

PC를 이용한 철판 자동절단시스템 개발

김 상 현*, 정 경 렬**

Development of PC Controlled Automatic Cutting System

Sang-Hun Kim.* Kyung-Ryul Chung**

ABSTRACT

In this study, PC controlled CNC automatic cutting system is developed. Technological introduction of the control process and the computer programming has made possible not only the automatic control for cutting processing unit but also the easy-to-use graphic software that enables the cutting process. This program involves shape part drawing and amendment, pattern reading and saving, reading Autocad file, nesting process, kerf compensation, automatic cutting path generation, NC file conversion and motor control. Software is divided into 3 modules for easy work. First step enables drawing, amendment and pattern making, followed by automatic nesting and cutting path generation with kerf compensation. In the final step, drawing data is transmitted for the resulting automatic cutting processes. This software would be applied in gas cutting and textile cutting so that it improves the productivity of cutting process.

1. 서 론

산업전반에서 활용되고 있는 구조물의 제작을 위해 필요한 철판의 형상은 구조물의 용도나 모양에 따라 매우 다양하다. 철판으로 이루어진 구조물의 제작과정중에서 원하는 형상대로 철판을 절단하는데 소요되는 인력과 시간이 다른 공정에 비해서 상대적으로 비중이 큰 편이다. 특히 관련업계에 따르면 철판의 절단공정이 수동으로 진행되는 경우, 철판을 절단하는데 필요한 시간

이 전체 제작기간의 40%까지 차지하기도 한다고 한다.

일반적으로 널리 이용되고 있는 철판의 절단 방법에는 기계적 절단법, 산소절단법, 플라즈마 절단법 및 레이저절단법등 다양한 방법이 있는데, 두꺼운 철판을 절단하는 경우에는 아직까지 산소절단법이 널리 활용되고 있다. 기계적 절단법은 절단면의 정도가 좋은 것으로 알려져 있으나 절단속도가 대단히 느리며 소재의 고정장치가 필요하기 때문에 효율이 떨어진다. 플라즈마 절단법은 여러가지 재료에 적용이 가능하고 절단속도가

* 생산기술연구원 산업기술시험평가연구소 특수시험팀

** 생산기술연구원 생산시스템개발센터 설계자동화팀

빠르며 열영향부가 협소한 반면에 산소절단법에 비해 비용이 많이 들고 절단두께의 제한이 있다. 레이저 절단법은 두께 제한 및 고가의 비용이 드는 단점만을 제외하면 모든면에서 뛰어난 판재절단 방법이다. TABLE 1에서는 프라즈마 절단법과 가스절단법, 기계적 절단법, 레이저 절단법등을 각각 비교하여 장단점을 열거하고 있다.¹¹⁾

최근 산업 각분야에서 컴퓨터의 도입이 활발해짐에 따라 그 응용범위도 급속히 확대되어지고 있다. 특히 철판절단을 위한 공정자동화 분야에서도 절단에 소요되는 시간 및 인력을 경감하고 소재의 손실을 최소화하기 위해 철판 자동절단시스템의 활용이 증대되고 있다.

일본 및 독일등 선진국에서는 이미 다양한 기능을 보유한 철판 자동절단시스템을 개발하여 판매해오고 있으며, 국내시장의 대부분을 이들의 제품이 점유하고 있다. 특히 중,소형 자동절단시스템의 경우에는 일본의 특정회사 제품이 국내시장을 석권하고 있다시피한 실정이다. 대형 철판 자동절단시스템의 경우에는 수요업체가 조선 및 대형설비업체등에 국한되어 있고 가격이 고가이기 때문에 국산화 개발여건이 아직은 성숙되어 있지 않은 상태이지만 중,소형인 경우에는 국내 중소기업에서도 강한 개발의욕을 보이고 있기는 하지만 독자설계할 수 있는 핵심기술을 보유하고 있는 일본 등에서는 기술이전 자체를 꺼리거나 고가의 기술료를 요구하고 있을 뿐만 아니라, 국내 중소기업은 독자 기술 개발능력이 부족하고, 또한 기술이전을 담당할 기술인력이 부족하여 독자개발 여건은 좋지 않은 편이다.

본 논문은 그동안 국내 중소기업의 요구에 따라 생산 기술연구원에서 수행해 왔던 개발결과로서^[8-12] 자체적으로 철판절단공정이 많이 소요되는 업체와의 공동연구 및 독자적 제품개발을 위한 중소기업기술지원등을 수행하면서 축적된 경험을 중심으로 철판자동절단시스템의 주요내용을 소개하고자 한다. 관련 연구팀은 그동안 철판 절단 공정을 효율적으로 수행할 수 있는 신뢰성있는 절단시스템을 개발하기 위하여 순수독자기술로서 철판 절단 과정을 자동화시킴으로써 국내 중소기업 실정에 맞는 철판절단을 위한 자동화 시스템을 구축하였다. 즉, 작도에서 절단에 이르기까지의 과정을 개인용 컴퓨터를 이용하여 자동화시킴으로써 생산성을 향상시켰고, 자체의 기술축적을 토대로 저렴한 철판 자동절단시스템의 상품화를 위한 기반을 구축하였다.

