

초경합금재의 하드터닝에서 공구재종에 따른 절삭성

Hard Turning Machinability of V30 Cemented Carbide with PCD, cBN and PcBN Cutting Tool

✉허성중¹

✉Sung Jung Heo¹

¹ 두원공과대학 기계과 (Department of Mechanical Engineering, Doowon Technical College, Univ.)

✉ Corresponding author: sjheo@doowon.ac.kr, Tel: 031-670-7135

Manuscript received: 2008.5.13 / Revised: 2008.8.16,9.18 / Accepted: 2008.9.22

Hard turning process can be defined as a single-point machining process carried out on "hard" materials. The process is intended to replace or limit traditional grinding operations that are expensive, environmentally unfriendly, and inflexible. The purpose of this study is to achieve a systematic understanding of machining characteristics and the effects of machining parameters on cutting force, tool wear shape and chip formation by the outer cutting of a kind of wear resistant tungsten carbide V30. Hard turning experiments were carried out on this alloy using the PCD (Poly Crystalline Diamond), cBN (cubic Boron Nitride) and PcBN (Polycrystalline cubic Boron Nitride) cutting tools. The PcBN and the usual cBN tools were used to be compare with the PCD tool and the dry turning was carried out. The PcBN is attractive as the tool material which replaces the PCD. The tool wear width and cutting force were measured, and the worn tool and chip were observed. The difference of the tool wear mechanism among the three tool materials was investigated.

Key Words: Hard Turning (하드 터닝), Cemented Carbide (초경합금), PCD, cBN and PcBN Cutting Tool (소결 다이아몬드, 시비엔, 피시비엔 절삭공구), Machinability (절삭성)

1. 서론

21 세기의 기술 트렌드는 드라이 (dry=MQL 절삭), 하드 (hard=탄삭재, 신소재의 절삭), 패스트 (fast=고속가공)라고 일컬어지고 있다. 즉, 첨단 기술의 실현을 위한 절삭 가공에 있어서 제품의 소형화 및 공작기계의 고성능화에 의한 초정밀, 고능률적 가공과 더불어 고기능, 고부가가치를 위한 탄삭재의 사용이 증가함에 따라 이에 관한 연구의 필요성이 더욱 중요하게 인식되고 있는 것이다.¹

초경합금은 WC (텅스텐카바이드, 탄화 텅스텐)와 Co (코발트)를 주성분으로 한 복합재료이므로

저온 경도와 고온 경도가 뛰어나며 압축 강도와 강성이 높은 등, 제반 물리적 성질이 안정되어 있다.

이와 같이 뛰어난 특징을 이용해, 초경합금은 절삭 공구용뿐만 아니라 내마멸·내충격용 공구 등 여러 가지 분야에서 이용되고 있다. 내마멸·내충격용 초경합금은 절삭 공구용에 비해 결합 성분의 코발트를 많이 함유하여 경질 성분인 텅스텐 카바이드의 입자 지름도 거칠고 큰 것이 사용되고 있다.

초경합금재의 기계 가공은 지금까지 재료 자체의 난삭성으로 인하여 연삭가공에 의존할 수밖에

없었으며 이에 대한 연구는 연구자에 의해 수행된 바 있다.²⁻⁷

그러나 기계 가공에서는 생산성 향상과 정밀 가공의 실현이라는 상반되는 요구를 동시에 충족해야 하므로 가공능률이 낮은 기존의 연삭가공을 생산량의 증가 및 가공비의 절감과 같은 고능률적 가공이 가능한 절삭가공으로 변환할 필요성이 절실히 대두됨으로써, 난삭재·신소재를 절삭하기 위한 첨단 기술 트렌드의 하나인 하드터닝(hard turning)^{8,9}은 반드시 실현되어야 할 중요한 연구로 여겨진다.

따라서, 본 연구에서는 초경합금의 절삭에 뛰어난 성능을 발휘한다고 알려진 다결정 다이아몬드 소결체(PCD: Poly Crystalline Diamond) 공구¹⁰⁻¹²와 더불어 2 종류의 입방정질화붕소(cBN: Cubic Boron Nitride, 챔퍼 호닝 처리 유무) 공구 및 다결정 cBN(PcBN: Polycrystalline cubic Boron Nitride)¹³ 등, 4 종류의 공구로써 초경합금의 절삭을 실시하여, 공구재종에 의한 공구 마멸 특성 및 절삭 저항 특성 등의 차이에 대해 비교·검토했다.

