

교차구멍의 디버링 도구 de burring tool for intersecting holes

*최철준¹, #김권희², 조창희¹

*C. J. Choi¹, #K. H. Kim(kwonhkim@korea.ac.kr)², C. H. Cho¹

¹ 고려대학교 대학원 기계공학과, ² 고려대학교 기계공학과

Key words : Burr, Deburring Tool, Intersecting Angle, Intersecting Holes

1. 서론

기계 가공 시 발생하는 버는 제거를 위한 2 차 가공을 필요로 한다. 버를 줄이기 위한 연구로, Stein 과 Dornfeld 는 드릴 작업 시 발생하는 버의 형태에 대한 연구를 하였고,^{1,2} 김진수와 Dornfeld 는 드릴의 회전속도와 이송속도 조합에 따른 버 제어 차트(Burr control Chart)를 제안하였다.³

드릴링 버를 제거하는 방법은 물리적 가공, 전기적 가공, 그리고 화학적 가공 등으로 분류할 수 있다. 현재 상용화된 디버링 기구는 평면 구멍의 버를 제거하는데 효과적이거나 입의 각도를 가진 교차구멍의 디버링에는 적용하기 어려운 경우가 많다.

Fig 1 과 Fig 2 는 각각 송중섭⁴ 과 김자운⁵ 의 본 연구 이전에 개발된 디버링 기구의 사진이다. 이들 디버링 기구는 커터 헤드의 바깥쪽 측면이 구의 형상을 가지고 있고 절삭 날이 샤프트의 축에 대해서 일정한 각도를 가지고 있다.

송중섭⁴ 의 기구는 커터 날이 샤프트에 대해서 구멍의 반경방향(y)을 축으로 일정한 각도(β)를 이루며 김자운⁵ 의 기구는 샤프트의 축방향(z)으로 커터 날에 추가적인 각도(γ)를 부여한 것이다. 송중섭의 기구는 커터 헤드를 구멍에 진입 시키기가 용이하나 샤프트의 진동으로 디버링 면의 품질이 저하되는 면이 있다. 김자운의 기구는 샤프트가 짧아서 디버링 면의 품질이 향상되었으나 커터헤드의 형상이 비교적 복잡하다는 단점이 있다.

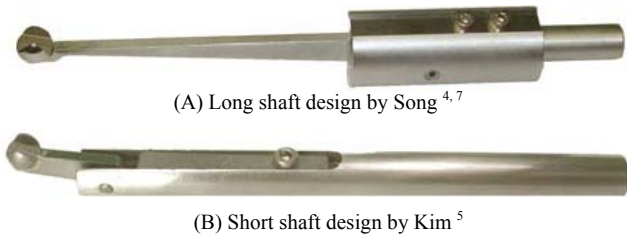


Fig. 1 Previous designs of deburring tools for intersecting holes.

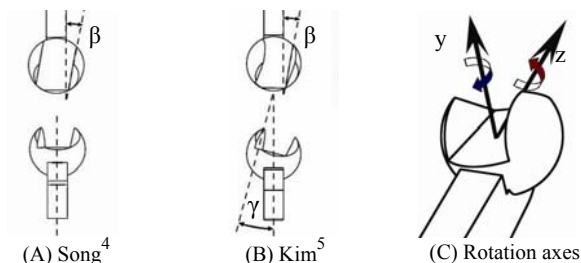


Fig. 2 Geometry of the cutter heads in the previous designs of deburring tools for intersecting holes.

기존 설계에서는 커터의 복잡한 형상으로 직경 4mm 이하의 구멍에는 적용하기 어렵다는 문제가 있었다.

본 연구는 기존 디버링 기구들의 단점을 보완하여 제작이 용이하고 직경 4mm 이하의 구멍에도 적용할 수 있는 기구를 설계하는 것을 목표로 한다.

2. 디버링 기구의 설계

2.1 커터 헤드의 설계

일반적으로 드릴은 시계 방향으로 회전하면서 구멍을 절삭하며 구멍의 출구에서 재료가 소성변형으로 밀려나가 버가 형성된다. 따라서 교차 구멍의 출구에 적합한 디버링 기구는 반 시계 방향으로 회전하는 것이 효과적이다. Fig 3 은 새로운 커터의 구조를 나타내고 있다. 커터 날의 샤프트에 대한 y 축 기준 경사각(β)을 없애고, z 축 기준 회전각(γ)을 두어서 날을 형성하도록 설계 되었다. 그리고 샤프트와 결합하기 위한 홈(slot)을 절삭날 홈과 통합함으로써 한번의 홈 가공 공정으로 커터 헤드를 완성할 수 있도록 설계 되었다.

