

## 레이저 가공을 위한 CAM 시스템의 개발

백동기\* · 한유희\* · 김기대\*\* · 정 철\*\*\*

### Development of CAM System for Laser Process

T.K. Paek\*, Y.H. Han\*, K.D. Kim\*\*, C. Jung\*\*\*

#### 1. 서 론

레이저 가공기술은 재료가공 분야에서 넓은 응용분야를 가지고 있으며, 고정밀도이고, 자동화가 용이하고, 생산성이 높은, 고부가가치의 최첨단 응용기술이라는 장점을 가진 가공도구로써 많은 기여를 해왔다<sup>1)</sup>.

레이저 가공은 기본적으로 그림 1과 같이 이루어진다. 각 구성요소들은 요구되는 공정에 따라 결정되고, 공정간의 차이(예, 용접, 절단, 구멍뚫기, 마킹등)는 가공시 변수 설정에 의해 구분되며, 따라서 공정에 따른 정확한 변수설정 및 이에 따른 만족 할 만한 가공 결과를 얻기 위한 공정제어(Process Control)가 요구된다<sup>2)</sup>.

국내에 많이 보급되어 실용화되고 있는 기계가공 시스템의 종류로는 금속가공을 위주로 한 CNC선반, CNC Milling, CNC-Machining Center 및 Wire Cutting 등이 있으며 목재가공을 위한 CNC Router 등이 있다. 이러한 각종 CNC 기계들의 가공을 위하여는 주어진 도면으로부터 가공 프로그램을 필요로 하는데 이를 위한 자동 프로그램 시스템들은 몇몇 시스템을 제외하고는 외국에서 개발된 것을 하아드웨어 및 소프트웨어까지 수입하여 사용하는 실정으로 2차원, 2 1/2차원, 3차원등에 따라 구입가격의 차가 크나, 대체로 고가이다. 또한 기존의 자동 프로그램 장치들은 레

이저 가공에서만 필수적인 "Laser shutter ON/OFF, Gas valve ON/OFF" 등의 M Code 들의 발생이 없으므로 레이저 가공을 위한 CAM으로의 활용이 불가능하거나 극히 불편한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 레이저 가공을 위한 CAD/CAM 시스템을 개발하였으며 보다 구체적인 개발절차는 다음과 같다.

1. 국내에 가장 많이 보급된 IBM-PC를 이용하여 레이저 가공을 위한 CAD/CAM 시스템을 개발한다.
2. 개발된 시스템을 이용하여, 몇가지 도형들의 레이저 가공용 NC 프로그램을 생성한다.
3. 생성된 NC 프로그램을 On-line으로 레이저 가공기의 콘트롤러에 전송을 위한 인터페이스를 구성한다.
4. NC 프로그램으로 레이저 가공을 하고 문제점을 보완한다.

#### 2. 시스템의 하아드웨어

그림 2는 본 연구에서 이용한 레이저 가공을 위한 CAD/CAM 시스템의 하아드웨어구성을 나타내며, Personal Computer를 중심으로, 입력장치로는 Keyboard, Mouse, Digitizer를 사용하였고, 출력장치로는 Video Display, Printer, Plotter를 사용하였다. 한편 레이저는 Lumonics사 제품인 JK702를,

