

새로운 개념의 드릴에 의한 구멍가공시 버 형성에 관한 연구

고성림*, 전근배**, 이정구**

Analysis on Burr Formation in Drilling with New Concept Drill

Sung-Lim Ko*, Gun-Bae Jun**, Jing-Koo Lee**

ABSTRACT

A new concept drill was developed recently for increasing accuracy and productivity in drilling operation. The burr formation in drilling causes many problems in deburring operation because burrs are formed inside holes and it is difficult to remove them. Burr formations are observed in drilling operation with a new concept drill and are compared with conventional HSS drill. Several workpieces with different materials are drilled with several cutting conditions, velocity and feed rate. The burr in drilling can be classified into three types according to the location of crack. To observe the burr formation mechanism, the cap which is formed with the new concept drill is observed and measured.

Key Words : Drill(드릴), Burr(버), New concept drill(새로운 개념의 드릴), HSS drill(고속도강 드릴), Deburring(버 제거), Classification of Burr(버의 분류), Cap(모자모양의 칩)

1. 서론

고속도강 드릴 공구의 강 가공은 드릴의 강성과 긴 칩으로 인해서 최근의 머시닝 센터가 요구하는 수준을 만족시켜주지 못하고 있었다. 이상과 같은 고속도강 드릴의 문제점을 해결하기 위해서 1977년 Hosoi에 의해서 처음으로 Chisel edge가 없는 초경으로 제작한 새로운 개념의 강력 드릴이 소개된 이래 세계 각국에서 유사한 계열의 드릴이 개발되었고 현재 시판 중에 있다. 이와 같은 초경강용드릴은 대부분 고속도강 드릴에 비하여 5-10배의 높은 생산성을 갖기 때문에 국내에서도 최근에 국산화가 이루어짐으로써 본격적인 드릴의 신기원이 이

루어지게 되었다. 이상의 각 강력드릴들은 각각 고유의 특허등록에 의한 형상 및 재질에서 고유의 영역을 확보하고 있다. 그러나 근본적인 개념(즉 칩출에지가 없으며 고강성의 초경드릴)은 공통사항으로서 이에 대한 기본적인 절삭기구의 연구가 미흡한 상태이다.

본 연구에서는 절삭가공 중에서 약 30%의 절대적인 비중을 차지하는 구멍가공 시에 발생하는 버 형성 기구와 드릴의 형상과의 관계를 규명함으로써 버발생의 최소화를 위한 방안도 모색하고자 한다. 앞에서 소개된 새로운 개념의 강력드릴의 사용이 점차 확대되면서 드릴의 형상이 버 형성기구 및 크기에 미치는 관계를 관찰하여 밝히고자 한다. 특별

* 건국대학교 기계설계학과

** 건국대학교 기계설계학과 대학원

히 새로운 개념의 드릴형상이 기존 드릴의 형상과의 비교를 통하여 구멍가공의 비 형성 크기의 변화로 인한 생산성에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

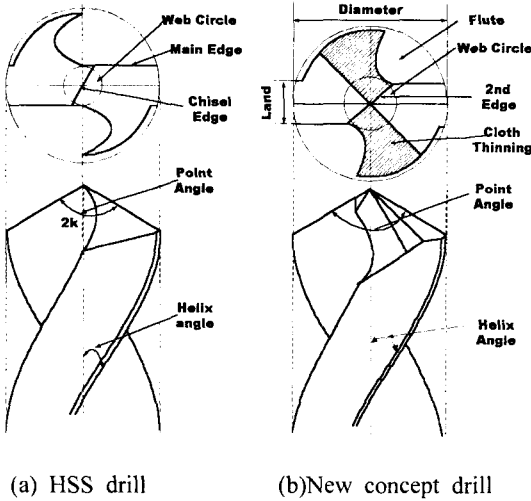


Fig. 1 Comparison of Drill Geometry

2. 새로운 개념의 드릴의 특징

2.1 기존의 드릴과의 형상 및 성능 비교

형상적인 차이로서는 종래의 트위스트 드릴은 Fig.1에 나타난 치즐에지의 존재로 큰 음의 공구 경사각을 지니고 있으므로 큰 절삭 저항이 작용한다. 그리고 보편적으로 HSS 공구의 선단각(point angle)은 118° 이지만 새로운 개념의 드릴의 경우 약 14° 를 나타낸다. 또한 공구의 강성을 나타내는 웨브의 크기(web thickness)도 HSS 드릴에 비하여 상당히 크기 때문에 강성의 향상이 예측된다. 이것은 칩배출과 절삭유 주입을 위한 나선홈(flute)의 형상에 의해서 결정된다. 이 형상은 또한 원활한 칩배출을 전제로 한다.

