

研究論文

大韓熔接學會誌
第9卷第3號 1991年 9月
Journal of the Korean
Welding Society
Vol.9, No.3, Sep., 1991

플래즈머 아크절단용 CAD/CAM 시스템 개발에 관한 연구

엄두간* · 노태정** · 한국찬** · 나석주** · 나규환***

A Study on Development of CAD/CAM System for Plasma-Arc Cutting Process

D. G. Um*, T. J. Lho**, G. C. Han**, S. J. Na**, K. H. Na***

Key Words : CAD/CAM(컴퓨터원용 설계/제조), Plasma-Arc Cutting(플래즈머 아크절단), CNC(컴퓨터 수치제어), NC Part Program(수치제어 파트 프로그램), DXF File(데이터 교환포맷 파일)

Abstract

In the recent years the computer-numerical controlled cutting process such as a plasma arc cutting and a laser cutting is widely applied to reduce the time and cost expence for generating NC part program of the parts to be cut.

In the present study, a CAD system(C-CAD) was developed to generate automatically the NC part programs with CLDATA(Cutter Locaion Data) for the CNC plasma arc cutting system. The NC part programs are composed of the 2-dimensional drawing of the parts to be cut and the technological data. The shape data of the parts drawn in the Auto-CAD can be also used in the C-CAD, since the data file generated by the C-CAD is compatible with that by the Auto-CAD.

In order to check its applicability, the C-CAD and CAM system were applied to cut the parts, and which showed the satisfactory results.

1. 서 론

플래즈머 아크절단 공정(plasma arc cutting process)은 1950년대에 개발된 것으로서 수축된 플레

즈머 아크의 열로서 모재의 국부 면적을 녹여서 절단이 이루어지는 공정이다. 작동 원리는 고주파를 이용하여 우선 노즐와 전극봉 사이에 파일럿 아크(pilot arc)를 발생시키고, 이 파일럿 아크는 노즐 내를 흐르

* 정회원, 한국과학기술연구원 로봇응용 및 유공압연구실

** 정회원, 한국과학기술원 생산공학과

*** 정회원, 중원기계주식회사

는 가스를 가열하여 이온화된 플래즈머 가스로 만든다. 이때 이 가스는 노즐을 통과하면서 수축되어 전극 봉과 모재 사이에 전도체로서 고밀도, 고온, 고열의 플래즈머 아크를 계속하여 발생시킨다^{1,2)}. 그리고 요즘에는 공기를 플래즈머 가스로 사용하는 공기 플래즈머 절단도 많이 사용되고 있으며 절단품질도 매우 양호하므로 그 사용범위가 넓혀지고 있다³⁾.

컴퓨터 원용 설계제조(CAD/CAM)를 통한 플래즈머 절단시스템의 구축은 생산성의 향상과 생산비용의 절감이라는 측면에서 뿐만아니라 제품의 고급화를 위해서도 필수적으로 요구된다. 이를 위하여는 절단형상을 설계하는 CAD 시스템과 절단형상에 대한 수치제어(NC) 파트 프로그램(part program)에 의하여 절단이 가능한 CNC 컨트롤러와 이송장치로 구성된 CAM시스템의 개발이 필수적이다. NC파트 프로그램을 수동으로 작성할 경우는 작성하는 사람이 모든 NC 코드를 잘 이해하고 있어야 하며 도형이 복잡한 경우에는 많은 수치적 계산이 필요하므로 파트 프로그램의 작성에 많은 시간이 소요되고 작성상 오류를 유발시킬 가능성이 크다. 그러나, 자동 NC 파트 프로그래밍은 CNC 기계장치의 제어에 필요한 기계제어 데이터인 NC 코드의 작성을 컴퓨터가 행하는 것으로서, CAD/CAM 시스템의 구축에 필수적이며 복잡한 절단형상에 대하여 빠르고 정확한 프로그램의 작성이 가능하므로 많은 연구가 진행되고 있다^{4~7)}.

현재 CAD용 프로그램중에서 세계적으로 사용자를 비교적 많이 확보하고 있는 Autodesk inc.의 AutoCAD(Release 10)라는 상용 프로그램을 절단용 자동 NC파트 프로그래밍에 사용하는 것은 절단속도, 아크 on/off 및 구멍뚫기(piercing)의 정지시간(dwell time)등의 가공정보 데이터의 입력이 불가능할 뿐만 아니라, 절단도형의 정보를 입력할 경우 복잡하고 절단폭(kerf width)보정이 어려우며, 또한 절단부품들의 자동배치(Auto-Nesting) 기능을 충족시키지 못하는 결점이 있다.

이에 대하여 본 연구에서는 절단형상의 기하학적 정보와 가공에 필요한 기술적 데이터(technological data)를 입력받아 3축의 CNC 플래즈머 절단기를 제어하는 NC 코드를 자동적으로 생성하는 C-CAD(Cutter CAD)라는 프로그램을 개발하였다. 이러한 NC 코드는 TOPS[®]라는 근거리통신망(Local Area Network: LAN)을 통해 CNC컨트롤러인 Macintosh-SE 모델의 컴퓨터로 직접 전송된다. CNC컨트롤러

에서는 상기 C-CAD 시스템에서 전송받은 NC코드로부터 토치경로를 나타내는 CLDATA(Cutter Location Data)⁶⁾ 및 기타 기계제어용 데이터를 생성하여 절단을 행한다. 또한 절단하기 전에 토치 경로의 시뮬레이션 수행 및 NC 코드의 수정이 가능하도록 하였다.