\* 정회원, 한국해사기술연구소 레이저 용접실

\*\* 충남대학교 농과대학 농업기계공학과

\*\*\* (주) 한광

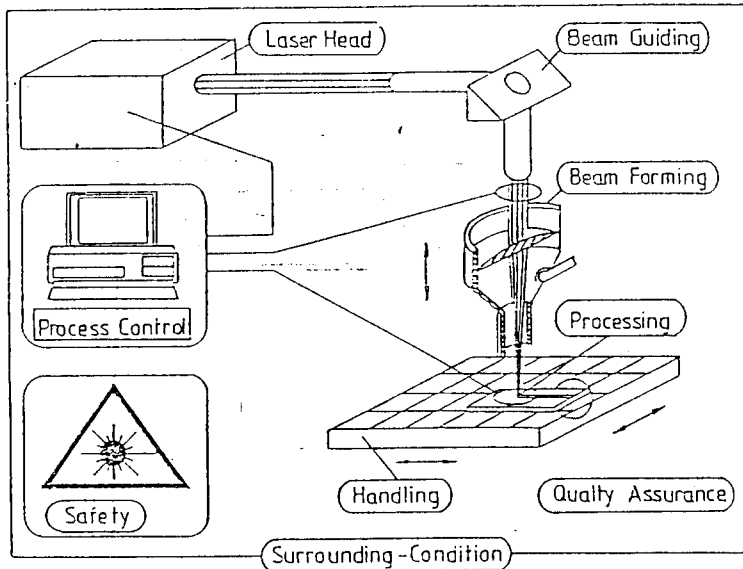


그림 1 레이저 가공기의 기본 구성도

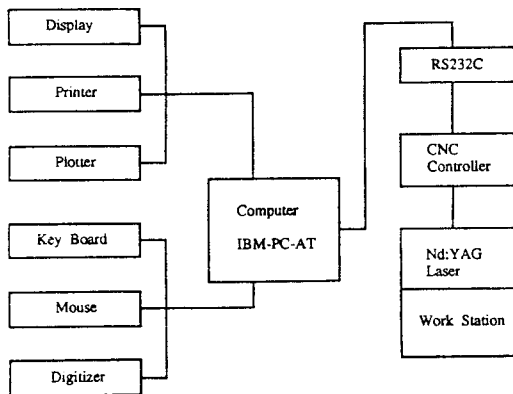


그림 2 레이저 가공을 위한 CAD/CAM 시스템 하아드웨어

CNC 컨트롤러는 FANUC O-MC를 사용하였다.

### 2.1. Computer와 그 주변장치

본 연구에서 사용한 Personal Computer와 주변장치의 주요사양은 표 1과 같다.

### 2.2. 레이저 가공기

본 연구에서 사용한 레이저 가공기, Workstation과 NC Machine의 주요사양은 표 2와 같다. 한편, 레이저 가공상태를 관찰하기 위해서 CCTV를 설치하여 이용하였다.

## 3. 시스템의 소프트웨어

### 3.1. 시스템의 설계기준

보다 실용적인 레이저 가공용 CAD/CAM 시스템을 설계하고 그 소프트웨어를 개발하기 위하여 다음과 같은 기준으로 설계하였다<sup>3)</sup>.

1. 현재 국내에서 가장 많이 보급되어 있는 IBM PC를 이용한다.
2. CAD 부분은 국내에 가장 잘 알려진 AutoCAD를 준한다.
3. CAM 부분의 프로그램 개발에는 QuickBASIC 언어를 사용하고 최소한의 기계어를 사용한다.
4. 사용자의 편리를 위해 대화식으로 한다.

### 3.2. 시스템의 개요

그림 3은 본 연구에서 개발한 레이저 가공용 CAD/CAM 시스템의 전체적 흐름도를 나타낸다. 그림에서와 같이 도형정리는 AutoCAD에 의하여 하고, AutoCAD의 Utility Command 중의 DXFOUT 명령에 의해 ASCII File로 저장 한다. 이렇게 저장된 DXF File을 QuickBASIC으로 개발한 AutoCAM 프로그램에서 읽어들이 다음, X,Y좌표치의 최대, 최소치를 계산하여 자동 Scaling을 실시하고, 이를 기초로 Graphics를 위한 Window를 결정한다. 읽어

표 1 사용된 PC 및 주변장치의 주요사양

Computer	Model	IBM/PC-AT
	CPU CO-processor Clock time (MHz) Hard(MB) RAM(KB) VGA Serial port Parallel port FDD Keyboard	i80286 i80287 16 40 2 256K 2 1 2 101 key
Video Display	Model Color Resolution	CT4581(D) 16 1024×768
Printer	Model Printing Method No. of pin at printing read	LQ-550H Impact Dot Matrix 24
Plotter	Model No. of Pen	DXY-1200(Roland) 8
Digitizer	Model Size	Summa SKetch + 12"×12"
Mouse	Model	Microsoft

표 2 레이저시스템의 주요사양

Laser	Model	Lumonics JK 702 LD
Laser output	Wave length( $\mu\text{m}$ ) Beam diameter(mm $\phi$ ) Max. mean power(W) Repetition rate(Hz) Pulse width(mS)	1.06 7 250 0.2-500 0.5-20
Laser head	Laser medium Beam expander	1/4"×6" Zoom BET
Power supply unit	Max mean lamp power(kW)	12
Work station & Controller		
Laser stand	Stroke(z-Axis)(mm)	400
X-Y Table	Stroke X-Axis(mm)	350
	Y-Axis(mm)	350
Max feed rate	X-Axis(m/min)	5
	Y-Axis(m/min)	5
	Z-Axis(m/min)	3
CNC controller	Model CRT/MDI Operating key Speed control unit TV monitor size(") Relay output Part program storage & Editing Machine interface(D <sub>i</sub> /D <sub>o</sub> )	FANUC OM-C 9"color/full key 53 sine wave PWM 9 7 DATA IN/OUT FLOPPY Disk Tape storage : 120m No. of registerable program : 63 80/56

들인 전 데이터를 화면에 그린 다음, 레이저 가공에 필요한 Feedrate 등의 Laser Working Parameter인 가공정보를 대화식으로 받아들이며, 전 도형에 대한 NC 프로그램을 생성하여 NC File로 출력한다. CAM으로 생성된 NC 프로그램을 즉시 레이저 가공기로 전송하기 위한 ACAMT에서는 AutoCAM 프로그램을 종료시키고 PC와 레이저 가공기의 컨트롤러 간에 NC 프로그램의 상호전송을 수행한다. NC 컨트롤러에서 Dry Run 등 최종 확인을 한 후, 수정이 필요한 경우에는 문제가 된 부분을 NC 프로그램 Edit에서 수정하거나 원래의 AutoCAD 도형에서 수정을 하여, 전체적인 레이저 가공용 CAD/CAM 시스템의 효율적인 활용에 의해 레이저 가공을 효율적으로 수행한다.