고속 고이송의 절삭조건과 뛰어난 위치정밀도에 의한 구멍가공정도를 향상하기 위해서 새로운 드릴은 다음과 같은 기본조건을 갖추고 있어야 한다.

- *재종:(1) 고온특성이 뛰어난 초경재종
- (2) 저속가공에서 인성이 좋은 초경재종
- (3) 고경도와 낮은 열전도율을 갖는 코팅 재종
- (4) 강력가공시 변형이 작은 shank 재종

- *형상:(1) 고속이송시 절삭저항 감소를 위한 point 형상
- (2) 고속가공시 칩절단을 위한 flute 형상
- (3) 강력가공을 위한 shank 형상
- (4) 고속가공시 절삭유 공급이 원활한 구조

2.2 새로운 개념의 드릴의 형상적인 특징

치즐에지의 제거 : 치즐에지에서의 열악한 절삭상태를 개선하기 위하여 치즐에지의 길이를 줄이고 공구경사각을 음의 값으로부터 0,에 가까운 경사각을 만들기 위한 작업으로서 Fig.1에서와 같이 cross thinning에 의해서 치즐에지를 제거하였으며 제2 절삭날의 공구경사각이 0,에 가까운 값을 갖게 된다.

드릴강성의 향상과 원활한 칩 배출을 위한 나선 홈부 및 선단부 형상 : 고속 고이송의 구멍 가공시 잘게 끊겨진 천이형 칩 배출과 절삭유의 공급을 위하여 가장 바람직하며 이와 유사한 형태의 칩 형성을 위해서 드릴의 형상 설계가 이루어져야 한다. 천이형 칩은 선단각이 큰 경우에 Fig.2에서와 같이 up curling의 반경이 크기 때문에 helical 칩의 피치가 커짐으로써 반경이 작은 칩의 중심부 사이에 인장력이 발생하며 웨브인선부와 플루트 인선부 사이에 일정각의 단을 줌으로써 notch 현상을 이용하여 파단을 일으키고 그 상태에서 칩 형성이 계속되므로 파단의 발달과 함께 Fig.3과 같은 천이형 칩

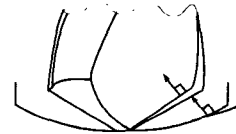


Fig. 2 The Variation of the Chip Flow Angle according to the Point Angle

HSS Drill	New Concept Drill

Fig. 3 Chip Formation in Drilling

Table 1 Specification of Drills

Tool Nomenclature	SHD	HSS
Diameter(mm)	10.3	10.3
Helix angle	25	25
Point angle	139.28	123.39
Point angle(chisel)	130.40	113.16
Web thickness(mm)	3.0	2.33
Length of chisel edge (mm)	0.07	0.74
Grade	Carbide(P25) TiN coated	Carbide(UF2) non coated

의 긴 꼬리 모양을 갖게 된다.

3. 버 형성을 위한 구멍가공 실험

3.1 드릴의 형상 변화

앞에서 언급된 새로운 개념의 강력드릴의 기하학적인 차이에 의한 버형성 결과를 관찰하고자 한다. 두 종류의 드릴을 사용하였다. 강력드릴로서 대한중석의 SHD 드릴 그리고 양지원의 고속도강 트위스트 드릴을 사용하였다. 각 드릴에 대한 재원은 Table 1에 나타나있다. 강력드릴의 특성은 인선부의 선단각이 약 140°로서 기존 HSS 드릴의 약 120°에 비하여 크고 웨브 두께는 HSS 드릴에 비하여 두꺼운 3.0mm를 지니고 있으며 또한 초경재질로 이루어져 있어서 강성이 HSS 드릴에 비하여 매우 큼을 알 수 있다. 또한 치즐부의 길이가 0.07mm로서 거의 영에 가까워서 동일조건에서 선단부에서의 저항이 크게 감소하고 초기 접촉시 점접촉에 의한 구멍가공 정밀도가 향상될 수 있다. 각 드릴의 측면과 정면에서의 형상이 Fig.4에 나타나있다. 그리고 각 공구에서의 인선부를 따라서 인선에 수직한 방향으로의 공구경사각의 크기를 Fig.5에 측정 결과를 나타내었다. 예상한대로 SHD 드릴에서는 선단부까지 공구경사각이 '4'의 값을 나타내고 일반 트위스트 드릴에서는 치즐부에서 큰 음의 경사각을 지니고 있음을 관찰할 수 있다.

