

# 유동해석을 통한 0.3mm 극박판 성형 제품/금형 설계의 최적조건 도출에 관한 연구

장지은, 허용정  
한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부  
e-mail : yjhuh@kut.ac.kr

## A study on Optimal Process Conditions of Thin Injection- molded Part Using Flow Analysis

Ji-Eun Jang, Yong-Jeong Huh  
School of Mechnronics Engineering, Korea University of  
Technology and Education

### 요 약

정밀화와 더불어 고품질화 되고 있는 사출성형 산업에서 CAE기술(Computer Aided Engineering)은 성형 시행오차를 줄여 원가를 절감하고, 생산성을 향상 시킬 수 있는 최적의 대안이라 할 수 있다. 본 연구는 이러한 CAE기술을 활용하여 현장에서 사출성형하기 힘든, 두께 0.3mm인 소형 RC비행기 Battery Case제품을 대상으로 유동해석을 통해 최적 Gate와 유동기구의 설계 조건을 도출하고 구현하고자 하였다.

### 1. 서 론

현재, 플라스틱 사출성형 분야는 가볍고 강도가 높은 고분자 재료의 개발과 더불어, 전기·전자 제품은 물론이고 자동차, 항공기 등 정밀제품의 생산에 이르기까지 응용분야가 확대되고 있다.

본 연구는 위와 같은 기술의 일환으로 현장에서 사출성형하기 어려운 두께 0.3mm 플라스틱 제품을 CAE(Computer Aided Engineering)기술을 바탕으로 유동해석을 거쳐 최적 Gate와 유동기구의 설계 조건을 도출하였다. 사출성형에 있어서 유동기구의 설계는 제품의 성형 여부와 직결되는 문제로, 최적의 유동기구 설계는 Cavity의 적절한 충전시간과, 내부의 고른 압력분포 등을 가능하게 함으로써, 외관 뿐만 아니라 내부의 강도 등, 고품질의 제품을 성형할 수 있게 한다. 본 연구에서는 이러한 점을

주안점을 두고, 박판 사출 성형 과정에서 최적 게이트의 위치와 각 유동기구의 최적 조건을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 도출하여 효율적 금형설계를 가능하게 하였고, 성형 시행 오차를 줄여 원가 절감과 생산성 향상을 도모 하였다.

### 2. 대상 제품 소개 및 기본 성형 조건

본 연구의 유동해석 대상은 업체에서 의뢰받은 두께 0.3mm인 RC비행기의 Battery Case이다. 이 제품은 너무 얇아 현장에서 사출성형하기 불가능했던 제품으로 CAE 유동해석 프로그램인 Mold-Flow로 해석하기 위해 3차원 CAD 시스템 Pro-Engineer로 아래에 Fig.1과 같이 Modeling 하였다.

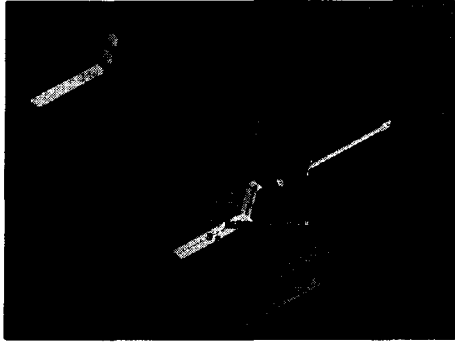


Fig 1. Battery Case

최적 유동기구 설계 조건을 도출하기 위해 이하 다른 변수 들은 동일시 해야할 필요가 있으므로, 본 연구에서는 사출 성형기의 성능과, 재료의 고유 성질과 유동성, 대상 제품의 얇은 두께를 고려하여 금형 온도, 수지 온도, 사출 속도, 사출 압력 등의 조건을 선정하였다. 선정된 조건은 아래의 Table 1.과 같다.

Table 1. 유동 해석의 기본 조건 설정

재 료	LG-Chemical Lupoy Hi-1002
사출 속도	102.8990 mm/s
사출 압력	380.0000 MPa
금형 온도	120℃
수지 온도	320℃

### 3. 최적 유동기구 조건 도출

#### 3-1. Gate

Gate는 용융 수지가 Cavity로 유입시키는 길목으로 충전되는 용융수지의 유동방향과 유량을 제어하므로 적절한 위치와 적절한 크기가 중요하다. Fig2.와 Table2.에 도출된 최적 게이트 위치와 적정 크기를 비교하여 도시하였다.

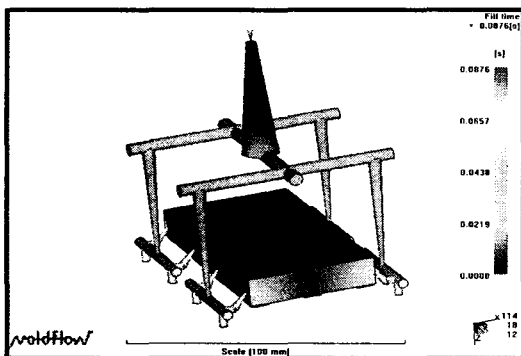


Fig 2. 적정 게이트의 위치

Table 2. 게이트의 크기 비교

	5mm	4mm	3mm
Fill Time (sec)	0.03	0.02	0.02
Injection Pressure (Mpa)	110.91	119.57	112.74
Cycle Time (sec)	3.98	4	4
Shot Volume (cc)	5.79	5.58	3.17
Fill Confidence	Green	Green	Yellow

#### 3-2. Sprue

Gate의 위치가 정해지면 그 위치를 중심으로 Sprue의 위치를 수지의 유동성에 맞게 정하여야 한다. 유동해석을 통한 Sprue의 위치 비교를 통해 최적의 조건을 도출하였다. 도출된 조건을 아래 Fig 3.과 같다.