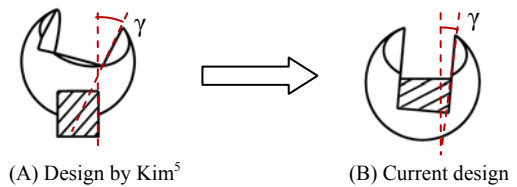


Fig. 3 Comparison of the cutter head geometry

2.2 디버링 기구의 설계

커터 날은 진행방향에 대하여 윗면 경사각(rake angle, α)과 여유각(relief angle, c)을 가진다.⁶ 초경 절삭 기구로 버를 제거할 때, 윗면 경사각(α)은 $0^\circ \sim 15^\circ$, 여유각(c)은 $6^\circ \sim 12^\circ$ 를 가져야 한다.⁶ 재질이 고속도강인 절삭 기구로 버를 제거할 때, 윗면 경사각은 $12^\circ \sim 16.5^\circ$, 여유각은 12° 의 값을 가져야 한다.⁶ 본 연구에서는 커터의 재질을 두 가지로 선택하였다. Type 1 은 고속도강, Type 2 는 초경 재질의 디버링 기구이다. Table 1 은 디버링 기구의 윗면 경사각(rake angle) 및 여유각(relief angle)을 나타내고 있다

Table. 1 Rake angle and relief angle of deburring tools.

Type	Cutter head material	Rake angle	Relief angle
Type 1	High Speed Steel(HSS)	16°	10°
Type 2	Tungsten Carbide (WC)	0°	9°

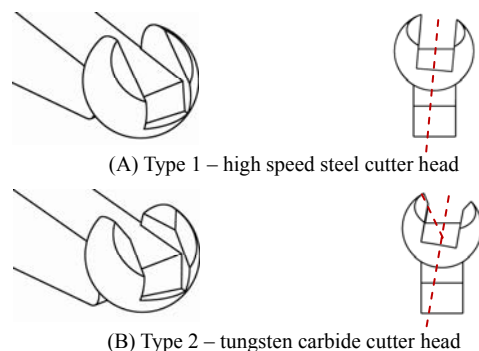


Fig. 4 Cutter head and shaft assembly

3. 디버링 기구의 성능 평가

3.1 성능평가 실험의 개요

2종의 디버링 기구에 대하여 실험을 수행하였다. 알루미늄(AL6061 T6)과 탄소강(S45C)의 두 가지 재질에 대하여 직각으로 교차하는 구멍을 가공하여 시편을 제작하였다.

1차 구멍의 직경을 D1, 교차하는 구멍의 직경을 D2 라 할 때, D1은 16mm, D2는 11.5mm로 선택하였다. 회전 속도는 200rpm, 기구의 이송속도는 20mm/min으로 하였고, 절삭유는 사용하지 않았으며, 머시닝 센터를 이용하여 실험하였다. Fig. 6는 알루미늄 시편의 버를 보이고 있다.

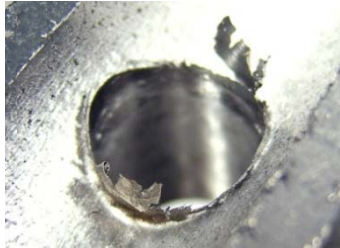
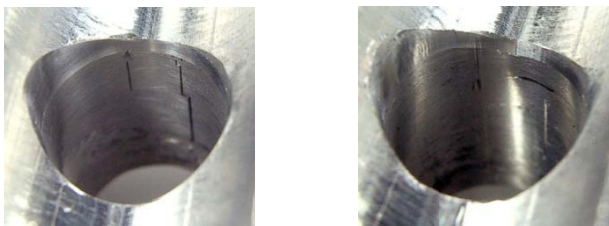


Fig. 6 Exit burr of the intersecting hole (AL6061-T6).

