

경사면에서의 효율적인 디버링 방법에 관한 해석

The analysis of the effective deburring method for the inclined exit surface

*박하영¹, 몬디엔푸엥², #고성립³

*H. Y. Park¹, T. P. Ton², #S. L. Ko(slko@konkuk.ac.kr)³

¹ 건국대학교 기계설계학과, ² 건국대학교 기계설계학과, ³ 건국대학교 기계설계학과

Key words : Burr, Deburring, Deburring tool, Drill, Roughness, Inclined exit surface, Hole, Method

1. 서론

기계산업의 발달과 함께 그전에는 중요하게 다루어지지 않았던 청정도 문제에 관심이 집중되고 있다. 절삭가공에서 청정도와 관련된 중요한 요소는 버와 칩의 처리 및 제거이다. 그 중에서 칩의 처리 및 제거는 버와 밀접한 관계를 가지고 있다. 만약 기계부품에 발생한 버를 초기에 제거하지 않는다면, 버가 탈락되고 칩으로 변하여 부품 사이를 유동할 것이다. 그 결과 스크래치와 같은 여러 문제를 일으켜 결국, 부품의 파손을 가져온다. 이것은 제품의 수명뿐만 아니라 제품의 성능에도 큰 문제를 일으킬 것이다. 따라서 기계부품 가공시 발생한 버를 어떻게 제거하느냐가 중요한 문제로 떠오르고 있다.

일반적으로 버라 함은 가공후에 모서리에 발생하는 원치 않는 물체의 돌출된 부분으로 정의할 수 있다.[1] 정밀 부품의 가공시 이러한 버 제거를 위한 디버링이나 모서리 사상가공에 소요되는 비용이 완성부품 가격의 30%를 차지하고 있으며, 1974년 미국에서 디버링에 소요된 비용이 약 100억 달러에 이른다고 한다.[2] 제품의 성능에 여러 문제를 일으키는 버를 제거하는 방법에는 레이저 빔 이용한 방법[3], 자기연마를 이용한 방법[4] 등이 있지만 이러한 버 제거 방법은 디버링 비용이 적게 드는 것이 아니기 때문에 실용성이 없다. 따라서 디버링 비용을 최소화하는 디버링 툴을 개발할 필요가 있다.

본 연구는 버 제거를 위해 개발된 디버링 툴을 이용하여 평면, 경사면, 교차구멍 중 버 제거가 가장 어려운 경사면에서의 효율적인 디버링 방법에 관한 것이다.

2. 경사면에서의 디버링 실험조건

이번 연구에서 사용된 디버링 툴은 1~11번까지의 툴 중 가장 디버링 효율이 좋은 5번 툴을 사용하였다. 디버링 툴의 세부 사이즈는 Table 1에 나타나 있으며 Fig 1에 나온 것과 같이 절삭날이 툴팁의 각 모서리부에 모두 존재하여 양방향 회전이 가능하다.

디버링 실험을 위해 사용된 드릴로는 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 한국야금의 SSD Drill 을 사용하였으며 그 외의 실험 조건은 Table 2에 나온 것과 같다.

Table 1 Detail size of deburring tool

Tool Number	L1(mm)	d1(mm)	h(mm)	$\alpha 1, \alpha 2$
Tool5	85	2.4	1.0	70°

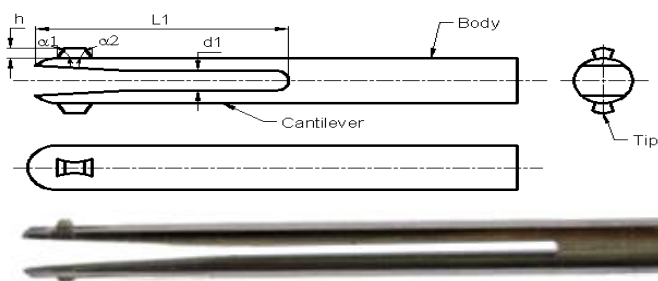


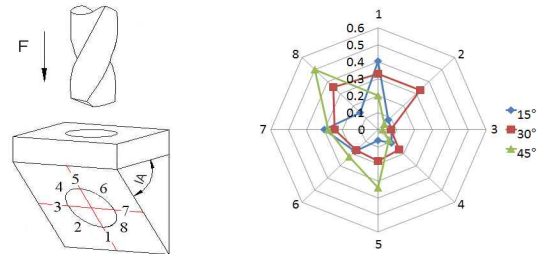
Fig. 1 Geometry of deburring tool

Table 2 Experiment condition

Drill	SSD Drill (한국야금)
Workpiece Material	AL6061
Hole Size(mm)	Ø9
Cutting Speed(m/min)	700
Feed Rate(mm/min)	30
Inclination Angle(IA)	15°, 30°, 45°
Coolant	wet

