

고정밀 가공을 위한 Burnishing Drill 의 Guide Pad 영향

* 김 종 성 (대한중석(주) 종합기술연구소)
박 동 길 (대한중석(주) 종합기술연구소)

The Influence of Guide Pads in the High Precision Cutting Process of Burnishing Drill

* J. S. GIM (Korea Tungsten Co. R&D Center)
D.G. Park (Korea Tungsten Co. R&D Center)

ABSTRACT

The effects of guide pads on burnishing action and accuracy of machined hole are investigated in drilling with burnishing drill using a specially designed tool experimentally. The cutting forces are balanced at the small forward regions of guide pads. The burnishing action takes place under a high contact pressure between the bore wall and those regions. The over size mechanism of machined hole by the guide pads is discussed.

Keyword : Burnishing Drill, Guide Pads, Cutting Force

1. 서론

구멍가공은 구멍 정밀도 즉 칫수 정밀도, 표면조도, 진위치도, 진직도가 요구 되는 정도에 따라 Center Drill, Twist Drill, Core Drill, Boring, Reamer 를 단계적으로 사용하고 있다. 구멍가공이 전체 절삭가공에서 25%나 차지하므로 생산 되는 제품의 원가에 직접적인 영향을 주기 때문에, 효율적인 구멍가공용 공구가 지속적으로 발전 되고 있다. 이에 따라 Al 합금 이나 주철의 구멍 가공에 있어서 Reamer 정도의 가공 정밀도가 요구 되고, 한 공정으로 구멍 가공이 가능한 Burnishing Drill 을 사용한다.

Fig. 1 은 Burnishing Drill 의 구조와 각부 명칭을 나타내고 있다.

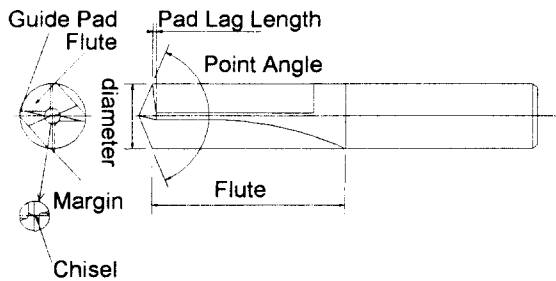


Fig. 1 Shape of a Burnishing Drill

Burnishing Drill 의 특징으로 칫제, Self Centering 기능을 가지고 있다 Fig.2는 일반 Twist Drill 과 Burnishing Drill 의 Chisel Edge 의 형상을 나타내고 있다.

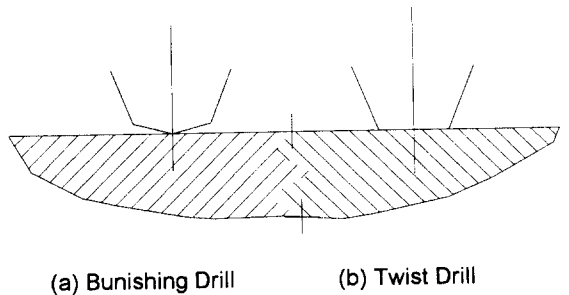


Fig. 2 Mechanism of hole entrance on two types of Drills

일반 Twist Drill 은 초기 절입시 Chisel 이 피삭재에 평행하게 닿게되어 드릴의 중심 Point 가 움직이는 Walking 현상이 생겨, 구멍의 위치 정밀도가 떨어진다. 그러나 Burnishing Drill 은 Chisel 이 피삭재에 대해 썸기모양으로 닿아 중심 Point 가 움직이지 않고 구멍의 위치 정밀도가 정확한 Self Centering 의 기능이 있어 Center Drill 의 사용이 필요 없다.

둘째 Self Guide 기능을 가지고 있다. Fig. 3 은 Burnishing Drill 과 일반 Twist Drill 의 절삭력 방향을

나타낸 것이다.

