

가 가

* . ** . † . ** . ***

Environmentally Conscious Machining Technology by using High Speed Machine Tool

J. C. Bae^{*}, M. C. Kang^{**}, J. S. Kim[†], D. W. Lee^{**} and I. S. Kang^{***}

Key Words : High speed machining(가), End-mill(), Compressed cold air(), Oil mist(), Tool wear(), High chrome steel()

Abstract

Recently, environmental pollution has become a significant problem in industry and many researches have been investigated in order to preserve the environment. Environmentally conscious machining and technology have more and more important position in machining process. In the milling process, the cutting fluid has greatly bad influence on the environment.

In this study, the machinability such as tool wear, surface roughness and surface profile was investigated in the machining of blade parts(12Cr steel) using the cutting fluid, compressed cold air and oil mist etc., also, the productivity and the surface topography was improved by using new end-mill tool considering tool material and shape.

1. 가 가

가 , 가 가 가 가 (1)

가 가 가 가 가 가 (2-3) (12Cr steel) 가

가 가 가 가 가 가 (Compressed cold air), (Oil mist)

†
E-mail : juskim@pusan.ac.kr
TEL : (051)510-2334 FAX : (051)518-7207

*
** 가

2.

2.1 가

환경친화적인 가공기술이란 생산가공에서 절삭유제의 사용을 억제하며 절삭유제 대신 대체 냉각제를 이용하여 공구와 공작물간의 마찰로 인한 열을 감소, 냉각 및 윤활작용을 통하여 가공하는 것을 말한다. 그리고 현재의 환경보호정책에 따라 절삭유제에 관련되는 비용이 높고, 환경오염에 대한 규제가 엄격해짐에 따라 그 경비도 증가하고 있다. 절삭유제 관련경비는 현재도 생산공정의 약 15~30%를 차지하고 있고, 앞으로 이 비율은 점점 더 높아진다고 한다.¹⁴⁾

한편, 절삭유제를 사용할 때는 그 양을 최소화하고, 사용한 절삭유제를 폐유처리하는 방식이 아닌 리사이클링하여 사용하는 방법도 있다. 또한 절삭유제를 사용하지 않고, 압축냉각공기 시스템 및 오일미스트의 식물성 오일을 공급, 압축냉각공기와 오일미스트를 동시에 분사하는 환경에 무해한 방법도 있는데 이는 곧 환경오염의 저감효과를 가져오고 절삭유제에 사용되는 비용 절감 효과를 가져올 수가 있으며 절삭가공에 있어 공구수명의 향상과 공구마멸의 감소를 가져온다.¹⁵⁾

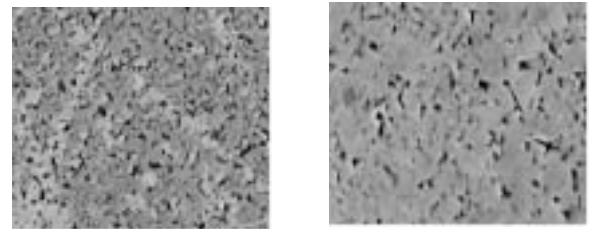
가 가

가

2.2

2.2.1 공구소재의 특성

가 (Micro polishing) 20
 ~ 30 SEM(Scanning electron microscope), EDX
 SEM Fig. 1
 WC
 XRF



(× 10000)

(a) Conventional tool (b) Developed tool

Fig. 1 SEM analysis of conventional and developed tool material

대하여 정량적으로 분석하였다. 그 결과는 Table 1과 같이, 새로이 개발된 공구의 화학적 조성은 기존의 공구와는 다른 Ni, Mn이 첨가되어 있다. 경도의 증가에 따른 고온내마멸성이 향상되며, 항절력의 증가에 따라 인성이 향상된 것으로 예상되어진다. 또한 기존과 새로이 개발한 공구소재의 경도(H_{RA})는 각각 90.2, 92.4이며, 항절력은 280, 310(kg/mm²)이다.

Table 1 Chemical properties of WC-Co material

	W	Co	V	Cr	Mn	Fe	Ni
(a)	84.9	10.2	0.3	1.8	-	2.8	-
(b)	85.2	12.3	0.15	1.2	0.05	1.0	0.1

(a) Conventional tool wt(%)

(b) Developed tool wt(%)

2.2.2 공구형상의 특성

환경친화형 절삭공구의 설계를 통해, 적절한 강성과 칩배출의 원활한 형상을 부여함으로써 양호한 가공면을 얻을 수 있다.

