

## 파워바이스 증력장치 최적설계에 관한 연구

이경일\*, 정윤수\*, 김재열\*\*.#

\*조선대학교 기계시스템공학과, \*\*조선대학교 기계시스템·미래자동차공학부

### A Study on the Optimum Design of Power Vice-Strengthening Device

Gyung-II Lee\*, Yoon-soo Jung\*, Jae-Yeol Kim\*\*.#

\*Department of Mechanical System Engineering, Chosun University, 375 Seoseok-dong, Dong, Gwang-Ju South Korea, 501-759.

\*\*Department of Mechanical System & Automotive Engineering, Chosun University, 375 Seoseok-dong, Dong, Gwang-Ju South Korea, 501-759.

(Received 12 November 2017; received in revised form 24 November 2017; accepted 5 December 2017)

#### ABSTRACT

In the current machining industry, machining precision is necessary and machining is being carried out. In this ultra-precision machining industry, the fixation of the workpiece is very important and the degree of machining depends on the degree of fixation of the workpiece. In ultra-precision machining, various methods, such as using a vise chuck or the like and using bolt nut coupling, are used for fixing a workpiece to an existing machine tool. In particular, when the precision gripping force of the jig is insufficient during machining of the ultra-precision mold parts, the machining material shakes due to the vibration or friction, and the machining precision is lowered. In the ultra-precision machining of power transmission parts, such as gears, the accuracy of the product is then determined. In addition, the amount of heat generated during machining has a significant effect on the machining accuracy. This is because the vibration value changes according to the grasp force of the jig that fixes the workpiece, and the change in the calorific value due to the change in the main shaft rotation speed of the ultra-precision machining. The increase in the spindle rotation speed during machining decreased the heat generation during machining, and the machining accuracy was also good, and it was confirmed that the machining heat changed according to the fixed state of the workpiece and the machining accuracy also changed. In this study, we try to optimize the driving part of the power vise by using structural analysis, rather than the power vise, using the basic mechanical-type power unit.

**Key Words** : Power Vise(파워바이스), FEM Analysis(유한요소해석), Strengthening Device(증력장치)

#### 1. 서 론

# Corresponding Author : jykim@chosun.ac.kr  
Tel: +82-62-230-7745, Fax: +82-62-230-7035

현 기계가공 산업은 가공정밀도가  $\mu m$ 를 넘어 nm가공이 이루어지고 있다. 이러한 초정밀 가공산업에서 공작물의 고정은 아주 중요하며 공작물의

고정 정도에 따라 가공정도가 달라지기도 한다.<sup>[1-5]</sup> 초정밀가공에서 공작물의 고정은 기존 공작기계에 바이스 척 등을 이용하는 방법과 볼트 너트 체결을 이용하는 방법등 여러 가지가 사용되고 있다.<sup>[6-14]</sup>

특히 초정밀 금형 부품의 가공 시 지그의 파악력이 부족할 시 진동 또는 마찰에 의하여 가공소재가 떨리며 가공정밀도가 하락하게 되며, 기어와 같은 동력전달 부품의 초정밀 가공 시 지그의 파악력에 따른 가공정도의 차이가 가공 후 제품의 정밀도를 결정하기도 한다.

또한 가공 시 발생하는 발열량이 가공정도에 큰 영향을 미치며 이는 가공소재를 고정하는 지그의 파악력에 따라 진동값이 달라지며 그에 따른 발열량의 변화를 초정밀가공의 주축회전속도 변경에 따른 발열과 가공정밀도 실험을 통하여 확인하였다. 가공시 주축회전속도가 증가하면 가공시 발열이 감소하며 가공정밀도 또한 좋게 나왔으며, 공작물 고정상태에 따라 가공발열이 변화하며 가공정밀도 또한 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구에서는 기본 기구식 증력장치를 사용하는 파워바이스가 아닌 유압식 증력장치를 같은 파워바이스의 증력장치에 구동부를 구조해석을 통하여 최적 설계 하고자 한다.<sup>[1-14]</sup>

## 2. 파워바이스 증력장치 최적설계

### 2.1 파워바이스 증력장치 3D Modeling

파워바이스 증력장치는 유압장치에서의 힘을 고려하고 구동축이 구동부 외부로 밀어 이완시켜 가해진 압을 유지할수 있도록 설계하였으며 중심축에 가해지는 압을 5t의 힘을 고려하여 설계하였다.

Fig. 1은 파워바이스 증력장치 구동부의 3D Modeling 이며, Table 1은 파워바이스 증력장치 구동부의 소재인 SNCM439 기계구조용 저합금강 합금물성을 나타내었다.

