

원가절감형 자동차 연료펌프 하우징의 정밀 냉간단조 공정설계에 관한 연구

A Study on the Process Design of Precision Cold Forging for Cost-saving Automotive Fuel pump Housing

*이현구¹, #박용복¹, 신경식²

* H.G.Lee¹, # Y.B.Park (ybpark@kongju.ac.kr)¹, K.S.Shin²

¹공주대학교 기계자동차공학부, ²세립T&D

Key words : Extrusion, Precision cold-forging, Finite element analysis, Fuel pump housing

1. 서론

자동차용 연료펌프 하우징은 연료 탱크 내부의 연료를 차량의 엔진으로 전달하는 핵심 부품 중 하나로 하우징의 두께가 모터성능에 영향을 미친다. 그리하여 모터성능의 향상을 위해 종전 1.2t에서 절삭가공으로 0.6t까지 경량화가 진행되어 생산되고 있다.

절삭가공은 단조공정에 비해 재료 이용율이 떨어져 제조원가가 비싸며, 생산성이 저하되므로 이 연구는 원가절감을 위해 냉간단조를 이용하여 0.6t의 연료펌프 하우징을 생산하기 위한 공정설계를 수행한다.

냉간단조 공정설계의 가장 중요한 사항은 결함이 없는 제품 성형을 위한 예비성형 횟수 및 예비성형체의 설계이나, 현장에서는 대부분 경험적 지침, 설계자의 직관 및 실험에 의한 시행착오로 수행되어지므로 시간과 경비소요가 많아진다. 따라서 시간과 경비를 줄이기 위해 유한요소해석을 수행한다.(1)

정밀 냉간단조시 소재의 유동성은 금형과의 마찰과 금형형상의 영향을 받는다. 그러므로 최적화된 금형설계는 필수적이다. 또한 공정간 미충진 또는 접힘 발생을 예측하고 방지하는 것도 중요한 과제이다.(2)

본 연구에서는 냉간단조 공정 중 전방 압출 방식을 채택하여 공정설계를 하였고, 유한요소해석 프로그램인 Deform-2D를 사용하였다.

2. 유한요소 해석을 통한 공정설계

자동차용 연료펌프 하우징은 현재 인발공정으로 1.2t까지 생산이 가능하므로 1.2t의 일반 탄소강으로 냉간단조 공정을 통해 0.6t의 최종 제품을 생산한다. Fig.1은 냉간단조 최종 공정도다.

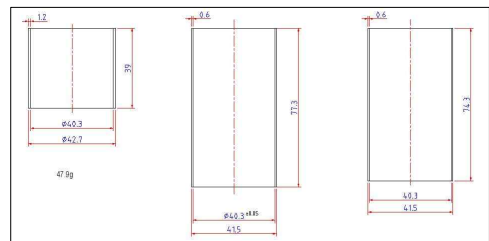


Fig.1 process design of Housing

2.1 금형설계

전방압출방식으로 해석을 수행하기 위해 최종 공정도를 기초로 상·하부금형을 설계하였다. 공정이 외직경부를 줄여 두께를 줄이는 방식으로 진행되어야 하므로 상부금형은 힘을 가면서 내직경부에 가이드 역할을 해야 한다.

하부금형은 Fig.2와 같이 금형 중반부부터 금형의 내직경부를 좁혀 소재의 외직경부가 줄어들 수 있도록 했다. 또한 소재가 길이방향으로 2배정도 늘어나는 것을 고려하여 상·하부 금형을 설계하였다.