3.2 피삭재의 변화 및 절삭조건

Al, SM20C, Al6061 그리고 SM45C를 사용하였다. 연성이 큰 재질과 취성을 나타내는 재료를 사

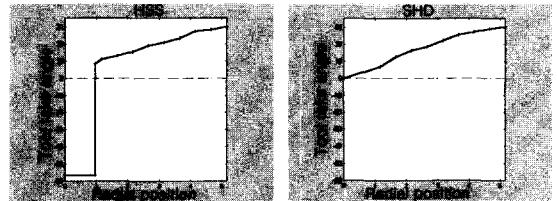


(a)HSS



(b)New concept drill

Fig. 4 Configuration of Drill Samples



(a)

(b)

Fig. 5 Representation of Tool Rake Angle in Drills

Table 2 Mechanical Properties of Workpiece

Property Workpiece	Yield Strength (kg/mm ²)	Tensile Strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Fracture Strain	Property
Al	1.25	4.8	48.8		Al(99.996)
SM20C	25이상	41이상	28 이상		C(0.17)Si(0.17) Mn(0.35)P(0.035) S(0.035)
Al6061-T6		26.8	22.5	0.5	Si(0.4)Fe(0.7 ↓) Cu(0.15)Mn(0.15) Mg(0.8)Cr(0.04) Zn(0.25 ↓)
SM45C	50이상	70이상	17 이상		C(0.42)Si(0.17) Mn(0.5)P(0.035) S(0.035)

용함으로써 가능한 모든 형태의 버형상을 관찰하였다. 이들 각 재질들의 기계적 성질과 화학적 조성을 Table 2에 나타내었다. 2차원 절삭에서는 각 재료들의 파단변위의 크기에 의해서 버형성의 크기가

Table 3 Cutting Conditions for Burr Formations

Drill	rpm	Feed(mm/rev)	Workpiece
SHD	600	0.05/0.1/0.15/0.2/0.25	SM20C, SM45C, Al6061
	1000	0.05/0.1/0.15/0.2/0.25	SM20C, SM45C, Al6061
	1500	0.05/0.1/0.15/0.2	SM20C, SM45C, Al6061
HSS	400	0.05/0.1/0.15	Al
	600	0.05/0.1/0.15/0.2/0.25	Al, SM20C, SM45C, Al6061
	800	0.05/0.1	Al
	1000	0.05/0.1/0.15/0.2/0.25	SM20C
	1500	0.05/0.1/0.15/0.2	SM20C

결정됨을 이론적인 해석 결과와 실험으로부터 알 수 있었다.⁽¹⁾ 파단변위의 크기에 의해서 Al, SM20C, SM45C 그리고 Al6061의 순으로 버의 크기가 증가할 것으로 예상된다. 이상의 피삭재에 대하여 앞에서의 드릴을 사용하여 Table 3에서와 같은 절삭조건을 사용하였다.

4. 버형성의 관찰

앞에서 제시된 새로운 개념의 드릴(SHD 드릴)과 기존의 트위스트 드릴(HSS 드릴)을 사용하여 Al, SM20C, Al6061 그리고 SM45C에서 Table 3에서 주어진 절삭조건으로부터 얻은 버형성결과를 관찰하고자한다.

4.1 피삭재에 따른 버형성

Al : Fig.6에는 각 절삭조건에 따른 HSS 드릴과 SHD 드릴에서의 버형성 결과가 나타나있다. (a) HSS 드릴의 경우 대체로 적은 이송량에서는 모자 모양의 칩(향후 cap 이라 칭함)이 발생하고 균일한 버가 발달되었다. 이송이 증가하고 속도가 증가할수록 cap의 손상이 심해지며 결국에는 cap이 파열 형이 되어서 버의 일부가 되었다. 400rpm/0.15mm/rev, 600rpm/0.15mm/rev인 경우와 800rpm/0.1mm/rev에서는 파열형의 불규칙한 버가 형성되었다. 이송과 속도가 작을수록 균일하고 작은 버가 형성됨을 알 수 있다. (b) SHD 드릴에서는 cap의 손상이 전혀 없고 모든 경우에 균일한 버가 형성되었고 버의 높이는 이송의 증가에 따라서 증가하였다. Fig.7에는 각 조건에서의 버의 높이를 도시하였다. HSS 드릴에 비하여 SHD 드릴의 경우 버의 높이가 작고 파열이 없는 균일한 버를 형성함을