Table 1 판재 절단법의 특징

절단법	장 점	단 점
기계적 절단법	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 재료에 적용 · 절단면 정도 양호 · 고정장치를 사용하지 않으면 절단 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 절단속도가 느림 · 석션 등 간단한 형상의 절단만 가능 · 강성이 큰 고정장치 필요
가스 절단법	<ul style="list-style-type: none"> · 얇은 커프(Kerf) · 1m 두께의 인장판까지도 절단가능 · 다수의 토오지에 의한 절단용이 	<ul style="list-style-type: none"> · 프라즈마 절단에 비해 절단속도가 느림 · 고압급강, 주철, 비철금속 등의 절단은 곤란 · 5mm 이하의 얇은 강판의 양질절단은 곤란 · 절단변형이 큼
프라즈마 절단법	<ul style="list-style-type: none"> · 비교적 두꺼운 금속의 고속절단 · 다양한 금속재료에 적용 · 절단변형이 적고 고정장치가 불필요 · 작은 열영향부(HAZ) · 절단형상의 제한이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> · 넓은 커프(Kerf) · 절단면 품질 · 높은 유지비용 · 2-3mm 정도의 박판절단에는 문제가 있음 · 급속절단만 가능
레이저 절단법	<ul style="list-style-type: none"> · 정확도 · 절단면 품질 · 극히 좁은 커프(Kerf) · 극히 작은 열영향부(HAZ) · 비금속 절단가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 높은 설치비용 · 절단두께 제한

2. 철판자동절단시스템의 구성

본 연구에서는 산소토오치를 이용한 절단시스템을 주 대상으로 하였고 경우에 따라서 시스템개조를 통해 프라즈마를 이용할 수 있다. 산소 등 가스를 이용해서 급속판재를 자동으로 절단할 수 있는 시스템은 Fig.1과 같이 구성되어 있다.

Fig.1에서 보는 바와 같이 철판 자동절단시스템은 기계구조물과 부속품, 제어장치의 하드웨어 및 소프트웨어의 세가지 부분으로 구분할 수 있다. 이중에서도 제어장치가 개발의 성패를 좌우할 수 있는 핵심분야이며 특히 운용을 위한 소프트웨어분야는 기술이전을 전혀 기대할 수 없고 작사가 그동안 축적한 경험과 설계 기술이 구현되어 있는 부분이다. 따라서 기계적 구조물의 경우에는 구조적 특성분석 및 신뢰도 확보 측면에서 어느정도 독자설계가 가능한 기반을 갖추고 있지만, 제

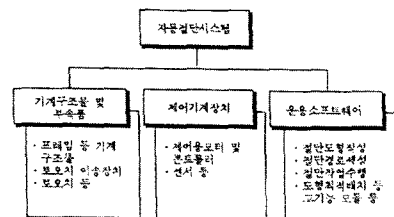


Fig. 1 자동절단시스템의 구성

여장치를 개발하는 작업은 상당한 경험이 반영되어져야 한다. 일본, 독일등에서는 그동안 축적된 기술을 활용하여 다양한 사양의 제품을 시장에 내놓고 있다.

3. 철판 자동 절단시스템의 특징

그동안 중소기업지원과정을 통해 확보된 철판 자동 절단시스템의 주요내용 및 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- 개인용 컴퓨터(PC 386급)를 이용한 절단공정의 자동제어 가능 :

절단도형의 작성, 절단경로생성, 제어장치 구동등을 개인용 컴퓨터를 이용해서 가능하도록 하였다. 따라서 급속히 발전하는 하드웨어와 컴퓨터와의 인터페이스 기술의 접목이 손쉽게 이루어질 수 있어서 제품의 기능을 재고시킬 수 있다.

- 운용소프트웨어 및 DC모터 콘트롤러 독자 개발 : 철판 절단 공정의 자동화에 필요한 모든 운용소프트웨어는 독자기술로 개발되었으며, DC모터를 이용하는 콘트롤러도 자체적인 국내기술로 설계, 제작되었다. 따라서 향후 다양한 기술적 경험의 수용 및 사양변경요구에 능동적으로 대응할 수 있다.

3. 1. 철판 자동 절단시스템의 주요내용

철판 절단 공정의 자동화를 목적으로 구동시스템의 핵심부품인 DC모터 콘트롤러를 제작하였고, 작도에서 절단까지의 공정을 컴퓨터에서 제어할 수 있는 소프트웨어를 개발하였다.

