

사출성형 CAE 를 이용한 이중사출금형의 플래쉬 발생에 관한 연구 A Study on the Flash Generation of Co-injection Mold using the Injection Molding Analysis

*박형필^{1,2}, #차백순¹, 이병욱²

*H. P. Park¹, #B. S. Cha(bscha@kitech.re.kr)¹, B. O. Rhee²

¹ 한국생산기술연구원 금형·성형기술연구부, ²아주대학교 기계공학부

Key words : Rapid Mold Heating & Cooling, Co-injection Molding, Flash, Burr, Injection Molding CAE

1. 서론

최근 전기/전자 분야는 고품질 외관 디자인이 강조된 신제품 개발이 활발히 진행되고 있으며, 무선인터넷 서비스의 활성화로 휴대하기 편한 노트북의 인기가 높아지고 있다. 따라서 기업의 개발 경쟁은 소형화 및 경량화를 위한 제품 외관 케이스의 두께 감소, 두께 대비 큰 화면을 가지는 박육 제품의 생산기술 개발에 노력하고 있다.

이렇듯 두께 대비 대면적을 가지는 박육 제품의 생산은 기존의 공법으로는 생산이 어렵기 때문에 신개념의 사출금형 및 성형 기술이 다양하게 접목되고 있다. 특히 제품 외관에 발생하는 웰드라인(Weldline) 및 수지 유동성을 개선하기 위한 방법으로 금형 급속가열-냉각 기술이 적용되고 있으며[1, 2], 최근에는 외관 디자인 향상을 위하여 이중사출성형기술과 융합되어 적용되고 있다. 그러나 금형 급속가열-냉각 기술의 적용으로 박육 제품 성형에 높은 효과를 얻었지만, 금형 가열로 인한 수지의 용융으로 금형 파팅라인(Parting Line)에 플래쉬(Flash)가 빈번히 발생하는 문제가 있다[3]. 또한 이중사출성형에서는 1 차 성형품에서 발생한 플래쉬의 영향으로, 2 차 성형시 금형 파팅라인의 틈새가 더욱 커져 플래쉬 발생이 심해지는 문제가 있다.

일반적으로 플래쉬는 제품의 모서리 부분이나 금형 파팅라인에서 발생하며, 사출성형의 결합 중 가장 흔하게 발생하는 불량 현상으로 알려져 있으며, 발생 원인을 살펴보면 다음과 같다[4].

- 1) 금형의 이동측, 고정측간의 접합 정도가 약할 때
- 2) 금형의 파팅라인이 파손됐을 때
- 3) 사출기의 형체력이 적당치 않거나 형체력 조절을 낮게 설정했을 때
- 4) Cylinder 온도가 높을 때
- 5) 사출속도가 빠를 때
- 6) 금형 내압이 높을 때 (사출압력/보압이 높을 때)

이렇듯 플래쉬는 다양한 원인에 의해서 발생되고 있으나, 수치해석을 통한 형체력 계산 및 경험에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 박육 제품의 성형을 위한 금형 급속가열-냉각 공법이 적용된 CAE 해석을 통하여 이중사출 적용 시의 성형 제품의 플래쉬 발생에 대해서 알아보았다.

2. 이중사출성형시스템

Fig. 1 에 금형 급속가열-냉각이 적용된 10 인치 노트북 케이스 이중사출 개념도를 나타내고 있다. 1 차 측은 투명 PC, 2 차 측은 불투명 PC+ABS 를 적용하였으며, 모두 1mm 의 두께를 가지고 있다. 제품의 웰드라인 제거를 위하여 금형의 온도를 150 도 까지 올린 후 목표 온도에 도달하였을 때 사출성형 공정이 이뤄지도록 되어있으며, 사출-보압 공정 동안 가열공정이 이뤄지며, 이후 에어 투입을 통한 가열수 제거 공정과 냉각수 투입을 통한 금형 냉각공정이 이뤄지는 시스템이다. 이때 금형의 가열 및 냉각 제어는 금형 내에 설치된 온도센서를 통하여 이뤄진다. 그러나 이중사출성형은 이동측 플레이트의 회전으로 센서 설치에 제

약이 있기 때문에 이를 고려해야 하는 문제가 있다.

