

자동차용 Oil Control valve 압출의 유한요소해석 Finite Element Analysis for Automobile Oil Control Valve

*김현호¹, #강충길²

*H. H. Kim¹, #C. G. Kang(cgkang@pusan.ac.kr)²

¹부산대학교 정밀가공시스템, ²부산대학교 기계공학부

Key words : Oil Control Valve, Extrusion, Finite Element Method

1. 서론

세계적으로 자동차 시장의 규모는 점점 더 커지고 그에 따른 자동차 부품 제조기술에 대한 관심이 더욱 증대 되고 있다. 특히 대량생산 공정에서 부품단가를 낮추기 위하여 다양한 공정기술이 적용되고 있으며, 그와 동시에 생산부품의 강도와 같은 신뢰성도 동시에 요구되고 있다 [1].

압출공정은 재료의 손실을 최소화 하면서 원하는 형상으로 빠르고 낮은 단가로 제작할 수 있는 장점이 있다. 특히 상온에서 FCC 결정구조를 가지는 알루미늄 합금의 경우 압출공정에 자주 사용되는 재료이다.

압출을 통한 Oil Control Valve의 제조를 위하여 가장 경제적이고 효율적인 방법은 후속가공이 거의 필요 없는 Near net shape 성형이 요구되지만, 현실적으로 기계가공이 필요 없는 공정은 상온 및 열간 단조공정에서 거의 불가능에 가깝다고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 절삭가공등의 2 차 가공 공정을 거치게 되는데 가공수가 늘어나면 그에 따른 생산단가가 상승하기 때문에 2 차 절삭가공을 최소화 하는 금형설계 기술이 필요하다. 또한 압출 공정의 경우 금형의 형상이나 내부 응력 또한 마찰력 등으로 인해 표면에 찢어짐이 자주 발생한다. 또한 기하학적 형상변수로 인한 응력집중, 극심한 재료거동의 변화 등으로 인해 잘못된 금형설계시 반복된 금형수정등의 많은 시행착오를 거치게 된다. 따라서 유한요소해석법 등으로 이러한 시행착오를 최소화 하는 것이 필요하다.

본 연구는 유한요소해석법을 이용하여 자동차용 Oil Control Valve 부품 제조를 위한

슬러그 및 금형 형상 선정을 시뮬레이션 피드백을 통하여 압출 공정시 발생하는 문제점을 미리 예측할 수 있는 연구방법을 제시하고자 한다.

2. 해석 모델링 및 경계조건

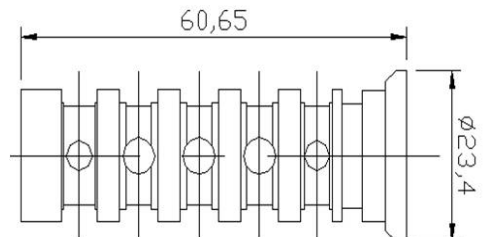


Fig. 1 The final geometry and picture of Oil Control Valve

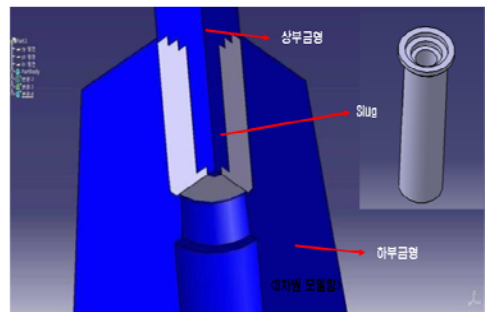


Fig. 2 Schematics of extrusion die and slug.

본 연구의 목표형상은 Fig. 1 과 같다. Fig. 1 에서 볼 수 있듯이 최종 부품 형상은 다단형상으로 기계절삭가공 없이는 최종형상으로 제조할 수 없지만, 기계가공의 최소화를 위해 1 차 슬러그 형태 및 금형등을 Fig. 2 와 같이 설계하였고 해석에 사용된 소프트웨어 DEFORM 3D 상용툴을 사용하였다.