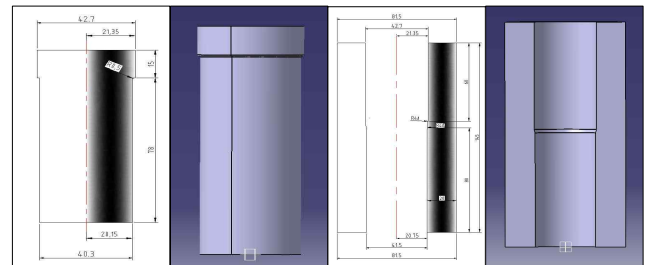


Fig.2 Shape and Size of Punch and Die

2.2 유한요소해석

해석은 소재가 중공 형상이기 때문에 Deform-2D를 이용하여 축대칭으로 성형해석을 수행하였다. 성형해석 수행조건은 아래 Table.1과 같다.

Table.1 Forming analysis condition

	성형조건
재 질	SM10C
소재 크기	39(mm)x42.7(Φ) (t:1.2mm)
체 적	47.9(g)
메 쉬	1,000(Mesh)
펀치 하강속도	1(mm/sec)
시간 증분	0.1(sec)
마찰 계수	0.12

해석방법은 총 2공정으로 나누어 진행하였다. 1공정에서는 소재 1Ea를 하부금형에 삽입하고, 공정 진행후 상·하부금형이 맞닿으면 공정이 끝난다. 이때 소재가 금형 밖으로 완전히 나오지 않기 때문에 2공정에서는 소재를 추가 삽입하고 1공정과 같이 진행하여 처음 삽입한 소재를 두 번째 소재가 밀어내서 금형 밖으로 취출 될 수 있도록 수행하였다. 실제 현장에서는 이와 같은 공정을 반복하여 생산하면 된다. Fig.3은 해석방법을 보여준다. Fig.4는 해석방법을 좀 더 이해하기 편하게 3D로 보여준다.

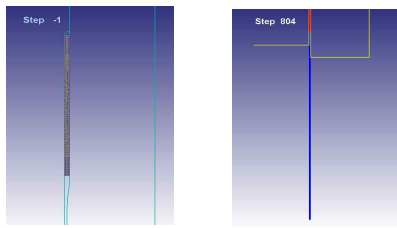


Fig.3 Analysis process of forming



Fig.4 Analysis process of forming to 3D

해석결과 소재의 두께는 충족되어 성형되었으나, 길이방향으로 최종 단조형상에 1mm 가량 부족했지만 최종형상에는 충족을 하였다.

성형과정에서 상부다이와 소재의 접촉부에 2차 성형이 발생하였으나, 단조공정 완료 후 약 3mm 가량 가공을 하기 때문에 영향을 미치지 않는다.

상부금형의 최대하중은 1공정에서 약 28ton이 발생하였고, 2공정에서는 약 69ton이 발생하였다.

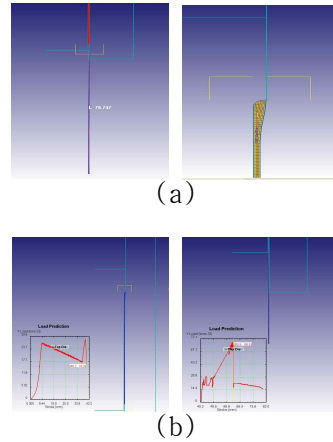


Fig.5 Analysis result of forming

3. 결론

본 논문에서는 자동차용 연료펌프 하우징의 원가를 절감시키고 모터 구동성을 향상시킬 수 있는 단조품의 설계 및 해석을 수행하였다.

본 연구 결과를 통해 절삭가공으로 생산 중이었던 0.6t 하우징을 단조공법으로 생산할 수 있을 것이며, 앞으로 하우징 생산에 있어 시간과 비용의 절감 효과 및 높은 보급률을 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 94, 2234~2244, 1994
2. H. M. Kim and H. J. Lee "Precision Cold forging Battery Clamp using Finite Element Analysis" 한국 자동차공학회 11, 95~98, 2011
3. Y. N. Kwon and S. W. Kim "Hollow Shaft Forming using Cold Forging Process" 한국 정밀공학회 11, 261-262, 2011
4. "Deform User's Manual V10.2", Scientific