

# 자동 절곡제어장치에 의한 NC 절곡기 개발에 관한 연구

송충현\*(조선대 대학원), 김경석(조선대 기계공학부), 김성식, 최정석(목포과학대)

## A Study on Development of NC Press Brake with Automatic Bending Control System

C. H. Song(Graduate School, Chosun Univ.), K. S. Kim(Dept of Mech. Eng, Chosun Univ.), S. S. Kim, J. S. Choi(Mokpo Science College)

### ABSTRACT

Press brake is used as bending and forming sheet metal in vehicle and many kind of industry This paper deals with development of NC press brake based on high precision positioning device and software, which can be operated on personal computer In this system, positioning device is used for controlling bending angle and operated by the developed software, which is database from material property, width and thickness of material This study will make distribution in development of computer aided press brake.

**Key Words** Press brake(절곡기), Bending(굽힘), Stroke(스트로크), Back-Gauge(백게이지), Servo motor(서보모터), Spring back(스프링백), Positioning(위치결정)

### 1. 서론

절곡기는 주로 얇은 철판 등을 절곡하는 판금작업에 사용되는 기계이다. CNC 선반이나 NC 밀링 MACHINING CENTER 등과 같은 공작기계 제조 분야의 활발한 연구에 비하여 절곡기 제조분야는 낙후된 기술과 대기업 생산 기피로 인하여 그 기술력은 매우 낮은 실정이고 일부 중소 영세업체에서 한정적으로 범용 절곡기만 생산하고 있을 뿐이다. 이로 인하여 산업현장에서 사용되고 있는 절곡기의 대부분은 범용이 차지하고 있다. 자동차, 산업기계, 공작기계의 외관 커버를 비롯한 서브 가이드용으로 사용되는 모든 판금제품의 정밀도에 대한 요구가 높아짐에 따라 범용으로서의 성능은 물론 생산성에 있어서 대응이 불가능하게 되어 수치제어 방식을 도입한 새로운 방식의 NC 절곡기를 요구하게 되었다. 국내에서 생산되는 대부분의 절곡기는 이동축(스트로크와 백게이지) 부분을 수동핸들에 의해 조작하기 때문에 여러 번 샘플작업을 통하여 절곡 각도를 맞추어야 하고, 금긋기 작업에 의한 절곡길이 산출 등 대부분 수작업에 의하여 작업을 하는 실정으로 치수 및 형상오차가 크며, 특히 양산을 고려할 때 절곡 각도 및 절곡 길이의 오차가 매우 심하

여 양산적용은 불가능하고 일회성에 가까운 부품 제작에 이용되고 있을 뿐이다. 이러한 범용 절곡기의 CNC화를 위해서는 이동축을 서보구동해야 하고, 수치제어방식을 도입한 프로그램으로 운전해야 한다.

이에 본 연구에서는 정밀한 위치결정장치에 의하여 절곡각도를 제어할 수 있고, PC를 이용하여 제품의 재질, 두께, 폭, 블록의 형상 등에 대한 이론과 경험을 토대로 한 소프트웨어를 활용하여 수치제어화한 자동 절곡제어장치에 의한 NC 절곡기 개발에 관하여 기술하였다.

### 2. 자동 절곡제어장치

#### 2.1 제어장치의 구성

자동 절곡제어장치에 의한 NC 절곡기의 설계는 크게 세 분류로 구분할 수 있다. 그 분류는 첫째, 본체의 설계, 둘째, 컨트롤러의 설계 그리고 대화형 입력 방식을 탑재한 소프트웨어의 설계이다. 본체의 설계에 앞서 컨트롤러 및 소프트웨어의 개발을 하였다. 제어장치는 유닛을 자체적으로 제어하며 절곡기의 NC 기능을 갖게 하였고, 또한 대화형 입력방식

및 데이터베이스를 토대로 PC와 연결하여 운전이 가능하도록 하는 기능을 가지도록 설계하였다. 컨트롤러의 기본 구성은 PC를 이용하여 각각 스트로크(Stroke)와 백게이지(Back Gauge) 축의 서보 모터를 제어할 수 있는 별도의 컨트롤보드를 개발하고, 대화형 입력방식과 데이터베이스를 운용하고 이용할 수 있는 방안으로 소프트웨어를 자체 제작하였으며 제어시스템에 이용하였다.

