

# 자동생산을 위한 NC CAD/CAM 시스템에 관한 연구

설 문 규\* · 김 명 기\*\*

A Study on the NC CAD/CAM System for Automation  
Manufacturing

*Seol moon-gyu, Kim myng-ki*

## Abstract

This paper introduces the software system for manufacturing Automation, describes the design and implementation of postprocessor system for Numerical control programming which prepare control paper tape of NC machine.

The Designed postprocessor is able to like with general NC system as APT(Automatically Programming Tools) system.

The software system is used FORTRAN IV program language, is designed with basic five modules.

## I. 서 론

육체적 노동의 대체적 역할을 하는 공작기계가 1958년부터 상업적으로 이용되어 왔다. 실제 공작기계의 출현으로 대량생산체제로 제품생산의 형태가 과거에는 이루어졌다. 과거의 자동화개념은 단순한 인간노동 대신 기계화에 주력해 왔으나 작업자의 숙련도와 생산성등의 문제가 제기됨과 아울러 인건비의 상승 경쟁력 등이 대두되었고 제품생산 가공도 다품종 소량 생산으로 변화되고 제품의 복잡화 및 다 기능화 등은 현대의 자동화 개념을 탄생시켰다. 최근 국내외 많은 산업계의 수치제어의 개념을 이용하여 가공자동화, 설계자동화 등 그밖의 많은 응용분야를 넓히고 있다.

특히 CAD시스템을 이용한 설계를 기반으로 가공의 자동화를 이루는데 수치제어공작기계

---

\* 연암공업 전문대학

\*\* 동아대학교 공과대학

가 이용되고 있다. 수치제어공작기계의 종류는 아주 다양하며 단독으로 쓰이기도 한다. 그러나 적절한 컨트롤인스트럭션의 준비는 아직 문제로 남아있다. 수치제어공작기계는 간단한 기능만을 포함하고 있는 것부터 아주 복잡한 기능을 가지고 있는 것까지 아주 다양하다. 즉 형상과 크기, 테이프코드 각각의 컨트롤라가 인지할 수 있는 포맷이 다르다. 또한 선반작업에 있어서 공구 offset, profile 밀링에 있어서 공구 중심의 이동통로 등의 적절한 정보를 공작기계 컨트롤라에 제공하기 위해서는 많은 계산이 요구된다. 이와 같은 일을 컴퓨터화 하므로써 에라, 시간소모, 복잡한 형상의 정밀도를 개선할 수 있다. 이러한 일을 수행하기 위해서는 두가지 컴퓨터 소프트웨어가 요구된다. 첫째는 가공되어질 요소(부품)의 형상을 전산화 즉 CAD로 처리해야 하며 다음으로 특정 공작기계 시스템의 요구에 맞게 공구의 이동데이터 계산 및 컨트롤데이터를 생성시켜야 한다. 이러한 가공자동화를 위한 수치제어공작기계의 컨트롤데이터를 준비하기 위한 포스트프로세서라는 소프트웨어시스템을 실제실행하기로 한다. 특히 다양한 수치제어공작기계에 적용도를 높이기 위해 모듈화 프로그램의 설계가 고려되어 APT(Automatically Programming Tools)와 같은 범용시스템에 연결시켜 이용될 수 있도록 고려하였다.

## II. APT 시스템

APT(Automatically Programming Tools)는 NC 프로그램시스템의 대표적인 시스템이다. 또한 세계적으로 가장 널리 사용되고 있다. APT시스템은 1952년경 미국의 MIT에서 최초로 그 개념을 발표할 이래 1955년 세계최초의 자동프로그램시스템이 개발되어 1957년에 개량되어 APT II를 발표함으로써 실용화 단계에 접어들었으며 1961년 11월에 APT III가 완성되었다. 현재의 APT시스템은 APT IV로 개발되어 있으며 APT와 유사한 자동프로그램 시스템이 많이 개발되어 왔다. 그림1은 설계에서 부품의 가공이 완료될때 까지의 정보의 흐름을 보여주고 있다. 파트프로그래머가 하는 일을 알아보면 도면을 분석해서 부품을 가공하는데 필요한 공구의 이용을 알기 쉽게 기술하여 이것을 실제로 가공하는 것과 같은 방식으로