2. 전체CAD/CAM 시스템의 개요

제품의 설계에서부터 생산에 이르기까지 일관된 흐름의 이상적인 형태로서 제품개발 구상(conceptual design), 제품 설계, 공정 및 작업설계, 생산등을 들 수 있으며, 설계를 하는 상부에서 제조를 하는 하부에 이르기까지 여러가지의 데이터들이 일원화되어 CAD/CAM 시스템을 통해 구체화된다고 할 수 있다. CAD와 CAM을 통합한 시스템을 구축할 경우 가능한 한 CAD 시스템에서 도형정보외에 가공정보나 생산정보까지 줄 수 있는 것이 필요하다.

본 연구에서는 제품 개발구상에 의해 구상된 작업이나 절단제품들에 대한 기하학적 형상정보가 기존의 Auto-CAD 또는 본 연구에서 개발한 C-CAD의 CAD 시스템을 통해서 작성되도록 하였다. 여기서 CAD는 작성된 도형정보 및 가공조건의 입력으로서 자동으로 NC 파트 프로그램을 생성하고, 이것은 TOPS를 통하여 PAC라는 프로그램이 내장된 CNC

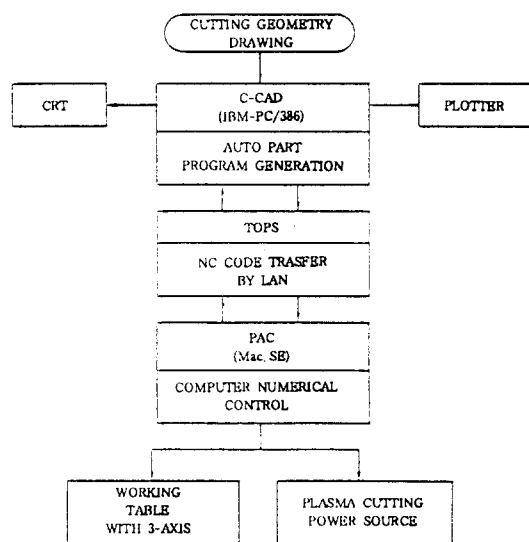


Fig. 1 Schematic diagram of CAD/CAM system developed

컨트롤러로 전송되어 플라즈마 절단기 전원 및 3축의 이송장치를 제어하여 절단함으로써 일련의 제품이 제작되는 것이다. 이에 대한 개념도를 Fig. 1에 나타내었으며 그 구성요소에 대한 간단한 설명은 아래와 같다.

2. 1. CAD 시스템

본 연구에서 개발한 C-CAD 시스템에 사용된 컴퓨터는 IBM PC/386로서 그 주요사양은 Table 1에서와 같고, 주변기기로는 마우스(mouse), 디지털타이저(digitizer)등의 입력 장치와 플로터등으로 구성되어 있다. 여기에 내장된 C-CAD의 상세한 설명은 제4장에서 다루겠다.

Table 1 Specifications of the computer used for CAD system

content	specification
CPU	i 80386
RAM memory	4 MByte
Hard disk memory	80 MByte
Operating system	MS-DOS 3.30
Monitor	19", color, 1024×768 resolution

2. 2. 데이터 전송 시스템

TOPS라는 근거리통신망을 사용하여 본 연구에서 개발한 C-CAD라는 CAD시스템으로부터 PAC라는 CAM시스템으로 NC 파트 프로그램을 온라인(On-line)으로 전송할 수 있도록 하였다.

2. 3. 프래즈머 아크절단기 전원 및 이송장치

본 연구에서 사용한 플라즈마 절단기전원은 정격전류가 150A이며 절단가스로는 Ar가스를, 보호가스로는 약 5kgf/cm²의 공기를 사용하였다. 기 자체적으로 개발한 3축 이송장치의 전체적인 형상은 Fig. 2와 같다. CNC 컨트롤러에 의하여 절단형상의 경로를 따라서 움직이는 X, Y의 2축 이송부는 직류 서보모터로 구동되는 랙 및 피니언방식을 사용하였으며, 볼스크류 방식에 비하여 위치정밀도는 약간 떨어지나 프래즈머 절단용 이송장치로서 적합하고 제작가격이 저렴한 장점이 있다. 변형된 모재나 박판 절단시에 발생하는 모재의열변형에 대응하기 위하여 토치와 모재 표면간의 거리를 일정하게 제어하기 위하여 리드스크류 및 직류 서보모터로 구동되는 Z축 이송부를 설치하였다. 본 연

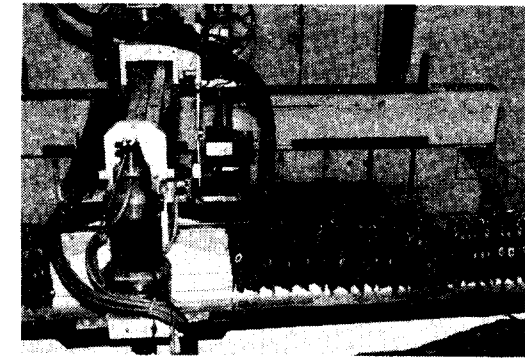
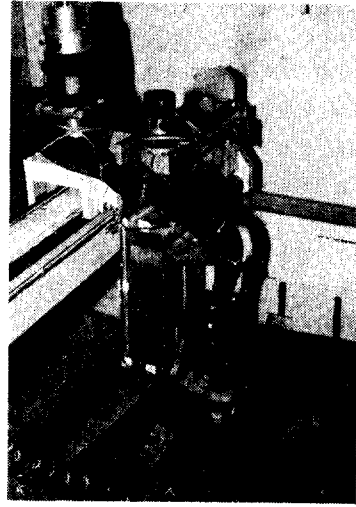


