

# 차량용 에어컨 필터하우징 제작을 위한 냉간단조 공정 유한요소해석

민규영\*, 정배영\*\*, 박성영\*\*, 박용복\*\*

\*공주대학교 일반대학원 기계공학과

\*\*공주대학교 기계자동차공학부

e-mail : kymin@kongju.ac.kr

## Finite Element Analysis of Cold forming Process for Manufacturing of Automotive Air-Conditioning filter housing

Kyu-Young Min\*, Bae-Young Jung\*\*, Sung-Young Park\*\*, Yong-Bok Park\*\*

\*Dept of Mechanical Engineering, Kongju National University Graduate School

\*\*Dept of Mechanical Engineering, Kongju National University

### 요 약

본 논문에서는 자동차 공조부품인 리시버드라이어로서 플랜지와 바디로 구성되어 있다. 리시버드라이어는 냉매 중 포함된 습기 및 기타 불순물을 차단하는 부품으로서 사이트글라스가 부착되어 냉매의 흐름의 상태를 알 수 있다. 또한 압력 밸브가 부착되어 있어 냉매 회로의 압력과 온도가 상승하면 녹아서 냉매를 배출하므로 배관이나 부품들의 압력에 의해서 파괴되는 것을 방지 할 수 있다. 최근 경제적 성형에 관심이 많아 대표적 성형공정인 냉간단조를 적용하여 소재 회수율 및 절삭 비용 등을 절감하는데 목적을 두었다. 냉간단조를 적용하여 자동차 공조 부품인 플랜지와 바디를 개발하는데 공정설계, 금형설계, 금형제작 기술을 확보하였다.

**key words** : Air-Conditioner Receiver Drier, Cold Forming Process, Finite Element Analysis

### 1. 서론

자동차 공조시스템의 부품인 리시버드라이어는 플랜지와 바디로 구성되어 있다. 일반적으로 절삭을 통하여 가공이 이루어지는 대표적인 공조부품으로서, 절삭가공 시 정밀한 성형을 할 수 있는 장점을 가지고 있지만 소재의 회수율 및 절삭 시간 등은 생산 효율을 저하시키는 문제점이 있다.

최근 성형공정의 경제적 측면이 중요시 되면서 대표적 성형공정인 냉간단조 공정의 적용이 늘어나고 있다. 플랜지와 바디 성형에서도 단조 공정으로 교체하려는 시도들이 진행되고 있다.

제품 성형시 정밀성 여부는 자동차의 품질과 직접적으로 영향을 주기 때문에 단조 성형을 하기 위해서는 소재의 유동, 변형률, 하중 및 금형의 탄성변형 등 정밀한 해석을 통한 금형의 설계가 필요하다.

본 연구에서는 냉간단조 공정에서 플랜지와 바디

에 발생하는 응력, 변형특성 및 하중을 예측하기 위하여 유한요소해석을 수행하였다.

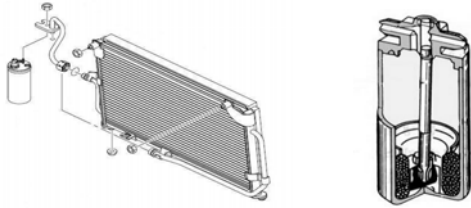
본 연구를 통하여 얻어진 결과로 독자적인 냉간단조 공정 설계 기술을 확보하고 신기술을 연구 개발하는데 기본적인 정보를 제공할 수 있다.

#### 1.1 리시버드라이어 구조 및 역할

리시버드라이어는 공조시스템의 라디에이터 근처나 에어컨 컴프레서 주변에 장착되어 있고, 바디와 플랜지로 구성되어 있다. 컨덴서로부터 흘러온 액체 상태의 냉매를 에바포레이터에 공급할 수 있도록 냉매를 저장하는 역할을 하며, 냉매에 혼입되어 있을 수 있는 먼지나 수분을 제거하는 기능을 한다.[1]

리시버드라이어는 그림.1에서 보이는 바와 같이 몸체, 건조기, 여과기, 사이트글라스, 건조대 등으로 구성되어 있다.

만약 냉매에 수분이 포함되어 흘러 들어오면 각 기능부품을 부식시키거나 팽창밸브의 구멍에서 동결하여 냉매의 흐름을 방해할 수 있다.



