

# 쾌삭성 세라믹의 나사 가공

## Screw Machining of Machinable Ceramics

\* #이재우

\* #JAE WOO LEE(e@doowon.ac.kr)  
 두원공과대학 기계과

Key words : Screw, Machinable ceramic, Tungsten Carbide, Wear, Cutting fluid

### 1. 서론

세라믹은 물리적인 특성상, 정밀기계 부품으로 많이 사용되기 때문에, 그 제조 과정에 있어서 성형 소결한 후에, 소정의 치수, 형상, 표면 거칠기로 정밀기계 가공할 필요가 있으며, 나사 가공할 필요성도 적지 않다. 그러나, 파인 세라믹은 높은 경도를 가지므로 극히 난삭재이며, 가공법으로서는 현재 다이아몬드 슷돌에 의한 연삭이나 랩핑 가공이 주류를 이루고 있고, 당연히, 가공 능률이 낮다.<sup>1-5</sup> 그러나 쾌삭성 세라믹은, 불소금운모-붕규 산그래스계의 결정화 그래스이며, 미세한 운모편이 그래스 매트릭스 중에 균일하게 분산되기 때문에 높은 피삭성이 얻어진다. 쾌삭성 세라믹은 내열성, 내식성, 전기 절연성 등이 우수한 특성을 가지므로, 전자 부품 등 높은 치수 정밀도가 요구되는 부품으로 널리 이용되고 있다.<sup>6</sup> 높은 본 연구에서는 호튼 세라믹사에서 제조된 쾌삭성 세라믹(마이카 세라믹)을 대상으로 하여 나사 가공을 행하고, 각종 절삭 조건이 쾌삭성 세라믹의 나사 가공성에 미치는 영향을 조사하였다.

### 2. 실험 방법

쾌삭성 세라믹은 경도가 Hv 800정도로서, 천연 다이아몬드 공구와 초경 합금 K10 공구를 사용하여, 피치 1mm의 미터 나사를 가공하였고, 그 실험 조건을 Table 1에 나타낸다.

Table 1 Cutting conditions

Tool materials	Natural diamond (corner radius : 0.15mm), Carbide tool : K10
Cutting speed	Varied from 10 to 75 m/min
Depth of cut	0.1, 0.15, 0.2mm

절삭액은 수용성 절삭유 KS W2 상당, 유성 절삭유 KS2-13을 사용하였다. 가공 후에, 광학현미경으로 나사산의 형상을 관찰하고, 사진 촬영하였으며, 또한 만능 투영기로 나사산의 형상을 관찰하고, 스케치하였다.

한편, 쾌삭성 세라믹에 대하여는 M6, 피치 1mm의 탭에 의하여 압나사를 가공하였다. 이 때의 실험 조건은 1번-3번까지의 통상 탭을 사용하는 방법(이하 A타입이라 한다)과, 탭의 직경을  $\phi 5.6$ ,  $\phi 5.8$ mm로 작은 탭부터 통과시키고, 통상 탭으로 다듬질하는 방법(이하 B 타입이라 한다)로도 행하고, 나사 가공성을 비교하였다. 건식 절삭 이외에도 수용성 절삭유, 유성 절삭유를 사용하여 절삭을 행하고, 절삭유제의 영향에 대하여도 조사하였다. 가공 후에, 나사부를 절단하여 나사산의 형상을 사진 촬영하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1 쾌삭성 세라믹의 슷나사 가공

##### 3.1.1 절삭 깊이의 영향

절삭 깊이를 0.2, 0.15, 0.1mm로 변화시켜서 천연 다이아몬드 공구를 사용하여 습식으로 나사 절삭 가공을 행하였다. 이 때의 나사 산의 형상을 Fig. 2에 보인다. 절삭 깊이가 0.2, 0.15mm의 경우에는 각각 (a), (b)와 같이 칩핑이 크게 되었다. 한편 절삭 깊이가 0.1mm인 경우에는 (c)와 같이 칩핑이 작게 되었다. 이



(a) D : 0.2mm



(b) D : 0.15mm



(c) D : 0.1mm

Fig. 2 Effect of the depth of cut on the finished surface (workpiece : machinable ceramics, Tool : natural diamond, V=45m/min, cutting fluid : KS W2)

칩핑은 최종 다듬질 절삭에서 없어지게 되었다.