Fig. 2 Overall view of the moving equipment with 3-axis controlled axis

구에서는 절단기 전원 및 절단아크 특성을 이용한 절단아크센서(cutting arc sensor)로서 전극봉팁과 모재간에 걸리는 아크전압을 측정하여 토치와 모재표면간의 간격을 결정함으로써 절단중에 그 간격이 일정하도록 제어하였다¹⁰⁾.

2. 4. CNC 컨트롤러 및 제어기구

본 연구에서는 16비트 MC-68000 CPU가 내장된 Macintosh-SE모델의 마이크로 컴퓨터를 CNC 컨트롤러로서 사용하였고, 직선 및 원호보간에 사용된 2축의 소프트웨어 보간기(software interpolator)¹¹⁾는 직접 탐색(direct search)방법의 일종으로서 자체 개발하였고, 이는 기준펄스(reference pulse)방식으로서 외부의 인터럽트(interrupt)^{12,13)}에 의하여 X, Y-2축이송장치의 위치, 윤곽제어 뿐만 아니라 절단속도

제어를 동시에 행한다. 또한 외부적인 타이머를 사용하여 인터럽트를 통한 보간기능을 수행함으로써 Z 이송축에 대한 토치팁—모재간 거리제어와 NC 파트 프로그램에 의한 CNC 컨트롤러와 인터페이스되는 제어 기구는 X, Y 이송축에 대하여는 기준펄스 방식의, Z 이송축에 대하여는 샘플데이터(sampled data)방식¹⁴⁾의 디지털 서보제어기구를 구성하였다.

CNC 컨트롤러의 주프로그램인 'PAC'는 매킨토시 컴퓨터에서 제공하는 사용자 인터페이스 툴박스(interface tool box)¹⁵⁾를 이용하여 사용자가 쓰기 쉽도록 풀다운 메뉴 형태의 운용 환경을 제공하였다. 이것은 실제로 플래즈머 절단을 수행시 기계를 제어 하는 프로그램으로서 그 주요 기능을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 속도 및 윤곽 제어를 통한 CNC 절단 수행 기능. (RUN Menu)
- 2) 변형이 쉬운 박판절단시에 토치팁—모재간 거리를 일정하게 유지하기 위한 제어기능. (RUN 및 SIGNAL Menu)
- 3) 절단이 시작되기 전에 NC 파트 프로그램에 대한 토치경로를 확인하는 기능. (SHAPE Menu)
- 4) NC 파트 프로그램을 사용자가 직접 입력하거나 C-CAD에서 받아들인 NC 데이터를 수정하는 편집기능. (EDIT Menu)
- 5) C-CAD 시스템으로 부터 NC코드를 전송받는 기능(TOPS Menu)
- 6) 전송받은 C-CAD용 파일을 CNC 컨트롤러용 파일로 변환하는 기능. (FILE/EXCHANGE Menu)

위에서 설명된 제반사항을 실행하는 PAC 프로그램의 구성과 절단 작업의 수행에 대한 흐름도를 Fig. 3에 나타내었다.

3. C-CAD 소프트웨어 프로그램 개발

본 연구에서는 다른 Basic언어에 비하여 그래픽 및 마우스등의 입출력 주변장치의 지원이 가능하고 자체에 내장된 표준 라이브러리를 비교적 많이 사용할수 있는 Quick Basic 4.5로써 C-CAD 프로그램을 개발하였으며, 수행파일의 전체용량은 약 145KB이다. 도형 형상 정보와 기술적 가공정보로 부터 NC 코드를 생성하는 C-CAD는 IBM PC/386모델의 컴퓨터에서 수행되며 절단도형을 입력하는 기능이 자체에 내장되어있다.

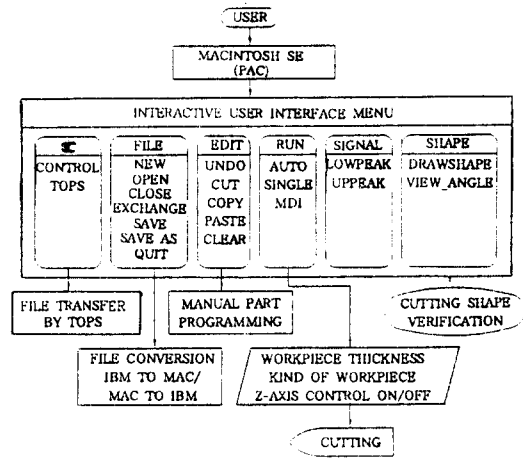


Fig. 3 Flow chart of operation procedure of PAC program

3.1. 도면 교환일의 구조 및 해석

C-CAD에서의 도형정보는 Auto-CAD의 도형 정보와 상호 교환이 가능한 DXF파일의 입력이 가능하다. Auto-CAD(Release10)라는 상용 CAD 프로그램은 다른 CAD 프로그램과의 도면정보를 교환할수 있도록 도면교환포맷(Drawing eXchange Format: DXF)¹⁶⁾ 화일이 정의되어 있다. 본 논문에서 사용된 Quick Basic의 OPEN문의 순차 화일(sequential file)에 의해 DXF 화일의 입출력이 가능하다.

