

# 교차구멍용 디버링 공구 개발 및 운용 방법에 대한 연구 Experimental tool development and management of deburring tool

\*이경욱<sup>1</sup>, #고성립<sup>2</sup>

\*K. U. Lee(bs3721@konkuk.ac.kr)<sup>1</sup>, #S. L. Ko(slko@konkuk.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 건국대학교 기계설계학과, <sup>2</sup> 건국대학교 기계설계학과

Key words : Burr, Deburring tool, intersecting hole, main hole

## 1. 서론

버(Burr)란 절삭가공시 소성변형에 의해서 생기는 불필요한 부분으로서 제품의 수명을 단축시키고 작업자에게 상해를 입힐 수 있다. 따라서 버는 반드시 제거되어야 하며 추가적인 디버링 공정과 모서리 마무리는 제품의 원가에도 많은 영향을 미치므로 자동화를 유도하면 원가절감에 큰 효과를 볼 수 있다.

이번 논문에서는 지난 실험에서 도출된 교차구멍에서 효율적인 디버링 공구의 운용 방법 및 조건을 이용하여 새로운 디버링 공구를 설계하여 성능평가 및 운용방법에 대해 연구해 보았다.

실험에 사용된 공구는 fig. 1 (b) 같이 양날 회전 공구 팁을 가졌으며 툴 자체의 스프링 탄성으로 작용하게 되어 있다.



(a) new deburring tool(∅9)



(b) tool tip

fig. 1 Configuration of new deburring tool

## 2. 디버링 공구 개발

이전 실험에서 beier tool과 burr-off tool의 두 가지 디버링 공구를 이용하여 디버링 실험을 하였다. burr-off tool은 툴의 자체 탄성을 이용하여 교차구멍 내부로 들어가 버를 제거하는 방식이며 이에 반해 beier tool은 외부 압력장치(유압 혹은 공압)를 이용하여 툴팁에 압력을 가하여 메인 홀로 들어가 교차구멍에 발생한 버를 제거하는 방법으로 운영된다.

beier tool은 툴팁의 높이가 낮고 크기가 작아 비교적 작은 교차구멍에서 효율적으로 디버링이 가능하며, 진입부가 main hole이기 때문에 한 개의 main hole에 여러 개의 교차구멍이 있는 경우 한 번의 디버링으로 효율적인 디버링이 가능하다. 또한 양방향으로 회전할 수 있는 cutting edge가 있어 교차구멍의 버를 거의 제거할 수 있다. 하지만 ∅1, ∅2 정도의 작은 교차구멍의 디버링은 불가능하며(fig.2), 외부압력공급장치가 별도로 필요하고 공구 자체의 단가가 높은 단점이 있다.

burr-off tool은 정회전 방향으로만 cutting edge가 있어 한방향

회전만 가능하므로 일부구간의 디버링이 이루어지지 않는다. 툴팁의 사이즈가 크기 때문에 교차구멍 디버링시 출구각이 90°인 부분의 버제거가 효율적으로 이루어지지 않는다. burr-off tool의 툴팁 최외각부에는 날이 존재하여 교차구멍 내부를 많이 손상시켜 일정 내부조도를 유지하기 어렵다.(fig. 3)

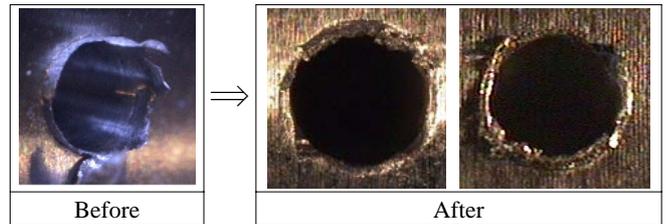


fig. 2 comparison between before and after deburring in 1mm drilling hole (9∅ beier tool)



(a)f=30mm/min

(b)f=120mm/min

fig. 3 surface roughness after deburring using burr-off tool (AL6061, 15°)

새로 개발한 디버링 공구는 burr-off tool과 beier tool의 장점을 수용, 단점을 개선하여 디자인되어 만들어졌다. new deburring tool은 툴 자체 탄성을 이용한 일체형으로서 양방향 회전 팁을 활용하여 교차구멍에 진입하는 공구이다. 진입시에는 정회전을 활용, 입구버와 출구버를 제거하고, 이탈시에는 미세거된 나머지 출구버를 제거하는 방법으로 1stroke 가공을 가능하게 했다. 내부 조도를 고려하여 tool tip의 최외각부를 라운드처리하였고, tool tip의 높이도 1mm 이하로 작게 만들어서 출구각이 90°인 부분의 버제거를 용이하게 하였다.

