

# 서보모터 구동형 기계식 및 유압식 프레스의 구조 변형 해석 Structural Deformation Analysis of Mechanical and Hydraulic Press using Servo Motor

\*박한식<sup>1</sup>, #김석일<sup>2</sup>, 황인범<sup>1</sup>

\*H. S. Park<sup>1</sup>, #S. I. Kim(sikim@kau.ac.kr)<sup>2</sup>, I. B. Hwang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부 대학원, <sup>2</sup>한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

Key words : Structural Characteristic Analysis, Mechanical Press, Hydraulic Press

## 1. 서론

기존 범용모터를 사용한 프레스에 비해 서보모터 구동형 프레스는 에너지 절감, 유지비, 운용비 측면에서 우수한 특성을 지니며 난성형체에 대한 저소음, 에너지 절감형의 고정도 디지털 제어가 가능하여 전세계적으로 개발에 박차를 가하고 있으며 일부는 개발하여 양산하고 있는 실정이다. 서보 모터를 적용한 프레스는 재질의 특성에 따른 하사점에서의 위치, 속도 제어가 가능하고 하사점 위치에 따른 압력의 변화가 일어나며, 이에 따라 프레스에 부가되는 하중이 변화하는 특징이 있다. 본 논문에서는 기계식 및 유압식 프레스의 구조 해석을 수행하고, 프레스의 금형을 가공하는 테이블 및 슬라이드의 구조 특성을 해석하고자 하였다.

## 2. 서보모터 구동형 기계식 및 유압식 프레스의 구조

본 논문의 대상인 서보모터 구동형 기계식 및 유압식 프레스의 구조는 Fig. 1 및 Fig. 2에서 보여 주고 있다. 기계식 프레스는 대형 구조물인 프레임

에 두 개의 서보모터를 대칭형으로 장착하고, 이를 이용하여 크랭크 샤프트를 회전시켜 슬라이드를 상하 운동으로 전환하여 제어해주는 회전축과 회전운동을 상하 왕복 운동으로 전환하여 금형을 성형하는 직선축으로 구성되어 있다. 한편 유압식 프레스는 대형 구조물인 프레임에 장착되어 있는 서보모터를 이용하여 유압유를 실린더에 가압하는 방식으로 실린더의 피스톤에 연결된 슬라이드에 힘을 전달하여 수직으로 압축력을 발생시켜 금형을 성형하는 직선축으로 구성되어 있다.

## 3. 서보모터 구동형 기계식 및 유압식 프레스의 구조 변형 해석 모델 및 해석 조건

서보모터 구동형 기계식 및 유압식 프레스의 구조 해석 모델은 Fig. 3 및 Fig. 4에서 보여 주고 있다. 구축된 구조 해석 모델은 각각 217,474 / 76,457개의 절점과 1,028,739 / 257,612개의 요소로 구성되어 있다. 이 중 솔리드 요소(Solid 45)는 1,027,983 / 255,993개 이며, Matrix 요소(Matrix 27)는 154 / 64개 이며, Contact 요소(Conta 174, Target 170)는 602 / 1,964개로 이루어져 있다.

