

## 선삭가공에서의 형상 정밀도에 대한 평가

박동근<sup>1</sup>, 이준성<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>경기대학교 기계시스템공학과

### Evaluation of the Shape Accuracy of Turning Operations

Dong-Keun Park<sup>1</sup>, Joon-Seong Lee<sup>\*</sup>

Dept. of Mechanical System Engineering, Kyonggi University

**요약** 본 연구에서는 선삭 작업에서 가공 여유각 변경에 따른 피삭재의 형상정밀도가 어떻게 변화되는지 분석하고자 하였다. 피삭재는 3가지로 SM45C(기계구조용탄소강), SCM415(크롬몰리브덴강), STS303(스테인리스강)을 선택하여 정해진 가공조건인 회전속도 2,500 rpm으로 시작하여 이송속도 0.07 mm/rev와 0.10 mm/rev를 기준으로 가공깊이 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm 그리고, 절인 경사각인 네거티브 경사각 0.0°(-6.0°), 0.3°(-6.3°), 0.9°(-6.9°)의 3가지 형태로 가공하였을 경우, 재료별 가공정밀도, 원통도, 동축도, 진원도 등의 결과를 비교 분석하였다. 피삭재의 재질별로 알아본 원통도의 정밀도는 0.0° → 0.3° → 0.9°의 순으로 0.9°일 경우가 가장 좋은 원통도 값을 나타냈다. 결과적으로 바이트의 네거티브 경사각이 커지면 정밀도가 특정 부분에서 재질에 관계없이 좋아져서 가공성이 향상됨을 알 수 있었다. 또한, 이송속도와 절삭 깊이에 따라 가공형상이 변화한다는 것과 재질에 따라 다르게 적용되어야 한다는 것을 확인하게 되었다.

**Abstract** This paper describes the changes of shape accuracy in workpiece materials depending on the turning clearance angle. The experiments started from choosing three workpiece materials, SM45C(machine structural carbon steel), STS303(stainless steel) and SCM415 (chrome-molybdenum steel). The experiments showed specifically how features of selected materials changed when they were processed with diverse machining depths, 0.1 mm, 0.2 mm and 0.3 mm, with various negative angles, 0.0°(-6.0°), 0.3°(-6.3°) and 0.9°(-6.9°), and called cutting edge inclination starting from a fixed rotational speed, 2,500 rpm, focusing on the feed rate, 0.07 mm/rev and 0.10 mm/rev. The results of the accuracy of processing, cylindricity, deviation from coaxiality, etc. were compared using the graph and table. The accuracy of cylindricity in the order of degree 0.0° → 0.3° → 0.9° depending on the workpiece materials showed the best cylindricity when it was 0.9°. In conclusion, the accuracy improved in specific degrees irrespective of the quality of the materials when the bite negative angles increased. This means that workability improved in these experiments. In addition, the processing shape changed depending on depth of the cut and feed rate.

**Key Words** : Cylindricity, Coaxiality, Circularity, Shape Accuracy, Workpiece Materials, Feed Rate, Turning Operation

### 1. 서론

공작기계가 자동화되지 않은 시대에는 수동과 반자동 식으로 숙련자의 손으로 직접 가공하는 전문직업인에 의해 가공 정밀도가 결정되었다. 그러나 컴퓨터가 발전하고 보급형으로 급격한 성장과정을 통하여 실패의 반복과 많은 경험으로 만들어진 데이터를 토대로 이론을 정립하

고 실무에 적용하면서 공작기계의 정밀도가 매우 높아졌다.

피삭재의 형상정밀도는 공작기계의 고정밀 운전을 위해 매우 중요하다. 특히, 축의 진원도가 좋지 않을 경우에는 고정밀 운전이 매우 어려우므로 기계의 작동효율이 떨어질 수 있다[1]. 이는 기계 안전성 및 모든 효율성을 악화시키는 결과를 초래하여 생산성이 저하되는 원인이

<sup>\*</sup>Corresponding Author : Joon-Seong Lee(Kyonggi Univ.)