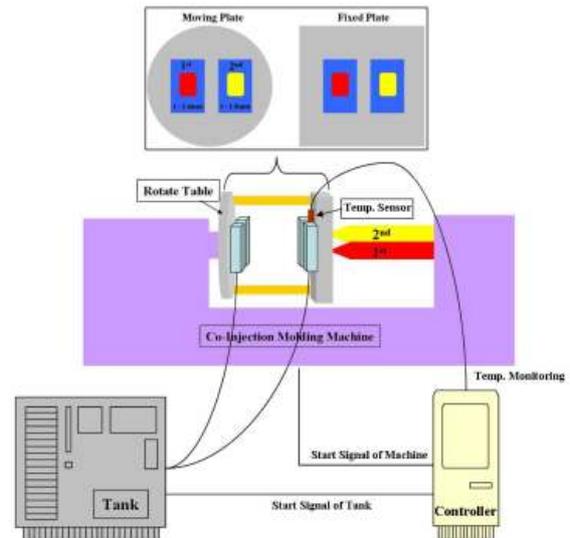


Fig. 1 Rapid mold heating & cooling system for co-injection molding

3. 금형 급속 가열/냉각해석

두께 대비 넓은 면적을 가지는 10 인치 노트북 케이스의 박육 유동특성 분석을 위하여 1 차측 제품에 대하여 금형 급속가열-냉각 해석을 진행하였다. 해석에는 Autodesk사의 MPI 2010 을 사용하였으며, 수지는 SABIC 의 Lexan 121 을 적용하였다. Fig. 2 는 금형 급속가열/냉각 공정의 적용 전과 후에 대한 유동패턴을 나타내고 있다.

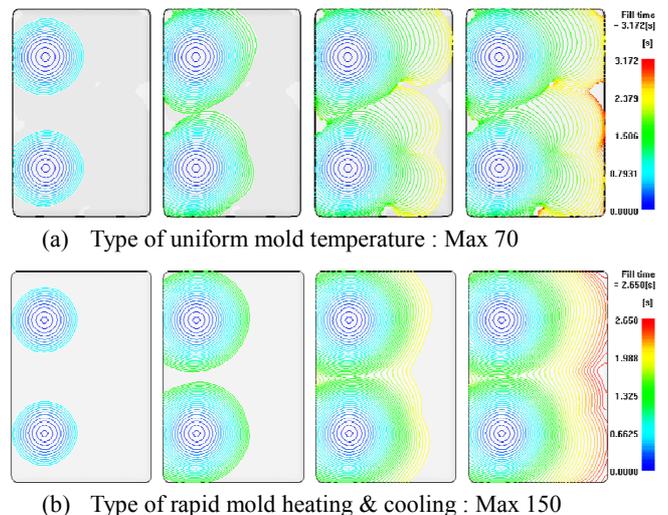


Fig. 2 Flow analysis of 1st part for notebook case with 10 inch

Fig. 2 (a)는 낮은 금형온도로 인하여 게이트를 통과한 수지의 급격한 고화층 형성으로 인하여 유동에 제약이 발생되어 유동패턴이 불균일하게 나타나 결국에는 미성형이 발생하는 결과를 볼 수 있다. Fig.2 (b)는 온도를 150 도로 가열 후 70 도로 냉각되는 금형온도 조건을 적용한 경우의

유동 패턴이다. Fig. 2(a)와 다른 유동을 보이고 있으며, 게이트를 통과한 수지 유동이 원활히 진행되어 충전이 완료됨을 볼 수 있다. 따라서 이후의 이중사출성형에도 본 해석 기법을 적용하도록 하였다.

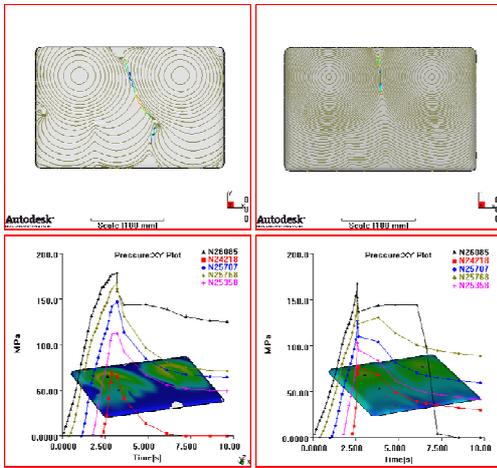


Fig.3 Distribution of weld-line and pressure

Fig.3은 웰드라인 및 압력분포를 나타낸 결과로써, 금형 급속가열/냉각 공정이 적용되었을 때, 웰드라인이 향상되는 결과를 얻을 수 있었다. 특히 금형온도가 수지의 유리전이 온도 140도 이상으로 가열되기 때문에, 실제 성형에서는 웰드라인이 없어질 것으로 예상된다. 성형압력의 경우 유동 중에 발생하는 고화층의 형성을 억제하기 때문에 상대적으로 낮은 압력이 형성되고 있으나, 160MPa 이상의 높은 압력이 형성됨을 확인할 수 있다.

