

SCM415강을 이용한 경도가공 특성

신미정*, 김인수**,***, 김진수**, 김정화**, 김명규****,#

*(주)선진기술, **경남대학교 기계공학과, ***한국폴리텍대학 창원캠퍼스 컴퓨터응용기계과, ****경남과학기술대학교 기계공학과

Hardness Machining Characteristics using the SCM415 Still

Mi-Jung Shin*, In-Su Kim**,**, Jeong-Hwa Kim**, Jin-Su Kim**, Myung-Kyu Kim****,#

*SJT LTD, **School of Mechanical Engineering, Kyungnam UNIV., ***Computer Aided Mechanics Department, Changwon Campus Korea Polytechnic, ****Department of Mechanical Engineering, GNTECH UNIV (Received 8 February 2017; received in revised form 19 February 2017; accepted 6 March 2017)

ABSTRACT

In this study, the cutting conditions of moving speed, number of main axial revolutions, etc. are changed for the chrome molybdenum steel (SCM415) material and carbide ball end mill tool to study the changes for processing intensity in the cutting process. The results that confirm the intensity of the measured value of the specimen for SCM415 display the intensity with an average 1.0667 HrC. After the fact cutter, it was able to confirm the average intensity of 8.3815 HrC. In addition, the intensity value after image processing may determine the average intensity survey value of 5.8690 HrC and the different intensity values with image processing after face cutting are shown for an average of ±2.5125 HrC. The different value of intensity with the specimen and image processing is confirmed for an average of 4.8024 HrC. The results of comparing the intensity following the number of main axial revolutions and moving speed show that the intensity is highest for 3,000 rpm and F200, and lowest for 4,000 rpm and F200.

Key Words : Ball End Mill, Shape Machining(형상가공), Face Cutter(평면가공), Hardness(경도)

1. 서론

최근 산업현장에서 기어와 축, 방위산업 소재로 많이 사용되고 있는 크롬몰리브덴강의 절삭 가공 시 주축회전수와 이송속도의 절삭 조건 변화가 표면 거칠기와 형상 특성 그리고 경도 변화에 미치는 영향이 크므로, 크롬몰리브덴강은 고온 뜨임(200°C 이상)에서도 경도변화가 적고 고속가공에 따른 문제가 적으며, 오히려 내열성이 발휘되어

기계적 성질이 더 좋아지는 경우도 있으므로 절삭 가공을 통한 생산성 향상에 적절한 소재라 할 수 있다.^[1-5]

절삭가공에서 가공정밀도에 직접적 영향을 미치는 주요 인자로서는 절삭속도, 이송속도, 절삭 깊이 등이 있다. 일반적으로 이송속도를 증가시키면 형상오차가 커지게 되고, 주축의 회전수를 증가시키면 공구수명이 짧아지는 결과를 초래한다.^[6,7] 본 연구에서는 크롬몰리브덴강(SCM415) 재료와 초경 볼 엔드밀 공구로 이송속도, 주축회전수 등의 절삭조건을 변화시키면서 절삭과정에서의 가공경도 변화에 대하여 연구하고자 한다.

Corresponding Author : mgkim@gntech.ac.kr

Tel: +82-55-751-3314, Fax: +82-55-751-3319

2. 실험장치 및 재료

2.1 실험장치

본 실험에 사용된 장치 및 세부규격은 Table 1에 나타내고 있으며, Fig. 1은 가공 개략도를 표시하고 있다.