3.1.1. DXF 화일의 구조

DXF파일은 ".dxf"확장자를 가진 단순한 ASCII 텍스트 화일이며 전체적으로 HEADER, TABLES, BLOCKS, ENTITIES section 및 EOF(End Of File)로 구성되어있다. Auto-CAD의 도면 편집명령인 DXFOUT을 이용하여 현존하는 절단 형상도면으로 부터 DXF 화일을 만들수 있다. 만약 DXFOUT의 "Binary" 옵션을 이용하면 일반적인 DXF 화일의 구조 전체가 작성되나 "Entities" 옵션을 이용하면 만들어진 DXF 화일은 단지 ENTITIES와 EOF 부분만을 포함한다. 실제로 NC 파트 프로그램에 필요한 정보는 "ENTITIES section"에 포함되어 있으므로 본 연구에서는 DXFPUT의 "Entities" 옵션을 사용하였다.

3.1.2. DXF 화일의 해석

DXF 화일은 여러 그룹의 조합으로 이루어지며 그 그룹의 각각은 그룹 코드와 그룹 Value로 구성된다.

Table 2는 항상 같은 기능을 가지는 "Fixed"로 알려진 그룹코드의 일반적인 사용을 나타낸것으로서 NC 파트 프로그램 작성을 위해 DXF 화일의 Entites section에 자주 나타나는 코드 몇가지만 예로 든 것이다. Auto-CAD를 사용하여 C-CAD에 필요한 도면을 작성하는데는 "LINE" 및 "ARC" 명령에 의한 방법과 "Polyline"명령에 의한 방법이 있는데 본 연구에서는 전자의 방법을 선택하였다. Fig. 4는 "LINE" 및 "ARC"명령을 사용하여 절단도형의 형상을 작도한 도면 및 이에 대한 DXF화일의 출력의 예를 나타낸것으

로서, 도면요소의 각 선소들에 대한 정보가 "LINE", "ARC"등에 의해 구분되고 각 좌표값이 있음을 알수 있다.

절단경로를 결정하기 전에 먼저 DXF 화일로 부터 NC 코드로의 변환을 용이하게 하기 위해 데이터의 변환이 요구된다. LINE 선소는 Fig. 4의 DXF 화일에서 보는 바와같이 그룹 코드 10, 20, 11, 21 아래의 그룹 value들이 바로 선소의 시작점과 끝점으로 대치된다. ARC 선소의 경우 DXF화일의 그룹코드 10, 20, 40, 50, 51 아래의 그룹 Value들은 각각 원호의 중심점좌표(X_c, Y_c), 반경(R), 그리고 원호의 시작각(θ_s)과 끝각(θ_e)을 나타낸다. 이는 NC 코드의 원호 보간에서 필요한 중간점의 좌표와 시작점의 좌표(X_s, Y_s)와 끝점의 좌표(X_e, Y_e)로 변환되며 이때 변환식은 다음과 같다.

$$(X_s, Y_s) = (X_c + R \cos \theta_s, Y_c + R \sin \theta_s) \tag{1}$$

$$(X_e, Y_e) = (X_c + R \cos \theta_e, Y_c + R \sin \theta_e) \tag{2}$$

식(1) 및 (2)에 의하여 변환된 데이터는 가공정보와 함께 NC 코드생성 프로세스에 의해 NC 코드로 출력된다.

Table 2 Group code list of DXF file

Group code	Meaning
0	Separation of Entity, table entry,etc
6	Line type name
8	Layer name
10	X-coordinate(start point, center of arc, etc)
11-18	X-coordinate(end point etc)
20	Y-coordinate(start point, center of arc, etc)
21-28	Y-coordinate(end point, etc)
66	"Entities follow" flag

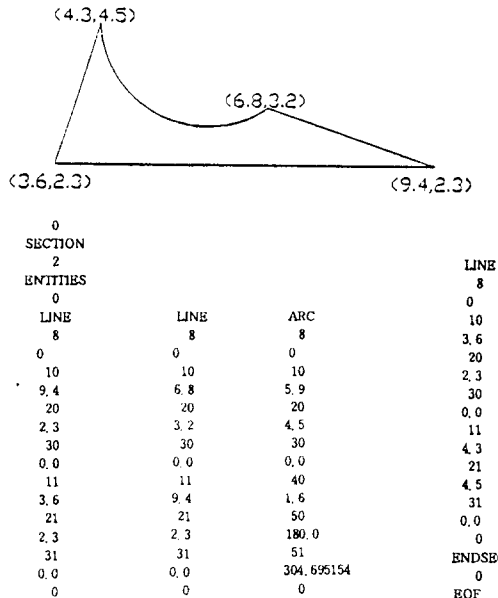


Fig. 4 Cutting shape drawn by using LINE and ARC commands, and its DXF file

3.2. NC파트 프로그램 생성 알고리즘

3.2.1. NC코드의 구성

본연구에서 개발한 CNC 컨트롤러에 내장된 NC 코드는 준비기능(G-function), 속도 기능(F-function), 보조기능(M-function)으로 구성되어 있으며 그에 대한 NC 코드 목록을 Table 3에 나타내었다. 본 시스템에서는 절대좌표 및 상대좌표 입력방식이 모두 가능하며 최소입력단위(BLU)는 0.003665mm으로 구성되어 있다.

