

# 복합가공기용 ATC & MAGAZINE에 대한 구조해석 Multi-tasking machine tools for the structural analysis of ATC & MAGAZINE

\*나영민<sup>1</sup>, 조정현<sup>1</sup>, 이흥석<sup>1</sup>, 장흥석<sup>1</sup>, #박종규<sup>1</sup>, 정원지<sup>2</sup>, 전표석<sup>3</sup>

\*Y. M. Na<sup>1</sup>, J. H. Jo<sup>1</sup>, H. S. Lee<sup>1</sup>, H. S. Jang<sup>1</sup>, #J. K. Park(chong@changwon.ac.kr)<sup>1</sup>, W. G. Jeong<sup>2</sup>, P. S. Jeon<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>창원대학교 기계공학과 <sup>2</sup>창원대학교 기계설계공학과 <sup>3</sup>(주)서진테크

Key words : ATC, Magazine, Gripper, Tool Magazine,

## 1. 서론

최근 정밀 가공기에 들어가는 툴링은 일반적인 툴링이 아닌 정밀용 공구로 크기 또한 최대한 작은 공구를 사용한다. 따라서 이에 맞는 툴링 시스템에 적용 가능한 공구매거진과 ATC장치가 필요하다. 또한 복합가공터닝센터에 주로 사용하는 공구홀더의 생크는 머시닝센터에 사용하는 방식과 달라서 머시닝 센터용으로 개발된 공구매거진이나 ATC 장치를 그대로 사용할 수 없다. 따라서 새로운 정밀용 공구홀더를 적용하기 위해서는 공구 탈착, 공구 낙하를 방지할 수 있는 그리퍼 Finger부분의 형상 연구가 필요하다.

본 연구에서는 Finger부에 대한 두께를 달리 하여 각각의 구조해석을 비교해봄으로써 구조적 안전성을 확보하고 최적화된 시스템을 구축을 목표로 한다.

## 2. 해석 모델링 및 이론

반복적인 작업에서 생기는 피로부분과 응력 집중현상 부분을 최소화하고 공구매거진과 그리퍼의 변형을 고려하여 설계를 하였다. 모델링은 3D 모델링 프로그램인 Solid Works를 이용하여 설계하였다.

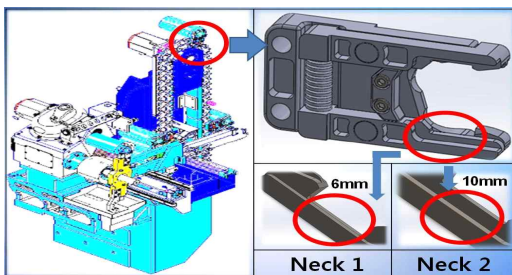


Fig. 1 Solid Works 3D modeling

그리퍼의 크기가 작고 특성상 곡면 형상이 많아 Mesh 형성에 있어서 일반 Mesh가 아닌 곡률 Mesh를 사용하였고, 최대요소 2mm, 최소요소 0.4mm로 작성하여 해석하였다. 총 절점 수는 208533, 총 요소 수는 135594로 나타났다.

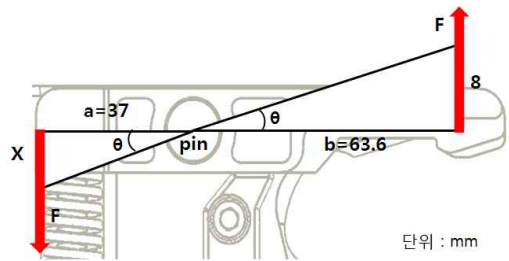


Fig. 2 Free body diagram of Gripper

그리퍼의 Base부분은 ATC 사양에 따라 변화시킬 수 없기 때문에 Finger Neck 부분의 두께를 달리 하여 해석하였다. Fig. 1에서 Neck1과 Neck2를 나타내었으며, Neck1은 두께를 6mm Neck2는 보강대를 사용한 두께 10mm로 하여 정적 구조해석을 진행 하였다. 해석에 필요한 경계조건을 구하기 위해서 그리퍼와 공구매거진이 결합 시 발생하는 변위 8mm를 이용하여 생크부의 하중을 산출하는 식은 다음과 같다.

$$\tan \theta = \frac{b}{a}, \quad x = a \times \tan \theta, \quad F = x \times g \times k$$

$$K = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{ave}}, \quad \sigma_{ave} = F/A \quad (1)$$

또한 이 하중으로 인해 Finger와 핀 사이에 응력집중현상이 발생하는데 이 부분은 수식 (1)로 증명되어진다. 위의 식에서, k는 스프링탄성계수 3.04kgf/mm, g는 중력가속도, A는 Finger부의 단면이다.