Tel: +82-31-249-9813 email: jslee1@kyonggi.ac.kr

Received September 25, 2014

Revised (1st October 17, 2014, 2nd October 29, 2014, 3rd November 20, 2014)

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

되기도 한다. 따라서 각 요소부품의 진원도는 회전체의 품질 및 수명에 깊은 연관성을 갖고 있으며 진원도를 향상시킬 수 있는 가공기술의 연구가 요구되기도 하였다 [2]. 정삭가공은 형상정밀도, 표면거칠기 등 급형의 품질을 결정하는 최종 가공공정으로 가공기술 연구가 점차 늘어감에 따라 일반 철 재료가 아닌 비철 금속으로 방향을 바꾸어 알루미늄, 스테인리스 등의 재료별 가공특성들을 연구하기 시작하였다[3-5]. 많은 연구자들이 선삭에서 재료별 표면거칠기 또는 형상정밀도에 영향을 미치는 가공조건을 찾고자 하는 연구[6]가 진행되고 있으며, CNC 선삭에서의 바이트 각도에 따른 피삭재의 표면조도에 미치는 영향을 분석하기도 하였다[7]. 본 논문에서는 이제까지 수행되지 않았던 선삭 여유각 변경에 따른 피삭재의 형상정밀도에 대한 실험 분석을 하고자 한다. 특히 3가지 재질(SM45C, SCM415, STS303)을 선택하여 정해진 가공조건에 따라 가공하였을 경우 피삭재에 대한 원통도, 동축도 및 진원도에 대한 특성을 알아보고자 한다.

## 2. 형상정밀도

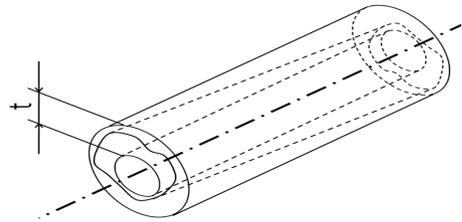
### 2.1 원통도

원통도(cylindricity)는 모든 원형의 형태를 가진 물건들의 일정한 간격으로 떨어진 두 개의 원통영역의 말하며, 모든 표면들이 일정하게 정해진 영역에 있어야 하는 것을 원통도 공차역이라 한다[8]. 원통도 공차역은 한쪽 반지름이 규정된 공차 값 보다 큰 2개의 동심원통에 의해 만들어진 영역이다.

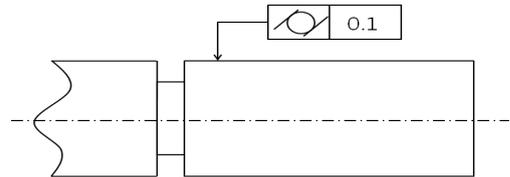
[Fig. 1]은 원통도 공차역의 정의를 표시한 것이고 [Fig. 2]는 원통도 도시와 공차역 해석에 대하여 표시한 것이다. 모양은 치수공차 범위 내에서 0.1 mm 차이의 2개의 동심원통 사이 공차 범위에 들어와야 한다. 표시한 원통도 공차역의 의미로 t 만큼 사이를 두는 동축 원통면의 영역이다[8]

### 2.2 동축도

동축도(coaxiality)는 여러 개의 회전축선을 가지는 형태의 축선이 일치하는 지 확인하는 측정방법이다. 공차역을 나타내는 치수 또는 두께앞의  $\varnothing$ 기호가 붙어 있을 시 공차역의 중심을 이루는 축선과 원통형상을 이루는 축직선과 일치한 축선을 가지는 지름 t인 원통안의 영역을 가져야 한다.

