

머시닝센터 가공시 정면커터 표면가공특성 연구

박달근*, 임대성⁺

(논문접수일 2004. 11. 11, 심사완료일 2005. 3. 2)

On the Characteristics in Surface Cutting for Face Cutter of Machining Center

Dal Geun Park*, Dae Sung Im⁺

Abstract

From on the machining center cutting work of SS34, the characteristics such as spindle speed and feed speed for the third point height, average spacing of roughness peaks, bearing ratio, center line average, ten point height. experiments is roughness for sampling length determine to measuring length of cutting feed speed 200, 400, 600, 800mm/min and spindle speed 800, 1000, 1200, 1400rpm. Third point height is spindle speed with most suitable cutting condition 1000rpm. Third point height is feed speed with most suitable cutting condition 400mm/min. Average spacing of roughness peaks are spindle speed with most suitable cutting condition feed speed increased to average spacing of roughness peaks are increased. Spindle speed increased to average spacing of roughness peaks are decreased. Bearing ratio is spindle speed with feed speed increased to bearing ratio decreased. Center line average is spindle speed with most suitable cutting condition at 1200rpm feed speed with most suitable cutting condition at 200mm/min to cutting face roughness suddenly decreased. Ten point height is spindle speed with most suitable cutting condition 1200rpm at ten point height cutting face roughness to decreased and feed speed with most suitable cutting condition 800mm/min at ten point height cutting face roughness to decreased.

Key Words : The Third Point Height(세번째거칠기), Average Spacing of Roughness Peaks(평균거칠기 간격), Bearing Ratio(베어링율), Center Line Average(중심선평균값), Ten Point Height(10점 평균거칠기)

1. 서 론

각종 가공분야에 정밀공작기계에 의한 가공이 다방면으

로 보급되어 고정도의 제품을 생산하는 가공분야가 산업의 한 분야를 차지하며 성장하고 있다. 가공 시에 발생하는 표면 거칠기의 문제는 사용목적에 지대한 영향으로 작용된

* 충주대 기계공학과 (dgpark@chungju.ac.kr)
주소: 380-702 충주시 이류면 검단리 123번지
⁺ 주성대 자동차학과

다^(1,2). 가공 표면거칠기가 발생하는 원인은 여러 가지의 원인이 있겠지만 가공축의 증가에 의한 가공정렬의 부족, 절삭가공공구의 마멸, 이송속도의 부적합, 절삭회전수, 작업자의 숙련도의 부족 등의 원인에 따라 가공 표면거칠기가 커지는 원인으로 작용한다. 가공 시에 발생하는 여러 가지 요인중에 표면거칠기는 가공정밀도에 정도와 품질등급의 분류에 중요한 요인을 차지하고 있다^(3,4). 본 실험에서는 머시닝센터 가공시에 가공표면의 정도를 알아보기 위해 수직형 머시닝센터(KV-35C)에서 머시닝센터 이송 절삭시 가공조건에 따라 발생하는 가공면의 표면거칠기를 살펴보았다⁽⁵⁾. 실험조건은 정면커터(face cutter)를 이용하여 정면을 가공하고 가공 이송속도와 커터의 절삭속도의 변화를 주고 실험시에 간단한 G code 프로그램으로 조건을 일정하게 유지하여 표면거칠기를 측정하였다. 여기에서 기준길이 내의 세번째 높은 산과 세 번째 깊은 골을 구하여 두 점 사이의 기준선에 수직인 거리의 세번째 거칠기(R_{3z}), 기준길이내의 산과 산사이의 거리의 평균값인 평균거칠기간격(A_r), 부품표면의 편평해진 정도를 나타내는 베어링울(t_p), 전체구간에 대한 평균값인 중심점평균값(R_a), 기준길이의 가장 높은 5개 산과 가장 낮은 5개골의 기준선에 대한 거리의 평균값 차이인 10점 평균거칠기(R_z)등을 산출 후 그래프로 표현하여 표면의 거칠기 상태의 변화를 살펴보고자 한다⁽⁶⁾.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 실험장치 및 시편

본 실험에 사용된 머시닝센터(Machining center, Fig. 1) 및 표면거칠기(Surface Texture Measuring Instrument, Fig. 2)의 주요사항은 Table 1과 같다.