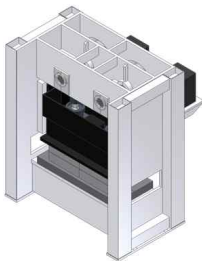


Fig. 1 3D Model of Mechanical Press

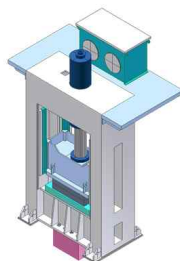


Fig. 2 3D Model of Hydraulic Press

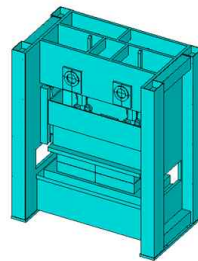


Fig. 3 Structural Analysis Model of Mechanical Press

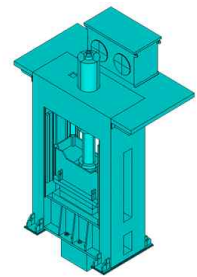


Fig. 4 Structural Analysis Model of Hydraulic Press

#### 4. 서보모터 구동형 기계식 및 유압식 프레스의 구조 변형

Fig. 5는 기계식 프레스의 구조 변형 결과를 보여 주고 있다. 총 변위는 약 427.12  $\mu\text{m}$ 로 드라이브 샤프트 부위, 좌우 방향 변위는 112.05  $\mu\text{m}$ 로 메인 기어 상단, 상하 방향 변위는 376.51  $\mu\text{m}$ 로 드라이브 샤프트, 전후 방향 변위는 -215.53  $\mu\text{m}$ 로 드라이브 샤프트에서 나타났다. Fig. 6는 유압식 프레스의 구조 변형 결과를 보여 주고 있다. 총 변위는 약 374.51  $\mu\text{m}$ 로 메인 피스톤 상단, 좌우 방향 변위는 47.17  $\mu\text{m}$ 로 리어 킬럼 상단, 상하 방향 변위는 -371.14  $\mu\text{m}$ 로 메인 실린더 상단, 전후 방향 변위는 -96.71  $\mu\text{m}$ 로 리어 킬럼 상단에서 나타났다.

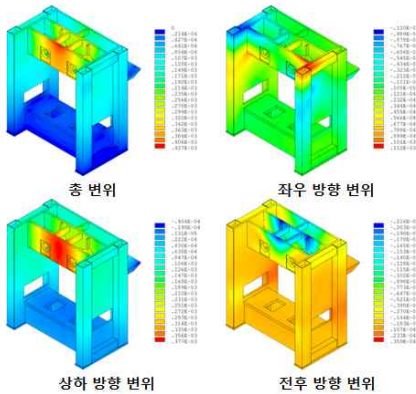


Fig. 5 Structural Deformation of Mechanical Press

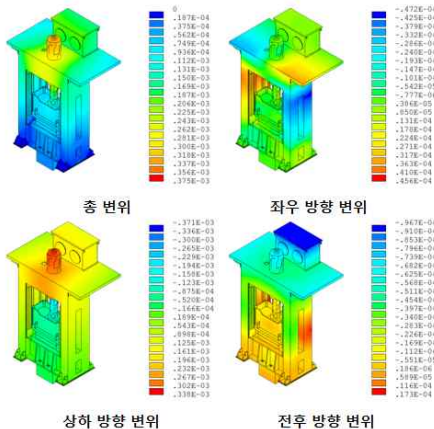


Fig. 6 Structural Deformation of Hydraulic Press

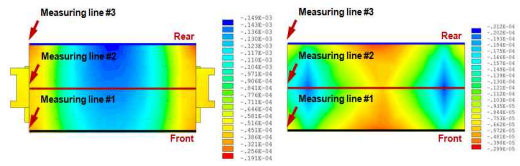


Fig. 7 Mechanical Press Slide and Table of Structural Deformation

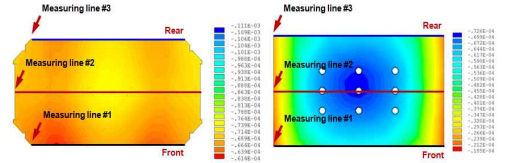


Fig. 8 Hydraulic Press Slide and Table of Structural Deformation

Fig 7 및 Fig 8은 기계식 및 유압식 프레스의 슬라이드 및 테이블의 구조 변형 결과를 보여 주고 있다. 슬라이드의 편평도는 각각 약 129.86 / 11.14  $\mu\text{m}$ , 상하 방향 변위 편차는 1번 측정선에서 96.68 / 5.24  $\mu\text{m}$ , 2번 측정선에서 98.16 / 6.78  $\mu\text{m}$ , 3번 측정선에서 129.46 / 5.24  $\mu\text{m}$ 로 나타났으며, 테이블의 편평도는 각각 약 24.74 / 54.28  $\mu\text{m}$ , 상하 방향 변위 편차는 1번 측정선에서 8.21 / 43.02  $\mu\text{m}$ , 2번 측정선에서 15.00 / 49.38  $\mu\text{m}$ , 3번 측정선에서 7.93 / 41.85  $\mu\text{m}$ 로 나타났다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 구조 변형 해석을 통하여 기계식 및 유압식 프레스의 금형을 가공하는 테이블 및 슬라이드의 편평도를 예측하여 설계의 타당성을 검증하고자 하였다.

#### 후기

본 연구는 “지식기반자율제어형 디지털 서보프레스 시스템” 과제의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 강재훈, 최종호, 김동현, “듀얼 서보모터를 적용한 고성능 기계식 프레스의 기구 모델링,” 한국정밀공학회 2011년도 춘계학술대회 논문집