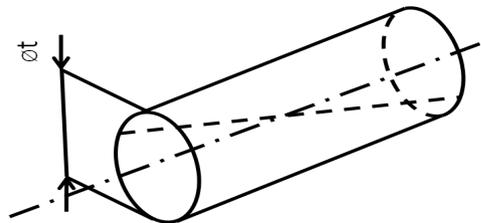


[Fig. 1] Definition of cylindricity tolerance zones

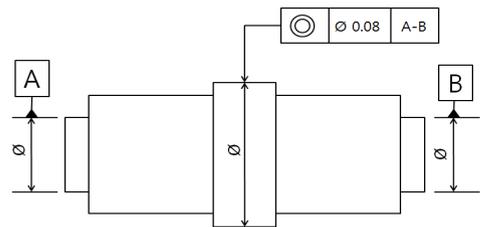


[Fig. 2] Drawing of cylindricity and analysis of tolerance zones

[Fig. 3]은 동축도 공차역의 정의이고 [Fig. 4]는 측정 방법을 나타낸 것이다. 그 해석을 보면 화살표로 가리키고 있는 A-B를 지시하는 축선을 테이텀 축직선 기준으로 0.08 mm 기준에서 벗어나지 말아야 한다[8].



[Fig. 3] Definition of coaxiality tolerance zones



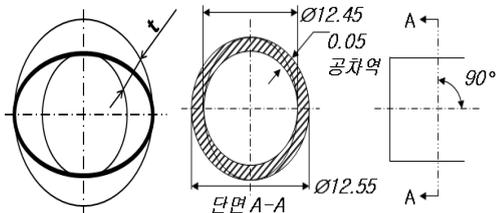
[Fig. 4] Metering scheme of coaxiality tolerance zones

### 2.3 진원도

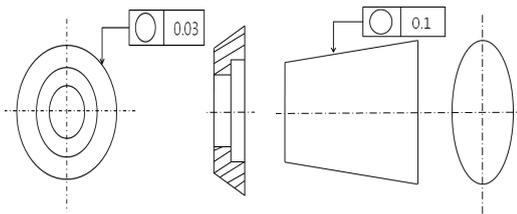
진원도(circularity)는 원형으로 된 재료를 대상으로 공통 중심인 두 개의 점 또는 축선에서 같은 반경 내의 평면에서 공차역은 t 만큼 떨어진 간격의 두 개의 동심원 사이의 영역으로 모든 표면요소가 공차 영역 안에 있어야 하고 반경 차이를 가지는 2개의 동심원으로 둘러싸인

공차역을 말한다.

[Fig. 5]에 공차역의 정의 및 적용범위를 나타내었으며, [Fig. 6]은 진원도 공차역 측정 방식을 나타낸 것이다. 진원도 공차는 그 해석을 통하여 임의의 축직각 단면에 있어서의 바깥 둘레는 동일 평면위에서 0.03 mm 떨어진 두 개의 동심원 사이에 공차값이 있어야 한다. 다른 하나는 임의의 축직각 최외각면을 기준으로 동일평면위에 0.1 mm만큼 떨어진 두 개의 동심원 사이에 존재하여야 한다[8].



[Fig. 5] Definition of circularity tolerance zones



[Fig. 6] Metering scheme of circularity tolerance zones

### 3. 측정 및 가공

본 연구를 위하여 피삭재를 가공하기 위해서 사용한 장비는 매우 정밀하고 사용에 전문성이 요구되는 장비로 CNC 터닝 센터(SKT200 Series)를 이용하였다[7].

접촉식 삼차원 좌표 측정기(contact type 3D measuring machine, 모델명: Sigma-785N)는 물체의 표면 위치를 측정할 수 있는 프로비가 삼차원 공간을 이동하면서 각 측정 점의 공간 좌표를 찾아내고 그 데이터를 컴퓨터가 취합함으로써 삼차원 적인 위치, 크기, 방향 등을 측정하는 장비이다. [Fig. 7]에 측정기의 모양을 나타내었다.