절단 시스템의 구조에 대한 상세한 설계 및 제작을 마무리함과 동시에 구동을 위한 2축 제어용 DC모터 콘트롤러의 설계와 제작을 완료하였고, 최종적으로 2축 제어용 DC모터 콘트롤러를 구동하기 위한 소프트웨어를 개발하였다. 시스템 구축에 사용된 DC모터, 엔코더 및 제작된 DC모터 콘트롤러의 제원을 TABLE2에 나타냈으며 Fig.2는 개발된 소프트웨어의 구성을 보여주고 있다.

개발된 소프트웨어는 크게 작도용 모듈, 절단 경로 생성 모듈, 절단 공정 모듈등 3단계로 이루어진다. 작도용 모듈에서는 절단하고자 하는 형상을 작도하고 수정 및 편집이 가능하도록 되어 있으며 완성된 도면은 가장 적절한 절단을 위한 절단 경로의 순서를 부여받게 된다. 절단경로를 부여하는 방법은 자동, 수동, 반자동

Table 2 모터 및 컨트롤러의 사양

품 명	세 원
모 터	YASKAWA DC 24V 25W
엔 코 더	LINE SEIKI Co. Rotary Encoder CE-300 Pulse ratio : 300 ppr
콘트롤러	사용전원 : 115V 크기 : 205 x 105 x 260 mm

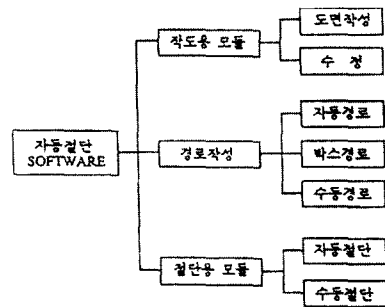


Fig. 2 운용 소프트웨어의 구성도

에 의한 방법으로 세분화 시켰다. 도면의 형상에 절단 경로가 부여되면 절단을 할 수 있는 모든 준비가 완료된다. 개인용 컴퓨터와 절단기 구동부위의 연결은 부가적인 D/A Converter나 Digital I/O Board를 사용하지 않고 PC에 장착되어있는 Parallel Port를 이용하여 이루어졌으며 절단 명령을 지령함으로써 2축 제어용 DC모터 콘트롤러에 의해 정확한 위치제어를 실현하였다.

3. 2 2축 제어용 DC모터 콘트롤러의 제작

제작하고자 하는 자동 절단 시스템은 2축 제어를 통한 절단 경로 제어 개념으로서 기존의 광추적 장치를 통한 구동모터가 DC모터이었으므로 새로 구축하고자 하는 시스템 기능과 병행하여 사용이 가능하도록 하기 위해서 DC모터를 구동 모터로 정했고, 절단 평면의 X축 및 Y축 제어용 DC모터를 구동하기 위한 콘트롤러를 제작하였다.

3. 2. 1 콘트롤러 사양

제작된 2축 제어용 DC모터 콘트롤러의 사양은 다음

라 같다.

· 전원(Power)

- 110 - 115V 의 외부전원을 사용
- 모터 구동을 위해 30 V DC 단일 전원으로 공급
- 30 V에서 5 V로 변환을 위한 컨버터(Converter)는 내장

· Interface 방식 : PC와 Parallel Port를 이용하여 bit신호 통신

· 입출력신호

- 입력 : CPU의 제어명령으로는 TTL Compatible Signal 엔코더의 신호입력은 A상, B상, GND의 세종류
- 출력 : DC 30 V 전압출력으로 편차량에 따라 추종전압으로 출력 (전류용량 1A, 출력 24W)

3.2.2 상세 기능

Fig.3은 본 연구에서 DC모터 콘트롤러 제작을 위한 기능별 Block Diagram을 보여주고 있다.

1) 엔코더

DC모터의 회전위치를 검출하는데 사용된 엔코더(LINE-SEIKI)는 CE-300으로 1회전당 300펄스의 신호를 출력하는 증분형식(Incremental type)의 로타리 엔코더로 A상과 B상은 90도의 위상차이를 갖는다. Z

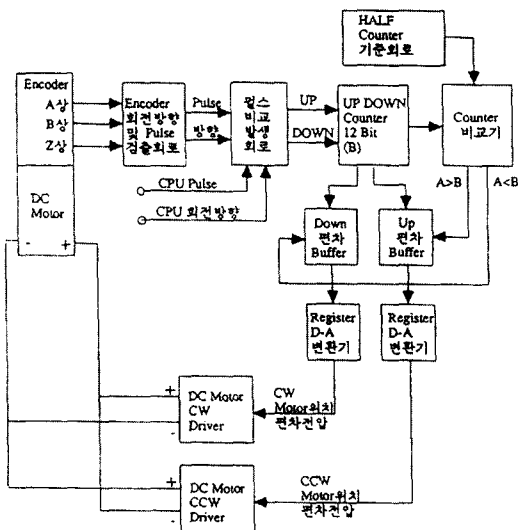


Fig. 3 콘트롤러 제작을 위한 Block Diagram

상은 1회전당 1개의 출력 펄스를 낸다. 그림4는 엔코더의 출력신호 형태를 보여주고 있다.