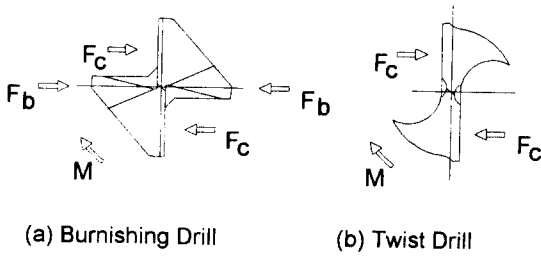


Fig. 3 Force acting on two types of Drills

드릴은 제작과정에 인선부의 Run Out인 Lip Height의 차이가 발생하는데 이는 절삭시 양쪽날의 인선부에 작용하는 절삭력 F_c 의 Unbalance로 이어진다. 절삭력이 많이 받는 방향으로 드릴이 휘어지면서 구멍의 진직도를 떨어뜨림과 동시에 구멍의 확대량을 크게 하고, 구멍 내벽을 긁어 표면조도에 영향을 끼친다. 그러나 Burnishing Drill은 Guide Pad가 있어 드릴이 휘어지는 것을 방지하는 Self Guide 기능이 있어 고정도의 구멍가공이 가능하다

세제 Burnishing 작용을 한다. 기존 Twist Drill은 Margin부만 있는데 비해 Burnishing Drill은 Guide Pad가 추가되어 Margin부와 더불어 4개소에서 Burnishing 역할을 함으로써 피삭재의 표면조도를 향상 시킨다.

네번째 특징은 직선 Flute와 절삭유 전용 유입 통로가 있어 외부 급유시 절삭유 공급이 원활하여 절삭날과 Margin부, Guide Pad에 윤활작용과 냉각 작용을 높히므로써, 표면조도 및 칫수 정밀도가 뛰어나다.

본 논문에서는 고정밀 가공을 위한 Brazed Type Burnishing Drill의 Guide Pad형상별로 구멍가공시 칫수정밀도와 표면조도의 영향을 실험을 통하여 살펴 보았다.

2. 실험방법

2.1 실험재료와 시험편

실험에 사용된 재료는 두께 90mm의 FC30 주철재료에 주조시 나타나는 표면의 요철에 의한 각형상별 구멍 정밀도의 영향을 배제하기 위해서 밀링장비로 표면가공을 하였다.

2.2 실험공구의 형상

Fig. 4는 실험공구의 형상으로 Guide Pad의 단차와 형상을 4가지 유형으로 제작 하였다.

A, B-Type은 Guide Pad 외측 선단부에 절삭날이 형성된 경우로 Guide Pad 단차를 A-Type은 3.3, B-Type은 1.0으로 하였다. C, D-Type은 Guide Pad 외측 선단부의 절삭날을 없애버린 형상이며 Guide Pad 단차를 C-Type은 1.6, D-Type은 0.7로 하였다.

Types	Geometries
A	Cutting Edge 3.3
B	Cutting Edge 1.0
C	Non Cutting Edge 1.6
D	Non Cutting Edge 0.7

Fig. 4 4-Different Types of Burnishing Drill

2.3 절삭실험

실험장비로 Vertical Type의 Machining Guide Pad Center를 사용하였고, 절삭유제는 극압 첨가제가 있는 수용성 Emulsion Type으로 희석 배율을 20:1로 하였다. 절삭조건은 Table 1과 같이

3 가지의 조건으로 두께 90mm 시험편을 관통 시켰다.

Table 1. Cutting Condition

Cutting Condition	#1	#2	#3
Cutting Speed (m/min)	39.6	39.6	52
Feed (mm/rev)	0.16	0.22	0.16

Guide Pad 형상별, 절삭 조건별 구멍 가공 정밀도는 Fig. 5 와 같이 구멍 입구부, 중앙부, 출구부로 나누어 Hole Tester 로 측정 하였다. 구멍 확대량 값은 부위별로 측정방향을 변경하여 3 회 측정 후 평균을 구했다.