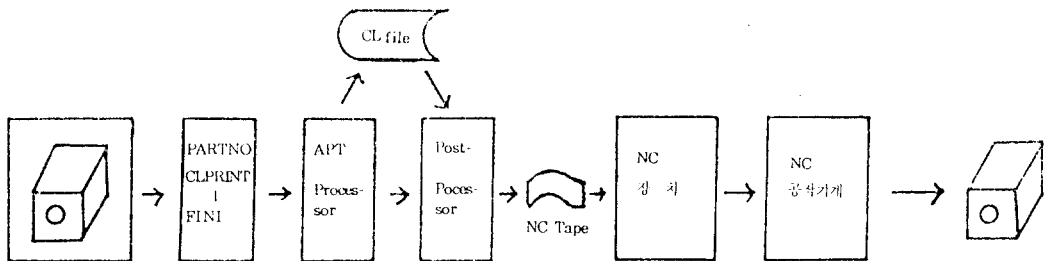


그림1. NC 시스템의 정보 흐름도

Fig1. Information flow chart NC system

APT 파트프로그램을 작성하는 일이다.

또한 도면은 설계자가 부품의 도면을 설계하는 경우, 부품을 점, 직선, 원, 곡선 등 도형의 기하학적 형상으로 이루어져 있다. 각 도형의 상호위치 관계는 치수에 따라 확립되고 일련의 평면적 도형이 서로 치수나 도형적관계에 따라 지정되어 있다. 그리고 도면으로부터 부품도형의 형상정보, 공구의 운동정보, 가공정보(이송속도, 공구의 회전속도 등) 등을 NC 공작기계가 부품을 절삭할 수 있도록 프로그램하는 것을 파트프로그램이라 한다. 이 프로그램을 만드는 사람을 파트프로그래머라 하며 파트프로그래머는 NC 공작기계의 오퍼레이터인 경우도 있다. APT 프로세스는 입력은 APT언어로 만들어진 파트프로그램이다. 출력은 공구경로의 좌표값(x, y, z)과 가공정보이며 CL-file(Cutter Location file)이라 부른다. CL-file에 포함되어 있는 정보는 일반해이며 특정의 NC장치나 NC 공작기계를 위한 것은 아니다. APT 프로세서로 만들어진 CL-file로부터 특정의 장치, NC 장치, NC 공작기계로 절삭하기 위한 데이터를 작성하는 것이 포스트프로세스이다. 이 데이터를 NC 데이터라 부르며 코드화 되어진 수치의 집합으로 구성되어 있다. 또한 NC 장치는 입력은 NC데이터로 이 데이터로 정확히 읽어내고 해석하여 NC 공작기계에 정보를 보내는 역할을 한다.

NC 공작기계는 NC 장치로부터 보내온 정보에 따라 부품을 절삭하는 역할을 한다. 또한 APT 프로세스는 다음과 같이 구성된다.

- 1) SECTION 1. - 파트프로그램의 해석, 도형, 정의의 계산, 에러검사
- 2) SECTION 2. - 공구경로의 계산, 에러검사
- 3) SECTION 3. - 공구경로, 가공정보의 인쇄, 공구경로의 반복, 공구경로의 좌표변환.

APT의 흐름도는 그림 2와 같이 나타낸다.

### Ⅲ. 포스트프로세서

#### 1. 정 의

일반 목적의 프로세스에 가공되어질 형상을 입력하고 공구운동 명령을 지령하므로써 공구가 이동되면서 가공해야 되는 때 출력되는 데이터는 일반적으로 Cutter location data(CL DATA)로 알려져 있다. 이 데이터는 공작기계와 독립적으로 되어 있어 특정 공작기계에 맞게 콘트롤테이프에 바뀌어져야 하며, 이의 처리는 포스트프로세서에 의해 이루어진다.

