

SNCM616 합금강을 이용한 표면조도 특성에 관한 연구

A Study on the Surface Roughness Characteristics by using SNCM616 Alloy Steel

최철웅¹, 김용경², 김진수³, 신미정^{3*}

Chul-Woong Choi¹, Yong-Kyoung Kim², Jin-Su Kim³, Mi-Jung Shin^{3*}

〈Abstract〉

In this study, we investigate the effect of SNCM616 alloy steel, which is commonly used in industry, such as rotors and crank-shafts, on the surface roughness of CNC HBM with Ø25 mm, 8-blade reamer to objective is to analyze and present optimal cutting conditions. The higher the feedrate for the spindle speed, the rougher the surface roughness. The surface roughness was found to be better when the feed rate was lower. The resultant value of the most accurate surface roughness is Ra 0.756 μ m, and the optimal cutting conditions are 25 rpm at spindle speed and 20 mm/min at transfer speed.

Keywords : Reamer Machining, Boring Machining, Surface Roughness

1 주저자 대명하이텍,과장

2 2저자 두산중공업

3 3저자, 한국폴리텍7대학 컴퓨터응용기계과

* 3저자,교신저자 한국폴리텍7대학 컴퓨터응용기계과

E-mail : lifevoyage@naver.com

1 Dea-Myoung HITEC

2 Doosan Heavy Industries & Construction

3 College of Computer Application Mechanical,
Korea Polytechnic UNIV

* College of Computer Application Mechanical,
Korea Polytechnic UNIV

1. 서론

절삭가공에서 가공 정밀도에 직접적 영향을 미치는 주요 인자로서는 절삭속도, 이송속도, 절삭깊이 등이 있다. 일반적으로 이송속도를 증가시키면 형상 오차가 커지게 되고 주축의 회전수를 증가시키면, 공구 수명이 짧아지는 결과를 초래한다.[1-9] 스마트한 시대가 도래하면서 제품들은 점점 복잡해지면서 다품종 소량 생산이 늘어나고 있는 추세이다.

특히 금속을 가공함에 있어서 드릴링, 리밍, 보링, 탭핑 등과 같은 홀(Hole) 작업들은 모든 가공 공정들의 1/3 가량을 구성한다고하며 거의 모든 가공공정에 포함될 수밖에 없는 공정으로 생산성에도 많은 영향을 주고 있다.[10,11]

최근 절삭가공의 추세는 높은 압력으로 다듬질 양이 많은 공작을 한 후 연삭을 하지 않고 보링, 리밍과 같은 전가공에서 곧바로 호닝으로 정밀 다듬질을 실시하는 방법이 성행하고 있다.[12]

본 연구는 산업현장에서 터빈로타(Rotor), 크랭크축등에 일반적으로 사용되는 SNCM616 합금강을 CNC HBM(Computer Numerical Control Horizontal Boring Machine)에서 Ø25 mm, 8날 리머를 사용하여 정밀 구멍 가공을 했을 때 표면 거칠기에 미치는 영향을 분석하여 최적의 절삭조건을 제시하는데 목적이 있다.

2. 실험장치 및 재료

2.1 실험장치

본 실험에 사용한 가공장비는 HBM으로 Forest Siret에서 생산한 840C 모델이며, 가공방법은 Fig.

1에 도시하였으며, Fig. 2는 실험 가공장비이다. 세부 사양은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Machining Center specification

Item	Specification	
Manufacturer	Forest Siret	
Model	840C	
Table size [mm]	1600×2000	
Main spindle speed [rpm]	630	
Main spindle taper	BT No. 40	
Stroke [mm]	X-axis	8000
	Y-axis	3200
	Z-axis	1050
	Z-axis	800

측정장치는 Mitutoyo사(Japan)에서 제작한 것으로 모델명은 Surface tester-501이며 측정장치는 Fig. 3과 같고 세부사양은 Table 2와 같다.

Table 2. Specifications of the non-contact measuring instrument

Item	Specification
Manufacturer	Kosaka laboratory corporation (Japan)
Model	Surfcoder-F501
Driving method	One reciprocation
Driving speed (mm/sec)	Measurement : 0.002~10
	Auto return : 2~10
Measuring values	Ra, Rz, Rmax(Ry), Pq, Pp, Rq, Rt, Rv
Cut-off values available	0.08, 0.25, 0.8, 8, 25
Dimension(mm)	600×395×593

Fig. 4와 같이 원주방향으로 4곳을 측정하여 평균값으로 표면거칠기를 나타내었다.