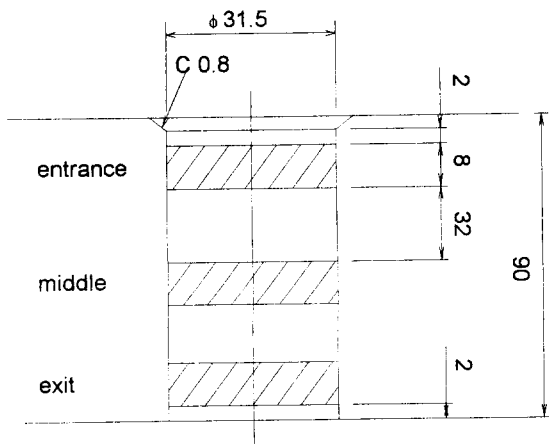


Fig. 5 Measurement of hole size along the length of hole

3. 실험결과 및 고찰

3.1 구멍 확대량

Fig.6 은 $V=39.6$ m/min, $f=0.16$ mm/rev 일때 구멍 확대량을 나타낸것으로 A-Type 은 입구부에서 확대량이 매우 크고 출구쪽으로 갈수록 확대량은 줄어들었다. B, C-Type 은 구멍 부위별 확대량의 편차는 작게 나타났다. 이러한 현상은 절삭이 시작될때 Drill 고유의 Chisel Edge 에 의한 Walking 현상 즉 절삭초기에 나타나는 현상으로 자리를 잡으려고 할때 Chisel 이 미끄러지는 현상에 기인하는 경우가 있다. Fig.3 에서 보면 Bunishing Drill 의 특징인 절삭력 F_c 에 의한 비틀림력 M 과 Lip Height 차에 의한 절삭력 F_c 가 비대칭일때 F_b 의 반대방향으로 굽는것을 Guide Pad 가 반력 F_b 로 받쳐주므로써 Drill 이 굽거나 절삭초기 흔들림 발생을 억제하는

역활과 Burnishing 역활을 한다. 여기서는 인선경과 Guide pad 간에 직경이 같더라도 Guide Pad 선단부가 Cutting Edge 로 존재하여, 절삭초기에 발생하는 흔들림을 Guide Pad 가 진입할때 억제함에도 불구하고, Guide Pad 선단 Cutting Edge 가 피삭재 내벽을 재절삭하여 입구부쪽에 확대량을 크게 하였다. 점점 출구부쪽으로 갈수록 Guide Pad 의 접촉면이 넓어져 Guide 의 역활이 증가되어 흔들림량이 줄어들어 Guide Pad 부 Cutting Edge 의 재절삭량과 확대량이 줄어들게 된다.

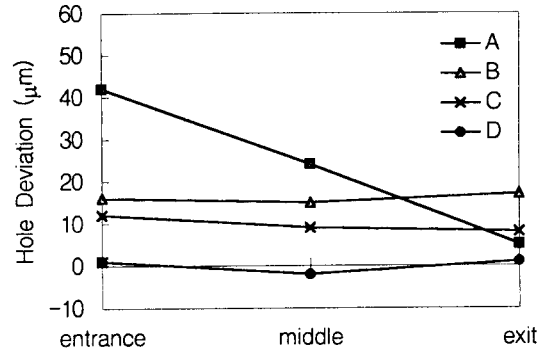


Fig. 6 Hole deviation in machining at $V=39.6$ m/min, $f=0.16$ mm/rev by burnishing drill A,B,C and D-type

Fig.7 은 절삭속도는 동일하고 이송율 0.16 mm/rev 에서 0.22 mm/rev 증가 시킬때 A-Type 의 확대량은 더욱 크게 나타나는데 이는 절삭력의 증가로 흔들림량이 많아져 Guide Pad 의 Cutting Edge 에 의한 재절삭량 증가로 발생한 현상이다.