강소성 유한요소해석의 경우 슬러그의 탄성변형은 무시 되어진다 [2]. 또한, 소재는 비압축성, 등방성등의 성질을 가지고 있으며, Von Mises 항복이론과 관련된 유동법칙을 따른다고 가정하였고 해석 온도는 상온이다. 자세한 경계 조건 정보는 아래 Table 1 에 나타내었다.

Table 1 The value of main boundary conditions

| Material | Mesh Numbers | Friction Coefficient | Forming Speed |
|----------|--------------|----------------------|---------------|
| A6063 | 73486 | 0.12 | 3mm/sec |

3. 해석결과 및 모델링 수정

아래 Fig.3 은 1 차 슬러그 모델링을 이용하여 해석한 결과이다. Fig. 3 에서 볼 수 있듯이, 마지막 단계 부근의 성형시, 상부의 다단 펀치와 소재 사이에서 소재의 찢어짐이 발생하였다. 소재가 두꺼워 지거나 겹치는 변형은 2 차 기계가공으로 해당부분을 제거할 수 있지만 찢어짐과 같이 소재가 유실되는 제품은 개선할 수 없는 작업이므로 상부 펀치 다단 형상에 대한 수정 모델링이 필요하다. 따라서 3 단으로 이루어진 상부 펀치 모델링을 좀더 단순화 시켜 찢어짐이 발생하지 않도록 모델링을 단순화 하였다.

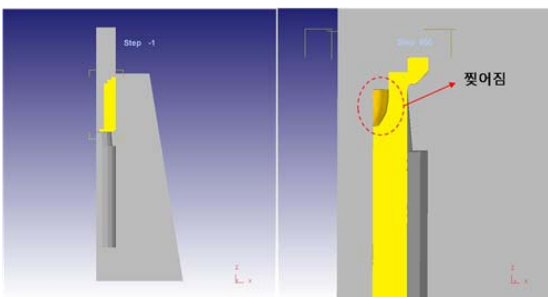


Fig. 3 The result of simulation in extrusion process with 3 stepped slug.

아래 Fig. 4는 3단 형상의 상부펀치를 2단으로 수정하였고, 슬러그 형상 역시 그에 맞게 수정된 것이다. 3단 형상과는 달리 성형시작부터 끝까지 찢어짐과 같은 성형불량은 나타나지

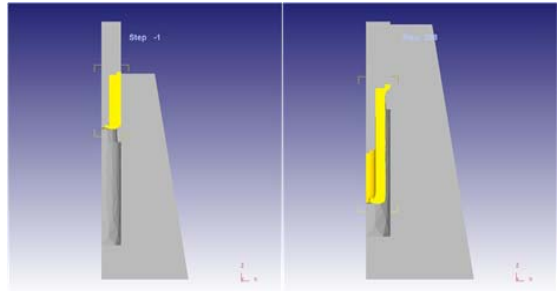


Fig. 4 The result of simulation in extrusion process with 2 stepped slug.

않았다. 수정된 2단 모델링의 경우, 소재내의 미세 크랙이나 응력집중으로 인한 금형 마모등의 문제는 소재의 응력해석 결과를 고려하여 본 연구와 같은 방법으로 재설계 가능하다.

4. 결론

Oil Control Valve 부품의 해석의 3 차원 해석을 통하여 다단 형상의 압출시, 찢어짐 및 크랙등의 문제를 유발할 수 있으므로 모델링 단순화등을 통하여 소재 유동이 급격하게 이루어지는 형상 모델링을 지양해야 한다. 또한 시뮬레이션을 통하여 최소한의 시행착오로 최적 금형 및 모델링을 선정할 수 있다.

후기

본 연구는 2011년도 지식경제부의 부품소재 기술개발사업의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 0802D E20124, 자동차 부품용(Front Bumper, Front Member, Oil Flow Control Valve Sleeve, Brake Pist on) 경량 알루미늄 소재 개발)

참고문헌

1. 모세준, 이은창, 2009년 4월 6일, 세계 주요 자동차부품업체 현황 및 국내 자동차부품업체의 경쟁력 비교 분석, 하나금융그룹 산업연구시리즈, 제 10호
2. Kobayashi, S., Oh S.I., Altan T, 1989, Metal forming and the finite element method, Oxford University Press Inc.