Fig. 2은 가공된 시험편의 경도를 측정하는 경도측정기(Rockwell hardness measuring tester, Shinpoong Co., SRH-D150)를 보여준다.^[8]

Table 1 Specifications of machining center

Item	Specification	
Manufacturer	Doosan Infracore	
Model	Mynx NM510	
Table size [mm]	1200 × 550	
Main spindle speed [rpm]	8,000	
Main spindle taper	BT No. 40	
Stroke [mm]	X-axis	1020
	Y-axis	510
	Z-axis	625

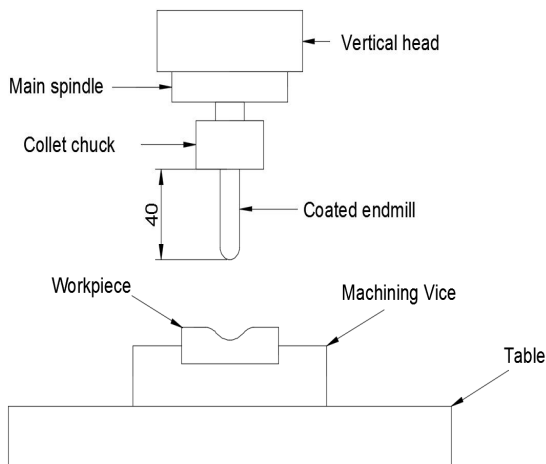


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus



Fig. 2 Photograph of rockwell hardness tester

2.2 절삭공구 및 실험재료

본 실험에 사용된 절삭공구는 TiCN코팅 초경합금, 2날 볼 엔드밀(Kennametal Co.)을 각 시험편당 1개를 사용하였으며, 공구의 형상과 상세한 규격은 Table 2와 Fig. 3 및 Fig. 4에서 나타낸 것과 같다.

Table 2 Terms of ball end mill

Item	Value
Number of blade	2
$\varnothing D$	10
L	76
l	25
$\varnothing C$	10
Model	HN2FL
End cutter edge type	Center cut type

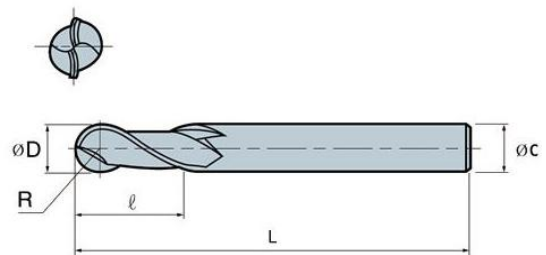


Fig. 3 Geometry of ball end mill



Fig. 4 Photograph of ball end mill

2.3. 실험재료

본 실험에 사용된 재료는 크롬몰리브덴강으로 크롬강에 Mo을 0.15~0.35% 첨가한 것으로 담금질성 향상과 뜨임 취성의 감소성을 감소시킨 재료이다. Mo의 첨가에 의해 고온강도 특히 크리프강도가 향상된다. 크롬몰리브덴강은 Table 3과 같이 탄소함유량 0.13~0.18%, Cr 함량이 0.9~1.2%, Mo 0.15 ~ 0.3%인 강이다. 담금질성을 향상시키고 뜨임 취성을 감소시킨 재료로 기어, 강력볼트, 대형 크랭크축 등, 축류와 방산 장비에 많이 사용된다.

시험편으로 사용되는 피삭재는 육면체로서 크기는 70×70×40 mm(가로×세로×높이)이며, 6개를 사용하였으며, 화학적 성분은 Table 3과 같으며, 가공 전 시험편은 Fig. 5와 같이 준비하였다.

Table 3 Chemical composition of specimens

Element	SCM415(%)
C	0.13 ~ 0.18
Si	0.15 ~ 0.35
Mn	0.6 ~ 0.9
P	0.03 or less
S	0.03 or less
Cr	0.9 ~ 1.2
Ni	0.25 or less
Mo	0.15 ~ 0.3
Cu	0.3 or less



Fig. 5 Photograph of specimens

3. 실험방법 및 고찰

3.1 실험방법

본 연구에서는 CNC가공용 소프트웨어인 Hyper CAD를 이용하여 모델링 후, Hyper Mill로 가공 데이터(NC data)를 생성하여 머시닝센터로 전송하여 가공을 하였다. 정삭공구인 초경 볼 엔드밀은 자루 부분을 콜릿(collet)에 끼울 때 절삭 날 부분의 길이가 40 mm 돌출되게 끼운 다음 콜릿척에 체결하였다.

