

비철금속의 선삭시 윗면 절삭각이 표면 거칠기에 미치는 영향에 관한 연구

Study of Surface Roughness by Cutting Angle at Turning of Non-iron Metal

전재익*(부경대 원), 정진서(부산기능대), 신규동(부산정보대)
구양(부경대 공대), 하만경(부경대 공대)

Jae Uhk Jun(PuKyung Graduated School), Jin Seo Chung(PuSan Polytechnic
College), Kou Dong Shin(Pusan Information College), Yang Koo(PuKyung
Univ.), Man Kyung Ha(PuKyung Univ.)

ABSTRACT : In the present industry, there is not only the cutting of iron metal, but also the cutting of alloy aluminum, brass and plastic to wood(Paulownia).

A variety of material is used and these industry is made need of the cutting material but lots of experiments processing is not enough at the moment. At this point, our team processed the basic experiment about influencing of cutting angle of bite concerned to manufacture in the turning of non-iron metal. Generally speaking, we recognized that there was occurrence of increase of rough surface with increasing of cutting angle in the non-iron metal. but in the cutting of wood we knew, there was special change with change of cutting angle.

1. 서론

현재까지 기계가공을 주로 하는 제조업은 철계 금속류에 거의 한정되어져 왔다. 그러나 현재의 산업 사회에서는 철계금속류의 가공뿐만 아니라 알루미늄 합금이나, 구리합금인 황동과 청동 그리고 플라스틱 및 목재에 이르기까지 다양한 종류의 재료를 이용한 가공물을 필요로 하게

되었다.

이로 인하여 이에 대한 기초기술, 응용기술 및 가공 시스템, 개발에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다⁽¹⁻⁴⁾ 그러나 이런 비철계 금속 및 비금속의 절삭가공 등에 있어서 그에 맞는 적당한 절삭 공구나 절삭조건 및 그에 관련한 연구가 많이 되어 있지 않은 것이 현실이다.

또한, 이러한 절삭에 관련한 실험값(Data)들은 절삭공구 제조회사들이 거의 독점하고 있는 것이 현재의 실정이다.

따라서, 국내기업 및 영세 중소기업에서는 이런 비철금속 및 비금속류와 관련한 절삭 가공에서 현재까지 적용하여온 철계 금속의 절삭조건을 토대로 하여, 거의 현장의 경험에 의해 절삭을 해온 것이 현실이다.

이로 인하여 비철금속류에 대한 기술적, 학문적 연구가 시급하다고 할 수 있겠다.

그러므로 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 비철계 금속과 비금속 중 가장 많이 사용되고 있는 것 중에, 알루미늄 합금과 황동 그리고 플라스틱 및 목재(오동나무)의 4가지 종류의 재료를 사용하여, 선삭에서 바이트의 절삭각 변화에 따른 각 재질의 표면 거칠기를 구하였다.

그리고, 표면정도에 따른 적정 절삭각을 구하는 연구를 수행하였으며 끝으로 각 재질의 절삭각에 대한 표면 정도를 비교 분석하였다.

2. 이론적 배경

절삭가공면의 표면거칠기는 이론적으로 공구 인선부의 형상과 이송량의 크기에 따라 기하학적인 파형곡선이 형성된다.

그리고 곡선의 정점의 높이가 이상적인 선삭 표면거칠기 H_{max} 는 다음과 같다.

2.1 이송(Feed)이 작은 경우

이송(Feed)이 극히 작고 거칠기의 산모양이 원호인 경우는 H_{max} 는 식(1)과 같다.

($f \leq 2R \sin Ce$, Fig. 1의 a)

$$\begin{aligned} H_{max} &= R(1 - \cos \delta) \\ &= R(1 - \sqrt{1 - \sin^2 \delta}) \\ &\approx \frac{R}{2} \sin 2\delta \\ &= \frac{f}{8R} \end{aligned} \quad (1)$$