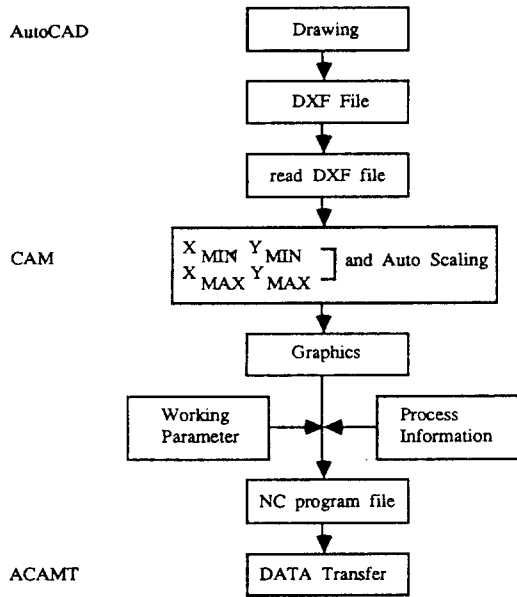


그림 3 레이저 가공용 CAD/CAM 시스템의 흐름도

이하 각 절에서 상세히 설명한다.

### 3.3. 레이저 가공을 위한 AutoCAD

AutoCAD는 미국의 AUTODESK사에 의해 개발된 Release 10를 사용하였다.

레이저 가공을 위한 평면 도형의 정의에 AutoCAD를 이용함에 대부분의 기능을 활용하도록 하였으나 다음의 3가지 것에 차이가 있다<sup>4-7)</sup>.

#### 3.3.1. External Command에 AutoCAM 추가

레이저 가공을 위한 CAD/CAM 시스템을 원만히 수행하기 위하여는 AutoCAD와 CAM부분 및 데이터

전송부분이 유기적으로 작동되어야 하는데, 전 시스템을 개발한 경우에는 하나하나의 부분들을 전체적으로 연결시키는 것이 충분히 가능하나 기존의 소프트웨어를 이용할 경우에는 이러한 점에서 어려움이 많다. 그러나 AutoCAD에는 AutoCAD의 명령어를 사용자가 추가 삭제할 수 있는 기능이 있어 이를 활용하여 QuickBASIC으로 개발한 AutoCAM를 컴파일하여 ACAM.EXE File를 만들어 AutoCAD의 ACAD.PGP File에 추가함으로써, 전체의 CAD/CAM 및 데이터 전송등의 기능이 통합되도록 할 수 있다.

#### 3.3.2. Layer의 제한

대부분의 CAD들의 주요 기능인 도형요소들은 층의 개념인 Layer에 구분할 수 있다. AutoCAD도 이와 같은 Layer 기능을 가지고 있으며, Layer 0부터 충분히 많은 Layer를 사용자가 이용할 수 있다.

본 연구의 레이저용 CAD/CAM에서는 Layer 0를 치수선, 중심선, 주기(Remark)등에 이용하도록 하여, CAD 부분에서는 Layer 0의 도형 데이터들은 무시(skip)하도록 하였다. 이와 같이 함으로써 많은 중소기업형 CAD/CAM 시스템들에서 주문도, 승인도등의 출력이 되지 않는 문제점을 AutoCAD 자체의 도형출력 기능에 의해 해결할 수 있어 전체적인 시스템의 효율을 높일 수 있다고 사료된다.

#### 3.3.3. Color의 제한

다양한 색을 이용하여 도면작성을 할 수 있는 AutoCAD에서 흰색만을 AutoCAM의 경로 표시등에 활용하기 위하여 사용 제한하였다. 물론 어떠한 색깔을 정할 수도 있으나, 여러가지의 색깔을 사용해본 결과를 종합하여 흰색을 임의의 선정한 것이다.

이러한 색깔의 제한은 사용자에게 부담을 줄 수 있으리라 생각되기도 하나, 실제로는 Layer 0가 CAM에 무관하고, 그 이외의 Layer에서도 흰색을 제한하면 CAM에 관계없이 도형정의에 특히 보조선, 치수선등의 사용에 유연성을 줄 수 있어 보다 효율적인 CAD 작업이 가능하다.

