

페를 가공용 무심연삭기의 드레싱 장치 개발

박봉진*, 조창래(인하대 대학원 기계공학과), 이은상(인하대 기계공학과)

The Development of Dressing System of Centerless Grinding using for Ferrule Machining

B. J. Park, C. R. Cho(Mech. Eng. Dept., INHA Univ.), E. S. Lee(Mech. Eng. Dept., INHA Univ.)

ABSTRACT

In this study, It was designed and developed optimal rotary dressing system of centerless grinding using for ferrule machining. Dressing shaft's dropping is calculated by Finite Element Method, and bearing 7206ADB, 7005ADB is selected. Dressing wheel GC□ 200□ G□ m□ V-100*25*16 is selected by pre-research. Also Motor, pulley, belt are selected, 0.4Kw-60Hz, 48.2 mm diameter, 2-5M-730 type, each.

Key Words : Rotary dress system (로타리 드레싱 시스템), Centerless grinding (무심연삭기), Ferrule (페를), Finite Element Method (유한요소법), Dressing wheel (드레싱 슷들),

1. 서론

광통신 부품 중 광커넥터의 핵심 부품인 페를(Ferrule)은 광통신의 주요한 커넥터 부품으로 사용되는 것으로 슬리브내에서 페를를 서로 맞대 광파이버를 정렬하는데 사용되는 부품이다. 광파이버의 맞대기가 정확하고 광학 특성에 영향을 주지 않도록 하기 위해서는 파이버 삽입 구멍에 높은 동축도와 원통도가 요구되며 페를의 외경이 일치하지 않으면 안 된다. 페를 및 광파이버의 구조는 Fig.1 과 같으며 일반적으로 페를은 고정도 난삭재의 아주 작은 세라믹 재질로써 일반적인 가공법으로는 가공이 불가능하거나 만족할 만큼의 가공 능률과 가공 정밀도를 얻을 수 없다. 이러한 세라믹의 정밀기계 가공법으로 가장 많이 사용되는 것이 연삭 가공이며 다이아몬드 지립의 연삭스틀을 장착한 연삭기가 필수적이다. 또한 페를은 그 크기가 2.499 μm의 소형으로 공작물을 축에 장착하는 일반 원통 연삭 방식으로는 가공이 불가능하기 때문에 공작물을 연삭스틀(Grinding wheel)과 조정스틀(Regulating wheel) 사이에 끼우고 연삭하는 무심연삭(Centerless Grinding)이 이용된다.^(1,2) Fig.2 는 현재 개발중인 페를 가공용 무심연삭기의 개략도를 보여주고 있다.

연삭공정은 연삭입자의 날 무덤이나 연삭스틀의 눈매움 현상을 방지하기 위한 드레싱 공정이 필요하게 된다. 특히 페를과 같은 정밀을 요하는 부품의 경우에는 연삭스틀의 성형성 증대와 고정도의 가공을 위해서 드레싱 공정이 필수 불가결하다. 드레싱 공정에는 여러 가지 방법이 있지만 현재 국내에서 적용되고 있는 무심연삭기의 드레싱 방법은 수작업을 통한 것으로써 드레싱 시 소요되는 시간이 많이 걸리게 되고 작업 효율도 떨어져 슷들의 성형 결과가 만족할 만한 수준이 못되고 있으며 무심연삭 시스템의 구조가 복잡해지고 드레싱에 소요되는 시간이 길어 작업효율이 격감된다.⁽³⁾

앞선 연구에서 조정스틀의 회전수와 연삭스틀의 입자율 및 입도에 따른 공작물의 표면 거칠기를 시뮬레이션에 의해 알아보았으며, 그 결과는 조정스틀의 회전수 20~30 rpm 에서 연삭스틀의 입자율이 25%일 때 페를의 만족할만한 표면 거칠기 0.5 μm 이하로 하기 위해서는 입도가 #400 이상이 됨을 알 수 있었다. 하지만 이는 드레싱 공정을 전혀 고려하지 않은 것으로써 본 연구에서는 앞선 연구에서 얻은 가공물 표면 거칠기 시뮬레이션 값을 바탕으로 최적의 페를 가공용 무심연삭기의 로터리 드레싱 장치를 설계, 개발하고자 한다.^(1,2)

