

# 쾌삭강의 절삭성 평가를 위한 실험계획법을 이용한 가공 조건 결정 Determination of cutting conditions for machinability by using Design of Experiment

\*김휘<sup>1</sup>, 임세환<sup>2</sup>, #김주현<sup>3</sup>

\*H. Kim<sup>1</sup>, S. H. Lim<sup>2</sup>, #J. H. Kim(kim@kookmin.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 국민대학교 대학원, <sup>2</sup> 한국기계연구원 지능형생산시스템본부, <sup>3</sup> 국민대학교 기계자동차공학부

Key words : Taguchi method, Tuning, Flank wear, Cutting speed

## 1. 서론

최근 세계적인 친환경 문제로 인하여 환경을 증시하는 사회의 요청에 부응하는 무연 쾌삭강(Pb free)이 쾌삭강의 발전 방향이라고 한다. 쾌삭강은 일반적으로 저탄소강에 비금속이나 금속을 합금시켜 거의 기계적 성질의 저하 없이 절삭성을 향상시킨 강이다. 비금속물 중 대표적인 것은 황화망간(MnS)이고 금속물은 강 중에 고용도가 거의 없는 납(Pb)과 같은 저용점 금속들이다. 쾌삭강은 절삭 시 공구의 마모율과 절삭력을 감소시키며 칩의 절단성 및 피삭재의 표면조도 향상이 이루어진다고 한다.

국내에서 쾌삭강 개발은 80년대 중반 창원 특수강, (주)포스코에서 S쾌삭강의 개발이 이루어졌으며, 국내 수요와 더불어 전량 수입에 의존하던 쾌삭강을 대체하기 위해 최근 포항산업과학연구원에서는 쾌삭강개발에 몰두하고 있다. 현재 쾌삭강으로는 Pb-S계가 널리 사용되고 있으나 최근 Pb의 유독성 등 환경 문제로 Pb를 첨가하지 않은 쾌삭강이 향후의 추세로 보인다.

쾌삭강의 생산량은 10년간 약 2배의 신장률을 보이고 있으며, 특수강 전체 신장률 1.3배에 비해서 상당히 크게 신장하고 있다. 이와 같이 쾌삭강의 신장이 늘어나는 것은 가공기술면에서 부품 가공 시에 비용절감 추구에 따라 기계 가공라인의 자동화, 무인화의 정착, 절삭가공 시간의 단축, 절삭공구 수명의 향상 등이 보다 진보되었고 재료의 품질 면에서는 복합정련 공정이 정착하여 쾌삭 원소를 엄밀히 제어하고 유해 첨가물의 양을 저감할 수 있게 되어 쾌삭강의 용도를 넓혔기 때문이다. 이와 같이 절삭성이 뛰어난 무연 쾌삭강이 개발되고 있다.

선삭가공은 절삭속도, 절삭깊이, 이송속도에 따라 플랭크 마모가 변화하기 때문에 공작물의 재료에 따른 절삭성을 평가하기 위한 기준이 필요하다. 절삭가공에서 공구가 점진적으로 마모되어 결국 공구의 수명이 다돼 쓰지 못하는 경우를 볼 수 있다. 따라서 공구마모에서 플랭크 마모 변화에 의하여 공구수명을 예측할 수 있으므로 공구수명에 큰 영향을 주고 있다.<sup>1</sup>

본 논문에서는 플랭크 마모<sup>2</sup>에 미치는 가공조건을 분석하여 공작물에 따른 절삭성 평가기준을 선정하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 방법

실험에 사용된 장비는 대우중공업의 PUMA-105G모델의 CNC선반이고 전자현미경은 Nikon 사의 ME600이다. 절삭공구는 일반적으로 많이 쓰이는 CNMG120408로 선택하였으며 피삭재는 SUM24L로 선택하였다.

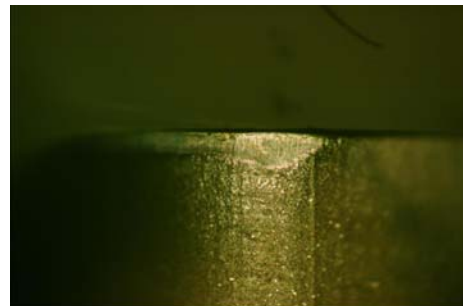
실험방법은 직경이 60mm인 시편의 외경을 반복해서 가공하는 것으로 시편의 길이가 너무 길거나 시편의 직경이 너무 작을 경우 chatter가 발생하게 되므로 정확한 측정이 이루어 질수 없다. 총 시편의 길이 140mm중 이송길이는 100mm로 하였고, 시편의 최소 직경은 30mm 이상이 되도록 하였으며, 총 절삭 길이는 10km로 동일하게 정하였다. Table 1 은 실험계획법<sup>3</sup>의 대상이 되는 가공 조건을 다구제 실험방법<sup>4</sup>에 의하여 3개의 인자에 대하여 각각 3수준이므로 표와 같이  $L_9(3^3)$ 의 직교배열 표를 사용하였다.

