

# 자동차조향장치 장축 샤프트의 Deform-3D 성형해석 Forging Analysis of Long Shaft for Automobiles Steering System Using DEFORM-3D

\*이현주<sup>1</sup>, 신경식<sup>2</sup>, #박용복<sup>3</sup>

\*H. J. Lee<sup>1</sup>, K. S. Shin<sup>2</sup>, #Y. B. Park(ybpark@kongju.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 일반대학원 기계공학과, <sup>2</sup>세림 T&D, <sup>3</sup>공주대학교 기계자동차공학부

Key words : Finite element analysis, Shaft, precision cold forging, steering system, Optimal process

## 1. 서론

조향장치는 자동차의 진행방향을 운전자의 의도에 따라 임의의 방향으로 바꾸기 위한 장치를 말하며 운전자와 바퀴까지는 조향조작기구, 조향기어기구, 조향링크기구로 구성되어 있으며 조향조작기구에 조립되는 샤프트는 핸들에서 기어장치로 바뀌어 동력전달 역할을 하는 중요한 부품이다. 현재 조향장치 장축샤프트는 일본에서 인발제품을 전량 수입해서 사용하고 있기 때문에, 장축샤프트를 단조 공법으로 국산화하여 원가절감과 국내시장의 활성화를 목표로 한다. 장축샤프트의 단조공법은 정밀도와 충분한 강성이 요구되어진다.

단조 성형 공정은 소재 및 에너지의 절감과 성형후의 절삭가공을 최소화하고, 실제 제품에 가장 근접한 정형(net shape or near-net shape) 부품을 생산하는 방향으로 발전하고 있다. 정밀냉간단조를 적용하여 재료의 절감, 생산성의 향상 그리고 연속적인 섬유조직을 형성하여 부품의 강도를 향상 시킬 수 있다.

정밀냉간단조 성형공정은 전문가의 전문지식을 바탕으로 경험적으로 발달되어 왔으나 최근에는 예비 성형을 통한 후속공정의 최소화를 실현하기 위해 강소성 유한요소법으로 해석을 하고 있다.

본 논문에서는 조향장치에 포함되는 장축샤프트를 생산하기 위한 냉간단조 공정을 설계하는 과정에서 DEFORM-3D를 이용하여 공정해석을 하였다.(1)



Fig. 1 Steering system and shaft assembly

## 2. 제품의 구성 및 도면

테스트중인 제품의 Fig 2의 도면과 금형도면을 바탕으로 CATIA에서 모델링 하였다. 16산 스플라인은 축대칭이기에 해석시간 단축을 위해 1/16로 모델링하였다.

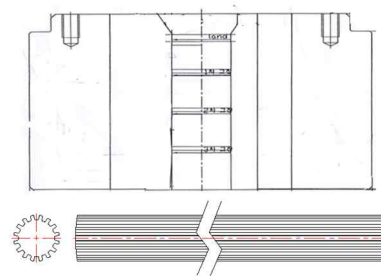


Fig. 2 Bottom die and shaft floor plan

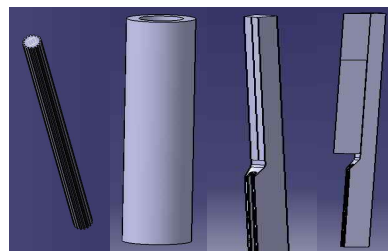


Fig. 3 Shaft and bottom die modeling(1/16)

금형은 제품의 최종형상에서 교정부와 릴리브 구간을 고려하여 역설계하였다. 도입부 각도는 30°, 45°, 60° 3가지 해석을 진행하였다.

### 3. 유한요소해석

소재 및 금형이 축대칭 형상이기 때문에 성형해석 프로그램인 DEFORM-3D를 이용하여 1/16 축대칭 해석을 수행하였다. 이를 위한 해석 조건은 다음 Table.1과 같다.

Table 1 Forging analysis conditions

	Analysis conditions
Material	SM10C
The number of elements	50000mesh
Punch Speed	0.5 mm/sec
Coefficient of friction	0.12

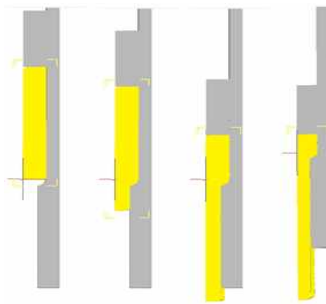


Fig. 4 Deformation process

해석시 소재의 성형은 문제가 없었고 소재의 유동을 보았을 때 45°, 60°보다 30°가 가장 흐름이 좋았음을 확인할 수 있었다.

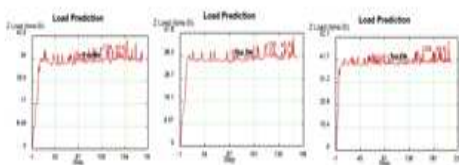


Fig. 5 Load according to intro angle

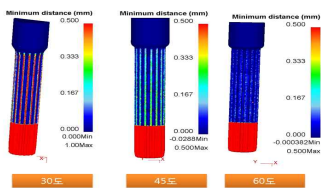


Fig. 6 Minimum distance

Fig 5에서 각 각도별 스텝-하중 그래프를 보면

왼쪽부터 30°가 하중이 80ton으로 가장 적게나오고 45°가 90ton, 60°가 100ton이 나오는 것을 볼 수 있다. 하중으로만 보았을 때 30°가 적당하다고 할 수 있지만 Fig 6에서 보면 금형과의 최소거리가 30°는 0.5mm 이상 떨어져 있는 것을 확인할 수 있다.

따라서 하중과 금형거리를 충분히 고려하였을 때 하중이 적은 30°는 소재가 충분히 충전되지 않고 충전률이 좋은 60°는 하중이 가장 크게 나와, 45°가 금형 도입부 각도 선택에서 가장 적당하다는 것을 알 수 있다.

### 4. 결론

본 연구에서는 인발로 생산되던 자동차용 조향장치 장축샤프트를 단조공법으로 생산하기위한 연구를 진행하였다. 후후 성형부를 2, 3개 추가하였을 때에도 영향이 있는지 다방면의 연구가 요구된다.

단조공법으로 적용이 가능하여 다양한 길이의 제품을 생산할 수 있고, 기업의 이익창출과 국내시장이 활성화가 될 것으로 기대된다.

### 후기

본 연구는 충남테크노파크의 지역산업 기술개발사업의 연구비 지원을 받아 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. H.M.Kim, Y.B.Park, "Development of a Torsion Joint Yoke for Motor-Driven Power Steering System Using a Double-Action Extrusion Process" 한국소성가공학회, pp.129-133, 2011
2. "Deform User's Manual V10.2", Scientific
3. Y.B.Park, D.R.Yang, "Study on Precision Cold Forging of Helical Gear" 한국소성가공학회 제 8권 4호 pp.384-392, 1999