

# 공작기계 틸팅 인덱스 테이블의 동특성 해석에 관한 연구 A Study on Dynamic Analysis of Tilting Index Table for Machine Tools

\*최치혁<sup>1</sup>, #이춘만<sup>2</sup>

\*C. H. Choi<sup>1</sup>, #C. M. Lee(cmlee@changwon.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 클러스터사업단, <sup>2</sup>창원대학교 기계설계공학과

Key words : Tilting Index Table, Structural Analysis, Modal Analysis, Dynamic Analysis

## 1. 서론

최근 공작기계에서 5축 공작기계의 가공능력 기술향상을 위해 필수적인 틸팅 인덱스 테이블의 기술 향상에 깊은 관심을 보이고 있다. 지금까지 가공시 공작물을 탑재하여 이동 및 지지의 역할만을 수행하였지만 틸팅(A)축의 역할이 검증되면서 보다 나은 가공정도와 가공 성능향상을 위하여 연구의 필요성이 대두되고 있다. 이를 통한 고정도-경량화 구조의 틸팅테이블 설계 기술을 개발하고자 한다.

본 연구에서는 현재 업체에서 개발 설계된 틸팅 인덱스 테이블의 구조해석을 실시하여 구조물의 변위량과 응력 분포를 확인하고, 공작기계 운용에 큰 영향을 미치는 진동에 대한 응답성을 확인하기 위해 진동해석을 실시하였다. 또한 구조물 회전시 받는 강성을 확인하기 위한 동적해석을 실시하여 구조물의 설계 타당성을 검토하고자 한다.

## 2. 구조해석

구조해석을 위해서 Fig. 1은 2-D 설계된 틸팅 인덱스 테이블의 3-D 모델링을 보여주고 있다.

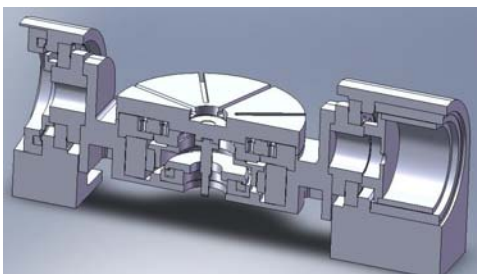


Fig. 1 3-D modeling of the tilting index table

유한요소해석을 위한 구조물의 구성 재료별 물성치는 Table 1과 같다.

Table 1 Material properties of the tilting index table

Material	Young's modulus [GPa]	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Poisson's ratio
GC300	90	7,300	0.25
SM45C	209	7,817	0.28
SS400	200	7,850	0.26
SCM415	205	7,850	0.29

개발 스펙인 최대 적재능력 250kgf를 적용할 때 틸팅축 최대 회전각인 CW45°, CCW110°에서 구조해석을 실시하였다. Fig. 2와 Fig. 3은 변형량과 응력 해석의 결과를 보여주고 있다.

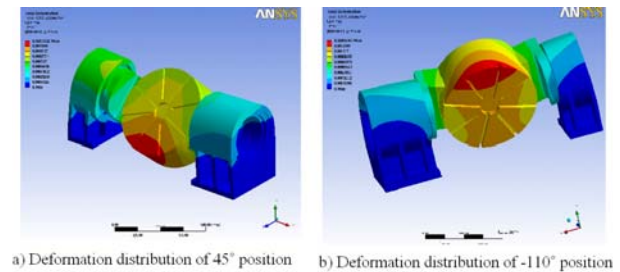


Fig. 2 Deformation distribution of tilting position

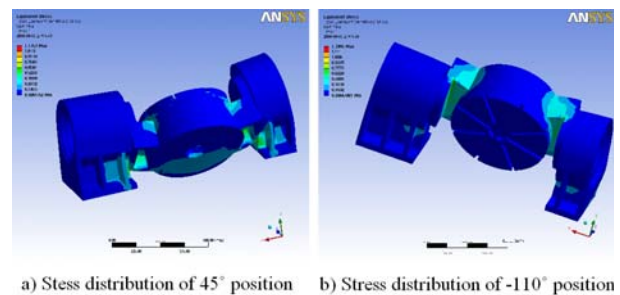


Fig. 3 Stress distribution of tilting position

각 최대 틸팅각에서 구조해석 결과 최대 변형량과 최대 응력값은 유사하게 나타났다. 최대 변형량은  $1.4\mu\text{m}\pm 0.07$ , 최대응력은  $1.3\text{MPa}\pm 0.1$  정도로 정적

해석 결과 구조체에 큰 영향을 미치지 않는 범위로 나타났다. 개선 설계를 원한다며 변형과 응력 분포 결과 테이블의 정면 부위와 테이블 바디의 틸팅축 연결부의 강성설계를 고려할 필요성이 있다.