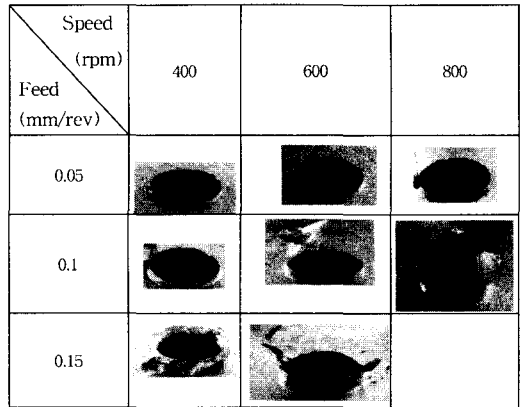


Fig. 6 Burr Formations in Pure Al by (a) HSS

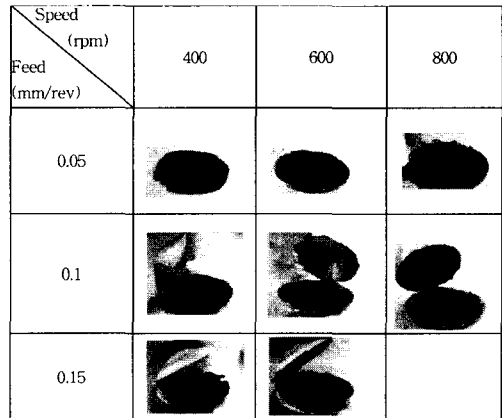


Fig. 6 Burr Formations in Pure Al by (b) New Concept Drill

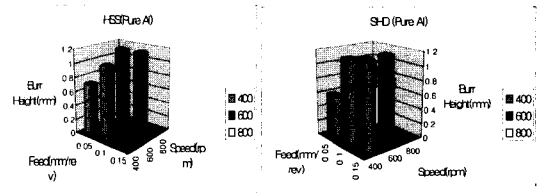


Fig. 7 Burr Height in Pure Al

알 수 있다.

SM20C : Fig.8(a)에서는 HSS 드릴에 의한 가공 후 버 형성결과이다. 전반적으로 cap이 발생하였으나 손상이 매우 심하다. 손상의 정도에 따라서 cap의 일부가 버의 일부로 남아 있는 정도가 다르다.