#### 3.3.4. AutoCAM

AutoCAD에 의해 도형이 정의되고 이를 DXF File로 저장한 후, 이것을 처리하는 AutoCAM은 QuickBASIC에 의해 개발된 CAM 프로그램이다. 그림 4는 전체의 흐름을 나타낸다. 본 연구에서 개발한 AutoCAM은 다음의 주요기능으로 나눌 수 있다<sup>8-10)</sup>.

1. 도형 데이터 입력기능 : AutoCAD의 DXF File을 읽는다. 현재 개발된 프로그램에서는 AutoCAD

V 2.6i로 부터 Release 10까지의 DXF File은 전부 처리가능하다.

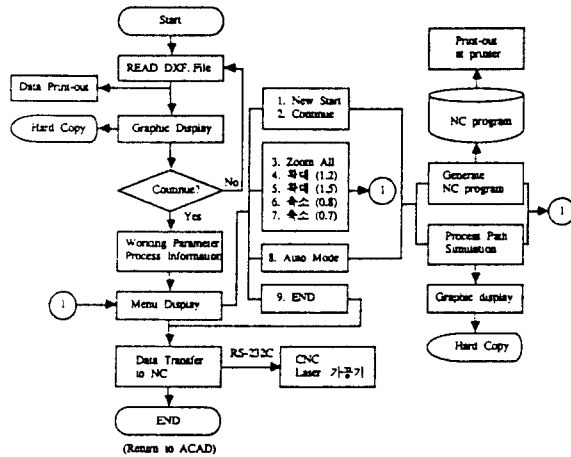


그림 4 AutoCAM의 전체 흐름도

2. 도형 출력기능 : 읽어들이 도형 데이터를 도형요소별 일련번호까지 도형 출력할 뿐 아니라 CAM 부분의 가공경로 Simulation 기능 및 부분확대 축소기능을 갖는다.

3. 가공위치 데이터의 생성과 NC 프로그램 생성 : AutoCAD에 의해 그려진 도형 요소들은 레이저 작업 진행의 가공위치 순서와 무관하게 작성되었으므로 이들 도형요소들로부터 작업의 효율을 높이기 위하여 가장 인접한 도형요소 순서로 가공위치 데이터 및 NC 프로그램이 진행되도록 선정하고, 프로그램의 자유에 의해 임의 도형요소 선정이 가능하도록 하는 기능이다.

4. 데이터 전송 : 생성된 NC 프로그램은 직접 레이저 가공기의 컨트롤러에 전송하거나 DNC가 가능한 기종에서는 DNC를 할 수 있는 기능으로 AutoCAM에서 분리하여 처리될 수도 있으나, 전과정의 유기적인 구성에 의한 작업능률의 향상을 위해 AutoCAM의 한 기능으로 수행될 수 있도록 배려하였다.

이상의 기능들을 다음 절에서 보다 구체적으로 설명한다.

#### 3.4.1. CAD 데이터의 입력과 도형 출력

그림 4에서와 같이 AutoCAD의 External Command인 ACAM이 실행되면 ACAD에 의해 도형 정의된 DXF File을 읽는다. 읽어들이 데이터는 화면 또는, 프린터에 출력 여부를 받아들여 출력시키거나 다

음 단계로 간다.

입력된 도형 데이터는 전체를 계산하여 Graphic을 위한 자동 Scaling을 하고, 화면에 출력한다. 이때 다음단계의 가공경로를 선정하는데 참고하기 위하여 도형요소의 일련번호를 Graphic으로 출력한다<sup>11)</sup>.

#### 3.4.2. 화면구성과 Main Menu

다음으로 Working Parameter인 Process Information을 대화식으로 입력시킨 후 Main Menu를 Graphic 상에 디스플레이 한다. 각종 Parameter의 입력을 Main Menu에 포함시키지 않고 별도로 하여 각종 Parameter를 입력시킨 후에 Main Menu를 디스플레이하는 것은 CAM 작업의 과정상 반드시 필요한 것이다. 그림 5는 전체 화면의 구성을 나타낸다.

그림 5에서와 같이 본 연구에 사용된 Color Monitor는 Graphic에서 640×400dot의 해상도와 Text의 80×25자의 화면으로 구성되도록 QuickBASIC의 Screen 12를 사용하였고 화면은 Menu와 대화식 입출력을 위한 Text 부분을 좌측 15 문자분과 상단 2행 및 최하단 1행을 Text Mode로 하고 그 이외의 부분을 Graphic 부분으로 하기 위해 View 명령을 지정하였다<sup>12)</sup>.

Main Menu의 주요 내용은 다음과 같다.