2) 방향 및 펄스 검출 회로

모터의 회전방향의 검출은 정회전일때 A상이 B상보다 90도 앞서며 역회전일때 B상이 A상보다 90도 앞서는 특성을 살려 펄스 비교 발생 회로로 신호를 출력할 때 방향신호를 위해 시계방향(CW)일 경우 출력을 Low(0)로, 반시계방향(CCW)일 경우 High(1)의 출력을 내며 A상 또는 B상의 출력을 펄스 출력으로 발생시킨다.

3) 펄스 비교 발생 회로

엔코더의 펄스와 CPU의 위치 지령 펄스 사이에는 엔코더의 추종 펄스와 CPU의 지령 펄스가 동시에 들어와 2신호의 UP/DOWN 신호가 겹치기로 발생할 수 있으므로 겹쳐진 상태에서도 정확한 펄스의 숫자를 헤아릴 수 있도록 제어하면서 비교하는 기능을 갖는 회로이다.

4) UP / DOWN 카운터(Counter)

12 bit의 카운터로서 UP 카운터와 DOWN 카운터의 2중 구조로 되어 있으며 4096 (2¹²) 까지 카운트를 수행한다.

5) HALF 카운터 기준회로

방향설정을 위해서 실제로 UP/DOWN 카운터의 MSB(Most Significant Bit)를 방향설정용 데이터로 사용한다. 즉, 2048 (10000000000B)의 기준숫자를 발생한다.

6) 카운터 비교기

12 bit의 UP/DOWN 카운터에서 들어온 숫자와 HALF 카운터 기준회로에서 들어온 숫자(2048)의 크기와 비교하여 클 경우 A > B에 출력을, 적을 경우 B > A에 출력을 내어 모터의 회전방향의 결정을 하게된다.

7) UP / DOWN 편차 버퍼(Buffer)

UP / DOWN 카운터의 기준점(2048)에서의 편차(2048 이상과 이하)를 출력하는 3 State 버퍼로서 카

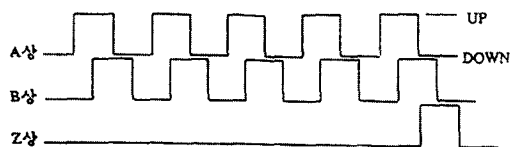


Fig. 4 엔코더의 출력 신호

운터 비교기에서 제어하며, UP편차일 경우 2048을 뺀 출력을 내고 DOWN 편차일 경우 그대로 보수를 취하여 2048개에서 적어지면 편차가 커지도록 출력한다.

8) Register D-A 변환기

편차 카운터에서 나온 디지털량을 아나로그량으로 변화시키기 위하여 Register Array 에 의한 간이 D-A 변환기를 구성하며 이 아나로그량은 UP /DOWN 카운터의 2048을 기준으로 편차량의 크기에 비례하는 전압으로 출력되어 편차가 클 경우 DC 모터의 회전속도를 높이며 적응경우 회전속도를 낮추는 역할을 하며 서보의 Hunting 기법(정확한 위치출력을 위해 엔코더의 출력신호와 비교하면서 모터의 회전량을 보정하는 방법)에 필요한 시간을 최소화할 수 있도록 한다.

9) DC 모터의 CW 와 CCW 드라이버

이들의 기능은 D-A변환기에서 나온 비례전압으로 기준 13.5V (편차가 2048을 기준으로 1 또는 -1 일 경우라도) 에서부터 30V까지를 가감하여 출력하는 역할을 하며 30V의 단일 전원을 사용하므로 +와 -의 전원 변환의 작용도 겸한다. 기준 13.5 V는 모터의 초기회전에서 가중되는 시스템의 하중에 의한 토크를 고려하여 정한것이다.

이상으로서 편차전압은 지령위치의 편차에 따라 비례적으로 변하여 모터는 엔코더의 위치까지 추종하도록 설계되어 있어 기존의 PWM 서보와는 다르지만 완벽한 추종 서보가 된다.

3.2.3 외부 결선도

전술한 기능을 바탕으로 제작된 모터 구동용 콘트롤러의 외부결선 상태를 Fig.7에 나타내었다. Fig.5를 보면 컴퓨터로 부터 보내온 P0, P1, P2, P3의 입력신호는 2축 모터 제어용 드라이버 A와 B로 지령되며 각각의 드라이버에서는 컴퓨터로 부터 지령된 펄스 신호와 회전방향 신호를 추종전압으로 모터에 지시하여 모터는 회전하게 된다. 모터 뒤쪽에 부착된 엔코더는 모터의 회전에 대한 정보를 펄스 신호로 출력하게 되며 드라이버에서 모터에 주어진 회전량과 엔코더에서 얻어진 회전량을 비교, 보정하여 정확한 위치제어가 가능해진다.