그림 3에서 보는 바와 같이 포스트프로세서에 의해 생성된 CL DATA는 공작기계나 콘트롤 시스템에 독립적이고 정의된 도형을 따라 공구의 중심이 연속적으로 이동하는 XYZ 좌표값의 집합으로 구성되어 있다. Spindle speed, Coolant Condition, feed rate, tool 교환등

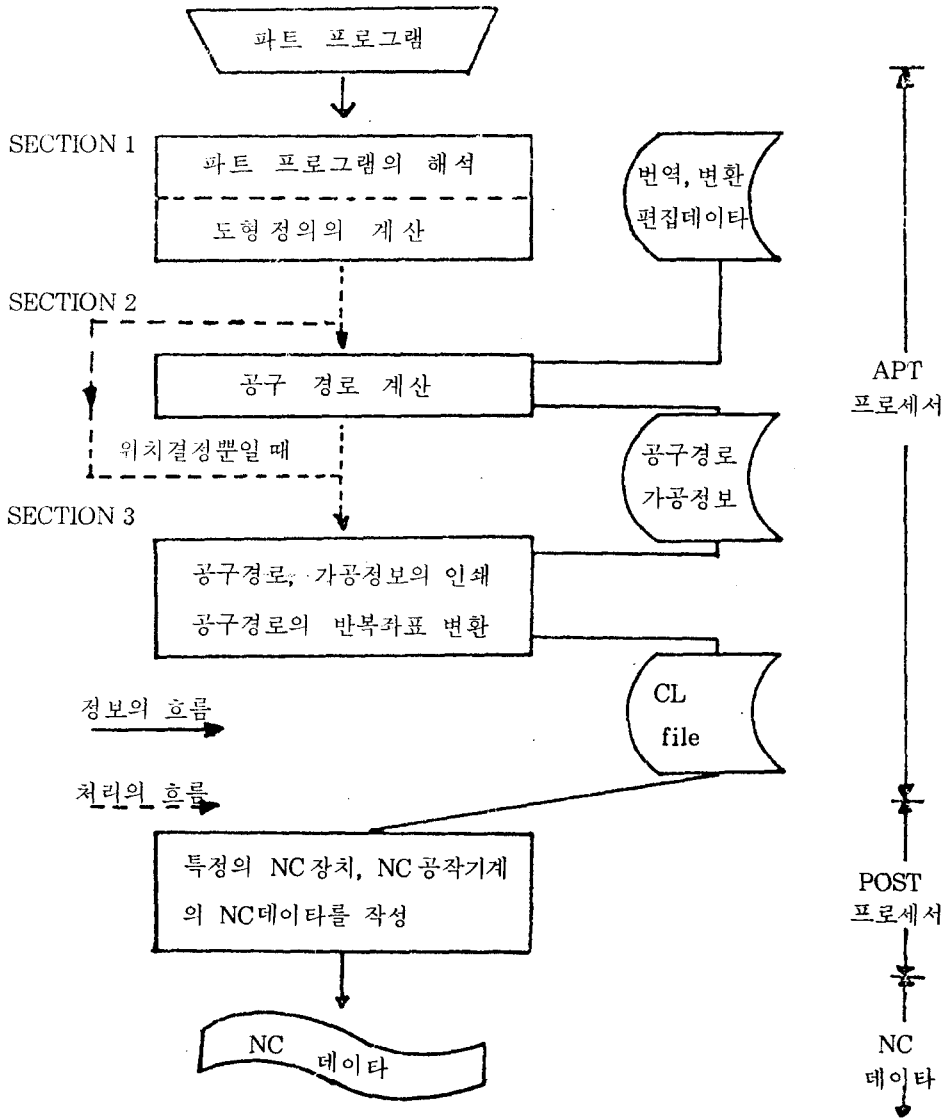
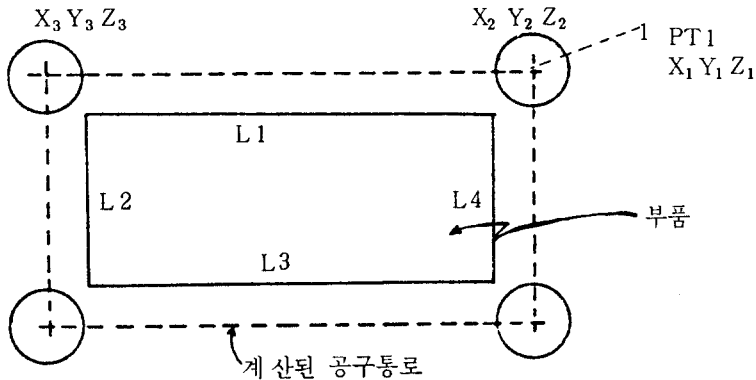