1. New Start : Gas, ON, Shutter ON 등을 수행하는, 새로 시작하는 기능이다.

2. Continue : 현재 가공경로의 끝단에 계속 이어지는 부분이 존재할 경우 선택할 수 있는 계속 진행의 기능이다.

3. Zoom All : AutoCAD의 Zool All과 같이 주어진 도형 전체를 화면에 나타내는 기능이다.

4. Scale 1.2, 5. Scale 1.5, 6. Scale 0.8, 7. Scale 0.7 : 도형의 부분확대 축소기능이다.

8. Auto Mode : 1번을 선택한 뒤에 선택할 수 있는 것으로 현재의 도형요소로부터 다음 도형 요소가 접하여 있으면 2번 Continue가 자동선정되고, 떨어져 있으면 최초로 입력된 Parameter들에 의해 계속 가공위치 데이터 생성이 자동적으로 진행된다.

이 Auto Mode의 중단은 Space bar나 Return Key를 쳐주면 된다.

9. END : 현재의 도형에서 NC 프로그램 생성을 중지하여 Gas, Shutter OFF 등을 수행하고 프로그램 종료코드인 M 코드 및 "%"를 출력하여 NC 프로그램 File을 마감하고 다음 단계로 간다.

이상과 같이 가공위치 데이터와 NC 프로그램 생성

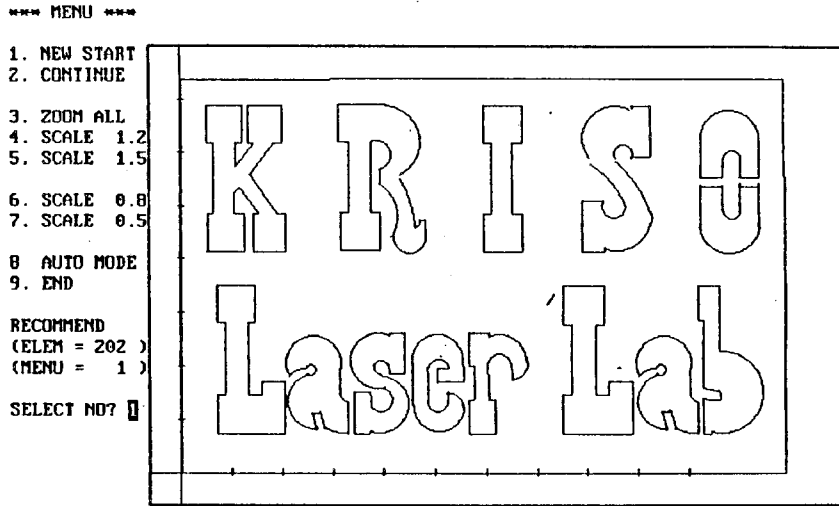


그림 5 모니터에 디스플레이된 전체화면

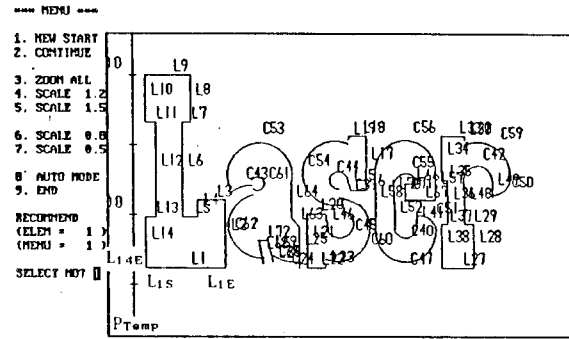
및 가공경로 Simulation과 File 출력이 동시에 이루어져 CAM 작업의 효율화를 기하였다.

3.4.3. 도형요소의 자동선정 과정

그림 6(a)의 왼쪽 Menu의 최하단에 Recomend(Elem=1)(Menu=1) "Select No? 1"이 화면에 출력된 것은 최초에 도면의 좌하단을 기준으로 가장 가까운 요소를 선정하여 프로그램이 시작되는 부분이므로 New start를 선정하기를 권장하는 것이다. 최초의 작업 시작점을 좌상, 좌하 등 어느 코너나 임의의 점을 선정할 수 있으나 본 연구에 이용된 레이저 가공기의 좌표계 및 컨트롤러의 배치등의 특성상 좌하점을 선정함이 능률적인 레이저 작업이 가능하다고 사료되어 좌하점의 가장 가까운 요소를 선정하도록 하였다.

임의의 점이 선정되면 각 도형요소인 선, 호, 원등의 좌표가 있으므로 그 점과의 거리를 계산하여 붙어 있는가 떨어져 있는가, 시작점인가 끝점인가를 판단하여 Main으로 보내준다. 이를 계산하는 방법은 각 길이를 계산한 후 Sort 하는 등의 여러가지 Algorithm이 상정되어지나 최초에 접촉점이 발견되면 Loop를 끝내는 방법으로 하였다.

