

◆특집◆ 지능형 연삭 가공 시스템 II

페룰 가공용 무심연삭기의 로터리 드레싱 시스템 개발

이은상*, 조창래**, 박봉진***

Development of Rotary Diamond Dressing System of Centerless Grinder for Ferrule Grinding

Eun-Sang Lee*, Chang-Rae Cho** and Bong-Jin Park***

Key Words : Ferrule(페룰), Centerless grinder(무심연삭기), Dressing(드레싱), Rotary diamond dresser(로터리 다이아몬드 드레서)

1. 서론

광통신 부품 중 광 커넥터의 핵심 부품인 페룰(Ferrule)은 광통신의 주요한 커넥터 부품으로 사용되는 것으로 슬리브 내에서 페룰을 서로 맞대 광파이버를 정렬하는데 사용되는 부품이다. 광파이버의 맞대기가 정확하고 광학 특성에 영향을 주지 않도록 하기 위해서는 파이버 삽입 구멍에 높은 동축도와 원통도가 요구되며 페룰의 외경이 일치하여야 한다. 또한 페룰은 고경도 난삭재의 소구경 세라믹 재질로써 일반적인 가공법으로는 가공이 불가능하거나 만족할 만큼의 가공 능률과 가공 정밀도를 얻을 수 없다.¹

이러한 세라믹의 정밀기계 가공법으로 가장 많이 사용되는 것이 연삭 가공이며 다이아몬드 지립의 연삭숫돌을 장착한 고정밀의 연삭기가 필요하다. 또한 페룰은 크기가 2.499 mm의 소형으로 공작물을 축에 장착하는 일반 원통 연삭 방식으로는

가공이 불가능하기 때문에 공작물을 연삭숫돌과 조정숫돌 사이에 끼우고 연삭하는 무심연삭 방식이 이용된다.²

연삭 공정은 연삭입자의 날무디어짐(glazing)이나 연삭숫돌의 눈메움(loading) 현상을 방지하기 위한 드레싱 공정이 필요하게 된다. 다이아몬드 숫돌의 경우는 일반 연삭 숫돌에 비해 트루잉이나 드레싱 작업이 상당히 어려운 실정이다. 트루잉 및 드레싱의 일반적인 방법으로 연강 톨을 이용한 트루잉 및 드레싱, GC 나 WA 숫돌을 이용한 드레싱, GC 나 WA 스틱을 이용한 드레싱 방법 등을 들 수 있다.³ 그러나 이러한 드레싱 작업은 시간이 오래 걸리거나 드레싱 전용기에서 드레싱을 할 경우는 숫돌의 탈,부착 시 정밀도가 떨어지는 단점이 있다.⁴ 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 무심연삭기 기상에서 직접 드레싱을 할 수 있으며 짧은 시간에 드레싱을 할 수 있는 방안을 제시하며 이를 위한 장치의 제작 및 실험 결과에 대해 서술하고자 한다.

* 인하대학교 기계공학부

Tel. 032-860-7308, Fax. 032-868-1716

Email : leees@inha.ac.kr

초정밀 연삭 가공 및 마이크로 가공, 마이크로 전기화학 가공 분야에 관심을 두고 연구 활동을 하고있다.

** 인하대학교 기계공학부 대학원

*** 이화다이아몬드공업㈜

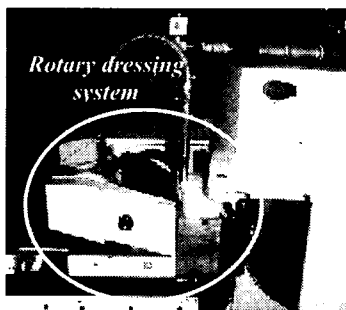
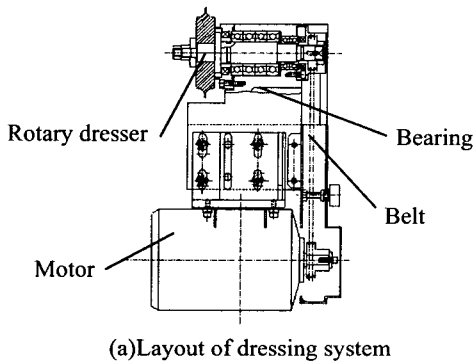
2. 로터리 드레싱 장치

드레싱 방식에는 여러 가지 방식이 있으나 본 연구에서는 자동이송에 의해 보다 우수한 성형성과 효율성을 갖는 드레싱 장치를 제작하였다. 드

레싱 장치의 전체 크기는 길이 410 mm, 폭 250 mm로 하여 현재 생산시스템의 소형화 추세에 맞추었고 절삭유가 모터로 유입되는 것을 방지하기 위해 모터로부터 주축을 바로 구동하지 않고 벨트를 통해 구동하는 방식을 채택했다. 또한 드레싱 주축, 베어링, 드레싱 스톨, 모터, 풀리 및 벨트 등 그 밖의 부품도 설계 및 제작하였다.