2.2 이송(Feed)이 큰 경우

이송이 다소 클 경우 end cutting edge angle (Ce)이 가공물 표면 조도에 영향을 주며 H_{max} 는 식(2)와 같다

($f \geq 2R \sin Ce$, Fig.1의 b)

$$\begin{aligned} H_{max} &= R[1 - \cos Ce(1 - \frac{f}{R} \sin Ce) \\ &\quad - \sin Ce \\ &= \sqrt{2 \frac{f}{R} \sin Ce - (f \overline{v} r \sin Ce)^2} \\ &= R[1 - \cos Ce + T \cos Ce \\ &\quad - \sin Ce \sqrt{T(2 - T)}] \end{aligned} \quad (2)$$

2.3 노즈 반경(Nose Radius) 이 0인 경우

Fig. 1의 (c)와 같이 노즈반경이 없는 경우는 side cutting edge angle(Cs)와 End cutting edge angle(Ce)이 표면거칠기에 영향을 주므로 H_{max} 는 식(3)과 같다.

$$\begin{aligned} H_{max} &= f \frac{\sin Ce \cos Cs}{\cos(Ce - Cs)} \\ &= \frac{f}{\cot Ce + \tan Cs} \end{aligned} \quad (3)$$

일반적인 강 절삭에서 위의 이상적인 표면거칠기의 절삭조건 중 일반적으로 가장 많이 사용되는 것은 Fig. 1의 (a)와 (b)의 절삭상태이다. Feed양이 크고 공구의 노즈반경이 작을수록 거칠기는 증대된다.

또한, 공구각은 별로 관계되지 않고 절삭 폭, 절삭속도, 절삭유제, 공구 및 재료의 재질 등이 거칠기에 미치는 영향이 크게 되는 것으로 밝혀고 있다.

그러나 황동, 알루미늄, 플라스틱, 목재 등의 비철금속 및 비금속에서는 이러한 식이 그대로 적용되어지질 않는 것이 현실이다.

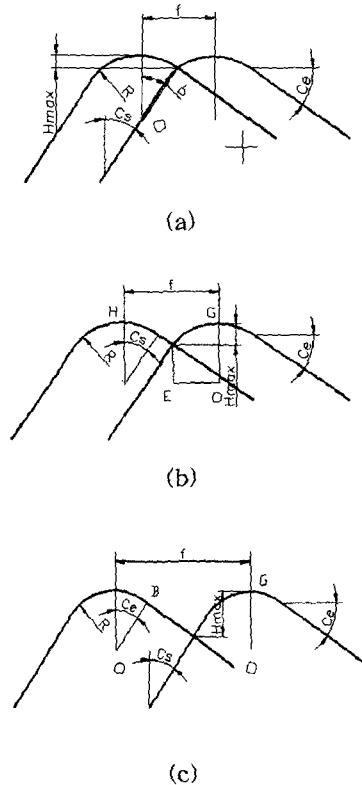


Fig. 1 Idealized model of surface roughness in cylindrical turning

3. 실험장치 및 실험방법

3.1 실험장치 및 실험재료

3.1.1 실험장치

실험에서 사용한 선반은 HWACHEON에서 제작된 선반 중 HL380BX750의 모델을 사용하여 실험하였다.

실험에 사용된 공구는 절삭각을 변화시킬 수 있도록 자체 제작한 공구를 사용하였으며, Fig. 2에서 실험에 사용된 공구(bite)형상을 나타내었다.

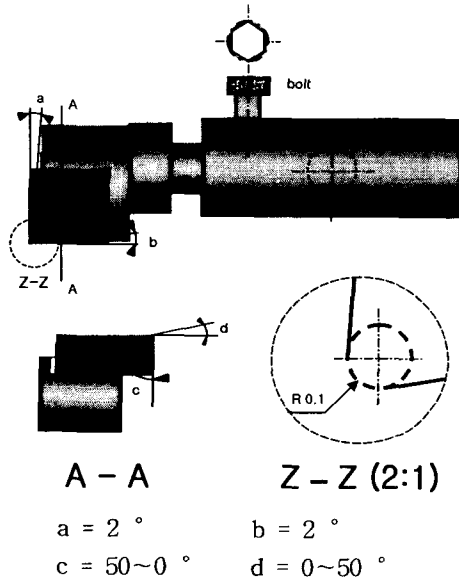


Fig. 2 Used Bite Shape Diagram

3.1.2 실험재료

실험에는 알루미늄과 황동, 플라스틱수지 및 목재(오동나무)의 4가지 재료를 실험재료로 선정하여 사용하였으며 각각의 재료규격은 Table. 1과 같다.