또 PCD 공구에 대해, 함유 되는 다이아몬드 입자 지름의 크기가 공구의 절삭성에 미치는 영향을 고찰하기 위해, 다이아몬드 입자 지름이 다른 2 종류의 PCD 공구를 이용해 초경합금의 절삭을 실시해, 다이아몬드 입자 지름이 공구 마멸 특성 및 절삭 저항 특성에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

2. 실험장치 및 방법

실험장치로는, MAZAK 사제 고속정밀선반 MAZAK-JUNIOR type A (회전수 33~2000rpm, 이송 0.075~0.499 mm/rev, 동력 3.7kW)를 이용하였다. 절삭 조건은 절삭깊이 0.1mm, 절삭 속도 및 이송 속도는 이미 행한 저자의 연구에 의해 PCD 공구에 의한 초경합금의 절삭에 적절하다고 판단한 15m/min, 0.1mm/rev 로 하였다.¹⁴

이송은 생산효율을 감안하여 높은 이송범위에서의 기계적 공구마멸기구를 고찰하기 위해 공구 메이커의 추천보다 높게 설정하였다. 본 연구에서는 절삭깊이를 0.1mm 로 일정하게 하였다.

절삭 저항을 측정하기 위해 자체 제작한 스트레인 게이저형 공구 동력계와 피삭재의 외관을 Fig. 1 에 나타내었다. 사용한 동력계는 원통상의 공구 홀더 외주부에 스트레인 게이저를 붙인 구조

로서 절삭저항의 3 분력을 측정할 수 있도록 하였다. 즉, 절삭력에 의해 원통부에 발생한 스트레인은 휘스톤 브리지(Wheatstone bridges) 회로에서 발생한 전위차를 측정하고, 회로에 생긴 변동 전압을 증폭기(Charge amplifier, KYOWA 제, YA-503B)를 통하여 증폭시킨 후, 펜 레코더(Pen recorder, GRAPHTEC 제, LINEARCORDER WR3701)로 기록하였다.

피삭재는 내마멸·내충격 공구용 초경합금재 V30 (ISO 분류 기호)이며, 피삭재의 화학 조성을 Table 1 에, 주된 기계적 성질을 Table 2 에 나타내었다.

V30 초경합금재는 다른 종류의 초경합금재에 비해 텅스텐의 함유량이 많아, 피삭성이 매우 나쁜 것을 특징으로 들 수 있다.

실험에는 다이아몬드 입자 지름이 다른 2 종류의 PCD 공구(이하 입자 지름이 작은 PCD 공구를 PCD-S 공구, 입자 지름이 큰 PCD 공구를 PCD-L 로 씀), 챔퍼 호닝을 한 cBN 공구(이하 cBN-c 로 씀), 챔퍼 호닝을 하지 않은 cBN 공구 및 다결정 cBN (PcBN) 공구를 사용하였으며, 각 공구의 주된 기계적 성질은 Table 3 과 같다.

이와 같은 5 종류의 공구를 공구 홀더(ETANR1616H33, 스미토모 전공-일본제)에 고정하여 사용하였으며, 공구 형상은 (-5, -5, 5, 5, 30, 0, 0.8)이다.

절삭 거리 경과에 따른 피삭성 및 각 공구의 수명을 판명하기 위해, 하나의 절삭 조건으로부터 피삭재의 바깥지름을 처음 1 회 예비 절삭 한 후, 연속하여 횡이송 건식 절삭하였다.

그리고 그 때의 절삭 저항을 측정해, 팁 코너부의 최대 여유면 마멸폭을 광학현미경으로 관찰하였다.

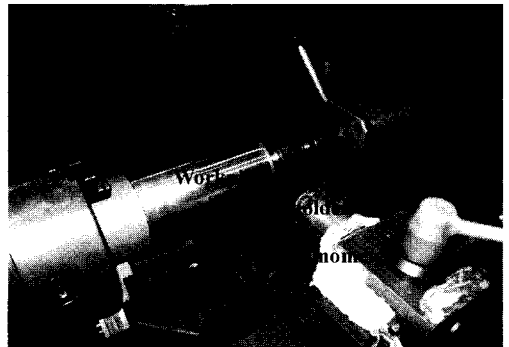


Fig. 1 Experimental equipment

Table 1 Chemical compositions of cemented carbides (wt%)

Cemented carbides	W	Co	C
V30	79~87	7~16	5~6

Table 2 Mechanical properties of cemented carbides

Cemented carbides	Specific gravity (Mg/m ³)	Hardness (HRA)	Compressive strength (GPa)	Young's modulus (GPa)
V30	14.4	88.5	4.61	578

Table 3 Mechanical properties of tool material

	Grain contents ratio [vol%]	Grain diameter [μ m]	Hardness [Hv]	Transverse rupture strength [GPa]
PCD (small grain)	91	12.5	10000	1.7
PCD (large grain)	96.5	45	12000	1.5
cBN	65	3.0	3200-3400	1.00-1.10
cBN-c	-	-	3900-4200	0.95-1.10
PcBN	>99.9	<0.5	5000	1.35

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 공구 마멸 특성

절삭 초기부터 각 공구의 마멸량을 관찰하는 것으로써 절삭 거리가 공구 마멸에 미치는 영향을 고찰하기 위해, 절삭 거리와 공구 여유면 마멸폭의 관계를 Fig. 2 에 나타내었다. 각 공구 모두 절삭 거리의 증가와 함께 여유면 마멸도 증가하고 있는 것을 알 수 있다.

