

Mixing Chamber 형상에 따른 Water Jet 절단 특성 평가 Evaluation of Cutting Characteristics Water Jet with Mixing Chamber Geometry

*이호철¹, 박용길, Biswas Pradipta Vaskar, 김좌영, 안종환¹

*H. R. Lee¹, Y. K. Kwak, Biswas Pradipta Vaskar, H. Y. Kim, #J. H. Ahn(jhwahn@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부

Key words : Mixing Chamber, Taper, AWJ

1. 서론

연마재 워터젯(Abrasive Waterjet, AWJ) 절단은 2,000~4,000bar 이상으로 압축된 물과 연마재를 Mixing Chamber에서 혼합하고 노즐을 통해 음속의 2~3배의 속도로 분사시켜 소재를 절단하는 기술이다.

AWJ Cutting Head의 설계변수로는 Mixing Chamber의 연마재 공급구 단면형상과 Z축과의 각도, 오리피스 출구에서부터 연마재 공급구까지의 거리, 혼합실의 길이 대 직경 비, 혼합실의 형상에 따라 물과 연마재의 혼합효율이 달라진다. 본 논문에서는 Mixing Chamber의 혼합실 형상에 따른 AWJ의 절단특성을 측정하고 기존의 Mixing Chamber와의 혼합효율을 비교하였다.

2. AWJ 가공특성

AWJ 절단은 펌프에서 공급되는 고압의 물과 연마재를 이용하여 절단 및 구멍 가공을 하는 장치로써, Fig 1에서 보는 바와 같이 고압의 물이 Cutting head의 오리피스를 거쳐 고속의 물로 바뀌고, 연마재가 유입되어 혼합된 후, 노즐에 의해 분사되어 공작물을 절단한다.

AWJ 절단에 영향을 미치는 주요 요소는 가공압력, 가공속도, 이격 거리, 절단각도, 노즐과 오리피스, 연마재 종류 및 크기, 질량유량 등이 있다.^(1,2)

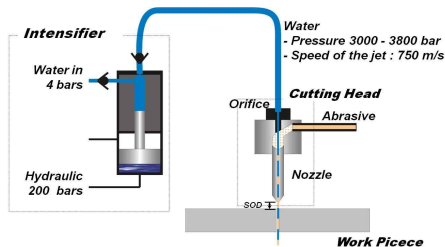


Fig. 1 Configuration of AWJ machining

3. 실험방법

Table 1 Experiment Conditions

Parameter	Conditions
Cutting pressure(bar)	3800
Abrasive flow rate(g/min)	230, 300, 430
Abrasive	garnet(#80)
Feed rate(mm/min)	90, 180
Stand off distance(mm)	1.2
Orifice diameter(mm)	0.33
Work piece	Al, SUS, PCB, Acrylic
Nozzle diameter(mm)	1.01
Nozzle length(mm)	76.2
Mixing Chamber	Cylindrical, Elliptical, Hyperbolic, Circular

Table 1은 본 연구에 사용된 실험조건을 나타낸다. 본 연구에서는 기존의 Cylindrical 형상 Mixing Chamber 외 3가지 형상을 설계하였고(Elliptical, Circular, Hyperbolic), 그 단면도를 Fig. 2에 나타내었다. 각각의 Mixing Chamber에 대해 가공속도, 연마재 질량유량, 공작물의 조건을 변경하여 실험하였다. Mixing Chamber의 형상 별 혼합효율을 비교하기 위해 식 (1)과 같이 jet의 입구 폭(B_T)과 출구 폭(B_B)을 측정하여 테이퍼(Taper of Cut)를 구하였다.⁽⁴⁾

