

# 임펠러의 5축 가공에 있어서 엔드밀의 세장비 결정에 관한 연구 A study on the determination of slenderness ratio of end-mill in 5-axis machining of impeller

\*임은성<sup>1</sup>, 조영태<sup>2,\*</sup>, 정윤교<sup>3</sup>

\*E. S. Lim<sup>1</sup>, Y. T. Cho<sup>2,\*</sup>, Y. G. Jung(ygjung@changwon.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 대학원 기계공학과, <sup>2,3</sup>창원대학교 기계공학과

Key words : Cutting force, Surface roughness, Slenderness ratio, End-mill, Impeller

## 1. 서론

임펠러의 가공 시 형상에 따라 간섭 및 충돌을 피하기 위해 공구 길이를 길게 할 필요가 있다. 공구 길이를 일정 이상 길게 할 경우 공구의 떨림으로 인한 소음 및 공구 마모로 인하여 표면 거칠기에 문제가 발생한다.<sup>(1)</sup> 따라서 임펠러의 5축 가공 시 소비자가 요구하는 표면 거칠기를 완성하기 위한 이송, 절삭속도, 절입 깊이에 대한 엔드밀의 세장비 결정이 본 연구의 목적이다.

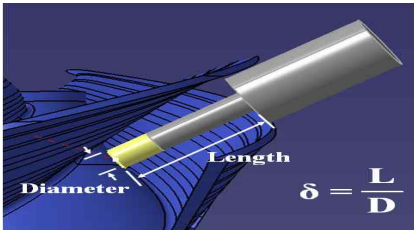


Fig. 1 Picture of impeller machining in CATIA CAM

## 2. 실험조건 및 방법

Table 1 Experiment conditions

ITEM	CONDITION
Cutting velocity, $V_c$ (rpm)	2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000
Feed rate, $V_f$ (mm/min)	1000, 3000, 5000, 7000, 9000
Depth of cut, $d$ (mm)	0.2, 0.4, 0.6
Workpiece	Aluminium
Cutting tool	Ø10 End-mill (4F)
Cutting fluid	Dry
Slenderness ratio, S.R	3, 4, 5, 6, 7

실험의 조건은 Table 1에 나타내었다.

Fig. 2는 본 연구의 전체적인 실험의 개략도이다.

실험에 사용된 공작기계는 화천 M2, 절삭력 측정은 Kistler 사의 공구 동력계 9257B를 사용하였다. 실험은 공구 동력계 위에 공작물을 고정시킨 후 엔드밀로 1회 Slot 가공한 뒤 절삭 3분력의 데이터를 그래프로 확인하고, 소재의 표면은 독일 Mahr 사의 휴대용 표면조도계로  $R_a$ 값을 측정하였다.

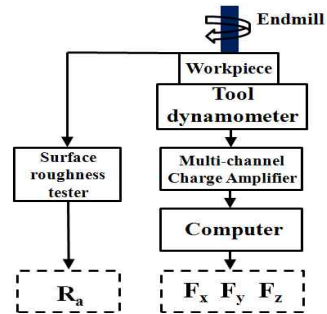


Fig. 2 Experiment outline

## 3. 절삭저항 변동폭의 측정

Fig. 3은 Table 1의 제시된 실험조건으로 절삭작업을 수행하였을 때 공구 동력계로부터 측정되어진 절삭저항 신호를 계산되어진 절삭 3분력의 값으로 도시한 그림이다. 이 때 주분력의 진폭을 안정되어진 가공범위의 시간에 대하여 표준편차를 구하였다.

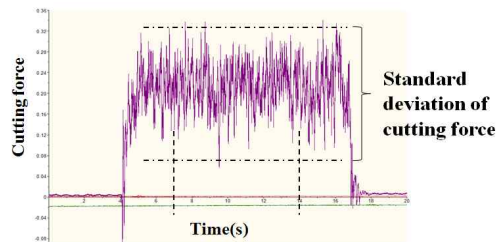


Fig.3 Measurement of standard deviation

#### 4. 실험결과 및 고찰

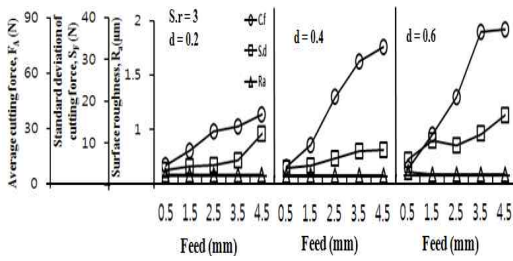


Fig.4 Behavior of increase in Feed about  $R_a$ ,  $F_A$  and  $S_F$

Fig. 4는 RPM 고정 후 Feed의 일정 비율 증가에 따른 절삭력, 표준편차, 표면 거칠기의 그래프로써 이송의 변화와 절입의 증가에 따라 절삭저항 및 표준편차는 증가하는 것을 알 수 있다. 이것은 이송과 절입이 가공 시 절삭저항에 영향을 주는 변수로 판단된다.