절삭방법은 지그재그 방법으로 하였으며, 절삭 실험용 시험편의 규격은 70×70×40 mm의 크기로 절삭유를 사용하지 않고 Fig. 6과 같이 가공하였다. 그리고 절삭조건 설정은 황삭 시 지름 12 mm의 X-power 볼 엔드밀을 이용하여 주축회전수를 2000 rpm, 절삭 깊이는 1 mm, 이송속도는 300 mm/min, 경로 간격은 0.3 mm로 가공 하였다.

정삭은 Table 4와 같이 일반적으로 생산 현장에서 많이 사용하는 주축회전수를 2000, 3000, 4000 rpm일 때, 이송속도는 각각의 시험편을 100, 200, 300 mm/min, 경로간격은 0.2 mm, 절삭 깊이는 1 mm를 주어 가공하였다.

정삭 시 공구경로는 플로우 방향(2커브)으로, 접속 모드는 지그재그로 부드럽게 가공을 실시하였고, 피삭재의 표면 형상 변화를 측정하기 위해 절삭조건 하나 당 실험시험편과 공구를 각각 1개씩 사

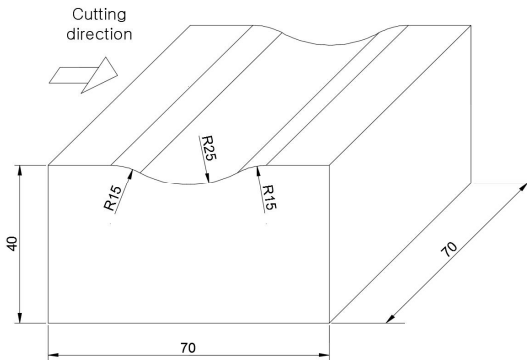


Fig. 6 A processing direction of workpiece

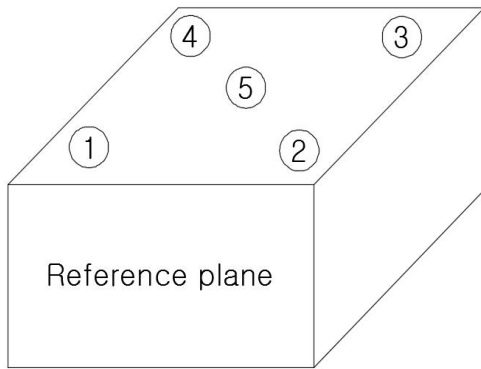


Fig. 7 Measured hardness position of the specimens before cutting

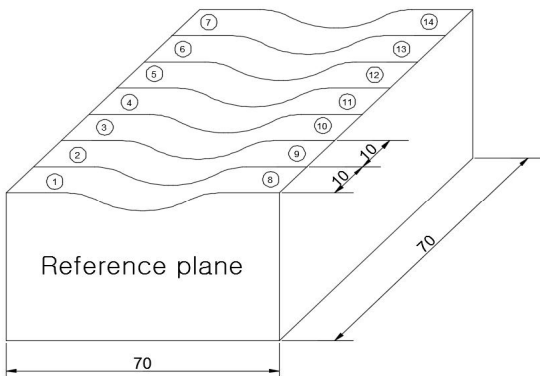


Fig. 8 Measured hardness position of the specimens after cutting

Table 4 Machining condition

Cutting condition	Rough cutting	Finish cutting
Spindle speed (rpm)	2000	2000, 3000, 4000
Feed rate (mm/min)	300	100, 200, 300
Cutting depth (mm)	1	1
Tool path (mm)	0.3	0.2
Cutting tool	φ12 ball end mill	φ10 ball end mill
No. of tools	2	6

용하였다.

연구에 사용된 시험편은 열처리 및 조질 처리를 하지 않은 원재료 상태의 시험편을 사용하여 가공하기 전 경도와 가공 후 경도를 측정하였다. 가공 전 시험편은 Fig. 7과 같으며, 측정부위 5군데를 정하여 각각 3번씩 경도를 측정하여 평균값을 구하였으며, Fig. 8은 가공 후로서 곡면부분은 경도측정이 곤란하므로 평면부분을 각 10 mm간격으로 7구간으로 나누어 14지점의 경도를 측정하여 평균값을 확인할 수 있었다.