2.2 실험방법

실험방법은 Table 2과 같은 조건으로 실험하였으며 본

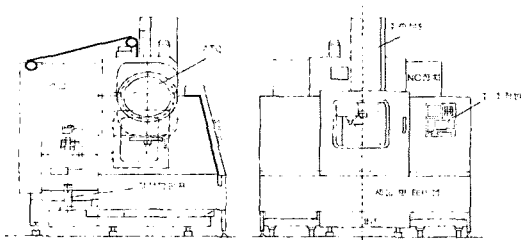


Fig. 1 Machining center

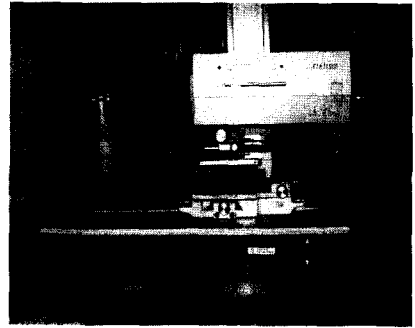


Fig. 2 Surface texture measuring instrument

Table 1 Experimental Equipment

Machining Center	KIA Co. LTD, KV35C Traverse 600×450×510mm FANUC Controller
Surface Texture Measuring Instrument	Tokyo Seimitsu Co. LTD., SURFCOM 300B Type Diamond Stylus Tip Traverse 250×560×200mm

Table 2 Experimental Conditions

Workpiece	SS35 Mild Steel
Face Cutter	Korloy Ep-100, Edge 6EA
RPM	800, 1000, 1200, 1400
Feed Speed(mm/min)	200, 400, 600, 800
Max Recording range(μm)	25
chart speed(mm/s)	6
tracing speed(mm/s)	3
cut off	0.8
Measuring Length(mm)	9

실험에서는 4개의 기준길이(약 2.3mm)를 평가길이의 기준으로 하였다. 가공표면거칠기는 가공 중에 작용되는 기계의 마모, 절삭공구의 조건, 가공표면의 성분, 절삭방법, 작업자의 습관 등 여러 가지 환경요인에 따라 달라지므로 가공파라미터를 여러 가지의 방법으로 측정하여 살펴보았다. 이 실험 결과를 가지고 세 번째 거칠기(R_{3z}), 평균 거칠기 간격(A_r), 베어링울(t_p), 중심점평균값(R_a), 10점 평균거칠기(R_z)등을 산출하여 각각 비교하였다.

3. 실험 결과

3.1 회전수와 이송속도가 세 번째 거칠기(R_{3z})에 미치는 영향

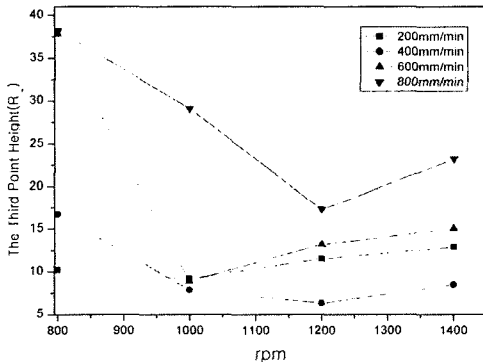
Fig. 3의 (a)에서 이송속도가 200mm/min에서, 600mm/min까지는 회전수에 따른 세 번째 거칠기가 급격히 감소하나 이송속도가 800mm/min에서는 세 번째 거칠기의 감소폭이 적고 200mm/min, 600mm/min에서는 회전수 증가에 따라 거칠기가 증가되고 이송속도가 800mm/min, 1200rpm일때 점진적인 감소를 보이고 1400rpm에서는 증가됨을 나타내고 있다. 또한 400mm/min, 1200rpm까지는 세 번째 거칠기가 감소되나 1400rpm에서는 감소됨을 보이고 있다.

