

오일 미스트 분사 방법에 따른 연삭특성

허남환*, 이석우, 최현종(한국생산기술연구원)

A Study on the Grinding Characteristics according to Oil Mist Supply Method

N. H. Heo*, S. W. Lee, H. Z. Choi(Korea Institute of Industrial Technology)

ABSTRACT

As the large Coolant amount used of a machine holds mass serious trouble recently, an environment pollution is increased, and a machine is conquering large specific gravity in an empty cost plane. It is the stage that must reexamine the parts washing that processing is later with this current way or a problem of a liquid waste treatment back. The environmental problems by using coolant demanded the new cooling methods. As one of them, the studies on the grinding with compressed cold air and oil mist have been done. The cooling method using compressed cold air was effective through going down the temperature of compressed air supplied below -25°C and increasing the amount of compressed cold air, but had not enough cooling effect due to the low performance of lubrication. Therefore, the cooling methods using oil mist newly were suggested. This method can satisfy both cooling effect and lubrication with only small amount of coolant, also have the benefit in the point of decreasing the environmental pollution. This paper focused on analyzing the grinding characteristics of the cooling method using oil mist. The grinding test according to compressed cold air and oil mist supply direction were done.

Key Words : Environment-friendly(환경친화), Surface integrity(표면품위), Compressed cold air(압축냉각공기), Oil mist(오일 미스트), Surface roughness(표면 거칠기), Residual stress(잔류응력)

1. 서론

연삭유는 윤활성, 냉각성, 침투성이 목적인데 연삭수들과 가공물의 접촉점에서의 윤활작용을 향상시키기 위해서 염소(Cl), 유황(S), 인(P) 등을 함유하고 있다. 이러한 첨가물은 연삭 가공 중에 미세하게 날려 작업환경을 악화시키고 작업자에 나쁜 영향을 미친다. 그래서 최근에는 연삭유를 적게 사용하기 위한 연구를 하고 있으나 연삭유의 사용량이 적을 경우에는 가공물의 열적 변형으로 기계적 성질 및 표면 품위에 나쁜 결과 등을 초래한다.⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

연삭 가공에서는 수돌과 가공물 사이의 윤활, 가공물의 냉각 및 침 배출을 위해 다량의 연삭유를 사용하고 있다. 그러나 최근에 가공 중에 사용하는 연삭유로 인한 환경문제가 대두되면서 생산현장을 비롯한 여러 곳에서 환경오염을 줄이기 위한 많은 노력과 연구가 진행되고 있다.⁽⁴⁾⁽⁵⁾

실제로 압축냉각공기를 이용한 연삭실험에서 압

축냉각공기의 온도를 -25°C 이하로 낮게 하고, 충분한 유량을 가공 점에 공급해주면 수돌과 가공물 사이에 냉각효과가 좋아져서 연삭 후 가공물의 표면품위가 향상되는 것을 볼 수 있었다.⁽⁶⁾⁽⁷⁾

하지만, 압축냉각공기만을 이용한 건식연삭 가공 경우에는 수돌과 가공물 사이의 가공 점에서 윤활효과를 얻기 위한 매체가 존재하지 않기 때문에 연삭수들과 가공물 사이의 마찰이 커져 연삭 열이 많이 발생하고 표면품위가 나빠지게 된다. 또한 압축냉각공기에 의한 냉각은 고체와 기체간의 열교환에 의한 것이기 때문에 냉각효율이 떨어진다. 따라서 냉각효과와 윤활효과 두 가지 모두를 만족시킬 수 있는 새로운 대체냉각 가공기술이 절실히 요구되고 있다. 현재, 극미량 공급 장치나 oil mist를 이용한 대체냉각가공기술도 연구되고 있는데 이러한 가공방법은 가공물의 냉각효과 및 윤활효과를 향상시키면서 연삭유 사용을 최소화하여 환경오염을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 본 실험에서 사용한 oil

mist 공급 장치는 균일한 oil mist 입자를 발생시켜 발생된 초미세립 oil mist를 입자 상호간의 응결 현상을 일으키지 않고 가공 점까지의 균일하고 안정되게 공급을 할 수 있는 장치이다. 기존의 압력차에 의해 oil mist를 발생시키는 장치와는 달리 장치 내에서 oil mist를 발생하여 분사시키므로 분사 시 입자가 균일하고 안개현상을 일으키지 않는다.