## 2.2 축 이송 Unit

NC 공작기계의 개발에 있어서 가장 중요한 부분은 위치결정의 정도 및 유기성 있는 제어시스템의 구성이다. Photo 1은 전량 국산 부품을 이용하여 제작한 것으로서 절곡기에서 위치결정을 하기 위한 백제이지와 스트로크 축에 사용할 축 이송 유니트를 보여주고 있다. 각각의 축은 서보모터에 의하여 구동되어지고 정밀도가 높은 볼스크류로 운전되어지며 RS-232C 인터페이스 보드를 통하여 PC와 연결되어 대화형 프로그램에 의하여 제어되고 엔코더로 그 응답성을 확인 할 수 있다.

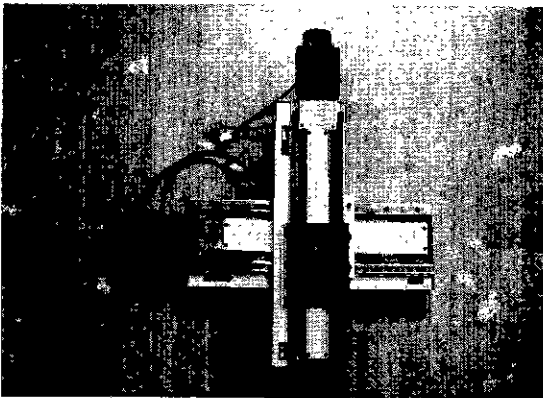


Photo 1 Back gauge & Stroke

절곡기에 있어서 서보구성이라 하면 램의 이동 축, 스트로크, 백게이지, 소재공급장치, 제품 공정점사 자동장치 등 최고 8 축까지 제어가 가능하도록 구성되어져야 한다.

서보 모터의 구동이 일체화되어 있는 제어장치를 이용하지 않고 독립적으로 운전이 가능하도록 설계, 제작하여 백게이지와 스트로크 축 뿐만 아니라 램 축, 공급을 위한 제어 축 등 2 축-8 축까지 저가형으로 부가 할 수 있도록 하여 선진국에서 생산되고 있는 CAD/CAM장비 이상의 효과를 낼 수 있는 기반을 구축하였다. 따라서 실제의 구동능력은 8 축까지 가능도록 하였고 메인 조작 시스템을 운전 하면서 데이터베이스와 절곡데이터를 바탕으로 정리된 기계데이터가 PC에서 유니트축으로 전송을 위하여 비교적 느린 속도의 직렬 데이터 통신으로