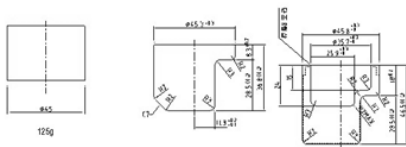
[그림 1] 리시버드라이어의 위치와 구조

## 2. 냉간단조 공정 설계

냉간단조 공정으로 각 제품의 실험을 진행함으로써 복잡한 알루미늄 단조 제품의 생산기술을 확보하였고 각 공정 전에 소둔 작업을 표준화 시켜 경도를 HB35 이하로 관리해야 한다. 또한 본데루베 작업과 스테아린산 아연 피막을 통하여 윤활 작업 표준을 확립해야 한다. 이를 통하여 공정설계, 금형설계, 금형제작 기술을 확보하였다.

### 2.1 플랜지의 예상성형 공정설계

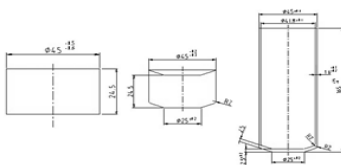
그림.2는 플랜지의 예상성형 공정 및 제품의 제원을 나타내고 있다. 플랜지는 비대칭 형상을 가지고 있기 때문에 성형을 예측하기 어렵다. 따라서 한 공정으로 성형을 하기에 무리가 있으므로 예비성형체를 성형한 후에 최종제품을 얻을 수 있도록 공정을 설계하였다.



[그림 2] 플랜지의 예상성형 공정도

### 2.2 바디의 예상성형 공정설계

그림.3는 바디의 예상성형 공정 및 제품의 제원을 나타내고 있다. 바디의 최종제품은 플랜지에 비해 길이가 긴 형상을 가지고 있기 때문에 성형에 어려움이 있다. 따라서 한 공정으로 제품을 성형하기에 무리가 있으므로 플랜지와 마찬가지로 예비성형체를 성형한 후에 최종제품을 얻을 수 있도록 공정을 설계하였다.



[그림 3] 바디의 예상성형 공정도

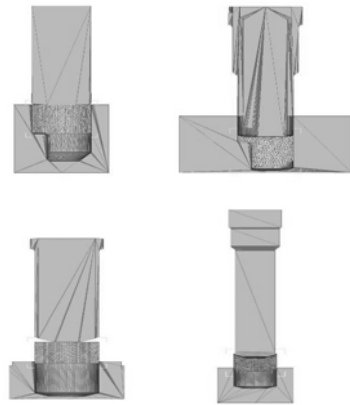
## 3. 유한요소해석

### 3.1 경계조건

플랜지 해석 모델은 중심축에 대해 비대칭이므로 1/2에 대해서 해석을 수행하였고 바디 해석 모델은 중심축에 대해 대칭이지만 길이가 긴 형상이어서 격자를 생성하는데 어려움이 있어 플랜지 해석 모델과 마찬가지로 1/2에 대하여 유한요소해석을 수행하였다. 그림.4에서 보는 것과 같이 실제 공정에서 적용되는 경계조건을 동일하게 적용하였다.

### 3.2 유한요소해석모델

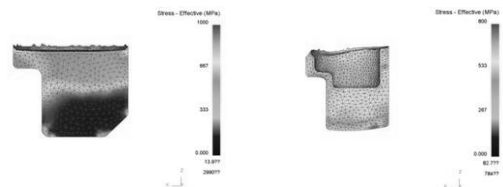
그림.4는 유한요소해석 시 해석에 적용될 모델을 보여주고 있다. 해석에 사용된 프로그램은 소성가공 전용 프로그램인 DEFORM-3D를 사용하여 유한요소해석을 진행하였다[2]. 본 연구에 적용된 소재의 물성은 AL6061이고 금형은 강체로 가정하였다.



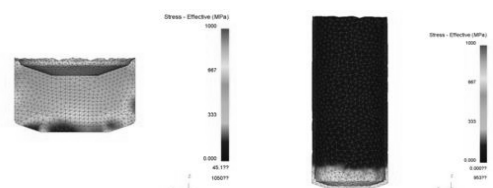
[그림 4] 플랜지와 바디의 유한요소해석 모델

## 4. 냉간단조 공정 해석

플랜지와 바디는 그림.5, 그림.6에서 나타낸 것과 같이 상부금형이 소재를 압축하면서 후방으로 올라오는 후방압출이다. 소재의 유효응력은 금형과 직접 접촉하고 있는 소재의 상부와 하부에서 대체로 높게 나타나고 있다.