## 3. 디버링 공구의 성능평가

Table 1 Deburring conditions

Deburring tool crossing hole	main hole	Material	condition	
			RPM	Feedrate mm min
new deburring tool (∅9, ∅9.2, ∅9.4, ∅9.6, ∅9.8)	∅10, ∅12, ∅14, ∅16, ∅18, ∅20	AL6061	600~2100	30~180

디버링 공구의 성능실험은 최적의 디버링 조건을 찾는 것을 목표로 실시하였다. 다양한 회전속도와 이송속도에서의 디버링 성능을 평가하였고, 교차구멍과 주구멍의 크기도 다양하게 하여 가능한 디버링 구간을 찾아보았다.

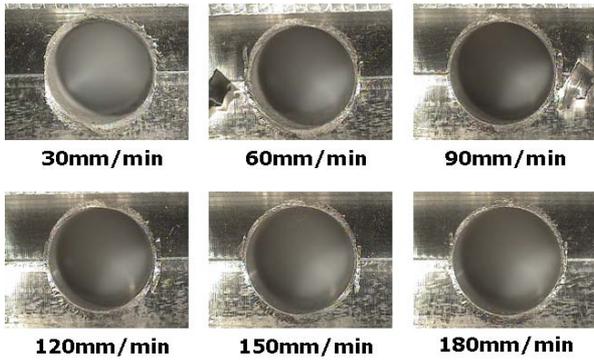


fig. 4 deburring result by feedrate ( $\varnothing 14$  main hole,  $\varnothing 9$  crossing hole, 1200rpm )

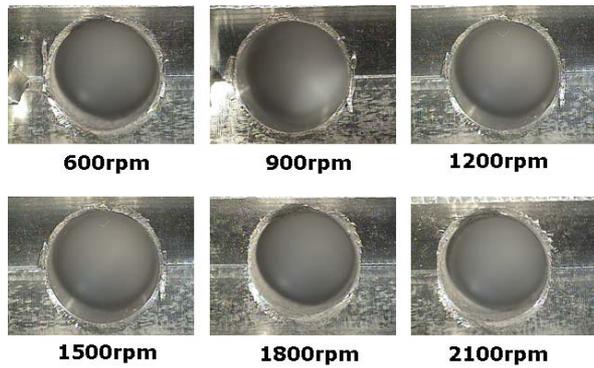


fig. 5 deburring result by rpm ( $\varnothing 14$  main hole,  $\varnothing 9$  crossing hole, 120mm/min )

이송속도와 회전속도에 따른 디버링 결과를 비교하기 위하여 fig. 4와 fig. 5와 같이 이송속도 30mm/min~180mm/min과 회전속도 600rpm~2100rpm에서 비교하였다.

fig. 4에서 빠른 이송속도인 150mm/min, 180mm/min에서는 불안정한 디버링이 되어 퍼져있는 상태의 버가 남아 있는 것을 볼 수 있다. 이송속도가 느린 30mm/min, 60mm/min에서는 경사면 구간의 버는 완전히 제거되었지만 출구각이 90°인 좌우 양끝부분의 버는 그대로 잔류해있는 것을 볼 수 있었다. burr의 크기와 chamfer크기를 비교했을 경우 90mm/min, 120mm/min에서 가장 나은 디버링 결과를 보였다. 또한 fig. 5의 회전속도에 따른 실험에서도 900rpm, 1200rpm에서 가장 좋은 디버링 결과를 볼 수 있었다.

이를 토대로 최적 디버링 조건은 90mm/min과 900rpm이며 회전당 이송량은 0.1mm/min라는 결론을 얻었다.