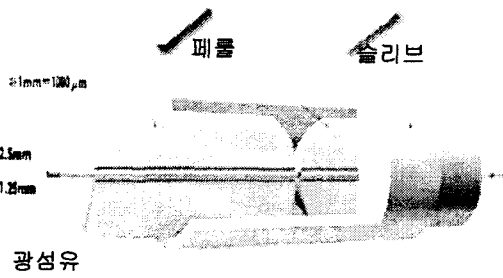


Fig. 1 Structure of optical connector

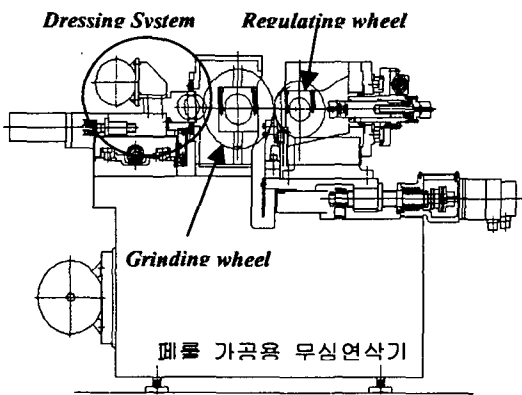


Fig. 2 Schematic drawing of centerless grinding using by ferrule machining

2. 무심연삭기 드레싱 장치

Fig.3 은 현재 개발중인 페룰 가공용 무심연삭기의 드레싱 장치 부분의 개략도이다. 드레싱 방식에는 여러가지 방식이 있으나 본 연구에서는 기존의 수작업에 의한 드레싱 방식을 떠나 자동이송에 의한 로타리 드레싱 장치를 개발함으로써 보다 우수한 성형성과 효율성을 갖는 드레싱 장치를 개발하였다. 드레싱 장치의 전체 크기는 현재 개발중인 페룰 가공용 무심연삭기의 크기에 맞춰 절삭유가 모터로 유입되는 것을 피해 모터로부터 주축을 바로 구동하지 않고 벨트를 통해 구동하는 방식을 택했다. 따라서 길이 410 mm, 넓이 250 mm로 하여, 페룰 가공용 무심연삭기의 이송 베드 위에 장착하게 된다. 또한 드레싱 주축, 베어링, 드레싱 스톤, 모터, 풀리 및 벨트 등 그 밖의 부품도 설계 및 개발하였다.

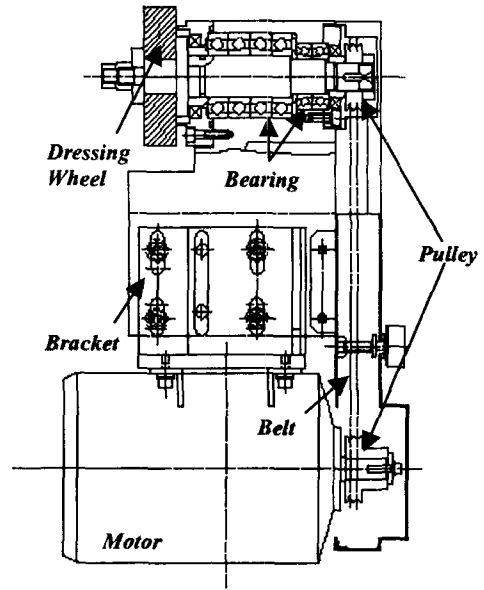


Fig. 3 Schematic drawing of rotary dressing system

3. 해석 및 설계

3.1 드레싱 주축

드레싱 주축의 재질은 SCM435 를 사용하였고 표면은 침탄처리하여 표면 경도를 높였다. 드레싱의 일반적인 절입 깊이가 25 μm 정도의 작은 양이므로 드레싱 시 스톤의 처짐은 수 μm 이내가 되도록 하여야 한다. 드레싱 시 폭 10 mm 인 스톤에 수직방향으로 작용하는 힘이 180N, 풀리에 작용하는 장력 30N 을 고려하여 해석을 하였다. Fig. 4 는 10 node tetrahedral solid 요소를 사용하여 축과 풀리 부분을 같이 모델링 한 것이다.⁽⁴⁾