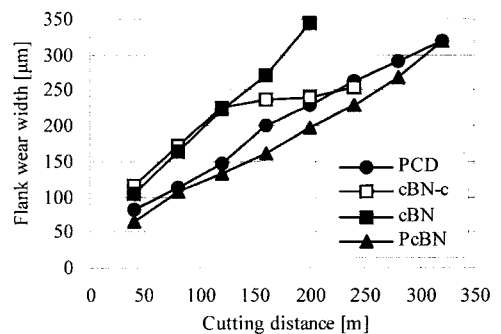
한편, 2 종류의 cBN 공구는 모두 절삭 시작 직후부터 공구 마모가 크게 진행해, PCD 및 PcBN 공구에 있어서의 공구 수명 (공구 마멸 300 μ m)이 절삭 거리 약 280m 인데 대해, cBN 공구에서는 공구 수명이 절삭 거리 약 170m 로 현저하고 짧아지고 있다.

또한 챔퍼 호닝을 한 cBN-c 공구의 마멸 진행 모습에 주목하면, 절삭 거리 120m 를 지나면서 갑자기 마모의 진행이 멈추어, 그 후 그다지 두드러진 변화가 나타나지 않는 것을 알 수 있다. 이것은 절삭 거리의 증가에 수반해, 챔퍼 부분(공구 경사면)에 크레이터 마멸이 생겼기 때문이라고 생각 된다.

각 절삭 거리에 있어서의 PCD 공구 경사면, 여유면의 광학 현미경 사진을 Fig. 3 에 나타내었다. Fig. 3 으로부터 절삭 거리의 증가에 따라 공구 마멸이 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 또 경사면의 사진으로부터 알 수 있듯이, 절삭 거리가 증가하여도 공구 날 끝의 후퇴는 볼 수 없으며, 공구 형상이 유지되고 있는 것을 알 수 있다.

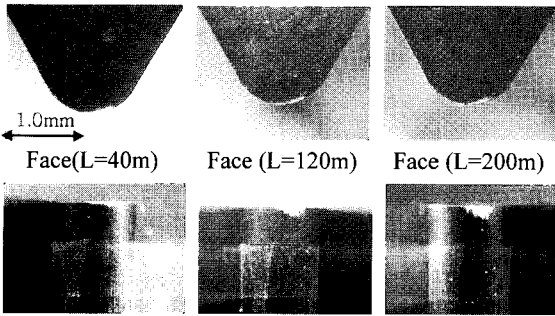
Fig. 4 는 챔퍼 호닝을 한 cBN 공구의 사진이다. 경사면의 사진으로부터 절삭 거리가 증가하면 공구 날끝이 크게 후퇴해 버리고 있는 것을 알 수 있다. 또 여유면의 사진으로부터, Fig. 2 의 마멸폭의 그래프에서 마멸의 진행이 멈춘 절삭 거리 120m 부근에서, 호닝부가 탈락하고 있는 것처럼 보여 이 때문에 피삭재와의 접촉 면적이 현저하게 저하했기 때문에 마멸이 진행하지 않게 되는 것이라 판단된다.

호닝 처리를 하지 않은 cBN 공구의 경사면, 여유면의 광학 현미경사진을 Fig. 5 에 나타내었다. 여기서도 경사면에 있어 날끝의 큰 후퇴를 볼 수 있다. 또 앞의 cBN 공구와 같은 탈락의 형태는 볼 수 없지만, 절삭 거리가 늘어남에 여유면 뿐만이 아니라 경사면도 파고 들 수 있는 것 같은 형태로 마멸되고 있는 것을 알 수 있다.



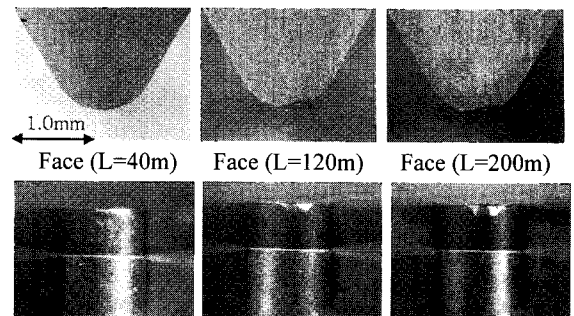
V=15m/min, f=0.1mm/rev, t=0.1mm

Fig. 2 Relation between flank wear width and cutting distance



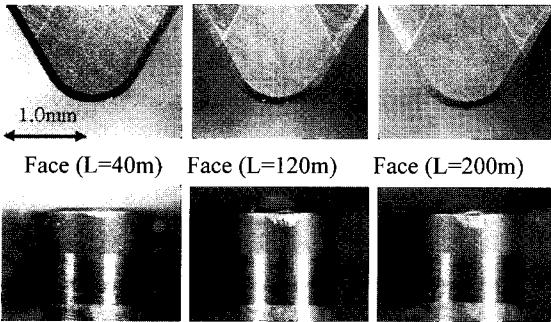
Face (L=40m) Face (L=120m) Face (L=200m)
Flank (L=40m) Flank (L=120m) Flank (L=200m)
V=15m/min, f=0.1mm/rev, t=0.1mm