### 3. 진동해석

고속고정도 공작기계 필드테스트에서 가장 문제시되는 조건으로 진동 문제가 있다. 이에 자중이 가해진 상태에서 틸팅 인덱스 테이블의 고유진동수에 대한 해석을 전체 6차 모드까지 실시하였다. Table 2는 그 결과를 보여주고 있다.

Table 2 The result of frequency analysis

Mod number	Frequency[Hz]	Mod number	Frequency[Hz]
1	348.59	4	482.27
2	425.91	5	526.47
3	470.03	6	739.17

Fig. 4와 Fig. 5는 1차 모드와 2차 모드의 진동해석 결과를 보여주고 있다.

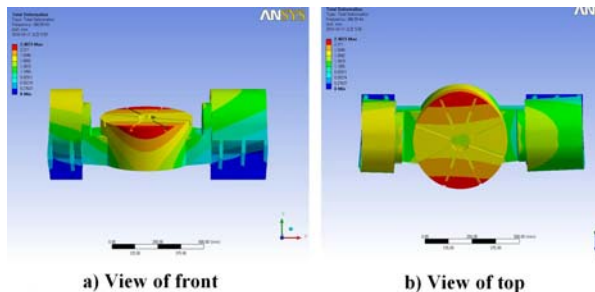


Fig. 4 The result of mode shape - first mode

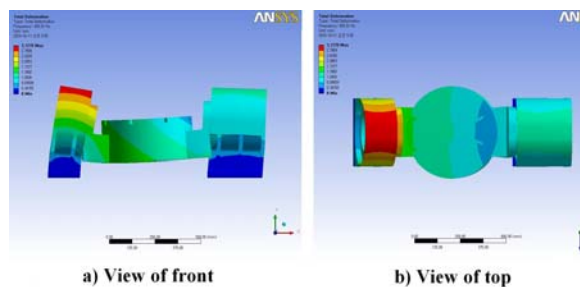


Fig. 5 The result of mode shape - second mode

진동해석 결과 1차 모드에서는 A축 기준 회전(뒤틀림)운동 모드가 발생하였으며, 2차 모드에서는 베이스를 기준으로 좌우로 병진 운동을 하는 모드가 발생하였음을 확인하였다.

### 4. 기구동역학해석

틸팅 인덱스 테이블에서 설계 후 검토되어야 하는 중요한 조건중에 하나가 테이블 회전 및 틸팅 구동시 테이블에 작용하는 하중이 구조물의 체결부에 미치는 영향을 확인하여야 한다. 이에 기구동역학해석을 통하여 하중을 고려한 구동시 접촉압력으로 발생된 힘이 구조물의 파손이 가능한지 여부를 확인하였다. Fig. 6은 동해석 프로그램을 통한 테이블 회전(C축)의 해석 조건을 보여주고

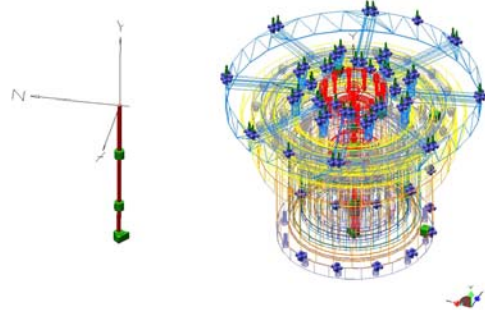


Fig. 6 The condition of dynamic analysis 있다.

### 5. 결론

본 연구에서는 틸팅 인덱스 테이블의 구조해석, 진동해석, 기구동역학해석을 통하여 개발 설계된 구조물의 안정성을 확인하고, 나아가 원가절감을 위한 개선설계 가능한 자료를 제시하였다. 향후 보다 다양한 조건의 해석을 실시하고 필드테스트를 통한 데이터 측정 및 확보를 토대로 이상적인

### 후기

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업 [RTI04-01-03] 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. 최치혁, 이춘만, "2축 동시제어 틸팅 인덱스 테이블 구조해석에 관한 연구," 한국 공작기계학회 학술대회, 52, 2010.
2. Lee, M. J., Lee, C. M., "A Study on Structural Analysis and Optimum Shape Design of Tilting Index Table," Journal of the Korean Society for Precision Engineering. Vol.27, No.2, 86-93, 2010.
3. Kim, J. W., Lee, G. W., Han, J. H., "Development of CNC Rotary Index Table," Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers. Vol.31, No.1, 10-25, 1991.