Fig. 3의 (b)의 그림에서 800rpm일 때 이송속도의 증가에 따라 급격한 세 번째 거칠기의 증가를 보이고 있고, 회전

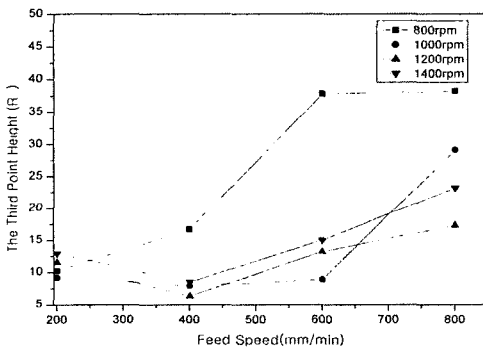
수가 1200rpm에서 1400rpm의 경우 400mm/min까지 감소됨을 나타내고 600mm/min에서 800mm/min으로 증가됨에 따라 세 번째 거칠기가 점진적으로 증가됨을 보여주고 있다. 또한 1000rpm에서는 이송속도가 400mm/min에서 600mm/min으로 증가되어도 거칠기의 변화가 거의 없으나 800mm/min으로 이송속도가 증가되면 급격히 증가됨을 알 수 있다. 이 실험결과에 따라 이송속도의 증가가 세 번째 거칠기의 증가의 요인으로 작용하나 400mm/min에서는 오히려 감소됨을 나타낸다. 이것은 이송속도가 증가되어도 회전수와와의 관계에 의한 최적의 가공상태가 존재함을 보여주고 있다.

3.2 회전수와 이송속도가 평균 거칠기 간격(A_r)에 미치는 영향

Fig. 4의 (a)에서 회전수가 800rpm에서 1400rpm으로 증가될 때 평균 거칠기 간격은 이송속도가 200mm/min을 제외

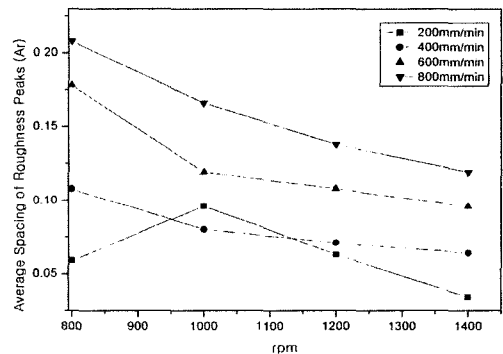


(a) Third point height for spindle speed

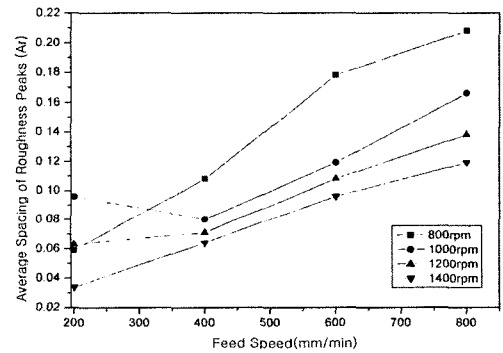


(b) Third point height for feed speed

Fig. 3 Relationship between spindle speed and feed speed with third point height



(a) Average spacing of roughness peaks for spindle speed



(b) Average spacing of roughness peaks for feed speed

Fig. 4 Relationship between spindle speed and feed speed with average spacing of roughness peaks

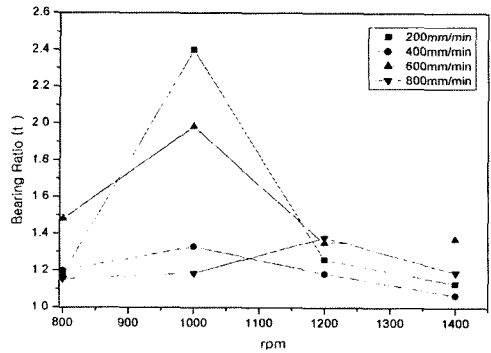
한 이송속도에서는 점진적으로 평균 거칠기 간격이 감소됨을 보이고 있다. 이송 속도가 200mm/min에서는 회전수가 800rpm에서 1000rpm으로 증가됨에 따라 평균거칠기간격은 증가되고 1200rpm과 1400rpm으로 회전수가 증가될수록 거의 일정하게 감소됨을 보이고 있다. 이 가공실험에서 전반적으로 회전수가 증가됨에 따라 평균 거칠기 간격은 감소됨을 보이는 것은 시간차에 의한 거칠기 간격이 감소되는 현상을 나타낸다.