Fig. 3 Optical micro photographs of tool wear(PCD)



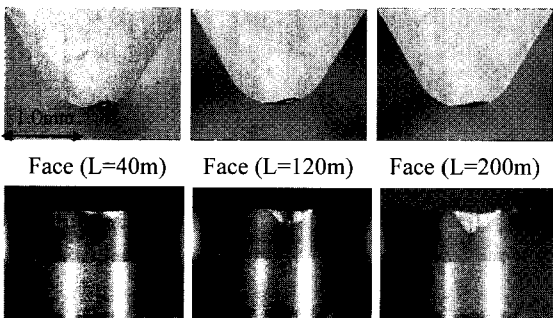
Face (L=40m) Face (L=120m) Face (L=200m)
Flank (L=40m) Flank (L=120m) Flank (L=200m)
V=15m/min, f=0.1mm/rev, t=0.1mm

Fig. 6 Optical micro photographs of tool wear(PcBN)



Face (L=40m) Face (L=120m) Face (L=200m)
Flank (L=40m) Flank (L=120m) Flank (L=200m)
V=15m/min, f=0.1mm/rev, t=0.1mm

Fig. 4 Optical micro photographs of tool wear(cBN-c)



Face (L=40m) Face (L=120m) Face (L=200m)
Flank (L=40m) Flank (L=120m) Flank (L=200m)
V=15m/min, f=0.1mm/rev, t=0.1mm

Fig. 5 Optical micro photographs of tool wear(cBN)

다음에 Fig. 6 은 PcBN 공구의 현미경 사진이다. 여기에서도 경사면의 사진으로부터 날끝의 후퇴를 볼 수 있지만, 여유면 마멸은 PCD 와 동일한 정도 까지 크게 나타나지 않고 있는 것을 확인할 수 있다.

절삭 후의 공구 상태를 보다 자세하게 관찰하기 위해서, SEM 에 의한 공구 날 끝의 관찰을 실시해 Fig. 7 에 나타내었다.

PCD 공구는 광학 현미경으로 관찰한 대로, 공구 날끝은 형상이 거의 유지되어 공구 형상의 변화는 볼 수 없었지만, 다른 공구에서는 공구 경사면측의 크레이터 마멸이 진행되고 있는 모습이 분명히 관찰된다. 챔퍼 호닝을 한 cBN 공구는, 사진에서 알 수 있듯이 호닝부가 크게 도려내진 것 같은 상태가 되고 있어 이상적인 절삭이 행해지는 상황은 아니라고 생각된다. 호닝을 하지 않은 cBN 공구, PcBN 공구에서는 날끝이 후퇴해, 경사면 마멸의 모습을 분명하게 관찰할 수 있었다.

Fig. 7 에서, cBN 공구 및 PcBN 공구에 대해 거의 발생하고 있지 않는 마멸면에서의 부착물이, PCD 공구에 대해서는 마멸면 전체에 걸쳐 발생하고 있는 것을 알 수 있다. cBN 공구에서는 세라믹 (TiN-Al)을, 또 PcBN 공구에서는 hBN 를 결합재로 하고 있는데 대해, PCD 공구는 그 소결 단계에 있어, 원료가 되는 다이아몬드 분말끼리의 결합재로서 코발트(Co)를 사용하고 있다. 초경합금재 역시 텅스텐카바이드(WC) 입자를, 코발트를 결합재로서 소결 시킨 합금이므로, 코발트의 친화성에 의해 PCD 공구에는 부착물이 발생하였다고 여겨진다.

Fig. 7 의 SEM 관찰 사진에서, 마멸면에 cBN 공구 및 PcBN 공구에서는 미량의, PCD 공구에서는 매우 많은 부착물이 발생하고 있는 모습이 관찰되었다. 따라서, 부착물의 성분을 분명히 하기 위해 EPMA(Electron Probe Micro Analyzer) 분석 장치를 이용해, 공구 마멸면의 원소 정성 분석을 실시하였다.

Fig. 8 에 EPMA 정성 분석을 통해 얻을 수 있

있던 텅스텐(W)을 분석 결과, 맵핑 데이터의 예를 나타내었다. 분석 결과에 대해, 원소 농도는 색의 농담으로 판단해, 휘도가 높을 수록 그 원소의 농도가 높은 것임을 나타내고 있다. 또 둘 이상의 원소가 있을 때는, 그때마다 각 원소에 색지정을 해 그 색의 진함으로 원소 농도의 농담을 판단한다. EPMA 정성 분석을 실시한 결과, Fig. 8 보다 PCD 공구 및 다른 공구의 마멸면에 있어서의 부착물에는, 텅스텐 (W)이 가장 많이 검출되고 있는 것을 알 수 있다. 이것으로부터 Fig. 7 의 SEM 사진으로 관찰된 부착물은, 피삭재의 초경합금인 것을 확인할 수 있었다.

