재 우리나라의 NC 기계의 거의 전부가 2 $\frac{1}{2}$ 축 machining center 이하의 공작기계이기 때문에 여태까지는 TTY와 Calculator를 사용한 재래식 방법에 의한 NC Part Program의 작성 이 가능했으나, 자동차공업, 항공기산업 및 발전설비제작등 중기계공업의 생산활동이 본격적 단계로 들어가면 당장 복잡한 곡면가공이 필요하게 되며, 이것은 3축 동시가공 이상의 공작기계의 사용을 의미하는데 재래의 TTY를 사용한 방법은 거의 사용 불가능 하다. 이 경우에는 최소한 APT(자동프로그램방식, automatically programmed tool)와 같은 software를 사용하여 NC프로그램을 하는 방법을 사용하여야 한다. 즉 재래식 방식이 NC공작기계의 기계를 직접 사용하는 대신에 APT는 그림 4와 같이 도면으로부터 직접 NC Part프로그램을 얻는다. 이와 같은 APT를 사용한 프로그램의 방식은 복잡한 곡선, 곡면가공에는 필수인 방법이며 필연적으로 채택되어 질 방법이다.

이 방법은 외국으로부터 적절한 APT프로그램 package를 입수 기존 전자제산기 system에 설치 하므로써 운영가능하며 종류가 서로 다른 NC공작기계와의 연결은 post processing 과정을 거치므로써 얻을 수 있다. 현재 세계적으로 사용되고 있는 APT의 종류는 다양하므로 자기업은 생산되는 주요 공작물의 성질과 공작기계의 특성 및 APT를 설치 운영할 전자제산기 system의 종류 및 주변장치의 구성에 따라 적절히 선택 도입하여야 한다. 만약 기업내에 전자제산기가 설치되어 있지 않거나 새로운 NC



## □ 解 說

Part 프로그램의 작성 빈도가 적은 경우에는 KIST 등 기존 전자계산소에 설치된 범용전자계산기 시스템을 사용할 수도 있으며, 체신부 용의 전용선이 가설된 경우에는 인공위성 통신을 통해 외국의 CAD/CAM System을 사용할 수도 있다. 또한 기업내에 APT 프로그램에 익숙한 인력이 없는 경우에는 NC Part Program을 국내외의 용역회사에 의뢰할 수도 있다.

여하튼 국내의 각 기업을 현재 위치한 제 3 단계로부터 하루 속히 탈피하여 최소 제 5 단계까지 끌어올려야 한다. 이것은 우리의 기계공업제품의 생산원가 및 질에 관계되는 것이며 수출에 의해서만 생존할 수 있는 우리 기계공업의 국제경쟁력에 직접적인 영향을 뜻한다. 전술한 바와 같이 제 5 단계는 NC Part Program의 자동제작과 경영관리의 최적화를 의미한다. 현 단계에서 우리나라 기계공업에 시급한 기술은 NC Part 프로그램의 자동화 보다는 오히려 공정관리, 재고관리 등 전체적인 공장 경영의 현대화가 더욱 중요한 것이 되었다. 왜냐하면 선진국의 통제에 의하면 APT를 사용하여야 할 NC Part Program은 전체 가공품의 5% 미만이기 때문에 현재 우리나라의 경우 CAD/CAM에서 얻을 수 있는 실질적 이득은 NC Part Program의 자동제작 보다는 경영관리 부분에 있다고 볼 수 있다. 각 기업이 전자계산기를 생산활동에 이용하기 위하여는 CAD/CAM을 위한 기본적인 전자계산기 Hardware 및 Software System을 필요하게 되는데 이 System의 확보문제는 세심한 준비와 계획에 의하여 결정하여야 한다. 즉 단독 System을 운영할 것인지 기존 전자계산소를 이용할 것인지를 생각해야 한다. 공장의 업무가 과대하여 자체단독 System이 요구되는 경우에는 마땅히 도입설치운영하는 것이 바람직 하겠다. 그러나 회사의 업무자체가 분명하게 정의 되지 않은 상태에서는 기존 전자계산소의 System을 이용하여 점진적으로 쉬운 것부터 개발 사용하는 것이 바람직하다.

기업에서 특히 조심하여야 할 것은 Turnkey Base로 도입되는 특수 목적용 전자계산 System

이다. 이와같은 System은 특수한 경우에만 사용되므로 많은 경우 도입후 가동율이 매우 낮으며 가동율을 높이기 위해 System을 확장시켜야 할 경우 확장기능이 상대적으로 빈약한 것이 대부분이다. 특히 정비유지를 위한 계속적인 지출과 운영을 위한 계속적인 인건비지출은 가동율이 낮은 경우에 경제성 면에서 크게 문제화 된다.