3.2.2. 절단경로 자동생성 알고리즘

대화식 입력방식(Interactive input method)에 의해 입력된 데이터로 활용하기 위해서는 절단방향 및 절단순서등이 고려된 데이터로의 변환이 요구된다. C-CAD 및 Auto-CAD에서 도면 정보를 입력할때 프로그래머가 절단경로를 고려하여 절단순서대로 작성할 경우 이 데이터는 바로 가공정보와 함께 NC 코드로 변환되지만 상당한 숙련을 요한다. 이에 대하여 본연구에서는 절단경로의 순서에 관계없이 절단형상을 입

Table 3 NC code list used in the developed CAD/CAM system

FUNCTION	CODE	MEANING	OTHER
Preparatory function	G00	Positioning	
	G01	Linear interpolaton	
	G02	Circular interoplation(CW)	
	G03	Circular interpolation(CCW)	
	G04	Dwell time(X—,—)	sec
	G40	Kerf-Width compensation off	
	G41	Kerf-Width compensation left	
Speed	Fxxxx	Cutting speed	mm/min
	G92	Coordinate setting	
Miscellaneous function	M02	Program stop	M00, M01
	M03	Torch Up	
	M04	Torch Down	
	M05	Preheating ON	
	M06	Preheating OFF	
	M07	Cutting ON	
	M08	Cutting OFF	
	M09	Marking ON	
	M10	Marking OFF	
	Dxx.x	Setting of Kerf width compensation	mm

력한 경우에 대하여 절단경로생성 프로세스에 의해 절단경로가 결정되도록 하였다.

절단할 형상이 여러개일 경우 각파트의 정점(vertex) 및 선소에 관한 정보가 순차적으로 저장되지 않으므로 이때 저장된 데이터는 절단경로생성 프로세스에 의해 한 선소의 한쪽끝 정점과 또 다른 선소들의 두 정점의 좌표값을 비교하여 동일한 좌표값을 찾아가면서 절단경로가 결정되어진다. 이 알고리즘에 대한 순서도는 Fig. 5에 나타내었다.

3.3. C-CAD의 구성 및 기능

C-CAD에서 다루는 화일은 도형정보를 담고있는 DXF 화일과 NC 화일로 대별되며, C-CAD는 팝업 메뉴(pop-up menu)와 다이얼로그 박스(dialogue bdx)에 의해 모든 기능이 수행되고 마우스를 이용하여 원하는 메뉴를 선택할 수 있으므로 사용하기에 편리하고 모든 작업의 처리가 명확한 장점이 있다. C-CAD의 전체적인 풀다운 메뉴는 Fig. 6에서 보는바와 같이 크게 화일, 드로우, 편집, NC 프로그램, 옵션 및 플러트 메뉴의 6가지로 구성되어있으며 각각에 대한 기능은 아래와같다.

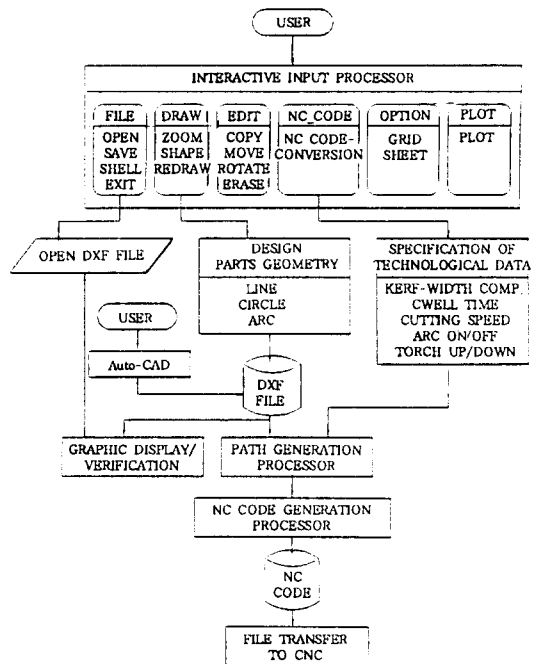


Fig. 5 Flow chart of automatic cutting-path generation algorithm

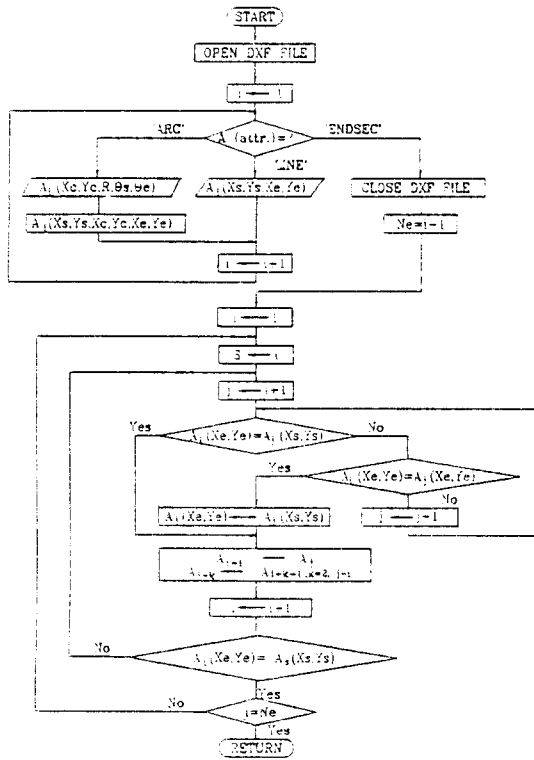


Fig. 6 Flow chart of operation of C-CAD system developed

3. 3. 1. 화일 메뉴 (File menu)