또한 장비 자체가 바로 측정하는 것이 아니라 프로빙 시스템을 이용한 측정방식으로 공작물 표면 위에 공간좌표를 결정하는 기능을 가지고 있다.

진원도 측정기(roundness testing machine, 모델명:

EC 1800)는 각종 회전체 재료에 완전한 원이 형성되었는지 검사하는 장비로 원형모양이 아닐 경우 진동과 소음으로 인해 문제가 발생할 수 있다. 이와 같이 시료의 원형, 즉 원통도, 동축도, 진원도 등을 알아보기 위한 측정용 장비이다.



[Fig. 7] 3D measuring machine(Sigma-785N)

시험 재료를 정밀 검사함에 있어서 가공장비의 정밀도를 체크하는 검사의 기능도 할 것이다. [Table 1]과 [Fig. 8]은 진원도 측정기의 사양 및 형태를 각각 나타낸 것이다.

[Table 1] Circularity testing machine specifications

Range of Measurement	Circularity Measurement (EC 1800)
Rotation Accuracy	0.04 m
Hight of Measurement	0.0006 mm
Tolerance of Eccentric Range	5mm
Tolerance of Slope Range	1
Max. Hight	545 mm
Outter Dia.	321 mm
Max. Tool Diameter	368 mm
Max. Workpiece Diameter	510 mm
Max. Workpiece Weight	40 kg



[Fig. 8] Circularity testing machine(EC1800)

사용된 시험재료로는 Fig. 9~Fig.11에 나타난 바와 같이 SM45C, SCM415, STS303 등의 3종류로써 기초 가공용 CNC데이터를 코딩하고 각 재료별로 정삭가공을 위한 코딩작업을 다시 하여 실험데이터를 얻고자 하였다. [Table 2]는 선택 시험재료에 대한 기계적 성질을 나타낸 것이다.



[Fig. 9] Experimental material of SM45C



[Fig. 10] Experimental material of SM415



[Fig. 11] Experimental material of STS303

실질적인 연구와 측정에 사용될 시편을 제작하기 위해서 시편용 가공조건을 결정하여야 한다. SM45C, SCM415, STS303 등의 3종류 재료에 대해 가공 깊이를 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm로 결정하고 가공에 따른 이송 속도를 0.07 mm/rev, 0.10 mm/rev 으로 각각 결정하였다.

[Table 2] Material properties

Materials	SM45C	SCM415	STS303
Specific gravity [g/cc]	7.85	7.85	8
BHN	170	197	160
RHN (B Scale)	86	92	83
Max. tensile strength [MPa]	585	731	620
Yield Stress [MPa]	505	380	240
Young's Modulus [GPa]	205	205	193
Poisson's ratio	0.29	0.29	0.25

또한 인서트 바이트의 인선높이, 절인 경사각, 전면 여유각 등이 동시에 변화가 되는 팁 받침인 시트의 각도를 최초 가공하지 않은 0.0°, 그리고 -0.3°, -0.9°로 받침 시트를 가공하여 3종류의 재료를 각각 18개씩 54개의 시험편을 가공하였다.

#### 4. 실험 결과

원통도, 동축도, 진원도를 검사하는 것은 가공 여유각 중 절인경사각(네거티브 경사각)을 변경하였을 때 피삭재의 재질에 따라 가공 특성이 어떻게 변화하는지 관찰하고자 하는 측정이다. 이는 가공장비의 재료에 대한 상관관계를 알아보기 위해 취할 수 있는 방법이기도 하다. 원통도, 동축도, 진원도의 정밀도는 모두  $\mu\text{m}$ 로 매우 높은 정밀도를 기준으로 한다.