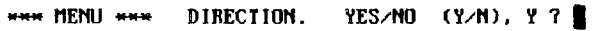
그러므로 그림 6에서 좌하점인 P<sub>Temp</sub>를 기준으로 L<sub>1</sub>의 시작점 L<sub>15</sub>와 L<sub>14</sub>의 끝점인 L<sub>14E</sub> 같은 거리이나 L<sub>1</sub>가 선정되었다. 그러나 추천한 요소가 L<sub>1</sub>이지만 이를 Menu 1인 New start로 들어가면 그림 6(b)와 같이 1번을 그대로 할 것인가 다른 번호를 넣을 것인가를 대화식으로 선정되어 가공경로를 자유로 선정할 수



(a)



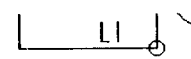
(b)



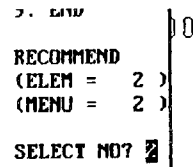
(c)



(d)



(e)



(f)

그림 6 Element의 선택과정

있게 하였다.  $L_1$ 번을 선정하면  $L_{1s}$ 에는 작은 원을 그려 출발점을 의미하고 대화식으로 그림 6(c)와 같이 방향을 묻는다. 이때 Default는 Yes를 의미하며 방향이 적당하다면 Return을 치면 그림 6의 (d)와 같이 화면에  $L_1$ 를 흰색으로 출력하게 된다. 만일 N을 치면 그림 6의 (e)와 같이 출발점을  $L_{1E}$ 로 하고 다음 단계로 넘어간다.

이상의 작업이 이루어지면  $P_{Temp}$ 는  $L_{1E}$ 가 되어, 다시 접속된 요소나 가장 가까운 요소를 찾는다. 그림 6(f)와 같이 Elem=2, Menu=2가 추천되어 있다. 이는  $L_{1E}$ 를 기준으로  $L_2$ 이 접속되어 있으므로 Menu는 2가 된다. Return key를 치면 2번이 선정되어 흰색으로 바뀌고 NC 프로그램이 생성된다. 이때는 AutoCAD에서 도형을 그릴때  $L_2$ 의 시작점이  $L_{1E}$ 에 오거나  $L_2$ 의 종점이  $L_{1E}$ 에 오거나 관계없이 자동 판별되어 NC 프로그램은  $L_{1E}$ 로 부터 먼쪽의  $L_2$ 점까지 생성된다. 이렇게 반복하여 Return key를 치는 것을 줄이기 위한 것이 Menu 8인 Auto Mode이다. 모든 도형이 접속되어 있는 경우에 2번 Mode가 필요한 것은 레이저 작업의 특성상 임의의 열응력등의 관계로 연속된 선이라도 중단하고 1번 Menu인 New start를 할 필요가 있기 때문이다.

그림 7은 위와 같은 예를 나타낸 것으로 레이저를 이용하여 절단작업을 할 경우는 (a)와 같이 연속적으로 ①→④로 가공하는 것 보다는 (b)와 같이 A점에서 시작하여 ①→② 경로로 B점까지 절단한 후 다시 A점에서 시작하여 ③→④로 B점까지 절단하는 것이 바람직할 것이다.

그러므로 연속된 요소들도 임의의 점에서 NC 프로그램의 자유로운 선택이 가능하도록 본 CAD/CAM에

서는 Menu 2 Continue와 Menu 8의 Auto Mode로 구분하였다.

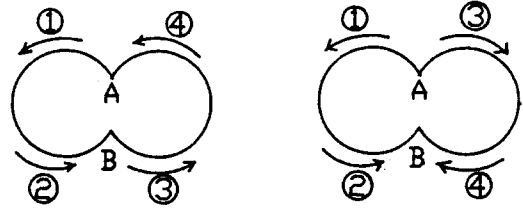


그림 7 레이저 절단 순서의 예

한편, 효율적인 CAM 시스템의 필수적인 도형의 확대축소가 필요한데, 본 연구에서 개발한 AutoCAM 시스템에서는 항상 그림 6(a)의  $P_{Temp}$ 점을 화면의 중심에 두어 Scale 선택에 따라 확대 또는 축소가 이루어지도록 하였다. 일반적인 CAD/CAM 시스템에서 중심점, X, Y좌표, Scale등의 입력으로 임의의 배율로 임의의 부분의 확대 축소가 가능하다. 항상  $P_{Temp}$ 는 이동되어지므로 본 연구의 CAM에서는 1항목의 입력으로 확대 축소가 가능한 방법을 택하였으며 이는 초보자를 위하여는 대단히 유용하다고 사료된다<sup>10)</sup>. 그림 6(a)는 부분 확대를 한 예이다.

### 3.4.5. File 입력

효율적인 CAD/CAM 시스템에서 File을 어떤 형식으로 생성 입력 시킬것인가는 대단히 중요하다. 본 연구의 CAM부분에서는 다음의 File들이 필요 또는 생성되며 주요 내용은 표 3과 같다.