플랫 엔드밀에 의한 고속가공시 엔드밀의 하단부와 공작물의 가공면과의 마찰을 감소시키기 위하여 경사각(Rake angle)과 밀날 틸새각(Dish angle)을 고려하여야 한다. 경사각은 일반적으로 표준각이 6°이나, Fig. 2에서 나타난 바와 같이 경사각의 증가에 의한 전단각의 증가효과를 고려하여 8° ~ 12°로 설정하였다. 또한 밀날 틸새각은 일반적으로 표면 거칠기와 공구마멸에 큰 영향을 미치므로 이 각을 적절하게 선정하는 것이 중요한데 밀날 틸새각을 1.5° ~ 3.0°로 설계함으로써 공작물과의 마찰을 최소화하였다. 또한 공구의 날수를 4날에서 6날의 형상으로 변화함으로써

씩, 한날당의 절삭부하를 감소시켜, 이송속도의 증대에 따른 생산성 향상을 얻고자 한다.

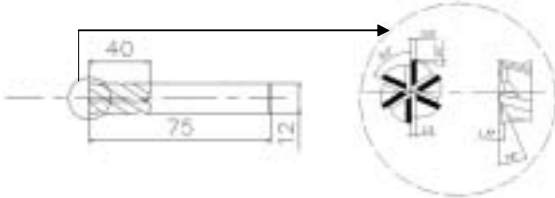


Fig. 2 Shape of cutting tool

3.

3.1

20,000rpm
(MAKINO, V55)

가

가
(invain)
가

Table 2 Experimental device

Instrument	Specification
Optical microscope	Olympus, Optical (x500)
CCD camera	PULNIX Lens (x200)
Image board	MV-1000 (8bit)
Surface tester	Stylus type-2D (Mitutoyo)
Compressed cold air	Max, low temperature -50℃
Oil mist	Spray max. 100cc/h

Fig. 3

가

CCD

가

가

(12Cr, H_RC 25)

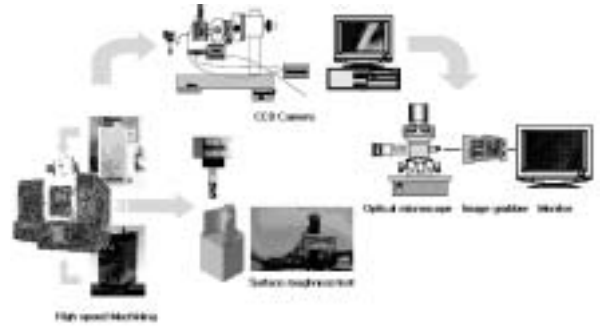


Fig. 3 Experimental set up for test

3.2

가

, Table 3

가

2,000rpm ~ 15,000rpm, 250mm/min
~ 2,400mm/min

가

- 가

Table 3 Cutting condition according to tool shape and material

Spindle speed(rpm)	2000 ~ 15000
Feed rate(mm/min)	250 ~ 2400
Pick Feed(mm)	0.1
Axial Depth(mm)	16.9
Temp. of compressed cold air(℃)	-30
Consumption of oil mist(cc/h)	12
Angle of nozzle(°)	45

Table 2

, ISO

0.3mm

0.1mm

가

50μm

0.1mm

4.

4.1

가

가 가
가 가

2,000rpm

250mm/min 가

100

Fig. 4

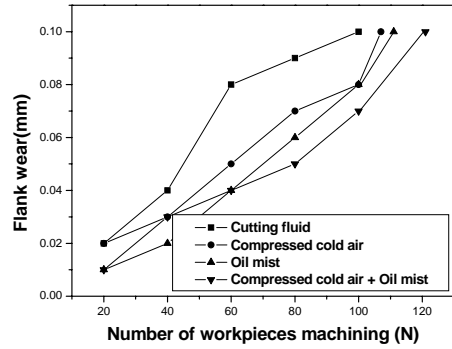


Fig. 5 Tool life with cutting environment

Fig. 5

가

가

가 가

가 가

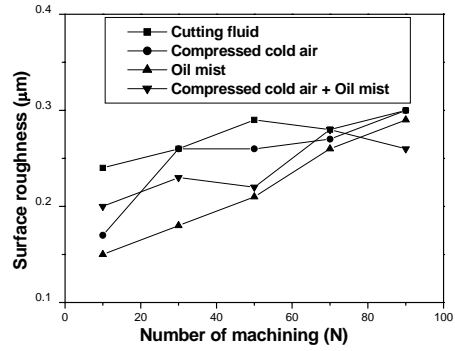


Fig. 6 Surface roughness with cutting environments



① Cutting fluid



② Oil mist



③ Compressed cold air



④ Compressed cold air + Oil mist

Fig. 4 Flank wear by cutting environments

4.2

가

4.1

가

가 92.4(HRA),

310(kg/

mm²) ,

6 ,

8° ,

3°

가

, 가

가

15,000rpm,

2,400 mm/min

Fig. 7

100 가

, Fig. 8

가

(invain)