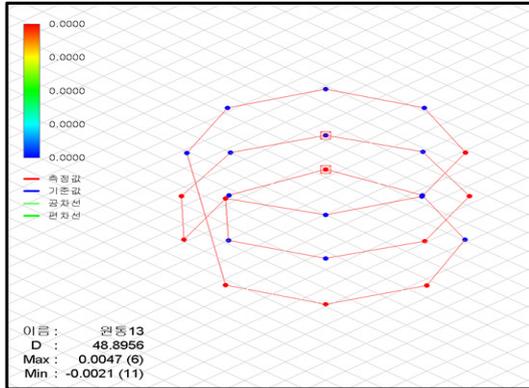
##### 4.1 삼차원 좌표 측정기

측정 방법은 [Fig. 12]와 같이 측정한 원통도 결과 값으로 재질별 18개씩 총 54개의 데이터 값을 분석하였다. 재료 한 개당 중심기점을 최초 간격 포인트로 원통 24포인트를 측정하여 최초 기준점으로 일정간격으로 회전하며 터치 측정한 값이다. 따라서 다음 절에서 설명하는 진원도 측정기는 원통을 회전하면서 측정하는 방식으로 측정방식이 다르긴 하지만 포인트 측정과 접촉식 원통회전 측정을 비교하기에 적합한 방식이라 생각된다.

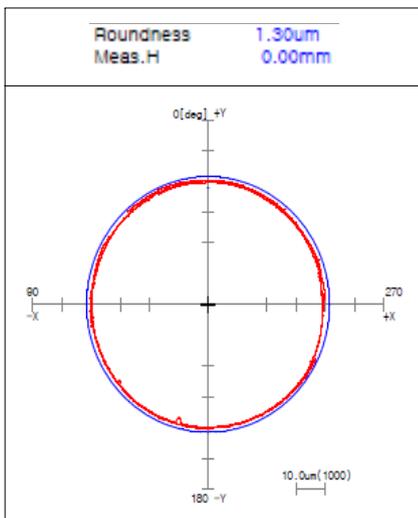
##### 4.2 진원도 측정기

진원도 측정기(roundness testing machine)로 측정을 하면 [Fig. 13]과 같은 결과 값이 나온다. 이 결과 값을 얻기 위해서는 먼저 로터리 테이블위에 있는 척에 시험편을 물리고 2 mm 볼 프로브를 접촉하여 측정한다. 측정하기 전에 틸팅(tilting)으로 센터링, 레벨링 테이블을 이용하여 기울기 등에 측정 감도를 맞추어주고 측정 높이값

을 +10mm와 -10mm로 지정해 주면 자동으로 20mm를 기준으로 측정하기 시작한다.



[Fig. 12] Cylindricity value of round test3D measurement machine



[Fig. 13] Cylindricity value of 3D round testing machine

### 4.3 원통도 측정결과

원통도(cylindricity)는 삼차원 좌표 측정기로 측정한 결과 값과 진원도 측정기로 측정한 결과 값을 [Table 3]에 통합하여 나타내었다. 정밀도 및 재질별 원통도에 대한 결과를 분석해 보면 첫째, 삼차원 측정기로 측정한 원통도 값과 진원도 측정기로 측정한 원통도 값을 비교하여 보면 대체로 삼차원 측정기로 측정한 원통도 값이 일부분을 제외한 거의 모든 시험재료에 대해 측정값이 높게 나옴을 알 수 있다. 이것은 삼차원 측정기의 측정방식이 부분 접촉식으로 전체 회전 접촉 방식의 진원도 측정기에 비하여 정밀도가 떨어짐을 알게 되었다.

[Table 3] Measurement data of 3D roundness(A) and circularity(B)

