

Moldflow 를 이용한 Al-Insert 사출성형해석에 관한 연구

*김경수¹, 노태정¹, 오영진¹, 정희상¹, 김기일²
¹ 동명대학교 메카트로닉스 공학과, ²삼도인젝션

A Study on Al-Insert Injection Molding Analysis using Moldflow

*K. S. Kim¹, T. J. Lho¹, Y. H. Oh¹, H. S. Jeong¹, K. I. Kim²
¹ Dept. of Mechatronics. Eng., Tongmyung Univ., ²Sam-do Injection

Key words : Al-Insert Injection Molding, Press Blanking, Press Forming, Moldflow, Gate, Reverse Engineering

1. 서론

알루미늄 인서트(Al-Insert) 사출 성형이라는 것은 수지로 사출되는 제품에 비교적 간단한 공법으로 제품의 형상에 맞춰 알루미늄 시트(Al-sheet)를 블랭킹(Blanking), 포밍(Forming) 공정으로 형상화하여 접착제 도포(Bonding) 후에 인서트 성형 몰딩(Molding) 하는 공정이다. 본 연구는 이러한 공정에 대하여 Moldflow 를 통한 사전 해석을 이용하였으며, 때로는 진행되는 공정에 맞는 조건을 moldflow 에 설정하여 나타나는 결과를 최대한 고려하여 실패와 시행착오 그리고 그로 인해 발생하는 시간 및 비용의 절감 등을 최소화하여 모든 공정을 진행하였다.

2. Moldflow 에 의한 사출 성형 해석



Fig. 1 Ash-tray Cover

Al-insert 사출 성형에 대한 연구 및 Moldflow 를 이용한 해석을 위해 Fig.1 의 자동차 재떨이 덮개(Ash-tray Cover)를 획득하여 3 차원 광학식 스캐너(장비명:COMET TV)를 이용하여 역설계(Reverse Engineering)를 위한 모델링이 이루어졌다. 스캐너로 획득한 점 데이터를 서피스로 형성하여 생성된 모델을 3D 모델로 설정하여 두께 방향의 수지 유동과 속도를 모두 고려하였다.

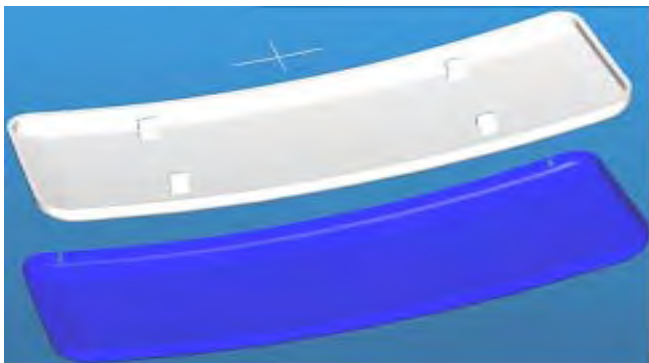


Fig.2 Result of Reverse engineering

Fig.2 는 Al-Insert 부분과 사출 성형 부분을 구분하여 보여주고 있다.

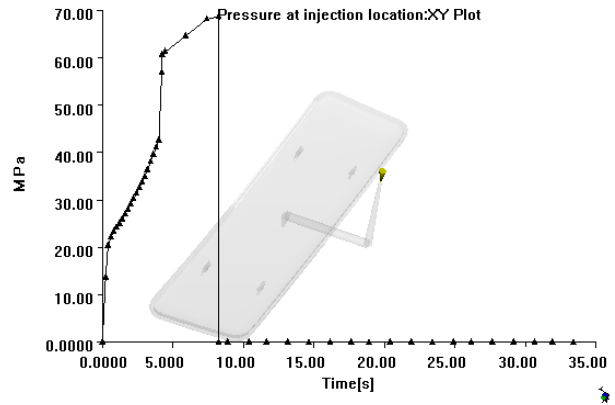


Fig.3 Injection Pressure

Fig.3 는 시간에 따른 사출 압력을 나타내는 결과이다. 4.3 초 정도의 시간까지 캐비티(Cavity)내부까지 충전을 위한 시간을 가지며 이후 조금 더 높은 압력으로 4 초 정도의 보압을 해주는 방식이다. 일반적으로 사출 성형에 있어 최대 압력으로 충전 이후 조금 더 낮은 압력을 보압을 하는 경우가 많으나 본 연구에서는 제품의 단일한 형상에 근거하여 상기와 같은 방법으로 보압을 주는 것이 전체적인 균일성을 띄고 더욱 유용하다고 판단하였으며 불량률의 최소화로 이것을 확인할 수 있었다.