3.2 결과 및 고찰

본 연구에서는 크롬몰리브덴강(SCM415) 재료와 초경 볼 엔드밀 공구로 이송속도, 주축회전수 등의 절삭조건을 변화시키면서 절삭과정에서의 가공경도 변화에 대하여 연구하고자 한다.

Table 5은 시험편에 따른 가공 전후의 경도 측정 평균값을 나타내고 있다.

Table 5 Hardness measurement averaged data of before and after Machining

specimen No.	machining before	machining after	
		face cutter	shape machining
1	1.1333	6.5000	4.3929
2	0.8000	7.4667	5.7143
3	1.1333	7.6000	6.0714
4	0.8667	8.4667	7.3571
5	1.9333	11.8000	9.0714
6	1.7333	10.9667	8.3214
7	0.4667	6.4000	4.4643
8	0.6667	7.7000	1.6786
9	0.8667	8.5333	5.7500
average	1.0667	8.3814	5.8690

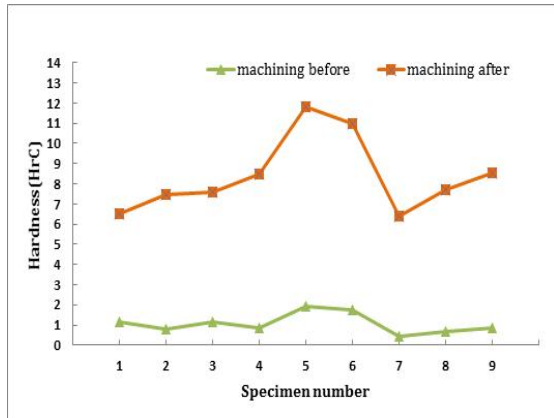


Fig. 9 Average of hardness face cutter before and after

Fig. 9은 시편의 가공전과 face cutter 후의 경도를 측정된 평균을 나타내는 그래프로써 페이스커터 후에는 6.4 HrC에서 11.8 HrC의 경도 측정값이 나타났으며, 평균 8.3814 HrC의 경도값을 확인할 수 있었다.

Fig. 10은 시편의 가공전과 형상 가공후의 경도를 측정된 평균을 나타낸 그래프로써 형상 가공후 경도값은 1.6786에서 9.0714 HrC의 경도 측정값이

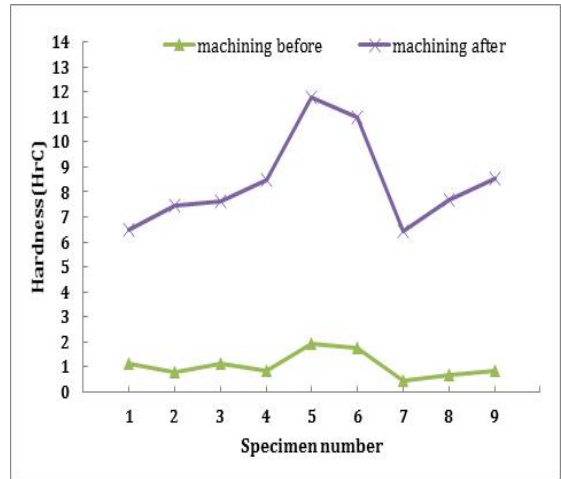


Fig. 10 Average of hardness measurement data specimen and shape machining after

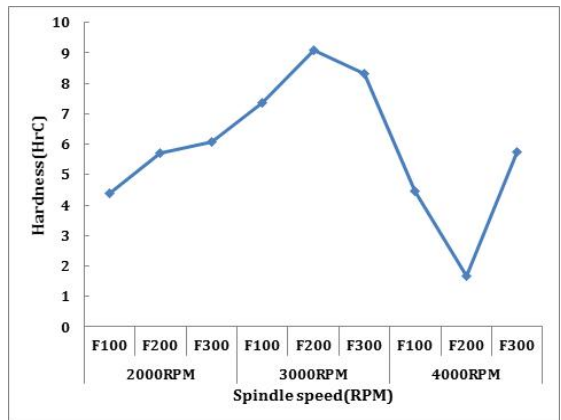


Fig. 11 The average hardness of the Spindle speed and Feed rate

나타났으며, 평균 5.86904 HrC의 경도값을 확인할 수 있었다.