파워바이스 증력장치 구동부는 안전성과 증력에 기준을 잡아 기존 인장부가 2개에서 3개로 변경하여 3t의 증력장치를 5t까지 가할 수 있도록 설계하였다.

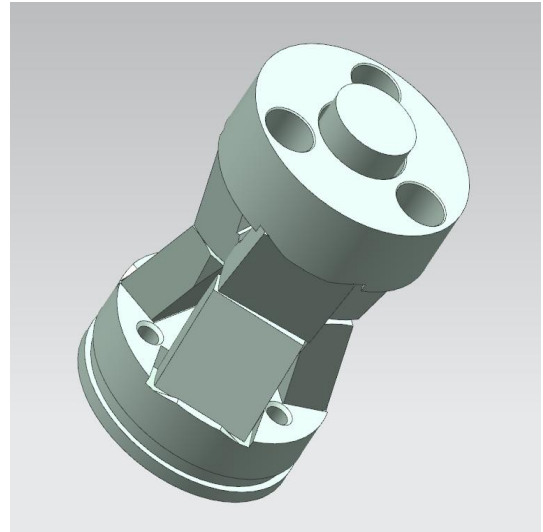


Fig. 1 3D modeling of power vise strengthening device

Table 1 Chemical composition of SNCM439 steel

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SNC M439	0.36 ~0.4 3	0.15 ~0.3 5	0.60 ~0.9 0	0.03 less	0.03 0 less	1.60 ~2.0	0.60 ~1.0	0.15 ~0.3

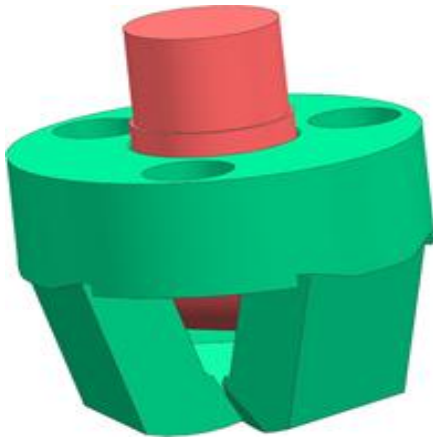
### 2.1 파워바이스 증력장치 구조해석

파워바이스 증력장치 구동부의 구조해석은 파손 외력을 구하기 위하여 직접적인 외력이 가해지는 상측부만 유압장치에서 가해지는 힘을 고려하며 구조해석을 진행하였다.

해석은 유한요소해석의 상용화 툴인 ANSYS를 이용하였으며 HyperMesh를 이용하여 Node : 196,908 Elements : 134,128개로 Mesh를 구성하였다. Table 2는 파워바이스 증력장치 구동부 물성치 이며, Fig. 2의 (a)는 해석을 위하여 상측부만 분리하여 간소화 하였으며, (b)는 Mesh를 구성한 모습이다.

**Table 2 Experimental conditions in AIP processing**

material	SNCM439
- ρ (tonne/mm <sup>3</sup> )	7.83e-9
E (MPa)	2.09e5
σ <sub>s</sub> (MPa)	835
σ <sub>b</sub> (MPa)	980
elongation at break	12%