그림 2. APT 시스템의 처리개요  
Fig 2. Process chart of APT system



PART PROGRAM	symbolic CL DATA
CUTTER /1	CUTTER /1
SPINDL /1000, CLW	SPINDL /1000, CLW
COOLNT /ON	COOLNT /ON
FROM /PT1	FROM /X1, Y1, Z1
GO /TO, L1 TO, L4	GOTO /X2, Y2, Z2
GOFWD /L1. PAST, L2	GOTO /X3, Y3, Z3
⋮	⋮
etc	etc

그림 3. 파트프로그램의 예  
Fig 3. Example of Partprogram

을 세트하기 위한 Auxiliary 파트프로그램 인스트럭션은 메인프로세서에서 삽입되지만 논리적으로 개선에 이용되지 않는다. 포스트프로세서의 기능은 CL DATA 정보를 부품이 가공되어질 공작기계와 콘트롤시스템의 요구사항에 맞게 바꾸어 준다. 그러나 NC 시스템마다 콘트롤테이프 요구사항이 각기 다르다. 따라서 특정 NC 시스템을 위해서는 각기 서로 다른 포스트프로세서가 준비되어야 한다. 이와 같이 포스트프로세서가 다양해지는 것은 경제적인 측면에서 낭비를 가져오기 때문에 이의 개선 노력이 증대되고 있으며 이는 크게 다음의 몇가지 방향으로 연구되고 있다.

- 첫째, 포스트프로세서의 기능적이 모듈화설계,
  - 둘째, CL DATA와 콘트롤테이프, 인터페이스의 표준화,
  - 셋째, 콘트롤시스템 생산업체의 수요감측과 시스템간의 호환성 강화 등
- 본 논문에서는 기능적인 모듈화 설계로 좀더 일반적인 포스트프로세서를 설계하였다.

2. 구조와 기능

NC 공작기계마다 다른 포스트프로세서가 각기 존재하지만 그 기능별로 나누면 공통적으로 이용할 수 있기 때문에 유사한 형태의 공작기계 컨트롤시스템은 약간의 수정, 대화형으로 처리한다면 쉽게 전용할 수 있다. 따라서 포스트프로세서의 구조를 작은 단위로 모듈화시켜 특징의 포스트프로세서 설계시 비용을 최소화 시킨다. 설계한 포스트프로세서의 모듈은 크게 그림 4에 나타낸 바와같이 5가지 모듈로 구분되어 진다. 각각의 모듈은

- 1) Input element: CL DATA 파일을 입력하는 모듈
- 2) Auxiliary element: 기계와 컨트롤기능을 운용하고 해독하는 모듈  
(Spindle 제어, feedrate, Coolant 등)
- 3) Motion element: CL DATA의 공구 이동시 적절한 Machine Slide를 생성시키는 모듈
- 4) Control element: flow 컨트롤과 모니터링 모듈
- 5) Output element: NC 컨트롤테이프와 프린트리스트를 출력하는 모듈

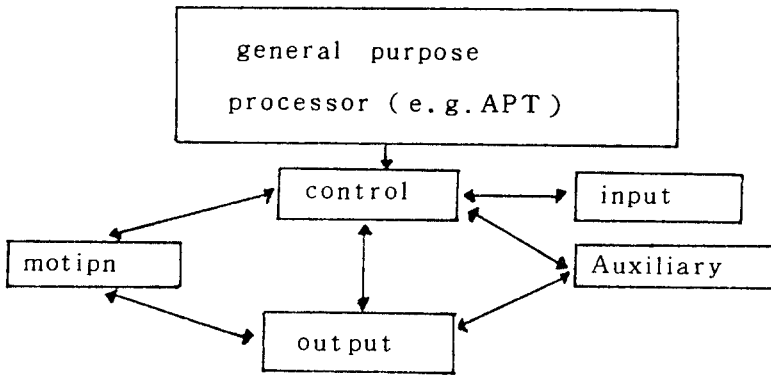


그림 4. 포스트프로세서의 구조  
Fig 4. Modules of Postprocessor

IV. 설계 및 실행

모듈화를 고려하여 설계한 포스트프로세서는 다음과 같이 설명될 수 있다. 일반목적 프로세서에서 처리한 CL file을 open하고 대상 NC 컨트롤과 인지를 검사한 후 포스트프로세서 상에서 필요한 초기치 설정은 최소, 최대 이송속도, table size, 최대, 최소 회전속도, 출력