Fig. 4의 (b)에서 실험전반의 회전수에 대한 이송속도의 증가가 평균 거칠기 간격의 점진적 증가를 보이고 800rpm에서는 이송속도가 200mm/min에서 400mm/min으로 증가될 때 평균 거칠기 간격이 감소되는 특이성을 보이고 있다. 하지만 이송속도가 600mm/min으로 증가됨에 따라 평균 거칠기 간격의 변화는 증가되고 800mm/min으로 증가될 때는 비례적인 변화를 보이고 있다. 이 실험결과에 따라 회전수가 증가될수록 정면커터 가공 시 가공간격으로 인한 평균거칠기 간격이 감소되고 이송속도가 증가될수록 정면커터의 가공간격이 증가되어 본 실험의 대부분의 경우에서 평균 거칠기 간격의 증가요인으로 작용되고 있는 것으로 나타나고 있다.

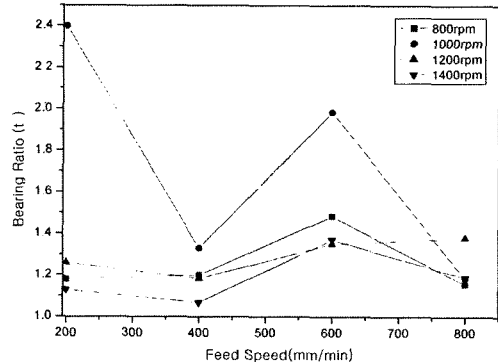
3.3 회전수와 이송속도가 베어링울(t_p)에 미치는 영향

Fig. 5의 (a)에서 회전수800rpm, 1000rpm으로 증가되고 이송속도가 200mm/min에서 600mm/min일 때는 급격히 증가되는 현상을 보이며 400mm/min에서 800mm/min일 때는 미세한 베어링 울의 증가를 보이고 있다. 회전수가 1200rpm으로 증가됨에 따라 200mm/min와 600mm/min에서는 급격한 감소를 보인다. 또한 400mm/min에서는 회전수가 증가됨에 따라 비례 적인 감소형태를 보이고 이송속도 800mm/min와 회전수 1200rpm, 1400rpm에서는 오히려 베어링울이 증가되어 나타남을 보인다. 본 실험에서 일정한 마멸량에 따른 베어링울은 회전수의 증가에 따라 발생된 거칠기의 단면길이의 감소형태를 보이고 있다.

Fig. 5의 (b)에서 이송속도가 200mm/min, 400mm/min으로 증가됨에 따라 베어링울은 미세한 감소를 보이나 회전수 1000rpm와 이송속도 200mm/min, 400mm/min일 때 급격한 감소를 보이며 600mm/min으로 이송 속도가 증가되면 거칠기의 급격한 증가를 보이며 이송속도가 800mm/min으로 증가됨에 따라 1000rpm에서는 급격한 감소를 보이며 800mm/min, 1200mm/min, 1400rpm의 경우에는 점진적으로 감소됨을 보이고 있다. 회전수 1000rpm에서 베어링 울의 형태가 이



(a) Bearing ratio of roughness peaks for spindle speed



(b) Bearing ratio of roughness peaks for feed speed

Fig. 5 Relationship between spindle speed and feed speed with bearing ratio

송속도의 증가에 따라 특이성을 보이고 있다. 이 실험결과에 따라 베어링울은 회전수가 증가될수록 베어링울이 감소하여야 하나 1000rpm에서 오히려 증가되는 것은 이송속도와 회전수가 적합하지 않은 것으로 사료된다. 이송속도에 의한 베어링울은 증가되는 것이 당연하나 회전수가 적합하여 오히려 감소되는 현상을 나타내는 것으로 사료된다.