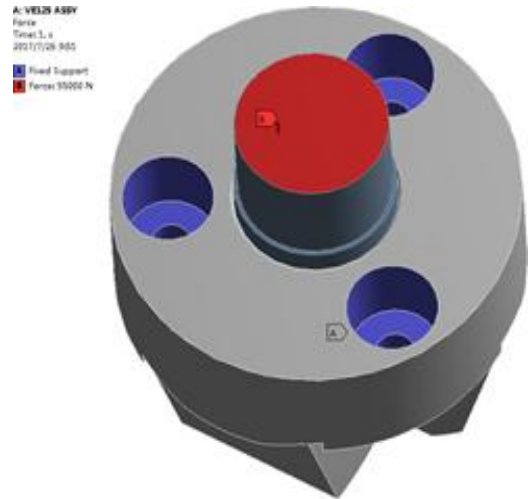


(a) Simplification modeling of power vise strengthening device

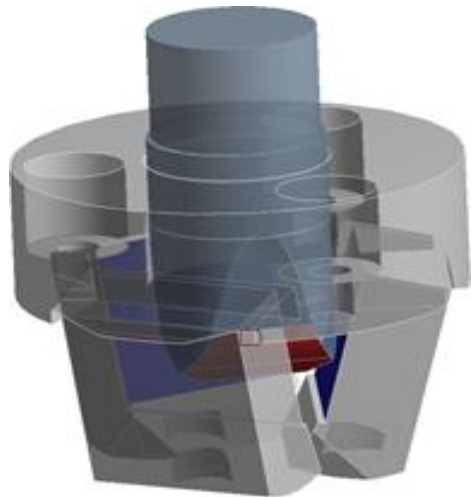


(b) Mesh modeling

**Fig. 2 Mesh modeling of power vise strengthening device**



**Fig. 3 Boundary conditions of power vise strengthening device**

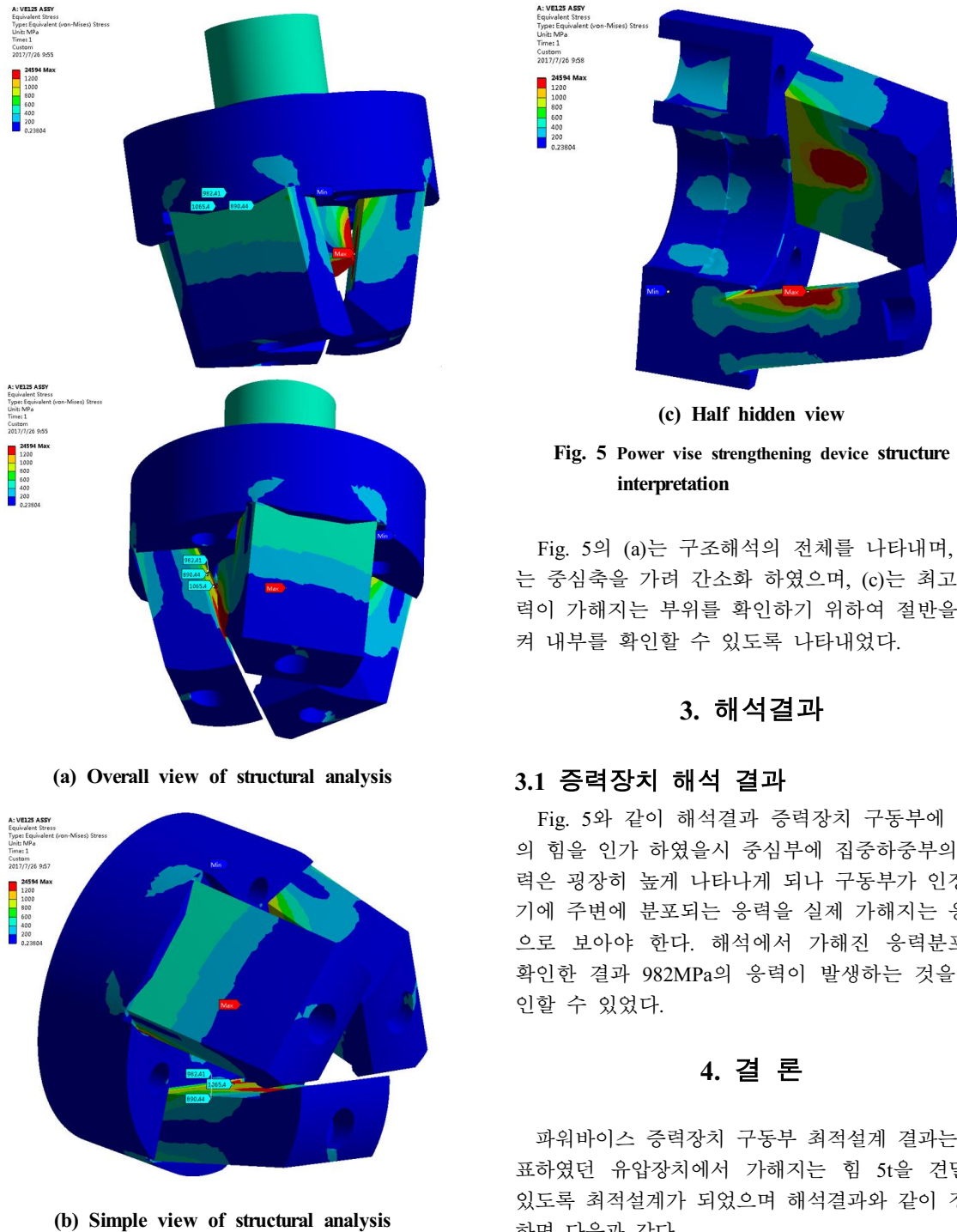


**Fig. 4 Contact surface of power vise strengthening device**

구조해석을 위하여 Fig. 3과 같이 파랑색부분을 고정하고 중심축에 압력을 가하여 증력장치가 인장할 시 가해지는 외력을 확인하였다.

Fig. 4에는 중심축과 접촉하는 면을 나타내고 있으며 접촉면의 마찰계수는 0.15이다.

파워바이스 증력장치 구동부의 해석은 Fig. 5와 같이 결과가 나왔다.