2.1 로터리 드레싱 장치

본 연구에서는 생산성 향상을 위한 드레싱 시간 단축과 고정밀의 가공성을 유지하기 위하여 다이아몬드 로터리 드레서를 이용하여 무심연삭기 기상에서 드레싱을 할 수 있는 장치를 이용하여 드레서의 회전과 좌우이송을 통하여 드레싱을 수행하였다. 로터리 드레서는 주축 스톨의 재질에 맞추어 다이아몬드 드레서의 입도, 결합력등을 파악하였다. 연삭 스톨 방향의 절입과 좌우 이송은 무심연삭기 이송부에서 이루어지며 드레싱 시 스톨 방향 최소 이송은 1 μm이다. Fig. 1의 (a)는 드레싱 시스템의 도면이고 (b)는 무심연삭기의 이송부에 장착한 로터리 드레싱 장치의 사진이다.



(b) Dressing system on the centerless grinder
Fig. 1 Rotary dressing system

2.2 다이아몬드 로터리 드레서

본 연구에서는 드레싱에 소요되는 시간을 단축하기 위하여 세라믹 드레서를 사용하지 않고 다이아몬드 로터리 타입의 드레서를 사용하였다. 따라서 #1000의 비트리파이드 본드 다이아몬드 연삭 스톨을 드레싱하기 위한 다이아몬드 로터리 드레서를 제작 사용하였다. 드레서는 Fig. 2에서와 같이 끝단이 돌출되어 있으며 이 부분이 메탈본드 결합재를 사용한 다이아몬드 입자가 고정되어 있는 부분이다. Fig. 3은 제작 완료된 다이아몬드 로터리 드레서의 사진이다.

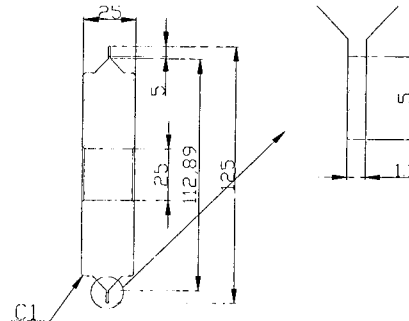


Fig. 2 Drawing of diamond rotary dresser

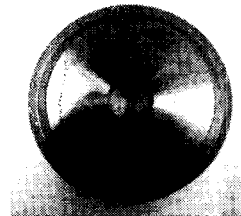


Fig. 3 Diamond rotary dresser

2.3 발열 실험

연삭 스톨의 드레싱에 앞서 개발된 페룰 가공용 무심연삭기의 로터리 드레싱 장치의 성능 테스트를 위하여 발열을 측정하였다. 비접촉식 온도계를 사용하여 하우징과 드레싱 축의 온도를 측정하였다. 본 연구의 로터리 드레싱 장치에는 앵귤러 볼베어링이 풀리 쪽에 1개, 스톨 쪽에 2개로 구성되어 있다. 발열 측정 실험에서는 하우징의 풀리 쪽과 스톨 쪽의 온도를 측정하였으며, 베어링의 발열이 직접 전달되는 드레싱 주축의 온도를 각각 측정하였다.

드레싱 주축 회전수 1600 rpm 에서 10 분 간격으로 100 분간 측정하였다. 최대 온도는 하우스징에서 25℃, 축에서 33℃였다. 발열 측정 결과는 Fig. 4 에 나타내었다. 그래프를 보면 정상상태에 도달하는 시간은 약 50 분 후이며 실제로 드레싱은 10 분 이내에 완료 되므로 드레싱 시의 온도는 16℃ 정도이다.

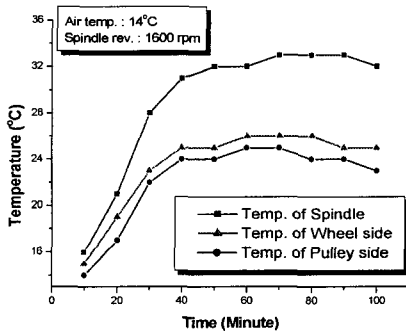


Fig. 4 Measurement of temperature

3. 드레싱 성능 실험

3.1 실험 개요

본 연구에서는 무심연삭기 기상에 로터리 드레싱 장치를 장착하여 드레싱 성능 실험을 하였다. 무심연삭기에 장착한 주축 슷들은 비트리파이드 다이아몬드 슷들을 사용하였고 공작물은 지름 25 mm의 알루미늄 세라믹을 사용하였다.

