

# 승용차 내장용 에어 밴트 부품 사출 금형 개발에 관한 연구

박광진\*, 임태양\*, 박태현\*, 김기선\*\*, 김송화\*\*\*

\*공주대학교 기계공학과

\*\*\* 엠티코리아

E-mail : keysun@kongju.ac.kr

## Development of Injection Mold for Automotive Air Vent

Kwang-Jin Park\*, Tae-Yang Lim\*, Tae-Hyun Park\*, Key-Sun Kim\*\*,  
Song-Hwa Kim\*\*\*

\*Dept of Automotive Engineering, Graduate school of Kongju University

\*\*Dept of Automotive Engineering, Kongju University

\*\*\*M.T. Korea Inc.

### 요 약

본 논문은 자동차의 부품 중 에어 밴트를 효율적으로 개발하기 위하여 제품의 형상, 사출 해석, 변형과 그 제품이 완성차에 설치 시 열유동에 관한 해석 및 개발에 관한 논문이다. 이를 위하여 3차원 설계를 한 후, 사출성형 공정에 대한 충전시간, 웰드 라인, 에어트랩 등 사출 성형 공정에 대한 분석하였다. 다음으로 완성차에 조립된 상태에서 열유동 해석을 통하여 제품 윤곽선의 적합성을 확립하였으며 이를 바탕으로 하여 금형을 제작할 수 있는 설계조건을 확립 하였다.

### 1. 서론

사출성형은 플라스틱 수지와 제품의 금형을 필요로 한다. 종래에는 금형 제작 및 사출조건을 경험에 의존하여야 했다. 하지만 이러한 것들은 미성형, 변형, 에어트랩, 크랙 등의 많은 성형 불량 발생하였다. 그리하여 금형의 경우 최초 제작비가 고액이며, 제품을 잘못 사출하게 되면 지속적인 비용이 추가로 들어가게 된다.<sup>1)</sup>

최근에 요구되어지고 있는 사출 성형품의 품질과 치수 정밀도를 향상시키기 위해서는 수축과 변형을 야기하는 성형제품내의 압력과 온도 분포 등을 정확하게 예측하고 해석 할 수 있는 정확한 수학적 모델링 및 해석 기법이 필요하게 되었다.<sup>2)</sup> 컴퓨터를 이용하여 사출 공정을 해석할 경우 제품의 개발에 있어서 설계 효율을 극대화 시킬 수 있으며, 또한 원가 절감, 개발기간의 단축 및 성형품의 품질 향상도 등의 많은 장점들을 가지고 있다. 컴퓨터 해석 프로그램을 이용하여 신차 승용차에 적용할 I/P 부품중 에어 밴트를 개발하기 위한 노력이 진행 중에 있으며, 이를 위하여 3차원 설계를 한 후, 사출성형

공정에 대한 충전시간, 웰드 라인, 에어트랩 등 사출 성형 공정에 대한 분석 하였다. 다음으로 완성차에 조립된 상태에서 열유동 해석을 통하여 제품 윤곽선의 적합성을 확립하였으며 이를 바탕으로 하여 금형을 제작할 수 있는 설계조건을 확립 하였다.

### 2. 사출 성형을 위한 모델링 및 조건

본 논문에서는 3차원 프로그램인 CATIA를 이용하여 설계를 하였다. 다음으로 작업 공정을 단축시키기 위하여 8개를 동시에 사출할 수 있도록 Lay out 설계를 하였으며, 그 형상은 그림1과 같다.