Fig3.은 각 변수들의 압력 부분에 대한 해석의 결과 이다.

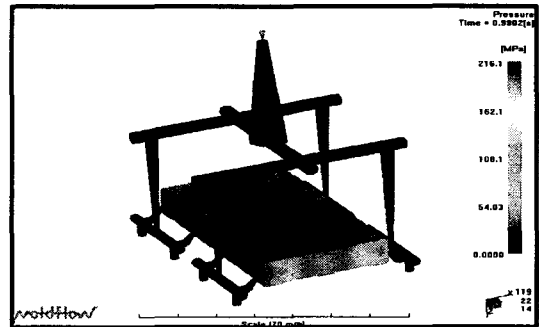


Fig 3 Sprue위치 변화에 따른 비교

위의 그림에서 보면 상단의 그림이 압력분포가 고른 것을 볼 수 있다. 고른 압력분포는 제품 성형품질이 우수하다는 것을 나타내어준다.

#### 3-3. Runner의 크기에 따른 비교

Gate와 Sprue의 위치를 정하면 수지의 유동성에 알맞게 Runner의 경로를 설정하게 된다. Runner는 Sprue와 Cavity를 잇는 용융수지의 흐름길의 역할을 하는 것으로 이 과정에서 성형에 중요한 변수로 작용하는 것이 Runner의 크기다. Table3.와 Fig4는 최적 Runner의 지름에 대한 유동성을 비교하여 나타낸 것이다.

Table 3. 러너 지름에 따른 유동성 비교

	5mm	4mm	3mm	2mm
Fill Time (sec)	0.43	0.21	0.2	0.2
Injection Pressure (Mpa)	113.19	116.72	119.22	129.47
Cycle Time (sec)	4	4	4	4
Shot Volume (cc)	5.08	3.86	2.91	2.23
Weld Line	YES	YES	YES	YES
Air Trap	YES	YES	YES	YES
Quality	1	2	3	3
fill Confidence	Green	Green	Green	Yellow

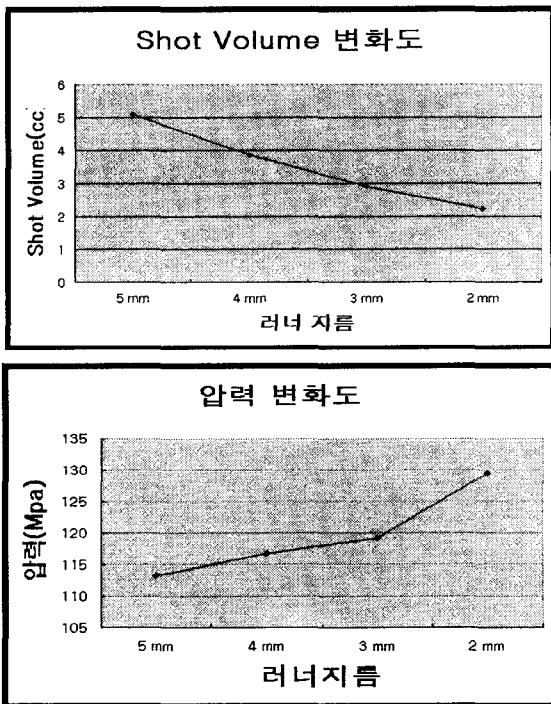


Fig 4. 러너지름에 따른 유동성변화

#### 4. 결론 및 고찰

게이트의 위치는 제품이 보통이상으로 얇은 극 박판 제품이라 다른부위보다 상대적으로 두꺼운 0.5mm Rib보강 부위를 위주로 선정하였으며, 결과를 보면 4개일 때보다 8개일 때의 수지 충전율이 더 뛰어나며, Gate의 크기는 큰 것 보다는 압력 강하가 비교적 낮은 3mm가 적당한 것으로 나타났다.

Sprue의 위치는 측면 보다는 상단에 위치시키는 것이 충전율이나, 압력 분포등의 여러 가지 결과를

고려해 보았을때, 합리적이라는 결과를 얻었다.

Runner는 Gate의 지름과 적절히 어울리며 비교적 클수록 수지의 유동이 원활하다는 것을 확인할 수 있었다.

위와 같은 해석 결과를 통해 본 연구에서는 CAE기술을 통해 박판 성형의 최적 조건을 도출해 낼 수 있었으며, 금형설계의 합리화와 금형수정의 최소화를 도모하고 이로 인한 비용절감, 고품질 실현, 생산성 증대를 이룰 수 있음을 보였다.

#### 참고문헌

- [1] 유중학 외(2000,1), 최신 사출금형설계, 동명사
- [2] 이호상 외(2001.2), 사출성형 금형설계, 원창 출판사
- [3] MoldFlow(2001), Mold Flow Insight Manual
- [4] 엄장섭 외 (2003,1), Pro/Engineer, 영진출판사
- [5] Prentice Hall, (2003,6), Graphics concepts with Solidwork