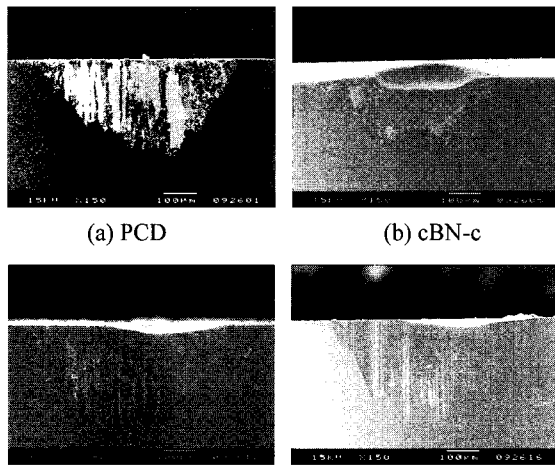


Fig. 7 SEM of each tools at end of cutting

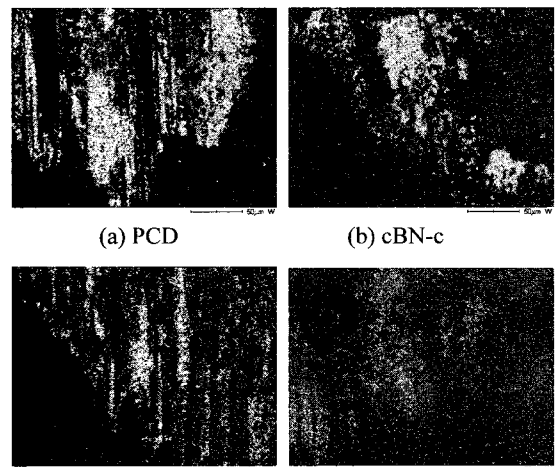
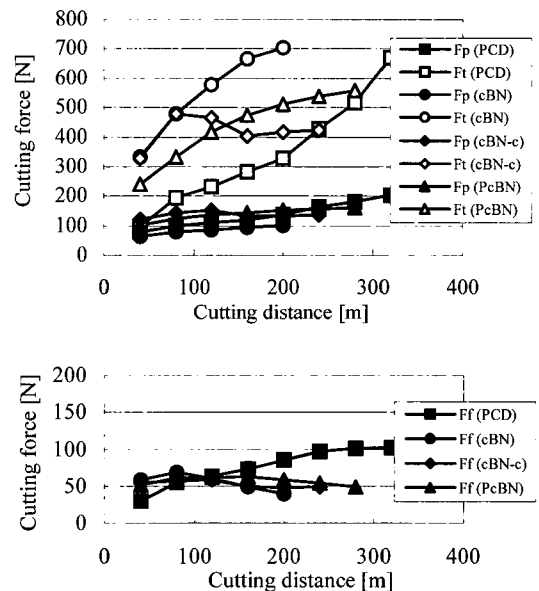


Fig. 8 EPMA data of flank face (mapping of W)

3.2 절삭저항

절삭 초기부터 각절삭 거리와 각 공구에 있어서의 절삭 저항의 관계를 Fig. 9 에 나타내었다. 위의 그래프는 주분력과 배분력, 아래의 그래프는 이송분력을 나타낸다. 이들 그래프에서, 초경합금의 절삭에서는 일반강철의 절삭과는 달리, 3 분력 중에서 배분력이 가장 큰 값을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

또, 배분력만 큰 증가 경향을 나타내며, 주분력의 증가 경향은 그다지 큰 변화를 나타나지 않고 있으며, 이송분력에서는 PCD 공구 이외에서는 절삭 거리가 늘어날수록 감소 경향을 나타내고 있다.



$V=15\text{m/min}, f=0.1\text{mm/rev}, t=0.1\text{mm}$

Fig. 9 Relation between cutting force and cutting distance

한편, 초경합금 등의 초경도 재료의 절삭에 대해서는, 배분력이 매우 크고 공구 마멸도 걱정하기 때문에, 절삭 거리가 늘어나면 실제의 절삭량은 절삭깊이보다 작아지게 된다.

따라서, Fig. 10 에 절삭 후의 피삭재의 절삭 잔재량의 측정을 실시한 결과를 나타내었다. PCD 공구가 가장 절삭 잔재량이 작은 경향을 나타내고 있으나, 공구 수명의 절삭 거리 약 300m 에서는 절삭깊이의 약 반 정도의 절삭깊이가 되고 있다.

그 외의 공구에서는 절삭 개시 직후부터 큰 절삭 잔재량이 생겨 공구수명 부근에서는 거의 절삭

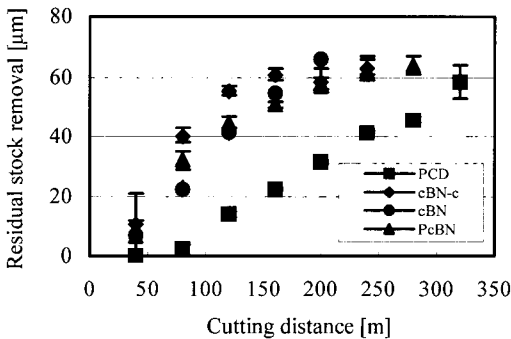
되고 있지 않은 것이 밝혀졌다.