본 연구에서는 oil mist와 압축냉각공기의 공급 방법에 따른 연삭특성을 알아보기 위하여 oil mist의 분사 방법에 따른 가공물의 연삭실험을 하여 표면 거칠기와 잔류응력 등 가공물의 표면품위를 비교 분석 하였다.

2. 본론

2.1 실험장치

Fig. 1은 본 실험에서 사용한 EBARA의 oil mist 공급 장치를 나타낸 그림이다. Oil mist의 경우는 압축기(air compressor)로부터 공급된 공기를 이용하여 식물성 연삭유를 oil mist 장치 내의 탱크에서 초미세립의 입자로 만들어 독립된 Line과 노즐을 통하여 가공 점에 공급 된다.

Oil mist 분사노즐의 사용압력은 0.4 ~ 0.7 MPa이고 유량은 4cc/h정도로 연삭유에 비하여 아주 작은 양만을 사용한다.

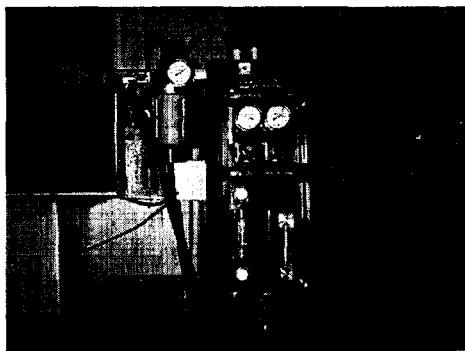


Fig.1 Experiment equipment for cylindrical grinding using oil mist

본 실험에서는 압축냉각공기와 oil mist의 공급 방법에 따른 연삭특성을 알아보기 위하여 Jones & Shipman사의 CNC 원통연삭기를 이용하여 WA(White Alumina) 숫돌로 스판들용 재질인 SCM21종파, SM45C를 가공하여 표면 품위를 살펴보았다.

Fig. 2에 압축냉각공기와 oil mist를 이용하는 실험장치의 개략도를 나타내었다.

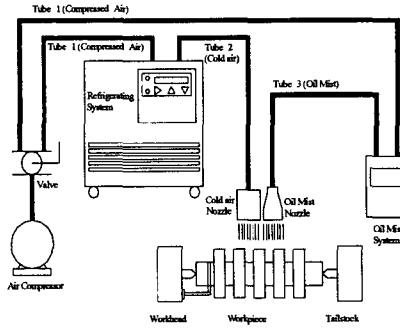


Fig. 2 Schematic of Experimental system using cold air and oil mist

2.2 실험 결과 및 고찰

압축냉각공기와 oil mist를 이용한 외경 연삭 시, oil mist와 압축냉각공기의 공급방향과 oil mist의 노즐 사용개수에 따른 실험을 하여, 가공조건에 따른 표면품위(표면 거칠기, 잔류응력 등)를 비교하였다. 외경 연삭 시 압축냉각공기는 -25°C로 하였으며, oil mist의 분사 압력은 0.7MPa로 일정한 압력으로 유지하면서 실험을 하여 압축냉각공기와 oil mist의 공급방법이 표면 품위에 미치는 영향과 재질에 따른 연삭특성을 비교하고자 하였다.

Fig. 3의 (a)는 oil mist 공급 노즐로서 직경 1.0mm 인 구멍이 9개가 있는 형태이며, Fig. 3의(b)에 나타낸 노즐은 압축냉각공기 노즐 나타낸 그림이다. Fig. 4는 주요 실험변수인 압축냉각공기와 oil mist의 분사 위치를 나타낸 그림이다.



(a) Oil mist nozzle (b) Compressor cold air nozzle

Fig.3 Photographs of spray nozzle

Fig. 4의 (1)는 oil mist가 가공물과 연삭수돌의 중간위치에서 분사되고, (2)는 oil mist가 가공물 아래에서 분사되는 형태이고 (3)은 (2)의 압축냉각 공기와 oil mist의 위치를 변화 하였으며, (4)는 oil mist를 아래에서 위로 분사하게 하였다.

Table 1은 대체냉각기술의 냉각효과를 분석하기 위한 압축냉각공기와 oil mist를 이용한 연삭 가공 방법의 실험조건을 나타낸 것이다.