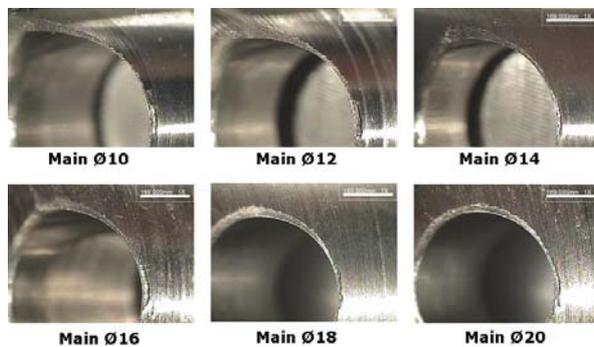


fig. 6 deburring result according to main hole size ( $\varnothing 9$  crossing hole, 90mm/min, 900rpm)

본 디버링 공구를 사용 할 경우 디버링 가능한 주구멍 크기와 교차구멍 크기를 확인하기 위하여 fig. 6, fig. 7과 같은 실험을 실시하였다.

fig. 6에서 보면 경사면에서의 디버링은 성공적으로 이루어진 것을 볼 수 있다. 하지만 주구멍 크기가 비교적 작은  $\varnothing 10$ ,  $\varnothing 12$ 인 경우 출구각이 90°인 구간에 남아있는 잔류버가 관찰되었다. 그

외에 주구멍이  $\varnothing 14$ 이상인 경우는 상당히 안정적인 디버링 결과를 보이며 거의 모든 버가 제거되는 것을 관찰하였다.

교차구멍 크기에 따른 디버링 결과를 나타낸 fig. 7을 보면 거의 모든 버가 완벽히 제거된 것을 볼 수 있다. 교차구멍이  $\varnothing 9.2$ 인 경우는 경사면 구간은 물론이고 출구각이 90°인 부분도 잔류버가 없이 버가 거의 제거되었다. 따라서 새로 개발한 본 디버링 공구는 900rpm, 90mm/min에서 가장 나은 디버링을 수행하며,  $\varnothing 14$ 이상의 주구멍에서  $\varnothing 9.0 \sim \varnothing 9.8$ (최대출구각 134.4°이하)에서 사용할 경우 큰 효과를 볼 수 있다.

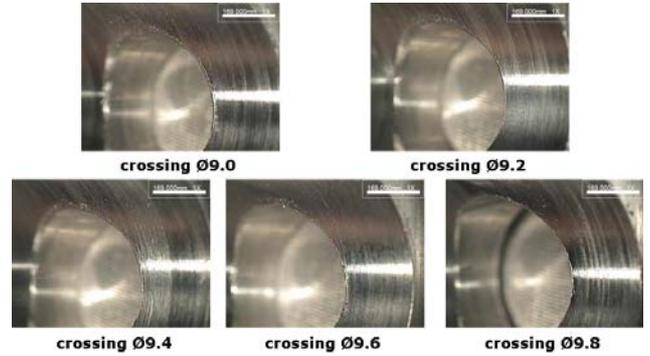


fig. 7 deburring result according to crossing hole size ( $\varnothing 14$  main hole, 90mm/min, 900rpm)

#### 4. 결 론

이번에 새로 디자인되어 제작된 디버링 공구의 성능평가가 이루어졌다. 디버링 공구의 생산단가를 줄이고 비교적 효율적인 디버링을 하는 공구가 개발되었다. 하지만 일정 조건에서 출구각 90°인 부분의 버잔류는 큰 문제가 아닐 수 없다. 따라서 본 공구의 cutting edge부분을 개선하여 잔류버를 완벽히 제거할 수 있는 공구를 개발해야겠다. 또한 위 디버링 공구는 일체형으로서 제작 방법에도 어려움을 겪고 있는게 사실이다. 따라서 추후에 tool tip과 body를 분리할 수 있는 분리형 공구를 제작하는 방법도 고려해야겠다.

#### 참고문헌

1. Gillespie, L.K., "Deburring Precision Miniature Parts," Precision Engineering, Vol.1, No.4, pp.189-198, 1979
2. Ko, S. L. and Dornfeld, D., "A Study on Burr Formation Mechanism," Trans. of ASME, J. of Eng. For Materials and Technology, Vol. 113, pp. 75-87, 1991.
3. Sung-Lim Ko and Byung-Kwon Kim, "Burr formation experiment in drilling on the inclined exit surface" 4<sup>th</sup> Asia-Pacific Forum on PSFDT, Vol.4, 2005
4. S.L. Ko, B.K. Kim, Burr formation experiment in drilling on the inclined exit surface, 4th Asia Pacific Forum on Precision Surface Finishing and Deburring Technology, Taichung, Taiwan, (2005), 19-24.
5. K.U. Lee and S.L. Ko, Experimental analysis of deburring by mechanical tools for the burr at the intersecting holes, 8th Int. Conf. on PSFDT (precision surface finishing and deburring technology), Kansai University, Osaka, Japan, (2006), 116-121.