본 연구에서 여러가지 출력 Format로 출력하여 검

표 3 CAM과 관련된 File

File명, 확장자	내 용
____.DXF	AutoCAD에서 출력된 도형 정의 File이며 ASCII로 저장된다.
____.CKP	DXF File을 읽어들이어 일련번호, Layer, Color, 좌표 데이터로 압축되어 있다.
____.DOC	AutoCAM의 수행사항에 주요 Documentation File로 NC 프로그램 File명, 시작 및 종료시간, NC 프로그램 길이 Byte수, Paper Tape 소요길이, 가공길이, 가공시간등이 기록된다.
____.NC	NC 프로그램이 Eye Check가 가능하도록 X, Y 등의 좌표치등에 일정 Format를 사용하였다.
____.CNC	NC File의 필요없는 Blank 등의 불필요한 부분을 압축한 NC 데이터 전송용 프로그램 File이다.
LPRINT	CAM 과정에서 프린터 출력을 선택하면 NC 프로그램과 함께 레이저용의 M, G 코드등의 설명이 함께 출력되며 DOC에 출력되는 사항이 앞뒤에 출력된다.

또한 결과로 실제의 CAM과정에서 필요하지 않은 File의 출력이 많으나 이는 최근의 컴퓨터 하드웨어인 Hard Disk의 가격이나 Access Time 등에서 크게 문제되지 않으며 오히려 보다 작업 능률의 증가를 기할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 가공실험

임의의 도형을 AutoCAD에 의해 정의하고 DXF File을 출력시킨 후 AutoCAD에 추가한 External Command인 AutoCAM에 의해 QuickBASIC으로 개발한 AutoCAM을 실행시켜 대화식 방법에 의해 프로그램의 자유로운 선택에 의한 NC 프로그램을 생성하여 레이저 가공기에 전송하고, 이를 가공하는 전 과정을 연구한 레이저 가공을 위한 CAD/CAM 시스템의 개발 과정에서는 시행착오적인 방법도 있었으나 대체적으로 잘 작동되었다.

주요 결과를 다음에 요약한다.

4.1. AutoCAD

그림 8은 3장에서 예를 든 그림 5의 도형을 X-Y Plotter에 의해 출력한 예이다.

도형 입력은 Keyboard 뿐 아니라 Mouse 및 Digitizer 등을 자유로 사용할 수 있어 매우 편리하였고 도형 출력을 위한 각종 Plotter의 Driver가 있어 AutoCAD와 AutoCAM과의 연결을 위한 PGP File도 잘 작동되었다.

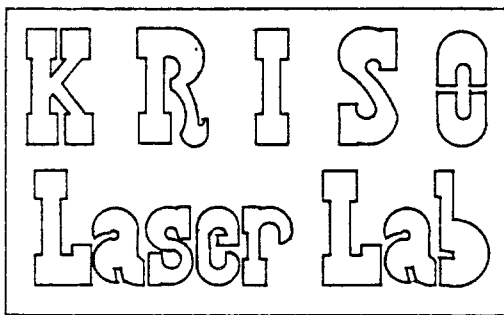


그림 8 도형의 X-Y Plotter에 의한 출력의 예

4.2. NC 프로그램 출력예

도형 데이터 File을 읽어 AutoCAM에서 생성된 NC 프로그램의 출력을 CNC에 전송하기 위해 압축 출력된 CNC File의 출력 예를 그림 9에 나타낸다.

```

%
O3000
G91G28Z0
G28X0Y0
G90G17
G92 X 1.059 Y 4.342 Z 100.000
G00 X 1.059 Y 6.178
G01 Z 0.000 F 500
M40 'Gas valve open
G04 X3. 'Dwell 3.0 sec.
'08 'Shutter open
'2. 'Dwell 2
X 7.756 Y 12.477
X 26.302 Y 9.330
X 25.786 Y 9.330
M09 'Shutter close
G04 X3. 'Dwell 3.0 sec.
M41 'Gas valve close
G00 Z 100.000
G91G28Z0
G28X0Y0
M30
%
```

그림 9 도형 데이터 File을 읽어 AutoCAM에서 생성된 NC 프로그램의 출력의 일부분의 예

4.3. 레이저 가공기용 실험 결과

생성된 NC 데이터는 AutoCAM의 데이터전송 프로그램에 의해 CNC 컨트롤러에 전송하고 이를 Dry Run 및 컨트롤러에서의 도형 확인을 거친 후 실제로 작업한 예를 사진 1에 나타내었다. 본 예는 레이저 가공의 용접, 절단, 마킹, 구멍뚫기등의 작업중에 절단을 한 예이다. 사용 재료는 stainless steel로 두께는 1mm이다.

