

# 자동차 컴프레서용 클러치 허브의 금형응력해석에 관한 연구 A Study on Die Stress Analysis for Automobile Compressor Clutch Hub

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

\*H. S. Kim<sup>1</sup>, M. H. 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>세템T&D

Key words : Die Stress, Clutch Hub, Cold Forging, Forward-Backward extrusion, psetting

## 1. 서론

HUB(Clutch hub)는 콤프레서 클러치부품으로 현재 국내에서는 로열티를 지불하고 외국의 기술력을 이용하여 부품을 생산하고 있는 실정이다. 때문에 이에 대한 대안으로 D50 HUB가 재설계되었다. D50 HUB는 전·후방압출(Forward-Backward extrusion)공정에 의해 성형되는데 전·후방압출의 경우 금형 및 펀치에 상당한 응력을 가하게 되어, 이에 따라 금형 파손 및 금형 마모 등 개발에 있어서 여러 가지 문제점이 발생한다.

일반적으로 정밀냉간단조 시 금형과 재료의 마찰, 재료의 미성형 등의 변수들로 인해 금형에 과도한 응력집중현상이 발생하여 금형이 파손되고 마모가 발생한다. 또한 제품의 반복적인 생산으로 금형에 피로하중이 발생되어 금형이 파손될 가능성이 크다. 따라서 이러한 현상을 미리 예측하고 결함이 발생하지 않게 하는 것이 매우 중요하다.

금형응력해석의 주된 목표는 제품의 생산 시 금형의 취약부를 미리 예측하여 금형의 파손을 미리 예방하고 금형 설계 시 추가적인 설계를 통해 금형의 수명을 증가시키는데 그 목적이 있다.

본 연구에서는 D50 HUB의 전후방압출 성형 시 금형에 작용하는 응력 및 취약부를 DEFORM-3D를 활용하여 분석하였다.

## 2. 금형 응력 해석

D50 HUB의 경우 초기소재에서 완제품까지 단공정으로 해석을 실시 할 경우, Fig 1과 같이 금형이 압축되는 과정에서 소재 표면과의 마찰에 의하여 배럴링 현상이 발생되고, 그에 따라 접힘 결함이 발생한다. 그리고 성형 중반부에 육각기둥 성형이 완료되어 성형 종료까지 소재와 상부금형사이 하중이 지속적으로 가해지기 때문에 상부금형의 파손 가능성이 높다. 이 때문에 업셋팅(Upsetting)

과정을 도입하였다. 1차 업셋팅 금형 응력해석의 조건은 아래 Table.1과 같다.

Table.1 Forging analysis conditions

Division	Condition
Material	AISI-D2
Blank size	∅21.7 × 39.5 (mm)
Temperature	20 (°C)
Analytical Model	Isothermal Forging Analysis
Element	50000 (mesh)
Coefficient of friction	0.12

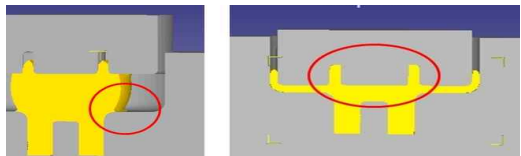


Fig. 1 Folding & Expected weakness point

유한요소해석에서 사용된 금형의 재질은 AISI-D2로 약 1650MPa의 응력이 금형에 가해질 때 금형의 파손 및 피로하중으로 인한 수명 단축의 가능성이 증가한다. 이러한 이유로 금형에 작용하는 응력이 1650MPa이 넘어가서는 안된다. 1차 업셋팅 금형 응력 해석 결과 Fig 2과 같이 하부 금형에서 최대응력이 867MPa이 발생하였다. 이는 AISI-D2의 항복강도보다 작은 값이기 때문에 금형 파손의 가능성이 적다고 예측 할 수 있다.

