

엔드밀의 TiN 코팅조건과 절삭력 증가율과의 관계

The relation of TiN coating condition of end-mill and cutting force increase rate

최석우(기술표준원), 이위로(기술표준원), 백영남(경희대학교), 최광진(경희대학교)

1. 서론

최근 고속도 공구강 엔드밀에 행하여지고 있는 TiN 코팅은 이미 상당한 수준 일반화되어 있으며, 국내외의 많은 공구회사 등에서도 생산품목중에 반드시 포함되어 있는 공정중의 하나이다. 이 코팅 기술은 1960년대부터 개발되었으나 우리나라에서 상용화 된 것은 80년대 초부터 시작되었으나 지금까지 코팅층의 양부를 결정짓는 방법은 기존 습식코팅의 시험하는 방법이나, 코팅된 공구를 직접 절삭 가공하여 공구파손까지를 공구수명으로 측정하여 코팅층의 성능을 표현하였다. 그러나 최근 CNC 밀링에서는 엔드밀 등의 공구가 파손될 때까지 절삭가공을 행하는 예가 없다. 즉 다시 말해 절삭공구의 절삭력이 공구의 파단, 파손 한계보다 커지는 경우는 이미 정밀가공이 불가능하다는 뜻이 되므로 그동안 연구에 적용된 절삭날의 파손에 따른 수명의 결정은 엔드밀의 경우에 적용할 수는 없다. 따라서 본 연구에서 절삭력의 변화로 코팅층의 성능을 파악할 수 있는 방법과, N₂, Ar, 온도등의 변화가 코팅된 엔드밀의 절삭성능에 어떠한 영향을 미치는지를 알아 보고자 하였다.

2. 실험방법

코팅된 엔드밀을 이용하여 피 절삭물을 가공하고 가공시에 생기는 절삭력을 측정하여 절삭력 증가율을 측정하였다. 절삭력을 측정하기 위하여 사용된 장치는 화천기공의 SIRIUS-2 머시닝 센터와 Kistler 사의 9257B 공구동력계와, 5019A130 전류 증폭기를 사용하였다.

실험에 사용된 절삭공구는 Ø8 의 두날 엔드밀을 사용하였고, 코팅조건의 변화는 N₂, Ar, 온도를 변화 시켜가며 코팅하였으며. 실험에 필요한 코팅은 HCD gun을 사용한 코팅 장비에서 행해 졌다

실험 방법은 N₂와 Ar 가스 주입량, 온도를 변화시켜 코팅한 Ø8 두날 엔드밀로 절삭길이를 3000mm 까지 절삭할 수 있도록 머시닝센터에 프로그램을 입력하여 가공하였다. 입력한 프로그램에 따라 절삭을 하게 되면, 절삭시의 절삭력이 공구 동력계를 통하여 미세전류 형태로 Charge Amplifier에 전달되게 된다. 전달된 신호는 A/D 변환기에서 사용될 만큼의 신호로 증폭되고 변화된 데이터는 IBM PC에 저장된다.

본 실험에 사용된 절삭 조건은 절삭속도 1500rpm, 절삭깊이 12mm, 절입폭 0.5mm, 이송속도 60mm/min 으로 하였다.

본 실험에 사용된 정상조건의 코팅은 진공도가 0.5×10^{-6} torr 이상 좋아졌을 때를 기본 진공도로 하였으며, 기본적으로 80분간을 코팅하였고, 코팅이 끝나면 90분간 서서히 냉각 시켜 표면응력 발생을 방지 하였다. 그밖의 상용화된 코팅 엔드밀의 기본 코팅 조건은 Table 2와 같았다.

Table 1 Coating parameter of normal condition

item	value
average Ar gas flow	30 ccm
average N2 gas flow	90 ccm
mean temperature of end-mill	490 °C
average bias(V)	370 V
average bias(A)	7.6 A
gun ampere	165 A
chamber pressure	1.03 mtorr

3. 실험결과

N₂ 가스의 주입량은 적정량보다 많거나 적을 때 절삭력 증가율이 커지며, 절삭율 증가율이 큰 엔드밀의 수명은 절삭율 증가율이 적은 엔드밀보다 적었음을 알 수 있었고, Ar 가스 주입량은 코팅층의 성능에 큰 영향을 미치지 않는 않지만 과량으로 주입될 경우 코팅층의 성능을 저하시키는 요인이 되었다. 코팅온도는 높을수록 좋지만 일정온도를 넘게되면 성능이 급격히 저하되었다. 마지막으로 절삭력 증가율로 코팅층의 성능을 평가하는데 적합하다는 결론을 얻었다.

참고문헌

- 1) D.M. Mattox, "Design consideration for ion plating," Sendia Corp Report No, SC-R-65-997, 1966
- 2) V. Biel, H. Kneyrandish and J.S.Colligon, "Thin Solide films," No. 200, p 283, 1991
- 3) 김일문, 이인우, 남옥현 "The Effect of Deposition Temperature on the Growth behavior of TiN deposited by PECVD ", Journal of Korean Society for Heat Treatment, Vol. 6, No.4, pp 223 ~ 229, 1993
- 4) J.A. Sue and H.H. Troue "Surface and coatings technology," 33, pp. 169~181, 1986
- 5) 상공부, 공업기반기술개발과제 "금속이온 플레이팅 냉연강판 개발", 1992. pp 228-249
- 6) Clark Bergmann : Ion Plating and implantation application to materials, ASM Conference proceedings, 3-5 June (1985) 115(ed) Robert F. Hoffman
- 7) P.J. burnett and D.S. Rikerby : "The relationship between hardness and scratch adhesion," Thin Solid Filmes, pp. 233-254, 1988
- 8) M. Callier, G.H. Lee : "Scratch Adhesion Test of Magnetron Sputtered Cu Coating on Al Substrate, Effect of the Surface Preparation," Thin Solid Films 169, pp 193-205, 1989