Table. 1 Material of used experiment

NO	Material	Disposition	Size
1	Al	2024	∅50×50
2	Br	C3604	∅50×50
3	Pl	PET	∅50×50
4	Wo	Paulownia	∅50×50

3.2 실험방법

3.2.1 절삭각 변화에 따른 표면정도 실험

본 실험에서는 4가지 각기 다른 성질의 재료(Non-Iron Metal & Non Metal)를 절삭가공하여 얻어진 표면거칠기를 측정하고 비교·분석하였다.

또한, 실험조건으로써 주축의 회전수(RPM)와 절삭깊이(t), 이송속도(f) 및 절삭속도(V)를 한가지 형태를 선정하여 실험하였다. 그리고 바이트의 절삭각은 임의로 변화시킬 수 있는 장치를 만들어 절삭각 만을 일정하게 변화시켜 가면서 실험하였으며, 각각의 재료를 절삭가공 후에 생성된 표면거칠기를 측정하여 비교·분석하였다.

바이트의 절삭각도의 선정은 윗면경사각만을 조정하여 실험하였다. 그러므로 윗면경사각은 현재 철금속재료의 절삭시 가장 보편적으로 사용되는 0°에서 5°사이의 절삭각을 포함하여 그 이상의 절삭각까지 실험하였다.

실험에 이용한 바이트의 윗면경사각은 0°에서부터 50°까지 각각의 구간을 5°씩 변화시켜가면서 4가지의 각기 다른 재종에 대하여 총 11단계의 바이트 각도를 선정하여 실험하였다.

Table. 2에서는 4가지 재종에 대하여 실험에 사용한 절삭조건을 나타내었다.

<Table. 2> Condition of Used Cutting sys.

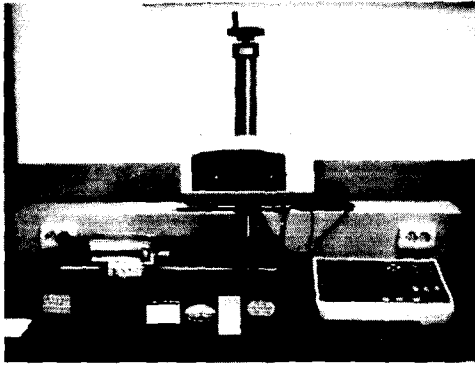
RPM	1500
Diameter of Work-piece(∅)	50mm
Cutting Speed(V)	235m/min
Depth of Cutting(t)	0.5mm
Feed-Rate(f)	0.060mm/rev
Cutting Angle(°)	0 ~ 50

3.2 표면거칠기의 측정

실험 후 각 재료의 표면정도 측정은 촉침식 표면정도 측정장치를 이용하여 최대 거칠기 값(Rmax)과 중심선 평균 거칠기 값(Ra)을 구하여 비교 분석하도록 하였다.

그리고 Photo. 1에 표면거칠기 측정 시스템을 나타내었다.

Table. 3에서는 표면거칠기 측정장치의 사양을 나타내었다.



(Photo. 1) Measurement System of Surface Roughness

Table. 3 Raising of Measurement System

Wetric System	R
Weasuring Speed	Auto
Weasuring Range	600 μ m
Cutoff Value λ_c	0.8mm
Number of Sampling Lengths	5
Weasurement Parameter	Ra, Ry

4. 실험결과 및 고찰

4.1 실험결과

황동, 알루미늄, 플라스틱, 목재의 실험에서의 각도의 변화에 대한 표면 파상도는 각각의 재종에 대해 총44개가 측정되었다. 그 중 황동에서 각각의 각도변화에 대한 표면 거칠기를 Fig. 3에 나타내었고, 알루미늄은 Fig. 4, 플라스틱은 Fig. 5, 목재는 Fig. 6에 나타냈었다. 그리고 공작물의 실험 후의 시편을 Photo. 2에 나타내었다. 그리고 4가지의 비철 및 비금속재료의 절삭각 변화에 따른 실험결과를 Table. 4에 나타내었다.