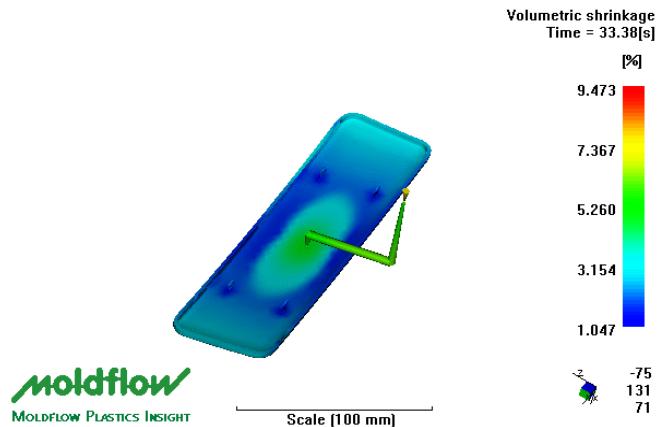


Fig.4 Volumetric Shrinkage

Fig.4 는 제품 체적 수축률을 나타내는 결과이며 이는보압,냉각 과정에서의 각 부분의 온도이력과 압력이력에 의하여 결정된다. 냉각속도가 빠를수록, 압력을 크고 길게 많이 받을수록 수축률은 작아진다. 또한 +값은 수축을, -값은 팽창을 의미하며 본 모델은 형상이 단순하며 크기가 작아서 짧은 시간 충전이 완료되므로 앞의 설명과 같이 충전 이후 보압 시에 압력을 더욱 강하게 주어 수축률이 낮아지도록 하였으며, 이는 취출을 고려한 조건으로 상기와 같이 미세한 수축률을 가지도록 하였다.

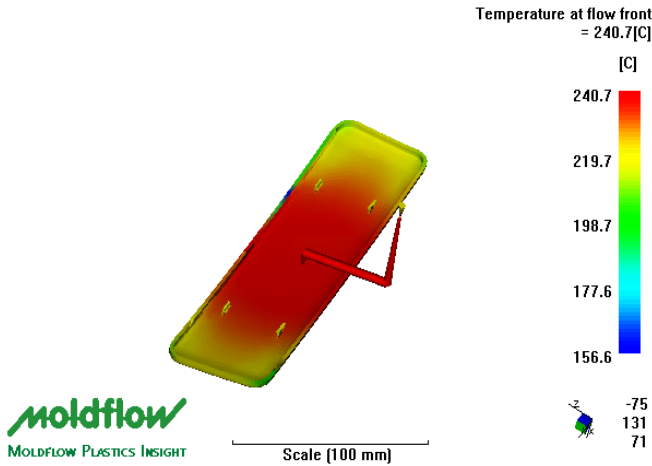


Fig.5 Temperature at flow front

Fig.5는 수지가 제품 내부로 흘러갈 때의 유동선단의 온도를 나타내는 결과이다. 유동선단의 온도는 일정하게 유지되는 것이 좋으며 특정부분에서 온도가 급격히 낮아지는 유동정체가 발생하여서는 안 된다. 형상이 단순하며 크기가 작은 본 모델 같은 경우는 빠른 사출속도와 균일한 형상에 의해 선단과 금형의 마찰로 인한 열손실이나 유동정체가 발생하지 않으며 상기와 같이 안정적인 유동선단의 온도를 가지므로 사출 성형 시 온도에 의한 결함은 발생하지 않는다. 이 외에도 단순한 제품 형상과 하나의 게이트(Gate)를 갖는 구조 때문에 Weld line이나 Air trap은 거의 전무함을 Moldflow 및 실제 공정 진행을 통해 확인할 수 있었으며 다양한 사진 해석 결과를 토대로 실제 금형 및 시작품 제작을 진행하였다.

3. 금형 시작품 설계 제작

본 제작에서는 알루미늄 플레이트를 재떨이의 규격에 맞게 가공하는 선공정이 우선적으로 필요하다. 이는 블랭킹을 통한 알루미늄 시트 제작과 포밍을 통해 재떨이의 규격에 맞추는 포밍으로 이루어지는 공정이다. 1차 블랭킹, 2차 포밍의 공정순으로 일체화 된 재떨이 커버 부품을 우선 반제품으로 하며, 시트 안쪽 면의 접착제 도포 이후에 수지와의 접착을 통해 완성되는 공정을 갖는다.