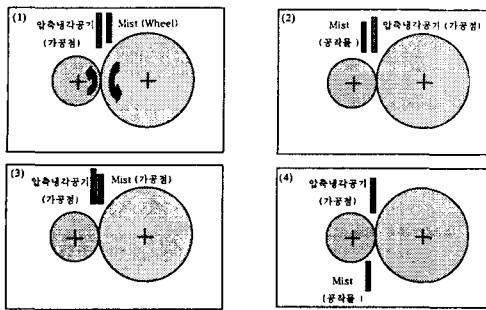


Fig. 4 Supply methods of oil mist and compressed cold air

Table 1 Experimental conditions

Grinding machine	CNC cylindrical grinding machine	
Grinding wheel	WA801/J7V 305 x 25 x 127	
Workpiece	SCM21	Carburizing and quenching (HRC 58 ~ 60)
	SM45C	
Grinding fluids	Compressed cold air	Pressure (kgf/cm ²) 4, 8 Amount (ℓ/sec) 5.5, 11 Temperature (°C) -25
	Oil mist	Amount (cc/h) 4 Pressure (MPa) 0.7
Dressing conditions	Dresser	Single point diamond dresser
	Depth of cut(a _d , μm)	10
	Feed rate(v _f , mm/rev)	0.05
Working conditions	Depth of cut (a, μm/sec)	5, 10, 15, 20, 30

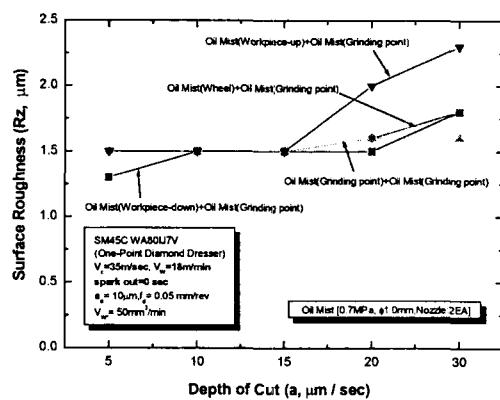
2.3 노즐의 위치에 따른 영향

Fig. 5는 가공물이 SM45C일 때 2개의 oil mist 분사 노즐을 사용하여 하나의 노즐은 가공 점에 공급하고 다른 하나의 노즐의 분사 위치를 변화하면서 이에 따른 가공물의 표면 거칠기와 잔류응력을 측정한 것이다.

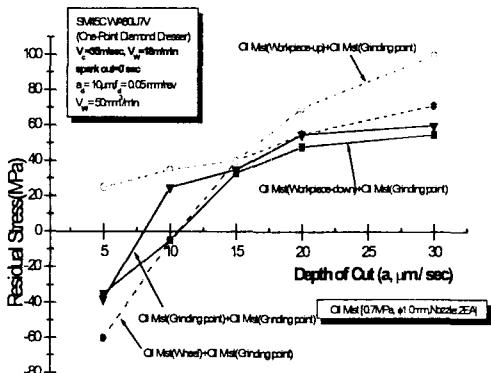
Fig. 5(a)의 그림을 보면 노즐의 분사 위치에 따라 표면 거칠기 값의 차이가 크지 않지만 연삭깊이가 15μm/s 이상이 되면 oil mist의 분사 위치가 가공 점과 가공된 후의 가공물 표면에 분사시켜주는 경우의 표면 거칠기가 급격히 나빠짐을 알 수 있다. 이는 연삭깊이가 15μm/s 이상인 경우에는 노즐 하나

에서 분사되는 oil mist의 양이 적어서 가공 점에서 윤활효과를 충분하지 않기 때문이다. Oil mist의 윤활효과를 극대화하기 위해서는 Fig. 4의 (4)의 방법이 좋다.

Fig. 5(b)는 잔류응력을 나타낸 것으로서 oil mist를 가공물 아래에(가공되기 전의 가공물 표면) 분사시킨 경우의 잔류응력 값이 가장 좋았다. 이것은 oil mist 분사방향이 가공물의 회전방향과 같게 되므로 oil mist가 가공 점에 원활하게 공급되어서 윤활효과가 좋아지고 가공 시 발생하는 열은 압축냉각공기에 의해서 냉각되기 때문이다.



(a) Surface roughness



(b) Residual stress

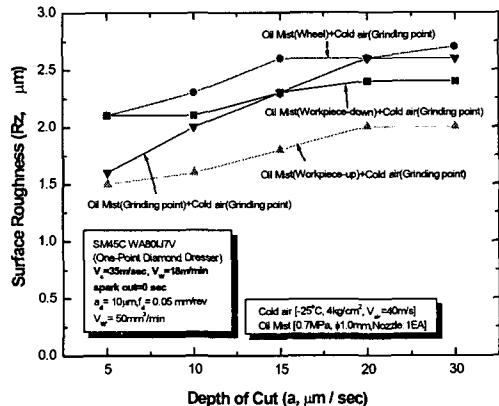
Fig. 5 Surface roughness and Residual stress according to oil mist spray direction

Fig. 6은 압축냉각공기와 oil mist의 공급 방법에 따른 표면 거칠기와 잔류응력을 나타낸 그림이다.