Table 1 은 실험조건을 나타내고 있으며 Fig. 5 는 무심연삭기에 로터리 드레싱 장치를 장착한 실험장치를 나타낸 것이다.

3.2 실험 방법

다이아몬드 연삭 슷들을 이용한 세라믹의 가공 실험을 통하여 드레싱을 하지 않고 In-feed 방식으로 슷들에 눈메움 현상이 나타날 때까지 가공을 한 후 슷들의 표면을 관찰하였으며 눈메움이 발생한 슷들을 드레싱 장치로 드레싱을 실시한 후 슷들의 눈메움 현상의 제거 효과를 실험하였다. 드레싱 장치는 무심연삭기 이송부에 고정하여 연삭 슷들을 장착이나 탈착 할 필요 없이 장비 위에서 바로 드레싱을 할 수 있도록 했으며 드레싱은 1 회 절입 깊이는 3 μm, 절입후 1 회 좌우 왕복을 하여 총 3 회 반복하였다.

Table 1 Experimental condition

Item	Unit	Specification
Machining tool		Centerless grinder (G-150 CESCO)
Dressing wheel	mm	125
Grinding wheel	mm	500(# 1000)
Regulating wheel	mm	330
Workpiece	mm	25
GW rpm	rpm	1240
RW rpm	rpm	30

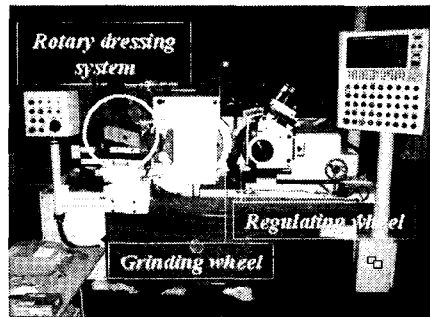


Fig. 5 Centerless grinder



Fig. 6 Ceramics grinding

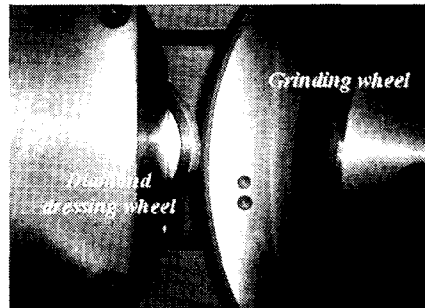


Fig. 7 Dressing by using rotary dresser

드레싱의 성능 평가를 위하여 공작물의 가공 전 표면거칠기, 드레싱을 하지 않고 가공한 공작물의 표면거칠기, 드레싱 후 가공한 공작물의 표면거칠기를 비교하였다.

Fig. 6의 사진은 무심연삭기로 세라믹을 가공하고 있는 사진이다. Fig. 7의 사진은 로터리 드레서와 무심연삭 슷들의 드레싱 사진이다. 다이아몬드 연삭 슷들의 드레싱 전 표면 상태와 드레싱 후의 표면 상태는 CAMSCOPE(Sometech)를 이용하여 사진을 통해 비교하였다. 또한 표면거칠기는 SURFCOM 1400D (TOKYO SEIMITSU CO., Ltd)를 이용하여 측정하였다.

3.3 실험 결과

눈매움이 발생한 무심연삭기 연삭 슷들의 표면을 비교하여 드레싱의 성능을 평가하였다. 드레싱 전의 다이아몬드 슷들의 표면과 드레싱 후의 표면을 200 배 확대하여 표면을 관찰하였다. Fig. 8의 (a)를 보면 세라믹 가공 후 눈매움 현상을 보여주고 있으며, (b)는 다이아몬드 로터리 드레서를 사용하여 드레싱 한 후의 표면 사진이다. 사진에서 하얗게 나타난 부분이 눈매움 현상이 발생한 부분이다. 드레싱 후의 표면사진을 보면 눈매움이 현저히 제거된 것을 볼 수 있다.

공작물의 가공 전 표면거칠기와 드레싱을 한 후의 연삭 슷들로 가공한 공작물의 표면거칠기를 측정된 결과를 Fig. 9에 나타내었다.

