

원가절감형 자동차용 조향장치 비대칭 핀치 요크의 냉간단조 공정설계에 관한 연구

A Study on Process Design of Cold Forging for Cost-saving of Asymmetric Pinch Yoke for Automobile Steering System

*이현구¹, 신경식², #박용복³

*H. G. Lee¹, K. S. Shin², #Y. B. Park(ybpark@kongju.ac.kr)³

¹공주대학교 일반대학원 기계공학과, ²세립T&D, ³공주대학교 기계자동차공학부

Key words : Extrusion, Cold-forging, Finite element analysis, Asymmetric, Steering system

1. 서론

조향장치란 자동차의 운동방향을 변경하고자 할 때 조작되는 모든 장치를 일컫는 말로 운전자가 핸들을 조작하면 조향축에 의해 조향기어에 그 회전력이 전달되며, 조향기어에 의해 감속되어 바퀴의 방향을 바꿀 수 있도록 되어 있으며 세부적으로 조향조작기구, 조향기어기구, 조향링크기구로 분류된다. 이 중 핀치요크(Pinch_Yoke)는 핸들에서 기어장치로 바퀴에 동력전달 역할을 하는 중요한 부품이다.

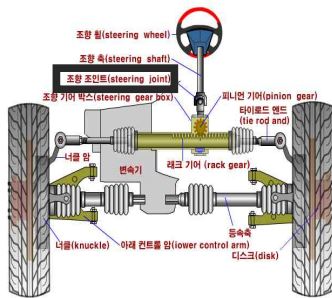


Fig. 1 Steering System

현재 핀치요크(Pinch_Yoke)는 2차단조로 생산이 되고 있으나 이로 인해 공정이 복잡하여 제조원가가 높고 생산성이 떨어진다. 그리하여 이 논문에서는 경쟁력이 떨어지고 있는 핀치요크를 단공정으로 연구하여 생산성을 높이며 제조원가를 낮춰 경쟁력을 갖추게 하려한다.

정밀 냉간단조시 소재의 유동성은 금형과의 마찰과 금형형상의 영향을 받는다. 그러므로 최적화된 금형설계는 필수적이다(1).

본 논문에서는 CatiaV5r18을 이용하여 금형 설계를 진행하고 Deform-3D를 이용하여 소재의 유동, 미충진, 접힘 등을 파악하여 최적 금형설계를 하고 이에 맞는 공정설계를 한다.

2. 유한요소해석을 통한 공정설계

유한요소해석을 통해 연구개발을 수행하면 최적의 조건을 보다 빠르고 정확하게 데이터를 얻음으로써 연구개발에 많은 도움을 준다.

2.1 적용수식

본 연구에서의 유동응력식은 다음과 같다.

$$\bar{\sigma} = 76.5\epsilon^{0.2}(\text{kgf/mm}^2)$$

금형과 소재사이의 마찰은 전단마찰로 가정하고 전단마찰상수 m을 0.12로 가정하였다. 강소성 유한요소법을 이용하여 해석을 수행하였으며 강소성 재료에 대한 범함수(functional) Π 는 다음과 같다.

$$\Pi = \int_V \bar{\sigma} \epsilon dV - \int_{S_c} \bar{t}_i v_i dS$$

2.2 초기소재 및 금형설계

현재 생산중인 핀치요크의 도면을 바탕으로 새로운 소재와 금형을 설계 하였다. 아래 Fig2는 현재 생산중인 핀치요크의 제품도이다.

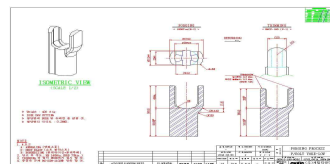


Fig.2 Drawing of product

초기 소재는 소재에서 성형을 하면 하중이 매우 크므로 1차 업셋팅형상으로 설계를 하였다. 업셋팅은 높이를 81mm로 하고 타원모형으로 긴 쪽은 33mm 짧은 쪽은 22mm로 결정하였다.

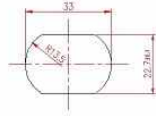


Fig.3 Upsetting

상부금형은 최종형상으로부터 역설계를 하였다. 하부금형의 경우 금형의 파손방지 및 균등한 응력분포가 이루어질 수 있도록 직경 $\Phi 100$, 높이 100mm로 설계 하였다. 아래 Fig.4는 금형의 모습이다.

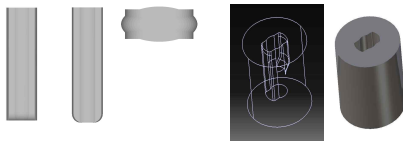


Fig.4 Punch and Die

2.3 유한요소해석

2.1에서 설계한 소재와 금형을 통해 Deform-3D 해석Tool을 이용하여 유한요소해석을 실시하였다. 해석조건은 아래 Table.1과 같다.

Table.1 Forging analysis conditions

Division	Condition
Material	SM20C
Blank	33 × 22.7 × 81(mm)
Weight	420(g)
Element	32000
Punch speed	1(mm/s)
Coefficient of friction	0.12

해석결과 최종형상에 만족하는 치수가 나오기 하중 또한 약 300Ton 정도로 안정적인 것을 확인할 수 있었다. 아래 Fig.5는 하중 그래프이다.

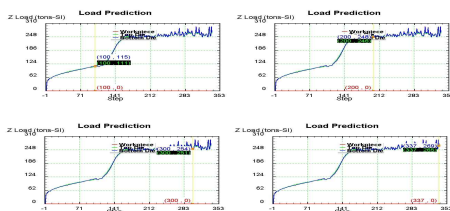


Fig.5 Load graph according to step

해석결과 접힘(Folding)이 발생하는 것을 Fig.6에서 확인할 수 있었다. 그러나 이는 후가공을 통해 보완 가능한 부분으로 해석상에서는 무시해도 상관없다.

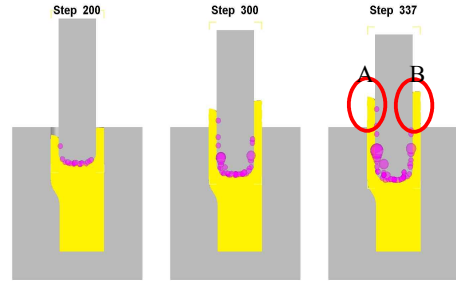


Fig.6 Process by step of yoke

3. 결론

본 논문에서는 자동차 조향장치 핀치요크의 공정 단축을 위한 해석을 실시하였다. 해석은 크게 문제가 없었으나, 실제 제품 생산과 상이한 부분이 발생하였다. 실제 제품에선 Fig.6의 A부분이 더 높게 올라가는 것을 확인 할 수 있었으나 해석과정에서는 B부분이 더 높게 올라가는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 추후 연구를 통해 확인해야 할 부분이다.

또한 이번 연구를 통해 핀치요크의 원가절감과 경쟁력을 기대한다.

후기

본 연구는 공주대학교 자동차 의장 및 편의부품 지역 혁신센터의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. J. H. Lee, B. S. Kang, B. M. Kim and J. H. Lee "Process Sequence Design in Cold Forging of Constant Velocity Joint Housing" 대한 기계학회 pp.2234~2244, 1994
2. H. M. Kim, Y. K. Kim, Y. B. Park "Finite Element Analysis for Complex Forging of Yoke Applying Double-Action Extrusion Process" 한국 소성가공학회 pp.129~133, 2011
3. D. H. Song, Y. B. Park, S. J. Lim, M. E. Kim "Finite Element Analysis for Precision Cold Forging of Clamp Yoke in Automobile Steering System" 한국 소성가공학회 pp.220~223, 2001