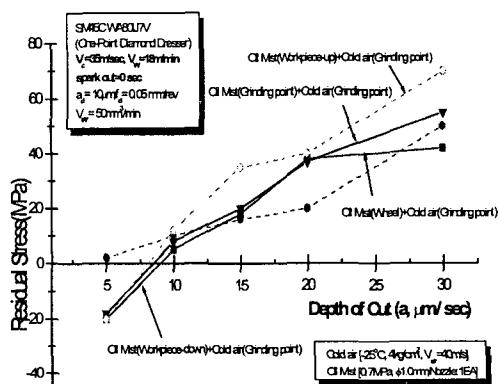
Fig. 6(a)를 보면 oil mist만을 이용하는 경우와

는 달리 Fig. 3의 (1)의 방법으로 실험한 경우의 표면 거칠기 값이 가장 좋았다. 이것은 oil mist와 압축냉각공기의 유속에 의해 가공 시 발생하는 침들의 제거가 원활하기 때문으로 생각되어진다.

Fig. 6(b)는 가공물 표면의 잔류응력을 측정한 것으로서 2개의 노즐을 사용하여 oil mist를 공급하는 경우와 비슷한 결과를 얻을 수 있었다.



(a) Surface Roughness



(b) Residual stress

Fig. 6 Surface Roughness and Residual stress according to cold air and oil mist spray direction

3. 결론

본 논문에서 대체냉각기술로 제안한 압축냉각공기와 오일 미스트의 공급 방법 등을 실험변수로 하여 연삭 가공 후 가공물의 표면품질을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 2개의 노즐로 oil mist를 공급하는 경우에는 oil mist 공급노즐의 위치에 따른 가공물의 표면 거칠기의 차이는 크지 않았으나, 연삭깊이가 $15\mu\text{m}/\text{s}$ 이상이 되면 oil mist를 가공 점과 가공 후의 가공물 표면에 공급하는 경우가 나쁘게 나타났다.
- 압축냉각공기와 oil mist를 사용하는 경우와 2개의 노즐로 oil mist를 공급하는 경우의 연삭깊이에 따른 잔류응력 값의 분포는 비슷한 경향을 나타내었다.
- 압축냉각공기와 oil mist를 적절히 조합하여 사용하면 연삭깊이가 $10\mu\text{m}/\text{s}$ 이하의 정삭가공 영역에서는 가공물 표면의 잔류응력이 압축응력이 되도록 할 수 있다.
- 이상의 실험에서 압축냉각공기와 oil mist를 적절히 조합하여 사용하면 연삭유를 대체할 수 있으므로 환경친화 연삭이 가능하리라 본다.

후기

본 연구는 선도기술개발 사업 중 “첨단생산시스템개발사업”과 “청정생산이전확산사업”的 연구비에 의하여 지원되었으며 이에 감사합니다.

참고문헌

- Takashi Ueda, Masahiko Sato, Kazuo Nakayama, "Cooling characteristics of cutting grain in grinding", Annals of the CIRP vol. 45/1/1996
- T. Kato, H. Fujii, "Energy Partition in Conventional Surface Grinding", ASME Journal of Manufacturing Science and Engineering, pp. 393-398, 1999.
- C. Guo, Y. Wu, V. Varghese, S. Malkin, "Temperature and Energy Partition for Grinding with Vitrified CBN Wheels", Annals of the CIRP Vol. 48/1, 1999
- 横川和彦, 奥村成史, 清水茂夫, 横川宗彦, “公害防止のための冷風研削加工”, 砥粒加工學會學術講演會論文集, pp. 90~91, 1998.
- 奥村成史, 横川和彦, 清水茂夫, 横川宗彦, “公害防止のための研削油剤の用いないレジノイド砥石による冷風研削の研究”, 砥粒加工學會學術講演會論文集, pp. 92~97, 1998.
- H. Z. Choi, S. W. Lee, J. S. Ahn, "A comparison of the cooling effects of the compressed cold air and coolant for the cylindrical grinding", International euspen conference, pp. 416~419, 1999.
- H. Z. Choi, S. W. Lee, J. S. Ahn, "A study on the surface integrity for the cylindrical grinding with compressed cold air", ISAAT, pp. 187~192, 1998