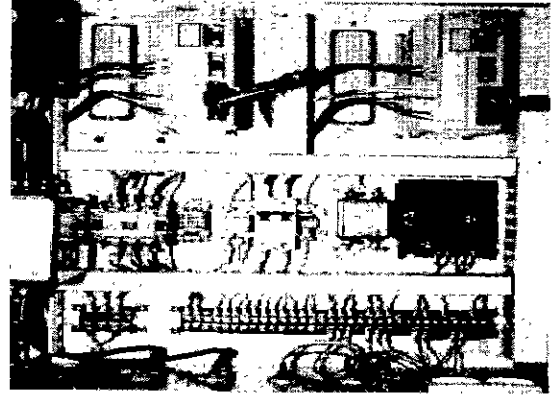


Photo 2 Constituent of Main Control System

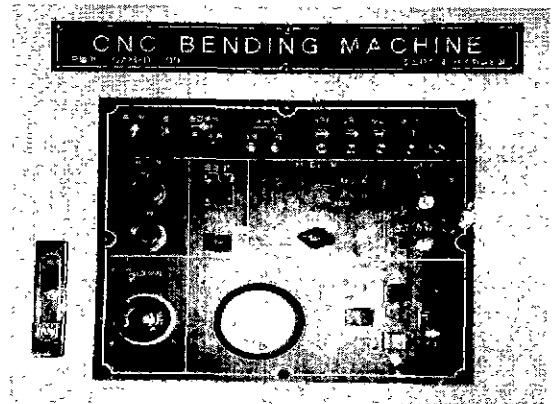


Photo 3 Main Console Box

정확한 출력을 유지할 수 있고 컴퓨터나 기타 민감한 부하의 작동에 있어서 여러 문제점으로부터 벗어날 수 있는 RS-232C 인터페이스 보드는 시스템의 8 축을 감안하여 단축연결을 기본으로 하고 부가하는데 용이토록 제어 장치를 구성하였다. Photo. 2에 메인 제어시스템의 내부를 나타내었다.

Photo. 3은 기계축의 조작판넬이며 구성을 다음과 같이 하였다.

- MPG HANDLE
- JOG OVERRIDE
- MAIN SWITCH
- TOGGLE SWITCH  
(EDIT, ZERO RETURN, AUTO, HANDLE)
- RAPID SPEED BUTTON
- 각 확인을 위한 스위치 및 램프

조작판넬은 종래의 범용절곡기의 수동운전을 바탕으로 하여 NC 절곡기로 활용이 가능한 경우라 할 수 있고, PC를 이용한 NC 방식의 수치제어를 위한 보조 조작반이라 할 수 있다.

### 3. 대화형 프로그램

#### 3.1 절곡 데이터베이스

자동 절곡제어장치의 운용에 있어 가장 중요한 부분은 절곡하고자하는 제품의 표준화된 데이터를 정리한 데이터베이스의 구축이며, 이는 재질의 두께와 각 조건에 따른 가압력을 임의의 가공 데이터로 정리한 것이다. 여기에는 절곡하고자 하는 제품의 재질의 종류, 재질의 두께, 재질의 폭, 절곡 각도, 절곡 길이, 인선의 종류, 유지시간 및 블록의 형상에 대한 데이터를 포함하고 있다. 이 데이터베이스를 토대로 프로그램에 의한 절곡시스템의 자동운전이 가능하게 된다. Fig. 1에 데이터베이스 구축에 따른 편집(Edit) 부의 흐름도를 간략하게 나타내었다.

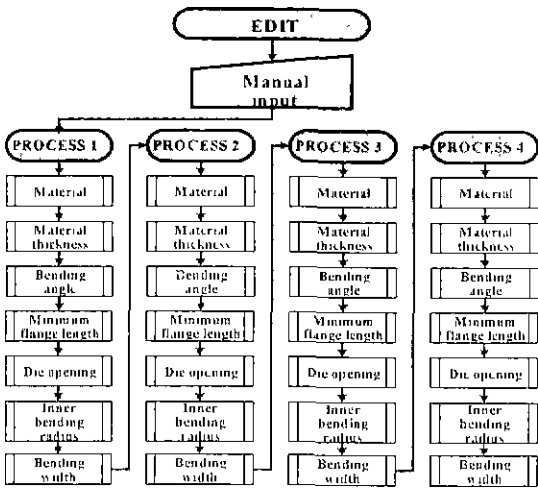


Fig. 1 Flowchart of Editing Process

#### 3.2 프로그램의 Flow Chart

PC에서 절곡하고자 하는 형상과 작업을 행하기 위하여 절곡의 이론과 경험을 토대로 정리된 데이터 베이스의 적용에 의하여 백게이지와 스트로크축의 이동량을 계산하게 되고 기계데이터로 변환한다. PC에 정리된 기계데이터는 RS-232C 인터페이스 보드를 통해 시보 드라이브에 전송되어 구동된다. 데이터 전송은 나측 구동을 감안하여 각각 단축으로 행하였으며 복수 축의 구동을 행할 수 있도록 되어있다. PC를 이용하기 때문에 기계용량에 있어서 한계는 없으나 공정을 480 공정으로 하였으며 대화형 입력방식이다. Fig 2에 데이터 베이스 구축 프로그램의 구동을 위한 프로그램의 Flow Chart를 나타내었다.