Workpiece	Feed = 0.07 mm/rev(10 <sup>-3</sup> )	Feed = 0.10 mm/rev(10 <sup>-3</sup> )											
		0.1mm		0.2mm		0.3mm							
M	θ	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
SM45C	0.0°	3.0	2.67	5.9	3.54	9.4	9.70	3.7	3.07	4.1	2.70	9.3	3.79
	0.3°	6.8	2.23	3.6	3.73	5.8	9.83	2.6	2.11	7.1	2.57	4.4	3.09
	0.9°	5.3	6.50	6.6	6.70	7.1	2.99	5.4	2.00	3.5	2.02	6.1	2.93
SCM415	0.0°	5.3	2.22	4.5	3.63	4.3	9.62	2.8	3.73	6.3	4.1	4.8	4.00
	0.3°	5.1	3.20	3.2	3.46	8.1	9.45	8.1	3.18	4.2	2.6	4.2	3.64
	0.9°	4.3	2.40	3.7	3.13	7.2	9.49	2.7	2.89	9.6	5.3	4.7	3.55
STS303	0.0°	6.7	3.06	4.5	2.63	5.2	3.41	3.0	2.33	5.7	2.20	7.2	2.85
	0.3°	3.3	2.63	5.3	2.71	6.6	2.91	6.5	2.73	6.8	2.18	3.6	2.61
	0.9°	4.7	2.98	4.5	1.89	5.1	2.84	3.2	3.59	3.0	1.98	3.9	2.05
Tot.		44.5	27.89	41.8	31.4	58.8	60.24	38	25.6	50.3	25.6	48.2	28.51

둘째, SM45C의 경우 feed = 0.07 mm/rev일 때는 0.9°의 경우가 가장 좋지 못한 원통도를 보였고 0.0°~0.3°의 경우 동일한 원통도 값을 보였다. 가공이송속도 feed = 0.10 mm/rev으로 가공 하였을 때는 반대로 0.9°일 경우가 가장 좋은 원통도를 보였으며, 다음으로 0.3°와 0.0°로 확인되었다.

셋째, SCM415의 경우 feed = 0.07 mm/rev일 때는 0.9°일 때 가장 좋은 원통도를 보이고 있고 0.0° → 0.3° → 0.9°의 순서로 좋은 원통도를 보이고 있다. 가공이송속도 0.10 mm/rev일 때는 0.3°의 경우가 가장 좋은 원통도를 보이고 있으며 큰 오차범위는 아니지만 0.9°와 0.0°순으로 약간의 변동이 있으나 전체 평균으로 확인하면 0.0° → 0.3° → 0.9°순으로 0.9°일 경우가 가장 좋은 원통도를 보이고 있다.

넷째, STS303의 경우 feed = 0.07 mm/rev일 때는 0.0° → 0.3° → 0.9°의 순서로 0.9°일 경우가 좋은 원통도를 보였고, 가공 이송속도가 0.10 mm/rev일 때 또한, 0.0° → 0.3° → 0.9°순으로 순서에는 변화가 보이지 않았고 전체 평균으로 보아도 0.0° → 0.3° → 0.9°로 0.9°일 경우가 가장 좋은 원통도를 보이고 있다.

### 4.4 동축도 측정결과

동축도(coaxiality)는 2개 이상의 회전축을 가지는 형태로 축선이 일치하는 상태를 확인하는 측정이다. 본 연구 시편의 형상으로 볼 때 하나의 몸체에서 공통 축선을

가지는 형상으로 진원도 측정기로 검사한 결과 값은 [Table 4]와 같이 순차 합계방식으로 검증 절차를 거쳐 나타내었다.

[Table 4] Coaxiality on sequential total method

Workpiece M. Material	θ	Feed = 0.07 mm/rev			Feed = 0.10 mm/rev			Tot
		0.1mm	0.2mm	0.3mm	0.1mm	0.2mm	0.3mm	
SM45C	0.0°	1	2	1	1	3	1	9
	0.3°	2	3	2	3	2	2	14
	0.9°	3	1	3	2	1	3	13
SCM415	0.0°	1	3	3	2	2	2	13
	0.3°	2	1	1	3	3	3	13
	0.9°	3	2	2	1	1	1	10
STS303	0.0°	2	3	1	2	1	3	12
	0.3°	1	2	2	1	2	1	9
	0.9°	3	1	3	3	3	2	15

첫째, SM45C의 경우 0.3° → 0.9° → 0.0°순으로 동축도 값이 좋게 나타나고 있으나 가공 이송속도별로 나누어 본다면 일률적인 변화를 찾아 볼 수 없고 산발적인 형태의 결과 값을 보였다.