3.3 PCD 공구에 있어서의 공구 입자 지름의 영향

여기서는 PCD 공구에 함유 되는 다이아몬드 입자의 입자지름이 다른 2 종류의 PCD 공구(다이아몬드 입자지름 대소의 공구를 각각 PCD-L 공구, PCD-S 공구라 기술)를 이용해 초경합금의 절삭을 실시해, 공구 입자지름의 차이가 공구 마멸 특성 및 절삭 저항특성에 미치는 영향에 대해 조사했다.

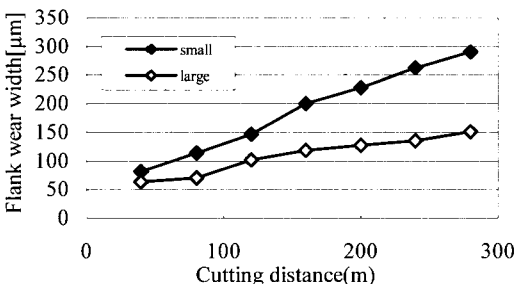
3.3.1 공구 입자 지름이 공구 마멸 특성에 미치는 영향

각각 입자 지름이 다른 2 종류의 PCD 공구를 이용해, 초경합금 V30 을 절삭 거리 280m 까지 절삭 했을 때의 절삭 거리와 공구 여유면 마멸의 관계를 Fig. 11 에 나타내었다.



V=15m/min, f=0.1mm/rev, t=0.1mm

Fig. 10 Relation between residual stock removal and cutting



V=15m/min, f=0.1mm/rev, t=0.1mm

Fig. 11 Relation between flank wear width and cutting distance

두 공구 모두, 절삭 거리의 진행과 함께 공구 여유면 마멸도 증가하고 있다. 그러나 PCD-L 공구의 마멸 진행이, PCD-S 공구보다 늦고, 절삭 거리 280m 의 시점에서 PCD-S 공구의 여유면 마멸폭이 약 300μm 인데 반해, PCD-L 공구는 마멸폭 약 150μm 로써 1/2 정도의 마멸이 되고 있다.

Fig. 12(a) 및 (b)에 절삭 거리 280m 절삭 후의 공구 마멸면의 SEM 관찰에 의한 전체상을, Fig. 12(c) 및(d)에 공구 날끝 부근의 SEM 사진을 나타내었다. Fig. 12(a) 및 (b) 에서, 마멸면에 초경합금인 부착물이, PCD-L 공구에서는 PCD-S 공구의 경우보다 전체적으로 발생이 억제되고 있는 것을 알 수 있다.

또 PCD-L 공구에서는, 날끝 부근에 공구 치핑(chipping)이 발생하고 있다. 이 결손은 날끝 전체에 걸쳐 있다고 볼 수 있지만, 공구 전체의 최대 마멸로서는 PCD-S 공구보다 작게 나타나고 있다.

초경합금의 PCD 공구에 의한 절삭시의 공구 마멸은, PCD 공구의 공구 구성 입자의 탈락에 의해 진행된다. 따라서 Fig. 13 에 나타내듯이, PCD-S 공구에 있어서의 마멸은 다이아몬드 입자의 탈락이 지배적이며, PCD-L 공구에 있어서의 마멸은 다이아몬드 입자 그 자체의 마멸이 지배적으로 되는 것이라고 생각한다면, 초경합금과 다이아몬드의 정도 비교로부터, PCD-L 공구의 마멸이 보다 작게 억제 당하는 것을 알 수 있다. 이것으로부터, 다이아몬드 소결체 공구의 내마멸성은 공구에 함유되어 있는 다이아몬드 입자의 입경이 클 수록 높아진다고 생각된다. 또 공구 날 끝에 생긴 치핑에 관해서는, Fig. 12(c) 및(d) 보다, PCD-S 공구에서는 다이아몬드 입자의 탈락에 의해 치핑이 생기고 있다고 생각되며, PCD-L 공구의 경우는 다이아몬드 입자의 파괴 및 탈락에 의해 치핑이 생기고 있다고 여겨진다.

3.3.2 공구 입자 지름이 절삭저항에 미치는 영향

다이아몬드 입경이 다른 2 종류의 PCD 공구로 초경합금의 선반 절삭을 실시했을 경우에 대해, 절삭 거리와 절삭 저항의 관계를 Fig. 14 에 나타내었다. 3 분력 모두 PCD-L 공구에 있어서의 저항이 PCD-S 공구의 것보다 작게 나타나고 있는 것을 알 수 있다. 절삭 개시 직후는 두 경우에 큰 차이는 볼 수 없지만, 절삭 거리 80m 에서는 배분력은 이미 큰 차이가 나고 있다. 그 후 절삭 거리 280m

의 시점에서는, 배분력 뿐만이 아니라 다른 2 분력에 대해서도, PCD-S 공구에서의 값이 PCD-L 공구의 거의 2 배가 되고 있는 것이 확인할 수 있다.

