

자동차부품 제조를 위한 실험용 스피닝머시인 개발

이항수*

Development of Spinning Machine for Manufacturing the Automobile Parts

H. S. Lee

Abstract

This research is related with the development of CNC spinning machine. The purpose is to use for developing the practical parts of automobile such as drums, pulley, etc. The machine structure is made by heavy duty frame for the steel products with high strength. The hydraulic servo system is applied for giving the exactness of control. In order to improve the spinnability, the involute curves can be generated in CNC program. In the future, this spinning machine is applicable to development of all the parts of industry such as electric parts, automobile parts, aerospace and the military supplies.

Key Words : Spinning Machine, Automobile Parts, CNC, Hydraulic Servo Control

1. 서 론

본 연구는 고기능 자동차 부품의 개발을 위한 스피닝머시인의 개발에 관한 것이다. 스피닝이란 소재의 회전운동과 성형롤의 2차원 운동을 이용하여 축대칭 원형제품을 만드는 비절삭 점진선형 방법으로 플로포밍(flow forming)이라고도 한다. 스피닝은 역사적으로 매우 오래전에 개발된 공정으로 그동안에는 단순형상의 제품에 주로 이용되어 왔으며 따라서 고부가가치의 실현에는 부적합한 것으로 알려져 왔다. 그러나 근래에는 기계기술 및 제어기술의 발달로 기능형 고부가가치의 제품생산에도 적합한 것으로 알려져 자동차 부품 등을 중심으로 활용이 늘고 있으며 항공기 및 다른 산업분야에도 응용이 늘고 있다. 이 공정에 의한 제품의 형상정밀도 및 치수정

밀도는 장치의 제어정밀도와 공구경로(tool path) 제어기술에 의존된다. 이 중 공구경로는 제품의 파단 및 플랜지 주름이 발생하지 않는 범위 내에서 이루어져야 하며, 이를 위해서는 성형속도, 공구직경, 공구의 코너반경, 공구의 설치각, 공구경로, 윤활 등의 성형변수가 적정화되어야 한다. 따라서 제품의 고기능화를 위해서는 CNC형의 스피닝머시인이 필요하며 본 연구에서는 연구개발에 적합한 정밀한 CNC 스피닝머시인을 개발하고자 한다.

우선 스피닝에 대한 연구동향을 살펴본다. 스피닝에 대한 기초연구는 60년대에 많이 발표되었으며 최근에는 주로 제품개발의 사례가 많이 발표되었다. Kobayashi 등은⁽¹⁻²⁾ 전단스피닝을 위한 기초이론 및 Conventional 스피닝의 가공성에 대하여 발표하였다. Hayama 등⁽³⁻⁴⁾은 스피닝 공정중에 발생하는 가공력의 해석과 여러 가

* 한라대학교 기계공학부

지가공조건에 대한 역학적 변수의 영향을 조사하였다. 근래에 들어서는 가공력 해석 등의 이론적 접근보다는 제품화 과정에서의 개발사례에 대한 연구들이 발표되었다.⁽⁵⁻⁶⁾ 국내에서는 최재찬 등⁽⁷⁾이 전단스피닝의 가공력 해석을 위한 연구를 바탕으로 스피닝 연구를 시작하였다. 이후 소수의 연구자이기는 하지만 기초이론 및 기계 개발 등의 연구결과가 보고되고 있다. 나경환 등⁽⁸⁾중소기업 지원을 목적으로 전용 스피닝머시인을 개발하였으며, Kang 등⁽⁹⁾은 대형트럭용 휠디스크를 생산하기 위한 스피닝 성형기를 개발한 바 있다. 한편, 본 저자는 전단변형과 교축변형을 중심으로 하는 복합스피닝 공정에 관한 이론연구를 진행하고 있다.⁽¹⁰⁾