### 3. 그리퍼의 정적 구조해석

Fig. 3을 보면 최대 von-Mises 응력이 각각 82 MPa 와 122 MPa이 발생한다. 이는 힘을 받는 부재의 형상이 급격히 바뀌는 부분에서 응력 집중 현상이 발생하기 때문에 핀의 결합부에서 응력이 크게 나타났다. Neck1,2 모두 사용된 재질의 최대 항복응력 값보다 작은 값을 가진다. 사용된 재질의 물성치는 Table 1과 같다.

변위 해석에서는 시스템의 특성상 Finger와 공구매거진이 만나는 부분에서 변위가 가장 크게 발생하였다.

변형 해석에서는 Finger와 그리퍼를 연결하는 핀 부분에 분포되는 것을 볼 수 있으며, Neck1은 0.00114(0.114%), Neck2는 0.00147(0.147%)의 변형률이 발생함을 알 수 있다. Neck1,2 모두 변형률이 낮은 값을 나타내었고, 시스템의 전체에 있어서 크게 변형이 되지 않음을 알 수 있다.

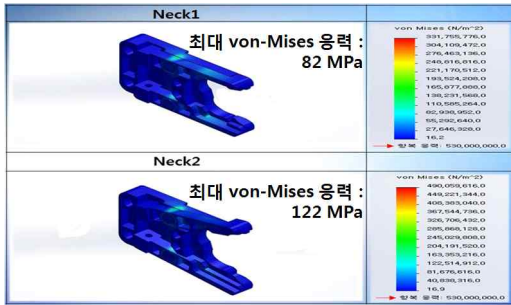


Fig. 3 Stress Analysis

Table 1 Material Property

Structure Steel		
Density	[kgm <sup>-3</sup> ]	7850
Young's Modulus	[GPa]	20.5
Poisson's Ratio		0.29
Tensile Yield Strenght	[MPa]	530
Tensile Ultimate Strenght	[MPa]	625

### 4. 고유진동수 해석

본 시스템에서 다양한 고유모드 분석을 위해 고유주파수 해석을 수행하였다. 경계조건은 그리퍼 밀판을 고정으로 하였으며, Fig. 4와 같이 총 4개의 모드를 분석하여 꺾임, 휘어짐 및 비틀림 형태의 변형을 확인하였다.

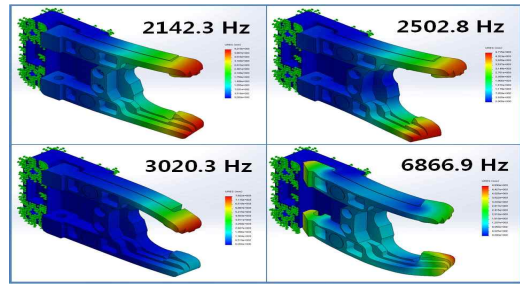


Fig. 4 Natural frequency Analysis

### 5. 결론

본 연구는 복합가공기용 ATC & MAGAZINE의 그리퍼에 대한 정적해석, 변위해석, 변형해석을 통해 전체적인 구조적 안정성을 평가하였다.

정적해석의 결과 사용된 Steel의 항복응력은 최대 항복 응력 보다 작은 값을 알 수 있으며, Neck2의 최대 von-Mises 응력이 Neck1보다 작은 값을 가지므로 Neck1에서 발생한 응력집중현상이 Neck2로 개선된 것을 알 수 있다. 변위 해석에서는 최대 4.5363mm의 변위가 발생함을 알 수 있는데 이러한 변위는 시스템의 크기에 비하면 매우 미소한 변위이다. 변형률 또한 매우 미소한 값이므로 이는 시스템 전체가 매우 안정적으로 설계되었다고 판단하였다.

고유진동수 해석에서는 Fig. 4에서 나타난 바와 같이 최소 2142Hz와 최대 6866Hz의 고주파수 영역이므로, 안정성 평가 시 본 시스템의 고유진동수영역인 1Hz~6Hz보다 높게 설계되어 안전성을 확보하였다.

전체적인 구조안전성을 평가한 결과 Neck1,2 모두 구조적 안정성을 확보 하였으나, 공구 매거진의 지속적인 선형운동을 감안하면 Neck1 보다 Neck2가 더 효율이 높다고 판단된다.

### 후기

이 논문은 2011년도 생산기술사업화 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

### 참고문헌

1. 이동훈 외, solidworks 2010 완전정복, 북미디어
2. SolidWorks Corporation, SolidWorks 2010 Training manual, SolidWorks
3. Jammes M. GERE 외, MECHANICS OF MATERIALS, CENGAGE Learning