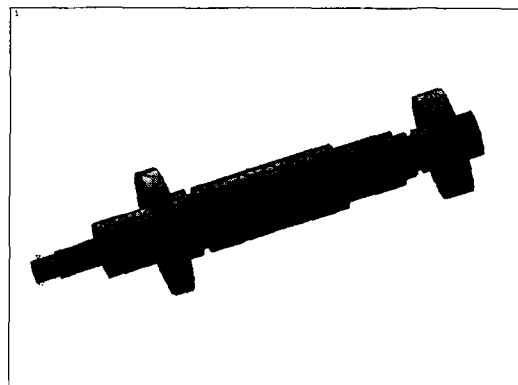


Fig. 4 Finite Element Mesh of dressing shaft

Fig. 5 는 축의 처짐이 발생하는 방향에서의 결과를 보여준다. 슷돌 중심부의 처짐량은 $0.84 \mu\text{m}$ 이며 힘을 가장 많이 받는 부분에서의 응력이 6.2 MPa 임을 알 수 있었다. 축에 작용하는 최대하중은 축의 항복강도(675 MPa)와 비교하면 아주 작은 양이며, 드레싱 시 슷돌의 처짐량은 베어링의 클리어런스를 고려하더라도 $2 \mu\text{m}$ 미만이 되므로 축의 강성은 양호하다고 사료된다.

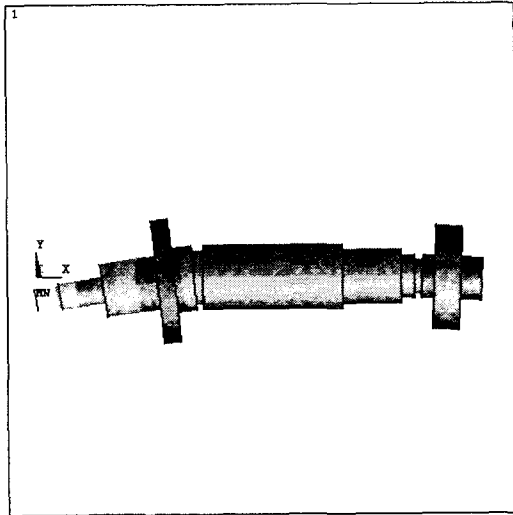


Fig. 5 Drooping of dressing shaft under the load

3.2 베어링

베어링은 하우징 내에서 주축을 원활히 회전시켜 주어야 한다. 또한 페룰과 같이 고 정밀도를 요하는 연삭스틀 드레싱의 경우 축 처짐이나 진동은 중요한 변수가 된다. 따라서 본 연구의 드레싱 장치에는 소음 발생이 적고 회전 정밀도와 고속 성능이 우수한 앵글러 콘택트 볼베어링을 사용하였으며 하중에 잘 견딜 수 있도록 접촉각이 맞대어 있는 복열식을 사용하였다. Table 1 은 페룰 가공용 로타리 드레싱 장치에 쓰인 베어링의 사양을 보여주고 있다.

Table 1 Specification of bearing

	주요치수 (mm)			정격하중 (KN)		허용 회전수 (rpm)
	내경	외경	폭	C	Co	
7206ADB	30	62	32	36.5	29.5	10,000
7005ADB	25	47	24	18.3	14.8	13,000

3.3 드레싱 슷돌

일반적으로 다이아몬드 연삭 슷돌을 로타리 드레싱하는 경우 드레싱 일반스틀의 입도는 다이아몬드 슷돌의 입도보다 2 단계 거칠 것을 사용한다. 앞선 연구의 표면 거칠기 시뮬레이션 결과 페룰의 만족할만한 표면 거칠기 값이 최대 $0.5 \mu\text{m}$ 이하로 하기 위해서는 다이아몬드 연삭스틀의 입도가 입자율 25%에서 #400 이상이 되어야 함을 알 수 있었다. 따라서 본 연구의 드레싱 장치 개발에서 드레싱 일반스틀은 #200 의 입도를 가진 비트리파이드 슷돌을 채택하였으며, 또한 결합도는 낮고, 조직은 조밀한 GCD 2000 GD mD V-100*25*16 을 선정하였다.

3.4 모터

설계된 드레싱 주축의 원활한 구동을 위해서 본 연구에서는 수평 전폐형 모터를 선정하였다. 이 모터의 출력 및 외형 치수는 다음과 같다.