의 형태 등을 포함한다. 이와같은 과정이 끝나면 Control 루틴으로 Control을 넘겨주고 메인 루틴으로 복귀하지 않는다. Control 루틴에서는 CL DATA의 각 레코드 타입에 따라 분기하며 계속 반복 수행되며 FINI 문을 만나면 프로세싱은 종료된다. CL DATA 구조는 DATA file은 일반목적 프로세스와 그의 포스트프로세서 사이의 인터페이스이다. 이 파일은 계산된 tool 통로와 각 파트 프로그램에서 Auxiliary instruction을 포함하고 있으며 두 Level로 나누어 진다.

첫째, 각각의 logical record가 Variable Length로 discrete information을 포함하며 다음은 MT, Disc 등에 Physical block으로 logical record의 그룹을 이룬다. 이들 logical record 상의 information layout은 그림 5와 같다.

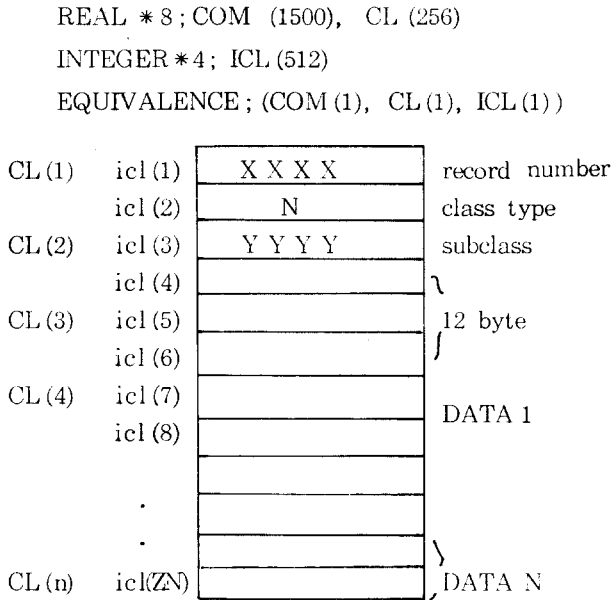


Fig 5. Information layout

단, minor code는 CL(i)의 후반 4byte에 기록된다. 각 logical record는 표1에 나타낸 바와같이 major class type으로 구분된다. CL DATA logical record는 서로 다른 컴퓨터에 독립적이지만 Physical record는 그렇지 못하다. Physical record의 최초 두 레코드는 HEADER, IDENTIFICATION을 포함하여 통상 EBCDIC 코드로 되어 있다. 또한 Physical record는 PARTNO record, MOTION record, NON-MOTION record, CIRCLE record ARCSLP record 등으로 구분되는데 다음은 CIRCLE record의 Physical format을 예로

그림 6과 같다.

구분	type
파트 프로그램 이름	1000
포스트프로세서 Auxiliary command	2000
Canonical from data	3000
Cutter location data	5000
Postprocessor flags	6000
Axis mode	9000
Internal error flags	13000
Fini code	14000
User proprietary records	2800 - 32000