3.3 자동절단 소프트웨어 개발

철관 자동 절단 시스템을 운용하기 위해 개발된 소프트웨어는 개인용 컴퓨터 (PC-386급)에서 C-언어로 작

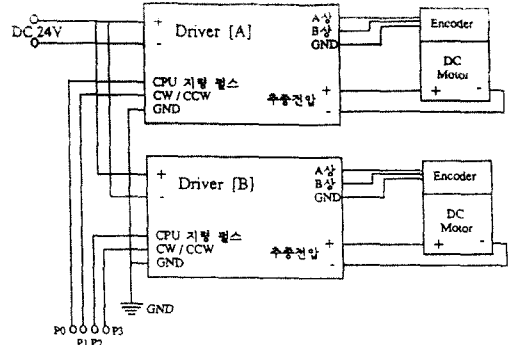


Fig. 5 콘트롤러의 외부결선도

성되었으며, VGA 그래픽 보드와 모니터를 사용하였고 화면의 한글처리는 KS완성형 한글 모드를 이용하였다.

개발된 소프트웨어의 기능을 보면 크게 도형작성 및 수정, 경로작성, 절단의 3단계로 구분되며 사용자의 편의를 위하여 하나의 메뉴판을 사용하였다. Fig.6은 초기화에서 부터 절단공정에 이르기 까지의 프로그램의 수행과정을 보여주고 있다. 입력된 초기조건을 기본으로 하여 구화일이나 새로운 도면이 작성 또는 수정되며 이 화일은 항상 저장이 가능하다. 최종적인 도형 데이터는 절단을 위해서 경로 작성 단계로 넘겨진다. 경로작성 단계에서는 도형의 모양이나 여러 조건에 따라 수동경로작성, 박스경로작성, 자동경로작성으로 구분되며 경로가 작성되면 절단용 데이터 전송에 필요한 펄스신호를 만들어 Parallel Port를 통하여 모터 구동용 콘트롤러로 전송되어 절단 작업에 들어간다.

자동절단프로그램은 작업의 흐름을 향상시키고 사용하기 편리하게 하기 위해서 Fig.6에서 보는 바와 같이 세부분으로 나누어 개발하였다. 각 프로그램은 도형의 작성 및 수정을 위한 주프로그램, 도형최적배치를 위한 네스팅프로그램 및 절단경로를 작성하고 하드웨어를 구동시키는 절단경로작성 프로그램으로 구성되어 있다. 이들은 상호간에 도면화일 및 절단정보를 공유하면서 작업을 수행한다. 주요 기능을 살펴보면 다음과 같다.

- 기본도형 보유 및 처리기능
- 그래픽 입력 및 변형수정기능
- Auto CAD 도면화일 입력기능
- 도형최적배치기능
- 가공상태 및 절단방향에 따른 절단폭보상(Kerf 보상)기능

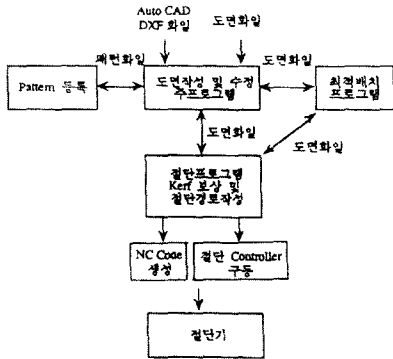


Fig. 6 절단프로그램의 구성도

- 자동, 수동절단기능
- NC Code 생성기능
- 하드웨어 인터페이스기능

3.3.1. 주프로그램

주프로그램에서는 CNC 플라즈마 절단기 응용 소프트웨어의 일부로서 절단에 필요한 도면화일이 작성된다. 도면화일을 작성하기 위한 보조기능으로 패턴도형의 작성 및 수정, 각 패턴의 절단정보 입력, Auto-CAD의 DXF 화일의 입력 및 수정기능 등이 있다.

지금까지 정리된 주프로그램 메뉴의 종류에는 다음과 같은 내용들이 있다.

- 1) Move : 작성된 도형 및 이미 작성된 패턴도형의 위치를 옮기는데 사용된다. 이 경우 도형전체 혹은 일부도형을 선택하여 X축, Y축 방향으로 절대값만큼 이동된다.
- 2) Rotate : 도형 및 패턴을 어떤 중심축에서 임의의 각도로 회전시킬때 사용한다.
- 3) Scale : 도형은 임의의 크기비율로 확대 축소할 때 사용한다.
- 4) Copy : 선택된 도형을 복사하는데 사용된다.
- 5) Mirror : 이미 작성된 도형을 임의의 축을 중심으로 대칭이동 및 복사를 할 수 있다. 선택할 수 있는 축에는 X, Y 및 절대칭에 대해서 가능하다.
- 6) Zoom : 선택된 영역을 확대해서 볼 수 있다.
- 7) Erase : 선택된 도형을 삭제하는데 사용된다.
- 8) Grid : 화면상의 보조눈금을 그리는데 사용되며

on과 off 기능을 수행하며 on상태에서는 눈금간격을 입력하게 된다.