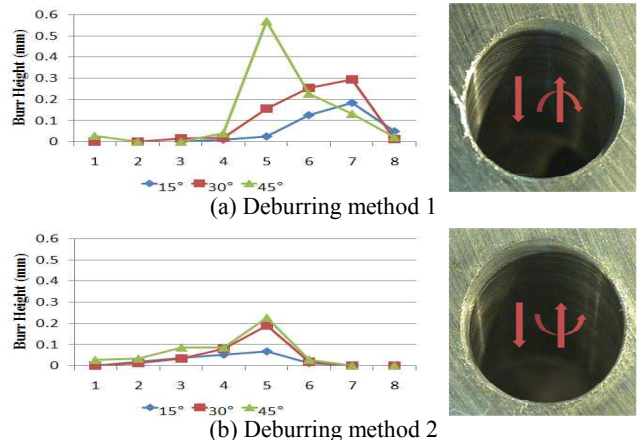
3. 경사면에서의 디버링 실험 및 분석

일반적으로 드릴은 시계방향으로 회전하여 절삭하기 때문에 드릴링시 형성되는 버는 출구 경사각, 접촉각, 회전속도, 이송속도 등의 요인에 의해 Fig 2(a)에서처럼 5~8 구간으로 편중 발생하게 된다.[5] Fig 2(b)는 15°, 30°, 45°에서 비접촉식 레이저 측정장치[6]를 이용하여 각 경사출구면에서의 버 높이를 측정하는 것이다.



(a) Formation position of burr (b) Drilling result
Fig. 2 Drilling result according to inclined angle

절삭방향이 디버링에 미치는 영향을 살펴보기 위해 Fig 3과 같이 4 가지 방법으로 디버링 실험을 하였다. Fig 3(a)(c)와 Fig 3(b)(d)를 비교해보면 디버링이 시계방향으로 작용할 때 8~4 구간만이 디버링이 이루어지고, 시계반대방향으로 작용할 때 6~2 구간이 디버링이 이루어진다. 또한 Fig 3(a)(b)와 Fig 3(c)(d)를 비교해보면 디버링 툴이 드릴홀에 들어갈 때 보다 나올 때 절삭이 이루어지는 것이 챔퍼면이 훨씬 부드럽고 디버링 효율도 좋다는 것을 알 수 있다. 이는 드릴홀 바깥쪽에서 안쪽으로 디버링 하는 것이 공구가 피삭재 외곽에 미치는 힘을 더 크게 하여 디버링 효율을 좋게 하고, 공구 툴팁이 드릴링시 생성된 버를 누르며 디



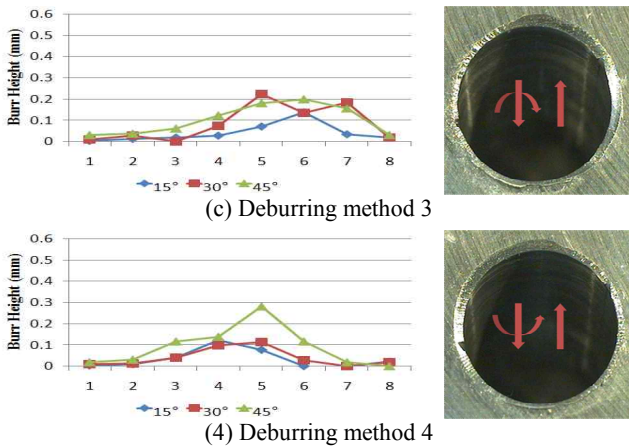


Fig. 3 Deburring result according to deburring method

버링함으로써 밀립버 형성을 방지하는데도 도움을 주기 때문이다.

Fig 4는 위의 4 가지 방법을 조합하여 디버링 실험을 수행한 결과이다. Fig 4(a)는 전체적으로 디버링은 잘 이루어졌으나 들어갈때 디버링에 걸리는 힘과 나올때 디버링에 걸리는 힘이 다르으로써 나올때 디버링이 이루어지는 시계반대방향으로의 디버링 구간 즉, 6~1 구간에서 디버링이 더 잘 이루어지며, 이는 편심된 챔퍼면을 형성한다. 이와 반대로 Fig 4(b)는 1~4 구간에서 디버링이 잘 이루어지며 마찬가지로 편심된 챔퍼면을 형성한다.

