

# 경사면에 발생한 버의 효율적인 제거를 위한 실험적 연구

## Experimental analysis on efficient deburring for the burr on Inclined surface

\*박하영<sup>1</sup>, 톤디엔푸엥<sup>2</sup>, 고성택<sup>3</sup>

\*H. Y. Park<sup>1</sup>, T. P. Ton<sup>2</sup>, #S. L. KO(slko@konkuk.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 건국대학교 기계설계학과, <sup>2</sup> 건국대학교 기계설계학과, <sup>3</sup> 건국대학교 기계설계학과

Key words : Burr, Deburring, Deburring tool, Drilling, Roughness, Inclined exit surface, Hole, Burr minimization

### 1. 서론

현대 산업사회에서 물체에 구멍(hole)을 만들기 위한 작업으로 가장 손쉬운 방법은 드릴작업을 하는 것이다. 그러나 드릴작업을 할 때, 피삭재의 구멍 끝 모서리부에서 공구가 피삭재를 뚫고 지나갈 시 피삭재의 절삭저항으로 인하여 밀림현상이 발생하고 그로 인해 소성변형을 일으킨다. [1] 이러한 모서리부의 돌출현상으로 생긴 부위를 버(burr)라고 하며, 일반적으로 버란 드릴 가공뿐만 아니라 모든 절삭가공에서 소성변형에 의해 피삭재의 모서리 부분에 생긴 원하지 않는 돌출된 부분으로 정의할 수 있다.

버는 버가 발생하는 위치에 따라 입구버와 출구버로 나뉜다. 입구버는 드릴이 피삭재에 진입할 때 생기는 작은 췌기형의 버를 말하며, 출구버는 드릴이 피삭재의 구멍을 통과하기 직전, 피삭재의 남은 부분을 밀고 올라감으로써 생기는 버로 제품의 성능에 큰 영향을 미친다. 예를 들면 출구버가 자동차 부품들의 구멍 주위에 발생하여 허용공차를 벗어나면 조립이 불가능한 경우도 생기고 작업자가 손으로 만질 경우 상해를 입을 수도 있다. [2] 또한 자동차에 쓰이는 유압부품이나 엔진블록과 같은 부품들은 구멍 내부에 버가 생겨 접근성이 용이하지 않고 비교적 큰 버가 발생한다. 따라서 버로 인한 여러 문제점과 그 제거의 어려움 때문에 디버링 공정의 중요성이 부각되고 있다.

본 논문에서는 출구각이 0°~180°로 버 제거가 가장 어려운 경사면에 생긴 버에 관하여 연구를 하였고, [4] 현재 우리가 개발한 디버링툴 5,6,7,8,9 번에 관하여 다루었다.

### 2. 디버링 실험 방법

버는 드릴의 형상, 가공조건, 피삭재의 재질에 따라 발생 위치나 크기가 달라진다. 이번 실험에서는 Table1 과 같은 실험조건과 2 가지 디버링 방법으로 실험을 하였다. 1 번방법은 디버링툴이 무회전으로 들어가서 시계방향으로 회전하면서 나오고, 다시 무회전으로 들어가서 반시계방향으로 회전하며 나오는 것이고, 2 번방법은 시계방향으로 들어갔다 나오며, 다시 반시계방향으로 들어갔다 나오는 방법이다.

디버링에 중요한 요소는 Fig 1 에 나온 것과 같이 절삭력 즉, 강성과 관련된 L1, d1 과 실제 절삭날부에 해당하는 h, α1, α2 이다. 이것을 바탕으로 Table2 는 디버링툴 5,6,7,8,9 의 세부사이즈를 나타냈으며, 각 디버링툴의 실험결과를 비교하여 강성과 절삭날부의 형상이 디버링에 끼치는 영향을 알 수 있다.

Table 1 Experiment condition

Drill	SHD Step Drill
Deburring tool Material	HSS
Material	AL6061
Hole Size(mm)	Ø9
Cutting Speed(m/min)	700
Feed Rate(mm/min)	28
Inclination Angle(IA)	15°, 30°, 45°
Coolant	wet

Table 2 Detail size of tool

Tool Number	L1(mm)	d1(mm)	h(mm)	α1, α2
Tool5	85	2.4	1.0	70°
Tool6	85			85°
Tool7	80		0.9	78°
Tool8	75			
Tool9	70			

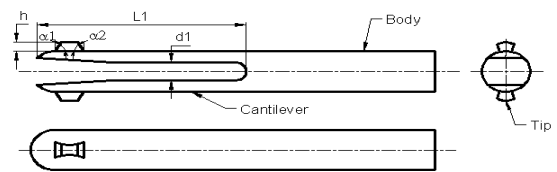


Fig 1 Geometry of Deburring tool

### 3. 디버링툴의 형상이 버제거에 미치는 영향

앞에서 말했다시피 실험에 적용한 디버링 방법에는 1 번과 2 번이 있다. 이 두 방법 중 1 번방법이 2 번방법보다 버 제거효율면에서 더 뛰어났기 때문에 본 논문에서는 1 번방법에 의한 결과치만을 다루었다. Fig 2 (a)를 보면 경사면에서의 버 발생위치를 나타내고 Fig 2 (b) (c) (d)는 각 툴과 노디버링시의 버 제거에 관하여 나타낸 그래프이다.