둘째, SCM415의 경우 feed = 0.07 mm/rev일 때는 0.3° 일 때 가장 좋은 동축도를 보이고 있고, feed = 0.10 mm/rev일 때는 0.3° → 0.0° → 0.9°순으로 안정적인 변화를 보이고 있으며, 0.9°일 때 가장 좋은 동축도 값을 보인다.

셋째, STS303의 경우도 첫째와 마찬가지로 가공 이송 속도는 관계없이 산발적인 형태의 결과 값을 보이고 있으며 0.9° → 0.0° → 0.3°의 순서로 0.3°일 경우 가장 좋은 동축도를 보이고 있다.

#### 4.5 진원도 측정결과

진원도(circularity)는 원형으로 된 재료가 공통인 중심 점 또는 축선에서 동일 반경에 있는 상태를 말하며, 시험 재료의 표면 요소만의 규제이다.

[Table 5]는 진원도 측정 데이터를 순차 합계방식으로 검증 절차를 거쳐 나타낸 것이다.

첫째, SM45C의 경우 전체 가공각도 기준으로 보면 0.0° → 0.3° → 0.9°순으로 진원도 값이 좋게 나타나고 가공 이송속도로 보면 feed = 0.07 보다 feed = 0.10이 좋은 진원도를 보이고, 절삭깊이를 기준으로 보면 feed = 0.07 일 때는 0.3 mm → 0.1 mm → 0.2 mm에서 feed = 0.10일 때는 0.3mm → 0.2mm → 0.1mm 순으로 그 진원도가 변화하였다.

둘째, SCM415의 경우 전체 가공각도 기준으로 보면 0.9° → 0.3° → 0.0° 순으로 진원도 값이 좋게 나타나고 가공 이송속도로 보면 feed = 0.07 보다 feed = 0.10이 좋은 진원도를 보이고, 절삭깊이를 기준으로 보면 feed = 0.07 일 때는 0.2 mm → 0.1 mm → 0.3 mm 순이었으며, feed = 0.10일 때는 0.1 mm → 0.3 mm → 0.2 mm 순으로 그 진원도가 값이 변화 하였다.

셋째, STS303의 경우도 전체 가공각도 기준으로 보면 0.3° → 0.0° → 0.9° 순으로 진원도 값이 좋게 나타나고 가공 이송속도로 보면 feed = 0.07 보다 feed = 0.10이 좋은 진원도를 보이고, 절삭깊이를 기준으로 보면 feed = 0.07 일 때는 0.1 mm → 0.3mm → 0.2 mm에서 feed = 0.10일 때는 0.1 mm → 0.3 mm → 0.2 mm 순으로 그 진원도가 값이 변화하였다.

[Table 5] Roundness on sequential total method

Workpiece M. Material	θ	Feed=0.07			Feed=0.10		
		0.1mm	0.2mm	0.3mm	0.1mm	0.2mm	0.3mm
SM 45C	0.0°	2	1	3	1	2	3
	0.3°	2	1	3	1	2	3
	0.9°	3	1	2	1	2	3
Tot.		7	3	8	3	6	9
SCM 415	0.0°	2	1	3	1	2	3
	0.3°	1	2	3	3	1	2
	0.9°	2	1	3	3	1	2
Tot.		5	4	9	7	4	7
STS 303	0.0°	3	1	2	3	2	1
	0.3°	3	1	2	2	1	3
	0.9°	1	3	2	3	2	1
Tot.		7	5	6	8	5	5

## 5. 결론

본 연구에서는 선삭 여유각, 즉 가공 공구인 인서트 홀더의 절인 경사각을 변경시켜 피삭재별 가공특성을 알아보고자 실험을 수행하였다. 하였다. 3가지 재질 SM45C(기계구조용탄소강), SCM415(크롬몰리브덴강), STS303(스테인리스강)을 선택하여 정해진 가공조건에 따라 가공하였을 경우 선택한 재질들의 원통도, 동축도, 진원도 등을 비교 분석하였다.