화일 메뉴에서 다루는 기본적인 화일은 Auto-CAD에서 생성된 도형정보에 관한 DXF 화일이며, 기본적으로 DXF 화일을 열고 닫는 기능, 새로운 이름으로 저장하는 기능과 도스셸(DOF shell)기능이 있다. 화일 열기(OPEN) 기능을 선택하면 내장된 모든 화일들을 화면에 표시하며, 사용자는 원하는 화일을 마우스로 선택하여“OPEN”을 클릭(click)하면 그화일에 담긴 도형정보들이 열리게 된다.

화일 저장에는 SAVE와 SAVE-AS 두가지가 있는데 SAVE는 화일을 OPEN할 때의 이름을 그대로 저장할 경우 선택하고, SAVE-AS는 새로 작성한 도면이나 기존의 도면의 이름을 바꾸어 저장하고자 할때 이용하는 기능이다.

3. 3. 2. 드로우 메뉴 (Draw menu)

여기서는 절단형상을 작도하는 기능뿐만 아니라, 도형의 확대 축소기능, PAN기능 및 REDRAW기능등을 포함시켜서 가능한 한 Auto-CAD에 속달된 사용

자가 거부감없이 사용할 수 있도록 하였다.

SHAPE메뉴를 선택하면 직선(line), 원호(arc)및 원(circle)등의 도형 메뉴가 나오고 그리고자 하는 도형을 선택할 수 있으며, Fig. 7에는 직선 및 원호 작도 기능을 이용하여 간단한 절단 도형을 그려본 예이다. 도형의 좌표 입력은 마우스 및 키보드에 의해 지원되며 마우스 입력시 선소의 양끝점에 Gravity 영역을 두어 입력좌표의 편차가 발생하더라도 자동 결선하도록 하였다.

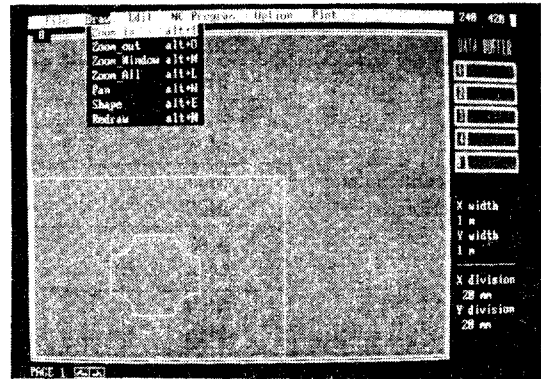


Fig. 7 Shape drawn by using LINE and ARC statements in DRAW menu

Zoom-in기능은 도형 작성 윈도우의 좌측 하단점을 기준으로하여 화면 전체를 축소하는 기능이며, Zoom-out은 이와 반대로 화면을 확대하는 기능이다. Zoom-Window를 선택하면 화면에 커서가 나타나는데 이 커서를 이용하여 확대하고자하는 부분을 선택해 주면 그부분이 확대되어 나타나게된다. Zoom-All은 그려진 모든 도형들을 도형 작성 윈도우에 나타내주는 기능이며, Pan 기능은 도형 작성도면의 창을 상좌우로 일시 변경하는 기능으로서 마우스를 이용하여 원하는 위치로 드래그 한후 마우스의 좌측과 우측 버튼을 동시에 클릭하면 된다.

3. 3. 3. 편집 메뉴 (Edit menu)

편집메뉴에는 이미 도면에 그려진 도형을 여러가지 방법으로 편집하는 것으로서 도형의 복사(copy), 이동(move), 지우기(erase), 회전(rotate), 그리고 거울면 복사(mirror copy)등의 기능을 가지고 있다.

우선 커서를 이용하여 복사하고자 하는 도형을 선택하면 그 도형은 붉은색으로 표시된다. 다음은 도형이 선택된 후에 나타나는 커서를 이용하여 시작점과 끝점을 마우스의 좌측 버튼으로서 복사하고자하는 위치를

지정한다. 회전에서도 우선 회전시키 고자하는 도형을 선택해주고 회전 중심점을 커서로 선택한후 마우스의 왼쪽 버튼을 클릭 하여 지시한다. 다음은 회전각도를 지시해 주어야 하는데 커서를 회전중심으로 부터 원하는 각도만큼 이동시켜서 마우스의 왼쪽버튼을 클릭하여 주면 된다. 이때 두 점간의 거리는 아무런 관계가 없으며 두 점에의해 나타나는 직선이 수평선과 이루는 각도 만이 회전의 데이터로 이용된다.

거울면 복사기능은 우선 복사하고자 하는 도형을 선택하고 커서를 이용하여 거울면이 수평선과 이루는 각도만이 데이터로 이용된다. Fig. 8은 하나의 형상을 그린후 여러가지 편집기능을 이용하여 편집한 화면을 보여주고 있다.