Fig. 9의 (a)는 가공 전 세라믹의 표면거칠기를 나타내며 Ra 값이 1.19 μm 이다. (b)는 눈매움이 발생한 슷들로 가공한 후의 공작물의 표면거칠기를 나타내며 Ra 값이 0.63 μm 이다. (c)는 드레싱 후 가공한 세라믹의 표면거칠기를 나타내며 Ra 값이 0.48 μm 이다.

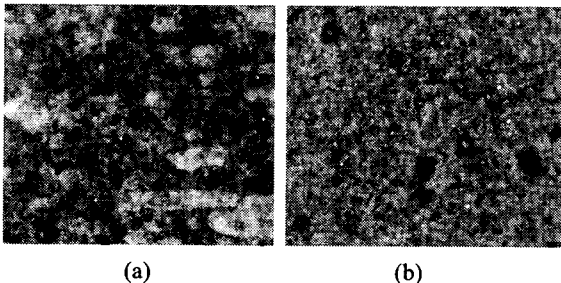
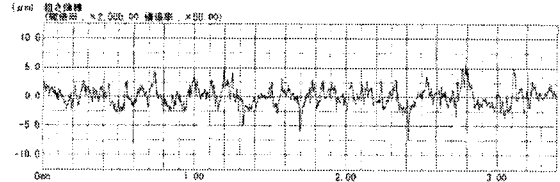
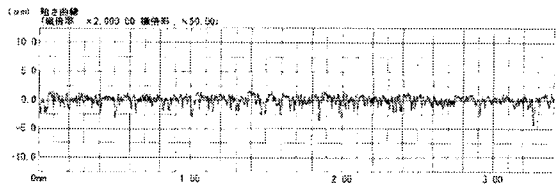


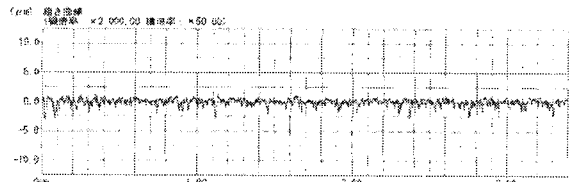
Fig. 8 Photograph of diamond wheel surface



(a) Before grinding (Ra : 1.19 μm)



(b) After grinding without dressing (Ra : 0.63 μm)



(c) After grinding with dressing (Ra : 0.48 μm)

Fig. 9 Surface roughness of workpiece

4. 결론

본 연구에서는 페룰 가공용 무심연삭기의 드레싱 장치를 제작하고 장치의 성능을 평가하였다. 가공을 위한 무심연삭기의 연삭 슷들은 비트리파이드 본드의 다이아몬드 슷들이므로 연삭 슷들의 드레싱에 적합하게 다이아몬드 로터리 드레서를 개발하였으며 무심연삭기 기상에 장착할 수 있는 드레싱 장치를 개발하여 발열 실험과 드레싱 성능 실험을 하였다. 1600rpm 에서 드레싱 장치의 발열 실험 결과 약 50 분 후에 정상 상태에 도달하였으며 최대 온도는 축에서 33℃였다. 무심연삭기 기상에서의 드레싱 결과 연삭 슷들에 발생한 눈매움을 제거할 수 있었으며 드레싱을 한 연삭 슷들을 이용하여 공작물을 가공한 결과 표면거칠기가 Ra 1.19 μm 에서 Ra 0.48 μm 까지 나아졌다.

후 기

본 연구는 산업자원부에서 주관하는 “고기능성

부품용 지능형 연삭시스템개발”의 지원에 의해 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Lee, S. W., Choi, H. Z., Ahn, K. J., Choi, D. Y., “Development of Dressing System for Co-axial grinding Industrial Technology,” KSPE Fall Conference, 2002, pp. 70-73, 2002.
2. Lee, Eung-Sook, Lee, Seung-Kook, Whang, Kyung-Hyun, Chung, Myung-Yung, “Development of Manufacturing Technology of Ceramics Ferrule for Optical Fiber Connector,” Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 9, No. 3, pp. 67-71, Sep. 1992.
3. Kang, Jae-Hoon, Lee, Jae-Kyung, “Study on the Surface Grinding Machining of fine-ceramics with high efficiency,” Journal of the Korean Society of Precision Engineering. Vol. 7, No. 4. pp.40- 54, Dec. 1990.
4. Albert J. Shih, “An experimental investigation of rotary diamond truing and dressing of vitreous bond wheels for ceramic grinding,” International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol.40, pp. 1755-1774, 2000.