

인발다이 가공을 위한 니들 호닝기용 툴혼 설계

윤형준*(건양대 대학원 기계공학과), 윤영식(건양대 기계공학과)

Design of The Tool Horn for Dies Needle Horning Manufacturing

H. J. Yoon (Mech. Eng. Dept., KYU graduate school), Y. S. Yoon(Mech. Eng. Dept., KYU)

ABSTRACT

Ultrasonic machining technology has been developed over recent years for manufacturing the quality-assured precision parts for several industrial application such as optics, semiconductors, aerospace and automobile application. Ultrasonic needle horning is widely used in cutting(drilling) of non-conductive, brittle workpiece materials. This paper intends to understanding of the basic mechanism of ultrasonic needle horning. And frequency analysis program is used to easily predict the natural frequency of ultrasonic vibration cutting tools.

Key Words : Ultrasonic polishing(초음파 폴리싱), Horn(혼), Abrasive(연마입자), Drawing dies(인발 다이스), Micro wire(극세선)

1. 서론

초음파 가공법은 가공용 공구에 초음파 진동을 주어 지립을 물에 혼합한 슬러리를 통하여 가공물을 충격, 파쇄하는 가공법이다. 이러한 초음파 가공기술의 개발은 신소재, 세라믹스류 등 난삭 재료의 폭발적인 가공수요로 인해 필요성이 증대 되고 있다. 실제적으로 초음파 가공은 현존하는 가공기술 중에서 비전도성 난삭재의 가공에 생산성 향상을 가져올 수 있는 가장 유망한 가공기술이며, 전 세계적으로도 수요가 계속 증가하고 있다.

2. 초음파 가공의 필요성

일반적으로 세선(wire)을 가공하기 위한 인발다이스는 구멍이 있고 그 구멍은 테이퍼가 가공되어 있다. 기존의 인발다이스는 그 직경을 작게 하는데 한계가 있어 극세선(micro wire)과 같은 극히 가는 굵기의 세선은 인발할 수 없다는 것이 생산의 기술적인 문제였다.

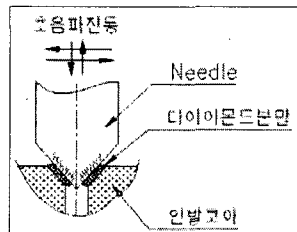


Fig.1 Mechanism of ultrasonic needle horning

또한 테이퍼 가공과 가공면의 폴리싱(polishing)은 레이저 드릴링으로는 가공하기가 어렵기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위하여 초음파 진동을 이용한 가공을 하였다.

Fig.1은 초음파 진동에 의해 가공되는 모습을 보여 주고 있다.

4. Tool Horn의 설계

초음파 진동자는 초음파를 발진시키기 위해 피에조(piezo)를 내장하고 있으며 이 초음파 진동자는 고정부를 통해 가공기 본체와 연결 되어 있다. 진동자는 운전시 초음파 진동에 의한 여러 가지 영향을 받으므로 설계에 이를 반영해야 한다. 이를 위하여 진동자의 하모닉(harmonic) 운동에 대해 FEM을 통해 시뮬레이션(simulation)하였으며, 실험을 통하여 진동특성과 가공압을 측정하여, 가공에 적합한지를 평가 하였다.

발진부 재료는 티타늄(Ti6-4V)이며 혼의 재료는 SUS304, bolt와 고정부는 구조용 강재가 사용되었다. 각 재료의 물성은 Table 1, Table 2 그리고 Table 3 과 같다.

Table 1 Material properties of titanium(Ti6-4V)

Young Modulus	1.14 E×11 Pa
Poisson Ratio	0.31
Yield Strength	9.3 E×5 MPa

Table 2 Material properties of structural steel

Young Modulus	2 E×8 Pa
Poisson Ratio	0.3
Yield Strength	2.5 E×8 Pa

Table 3 Material properties of SUS 304

Young Modulus	1.93 E×11 Pa
Poisson Ratio	0.31
Yield Strength	2.07 E×8 Pa

경계조건은 고정부의 외부를 Fixed support 하였고 톨 혼의 끝단으로부터 211.2mm 떨어진 곳에 실험에 의해 측정된 115N의 힘을 적용 하였고 35 kHz로 가진 되었다. Fig.2에서 최대 응력값이 0.414MPa로 SUS304의 항복강도가 207MPa임을 고려해 보면 충분한 안전계수가 확보되었음을 볼 수 있다. 또한 Fig.3에서의 값을 보면 최대 변위량이 약 ±0.015μm으로 횡방향 변위가 거의 없음을 알 수 있다.