또한, 각각의 재종에 대한 표면거칠기 그래프

를 통합하여 Fig.7에 나타내었다.

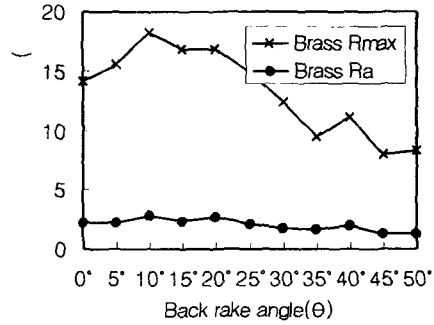


Fig. 3 Diagram of Surface Roughness on Brass

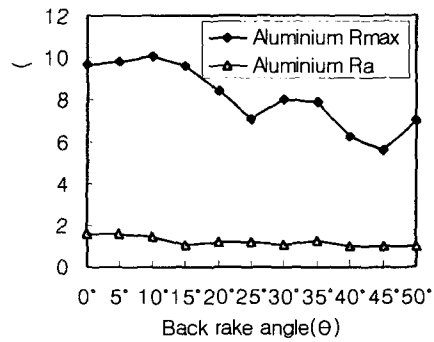


Fig. 4 Diagram of Surface Roughness on Aluminum

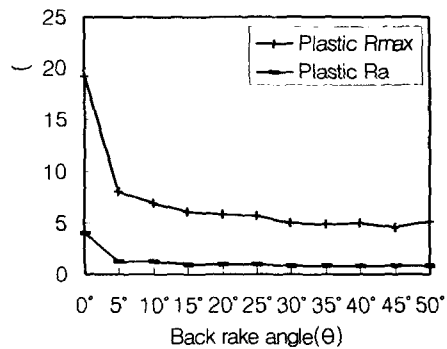


Fig. 5 Diagram of Surface Roughness on Plastics

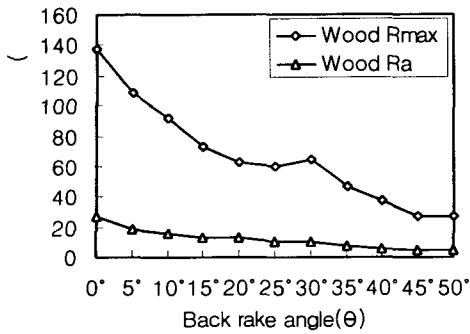


Fig. 6 Diagram of Surface Roughness on Paulownia

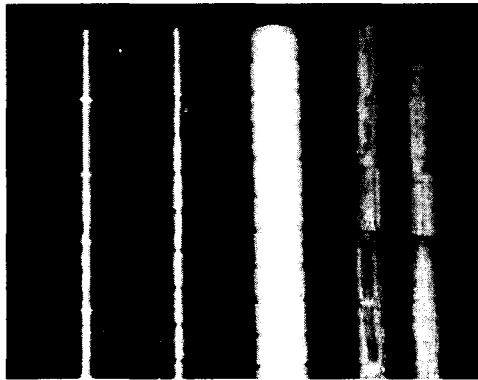


Photo. 2 Workpiece of Ater Turning

4.2 실험의 고찰

1. Table. 4의 결과에서 나타난 바와 같이 똑같은 절삭조건 하에서 바이트 각도만을 변화한 결과는 전체적으로는 절삭각이 커짐에 따라서 표면정도가 좋아지고 있음을 알 수 있다.

2. 같은 절삭조건하에서도 공작물의 재질에 따라 표면정도의 값이 판이하게 달라지는 것을 확인할 수 있다.

3. 금속류와 비금속류의 표면정도의 값은 금속류에서의 표면정도의 값이 비금속류에서의 표면정도 값보다 좋은 결과를 나타내고 있다.