##### 3.1.2 절삭유의 영향

천연 다이아몬드 공구로 건식 및 절삭액으로 수용성 절삭유와 유성 절삭유를 사용하여 나사 가공을 행하였다. 수용성 절삭유를 사용한 경우 이외에는 1회째의 절입에서 생성되는 칩핑이 크고, 이 칩핑은 최종 다듬질까지 소멸되지 않았다.

### 3. 1. 3 절삭 속도의 영향

절삭 속도를 10~75m/min까지 변화시켜서 천연 다이아몬드 공구를 사용하여 습식에서 나사 가공을 행하였지만, 그 영향은 거의 나타나지 않았다.

### 3. 1. 4 공구 재종의 영향

Fig. 3에 천연 다이아몬드 공구, 초경합금 공구 K10을 이용하여 습식에서 나사 절삭 가공을 행한 때의 나사산의 형상을 만능투영기(×20)로 확대한 것을 각각 (a), (b)에 나타낸다. 사진으로부터 두 공구를 사용한 모두 양호한 나사가 형성되어 있음을 알 수 있다. 그러나 다이아몬드 공구에는 마멸이 거의 나타나지 않았음에 비하여, 초경 합금 공구에서는 수회의 나사 절삭에서 마멸이 관찰되었다. 또한, 최종 다듬질 면에는 남아 있지 않았지만, 초경 합금 공구를 사용한 경우에는 다이아몬드 공구를 사용한 보다도 가면면에서 절삭시의 칩핑이 크게 되었다.

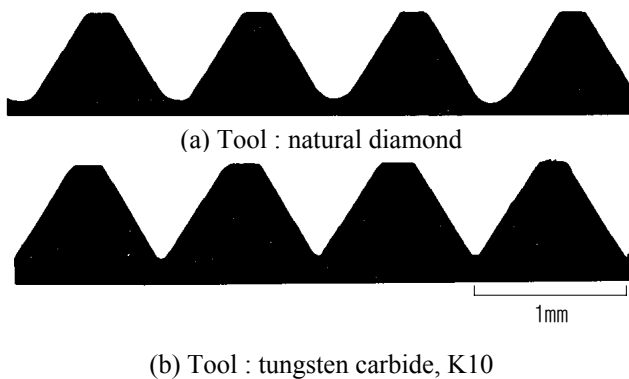


Fig. 3 Projections of screw geometries  
(Cutting fluid : KS W2, V=20m/min)

### 3. 2 쾌삭성 세라믹의 암나사 가공

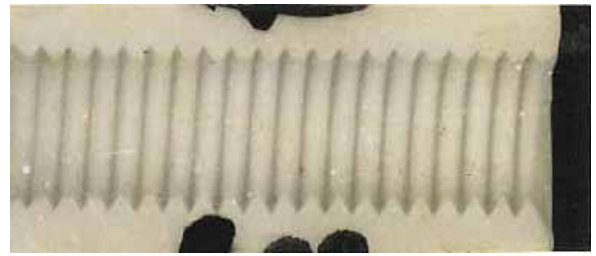
A 타입 및 B 타입의 실험 방법으로 건식 가공한 암나사의 단면 사진을 각각 Fig. 4(a), (b)에 나타낸다. 또한 B 타입의 방법으로 절삭액으로 수용성 절삭유를 사용한 것을 (c)에, 유성 절삭유를 사용한 것을 (d)에 나타낸다. A 타입의 방법에서는, B 타입에 비하여 나사산의 선단에서 약간 칩핑이 발생하였다. 한편, 유성 절삭유를 사용한 때는 나사산이 모두 뚫개지는 현상을 나타내었다. 이 원인으로서, 유성 절삭유를 사용하면 나사 가공 시의 절삭칩의 배출성이 극히 악화되는 것이 그 원인의 하나로 판단된다.