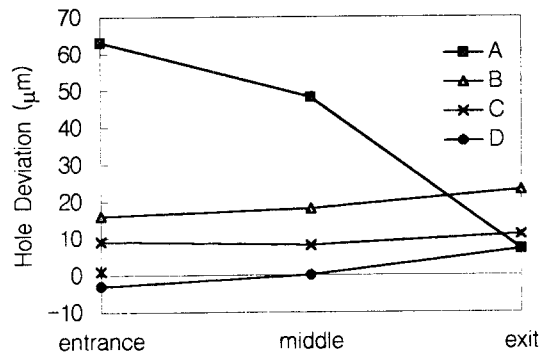


Fig. 7 Hole deviation in machining at $V=39.6$ m/min, $f=0.22$ mm/rev by burnishing drill A,B,C and D-type

Fig. 8 은 이송을 고정시키고 절삭속도를 39.6 m/min 에서 52m/min 증가시킬때 나타나는 현상으로 A-Type 의 확대량은 거의 차이가 없었고 공구의 인선외경과 피삭재 내벽간의 마찰이 증가하여 마찰음이 발생하였고, 절삭열도 아울러 증가 하였다. D-Type 은 다른 어느것보다도 확대량이 매우 적고 부위별 편차도 거의 없다. 이러한 이유는 Guide Pad 의 Cutting Edge 가 없으므로써, 재절삭이 되지않고 절삭날과 Guide Pad 간의 단차가 작아 Guide Pad 가 피삭재 내벽에 진입하기 전의 불안정한 절삭영역으로 흔들림이 발생하는 구간이 적어, 칩수 확대량이 매우 양호하게 나왔다.

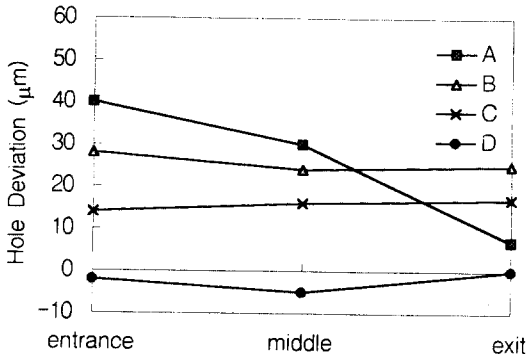
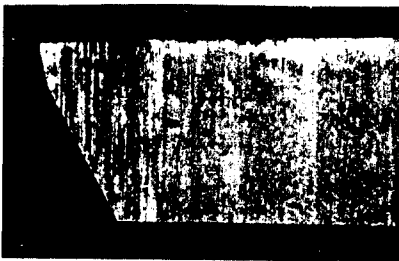


Fig. 8 Hole deviation in machining at V=52m/min, f=0.16mm/rev by burnishing drill A,B,C and D-type

사진 1 은 Margin 부의 마모상태로 Guide Pad 와의 단차구간에 마모가 많이 발생된 흔적이 보인다. 이것은 초기절삭시 Guide Pad 가 구멍에 진입하기 전에 흔들림이 발생하여 Margin 부와 구멍내벽간의 마찰력의 증가로 발생하였다. Guide Pad 진입 구간에 마모가 양호 한것은 Guide Pad 의 Self Guide 역할을 하여 흔들림을 억제하였기 때문이다.



Photograph 1 Wear of pad lag at the margin

3-2 표면조도

Fig. 9 는 표면조도를 측정된 결과이다. A-Type 은 Guide Pad 의 재절삭으로 인한 Scratch 자국이 있고 B, C, D-Type 순으로 D-Type 이 매우 양호하게 나왔다.