Table 1. Major class type

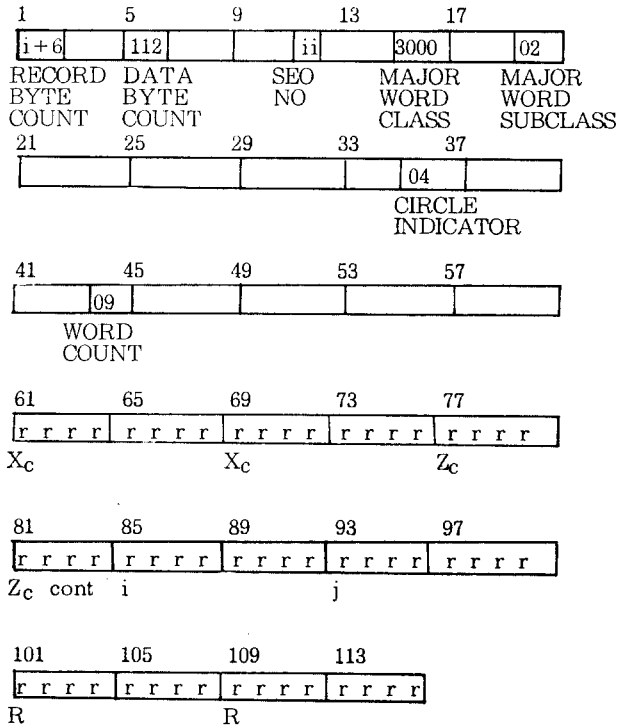


Fig 6. CIRCLE record Physical format



또한 포스트프로세서의 언어는 파트프로그램의 일부로서 작성되어지기 때문에 메인 프로세서에서 처리할 수 있는 언어로 구성되어야 한다. 따라서 가장 널리 사용되고 있는 APT3 시스템을 기준으로 설계하였으며 그림 7은 DRILL Cycle 가공시 언어 Syntax를 예로 나타낸 것이며 표2는 정의된 포스트프로세서 언어를 나타낸 것이다. 설계한 포스트프로세서의 실행을 위해서

CYCLE/DRILL, Z, F,   
 { MMRM   
 MMRP [, MANUAL, F'] [, C [, r]]   
 IPM   
 IPR

- f : feedrate
- z : depth
- c : clearance amount (1.2 mm)
- r : approach amount

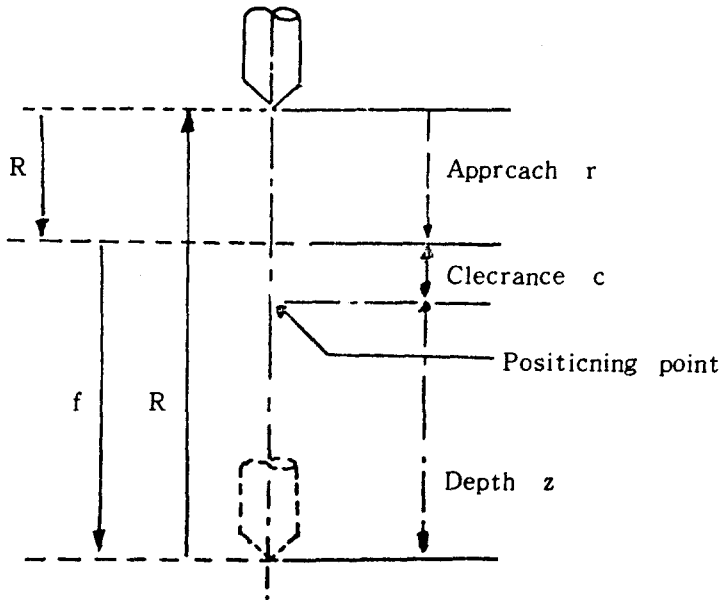
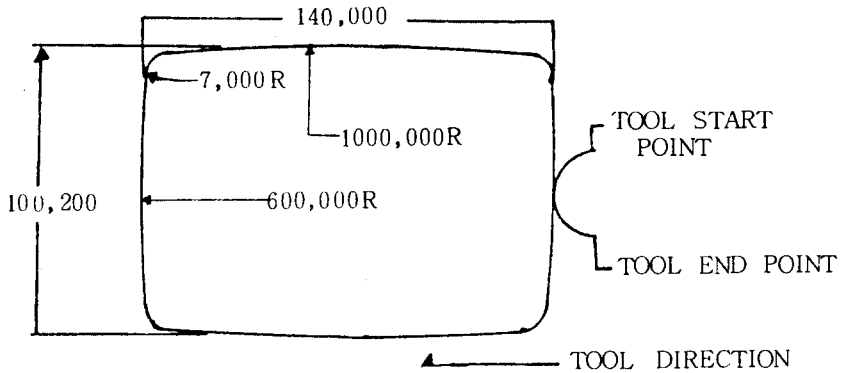