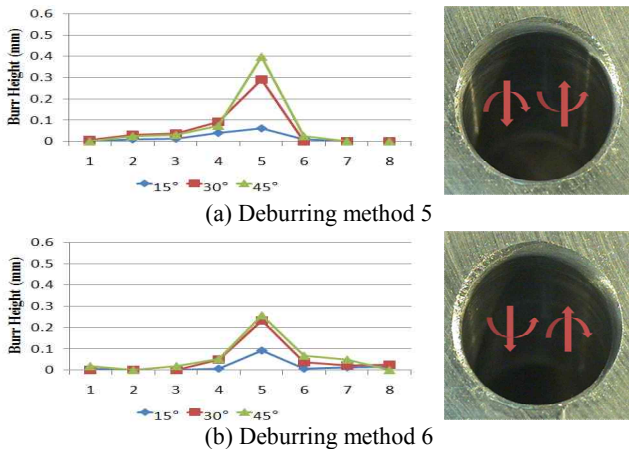
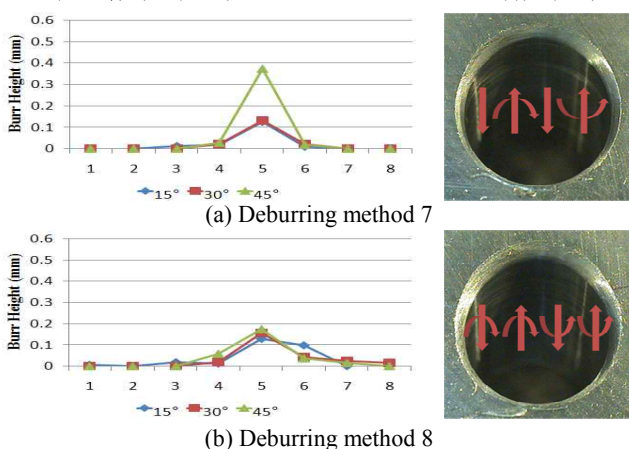


Fig. 4 Deburring result according to combination of method

편심된 챔퍼면의 생성을 방지하기 위해 Fig 5에 나온 것과 같이 양쪽방향으로 같은 횟수의 디버링 실험을 하였다. 그 결과 Fig 5(a)(b) 모두 뛰어난 디버링 효율을 보였으며 편심된 챔퍼면도 발생하지 않았다. 두 디버링 방법을 비교해 보았을 때 Method7 이 Method8 보다 디버링효율이 더 뛰어나다고 할 수 있다. 이는 Method7 이 무회전으로 드릴홀에 진입시 이송속도를 200mm/min 으로 하였기 때문에



(c) Entrance burr

(d) Roughness

Fig. 5 Deburring result and Roughness

시간을 따져보면 Method8 보다 더 빠른 가공이 가능하고, Fig 5(c)를 보면 입구버의 차이도 거의 없다고 할 수 있기 때문이다. 하지만 Fig 5(d)에서 가공후의 표면거칠기를 살펴보면 Method 7 보다 Method 8 이 더 좋은데, 이것은 디버링틀로 드릴홀을 2 번 회전시키는 것과 4 번 회전시키는 것의 차이로 할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 이미 개발된 디버링틀을 이용하여 가장 효율적인 디버링 방법을 찾는 것에 목적이 있다. 방향에 따른 디버링 구간을 살펴보았을 때 공구가 시계방향으로 회전시 1~4 번 구간, 반시계방향으로 회전시 6~1 번 구간이 디버링이 이루어진다. 또한 드릴홀에 진입시보다 퇴출시의 디버링이 생성되는 챔퍼면의 크기가 더 크고 부드럽다. 이는 바깥쪽에서 안쪽으로 디버링이 이루어질 때 공구가 피삭재 외곽에 미치는 힘의 크기가 더 크고 균일하기 때문이다. 따라서 편심된 챔퍼면의 생성을 피하기 위해 진입시 양방향 디버링 횟수와 퇴출시 양방향 디버링 횟수를 같게 해야 한다. 이것으로부터 Method 8 이 가장 최적의 디버링 방법이라고 할 수 있으나 Method 7 과 입구버의 크기, 가공시간을 비교해보면 입구버는 둘다 거의 0 에 가깝고 가공시간은 Method7 이 훨씬 빠르기 때문에 Method 7 이 가장 좋은 디버링 방법이라 할 수 있다.

마지막으로 경사면에서 디버링이 가장 어려운 부분은 5 번 부위로 이는 디버링 방법의 변경으로 해결할 수 있는 문제가 아니라 디버링틀 자체의 형상을 변화시켜 해결해야 한다.

후기

이 논문은 중소기업청 산학협력실지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- 고성립, "버 관련기술의 이해와 그 추세," 대한기계학회지 제 33 권 제 1 호, pp.33~46, 1993. 1.
- 박동삼, D. A. Dornfeld, "Burrs 의 In-process 계측에 관한 연구," 한국정밀공학회 논문집, pp.242~246, 1996.
- Lee, S. H, D. A. Dornfeld, "Precision Laser Deburring," Trans. ASME. J. Manufacturing Science and Engineering, 2000
- 고성립, 박정일, Yuri M. Baron, "자기연마를 이용한 정밀 부품 미소버의 디버링기술," 대한기계학회 춘계학술대회 강연 및 논문 초록집, pp.1515~1518, 2005. 5.
- Min, S. D. A. Dornfeld, "Influence of exit surface angle on drilling burr formation," Journal of manufacturing science and engineering, v.125 no 4, pp.637~644, 2003.
- S. L. Ko, K. B. Jun, J. G. Lee, "Development of the burr measurement system using laser," 4th Japan-Korea Joint Technical Conference on Surface Finishing Burr Technology, Inchon, pp.66~76, 1999.