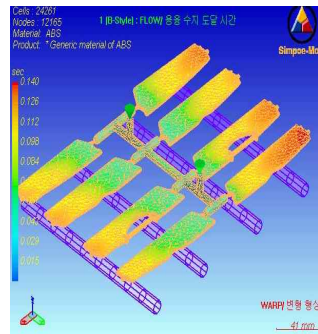


[그림 1] 3D모델링

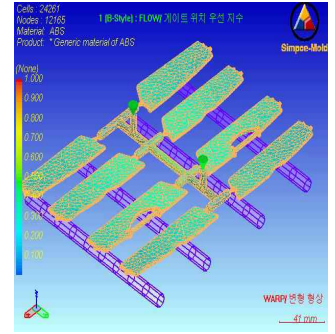
사출해석은 미국 Software인 SIMPOE 프로그램으로 해석하였으며 메쉬(mesh)의 총Cells 개수는 24,261개이고 Nodes의 개수는 12,165개이다. 사용된 장비의 사양은 사출률이 1150cc/sec, 최대 사출압이 240 MPa이며, 게이트 2개를 중앙부위에 설계하였다. 냉각파이프는 4개로 각각 지름 10mm, 길이가 130mm로 설계하였으며 냉각수로 물을 이용하였다. 재질은 ABS LG화학 제품인 MA201로 이용하였으며, 물성치는 표1과 같다. 또한 게이트의 우선 지수는 일정하게 하였다.

[표 1] ABS MA201

물리적 성질	시험방법	시험조건	대표치
비중	ASTM D792	-	1.04
수축율(Flow),3.2mm	ASTM D955	-	0.4-0.7%
유동지수	ASTM D1238	220℃	7g/10min

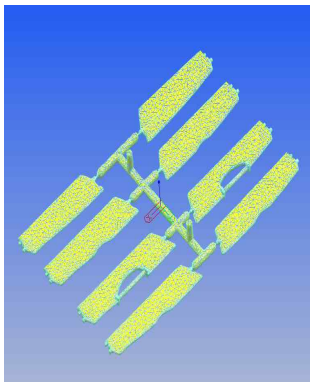


[그림 4]수지 도달 시간

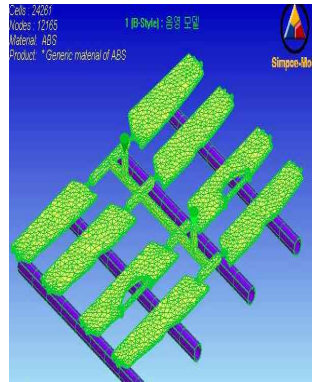


[그림 5] 게이트 우선 지수

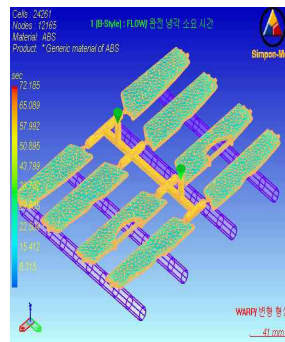
다음 그림 6에서 보여 지는 것은 완전 냉각에 소요되는 시간과 용융 수지의 중심온도이다. 추출 할 수 있는 온도를 70℃로 정하고, 냉각수의 온도를 30℃, 냉각제 평균 유량을 150cc/sec 하였을 때, 그림에서 보여 지듯이 완전 냉각에 드는 시간은 72초로 용융 수지가 들어가는 시간보다 오래 걸렸다. 그림 7은 용융수지의 중심온도로 거의 거의 일정하게 230℃ 정도 인 것을 볼 수 있다.



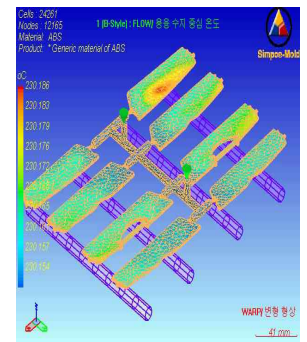
[그림 2] 메쉬 작성



[그림 3] 냉각 파이프 모델링



[그림 6] 완전 냉각 소요시간



[그림 7] 용융수지 중심 온도

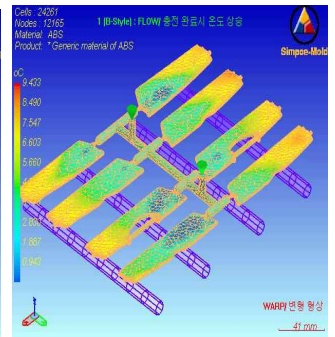
### 3. 사출성형 해석 결과

상기 해석 조건에 따라 수행한 결과 총 용융 수지의 도달시간은 0.141초 시간이 걸렸으며, 부품에 들어가는 게이트 위치 우선 지수는 각각의 부품에 일정하게 들어가도록 설정되게 하였다. 하지만 처음 0.067초 부근에서 제품에 모양이 형성되는 각 부분에 삽입되기 시작하여 대부분의 제품에 비슷한 속도로 충전이 되었지만, 형상이 복잡한 3번째에 늦게 충전이 되었다.