그림 7. DRILL CYCLE 가공  
 Fig 7. Drill Cycle

AUXFUN	CLAMP	CLEARP	COOLNT	CUTCOM	CYCLE
DELEY	END	FEDRAT	GOHOME	INSERT	LEADER
LETTER	LINTOL	LOADTL	MACHINE	OPSKIP	OPSTOP
ORIGIN	PARTNO	PLUNGE	PRINT	PAPID	RETRCT
REWIND	ROTABL	SELCTL	SEANO	SPINDL	STOP

표 2. 정의된 포스트프로세서 언어  
Table 2. Postprocessor language

일반목적 포스트프로세서는 일반범용 CAD/CAM 시스템을 이용하여 CL DATA FILE을 입력으로 하여 NC 공작기계 콘트롤시스템으로 입력시킬 수 있는 NC code를 생성시켰다. 또한 이때의 출력은 Documentation 리스트, NC code 프린트리스트, 종이테이프로 구분된다. 그림 8은 실행을 위한 모델로 PRO file을 선정된 것이며 점선 표시는 공구가 움직인 tool 통로를 나타낸 것이다.



SAMPLE DRAWING &  
NC MACHINING TOOL PATH

Fig 8. Sample Drawing and NC Machine Tool path

CL file은 그림 8의 가공도면으로부터 출력시킨 CL DATA의 logical record로 구성되어 있고 그림 9는 CL file을 포스트프로세서의 입력으로 하여 출력시킨 NC 코드리스트이다. 이 NC 코드는 직접 NC 공작기계 콘트롤라에 입력될 수 있다.

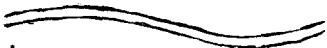
%  
NO100M08  
NO102S0200M03  
NO104G92X0Y0Z0  
G91  
G01X-187821Y-165847Z25000F00025  
NO106X-3193Y394  
X-3434Y818  
X-3359Y1171  
X-3227Y1542  
X-3045Y1902  
X-2816Y2235  
X-2554Y2529  
X-2254Y2762  
X-1818Y2694  
NO108X-1556Y2833  
X-1289Y2991  
X-997Y3124  
:  
  
:  
NO132X-20293Y1407  
X-20283Y1600  
X-9706Y855  
NO134M09  
M05  
M06  
M08  
S0200M03  
NO136M09  
NO138M05  
NO140M30  
%

그림 9. NC 코드 리스트  
Fig 9. NC code List

## V. 결 론

중대의 자동프로그램밍 시스템에서는 특정 공작기계 콘트롤라에 맞는 NC tape만을 생성시킬 수 있었다. 그러나 가공을 위한 NC 공작기계회사마다 부착 NC 콘트롤라가 다르므로 말미암아 NC tape도 각각의 포맷과 코드 등이 같지 않았다. 그러므로 모든 공작기계 마다 각기의 포스트프로세스가 존재하기 때문에 사용자가 불편할 뿐 아니라 비효율적이다. 따라서 이의 개선 요구가 발생하여 이에 대한 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 가공자동화를 위한 소프트웨어시스템으로 모듈화의 개념을 통하여 새로운 포스트프로세서를 설계할 때 시간의 단축과 아울러 같은 그룹의 NC 콘트롤라에는 약간의 수정만 하면 바로 적용할 수 있도록 FORTRAN IV 언어로 설계하여 다른 기종간의 전환이 용이하도록 하였다.

또한 모듈화로 설계되어 있으므로 NC 기능의 추가, 삭제 변경이 용이하며 DNC로의 활용이 가능하다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. W.H.P. Leslie, Numerical control users hand book, Mcgraw-hill, 1970.
2. GMS, POSTPROCESSOR Manual.
3. H. Wada, S. Handa, General Post Processing systems for NC machine, Mechanical Engineering, Vol 22, No.8, 1974, pp.25-27.
4. NTIS, Guidelines for Exchangable APT data package APT postprocessor specifications, ADA092, p.33/1, 81-09.
5. Sim, R.M., The design and specification of postprocessor for Numerical control programming, Vol 6, No.4, 1974, pp.221-5.
6. D.A. Dornfeld, Automation in manufacturing systems, processes, and computer Aids, ASME, 1981.
7. FANUC 6MB Controller H/W Manual.