Fig. 6

가

가

가

가

, 가

45 7

가

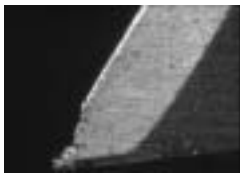
가

가

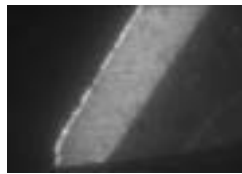
가

가

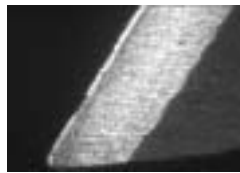
가 가



① Cutting fluid



② Oil mist



③ Compressed cold air



④ Compressed cold air + Oil mist

Fig. 7 Flank wear with developed cutting tool

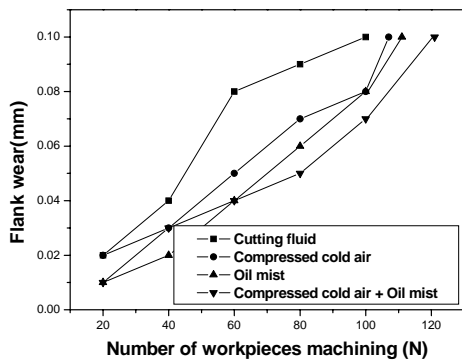


Fig. 8 Tool life with tool and cutting environments

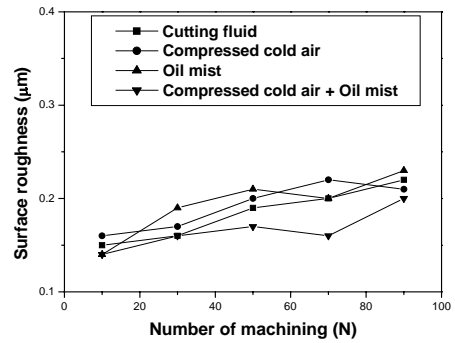


Fig. 9 Relationship between surface roughness and workpiece's machining number according to cutting environments

Fig. 9

가

, 4.1

가
가

가

, 가

가

4.3

가

가

가

가

가 92.8(HRA),

320(kg/mm²)

,

6 ,

10°,

1.5°

Fig. 10 4.2

, 가

15,000rpm,

2,400 mm/min

,

가

2

가

가

가

Fig. 11

가

가

가

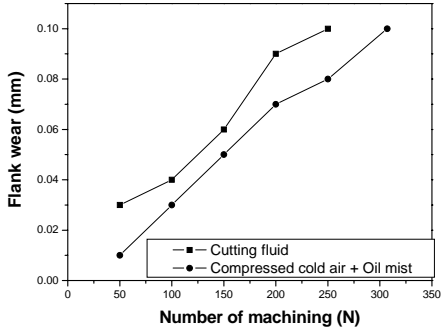


Fig. 10 Tool life with tool and cutting environments

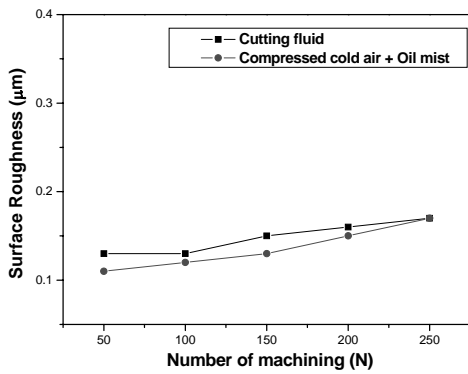


Fig. 11 surface roughness according to optimal machining environment considering tool and cutting condition

5.

가 (12Cr steel, H_RC 25) 가

가 ,

가

가 92.8(H_RA), 320(kg/mm²), 6 , 10°,

1.5° 가 가 가

가 가 ,
가
2001 가

- (1) 平中誠, 1999, "穴あけ加工の高効率と環境に優しいセミライ加工", *機械技術* 第47巻 第6号.
- (2) 上原 正也, 1999, " 가 ,", 14 , 12 , pp. 74-81.
- (3) Rahman, M, Senthil Kumar, A., 2001, "Experimental evaluation on the effect of minimal quantities of lubricant in milling", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 42, pp. 539-547.
- (4) Klocke, F., Eisenblatter, G., 1997, "Dry cutting," Keynotepaper, *Annals of CIRP*, Vol. 46, No. 2, pp. 519-526.
- (5) Mazurkiewicz, M., Kubala, Z. and Chow, J., 1989, "Metal machining with high-pressure water-jet cooling assistance a new possibility", *J. Eng. Ind.*, Vol. 111, pp. 7-12.