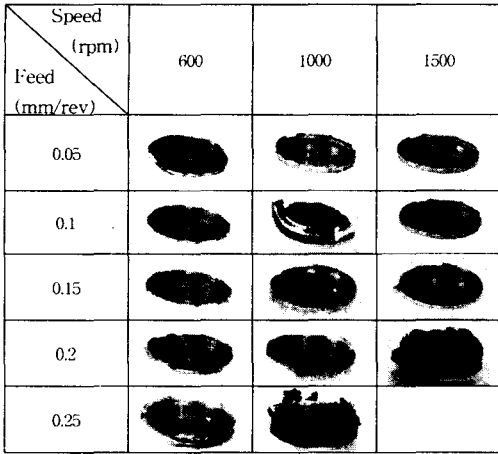


Fig. 8 Burr Formations in SM20C by (a) HSS

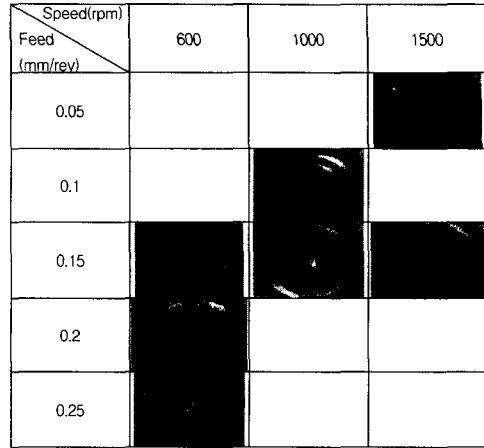


Fig. 9 Caps in Drilling SM20C by (a) HSS

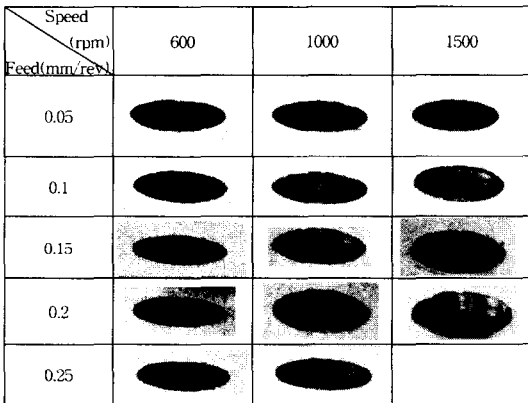


Fig. 8 Burr Formations in SM20C by (b) New Concept Drill

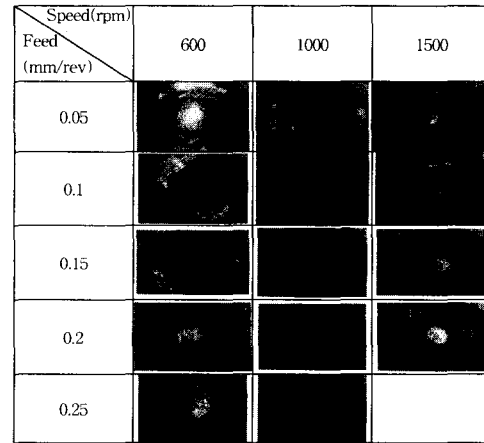


Fig. 9 Caps in Drilling SM20C by (b) New Concept Drill

100rpm/0.25mm/rev와 150rpm/0.2mm/rev의 경우에는 cap이 발생하지 않고 전체가 버의 형태로 나타나는 파열형의 버가 형성되었다. Fig.9(a)에 나타난 cap 형상과 비교하면 파손된 cap의 일부가 버로 남게됨을 관찰할 수 있다. 118°의 선단각을 갖는 HSS 드릴의 경우에는 드릴이 출구부를 통과한 후에도 회전으로 인한 cap의 손상이 계속됨을 알 수 있다. 이는 드릴의 외주부와 구멍의 출구부 사이에서 인장으로 인한 변형 중 cap의 취약한 부분을 따라서 파단이 이루어져서 버의 일부분이 된다. 이에 비하면 Fig.8(b)와 Fig.9(b)에서와 같이 SHD 드릴에서는 전반적으로 균일한 버와 cap의 형상이 형성되고 있음을 관찰할 수 있다. Fig.10에서는 버의 크기를 도시하고 있다. HSS 드릴에서는 앞에서 설명한대로

파열형의 버에서 급격한 크기의 증가가 있고 그 외에도 불규칙한 버의 형상으로 인하여 SHD 드릴에 비하여 전반적으로 큰 버의 높이를 나타내고 있다. 이 관찰을 통하여 향후 버형성을 최소화하기 위한 드릴의 형상 설계시 코너부가 예리한 형상이 유리할 것으로 예상된다.

Al6061과 SM45C : 연성이 비슷한 두 피삭재에 있어서는 버형성이 매우 유사한 양상을 나타낸다. SHD 드릴에 의한 버형성은 SM20C에서와 유사한 깨끗한 cap 형상과 균일한 크기의 버형상을 나타내고 있다. 버의 크기에 있어서도 Fig.11(b)와 Fig.12(b)에서 약 0.2mm이하의 비교적 균일한 크기

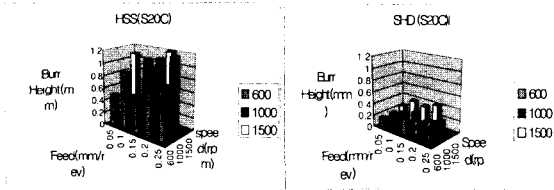


Fig. 10. Burr Height in SM20C

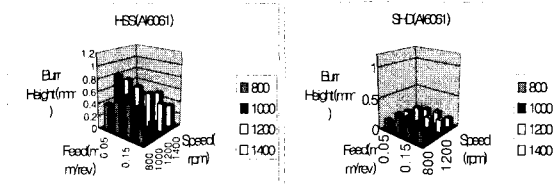


Fig. 11 Burr Height in Al6061

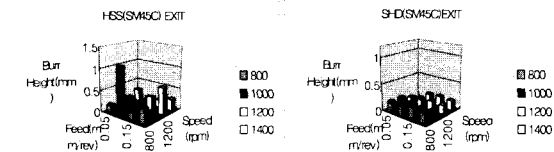


Fig. 12 Burr height in SM45C

를 나타낸다. 이는 비교적 큰 선단각으로 인하여 드릴이 구멍가공 후 출구부를 통과한 후 변형의 진행이 좀 더 집중화되기 때문에 균일한 파단이 일어나고 피삭재의 특성에 덜 민감하다. 이에 비하여 HSS 드릴의 경우는 SM20C에서와 마찬가지로 SHD 드릴에 비하여 작은 선단각으로 인하여 드릴 인선의 코너부에 소성영역이 확대되면서 약간의 불균일한 파단으로 인하여 버의 크기도 불균일성을 나타내고 재료에 민감한 반응을 나타낸다. Fig.11(a), 12(a)로부터 재료의 연성이 감소함에 따라서 점차로 버의 평균 높이가 감소하는 것을 알 수 있다.