4. Table. 4의 결과에서 알수 있는 것처럼 11단계의 절삭각 가운데 정도를 요하는 제품에는 30

Table. 4 Result of experiment by change the Bite Angle

Material angle	Aluminum (2024)		Brass (C3604)		Plastic (PET)		Wood (Paulownia)	
	Rmax (μm)	Ra (μm)	Rmax (μm)	Ra (μm)	Rmax (μm)	Ra (μm)	Rmax (μm)	Ra (μm)
0°	9.7	1.59	14.1	2.28	19.2	4.01	138.0	27.27
5°	9.8	1.56	15.5	2.27	8.0	1.19	108.1	18.42
10°	10.1	1.46	18.3	2.85	6.9	1.23	91.7	15.52
15°	7.9	1.27	16.9	2.37	6.1	0.99	73.4	13.04
20°	8.4	1.21	16.9	2.66	5.8	0.97	62.5	12.69
25°	7.1	1.20	14.8	2.16	5.7	0.91	59.6	10.08
30°	8.0	1.07	12.4	1.80	5.0	0.88	64.1	9.96
35°	9.6	1.06	9.5	1.61	4.8	0.85	46.7	7.30
40°	6.2	1.02	11.1	1.95	5.0	0.88	37.6	5.72
45°	5.6	1.02	7.9	1.32	4.6	0.84	27.3	4.57
50°	7.0	0.98	8.3	1.29	5.1	0.83	27.1	4.35

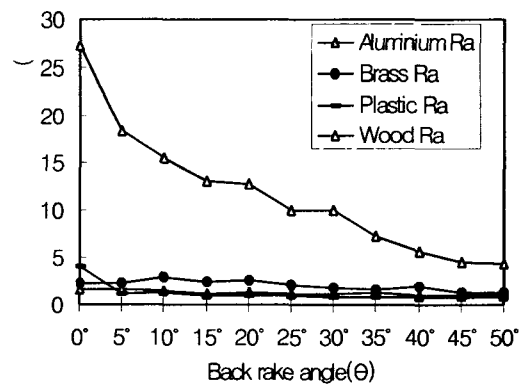


Fig. 7 Diagram of Result by Change the Bite Angle

°이상의 예리한 절삭각을 유지하여야만 요구하는 표면정도 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

5. Table. 4와 Fig. 7에서 알 수 있듯이 같은 비금속이라 할지라도 목재의 가공이 플라스틱(PET)보다도 더 정도가 떨어졌다.

실험의 결과에서 비금속류의 절삭은 현재의 철 금속 절삭용 메카니즘에 맞추어 제작된 일반 바이트를 사용할 경우 원하는 정도를 얻기 어렵다. 그리고 목재같은 비금속류 제품의 표면정도는 가공하는 바이트의 절삭각에 큰 영향을 받고 있는 것으로 판단된다.

5. 결 론

1. 바이트의 절삭각이 커질수록 공작물의 표면정도는 좋아진다.

2. 같은 절삭조건에서도 공작물의 재질에 따라서 표면정도의 값은 달라진다.

3. 같은 절삭조건하에서는 금속류가 비금속류에 비하여 좋은 표면정도를 만들어낸다.

4. 표면정도를 요하는 제품은 30°이상의 큰 절삭각으로 가공하여야 보다 양호한 표면정도를 얻을 수 있다.

5. 목재류의 절삭은 절삭각이 커짐과 비례하여 표면정도가 좋아진다.

이처럼 비철 및 비금속류의 표면정도의 기초연구에서도 알 수 있듯이 차후에는 비금속류에 대한 꾸준한 기초연구와 비철금속과 비금속류 전용의 절삭공구의 개발 등이 필요할 것이다.

참고문헌

1. 이재경, 이응숙, 제태진, 심충진, 조동우, 고태조 “초정밀 경면 절삭가공기술개발,” 과학기술처 최종보고서, 1992.
2. 성철현, 한복수, 김형철, 김기수, 남궁석, “초정밀 선삭 가공 시스템에 관한연구,” 대한공업교육학회지 Vol. 22, No. 2, pp. 116-124. 1997.
3. 한복수, 김기수, “초정밀공작기계용 공기 정압스핀들 시스템의 강성해석 및 성능평가,” 대한공업교육학회지, 제 21권, 제 2호, pp. 90-101, 1996.
4. 성철현, 김형철, 김기수, “알루미늄 합금의 고속미소 선삭에 있어서 표면거칠기의 특성,” 한국정밀공학학회지, 제 16권, 제7호, pp. 94-100, 1999.