Fig. 11 에서 PCD-S 공구의 공구 마멸이 PCD-L 공구 마멸의 약 2 배가 되고 있는 것으로부터, 공구에 포함되는 다이아몬드 입자 지름의 차이에 의해 절삭 기구가 달라져, 공구 마멸폭 및 절삭 저항의 사이에 어떠한 상호 관계가 존재하는 것으로 생각된다.

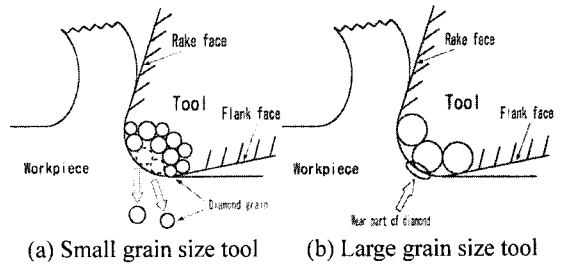
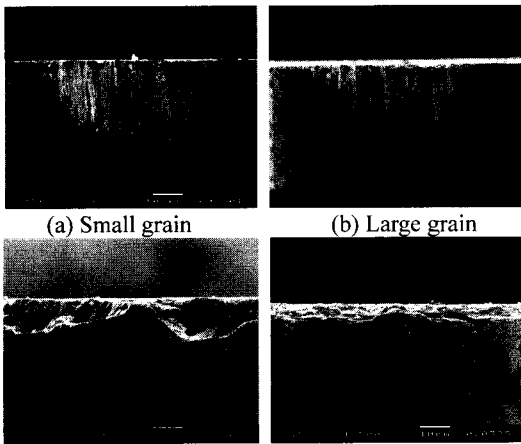


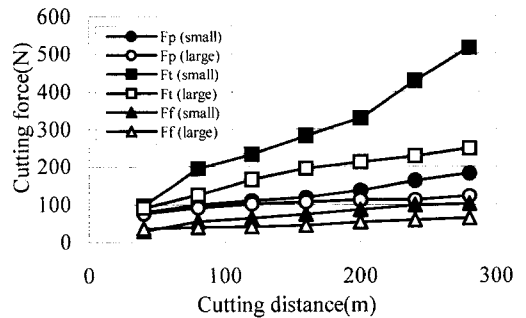
Fig. 13 Wear process of diamond tools



(c) Cutting edge of small grain tool (d) Cutting edge of large grain tool

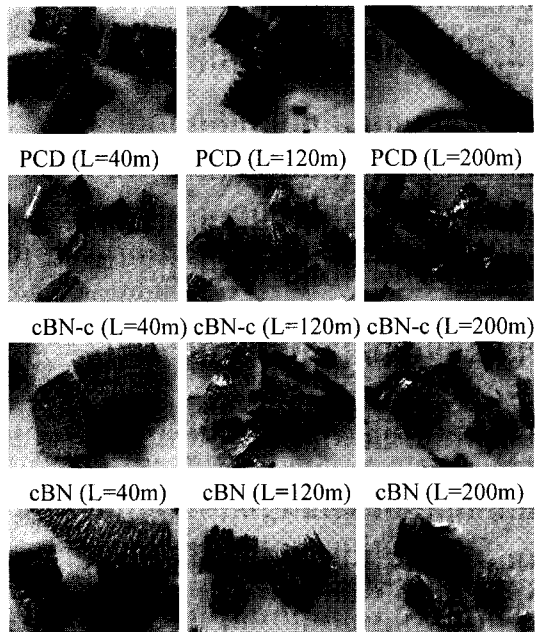
$V=15\text{m/min}$, $f=0.1\text{mm/rev}$, $t=0.1\text{mm}$, $L=280\text{m}$

Fig. 12 SEM photographs of tool wear



$V=15\text{m/min}$, $f=0.1\text{mm/rev}$, $t=0.1\text{mm}$

Fig. 14 Relation between cutting force and Cutting distance



PcBN (L=40m) PcBN (L=120m) PcBN (L=200m)

$V=15\text{m/min}$, $f=0.1\text{mm/rev}$, $t=0.1\text{mm}$

Fig. 15 Optical micro photographs of chips

3.4 절삭 칩의 관찰

가공에 의해 생긴 절삭 칩의 관찰 결과를 Fig. 15 에 나타내었다. PCD 공구에 있어서 절삭 개시 후 어느 정도까지는, 절삭 초기와 같은 모양의 컬(curl)된 절삭 칩이 배출되어 절삭거리 200m 부근에서부터 전체 길이가 3~5mm 정도 긴 절삭 칩이 배출되어, 그 후 수명에 이르렀다.

캠퍼 호닝 cBN 공구에서는, 절삭 초기부터 불규칙한 가루 형태의 칩이 연속하여 배출되었다. Fig. 15 에 나타낸 것처럼 cBN 공구에서는, 절삭 개시 직후는 PCD 와 같은 컬(curl)된 절삭 칩이 배출되지만, 곧바로 가루 형태의 칩으로 변화하였다.