4.2 드릴 버의 형성기구의 고찰 및 드릴 버의 분류

앞에서의 여러 피삭재에서의 버 형성 결과를 참고로 구멍가공시 드릴이 출구부를 빠져나오는 각 단계에서의 피삭재의 변형 거동에 따라서 버형성을 분류할 수 있다. 드릴의 출구부에 접근하면서 Fig.13에 표시된 드릴의 각 위치에서의 소성변형의 발달에 따라서 각 단계에서 변형의 진행과 크랙 진전의 상태에 따라서 분류할 수 있다. 크랙의 진전

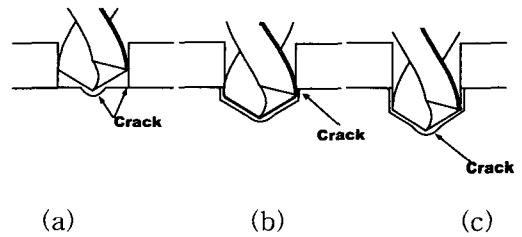


Fig. 13 The Location for Crack in Each Type of Burr Formation.

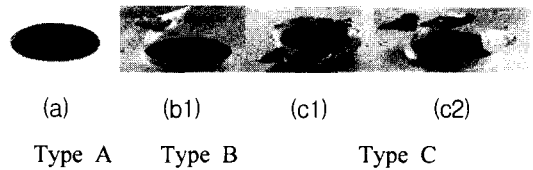


Fig. 14 Classification of Burr Formation in Drilling

이 일찍 시작할수록 재료의 파단변위가 작은 취성 재료로 볼 수 있다. 변형이 진행되는 중에 크랙의 시작 시점에 영향을 미치는 요소들로는 재료의 연성, 드릴의 형상 및 절삭조건 등을 들 수 있다. 이를 기준으로 Fig.14에 나타난 바와 같이 cap의 형성 여부에 따라서 크게 3종류의 버형태로 분류할 수 있다.

Type A : Fig.13(a)에 나타나 있는 바와 같이 드릴 선단부의 위치가 구멍의 출구부에 접근하면서 소성변형이 발생하기 시작하는 모든 부위에서 크랙이 발달한다. 이 경우에는 크랙 진전 후 버 발생이 거의 없거나 각진 모서리 형태의 “-” 버가 발생하기 쉽다. 소성변형의 허용량이 작으며 파단변위량이 매우 작은 취성재료의 경우로서 cap이 발달되지 않는다. 대부분의 Type A인 경우에는 버 제거 작업도 매우 간단하게 수행된다.

계속 드릴이 진행하면서 크랙의 진전없이 드릴의 바깥날부가 구멍의 출구를 통과하면 소성변형에 의한 변위량이 증가하여 우선 Fig.1에 나타난 바와 같이 드릴 선단부의 돌출된 형상으로 인하여 드릴의 point부에서의 변형량이 크게 증가한다. 또한 드릴의 바깥날부와 구멍의 출구 사이에서 드릴의 진전으로 인한 인장에 의해서 변위량이 증가하게 된다.

Type B : 앞에서와 같이 드릴이 계속 진행함에 따라서 변형량이 증가하면서 피삭재의 특성이나 드릴의 형상 및 가공조건으로 인하여 구멍 출구부의

외곽을 따라서 균일한 인장이 발생함으로서 비교적 균일한 크랙이 발생하면서 cap과 함께 버가 발생하는 경우이다. 상태에 따라서 cap이 분리되기도 하고 혹은 Fig.13(b)와 같이 부착되어 있기도 한다. 대부분의 경우 cap의 분리는 간단하게 이루어진다.