- 1) 피삭재의 재질별로 알아본 원통도의 정밀도는 0.0° → 0.3° → 0.9°의 순으로 0.9°일 경우가 가장 좋은 원통도 값을 나타냈다. 이것은 인서트 홀더의 절인 경사각인 네거티브 경사각 -6.9°일 때 SM45C 경

우의 특징적 변화부분을 제외한 재질의 특성과 관계없이 좋은 원통도 값을 나타내었다.

- 2) 동축도의 측정결과, SCM415의 경우 feed = 0.10 mm/rev에서 0.3° → 0.0° → 0.9°순으로 결과가 일률적으로 보이고 있으나 결과 값을 수치로 비교하여 본다면 큰 변화는 찾아볼 수 없었다. 따라서 피삭재의 재질과 절인 경사각 변화에 대해서도 동축도 값이 관계가 없다는 것은 가공소재의 재질이나 방식보다는 공작기계의 성능을 알아보는 방법 중 하나로 봐야 할 것이다.
- 3) 그리고 진원도 측정 결과를 선삭 여유각으로 검토할 경우, SM45C의 경우는 0.9°, SCM415의 경우는 0.0°, STS303은 0.9°의 경우 진원도가 가장 좋게 나타났다. 이것은 가공 여유각을 피삭재의 재질별로 변경하여 가공하는 것이 좋은 가공도를 나타나게 된다는 것이다.

### References

- [1] J. W. Cho, et al., "Spindle Speed Optimization for High-Efficiency Machining in Turning Process", J. of the KSPE, Vol. 26, No. 2, pp. 138-145, 2009.
- [2] M. M. Yoon et al., "Study on the Roundness Characteristics of Round Shape Machining", Proceedings of the KSPE, pp. 1134-1137, 2005.
- [3] Lee, H. Y., "Tool Life and Characteristic of Surface Roughness in Turning Operation of Stainless Steel", Master Thesis, Chungbuk University, 2001.
- [4] Hong, S. H. "Effects of the cutting condition on Machinability of Aluminium Alloy", Master Thesis, Seoul National University of Science and Technology, 2012.
- [5] Lee, Y. C., "CAD/CAM Script Application Techniques for Addition Axial Application of CNC M/C", J. of the KAIS, Vol. 10, No. 6, pp. 1157-1163, 2009.
- [6] Jang, S. M. and Back, S. Y. "A Roundness Evaluation of Al-6061 Turning by Orthogonal Table and Multiple Linear Regression", J. of KAIS, Vol. 13, No. 1, pp. 45-50, 2012.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.1.45>
- [7] Kim, G. C., "Effect of the Bite Angle on the Surface Roughness of Workpiece Material in CNC Turning", Master Thesis, Kyonggi University, 2013.
- [8] KS B3202, "Carbide Tool Bite", Korean Standard Association, 2012.

### 박 동 근(Dong-Keun Park)

[정회원]



- 2005년 2월 : 경기대학교 기계시스템공학과 (공학사)
- 2009년 2월 : 경기대학교 건설·산업대학원 (공학석사)
- 2014년 2월 : 경기대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)

<관심분야>

CNC터닝센터, 공작기계, 생산자동화, CAD

### 이 준 성(Joon-Seong Lee)

[정회원]



- 1988년 2월 : 성균관대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 1995년 9월 : 동경대학교 (공학박사)
- 1988년 7월 ~ 1991년 7월 : 육군사관학교 교수부 기계공학과 교수
- 1996년 3월 ~ 현재 : 경기대학교 기계시스템공학과 교수

<관심분야>

최적설계, 구조물 안전성 평가, Neural Network