디버링을 하지 않았을 때와 하였을 때를 비교해보면 모든 툴이 각 위치에서 대부분의 버를 제거하였다. 하지만 공구와 피삭재의 경사면이 만나는 부분, 즉 경사각이 90 도 이상인 5 번 부분에서 디버링이 가장 힘든 것을 알 수 있다. 마찬가지로 각 툴을 비교해보면 5 번, 6 번툴이 가장 뛰어난 성능을 보이며, 7 번툴이 가장 나쁜 성능을 보였다.

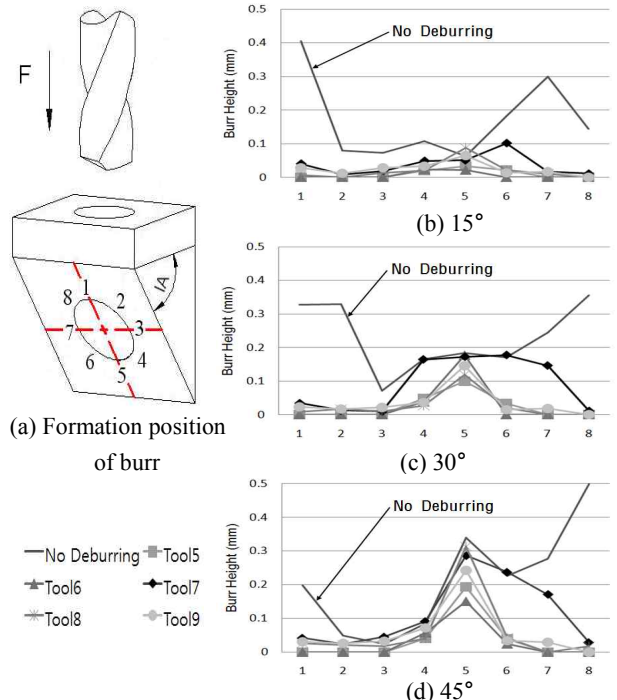
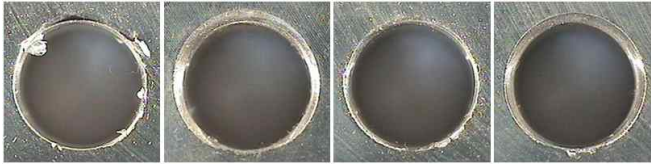


Fig 2 Deburring result according to tool number



(a) No deburring (b) Tool5 (c) Tool7 (d) Tool9

Fig 3 Pictures of deburring result and groove

Table 3 Experiment condition

Tool Number	Cutting edge (mm)
Tool5	0.83
Tool6	0.90
Tool7	0.52

그 이유로는 디버링툴 툴팁의 형상과 강성에 있다. Table 2 를 보면 강성과 관련된 것은 L1 과 d1 로 d1 은 모든 툴이 다 같기 때문에 L1 이 가장 중요한 요인이 된다.

5, 6 번툴과 8, 9 번 툴을 비교해보면 8, 9 번툴이 5, 6 번툴보다 L1 의 길이가 짧기 때문에, 강성이 더 크다고 볼 수 있고 따라서 더 큰 절삭력을 피삭재에 가할 수 있다. 하지만 강성이 너무 컸기 때문에 Fig 3(d)와 같이 피삭재에 밀립버가 발생하여 버제거가 더 잘 이루어지지 않았다. 따라서 강성이 크다고 다 좋은 것이 아니라 적절한 강성을 유지하는 것이 중요한 포인트라 할 수 있다.

툴팁의 형상과 관련해서 중요한 요소는 h,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ , Cutting edge 이다. Fig 2 (b)(c)(d)에서 Tool7 을 보면 디버링이 3~7 번 위치에서 거의 이루어지지 않고 있다. 다시 Table3 을 보면 디버링이 잘되는 5, 6 번 툴에 비해 실제 절삭이 이루어지는 Cutting edge 가 0.52 로 현저히 낮다. 이것은 5, 6 번툴과 같이 효율적인 버 제거를 위해서 절삭날이 0.8 이상이어야 한다는 것을 보여준다. 또한 6 번툴로 디버링을 할 시에 5 번 위치에서 깊은 홈이 생기는데, 이것은 툴팁의 경사각  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  가 90° 에 가까워지면 디버링시 홈이 발생한다는 것을 말한다.

위의 내용을 바탕으로 디버링툴의 형상은 L1 의 길이가 80~85mm, Cutting edge 가 0.8mm 이상  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  는 5 번 툴과 같은 70° 가 가장 적당하다 할 수 있다.