스피닝은 생산공학의 한 응용기술로서 다품종 중소량 생산에 적합하며, 디프드로잉 등 다른 소성가공법으로는 적용이 곤란한 난소성 재료의 제품생산에도 적용이 가능하다는 특징을 갖고 있다. 생산공학이란 공학적 기술이 산업에 적용되어 경제적인 부가가치를 창출하는 데서 큰 의의를 찾을 수 있으므로 스피닝은 조속히 산업 전반에 확산시킬 필요가 있는 기술이다. 그러나 국내에서는 스피닝의 필요성은 인식하고 있으면서도 적용을 못하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 스피닝 기술이 집약화될 수 있는 부품 특히, 자동차부품의 개발을 목적으로 실질적인 개발이 가능하도록 실험장비로서의 CNC 스피닝머시인을 개발하고자 한다.

2. 스피닝머시인의 사양

2.1 사양결정의 주요 요인

본 연구에서 제작하고자 하는 기계의 사양은 주로 대상제품의 가공에 필요한 가공력 및 가공동력을 검토하여 실제로 성형이 가능하도록 하였다. Table 1은 자동차 부품 중 스피닝으로 전환이 가능한 몇 가지 부품에 대한

예상가공력 등을 나타낸 것이다.

2.2 기계부분의 주요사양

기계부분의 주요사양은 가공품의 크기, 동작방식, 제어방식 등의 기본사항과 베이스의 크기, 주축과 심압축의 기본사양, 공구대와 X-Y 테이블의 크기, 유압제어에 관한 사항으로 구성하였다. 이러한 사양의 주요 내용은 다음과 같다.

· Center height	: 1050mm
· Distance between centers	: 620mm
· Workpiece length, max	: 600mm
· Workpiece diameter	: 50-480mm
· Longitudinal travel of saddle	: 300mm
· Transverse travel of saddle	: 300mm
· Longitudinal thrust of saddle	: 160kN
· Transverse thrust of saddle	: 160kN
· Speed of saddle, variable	: up to 1.5m/min
· Tail stock stroke	: 300mm
· Tail stock thrust	: 250kN
· Ejector stroke	: 50mm
· Ejector power	: 40kN
· Main spindle motor	
-power	: 22kW
-speed	: 1750rpm
-reduce ratio	: 3 : 1
· Hydraulic motor	: 11kW

유압제어에서 X-Y 테이블(saddle) 이송은 유압서보 제어(hydraulic servo control)방식을 채택하였으며, 심압축(tail stock) 및 이젝터(ejector) 구동은 시퀀스방식을 채택하였다. 본 연구에서 제작한 기계의 설계도면을 Fig. 1에 나타내었다.

Table 1 Several factors for determining the CNC spinning machine

Parts	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Length (mm)	Working Force (ton)	Material
A/T drums	100-230	3-5	30-180	10	Steel
Engine pulley	80-150	3-4	Max 50	8	Steel
Alluminium wheel	250-350	4-5	180-230	5	Alluminium alloy