#### 3.3 대화형 프로그램

범용 절곡기의 CNC화를 위해서는 PC를 이용한 수치제어화가 필요하다. 이를 위해서 반드시 CNC

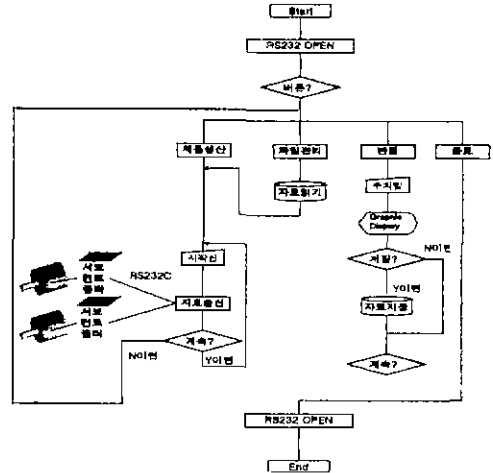


Fig. 2 Flowchart of Automatic Bending Control System

장치가 필요하다고 할 수 있다. 이 CNC 장치의 기능 중 사용자와 밀접한 영역인 MMI(Man Machine Interface) 부분을 사용자가 재구성 할 수 있도록 툴(Tool)을 제공해야 한다. 그래야만 사용자가 CNC내부 영역에 접근하고 이를 응용할 수 있는 것이다. PC를 이용한 개방형 NC 시스템을 사용함으로써 얻을 수 있는 가장 큰 장점은 저가화와 유지 보수비용의 절감효과를 얻을 수 있고 고유 혹은 제 3자의 소프트웨어의 이식이 가능해 다기능화, 고성능화가 용이하다는 것이다. 더욱이 초간편 대화형 시스템의 적용으로 가공 숙련공이 불필요하며 이로 인한 셀 및 상위 레벨과의 통신이 자유롭기 때문에 향후 공장 자동화를 위한 네트워크 구성을 용이하게 할 수 있다. 이에 따라 자동 절곡을 위하여 데이터베이스를 기초로 설계된 대화형 프로그램의 소프트웨어는 데이터의 입력과 절곡하고자 하는 형상을 미리 볼 수 있는 화면이고, 제품의 가공에 따른 제어장치의 운전을 위한 화면 각각 다음과 같이 5개의 화면으로 구성되어 있다.

- (1) 메인화면 : 프로그램을 포함한 기계의 모든 내용을 관리하는 화면
- (2) 파일(FILE)화면 : 회전기계를 관리 또는 사용하는 작업자가 쉽게 알고 운용할 수 있는 공정의 대표적인 내용을 입력하는 편집화면
- (3) 데이터 편집화면 : 편집화면을 바탕으로 구체적으로 데이터(재질, 두께, 인선의 반경, 절곡각도, 다이의 폭 등)를 입력하는 화면
- (4) 변경지정화면 : 작업자의 실수로 데이터를 변경하게 되면 제품에는 치명적인 오류를 가져오게 된다. 따라서 입력된 데이터에 의한 제작은 가능하되 변경되지 않도록 하기 위한 화면

(5) 데이터베이스 입력화면 : 편집화면에서 입력한 재질, 두께, 인선의 반경, 절곡각도, 다이의 폭 등의 값과 경험이나 이론에 의해 새롭게 생성되는 내용을 입력함으로써 결과적으로 스트로크와 백게이지의 이동량을 결정하게 되는 화면

프로그램을 포함한 기계의 모든 내용을 볼 수 있는 메인화면과 데이터베이스 입력화면, 자동운전화면을 각각 Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5에 나타내었다.