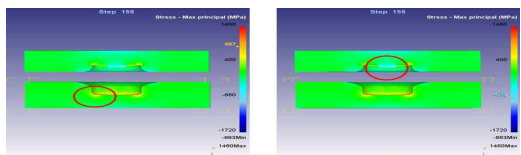


Fig. 2 Distribution of stress

업셋팅 된 소재에서 완제품으로 성형 시 상부 육각기둥에서 접힘 결함이 재발생 하였고, 또한 Fig. 3과 같이 응력집중으로 인한 취약부가 나타난다. 이에 따라 금형 파손의 위험을 줄이기 위해 벤딩 공정을 도입하기로 하였으며, 이를 위해 2차 업셋팅을 실시하였다. 금형응력 해석 조건은 Table.1과 같으며, 소재는 1차 업셋팅 된 소재를 사용하여 금형응력해석을 실시하였다.

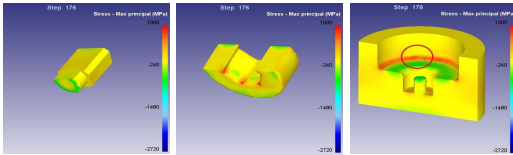


Fig. 3 2nd upsetting die set. Each of the dies show the stress

2차 업셋팅 금형 응력 해석 결과, Fig. 4와 같이 펀치에는 520MPa, 상부금형에는 626MPa, 하부금형에는 478MPa의 응력이 작용하였다. 앞서 언급한 바와 같이, 1650MPa의 항복 강도를 넘지 않으므로 금형파손의 문제점이 없을 것으로 예상된다.

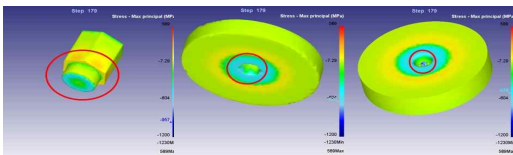


Fig. 4 2nd upsetting maximum stress of each die(from left to the punch, the upper die, the lower die)

2차 업셋팅 된 소재를 가지고 벤딩 공정을 실시한 후, 금형 응력해석을 실시하였다. 금형 응력 해석의 조건은 Table.1과 같으며, 소재는 2차 업셋팅 된 소재를 사용하여 금형응력해석을 실시하였다.

해석모델을 탄성체로 가정한 후 벤딩 공정의 금형응력해석을 수행한 결과 Fig. 5와 같이 펀치에 1700MPa의 응력이 작용하는 것을 확인할 수 있으며 이로 인한 금형의 파손이 우려된다. 이에 대한 대책으로 금형에 보강링을 적용하여 파손을 방지하고 수명을 늘리는 방안을 모색할 수 있다.

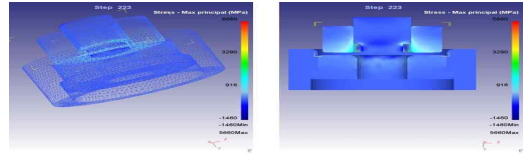


Fig. 5 Bending process die set.  
The figure shows the overall stress from die

### 3. 결론

본 연구에서는 자동차 컴프레서용 클러치 허브의 금형응력해석을 실시하였다. 해석결과 업셋팅 공정에서의 문제점은 없었으나, 벤딩 공정에서 펀치에 다소 높은 응력이 발생하는 것을 확인할 수 있다. 펀치는 보강링을 적용하기가 용이치 않기 때문에, 초경합금 등 타재료의 금형재료를 사용하여 펀치의 파손 방지 및 수명 연장을 기대한다.

### 후기

본 연구는 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, 12,pp.931-932,2012
2. H. C. Jung, S. W. Kim, Y. S. Lee, B. S. Kang, J. H. Nam "The effect of deformation history and asymmetric shape of workpiece on die stress in cold forming process" 한국정밀공학회, 2010,5, 253-254
3. H. H. Kwon, B. K. Lee "Process Analysis and Die Design for the automobile Part Development by the Precise Cold Forging" 한국공작기계학회, 2005, pp.109-114
4. H. C. Jung, Y. S. Lee, S. W. Kim "A study on the effect of preform shape and residual stress on die stress" 한국소성가공학회, 2012, pp.451-454