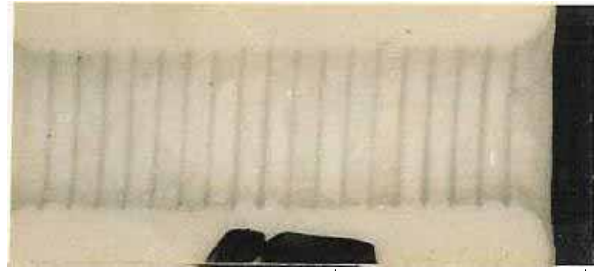
(a) A type, Dry



(b) B type, Dry



(c) A type, cutting fluid KS W2



(d) B type, cutting fluid KS 2-13

Fig. 2 Section of the female screw machined

### 4. 결론

1. 절삭 깊이가 0.2, 0.15mm의 경우에는 칩핑이 크고, 절삭 깊이가 0.1mm인 경우에는 칩핑이 작아진다.
2. 수용성 절삭유를 사용한 경우 이외에는 1회째의 절입에서 생성되는 칩핑이 크고, 이 칩핑은 최종 다듬질까지 소멸되지 않았다.
3. 10~75m/min의 절삭 속도 범위에서는 절삭 속도의 영향이 나타나지 않는다.
4. 초경 합금 공구를 사용한 경우에는 다이아몬드 공구를 사용한 보다도 가면면에서 절삭시의 칩핑이 크다.
5. 암나사 가공에서는, 유성 절삭유를 사용한 경우에 나사산이 모두 뚫개지는 현상을 나타낸다. 이것은, 유성 절삭유를 사용하면 나사 가공 시의 절삭칩의 배출성이 극히 악화되는 것이 그 원인의 하나로 판단된다. 1번-3번까지의 통상 탭으로 나사 가공하는 방법(타입 A)에서는, 탭의 직경을  $\phi 5.6$ ,  $\phi 5.8$ mm로 작은 탭부터 통과시킨 후에, 통상 탭으로 다듬질하는 방법(타입 B)에 비하여 나사산의 선단에서 칩핑이 발생하기 쉽다.

### 참고문헌

1. Lee, J. W., "Tool Wear in Turning of the Presintered Low Purity Alumina," J. of the KSPE, Vol. 22, No. 1, pp. 39-46, 2005.
2. Lee, J. W., "Presintering Temperature for Improving the Tool Life in Machining of  $Si_3N_4$  Ceramics," Proceedings of the KSPE Spring Annual Conference, pp. 456-459, 2005.
3. Lee, J. W., "Tool Life in Cutting of the Presintered Low Purity Alumina," Proceedings of the KSPE Spring Annual Conference, pp. 1268-1271, 2004.
4. Lee, J. W., "Tool-Wear Characteristics of the Ceramic, CBN and Diamond Tools in Turning of the Presintered Low Purity Alumina," J. of the KSPE, Vol. 23, No. 1, pp. 80-88, 2006.
5. Lee, J. W., "Evaluation of Wet Machining Characteristics of the Presintered Low Purity Alumina with the Ceramic, CBN and Diamond Tools," J. of the KSPE, Vol. 24, No. 2, pp. 33-40, 2007.
6. Jang, S. M., Cho, M. W., Cho, W. S. and Park, D. S., "Analysis of Cutting Parameters for  $Si_3N_4$ -hBN Machinable Ceramics Using Tungsten Carbide Tool," Trans. the Korean Society of Machine Tool Engineers, Vol. 12, No. 6, pp. 36-43, 2003.