- 1) 출력 : 0.4 Kw , 4P
- 2) 사양 : 220 V , 60Hz
- 3) 외형치수 : $230*145*148$

3.5 풀리 및 벨트

벨트는 모터와 주축을 연결해 주는 중요한 요소로서 전달마력이 정확해야 되고 떨림이나 미끄럼이 없어야 한다. 따라서 본 연구의 페룰 가공용 로타리 드레싱 장치에서는 일반 V 벨트의 각도가 40° 인 것에 비해 그 각도를 60° 로 하여 고속 운전 시 벨트가 풀리에서 쉽게 빠지지 않도록 광각벨트를 사용하였다. Fig. 6 은 페룰 가공용 로타리 드레싱 장치에 사용된 벨트의 단면형상과 Fig. 7 은 풀리의 설계도이다. Table 2 는 벨트 및 풀리의 사양이다.

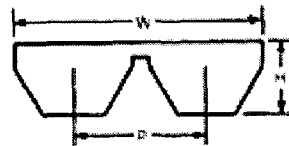


Fig. 6 Cross-section of belt

Table 2 Specification of pulley and belt

Item	Spec.
Belt (2-5M-730)	W : 9.8 mm , H : 3.5 mm , P : 5.3 mm
구동 회전수	1800 rpm
축간 거리 (C)	287 mm
풀리 외경 (de)	48.2 mm
벨트 유효 길이 (L)	730 mm

후 기

본 연구는 산업자원부에서 주관하는 중기거점 사업인 “고기능성 부품 가공용 기능형 연삭시스템”의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박봉진, 이은상, 최현중, 이석우, 조순주, “페룰 가공용 무심연삭기의 가공변수에 관한 연구”, 한국정밀공학회 2002년도 춘계학술대회 논문집 pp.28~31, 2002.
2. 이용숙, 이성국, 황경현, 정명영, 최태구, “광 커넥터용 세라믹 Ferrule 가공기술 개발에 관한 연구”, 한국정밀공학회지 제 9 권, 제 3 호, 1992.
3. F. Hashimoto, G. D. Lahoti, M. Miyashita, “Safe Operations and Friction Characteristics of Regulation Wheel” Annals of the CIRP Vol. 47, 1998.
4. 정윤교, 강제훈, “파인 세라믹의 연삭 가공특성”, 한국정밀공학회지 제 7 권 제 2 호, 1990.
5. W. B. Rowe, M. Miyashita, W. Koenig, “Centerless Grinding Research and its Application in Advanced Manufacturing Technology” Annals of the CIRP Vol. 38, 1989.

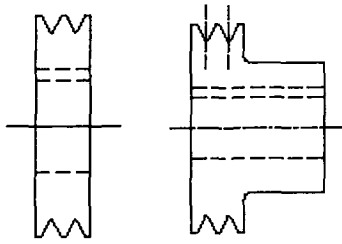


Fig. 7 Schematic drawing of pulley

4. 결론

본 연구에서는 현재 개발중인 페룰 가공용 무심 연삭기의 로타리 드레싱 장치를 설계 및 개발하였다. Fig. 8 은 지금까지의 연구결과 제작된 페룰 가공용 무심연삭기의 로타리 드레싱 장치의 사진이다.

주축은 일반적인 절입 깊이가 25 μm 정도의 작은 양이므로 드레싱 시 폭 10 mm인 슷돌에 수직방향으로 작용하는 힘이 180N, 폴리에 작용하는 장력 30N 을 고려하여 해석한 결과 슷돌 중심부의 처짐량은 0.84 μm 이며 힘을 가장 많이 받는 부분에서의 응력이 6.2 MPa를 나타냈다. 또한 드레싱 장치의 주축 베어링은 각각 7206ADB, 7005ADB 을 선정하였으며, 레싱용 일반스�돌은 앞선 연구의 표면 거칠기 시뮬레이션을 바탕으로 GCO 2000 G0 m0 V-100*25*16 을 선정하였고, 0.4Kw 의 모터, 외경 48.2 mm의 폴리, 2-5M-730 타입의 광각 벨트도 각각 선정하였다.

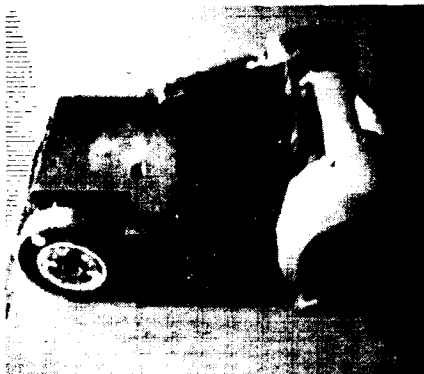


Fig. 8 Photograph of rotary dressing system