9) Library : 주프로그램에서 도형작성을 하는데 있어서 간단한 도형작성에 필요한 선분, 원호, 원, 사각형을 작성할 수 있다.

10) Undo : 잘못 입력된 명령을 취소하고 전단계의 상태로 도면을 유지하는데 사용된다.

11) Pattern S : 도형을 작성한 후 자주 사용될 도형은 패턴으로 저장할때 사용한다.

12) Drawing S : 작성된 패턴도형으로 이루어진 도면을 저장하는 기능을 갖는다. 도면화일의 확장자는 *.MFF의 이름을 갖는다.

13) Block : Copy기능은 선택된 도형의 한개 복사 기능인데 비해, Block기능은 여러개의 도형을 block 설정하여 여러개의 도형을 한번에 복사할 수 있다.

14) Pattern L : 이미 저장된 패턴도형을 도면에 불러올 때 사용한다. Pattern도형은 도면화일을 구성할 때 이용하며 패턴도형의 절단정보의 입력 및 수정기능에도 사용한다.

15) DXF Load : Auto CAD에서 작성된 도면화일을 읽을 때 사용된다.

16) NC Load : 프로그램언어로 작성된 도형화일을 읽어오는데 사용된다.

17) MFF Load : 본 프로그램에서 작성된 도면화일을 읽어오는데 사용된다.

18) DOS : 주프로그램 수행중 DOS로 귀환할 때 사용하며, 작업이 끝난 후 "EXIT"로서 주프로그램으로 복귀한다.

19) Thickness : 작성된 도형에 대한 절단정보로서 절단토오치의 폭 넓이를 입력한다.

20) Direction : 작성된 패턴도형의 절단방향으로 입력한다. 시계방향 또는 반시계방향으로 입력할 수 있다.

21) Position : 패턴도형에서의 토오치의 점화위치를 입력한다. 점화위치는 절단도형에 최대한으로 근접하는 것이 네스팅 수행후 절단과정에 문제가 발생하지 않는다.

22) Cutting : 절단상태를 입력하는 기능이다. 도형에 따라 도형의 외부에서 절단할 것인가 내부에서 절단할 것인가를 결정해 준다.

23) Initialize : 도면화일로 패턴화일을 초기화시켜 준다. 화면의 모든 도형을 지운다.

24) Plane : 절단할 관재의 가로 세로길이를 입력한다. 기본은 2000 x 1000mm 관재로 부다.

25) Quit : 프로그램을 종료한다.

3.3.2 절단프로그램

작성된 도면화일을 이용하여 절단상태와 방향에 따른 도형의각선을 찾아낸 후 각 도형사이의 거리에 따라 절단경로를 찾고 이 내용을 절단기 하드웨어에 지령하여 절단기를 구동시키는 프로그램이다. 절단프로그램의 주요내용을 Fig.7에서 보여주고 있다.

지금까지 정리된 절단프로그램의 주요기능은 다음과 같다.

1) Load File : 작성된 도면화일(*.MFF)과 절단정보화일(*.X01)을 읽어들인다.

2) Save File : 도면화일과 절단정보를 저장할 수 있다. 저장된 도면화일은 Kerf 보상이 된 절단정보를 가지고 있다.

3) Auto path : 읽은 도면화일에 대해 Kerf 보상을 한 후 도형사이의 거리를 측정하고 원점에서 가까운 도형부터 절단에 들어간다.

4) Manual path : 도형이 작성된 순서에 따라 절단순서를 결정해 준다. Auto path와 Manual path가 수행된 후에는 자동적으로 NC프로그램이 CNC.DAT라는 이름으로 형성된다.

5) Proof path : 경로를 형성한 후 절단위치와 도형의 절단상태를 확인할 수 있다.

6) Auto cut : 절단경로를 형성한 후 경로에 따라 절단기 하드웨어를 구동시키는 기능이다. 이 명령을 수행하면 절단기의 최초위치로 부터 시작해서 모든 도형

을 절단한 후 다시 원점으로 복귀한다. 중단에 절단 명령을 취소하거나 일시중지시킬 수 있는 다음과 같은 기능이 있다.

- F3 : 절단중 일시정지
- F4 : 절단 완전중지
- F5 : 일시 정지한 것을 다시 절단시킴
- Up arrow(↑) : 절단속도 증가 (≤1000mm/min)
- Down arrow(↓) : 절단속도 감소 (≥10mm/min)

7) Manual Cut : 실지로 절단기 하드웨어를 구동시킨면 한번에 도형이 절단되지 않는 경우가 생기는데 이러한 문제를 해결하기 위해 다시 도형을 절단하는 기능이다. 각 도형을 절단한 후 명령에 따라 다시 도형을 절단할 수도 있고, 다음 도형을 절단할 수도 있다.