3.4 회전수와 이송속도가 중심점평균값(R_a)에 미치는 영향

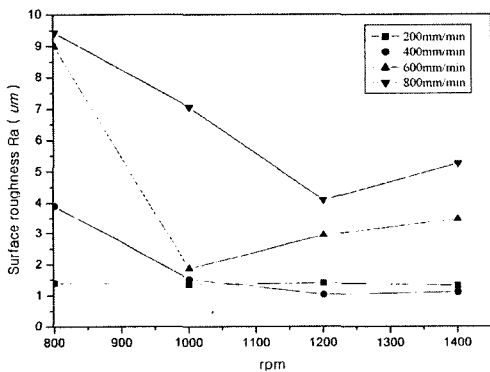
Fig. 6의 (a)에서 회전수가 800rpm, 1000rpm으로 증가하면 중심점평균값은 급격히 감소하고 1200rpm에서는 가장 안정적이고 균일한 중심점 평균값을 갖는다. 1400rpm일때 중심점평균값은 완만한 증가를 보이고 있다. 본 실험에서 최적의 가공조건은 1200rpm지점에서 중심점평균값이 회

전수에 영향을 주지 않고 거의 일정한 것으로 보여진다. Fig. 6의 (b)에서 200mm/min에서는 회전수의 변화에 관계 없이 일정하나 400mm/min에서는 회전수가 적을수록 중심점평균값이 증가되고 600mm/min로 증가될수록 중심점평균값이 증가되어 800mm/min에서는 최대를 보이고 있다. 회전수가 1000rpm이하에서는 중심점평균값이 크게 나타나고 1000rpm이상에서는 변화의 폭이 거의 일정하다. 이 실험결과에 따라 중심점평균값이 변하는 것은 가공시에 절삭재와 피삭재의 가공저항에 의해 발생되나 이송속도가 200mm/min지점에서 중심점평균값이 회전수의 변화에 영향을 받지 않는 것으로 보여진다.

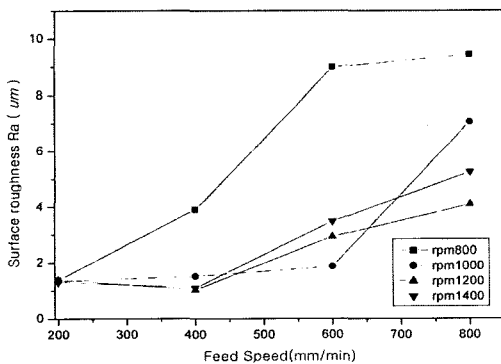
3.5 회전수와 이송속도가 10점 평균거칠기(Rz)에 미치는 영향

Fig. 7의 (a)에서 800rpm, 1000rpm으로 증가되면 이송속도가 200mm/min, 400mm/min일때 감소되나 600mm/min, 800mm/min증가되고 1200rpm, 800mm/min일때는 급격히 표면거칠기가 감소되고 200mm/min, 400mm/min, 600mm/min에서는 증가되는 현상을 보이고 1400rpm, 400mm/min에서 표면거칠기가 급격히 증가되는 모습을 보이며 800mm/min는 0.5 μ m의 증가를 보이고 있다. 최적의 절삭가공조건은 1200rpm, 800mm/min에서 10점평균거칠기가 적게 나타남을 보인다.

Fig. 7의 (b)에서 200mm/min는 0.5 μ m부근에 집중되며 400mm/min, 800mm/min, 1400rpm은 증가되고 1000rpm과 1200rpm은 감소되는 현상을 보인다. 600mm/min, 800