Type C : 드릴의 바깥날부가 피삭재의 출구를 통과한 후에 외곽에서의 균일한 인장에 의한 변형이 진행되면서 Fig.13(c)에서와 같이 드릴 중심부에서의 변형의 진행과 함께 크랙이 발생하여 진진함으로서 cap이 파열됨으로서 대형 버가 불규칙한 형상으로 발달하게 된다. 이 경우에도 cap의 발생이 진행되기는 하지만 중심부로부터의 파열로 인하여 cap의 부분들이 대형 버의 형태로 남게 되어서 매우 두껍고 거친 제거하기 어려운 형태로 남게된다. Fig.14(c1)과 같이 분산된 형태의 파열이 발생하기도 하고 Fig.14(c2)에서와 같이 큰 형태의 파열이 발생하기도 한다.

이 결과는 Takazawa에 의한 버 형성분류를 미 절삭부분 파쇄형, 조기 꽃잎 파열형, 조기 원추 분리형 그리고 만기 원추 분리형으로 분류한 연구 결과와 매우 유사한 결과를 나타낸다.⁽⁵⁾

4.3 구멍가공시 cap 형성에 관한 고찰

Fig.13에 나타난 바와 같이 드릴이 피삭재를 관통한 후에 진행함에 따라서 구멍 출구부의 외곽을 따라서 균일한 크랙이 발생하면 Type B의 버 형성과 함께 항상 드릴 선단부의 앞부분에 위치한 소성영역이 cap의 형태로 남게 된다. 앞에서의 실험 결과에 의하면 새로운 개념의 드릴에서는 항상 모든 재료에서 cap이 발생함을 알 수 있었다. 일단 cap이 발생하면 균일하고 규칙적인 버가 발생함으로서 버 크기가 줄어들음을 알 수 있다. 달리 말하면 버형성의 최소화를 위한 우선적인 조치로서 Type C의 버 형태를 Type B의 형태로 유도하는 것이 필요하다. Fig.9(a)에서 보는 바와 같이 일반 HSS 드릴에서는 일부에서만 cap이 형성되고 나머지는 Type C에서와 같이 cap이 파열됨을 알 수 있다. 이와 같은 작업에 있어서 우선 버형성을 이해하기 위하여 cap 형성에 대한 고찰이 필요하다. Fig.15는 새로운 개념의 드릴에 의한 brass와 알루미늄의 구멍가공 시 발생한 cap의 단면을 나타내고 있다. Fig.6(b)와 Fig.8(b)에서와 같이 모든 재료의 피삭재에서 Fig.9(b)에 나타난 것과 같은 균일한 cap이 발생함을 알 수 있다. Fig.15에 나타난 부분적인 크랙은

cap의 절단과정 중에 발생한 것이다.

Cap의 구체적인 형상을 측정하기 위하여 직접적인 방법으로는 point micrometer를 이용하여 cap의 임의의 지름을 일정간격으로 두께를 측정하였다. 또한 비접촉 방법으로는 laser sensor를 이용하여 cap의 상하면을 측정하여 선단부에서의 두께 측정값을 이용하여 조합함으로서 Fig.16에서와 같은 cap 단면 측정결과를 얻을 수 있다. Fig.16은 SM20C를 1000rpm의 회전속도로 회전당 이송량이 0.2mm의 조건에서 얻어진 cap의 단면을 나타낸다. Cap 단면의 안쪽형상은 드릴의 회전단면형상을 나타내며 바깥쪽 형상은 변형결과를 나타낸다. 단면의 바깥쪽 형상은 안쪽형상의 일정양의 평행이동으로 예측되지만 드릴날의 외측부에서는 두께가 매우 얇아지면서 결국 파단면을 이루는 cap의 형성기구를 예측할 수 있다. 그러므로 드릴의 외측부의 예리한 정도에 의해서 소성변형 중에 발생하여 파단으로 연결되는 notch 현상이 결정된다. 그러므로 드릴 외측날이 예리할수록 또한 선단각이 클수록 형성되는 버의 크기가 작을 것이라는 예상을 할 수 있다.

Speed (rpm)	Feed (mm/rev)	Cap picture	비고
1000	0.1		SM20C
	0.15		
	0.2		
1000	0.25		
	0.05		Pure Al