PcBN 공구에서도 조금 늦게 가루 형태의 절삭 칩으로 변화하였지만 그 경향은 변함없었다. 이와 같이 절삭 잔재량이 큰 것은 절취 두께가 얇은 것이며, 절삭 날이 둥글게 된 상태에서의 작은 절취 두께에서는 절삭 칩은 연결되기 어렵기 때문이라고 생각된다.

4. 결론

본 연구에 있어서, 내마멸·내충격 공구용 초경합금 V30 을 다결정 다이아몬드 소결체(PCD: Poly Crystalline Diamond) 공구와 함께 입방정질화붕소(cBN: cubic Boron Nitride) 공구 및 다결정 cBN(PcBN: Polycrystalline cubic Boron Nitride) 공구로 선반 절삭하여, 절삭 조건의 변화에 있어서의 절삭 거리에 의한 절삭 특성에 대해 조사하여 공구의 마멸 기구나 절삭 저항의 특성에 대해 고찰하였다. 본 연구를 통해 얻어진 주된 결과는 다음과 같다.

(1) 공구재종의 비교에서는, PcBN 공구의 공구마모가 가장 작았다. 그러나 PCD 공구 이외에서는 공구 날끝의 후퇴가 크고, 특히 챔퍼 호닝을 한 cBN 공구는, 절삭 거리의 진행에 의해 호닝 부분에 큰 이지러짐이 생겨 절삭이 불가능해졌다.

(2) 공구 여유면의 SEM 관찰에 의해, PCD 공구에서는 마멸면 전체에 부착물을 볼 수 있었다. 원소 정성 분석에 의해 그 부착물은 피삭재인 초경합금인 것이 확인되었다.

(3) PCD 공구에서는 절삭 잔재량이 절삭 거리에 비례한 형태로 생긴 것에 대해, 다른 공구에서는 절삭 개시 직후부터 절삭 잔재량이 많이 발생하였다.

(4) 다이아몬드 입자 지름의 큰 PCD 공구를 이용한 초경합금의 절삭에서는, 입자 지름이 작은 PCD 공구를 이용했을 경우보다, 공구 마멸폭, 절삭 저항 모두 약 1/2 정도로 나타났다.

후 기

이 논문은 2006 년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임. KRF-2006-521-D00044

참고문헌

- Katsuyoshi, K., "Cutting Technology of Next Generation," The Nikkan Kogyo Shinbun, LTD., p. 1, 2000.
- Heo, S. J., Kang, J. H. and Kim, W. I., "A Study on the Grinding of WC-Co with High Quality," Proceedings of The 1st International Abrasive Technology Conference, pp. 177-183, 1993.
- Heo, S. J., Kang, J. H. and Kim, W. I., "A Study on the Ultra-Precision Grinding Condition of WC-Co," J. of KSPE, Vol. 10, No. 1, pp. 42-51, 1993.
- Heo, S. J., Kang, J. H. and Kim, W. I., "A Study on the High Efficiency Grinding of WC-Co," KSME(A), Vol. 17, No. 3, pp. 721-730, 1993.
- Heo, S. J., Kang, J. H. and Kim, W. I., "Temperature Distribution of Tungsten Carbide Alloy Steel for Surface Grinding," J. of KSPE, Vol. 12, No. 7, pp. 178-188, 1995.
- Heo, S. J., Wang, D. H. and Kim, W. I., "Surface Grinding of Tungsten Carbide for High Quality Using Diamond Wheel," Transactions of KSMTE, Vol. 4, No. 3, pp. 12-24, 1995.
- Heo, S. J., "A Study on the Internal Grinding of Tungsten Carbide Materials to Improve the Machining Performance," J. of KSPE, Vol. 13, No. 6, pp. 52-58, 1996.
- North America's Premier Metal Working Information Source, "Soft Turning is Key To Hard Turning," Feature Article, 2004.
- Nakayama, T., Arai, M. and Kanda, T., "Machining Characteristics of Hard Materials," Annals of the CIRP, Vol. 37, No. 2, pp. 89-92, 1988.
- Technical Research Institute, "Cutting Data Files," Japan Society for the Promotion of Machine Industry, 95-0321, 1997.
- Technical Research Institute, "Cutting Data Files," Japan Society for the Promotion of Machine Industry, 95-0298, 1997.
- Technical Research Institute, "Cutting Data Files," Japan Society for the Promotion of Machine Industry, 95-0325, 1997.
- Toshiba Tangaloy, "Cutting Tools," The Toshiba Tangaloy, LTD., p. 116, 2008.
- Heo, S. J., Miyamoto, T., Hanasaki, S. and Fujiwara, J., "Study on Cutting of Cemented Carbides-Wear Mechanism of PCD Tool and Cutting Force in Turning-," J. of JSPE, Vol. 69, No. 12, pp. 1724-1728, 2004.