#### 4. 결론

- (1) 데이터베이스의 구축은 숙련을 요하는 현재의 판금제작 방식을 탈피하게 하고 회사의 표준화 관리의 효과를 상승시키며, 절곡기의 사양에 따라서 주문 제작되고 있는 절곡다이, 절곡편치 등의 부가장치를 규격화 할 수 있게 되며, 이는 국내 표준화 사업에 기여와 품질의 향상을 가져올 것이다
- (2) 서보 모터의 구동이 일체화되어 있는 제어장치를 이용하지 않고 독립적으로 운전이 가능하도록 설계, 제작하여 운전하였으며 백게이지와 스트로크 측 뿐만 아니라 램 측, 공급을 위한 제어 측 등 2 측-8 측까지 저가형으로 부가할 수 있도록 하여 선진국에서 생산되고 있는 CAD/CAM장비 이상의 효과를 낼 수 있는 기반을 구축하였다
- (3) 구동부의 서보 모터와 드라이브를 선정하고, 구동할 수 있는 모션 컨트롤러와 PC에서 제어 가능하도록 소프트웨어를 개발하여 유니트 자체의 시운전을 행하였다 이 결과 국내에서 전혀 생산되지 않고 있는 CNC 개념의 절곡기 생산의 가능성을 확인하였을 뿐만 아니라 일반적인 산업기계(절단기, 톱기계 및 레이저 절단기) 등에 응용이 가능함을 확인하였다

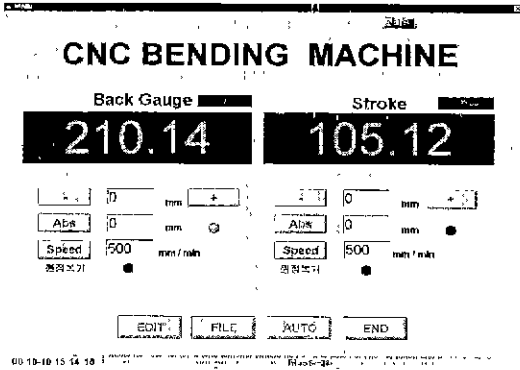


Fig 3 Windows of Main Display

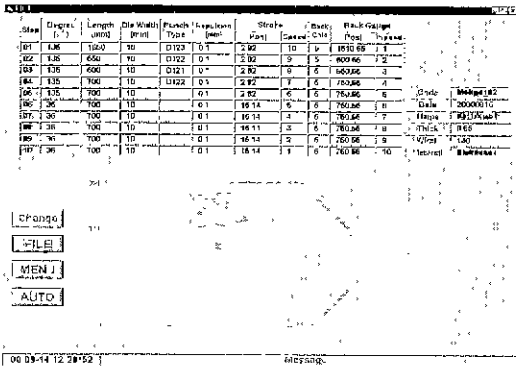


Fig 4 Windows of Database Input Display

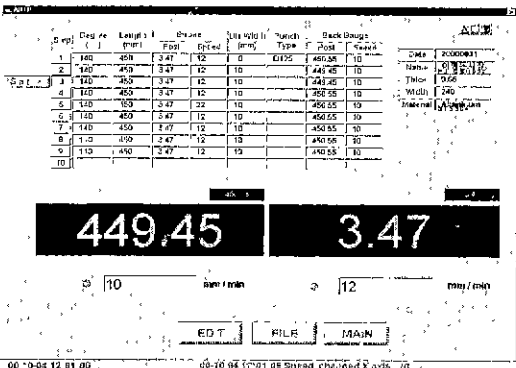


Fig. 5 Windows of Automatic Display

#### 후기

본 논문은 "2000~2001년도 한국과학기술원 지정 조선대학교 지역 협력 연구센터인 수송기계 부품 자동화 연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었습니다"

#### 참고문헌

- 1 Y Alituntans and A J Lane. "Design of an Electro-Hydraulic CNC Press Brake," Int J. Mach Tools Manufact. vol. 37. No 1 pp 45-59, 1997
- 2 Hiroshi Ona and Hisaki Watari, "Elimination of the Longitudinal Curvature of a Product Formed by a Press Brake." J Material Processing Technology 79, pp 236-241. 1998
- 3 J Vaccari "CNC Press brake" Am Mach. 57 1998
- 4 Anon. "Sheet metal bending methods. Accurate Manufacturing Company News Release. EM-105. 1989
- 5 (주)다사테크. "Robot& Motion Controller DMC-A1 Series." operating manual Ver1.2 Catalog