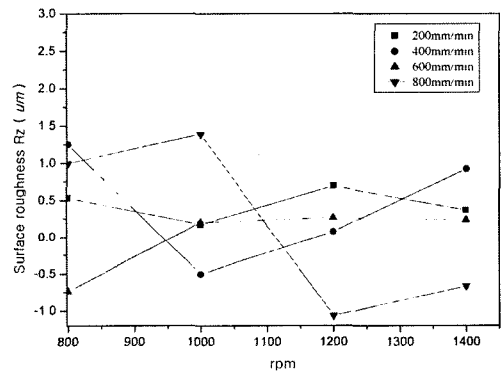


(a) Center line average of roughness peaks for spindle speed

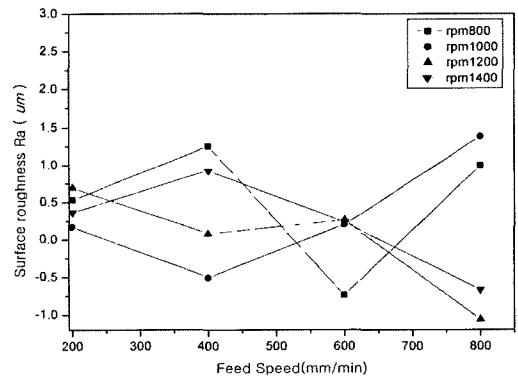


(b) Center line average of roughness peaks for feed speed

Fig. 6 Relationship between spindle speed and feed speed with Center line average



(a) Ten point height of roughness peaks for spindle speed



(b) Ten point height of roughness peaks for feed speed

Fig. 7 Relationship between spindle speed and feed speed with ten point height

rpm은 급격히 감소되고 1000rpm, 1200rpm, 1400rpm은 10점 평균거칠기가 0.25 μm 부근에 집중됨을 보이고 이송속도가 800mm/min, 회전수 1200rpm, 1400rpm에서는 급격히 감소되며 800rpm과 1000rpm일 때는 급격히 증가되는 모습을 보여준다. 최적의 절삭 가공조건은 이송속도가 800mm/min, 1200rpm일 때 10점 평균거칠기의 분포가 적어지는 상태를 보여준다. 이 실험결과에 따라 회전수가 증가됨에 따라 10점 평균거칠기가 일정한 경향으로 나타나는 것은 커터 날의 가공간격이 감소되어 나타나는 것으로 사료되고 이송속도가 증가될 때 회전수가 적으면 가공간격이 크고 회전수가 크면 가공간격이 감소되어 10점 평균거칠기가 감소되는 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 머시닝센터 가공 시 가공정도를 살펴보기 위해 가공조건에 따라 정면커터를 이용한 절삭가공실험에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 세 번째 거칠기(R_{3z})의 값은 회전수에 따른 최적의 가공절삭조건은 1000rpm일 때 값이 적게 나타나고 이송속도에 따른 최적의 가공조건은 400mm/min일 때 값이 적어진다.
- (2) 평균 거칠기 간격(A_r)은 회전수에 따른 최적의 가공절삭조건은 1400rpm일 때 감소하고 이송속도에 따른 최적의 가공절삭조건은 이송속도가 200, 400mm/min일 때 작게 나타난다.
- (3) 베어링 울(t_p)의 회전수에 따른 마멸량으로 살펴본 단면길이 비는 1200, 1400rpm일 때 가장 작게 나타난다. 이송속도에 따른 마멸량으로 살펴본 단면길이 비는 이송속도가 400, 800mm/min일 때 가장 적게 나타난다.
- (4) 중심선평균값(R_a)은 회전수에 따른 최적의 가공절삭조건은 1200rpm에서 중심선 평균값의 분포가 감소하고 이송속도에 따른 최적의 가공절삭조건은 400mm/min에서 중심선평균값이 적게 분포된다.
- (5) 10점 평균거칠기(R_z)는 회전수에 따른 최적의 가공절삭조건은 1200rpm에서 10점 평균거칠기의 분포폭이 감소하고 이송속도에 따른 최적의 가공절삭조건은 800mm/min에서 10점 평균거칠기의 분포가 감소함을 보인다.

참 고 문 헌

- (1) ANSI, 1978, *Surface Texture*. B. 46. p. 1.
- (2) Dagnall, H., 1980, *Exploring Surface Texture*, Rank Taylor Hobson.
- (3) NBSIR, 1978, *The National Measurement System for Surface Finish*, pp. 75~927.
- (4) Young, R. D., 1971, "Surface Micro topography," *Physics today*, Vol. 24, No. 11, p. 42.
- (5) Doebelin, E. O., 1990, *Measurement Systems Application and Design*, Mcgraw-Hill International Editions, pp. 364~371.
- (6) Length std. lab., 1984, *Surface Roughness*, Korea Standards Research Institute, pp. 50~66.