4. 이중사출금형의 플래쉬 해석

높은 사출압력 및 이중사출성형기의 구조로 인하여 발생하는 플래쉬에 대한 해석을 진행하였다. Fig. 4에는 해석에 사용된 이중사출금형 및 성형기의 이동측 형판 구조에 대한 유한요소모델을 보여주고 있다.

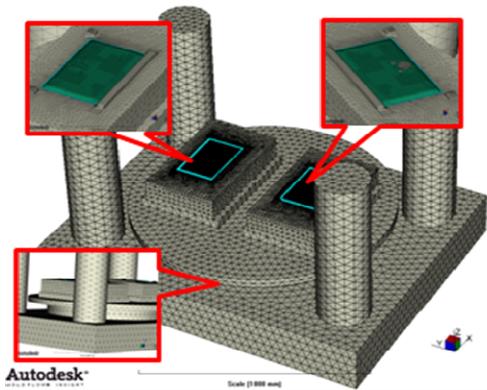


Fig. 4 The finite element model for CAE analysis with flash generation of co-injection mold

Fig. 4에 보듯이 이중사출성형기는 이동측 플레이트가 회전을 해야하기 때문에 실제 형체력을 이동측 플레이트 전면을 통하여 작용하지 못하고, 회전축을 중심으로 형체력이 작용하는 특징을 가지고 있다. 따라서 본 연구의 대상 제품과 같이 면적이 넓은 경우 형체력의 분포가 불균일하여 플래쉬가 발생하는 문제를 가지고 있다.

Fig. 5에 불균일한 형체력으로 발생된 이동측 플레이트 및 금형의 변형분포를 나타내고 있다. 1차측의 금형에 높은 압력이 발생되어 0.14mm의 높은 변형이 발생되고 있음을 확인할 수 있다.

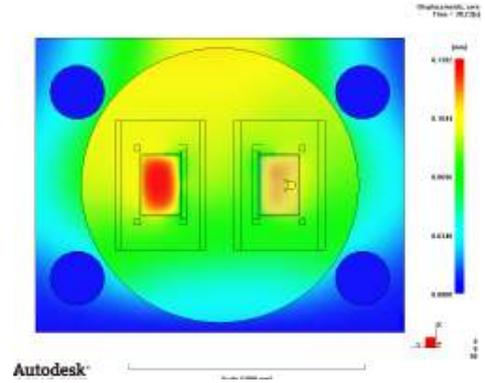


Fig. 5 The deflections of the core during the filling and packing phases

Fig. 6에는 1차와 2차측 제품의 유동해석 결과를 나타내고 있다. 1차측의 충전말단부를 중심으로 플래쉬가 발생되고 있음을 확인할 수 있다. 본 해석의 경우 1차와 2차가 동시에 성형되는 공정으로 가정하였기 때문에 실제 이중사출과 같이 1차측 성형 후 플레이트가 회전하여 2차 성형이 이뤄진다면, 1차측의 플래쉬 영향으로 2차측의 플래쉬가 더욱 심해질 것으로 예상할 수 있다.

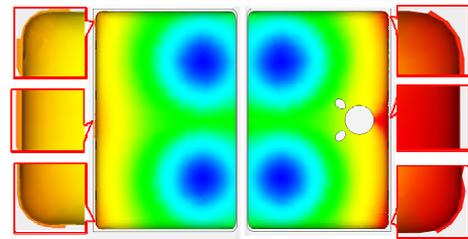


Fig. 6 The flash generation of 1st part and 2nd during the filling and packing phases

4. 결론

본 연구에서는 박육 10인치 노트북 케이스 이중사출제품의 CAE 해석을 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 박육 제품에 대한 금형 급속가열-냉각과 일반 금형 온도 적용에 따른 성형특성을 분석하여 급속가열-냉각 공정의 적용이 박육 제품의 유동특성을 개선시키는 결과를 얻을 수 있었다.
2. 이중사출금형의 높은 사출압력과 성형기 및 금형 구조 문제로 발생하는 플래쉬 현상을 CAE 해석을 통하여 예측할 수 있었다.

후기

본 연구는 지식경제부의 부품소재종합기술지원사업으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. H.P. Park., B. S. Cha., B. O. Rhee., " Development of Injection Molding for High Printability on Nano Pattern(400nm) using Rapid Mold Heating & Cooling," HyMap 2008, 95-95, 2008.
2. 박형필, 차백순, "전화기 케이스 외관 품질 향상을 위한 급속 가열/냉각 금형기술 개발 ", 한국정밀공학회 춘계 학술대회, 503-504, 2008
3. Hiroyuki Higuchi., Wataru Kosaka., Kiyohito Koyama., "Theoretical Model for Flash Generation", Polymer Engineering and Science, 198-206, 2005
4. http://www.basf.co.kr/02_products/01_thermoplastics/etc/trouble/tr_02.html