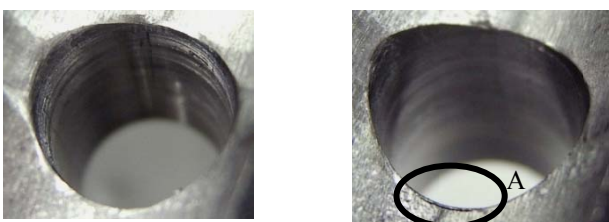
3.2 성능 평가 결과

Fig 7과 Fig 8은 알루미늄과 탄소강 시편에 대한 디버링 결과를 보여주고 있다. type 1의 경우, 알루미늄과 탄소강 시편에서 진동이 없어 떨림과 찍힘 현상이 없이 면이 고르고, 균일한 모따기(chamfering)가 된 것을 볼 수 있다. 하지만, type 2의 경우, 탄소강(S45C) 실험에서 버가 밀집되었던 하단부에 버가 일부 남아 있는 것을 볼 수 있다.



Type 1(HSS) tool Type 2(WC) tool

Fig. 7 Deburring test results for AL6061-T6



Type 1(HSS) tool Type 2(WC) tool



Detailed view of A zone

Fig. 8 Deburring test results for S45C

특히 Type 2의 디버링 기구는 실험 직후, 커터 헤드의 절삭량을 조절해주는 가이드 부분이 일부가 파손되었다. 충격하중에 취약한 초경 재질의 커터 헤드가 디버링 과정에서 탄소강 소재와 접촉하는 과정에서 파손이 진행된 것으로 판단된다.

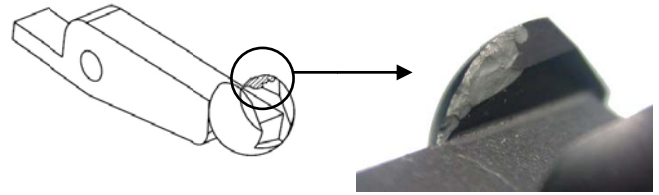


Fig. 9 Damaged deburring tool (type 2)

충격량을 감소시키기 위하여 기구 부품 중, 절삭저항에 영향을 주는 스프링의 두께를 줄여 다시 실험을 하였을 때, 같은 지점의 기구 파손뿐 아니라, 디버링 성능도 현저히 떨어지는 것을 알 수 있었다. 이것으로 강철 재질의 교차구멍을 디버링 할 때, 디버링 기구의 회전에 의해 발생하는 진동 및 충격에 초경의 재질보다 고속도강의 재질이 적합하다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

고속도강 및 초경의 디버링 기구를 설계하여 알루미늄과 탄소강의 디버링 결과를 비교해 보았을 때, 알루미늄에는 모두 양호한 결과를 얻었으나, 강재와 같은 단단한 재질에 대해서는 초경보다 고속도강의 디버링 기구가 적합하다는 것을 알 수 있었다. 기존의 디버링 기구는 버를 제거하기 위해 y 축-β 각과 z 축-γ 각을 가진 복잡한 형상을 띄었지만, y 축-β 각을 없애고, z 축-γ 각 만으로도 버를 제거하는 성능에도 아무런 문제가 없었음을 알 수 있었다. 이에 따라 종래에는 어렵던 직경 4mm 이하의 구멍도 디버링이 가능하게 되었다.

후기

본 연구는 고려대학교의 교내연구지원사업(교차구멍에서의 디버링을 위한 기구 개발, K0716661)과 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R11-2007-028-00000-0).

참고문헌

- Stein J. M, Dornfeld D. A, "Burr Formation in Drilling Miniature holes" CIRP Annals, Vol. 46, pp. 63-66, 1997
- Stein J. M. and Dornfeld, D.A., "Influence of workpiece exit angle on burr formation in drilling intersection holes.", Transactions of the North American Manufacturing Research Institute, SME, vol. 24, pp39-44, 1996
- Kim J., Dornfeld D. A., "Development of a Drilling Control Chart for Stainless Steel," Transactions of the North American Manufacturing Research Institution of SME, vol.28, pp.317-322, 2000
- Song, J. S., "Deburring tool for intersecting holes.", Korea society for precision engineering, pp.8-9, 2006
- Kim, J. W., "A new deburring tool for intersecting holes," Korea society for precision engineering, pp.10-16, 2006
- Kim, D. W., "Manufacturing processes," Cheong moon gak, pp.411-419, 1994
- Kim, K. H. et al, "Burr-removing device.," Korea Patent 10-0715291-0000, 2006