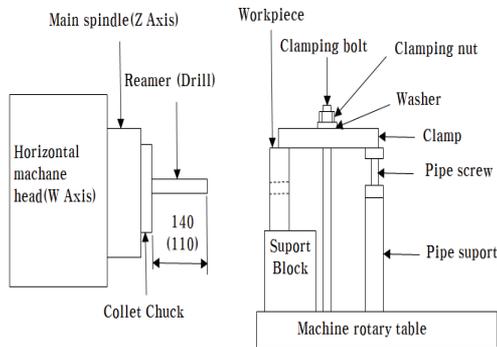


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus



Fig. 2 HBM(Horizontal Boring Machine) for experiments



Fig. 3 Photograph of surface roughness tester

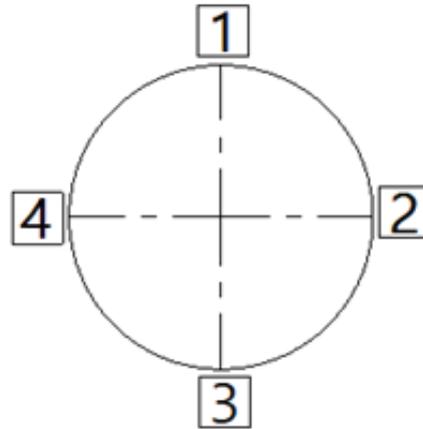


Fig. 4 Measurement site of surface roughness after processing circular

2.2 절삭공구

본 실험에 사용된 절삭공구는 외경 $\varnothing 24$ mm 초경드릴(Carbide twist drill)과 외경이 각각 $\varnothing 24.5$ mm, $\varnothing 25.0$ mm의 고속도강(SKH51)리머를 사용하였다. Fig. 5은 실험에 사용된 이지원사의 드릴과 유림정밀사의 리머를 사용하였으며, Table 3은 드릴공구의 형상에 따른 치수를 나타내었고 Table 4은 리머공구의 형상과 치수를 나타내었다.



(a) Carbide Twist Drill



(b) Reamer (SKH51)

Fig. 5 Twist Drill and Reamer tools

Table 3. Dimension and shape of drill(mm)

Carbide Twist Drill				
material		Carbide-TIN Coating		
D2	d	L1	L2	angle
24	32	170	110	140.

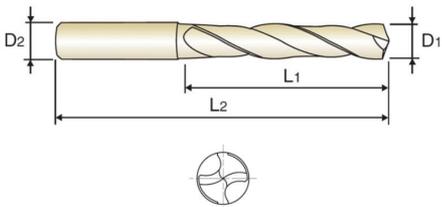
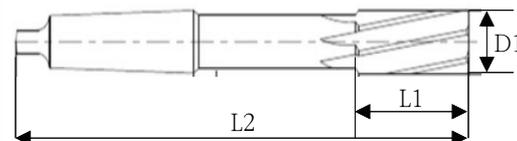


Table 4. Dimension and shape of reamer(mm)

MT.Shank SP FL Chucking Reamer		
material		SKH51
number of flutes		8
D1	L1	L2
24.5, 25.0	68	268



3. 실험방법 및 고찰

3.1 실험방법

연구 실험을 위해 준비된 SNCM616 합금강의 화학성분은 Table 5과 같고 150×150×50 mm의 소재 20개를 준비하였다. 소재의 가공전·후의 시편은 Fig. 6과 같다. 먼저 소재를 Fig. 1과 같이 고정하고 Ø24.0 mm 드릴을 장착하여 Fig. 7와 같이 소재를 관통하여 가공하였다. 가공시 수용성 절삭유를 사용하였으며, 절삭유의 혼합 비율은 20 : 1로 희석하였고 절삭유 타입은 Table 6과 같다.

드릴링 후 Ø24.5 mm 리머를 기계에 장착하여 구멍을 정밀가공 하였다. Ø25.0 mm 리머의 절삭가공 조건은 스펀들 속도는 20 rpm에서 35 rpm, 이송속도는 15 mm/min에서 30 mm/min으로 변경하였으며, 실험조건은 Table 7과 같이 결정하였다.

본 연구는 Ø25.0 mm 리머를 사용하여 구멍을 가공한 소재를 Fig. 4의 4곳을 시험편의 구멍에 원주방향 90° 간격으로 4등분하여 각각의 표면거칠기를 측정하였다.