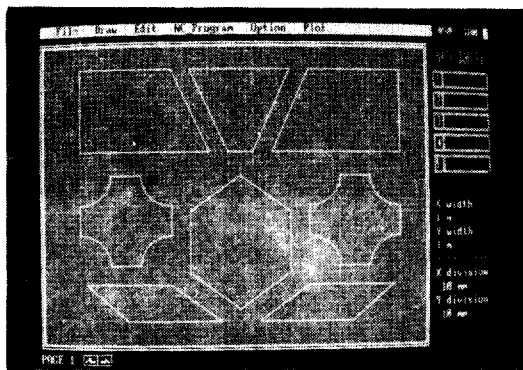


Fig. 8 Various shapes by using COPY, ROTATE, MIRROR statements etc in EDIT menu

3. 3. 4. NC프로그램 메뉴 (NC program menu)

NC 프로그램 메뉴를 선택하여 절단도형의 정보외에 절단가공에 필요한 데이터를 입력할 수 있도록 했다. 본 시스템에 의해 생성된 파트 프로그램은 각 파트에 대해 크게 세블럭으로 구성되어있다. 처음과 끝 블럭은 CNC 플래즈머 절단기에 의해 절단이 진행되기 전후 절단기의 가공조건을 초기화 하도록 설정되므로 이 부분은 절단 조건에 관한 NC 코드들로 고정되어 있다. 이때 사용되는 절단조건들은 절단폭, 절단 이송속도 및 정지시간등으로서 C-CAD의 NC 코드 변환 메뉴에서 대화식으로 입력하게 되어있다. 중간 블럭은 준비기능(G-function)들로 구성되어 있으며 이는 절단경로 생성 프로세스에 의해 생성된 데이터를 순차적으로 읽어 들이므로써 가공경로가 결정되어진다. C-CAD에서 생성된 NC코드는 절단폭 보상에 대한 명령어만 포함되므로 절단폭을 보상한 토치의 이송경로를 결정하는것은 CNC 컨트롤러의 주프로그램인 'PAC'에서 하게 되어있다.

3. 3. 5. 옵션 메뉴 (Option menu)

옵션 메뉴에서 작업하고자 하는 철판의 크기를 정하고 작업에 편리하도록 격자(grid)를 형성해주는 기능들을 포함하고 있다. 입력된 철판의 크기는 우측 하단에 표시되며 작업중에도 변경이 가능하다. 여기서 격자는 직선이나 원호를 작도할때의 커서를 움직이는 단위가 되므로 "y"를 입력하여 격자 표시기능을 "NO"했을 경우에 커서는 이 격자 위에서만 이동하므로 여러 가지 절단형상 작도를 편리하게 수행할 수 있다.

4. 절단 실험 및 결과

본 연구에서 개발한 플래즈머 자동 절단기용 CAD/CAM 시스템을 이용하여 원하는 절단형상의 부품을 설계하고 NC 파트프로그램을 생성한 후, 절단시 열변형이 비교적 쉬운 두께 2mm의 연강을 절단하는 일련의 과정을 아래에 나타내었다.

- 1) CAD에 의한 절단도형 작성단계로서 Fig. 9와 같은 절단부품에 대한 도형정보를 본 연구에서 개발한 C-CAD를 이용하여 작성한다.
- 2) 절단도형의 형상정보외의 절단가공 정보의 입력 단계로서 절단 속도, 절단폭 및 절단전 정지시간등을 입력하게 된다.
- 3) 상기 정보의 입력으로 C-CAD에 의하여 NC 파트 프로그램이 자동적으로 생성된다.
- 4) CAM 시스템으로의 NC 데이터 전송단계로서 C-CAD를 내장하고 있는 컴퓨터로 부터 CNC 컨트롤러로 NC 파트 프로그램을 전송한다.
- 5) CNC 컨트롤러내의 화일 변환기능을 이용하여 C-CAD에서 생성된 NC 파트 프로그램을 CNC 컨트롤러용 화일로 변환한다. 이변환된 화일을 Fig. 10

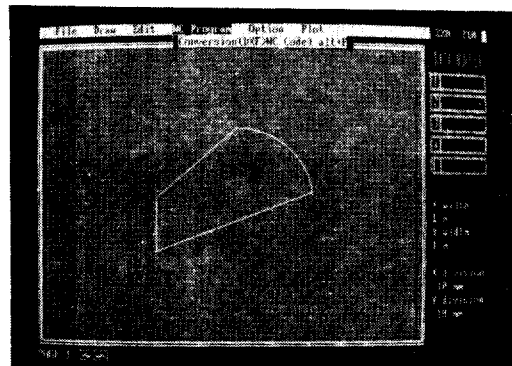


Fig. 9 Shape of part to be cut

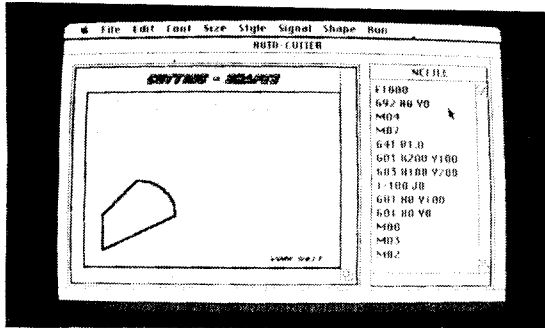


Fig. 10 Generation of NC part program for the shape of Fig.9

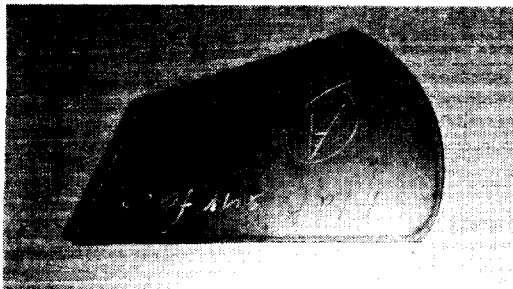


Fig. 11 Appearance of the resultant flat cut for the shape of Fig.9 after cutting



Fig. 12 Appearance of the resultant curved cut for the shape of Fig.9 after cutting

에 나타내었으며, 이때 일반적으로 프로그램 PAC내의 SHAPE 메뉴를 선정하여 토치의 경로를 확인한다.