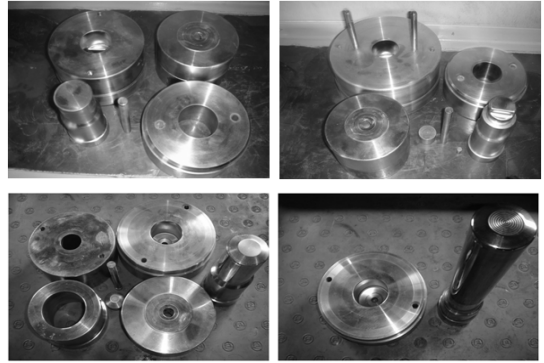


[그림 5] 플랜지의 각 공정 유효응력

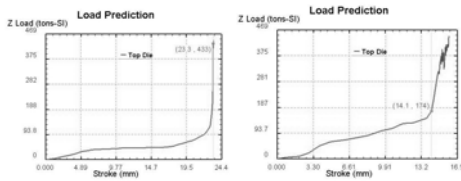


[그림 6] 바디의 각 공정 유효응력

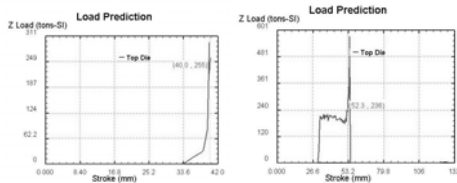
냉간단조 공정에서 실제 공정에서 높은 하중으로 인해서 프레스의 오작동이 발생한다면 생산성 및 효율성이 떨어지기 때문에 상부금형의 예상성형하중을 측정하였다. 플랜지는 400ton 기계식 너클 프레스에서 성형을 하고 바디는 550ton 유압프레스에서 성형을 한다. 플랜지 1차 공정에서는 433ton, 2차 공정에서는 174ton으로 예측되고 바디 1차 공정에서는 255ton, 2차 공정에서는 236ton으로 예측된다. 그러므로 예측되어진 성형하중이 각 프레스의 최대용량을 넘지 않기 때문에 성형이 가능함을 예측 할 수 있다.



[그림 10] 플랜지와 바디의 금형과 펀치



[그림 7] 플랜지의 예상성형하중



[그림 8] 바디의 예상성형하중

그림.8, 그림.9는 유한요소해석을 통해 예측된 결과를 바탕으로 플랜지와 바디를 성형하여 얻어진 시제품을 보여주고 있다.



[그림 8] 플랜지 시제품



[그림 9] 바디 시제품

그림.10, 그림11은 플랜지와 바디의 시제품을 성형하는데 사용된 금형세트와 펀치를 보여주고 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 냉간단조 공정 시 플랜지와 바디에 발생하는 응력, 변형특성 및 예상하중을 예측하기 위하여 유한요소해석을 수행하였다.

본 연구 시뮬레이션의 결과를 정리해 보면 다음과 같다.

(1) 냉간단조 공정을 통하여 제품을 성형함으로써 후 가공을 최소화 시킬 수 있었고 유한요소해석을 통하여 성형된 제품과 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

(2) 복잡한 알루미늄 단조 제품의 생산기술을 확보하였고 각 공정 전에 소둔 작업을 표준화 시켜 경도를 HB35 이하로 관리하였다.

(3) 분데루베 작업과 스테아린산 아연 피막을 통하여 윤활 작업 표준을 확립하였다. 이를 통하여 공정설계, 금형설계, 금형제작 기술을 확보하였다.

(4) 각 공정에 대한 예상성형하중은 플랜지 1차 공정에서는 433ton, 2차 공정에서는 174ton으로 예측되고 바디 1차 공정에서는 255ton, 2차 공정에서는 236ton으로 예측할 수 있었다.

#### 5. 후기

본 논문은 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성 사업으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

[1] 구영덕, 김강희, 권영일 “자동차용 에어컨”, 기술산업정보분석, 6월, 2003.  
 [2] DEFORM-3D ver 6.1 sp3 User’s manual