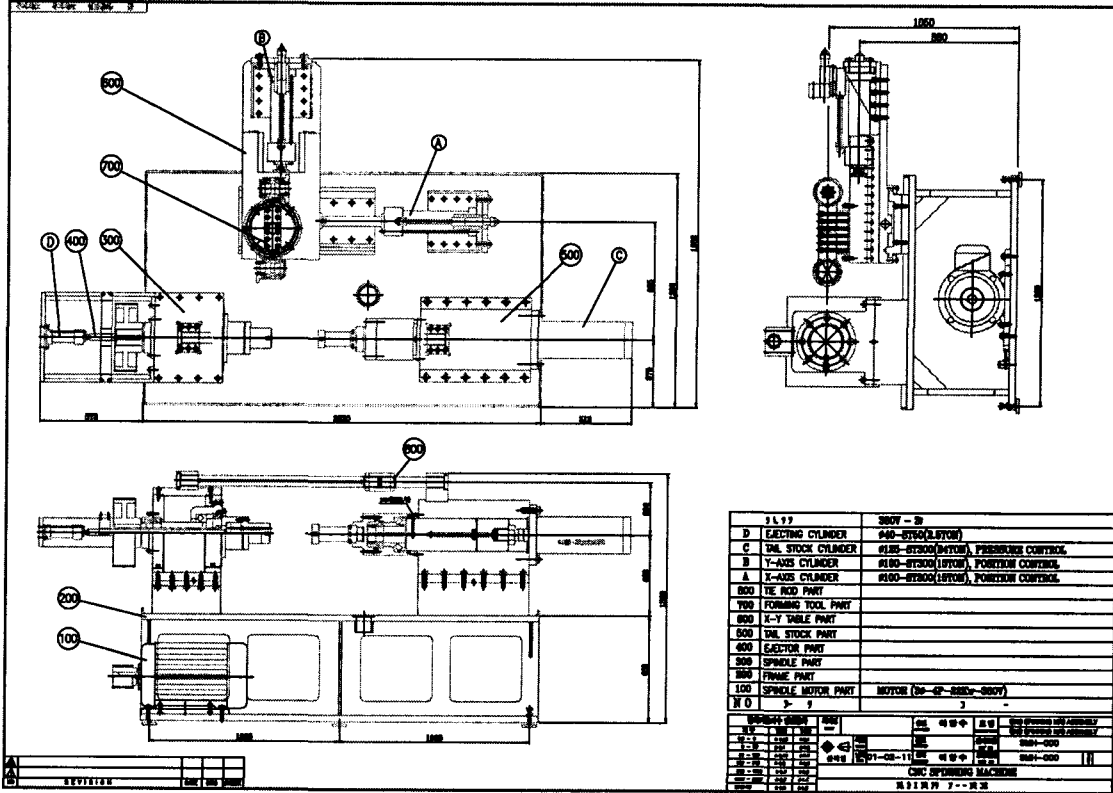


Fig. 1 The drawing of main assembly

2.3 CNC의 주요사양

CNC 프로그래밍 방법은 그래픽 또는 좌표값의 지정으로 공구를 이송시키도록 했다. CNC 컨트롤러의 자체 프로그램을 작성하였으며, 좌표값의 변곡점마다 가공정보(이송속도 등)를 조절할 수 있도록 하였다. 보간기능에 있어서는 보통의 공작기계에서 사용되는 직선보간, 원호보간 이외에 인블루트 곡선을 생성하도록 하여 스피닝의 특성을 가진 제어가 가능하도록 하였다.

최소위치 설정단위(BLU)를 0.005mm로 하였으며, X-Y 테이블의 위치제어 정밀도를 $\pm 0.03\text{mm}$ 이내로 제어하도록 하였다. 공구궤적 생성시 목표점을 입력하여 등속곡선을 생성하도록 하였으며 공구의 원호보정이 가능하도록 하였다. 원점세팅이 가능하도록 하였으며 조이스틱에 의한 수동동작이 가능하도록 제작하였다.

3. 스피닝머시인의 제작

Fig. 2는 제작된 기계의 전경을 보여주고 있으며, Fig.3은 스피닝시의 작업공간을 보여주고 있다. PC를 활용하여 CNC형 기계를 제작하여 사용상의 편의를 도모하였다. 주축의 회전동력 전달은 타이밍풀리를 사용하였으며, 가공력에 의한 변형을 방지하기 위하여 타이로드(tie rod)를 설치하였다.

Fig. 4는 공구(roller)가 장착된 X-Y 테이블을 보여주고 있다. 테이블의 이송 및 위치제어에는 유압서보장치를 사용하여 정밀도를 얻을 수 있도록 하였다.

Fig. 5는 개발장치를 이용하여 성형한 제품의 샘플이다. 아직 많은 제품에 대하여 적용한 상태는 아니어서 우선 간단한 형태의 제품에 대한 샘플성형을 하였다. 제품의 표면품질 및 치수정밀도는 비교적 양호한 편이나 스프링백에 의한 변형은 실제 제품 개발시 해결해야 할 과제로 남는다.