## 6. 결 론

제 1 절에서는 CAD/CAM이 기계공업의 발전에 중요한 역할을 담당하고 있으며 그 이유가 무엇인가를 설명하였다. 설명의 목적은 이와같은 역사적인 흐름을 정확히 제시하므로써 우리 기계공업이 나가는 방향을 설정하는데 있어 정확한 상황판단을 도우려 하였다. 제 2 절, 제 3 절 및 제 4 절을 통해 CAD/CAM의 내용이 무엇인가를 설명 하였다. 제 2 절에서는 현대적 의미의 CAD/CAM을 설명하였고 제 3 절과 4 절에서는 이에 필요한 전자계산기 System의 Hardware와 Software를 설명 하였다. 특히 제 3 절의 Work Station의 구성은 사람과 기계간의 직접적인 대화 수단이라는 면에서 대단히 중요한 의미를 가지며, 제 4 절에 설명된 각 Software에 의해 수행되고, 형성, 전달되는 Data Base의 생성과 그 이용은 재래의 생산과정에서 발생하는 여러 문제가 어떻게 전자계산기 내에서 처리되는지를 이해하는데 도움을 준다. 비록 우리의 기계공업이 아직 선진기술을 받아드릴 여건이 되어 있지 않다하더라도 외국의 발전 상황에 항상 정확한 정보를 입수하고 있어야 한다. 이와 같이 정확한 자기 위치의 판단은 외국과의 기술 제휴나 기술교류에 있어 가능한 좋은 조건을 선택할 수 있는 기본이 되는 것이며 자체연구의 방향을 정확히 제시할 수 있는 능력을 가질 수 있는 것이다.

제 5 절에서는 CAD/CAM의 국내현황과 방향에 대해 언급하였다. 국내의 기술수준의 후진성 때문에 협의의 CAD/CAM과 현대의미의 CAD/

CAM이 명확한 구별없이 사용되었다. 결론적으로 각 기업은 가까운 미래에 당면할 사태를 준비한다는 입장에서 하루 빨리 전자제산기를 생산 활동에 사용할 수 있도록 하여 필요한 요원을 교육하는 것이 바람직하다. 초기에 큰 투자없이 System을 개발 사용하기 위하여 기존 전자제산소를 이용하는 방법이 바람직하며 System의 도입은 자체운영을 결정하기 전에 경제적인 여건 등 여러가지 문제를 검토하여야 한다. 특히 Turn Key Base로 System을 도입할 경우에는 System의 도입목적과 사용빈도, 앞으로의 확장성 현재 설계 및 생산 과정과의 마찰가능성, 유지보수문제 등을 신중히 검토하여야 한다. 이제 기계공업도 전자제산기를 이해하고 사용하므로서 발전할 수 있는 단계가 되었다. 예로부터 좋은 공구를 개발하여 적절히 사용하는 것이 기계공업 발전의 첩경이었다. 전자제산기는 현대기술이 개발한 가장 강력하고 사용하기 좋은 공구이다.

#### 참 고 문 헌

1. 정원량 "컴퓨터와 자동설계," 산업경영관리원שא교재, 1979. 9. 한국과학기술 연구소
2. 홍선원 "컴퓨터와 자동제작," 산업경영관리원שא교재, 1979. 9. 한국과학기술 연구소
3. D. McPherson "Advances in Computer-Aided Manufacture," North-Holland Publishing Company, Amsterdam, New York, Oxford, 1976.
4. Jack Scrimgeour, "CAD/CAM Expected to Yield Significant Improvement in Productivity," CAD/CAM and Canada, 1976.
5. Roger S. Pressman and John E. Williams, "Numerical Control and Computer Aided Manufacturing," John Wiley and Sons, New York, 1977.
6. IIT Rnsearch Institute, "APT Part Programming" McGraw-Hill Book Company, New York, 1967.
7. CADAM, IBM
8. Computer vision CADDS 3 NC
9. DISPLA user's manual, ISCO, 1978.
10. Newman, "Introduction to Interactive Computer Graphics," 1978.
11. Eugene Merchant, "The Future of CAM Systems," CAD/CAM and Canada, 1976

과 학 기 술 개 발 하 여

새 역 사 의 문 을 열 자