Fig. 15 Cap Sectional Shape

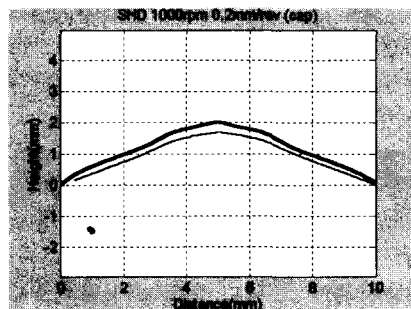


Fig. 16 Measurement of Cap Cross Section by Laser System

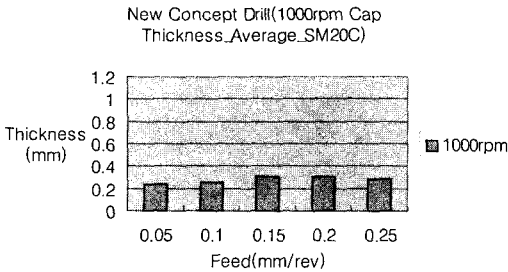


Fig. 17 Variation of Cap Thickness in SM20C

Fig.17에서 새로운 개념의 드릴을 이용하여 SM20C를 1000rpm으로 가공시 이송량에 따른 cap 두께를 임의의 지름을 따라서 각 위치에서 point micrometer를 사용하여 측정된 값이다. 약 0.25mm-0.3mm의 균일한 분포를 나타내고 있으며 이송량의 크기에 따른 큰 변화가 없음을 알 수 있다. Cap의 두께는 버의 두께 결정과 관련이 있으며 버의 두께에 따라서 버의 높이에 영향을 미치게 된다. 그러므로, 동일 재질의 가공시에는 cap의 두께를 통하여 버의 형상을 정성적으로 예측할 수 있다. Cap의 두께의 변화가 매우 작은 것은 버 높이의 변화가 작음을 예상할 수 있다. 그러므로, 버 형상은 균일한 cap이 발생하는 경우에는 버의 형상은 큰 변화가 없음을 알 수 있다. 그러므로, 가공 조건이나 드릴 형상의 변화에 있어서 일단 버 형성이 B형의 균일한 cap이 발생하도록 유도하는 것이 버 형성을 최소화하기 위한 우선적인 조건이 된다.

5. 결론

새로운 개념의 드릴에 의한 버형성의 특징을 다음과 같이 정리할 수 있다.

1. 모든 구멍가공에서 발생하는 버 형상을 크게 3종류로 분류하였다.

피삭재 및 가공 조건에 따라서 미세한 버나 음의 버가 형성되는 A형과 균일한 버와 함께 cap이 발생하는 균일한 형상의 B형 그리고, cap의 중심부에서 파열이 발생하여 큰 버가 형성되는 파열형으로 나누어진다. 특별히 새로운 개념의 드릴에서는 재료에 관계없이 A와 B형의 버 형성이 이루어짐으로서 매우 균일하고 작은 크기의 버가 형성된다.

2. 약 140°의 선단각의 크기로 인하여 드릴의

코너부와 구멍출구 사이에 소성 변형이 집중됨으로 인하여 균일한 크랙의 발생이 유도된다. 이것은 구체적으로 선단각이 크고 코너부가 예리할수록 응력 집중 현상이 두드러질 것으로 예상된다. 일단 B형의 버가 형성되면 이송량의 크기에 따라서 큰 변화가 발생하지 않는다.

3. 이송량에 따른 cap 두께는 SM20C에서는 약 0.25mm - 0.3mm의 균일한 분포를 나타내고 있으며 이송량의 크기에 따른 큰 변화가 없다. 이를 통하여 새로운 개념의 드릴에서는 cap의 균일한 발생으로 이송량의 변화에 따라서 비교적 균일한 버가 형성된다.

후기

본 연구는 한국과학재단 핵심전문연구비(과제번호961-1007-057-2)지원으로 수행되었음.

참고 문헌

1. S.L.Ko, D.Dornfeld, "A Study on Burr Formation Mechanism," Trans. of ASME, J. of Eng. for Materials and Technology, Vol. 113, pp. 75-87, 1991.
2. S.L.Ko, J.K.Lee, G.B.Jun, "Measurement Technology for Micro Burr," Proceedings for 5th Int. Conf. on Deburring and Surface Finishing, San Francisco, pp. 314-326, Sep.29-Oct.1, 1998.
3. 고성림, 전근배, 이장구, 레이저를 이용한 효율적인 버측정방법에 관한 연구, 한국정밀공학회, 추계학술대회 논문집(I), pp. 75-78, 1998.
4. T. Miyake, A.Yamamoto, K.Kitajima, Y.Yanaka and K.Takazawa, "Syudy on Mechanism of Burr Formation in Drilling Deformation of Material during Burr Formation," JSPE-57-03, Vol. 3, pp. 87-92, 1991.
5. L.K.Gillespie and P.K.Blottter, "The Formation and Properties of Machining Burrs," Trans. of ASME, J. of Eng. for Industry, pp. 64-74, 1976.