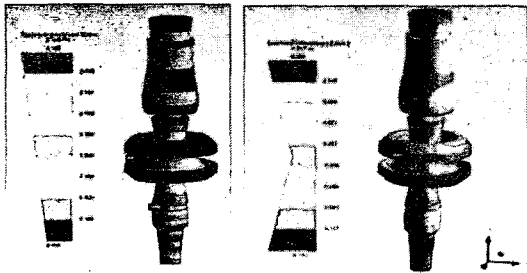


Fig.2 Von mises stress Fig.3 Deformation of X axis
제작된 혼-발진부가 초음파 진동에 의해 진동하는 진폭과 가공압을 측정하기 위한 실험을 하였다. Fig.4는 제작된 혼-발진부를 보여주고 있다.



Fig.4 Horn Ass'y

진동특성을 파악하기위해 Laser Vibrometer (Polytec OFV512 , OFV3001)를 이용하여 측정하였고 측정값을 도시 하기위해 Dynamic signal analyzer (HP 35670A)와 Oscilloscope (Lecroy LC334AL)가 사용되었다.

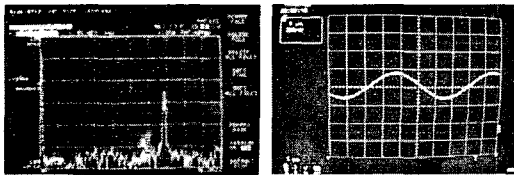


Fig.5 Specific of frequency Fig.6 Deformation
측정된 주파수는 35kHz 이며 변위는 ±1.28μm 로

측정 되었다. Fig.5와 Fig.6은 측정값을 보여 주고 있다.

가공압 측정을 위하여 KISTLER 9331B를 이용하여 가공압을 측정하였고 결과 값을 도시 하기위해 Dynamic signal analyzer (HP 35670A)와 Oscilloscope (HP 54602B)가 사용되었다.

실험 결과, 주파수는 35.2kHz 이며 가공력은 +121N, -109.4N 으로 측정 되었으며 Fig.7은 측정한 값을 보여 주고 있다.

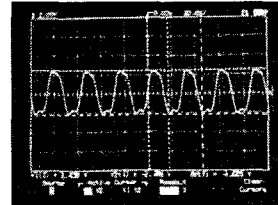


Fig.7 Machining force

4. 결론

마이크로 와이어 가공용 인발 다이의 가공을 위한 초음파 호닝기의 톨 혼의 설계를 하였으며 FEM을 통해 고유진동수 해석과 harmonic 해석 통해 설계단계에서 톨 혼의 적합 여부를 판단하였으며, 실험을 통해 증명하였다. 본 논문을 통하여 초음파 니들 호닝기의 설계에서 가장 핵심이라 할 수 있는 톨 혼의 설계에 대한 이론 정립, 제작기술을 확보하였다. 또한, 극세선(∅10μm 이하)인발 다이스 가공의 톨 혼 설계 및 제작을 위한 기초 기술을 확보하게 되었다. 이러한 초음파 가공기술은 향후 초음파 세척기, 초음파 머시닝 센터 등에 응용될 수 있을 것으로 기대 된다.

참고문헌

1. 강재훈, "초음파 진동을 부가한 세라믹스의 연삭 가공에 관한 연구", 한국 자동차 공학회 논문집, Vol.4, No.5, 1996
2. 최인휴, 김정두 "극저속에서 초음파 진동가공에 의한 칩생성 특성에 관한 연구", 대한기계학회 논문집 A, Vol21, No.4, 1997
3. 주종남, 김규만, 김성을 "미세형상 가공을 위한 방전·초음파 가공 기술", 한국정밀공학회지, Vol.17, No.7, 2000
4. 강종표, 김병화, 송지복 "초음파 진동절삭에 의한 가공정도 향상에 관한 연구", 한국정밀공학회지, Vol.8, No.2, 1991
5. 강종표, "초음파 진동 절삭공구 혼 의 설계에 관한 연구", 한국정밀공학회지, Vol.8, No.4, 1991