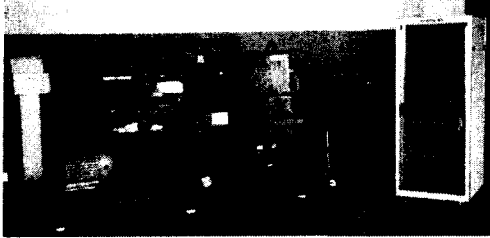


Fig. 2 Photo of spinning machine developed

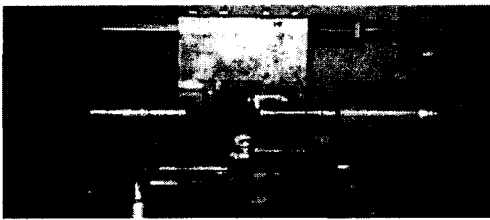


Fig. 3 Working space of CNC spinning machine

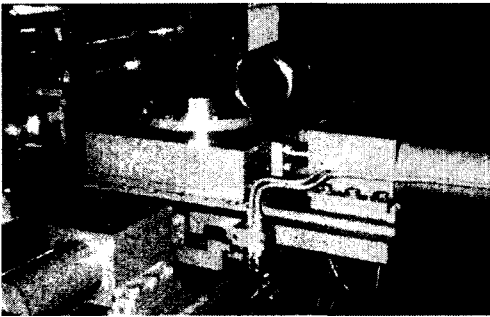


Fig. 4 X-Y table of spinning machine

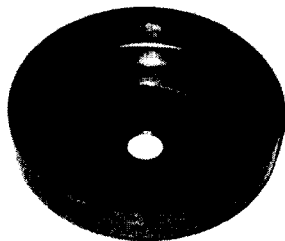


Fig. 5 Sample product of spinning

4. 결 론

컴퓨터에 의한 수치제어형 스피닝머시인을 개발하였다. 스피닝 공법을 효과적으로 적용할 수 있는 대상으로 자동차부품은 선정하여 이들에 대한 실질적 개발이 가능

하도록 사양을 정하였으며, 샘플제품에 대한 실험으로 장비의 기능이 양호함을 확인하였다. 향후 이 기계를 이용하여 스피닝에 대한 이론연구와 함께 실제 제품에 대한 개발연구에 활용할 수 있으리라 사료된다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R02-2000-00299) 지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- (1) S. Kobayashi, I. K. Hall, E. G. Thomsen, 1961, "A Theory of Shear Spinning of Cones", Trans. ASM -E, J. Engineering for Industry, pp.485~495.
- (2) H. C. Sortais, S. Kobayashi, E. G. Thomsen, 1963, "Mechanics of Conventional Spinning", Trans. AS -ME, J. Engineering for Industry, pp.346~351.
- (3) M. Hayama, 1975, "Analysis of Working Forces in Shear Spinning of Cones", JSTP, Vol.16, No.175, pp.627~635.
- (4) M. Hayama, T. Amano, 1975, "Experiments on the Mechanism of Shear Spinning of Cones", JSTP, Vol.16, pp.371~378.
- (5) J. Faulhaber, 1987, "CNC Controlled Spinning of Truck Wheel Disks", Industrial & Production Engineering, Vol.11, pp.28~30.
- (6) D. H. Pollitte, 1982, "Automatic Spinning-A Production Technique", Sheet Metal Industry, pp.518~538.
- (7) 최재찬, 백남주, 김규남, 1981, "전단스피닝 가공의 3분력 해석", 대한기계학회논문집, 제5권, 제2호, pp.88~93.
- (8) 나경환, 고명환, 임태홍 외, 1997, "중소기업 지원형 전용 스피닝공정 개발", 한국생산기술연구원 연구보고서, 95-A-1-0046
- (9) 강정식, 강이석, 이항수, 1999, 휠디스크 스피닝 성형기 개발, 한국정밀공학회지, 제16권, 제6호, pp.58~65
- (10) 이항수, 강정식, 1999, 전단 및 교축변형이 조합된 복합스피닝 공정에 관한 연구, 한국소성가공학회지, 제 8권, 제5호, pp.507~519.