#### 4. 디버링툴의 형상이 표면조도에 미치는 영향

버제거와 더불어 디버링과 관련해서 중요한 요소중 하나는 피삭재 구멍 안쪽면의 표면조도이다. Fig 4 는 1 번 디버링방법으로 15°, 30°, 45°에서 각각 5 가지 디버링툴로 표면조도를 측정한 그래프이다.

표면조도에 영향을 끼치는 요소는 디버링툴의 강성과 툴팁의 형상이다. 만약 강성이 너무 크다면 툴팁과 구멍안쪽면과의 접촉면이 힘을 많이 받아 표면조도가 오히려 더

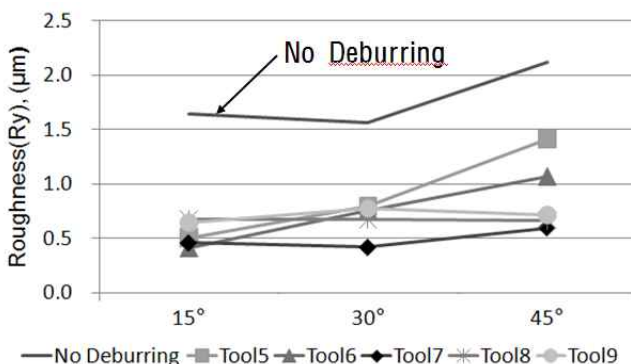


Fig 4 Roughness result according to tool number

나빠질 우려가 있고, 툴팁의 형상 중 맨 윗부분이 너무 날카롭다면 툴팁이 피삭재의 안쪽면을 긁고 지나가 표면조도는 극도로 나빠질 가능성이 있다. 따라서 적절한 강성의 유지와 툴팁 안쪽면이 원으로 점접촉을 이루도록 피삭재 구멍 지름보다 작은 크기의 라운딩을 툴팁에 준다면 표면조도는 향상될 것으로 예상된다.

Fig 4 는 모든 툴이 50%이상 표면조도를 향상시키지만, Tool7 이 표면조도를 가장 많이 향상시킨다는 것을 나타낸다. 그 이유를 살펴보면 Tool7 을 제외한 나머지툴의 툴팁 형상을 보면 맨 윗부분 라운딩 부분이 제대로 이루어지지 않아 모서리가 직선을 이루고 있는 반면, Tool7 의 툴팁은 라운딩 부분이 가장 이상적인 점접촉을 이루도록 제작되었기 때문이다.

또한 강성과 관계하여 생각하면 15°, 35°는 표면조도가 큰 차이는 없지만 45°에서 볼 때 L1 이 85mm 는 80mm 이하보다 효율이 적은 것을 알 수 있다. 따라서 L1 이 80mm 이하가 표면조도 향상에 적절하다고 생각한다.

#### 5. 결론

디버링툴의 형상중 디버링효율에 영향을 주는 요소는 여러가지가 있지만 그중에서 버제거와 표면조도에 관련된 툴팁의 절삭날과 라운딩, 강성을 들 수 있다.

현재 개발된 디버링툴은 지름이  $\varnothing 8.75\text{mm}$  이다. 따라서 절삭날과 관련하여 앞에서 언급했다시피 구멍  $\varnothing 9$  를 기준으로 실제 절삭이 이루어지는 날의 길이는 최소한 0.8-(9-8.75)로 0.55mm 이상이어야 하고, 절삭날의 각도는 70° 가 되어야하며, 피삭재 구멍안쪽면의 표면조도 향상을 위하여 툴팁이 면과 점접촉을 이루도록 구멍지름보다 작은 지름으로 라운딩을 할 필요가 있다. 여기서 라운딩의 반경이 작을수록 좋은 효과를 주지만 만약, 라운딩이 너무 작아서 절삭날의 길이가 극단적으로 짧아지면 오히려 버제거에 나쁜 영향을 줄 것이다. 따라서 실제 절삭날이 0.55mm 이상을 유지하도록 라운딩을 주는 것이 중요하다. 또한 버제거와 표면조도 향상을 위하여 강성은 L1 의 길이가 80mm 가 되어야 한다.

마지막으로 이번 실험은 피삭재의 재질이 AL6061 로 제한되어 있기 때문에 STEEL 에 적용할 시에는 더 강한 강성이 필요할 것임을 명심해야 한다.

#### 후기

이 논문은 서울시 산학연 협력사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (10848)

#### 참고문헌

- L.K.Gillespie., and P.K.Blotter., "The Formation and Properties of Machining Burrs," Trans. Of ASME, J. of Eng. For Industry, pp.64-74. 1976
- Gillespie,L.K., "Deburring Precision Miniature Parts," Precision Engineering, Vol.1, No.4, pp.189-1988, 1979.
- K.U. Lee., and S.L. Ko., "Experimental analysis of deburring by mechanical tools for the burr at the intersecting holes," 8<sup>th</sup> Int. Conf. on PSFDT, Kansai University, Osaka, Japan, pp.116-121, 2006
- 이경욱, "교차구멍에 발생한 버제거를 위한 디버링 공구 개발 및 운용방법에 관한 연구," 건국대학교석사학위논문, pp5-7, 2008