- F key 다음 그룹으로 절단토오치 이동
- B key 절단된 그룹을 다시 한번 절단

이 기능에서도 Auto Cut 기능의 일시정지 및 중지 기능이 수행된다.

8) Cut speed : 수동으로 절단하기전 절단속도를 입력한다. 최저 10m/min에서 최고 1000m/min의 속도로 절단할 수 있다.

9) Reduction : 절단기의 감속기어의 감속비를 입력하는 기능이다. 컴퓨터의 화면에서 절단시키는 절단속도와 절단기에서의 절단속도가 일치하지 않는 경우가 있는데 이때 이 감속비를 이용하여 절단속도를 맞춘다.

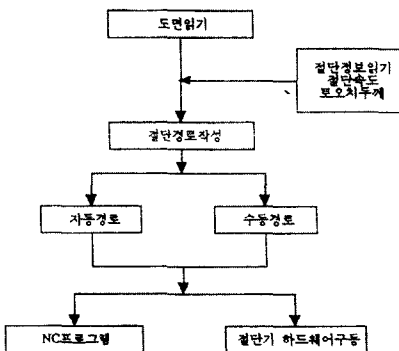


Fig. 7 절단프로그램 수행과정

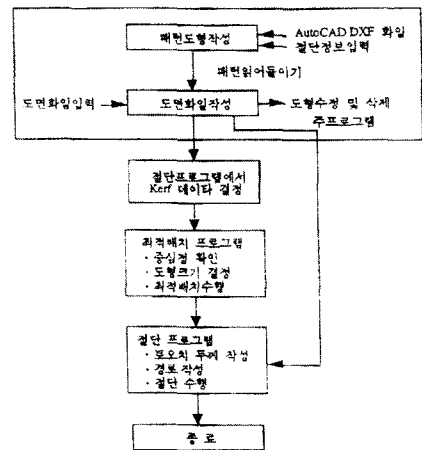


Fig. 8 절단프로그램의 Flow chart

10) Torch width : 토오치의 절단폭을 입력하게 된다.

3.3.3 도형최적배치용 네스팅 프로그램

네스팅프로그램은 절단하고자 하는 도형을 판재의 손실이 최소가 되도록 배치할 수 있는 기능을 수행하는 프로그램이다. 완성된 도면화일을 이용하여 판재내에 최적으로 접근 배치하는 기능이다. 이 프로그램은 주프로그램과 절단프로그램 사이에서 수행되는 보조프로그램으로서 네스팅프로그램이 없어도 도형절단에는 아무런 지장이 없다. 주요 수행과정은 Fig.9에서 보여주고 있다.

네스팅프로그램의 주요메뉴를 열거해 보면 다음과 같다.

1) F1: AUTO

Nesting 작업을 수행한다

2) F2: SPACE ON/OFF

도형을 배치할 때 공간 상태의 빈 공간을 고려하는데 이용된다. 빈 공간을 고려하면 SPACE ON 상태로 두고 그렇지 않은 경우는 SPACE OFF 상태로 유지한다. SPACE On 상태가 OFF 상태보다 효율은 좋지만 최적배치에 더 많은 시간이 소요된다.

3) F3: READ-FILE

도면 화일을 읽어 들인다

4) F4: SAVE-FILE

도면 화일을 저장한다. 최초에 도면 화일을 읽어 들

인후에는 중심점확인과 도형 크기를 결정한 후 도면 화일을 저장하는 것이 좋다.

5) F5: SCREEN

화면을 다시 그린다

6) F6: SIZE-ARRANGE

실제 최적배치 작업에 들어가기전 각 도형(그룹)의 크기를 계산하는데 이용한다. 크기가 계산되면 크기순으로 도형의 최적배치 순서가 결정된다. 가장 큰 도형이 배치 순위 1번이 된다.

7) F7: CENTER-CHECK

읽어들인 도면화일의 중심점을 확인하는데 사용된다. 도형의 면적을 계산하기 위해서는 도형의 중심점이 항상 도형내에 배치되어야 하므로 도형의 중심점이 도형내부에 존재하는가를 확인하고 존재하지 않다면 도형내부에 중심점이 있도록 배치한다.

8) F8: SIZE

도형사이의 외각점과 도형공간 외각점을 찾아낼때 외각점의 간격을 결정한다. 외각점의 간격이 클수록 최적배치기능의 속도가 큰데 비해서 정밀도가 떨어진다. 기본은5mm이다.

3.3.4 프로그램 수행방법

자동절단시스템을 구동시키기 위해서는 우선 Auto-CAD 또는 주프로그램의 Library를 이용해서 패턴도형을 작성해야 한다. 패턴도형을 작성한 후에는 절단정보(절단방향, 절단상태, 토오치위치)를 입력한다. 이 절단정보는 언제든지 수정 가능하다. 절단하고자 하는 모든 도형의 패턴등록이 완료되면 패턴도형들을 도면내에 적절한 위치에 입력시킨다. 모든 패턴도형이 입력되면 도면화일을 저장한다. 이 도면화일에는 도형형상데이터와 절단정보데이터가 모두 입력되어 있다.