Fig.6 Developed Ash-tray Cover

Fig.6은 사출되는 수지와 반제품인 알루미늄 시트와 접착시키는 일원화 된 공정을 거쳐 최종 완성된 재떨이 덮개 시작품이다. 초기 우려했던 외곽부위 또는 수지와 시트의 접착 등에 대한 불량은 없으며 완성도 높고 외관미가 뛰어난 제작을 완료할 수 있었으며 이 제품을 한국화학시험연구원에 의뢰하여 몇 가지 실험을 하였다.

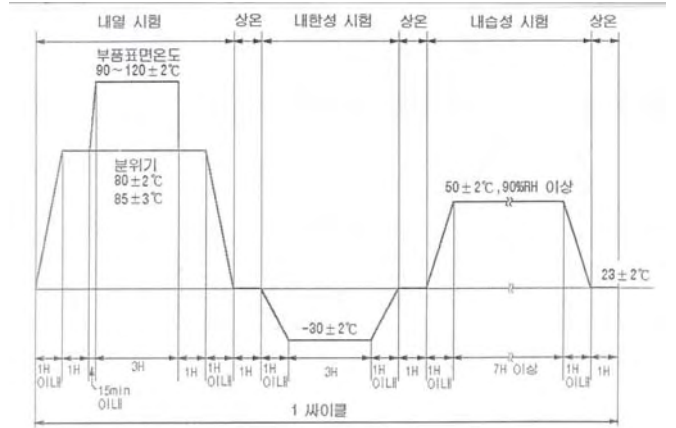


Fig.7 A Heat Cycle Test

Fig.7은 본 재떨이 덮개 시작품의 시험을 위한 1 사이클을 나타내고 있으며, 이 시험을 통해 내열성, 내약품성, 내충격성 등에 대하여 규격(MS210-05)에 의거한 이상없음을 확인함으로써 최종적인 시작품 제작 및 제작품에 대한 시험까지 연구의 모든 과정을 완료하였다.

4. 결론

본 연구는 전반적으로 알루미늄 시트를 인서트 성형 사출하여 자동차 내장재 부품에 적용시키는 공정이라 할 수 있으며, 그에 대해 Moldflow를 이용한 사출 성형 해석을 이용하여 공정에 대한 시행착오와 실패를 최대한 고려한 것이다. 또한 프레스 성형과 인서트 사출을 일원화하는 공법으로 다양한 요구에 맞도록 무늬와 음양각 패턴을 선택할 수 있으며 천연소재의 느낌을 최대한 나타낼 수 있는 다차원 곡률 형상의 부품을 단순한 공법으로 생산, 외관미 향상 및 원가 절감을 실현하고자 하는데 목적이 있다. 프레스 공정인 블랭킹과 포밍을 통해 일체형으로 형상화 된 몰드 커버 반제품을 가공하는 공정과 반제품을 접착제 도포하여 건조 시킨 후 인서트 성형 사출하는 공정과 사출 성형 후 보호비닐을 제거 후 재차 보호비닐 테이프를 부착하는 공정을 특징으로 한다. 알루미늄 인서트 사출 성형을 이용하여 자동차 내장재 부품개발이 국내 적용된 사례는 아직 없으며 우아하면서도 장기간 사용에도 흠집이 발생하지 않는 장점으로 미루어 상당한 수요를 창출할 수 있으리라고 예상된다.

후기

본 연구는 교육인적자원부, 산업자원부 및 한국산업기술재단에서 주관하는 산학협력중심대학육성사업에서 재정적 지원을 받아 이루어졌으며 참여업체인 삼도인젝션과 세웅산업에도 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 권태헌, "사출성형 CAE 설계지침," 문운당, 2004
2. 김영주, "자동차 범퍼 사출성형해석과 금형설계," 자동차 공학회 추계학술대회 논문집, pp.481-490, 1994
3. 이형수, "CAE를 이용한 자동차 Front Bumper Fascia의 사출 성형 해석," 자동차 공학회 추계학술대회 논문집, pp.1147-1152, 2004
4. 유영식, 이경모, "최신 사출 성형 금형," 기전연구사, 2002
5. "일체형 가변 인서트 몰딩 제조방법 및 몰딩 부품," 특허 (1999-0030495)