Fig. 11에서 주축회전수와 이송속도에 따른 경도값을 비교했을 때 평균 4.393, 5.714, 6.071, 7.357, 9.071, 8.321, 4.464, 1.679, 5.750 HrC의 평균 데이터가 나타나고 있다.

4. 결 론

본 논문에서 SCM415 원소재의 경도 측정과 Face cutter 후의 경도 측정, 주축회전수와 이송속도에 따른 경도를 측정한 결과 아래와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. SCM415인 시편의 경도측정값을 확인한 결과 평균 1.0667 HrC의 경도가 나타나며, 페이스커터후에는 평균 8.3815 HrC의 경도값을 확인할 수 있었다. 또한 형상 가공후의 경도값은 평균 5.8690 HrC의 경도 측정값을 알 수 있으며, 페이스 커터 후와 형상가공과의 경도 차이값은 평균 ± 2.5125 HrC임을 알 수 있었다.
2. 시편과 형상가공과의 경도 차이값은 평균 4.8024 HrC임을 확인할 수 있었다.
3. 주축회전수와 이송속도에서는 3000 rpm에서는 이송속도와 관계없이 경도가 높게 나타나며, 2000 rpm과 4000 rpm에서는 이송속도와 관계없이 비슷한 경도가 나타남을 확인할 수 있었다.

후 기

“이 논문은 2015년도 대학회계 연구비 지원에 의하여 연구되었음.”

REFERENCES

1. Kim, J. S., Kang, S. K., Lee, D. S., “A Study on the Machining Characteristics of Prototype of Roller Gear Cams”, J. Korean Soc. Manuf. Process Eng., Vol. 11, No. 5, pp. 60-70, 2012.
2. Kim, J. S., Kim, Y. J., “A Study on Cutting Performance of a Developed Small Angle Spindle Tool”, J. Korean Soc. Manuf. Process Eng., Vol. 15, No. 2, pp. 111-117, 2016.
3. Shin, M. J., “A Study on the Machined Characteristics of SCM415 Still Cutting”, A Thesis for a Master, Kyungnam University,

Republic of Korea, 2011.

4. Ahn, K. W., Jeon, E. C., Kim, T. H., “Turning Machining Optimization using Software Based on Cutting Force Model”, J. Korean Soc. Manuf. Process Eng., Vol. 14, No. 5, pp. 107-112, 2015.
5. Kim, M. Y., Li, C. P., Kim, J. H., Ko, T. J., “Machining Characteristics of the Hybrid Machining System Comprising of EDM and Endmilling”, J. Korean Soc. Manuf. Process Eng., Vol. 15, No. 3, pp. 86-92, 2016.
6. Lee, Y. C., Kwak, T. S., Kim, G. N., Lee, J. R., “High-speed Machining Technology using CNC Machining Center Equipped with Attachment Type High-Speed Spindle”, J. Korean Soc. Manuf. Process Eng., Vol. 11, No. 2, pp. 152-158, 2012.
7. Doo, S., Hong, J. W., Suh, N. S., “A Study on the Cutting Force and Machining Error on the Inclined Plane in Ball-end Milling”, J. Korean Soc. Manuf. Process Eng., Vol. 18, No. 7, pp. 112-119, 2001.
8. Kim, I. S., “A study on the Curved Surface of Machining Characteristics on SCM415 Steel Plate”, A Thesis for a Master, Dong-Eui University, Republic of Korea, 2014.