

# 자동차 컴프레서용 클러치 허브의 정밀 냉간단조 최적공정설계에 관한 연구

## A Study on Optimal Process Design for Precision Cold Forging of Automobile Compressor Clutch Hub

\*김민호<sup>1</sup>, 김형수<sup>1</sup>, 신경식<sup>2</sup>, #박용복<sup>1</sup>

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

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

Key words : Precision cold forging, Finite element analysis, Automobile compressor, Clutch hub.

### 1. 서론

자동차용 클러치 허브는 컴프레서 클러치 부품으로써 현재 일본 덴소 형식을 사용하면서 막대한 로열티를 지불하고 있는 부품이다. 따라서 이런 부분을 해소하기 위하여 재설계된 부품이 D50 허브이다.

본 제품은 단조공법상 전후방 압출이 동시에 진행되면서, 후방압출비가 87%나 되는 많은 변형량이 발생하면서 금형파손, 금형마모 등 개발에 많은 문제점이 발생한다.

특히 성형시 금형 파손이 가장 크므로 정밀 냉간단조 최적공정설계 및 금형 설계가 필요하다. 현장에서 경험적 지침과 실험으로 인한 시행착오에 소비되는 시간과 비용을 줄이기 위하여 유한요소 해석을 수행하여 최적화된 공정을 설계한다.(1)

금형파손과 금형마모는 정밀냉간단조시 소재가 유동하면서 금형과 마찰이 생기기 때문에 금형에서 발생하는 문제점이다. 그리고 최적화된 공정설계가 이루어지지 않으면 소재가 성형과정중에 접힘, 미충진등 결함이 발생되면서 최종제품과 오차발생, 불량품이 생산되기 때문에 이를 미리 예측하고 결함을 해결할 수 있는 것도 중요한 과제이다. 최적화된 공정설계는 꼭 필요한 과제이다.

본 연구에서는 유한요소 해석프로그램인 Defrom-3D를 이용하여 최적화된 공정설계를 하였다.

### 2. 유한요소해석을 통한 공정설계

초기소재를 업셋팅하는 1공정, 업셋팅 된 소재를 벤딩성형하기위한 업셋팅 2공정, 벤딩성형하는 3공정을 통해서 최종제품을 생산한다. Fig.1은 자

동차 컴프레서용 클러치허브 정밀 냉간단조 최종 단조도이고 Fig.2는 최종 공정도이다.



Fig. 1 final forging drawing

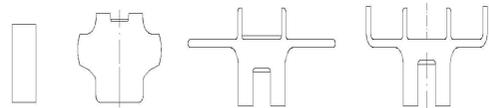
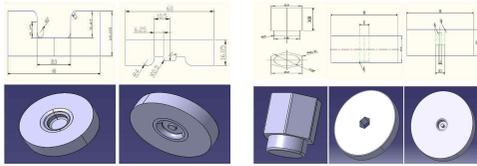


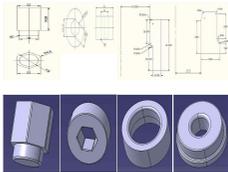
Fig. 2 process design of Hub

#### 2.1 금형설계

초기소재를 업셋팅하는 1공정 금형(a)은 초기 소재를 최종제품으로 성형 해석하였을 때 접힘결함을 방지하고 소재의 유동을 원활하게 하기위한 설계를 하였다. 1공정을 거친 소재를 최종제품으로 성형해석하였을 때 접힘,미충진, 하부금형에 응력 집중의 문제를 해결하기위해 벤딩성형을 도입하였다. 그래서 상부와 하부의 치수가 최종제품에 충족하는 업셋팅 2공정 금형(b)을 설계하였다. 벤딩성형하는 3공정 금형(c)은 펀치, 상부금형, 하부금형, 하부링으로 구성되고 2차업셋팅된 소재를 펀치, 상부금형, 하부금형으로 고정되어 하강하면서 하부링을 통과하면서 허브의 끝부분이 벤딩된 다.



(a) die for 1st process (b) die for 2nd process



(c) die for 3rd process

Fig. 3 shape of die in each process

### 2.2 유한요소해석

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

Table.1 Forging analysis conditions

Division	Condition
Material	SM10C
Blank size	∅21.7×39.5 (mm)
Temperature	20(°C)
Analytical Model	Isothermal Forging Analysis
Punch speed	1 (mm/sec)
Coefficient of friction	0.12

해석은 총 3공정으로 진행되고 초기소재를 1공정 하부금형에 안착하고 Fig. 6과 같이 성형해석한다. 업셋팅 된 소재를 2공정 하부금형에 안착시키고 Fig. 7과 같이 성형해석한다. 2차 업셋팅 된 소재를 벤딩 3공정 금형에 안착시켜 Fig. 8과 같이 벤딩성형해석한다.

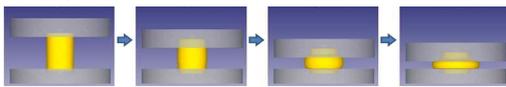


Fig. 4 forging analysis for 1st process

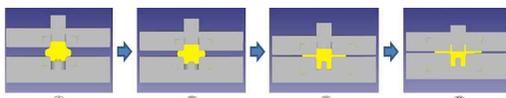


Fig. 5 forging analysis for 2nd process

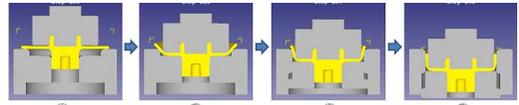
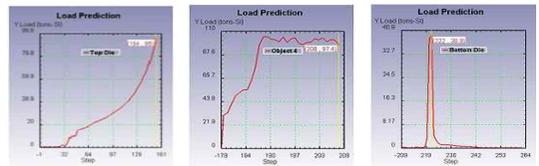


Fig. 6 forging analysis for 3rd process

해석결과 최종형상 목표치수에 충족되었다. 허브 양끝의 치수가 제품의 치수보다 약 2mm 높게 성형되었지만 단조공정 후 절삭가공을 하기 때문에 큰 문제가 되지 않는다. 1공정 최대하중은 (a)의 하중 95ton, 2공정 최대하중은 (b)의 하중 97.4ton, 3공정 최대하중은 하부금형에서 발생하였는데 (c)의 하중 38.9ton이 발생하였다.



(a) 1st die load 95ton (b) 2nd die load 97.4ton (c) 3rd die load 38.9ton

Fig. 7 maximum load graph

### 3. 결론

본 논문에서는 에어컨&히터 작동시 바람을 일으키는 자동차 콤프레서에 장착되는 부품인 허브의 정밀 냉간단조 최적공정설계를 연구하였다. 정밀 냉간단조 방식을 이용하여 고단조압출비의 제품을 개발하고 생산성 향상 및 제조원가 절감을 통하여 자동차 부품의 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대한다.

### 후기

본 연구에서는 산학연협력 기업부설연구소 지원사업의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Y. B. Park, Y.J. Choi "A Study on The Process Design of Fully Automatic Parking Brake Carrier with High-extrusion Ratio Cold-forging" 한국정밀공학회, pp.931-932, 2012.
2. G. S. Min, J. Choi "Process Design in Cold Forging of the Backward and Forward Extruded part" 한국정밀공학회, pp.57-64, 1997.
3. "DEFORM User's Manual V9.1", Scientific