### 3. 해석결과

#### 3.1 증력장치 해석 결과

Fig. 5와 같이 해석결과 증력장치 구동부에 5.5t의 힘을 인가 하였을시 중심부에 집중하중부의 응력은 굉장히 높게 나타나게 되나 구동부가 인장되기에 주변에 분포되는 응력을 실제 가해지는 응력으로 보아야 한다. 해석에서 가해진 응력분포를 확인한 결과 982MPa의 응력이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

### 4. 결론

파워바이스 증력장치 구동부 최적설계 결과는 목표하였던 유압장치에서 가해지는 힘 5t을 견딜수 있도록 최적설계가 되었으며 해석결과와 같이 정리하면 다음과 같다.

1. 인가되는 힘을 증가시키며 해석한 결과 5t의 힘이 인가될 때 증력장치 구동부와 중심축에 파손은 없었으며 응력 또한 문제가 되지 않았다.
2. 최적설계된 파워바이스 증력장치 구동부의 구조 해석결과 5.5t의 힘을 인가하였을때 재질인 SNCM 439의 인장강도인 980MPa보다 높은 982MPa가 나왔으므로 파손가능성이 높다. 따라서 인가가능한 최대 힘은 5.2t 이하로 사용하는 것이 안전하다.

## 후 기

[본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 조선대학교 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업의 UIC고도화 연구실의 연구결과입니다.]

“NRF-2016R1D1A1B01014576”

## REFERENCES

1. Kim, J. Y., Park, D. K., Lee, G. I., Gao, J. C., "Research on the Design of the Ultra-high-precision Positioning Control Error Compensation," *IJPEM* pp. 1351 ~ 1358, 2016.
2. Kim, J. Y., Lee, H. N., Kwac, L. K., Han, J. H., Cho Y. T., Jun C. G., "Control Performance Evaluation of Ultra Precision Positioning Apparatus," *Proc. ISIM 2000* , pp. 252-255., 2000.
3. Lee, G. L., and Kim, J. Y., Yoon, S. U., Jung, Y. S., "Assessment of soundness by applying of Optimal design hybrid CURVIC gear and IRT technique," *Journal of Advanced Engineering and Technology*, Vol. 9, No. 4, pp. 309-314, 2016.
4. Kim, J. Y., and Roh. C. S., Lee. G. I., Jung. Y. S., "Integrity Evaluation By IRT Technique And FEM Analysis Of Spur Gear," *Journal of The Korean Society of Tribologists & Lubrication Engineering*, Vol. 32, No. 4, pp. 113-118, 2016.
5. Geyl, R., "Design and Farication of Three Mirror Flat Field Anastigmat for High Resolution Earth Observation," *SPIE*, Vol.2210, pp.739-745., 1994.
6. Choo, S. W., and Jeong, S. H., "Structural and Dynamic Characteristic Analysis of a Feeder for an Automatic Assembly System of an LED Convergent Lighting Module," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 12, No. 1, pp.124-133. 2017.
7. Kim, T. H., and Jeong, J. H., Lee, D. G., Lyu, S. K., "Study on Optimal Design and Analysis of Worm Gear Reducer for High Place Operation Car," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 14, No. 6, pp.98-103. 2015.
8. Kim, K. M., and Park, J. C., "Optimal Design of Injection Molding Process using the Mahalanobis Taguchi System," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 16, No. 1, pp.1-8. 2017.
9. Yoo, D. S., "Structural and Dynamic Characteristic Analysis of a Feeder for an Automatic Assembly System of an LED Convergent Lighting Module," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 14, No. 6, pp.122-128. 2015.
10. Jeong, J. U., Kwon, S. J., Chu, B. S., Park, J. Y., "Unified-type Design and Structural Analysis for Mecanum Wheel Performance Improvement," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 13, No. 2, pp. 117-123, 2014.
11. Cho, J. H., Moon, D. J., Lee, J. C., "A Study om the CAE Analysis of Bed of Multi-Tasking Machine for Automotive Power Train Shafts," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 14, No.1, pp. 9-14, 2015.
12. Choi, Y. S., Lee, W. S., Hwang, I. H., Park, H. K., Jo, H. T., Lee, Y. S., Kim, K. J., Song, S. T., Lee, J. C., "A Study on the Structural Analysis of Automotive Crankshaft Multi Grinding Machine," *Journal of the Korean*

Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 1, pp. 20~25, 2012.

13. Han, M. S., Jo, J. U., "A Study on Durability of Under Bar at car through Structural and Fatigue Analysis," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 14, No. 2, pp. 44-50, 2015.
14. Jeong, S. H., Cha, K. R., Kim, H. U., Na, Y. C., "Development of Virtual Prototype for Labeling Unit on the Automatic Battery Manufacturing Line," KSMTE Conference, 2002. 4., pp. 357-362, 2002.