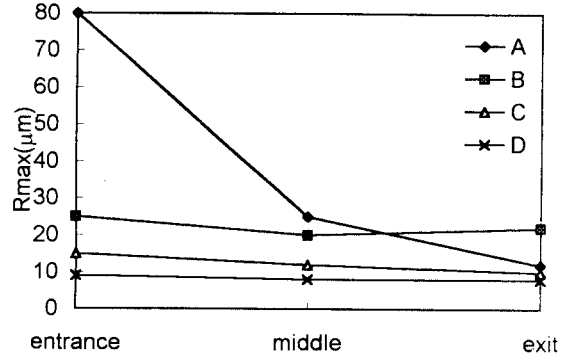


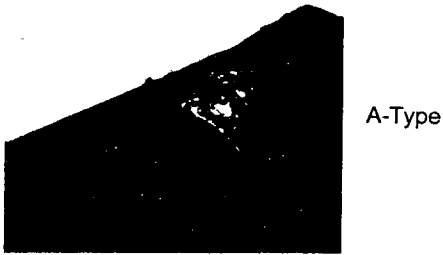
Fig. 9 Surface roughness of hole size along the length of hole at V=39.6m/min, f=0.16mm/rev by A,B,C and D - type

3-3 절삭유

실험시 첫구멍을 뚫을때 절삭유가 부패가 되어 냄새가 나 절삭유를 교체하여 실험을 하였다. 절삭유 교체전에는 구멍 확대량과 표면조도가 양호하게 나왔는데 교체후 결과는 구멍 확대량이 크게 나왔다. 출구쪽 확대량이 크게 나왔고 표면조도도 Scratch 자국이 많이 나타났다. 이러한 원인은 절삭유를 교체할때 충분히 회석을 시켜야 하는데 회석상태가 좋지않아 절삭유의 특징인 냉각성은 갖추어 지나 윤활성 부족으로 인선 경사면에 미소한 부착물이 생성 및 탈락으로 인한 과절삭으로 Scratch 자국이 생겼고, 출구쪽으로 갈수록 절삭유가 인선에 닿는량과 칩배출의 어려움으로 인한 부착물의 생성 및 탈락이 증가 되어 확대량이 크게 된 것이다. 사진 1 의 Margin 부 마모는 절삭유제의 영향도 있다. 절삭유제의 윤활성에 따라 마모의 정도가 달라지는데, 윤활성이 충분하면 Margin 부와 Guide Pad 가 피삭재 내벽에 미끄러지므로 마모량은 줄게 된다. 사진 2 는 A, D-Type 으로 Point 부 Relief 면에 칩이 미소하게 용착 되어 있다. 칩 용착의 원인은 Burnishing Drill 의 Flute 가 직선이기 때문에 Vertical 방향 절삭에서는 칩이 구멍 주위에 쌓여 칩 배출이 어려워 칩의 용착 발생 가능성이 많다.

절삭유를 외부급유할때는 인선경의 3 배 절삭 길이에서는 별 문제가 없다. 주철가공에서 칩미분은 Point 부 Chisel 의 여유면에서 배출이 되지 않고 남아 있는 상태가 되어 이송에 의해 용착 되어

2. Burnishing Drill 에서 가장 중요한 Point 는 인선부에 걸리는 절삭력의 Balance 와 Burnishing 력의 균일성에 달려있다.



Photograph 2 Build up of point relief face

버렸기 때문이다. 만약 건식절삭을 할 경우는 칩배출이 양호한 Horizontal 절삭을 하여야 한다.

3-4 Lip Height 와 외경 Run Out

Lip Height 에 의한 구멍 확대량은 비례 한다. 외경 Run Out 이 크면 Guide Pad 와 Margin 에 불균일한 Burnishing 력이 주어져 공구의경의 편마모와 피삭재 표면조도를 떨어뜨리게 한다.

4. 결론

1. Brazed Burnishing Drill 의 설계, 제작에 있어서

1)절삭날의 여유각을 연삭시 Guide Pad 가 연삭되어 생기는 Cutting Edge 로 인하여 피삭재 내벽을 재 절삭하는것을 방지 하여야한다.

2) 인선과 Guide Pad 와의 단차를 사용목적별로 적절히 하여 Guide Pad 의 역할을 강화 시킨다. 만약 단차가 크면 흔들림 구간이 넓어져서 구멍확대량에 영향을 준다.