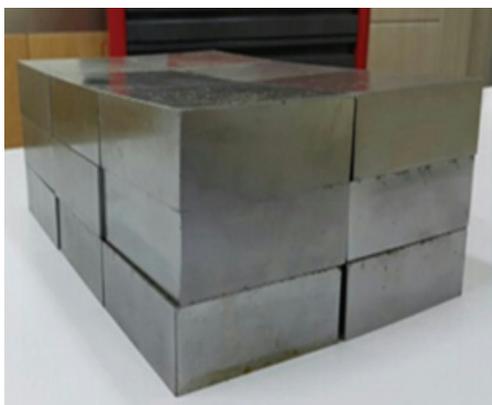
측정은 다이얼 테스트 인디케이트(Dial test indicator)로 측정기와 시험편의 수평을 확인한 후 측정 면위에 변환기를 접촉시켜 이송하면서 발생한 신호를 증폭기 및 기록계에 의해서 표면거칠기 값을 측정하였으며, 4번 측정한 값의 평균값을 구하였다.

Table 5. Chemical composition of SNCM 616 (KS D 3709)

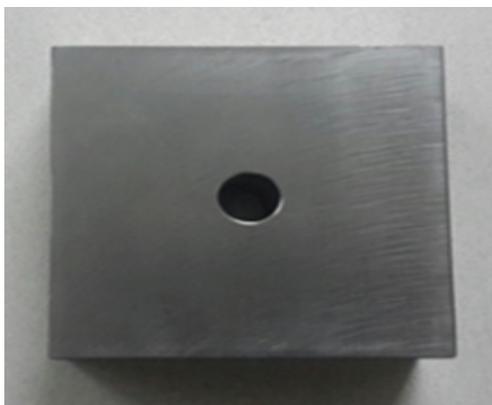
Element	New Code	Old Code
	SNCM616 (%)	SNCM26 (%)
C	0.13~0.20	
Si	0.15~0.35	
Mn	0.80~1.20	
P	0.30 or less	
S	0.30 or less	
Ni	2.80~3.20	
Cr	1.40~1.80	
Mo	0.40~0.60	

Table 6. Type of water soluble cutting oil

Product name	Superedge 47K (A)
Product code	465473-KR01
Manufacturer	Castrol
Producer	Bipi korea
GHS Classification	Material/uses of mixtures sharing metals-water soluble(5%)



(a) Previous experiments



(b) After the experiment

Fig. 6 Photograph of SNCM 616 alloy steel

Table 7. Experimental conditions of cutting process

Workpiece	Spindle speed (rpm)	Feed rate (mm/min)	Depth of cut (mm)
SNCM 616	20	15	50
	25	20	
	30	25	
	35	30	

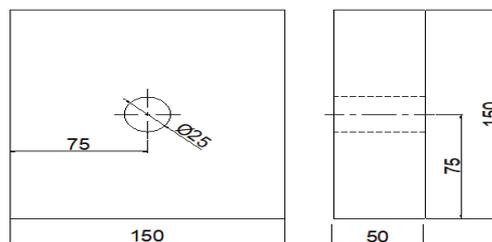


Fig. 7 Hole position and size

3.2 실험고찰

절삭조건을 달리하여 리머 가공한 4 point 지점의 측정 결과를 토대로 $\varnothing 25.0$ mm 리머 가공의 측정 평균값을 산출한 후 각각의 스핀들 회전수에 대하여 이송속도별로 각각 구분하여 표면 정밀도의 특성을 비교 분석하였다. 표면거칠기를 측정하고 측정한 값의 평균을 기준 데이터로하여 거칠기를 분석하였을 때 표면거칠기 Ra 값은 Table 8과 같이 나타났다.

Fig. 8에서 보는바와 같이 리머를 사용하여 가공시 스핀들속도가 35 rpm에서 표면거칠기가 육안으로는 거칠기가 좋아 보이지만 실제로 측정된 값을 보면 표면거칠기가 매우 좋지 않음을 알 수 있었다. 스핀들속도가 25 rpm 일 때 전체적으로 표면거칠기는 양호하게 나타났으며, 이송속도가 20 mm/min 일 때 최적의 절삭가공 상태를 알 수 있었다.