6) CNC 컨트롤러내의 RUN/AUTO모드에서 전송받은 NC 코드에 의하여 실제로 절단을 행한다.

그 결과 실제로 절단된 제품의 외형을 Fig. 11에 나타내었다. 그리고 Z-축 제어를 'ON' 했을때의 절단 수행 능력을 보기위해 곡면 가공된 철판에 대한 절단 실험을 수행한 결과를 Fig. 12에 나타내었다.

5. 결론 및 요약

플래즈머 아크절단용 CAD/CAM 시스템의 개발에 관한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

본 연구에서 개발한 플래즈머 아크절단용 CAD/CAM시스템은 크게 입력한 절단도형에 대한 NC 파트 프로그램을 자동생성하는 C-CAD라는 CAD 시스템, 플라즈마절단기 전원, 플래즈머 토치를 포함한 3축 이송장치 및 이것을 제어하는 CNC 컨트롤러로 구성된 CAM 시스템 그리고 C-CAD에서의 NC코드를 CAM 시스템에 전송하는 TOPS라는 근거리통신망 및 코드 변환용 프로그램의 3가지로 구성되어 있다.

절단도형의 입력으로 자동 NC 파트 프로그래밍이 가능한 C-CAD는 Quick Basic 4.5를 사용하여 프로그래밍하였고, 팝업 메뉴와 다이얼로그박스에 의해 모든 기능이 수행되며, 메뉴는 크게 화일, 드로우, 편집, NC 프로그램에 비해서 간단하기 때문에 사용하기에 편리한 장점이 있다. C-CAD에서 절단도형의 정보는 DXF화일을 사용하는데 절단형상의 입력은 자체에서 뿐만 아니라 Auto-CAD에서 작성한 도형정보의 입력도 가능하므로 Auto-CAD로서 CAD시스템을 구축할 경우에도 서로의 연결이 용이하다.

본 연구에서 개발한 시스템을 사용하여 절단형상에 대한 설계부터 생산까지의 일련의 과정을 실제로 수행한 결과 만족할만 하였으며, 향후 절단도형의 자동배치(Auto-Nesting)가 가능할 수 있도록 본 시스템을 확장할 계획이다.

참고문헌

- 1) American Welding Society: Recommended practices for plasma arc cutting, AWS C5.2-83, (1983), pp.1-5.
- 2) G.M.SKinner and R.J.Wichhan: High quality plasma arc cutting and piercing, Welding J., Vol. 46, No. 8, (1967), pp. 657-664.
- 3) F. Craig: The plasma arc process-a review, Welding J., Vol.66, No. 2, (1988), pp. 19-25.
- 4) W. Everaheim, W. Konig et al.: Requirements on integrated manufacturing, Annals of the CIRP, Vol. 38, (1989), pp. 443-446.
- 5) 김호룡, 김양경: CAD/CAM 통합을 위한 설계도면의 자동변환, 대한 기계학회논문집, 제12권,

- 제3호, (1988), pp. 466-472.
- 6) 이 재원, 강 신환, 강 호진: 와이어 컷 방전가공을 위한 자동 프로그래밍 시스템 '오토 컷'의 개발에 관한 연구, 대한 기계 학회 논문집, 제12권, 제2호, (1988), pp. 200-205.
 - 7) W. Evershim, Rozenfeld and G. Marczinski: Computer aided programming of NC-machine tools by using the system AUTAP-NC", Annals of the CIRP, Vol. 31, (1982), pp. 323-327.
 - 8) TOPS(DOS Version), A Sun Microsystem Company, (1987), pp. 13-54.
 - 9) 노태정, 나석주, 나규환: 컴퓨터 수치제어(CNC) 플라즈마 아아크 절단장치 개발에 관한 연구, 대한용접학회지, 제8권, 제3호, (1990), pp. 60-69.
 - 10) 엄두간: 토치-모재간 거리제어 자동 플래즈머 절단시스템에 관한 연구, KAIST 석사 학위 논문, (1991)
 - 11) S.J. Na, S.W. Rark, S.H. Cho and T.J.Lho: A microprocessor-based shape and velocity control system for plasma arc cutting, Welding J., Vol.67, No.2, (1988), pp. 27-33.
 - 12) Macintosh Family Hardware Reference(1st Ed.), Addison Wesley, pp. 2.1-10.7.
 - 13) J.F.Wakerly: Microcomputer architectuer and programming(1st Ed.), Sons Inc., (1989), pp. 382-398.
 - 14) Y.Koren: Computer control of manufacturing systems, McGraw-Hill, (1983), pp. 115-142.
 - 15) C.ROSE et al.: Inside Macintosh(volume I - II), Addison-Wesley, (1986).
 - 16) Auto CAD Release 10(Reference Manual), Autodesk, Inc., (1988), pp. 395-420.