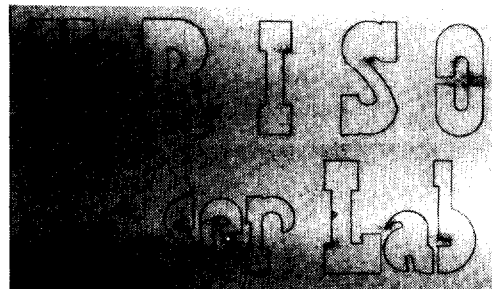


사진 1 절단 가공 작업한 결과



## 5. 결 론

레이저 가공기의 용도로는 절단, 용접, 구멍뚫기, 마킹 등의 재료가공기술분야를 들 수 있으며, 특히 공장자동화와 품질 및 생산성 향상이 연계되어 이미 많은 부분에서 그 진가를 발휘하고 있다. 또 레이저를 사용함으로써 제품의 질을 높이는 외에 타 제조 방법에 비해 경제적이기 때문에 레이저의 사용은 증가하고 있는 추세이다.

이와 같은 레이저 가공의 능률을 제고하고 자동 프로그램 장치의 수입에 따른 외화절약을 위해 레이저 가공용 CAD/CAM 시스템을 개발하는 것이 본 연구의 주요 목적으로, 도형 정의는 현재 국내에 가장 널리 사용되는 AutoCAD를 이용하고 AutoCAD의 External Command에 ACAM을 넣고, 범용의 IBM-PC에서 QuickBASIC으로 개발한 AutoCAM을 실행시켜 레이저 가공에 필요한 NC 프로그램을 생성시키고, 이를 레이저 가공기에 전송하여 실험가공을 실시하고 전 시스템을 수정하였다.

얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 16bit 개인용 컴퓨터인 IBM-PC/AT 수준에서 레이저 가공을 위한 임의의 도형을 입력하여 DXF File로 출력하고, External 명령인 AutoCAM을 추가하여 AutoCAM의 실행이 가능하였으며 AutoCAM의 종료후에는 다시 AutoCAD로 작업이 가능하다.

2. 개발한 AutoCAM은 AutoCAD Ver 2.6i로 부터 Release 10까지의 DXF File을 읽어 Graphic 출력이 가능하다.

3. 가공 경로를 NC 프로그램이 임의로 선정가능하면서, 가장 능률적인 가공작업이 수행될 수 있도록 연속 또는 최인접 도형요소를 자동 선정하고 이의 조건에 따른 Auto Mode의 NC 프로그램 생성이 가능하다.

4. 생성된 NC 프로그램을 레이저 가공기에 전송하여 가공실험을 실시한 결과, 생성된 NC 프로그램은 거의 수정하지 않아도 작동이 가능한 정도의 만족할 만한 결과를 얻었으므로 실용화에 큰 문제가 없는 것으로 사료된다.

이상과 같이 레이저 가공을 위한 CAD/CAM 시스템은 초심자들의 이용상의 편리를 위하여 대화식으로 하였으며 사용된 언어도 QuickBASIC으로 자체 개발하였으므로 앞으로 이 분야의 연구 및 실용화를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 1) 한국해사기술연구소 : 초고성능 레이저 생산시스템 개발을 위한 중장기사업계획서, 1990, 8.
- 2) 한유희 : 레이저 가공기술, 대한용접학회지 제8권 제3호, 1989, 9, p. 13-23.
- 3) Ammeraal. L: Interactive 3D Computer Graphics, John Wiley & Sons Ltd, 1988, p. 1-250.
- 4) Besant. C. B. and C. W. K Lui: Computer aided design and manufacture, Ellis Horwood Ltd, 1986, p. 1-407.
- 5) Groover. M. P. and E. W. Zimmers. Ir: CAD/CAM: Computer aided design & manufacturing, Prentice-Hall. Inc., 1984, p. 1-305.
- 6) 金基大, 坂井純 : 로터리耕うん刀의 CAD, 九州大學 大型計算機 센타 計算機科學研究報告 제2호, 1985, p. 109-116.
- 7) 金基大 : 트랙터로터리耕うん部の設計理論研究とCADへの應用, 九州大學 博士學位論文, 1986.
- 8) Pao. Y. C.: Elements of Computer aided Design and Manufacturing, John Wiley & Sons, 1984, p. 1-287.
- 9) Pressman. R. S. and J. E. Williams: Numerical Control and Computer aided manufacturing, John Willey & Sons, 1977, p. 1-303.
- 10) 김성래, 김기대, 이동주, 윤여두 : 자유曲面物體의 金型設計 및 製作의 自動化를 위한 CAD/CAM, 충남대학교, 1989, p. 1-63.
- 11) 山口正雄 : コンピュータによる作圖法, オーム社, 1975, p. 1-85.
- 12) 山口富士夫 : コンピュータディスプレイによる形状處理工學(I), 養正社, 1987.