Fig. 5는 실제로 의미있는 물리량이라 할 수 있는 Chip의 단면적을 Feed와 RPM의 비율을 일정하게 하고 저속절삭에서부터 고속절삭의 범위로 선정 후 각 세장비에 따른 표준편차 값을 나타낸 그래프이다. 세장비가 커짐에 따라 표준편차의 폭도 커짐을 알 수 있다.

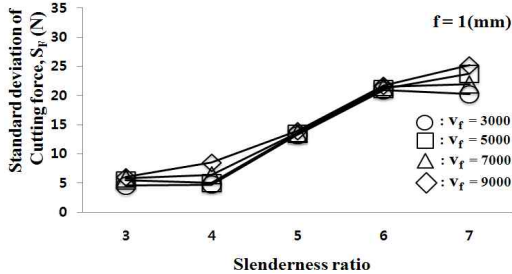


Fig.5 Relationship between slenderness ratio and standard deviation of cutting force

Fig 6은 세장비와 표면 거칠기의 관계를 나타내었다. 세장비 4와 5의 경우 다른 세장비에 비하여 양호하지 않은 표면 거칠기 값을 가지며, 3과 7은 가장 양호한 표면 거칠기 값을 얻을 수 있었다.

Fig. 7은 세장비 3, 5, 7의 가공조건에 따른 알루미늄의 표면 사진이다. 5의 경우 3과 7보다 가공 후 거친 표면을 나타내며 세장비 7의 경우 가공 시 심한 떨림으로 인한 채터현상의 발생으로 가공 표면의 산의 높이를 일정하게 해주어 비록 소음과 진동은 심하지만 양호한 표면 거칠기 값을 나타낸 것이라 사료된다.

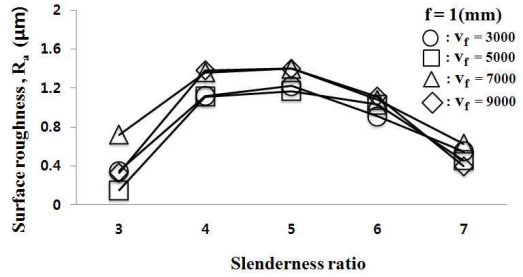


Fig.6 Relationship between slenderness ratio and surface roughness

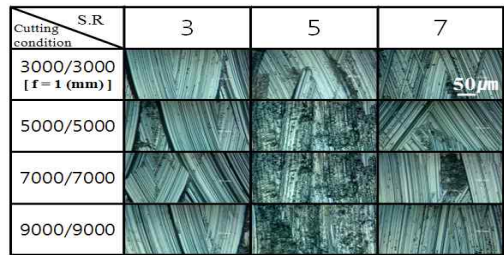


Fig.7 Micro photographs of machined surface by various slenderness ratio

#### 5. 결론 및 향후과제

양호한 표면 거칠기 값을 얻을 수 있는 세장비 7의 경우 극심한 진동과 소음으로 인해 공구의 교환 주기 및 기기의 부하를 증대시키는 단점이 있다. 이는 공구의 떨림으로 인한 채터현상과 설정한 절입의 양보다 적게 절입되는 부분이라 사료되어 이를 뒷받침할 실험의 증명이 필요하며, 선정된 세장비의 조건으로 절삭 가공 시 시간에 따른 공구의 마모율을 도식화함으로써 임펠러 가공에 있어 세장비에 따른 절삭 기준의 제시가 이루어져야 할 것이다.

#### 후기

이 논문은 지식경제부 지방혁신사업(RT104-01-03)으로 수행되었음.

#### 참고문헌

- Jian-wei Dang, Wei-Hong Zhang, Yun Yang, Min Wan "Cutting force modeling for flat end milling including bottom edge cutting effect" International journal of Machine tools & Manufacture 50 (2010) 986-997