Table 1 Tables of orthogonal arrays

Experiment No.	Depth of cut (mm)	Cutting speed (m/min)	Feed rate (mm/rev)
1	1	160	0.1
2	1.5	160	0.15
3	2	160	0.2
4	1	220	0.15
5	1.5	220	0.2
6	2	220	0.1
7	1	280	0.2
8	1.5	280	0.1
9	2	280	0.15

## 3. 실험결과

절삭실험이 진행되는 동안 실험 조건에 따라 5~10차례 플랭크 마모를 측정하였다. Fig 1는 절삭속도가 160m/min일 때와 절삭속도가 280m/min일 때의 공구마모를 보여준다. 절삭 길이에 따른 플랭크 마모의 전체 측정값은 Fig 2과 같다. 대부분의 측정된 플랭크 마모는 절삭 길이가 증가함에 따라 선형적으로 증가하였다. 급격한 플랭크 마모의 증가가 없었으므로 절삭실험이 안정적으로 수행되었다고 판단하였으며, 최종 10km에서의 공구마모에 대한 SN비를 계산하여 그 값을 비교하였다.

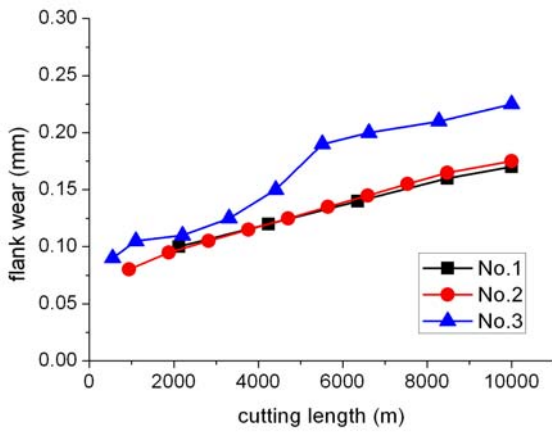


cutting speed 160m/min

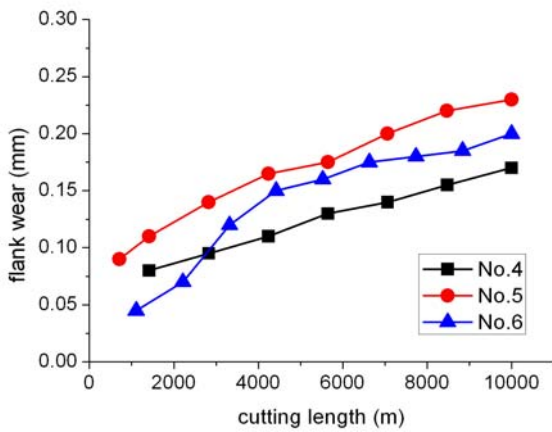


cutting speed 280m/min

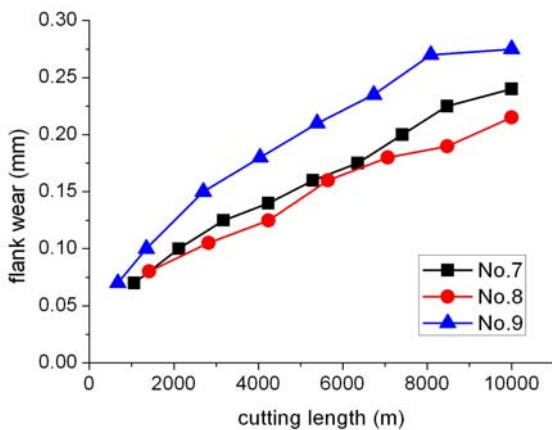
Fig. 1 Optical micrographs of tool flank wear with cutting speed



(a) cutting speed = 160m/min



(b) cutting speed = 220m/min



(c) cutting speed = 280m/min

Fig. 2 Comparison of tool flank wear

Fig 3과 같이 각각의 인자의 수준에 해당하는 SN비의 평균값을 통해 가공조건이 플랭크 마모에 미치는 영향을 분석하였다.

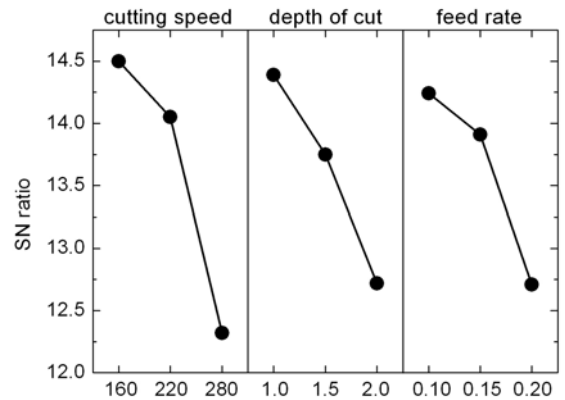


Fig. 3 Comparison of SN ratio

절삭조건에 따른 공구마모의 영향을 보았을 때 절삭속도에 의한 공구마모의 SN비는 12.32~14.5% 변화였고 이송속도에 따른 공구마모의 SN비는 12.72~14.39%이었으며 절삭깊이에 따른 공구마모의 SN비는 12.72~14.24%로 변하는 것을 볼수 있으므로 절삭속도가 공구마모에 제일 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

#### 4. 결론

다구찌 실험계획법을 통해 플랭크 마모에 영향을 미치는 선삭 가공조건을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

실험을 통해 공구수명에 가장 많은 영향을 미치는 것은 절삭속도이다.

절삭속도에 의한 공구마모의 SN비는 절삭속도가 280m/min 일 때 절삭속도가 160m/min 일 때보다 2.32% 감소하였다.

#### 참고문헌

1. 김일선 "고속도강 드릴 가공에서의 플랭크 마모가 공구수명에 미치는 영향에 관한 연구" 학술지논문, Vol.36 No.-, [1994]
2. 고성위, "기계공작법", 명진, 2009
3. 박성현, "현대실험계획법", 민영사, 2001
4. 이상복, "알기 쉬운 다구찌기법", 상조사, 2000.