Table 8. Surface roughness of SNCM616 steel during cutting

Spindle speed (rpm)	Feed rate(mm/min)			
	F15	F20	F25	F30
S20	2.026	1.307	1.624	1.614
S25	1.127	0.756	0.876	1.268
S30	1.487	1.577	1.530	1.810
S35	2.427	3.438	3.591	3.640

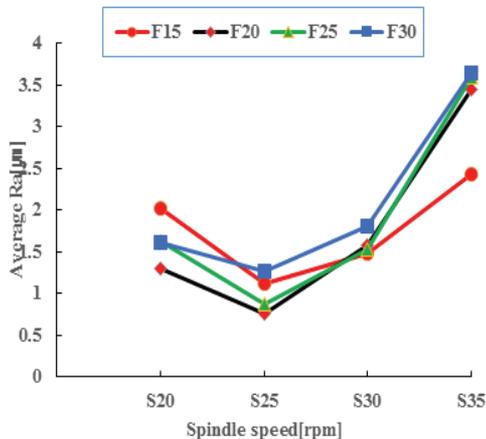


Fig. 8 Surface roughness measurement according to cutting speed and feed rate

4. 결론

터빈 Rotor, 크랭크축, 프로펠러축 등에 사용되는 재료인 SNCM616 합금강을 CNC HBM에서 고속도강 재질의 $\varnothing 25$ mm, 길이 268 mm 리머로 구멍가공을 하였을 때 스피들속도와 이송속도의 절삭조건을 변경하면서 실험한 결과 표면거칠기의 특성은 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 스피들속도에 대한 이송속도가 높을수록 표면거칠기가 거칠었으며, 이송속도가 낮을 때 표면거칠기는 양호하게 나타났음을 알 수 있었다.
2. 표면거칠기를 측정된 결과 가장 정밀한 표면거칠기의 결과값은 Ra 0.756 μm 이었으며, 최적의 절삭가공 조건은 스피들속도 25 rpm, 이송속도 20 mm/min 임을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] Lee, Y. C., Kwak, T. S., and Kim, G. N., Lee, J. R., "High-speed Machining Technology using CNC Machining Center Equipped with Attachment Type High-Speed Spindle", Journal of the Korean society of machine tool engineers, Vol. 11, No. 2, pp. 152-158, 2012.
- [2] Shin, M. J., Kim, I. S., and Kim, J. H., Kim, J. S., Kim, M. K., "Hardness Machining Characteristics using the SCM415 Still", J. of Korean Soc. Manuf. Process Eng., Vol. 16, No. 2, pp. 44-49, 2017.
- [3] Choi, J. G., Kim, H. S. and Kim, S. C., "A Study on the Optimum Finish Allowance for Machining Accuracy Improvement in the End Milling Processes", Journal of the Korean society of machine tool engineers, Vol. 13, No. 3, pp. 8-14, 2004.
- [4] Chung, M. S., "A Study on Transition of Dimension Error and Surface Precision in High Speed Machining of Al-alloy", Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Vol. 9, No. 3, pp. 96-102, 2000.
- [5] Yoon, J. H., Seo, S. W., and Lee, H. C., "A Study on the Effect of Dimensional Errors and Roundness in High Speed Cylindrical Machining of Al-alloy", Journal of the Korean society of machine tool engineers, Vol. 10, No. 5, pp. 17-27, 2000.
- [6] Kim, Y. K., "A Study on the Optimum Cutting Condition in Reamer Machining of SNCM616 Alloy Steel", A Thesis for a Master, Kyeongsang National University, Republic of Korea, 2018.
- [7] Doo, S., Hong, J. W., and 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, J. S., Choi, C. W., and Shin, M. J., "A Study on the Squareness of Circular Pocket

- Machining of SCM415 Steel”, Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 18, No. 7, pp. 42-47, 2019.
- [9] Choi, C. W., “A Study on Surface Roughness in Circular Pocket Machining of SCM415 Steel”, Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 18, No. 7, pp. 77-82, 2019.
- [10] Kim, M. H., “A Study on Vision Measurement System and Dynamic Signal Analysis for Improving Hole Accuracy in Drilling.”, Doctorate Thesis, Jeonbuk University, Republic of Korea. 2009.
- [11] Kahng, C. H., Ham, I., “A study on sequential quality improvement in hole-making processes.” Annals of the CIRP Vol. 24, No. 1, pp. 27-32, 1975.
- [12] lee. S. S., kim, M. J., and Jeon, E. C., “A Study on the Tool Performance Through the Accuracy of Hole in Honing Using the Diamond Reamer”, Graduate School, Dong-A University, research works of the graduate school, Vol. 26, pp. 393-408, 2001.

(접수: 2019.09.12. 수정: 2019.09.26. 게재확정: 2019.10.26.)