$$\text{Taper of Cut} = (B_T - B_B) / 2 \quad (1)$$

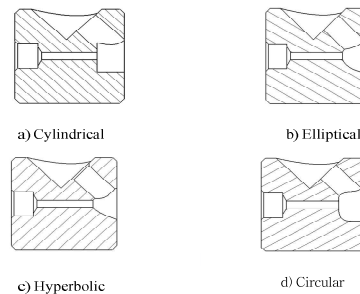
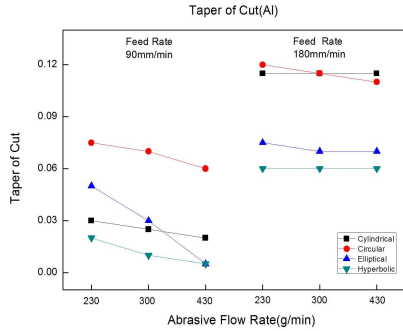
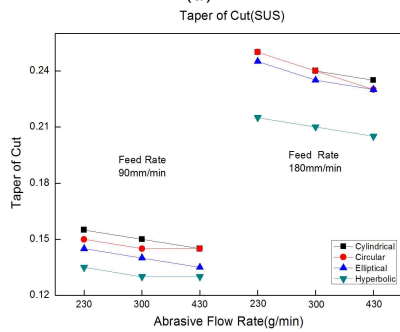


Fig. 2 Different types of mixing chamber geometry

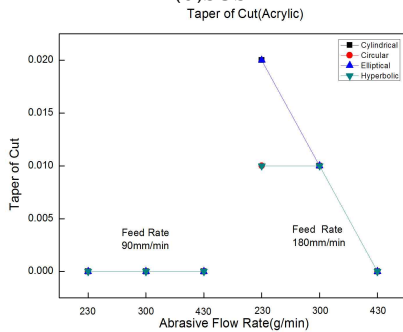
4. 실험결과



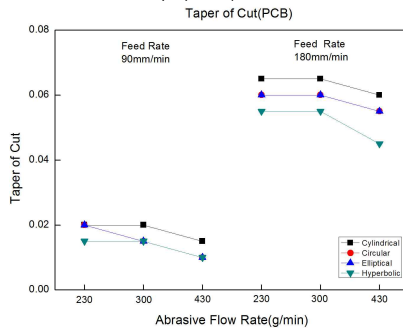
(a)Al



(b)SUS



(c)Acrylic



(d)PCB

(1) 가공속도가 90, 180mm/min 일 때, Hyperbolic Mixing Chamber의 테이퍼는 기존의 Cylindrical Mixing Chamber에 비해 0.015 ~ 0.05mm(Al), 0.015 ~ 0.035mm(SUS), 0 ~ 0.01mm(Acrylic), 0.005 ~ 0.01mm(PCB)만큼 감소하였다.

(2) 가공속도 90, 180mm/min 테이퍼 수치의 평균은 0.0619mm(Al), 0.187mm(SUS), 0.00417mm(Acrylic), 0.0367mm(PCB)로 공작물의 경도가 커질수록 테이퍼 수치도 증가한다. 그 이유는 공작물의 경도가 클수록, 절단과정에서 소모되는 연마재 입자의 운동에너지가 증가하기 때문이다.

5. 결론

(1) Mixing Chamber 형상에 따른 절단 특성을 비교하기 위해 Circular, Elliptical, Hyperbolic 형상의 Mixing Chamber을 설계 및 제작하였다.

(2) 테이퍼 수치를 측정하여 비교한 결과 Mixing Chamber의 혼합 효율은 Hyperbolic 형상의 Mixing Chamber가 가장 좋다.

후기

본 논문은 중소기업청이 지원하고 있는 중소기업 혁신 개발 사업 중 “초정밀 절단을 위한 워터젯 시스템개발” 과제(과제번호 : S1036745)의 일부이며, (주)TOPS의 SJA-1530 Super Jet 사용을 지원받아 실험을 수행하였습니다.

참고문헌

1. Miller, A., King, L., Savanick, G. A., "Waterjet Cleaning of Truck-Mounted Concrete Mixing Tanks," Proceedings of the 2001 WJTA American Waterjet Conference, 2, 551 ~ 556, 2001.
2. Park, K. S., Bahk, Y. K., Go, J. S., Kang, M. C., Lee, C. M., "Impact Behavior of Micro-sized Ceramic Particles in Abrasive Waterjet Cutting of Thin Multi-Layered Materials," JMST, 2008.
3. Kwak, Y. K., Golam Mostofa M. D., Ahn, J. H., "Study of an Abrasive Water Jet Cutting Head Through Simulation and Experiment," CIRP 2ND ICPMI, 2010.
4. Kitamura, M., Ishikawa, M., Sudo, K., "Cutting of Stream Turbine Components Using an Abrasive Waterjet," A. Licharowich(Ed.), Jet cutting Technology, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 543-554, 1992.