최적배치기능을 수행하기 전에 우선 수행할 사항은 절단프로그램에서 토오치 두께를 입력한 후 Kerf 데이터를 갖고 있는 도면데이터를 저장해야 한다. 이 과정을 수행하지 않으면 최적배치 후 절단할 때 도형사이의 빈 공간이 없어서 절단위치가 도형내부에 존재하게 된다 작성된 도면화일을 최적배치 프로그램에서 읽어들이다 읽어들이 화일들의 도형의 중심점을 확인한 후 이상이 없으면 도형크기를 찾아내는 기능을 수행시킨 후 최적배치기능을 수행한다. 최적배치가 끝난 도면화일을 다시 절단프로그램에서 토오치의 두께를 입력한 후 읽어들이다. 다음에는 자동, 수동경로를 결정한 후 경로

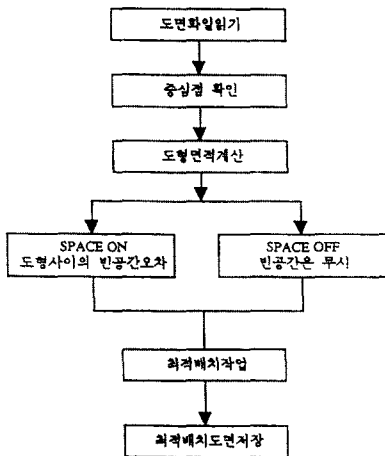


Fig. 9 네스팅프로그램 수행과정

확인을 한 후 절단작업에 들어간다

4. 결론 및 제언

본 논문 철판 절단 공정의 자동화를 목적으로 국내 중소기업의 요청에 의해 수행했던 기술 지원내용을 종합 정리한 것으로서 구동시스템의 설계 및 제작, 개인용 컴퓨터를 이용하여 작도에서 절단까지의 공정을 수행할 수 있는 기능을 갖춘 운용소프트웨어개발 내용을 보여주고 있다. 철판 자동 절단시스템을 구동시키기 위한 제어계의 하나인 DC 모터 콘트롤러를 제작하였는데, 엔코더를 이용해서 위치 보상에 의해 정확한 위치 제어를 가능하게 하였다.

구축된 철판 자동절단시스템은 개발에 참여한 연구팀이 그동안 지속적으로 수행해온 관련 중소기업에 대한 부분적인 기술지원을 통해서 시스템 구축을 위한 기반 기술을 확보할 수 있었고, 시스템 운전시 발생할 수 있는 문제점은 기업에서의 시운전을 통해서 보완작업을 수행했다.

본 논문에서 다루지 못했던 절단경로작성 및 최적배치기능에 대한 구체적인 내용은 따로 구분하여 정리하였다. 본 연구를 통해서 개발된 시스템은 성능면에서 아직은 초보적인 단계로서 향후 지속적인 연구를 통해 신뢰성을 향상시키고 첨단기능을 부가시켜 나가야 할 필요성이 있음을 지적해 둔다.

참고문헌

1. "플라즈마切斷の基礎と應用", 日本容接協會, 1983.
2. B.C.Kuo and Jacob Tal, "Incremental

- Motion Control - volume I, SRL Publishing Co., 1978.
3. C.H.Chang and M.A.Melkanoff, "NC Machine Programming And Software Design", Prentice-Hal Int. Inc., 1989.
4. 박 명규, "조선공학의 NC 기술및 컴퓨터", 해운출판사, 1980.
5. R.S.Pressman and J.E.Williams, "Numerical Control and Computer Aided Manufacturing", Wiley, 1977.
6. D.M.Auslander and C.H.Tham, "Real Time Software for Control :Program Examples in C", Prentice Hall, 1990.
7. C.S.Park, "Interactive Microcomputer Graphics", Addison-Wesley Publishing Co., 1985.
8. 정경렬외 2인, "후판절단공정의 자동화," 생산기술연구원 수탁연구과제보고서, 1992.
9. 정경렬외 2인, "CNC Plasma 절단기 설계 및 구동 S/W 개발," 생산기술연구원 수탁연구과제보고서, 1993.
10. 정경렬, "CNC 가스절단기 운용 S/W 개발을 위한 기술자료 분석 및 기술지원(I)," 생산기술연구원 단기용역과제, 1991.
11. 정경렬, "CNC 가스절단기 운용 S/W 개발을 위한 기술자료 분석 및 기술지원(II)," 생산기술연구원 단기용역과제, 1991.
12. 정경렬외 1인, "판재부품 형상의 자동배치 프로그램 개발," 생산기술연구원 기본연구과제보고서, 1993.