그림 8은 충전 완료시의 벌크 온도를 보여주고 있다. 벌크 온도의 차이는 18℃ 정도의 차이를 보이고 있으며, 충전완료시 온도차이의 최대치는 9℃ 정도의 차이를 보이고 있다.



[그림 8] 충전완료시 벌크 온도

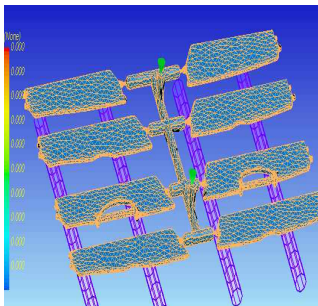


[그림 9] 충전 완료시 온도 상승

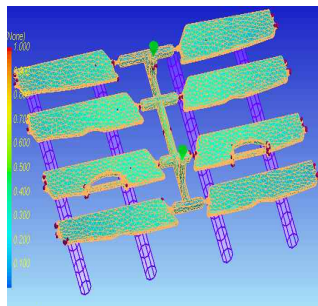
그림10(a)에 보이는 검은 부분은 웰드 라인(Weld-Line)

을 보여주는 그림이다. 웰드 라인은 부품의 용융수지가 금형 내에 분기해서 흐르다가 합류한 부분에 생기는 선으로서 수지의 흐름이 두 방향 이상으로 분기하면 반드시 발생하여 최소한으로 하여야 하는 중요한 부분이다. 그림에서 보이듯이 거의 웰드 라인이 발생하지 않았다. 하지만 그림10(b)를 보면 게이트를 2개를 넣어 수지가 서로 만나게 만들었을 때 수지가 서로 만나는 부분인 중간 부분에서 웰드 라인이 발생하였으며, 이것은 위에서 설명한 웰드 라인이 분기하면 만들어진다는 것을 알았다. 게이트를 설계할 때에는 웰드 라인을 고려하여 설계하여야 될 것이다. 그림 11번에서 보이는 빨간색 부분은 공기가 간힘 부분이다. 공기가 간힘 부분이 발생할 경우 제품이 제대로 성형이 되지 않을 수 있어서 반드시 공기 간힘 부분을 제거 할 수 있도록 하여야 한다. 공기 간힘 또한 엔드라인과 비슷한 모습을 보여주었다. 그림 11(b)을 보면 두 수지가 만나는 부분에서 공기의 간힘을 볼 수 있었다.

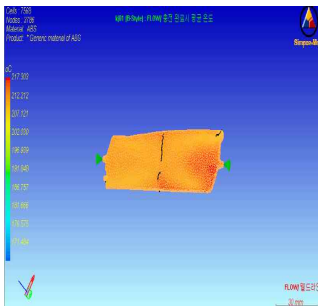
다음으로 제조된 부품을 설치 장착하였을 때 열유동 현상을 해석 하였으며, Solidwork의 유동해석 프로그램인 Floworks를 이용하여 사출 금형으로 제작한 에어 밴트가 효과적으로 작동하는지를 해석 하였다. 초기 조건으로는 주위의 공기는 대기압으로 형성하였으며, 공기의 속도는 10m/s, Fluid cells의 개수는 4,113개, Partial Cells의 개수는 3,742개로 설정하였다. 그림 12의 경우는 제품의 형상에서 각도를 45°를 주어 유동해석을 하였다. 위에 그림 12에서 보듯이 제품이 모델링 앞부분에서는 와류가 발생하지 않았으며, 초기에 속도는 10m/s이지만, 급격히 속도가 하락하여 공기가 5m/s정도로 확산되어지는 것을 확인하였으며, 실제 에어밴드의 각도 45°보다 더 많은 각도로 유동하는 것을 볼 수 있었다. 그림 13의 경우는 각도를 0°로 하여 공기의 유동을 확인하여 보았다. 그림 13의 경우 또한 초기에 10m/s로 공기의 속도를 설정 하였지만, 제품의 앞부분을 지나면서 속도가 3m/s로 줄어들어 직선으로 나아가면서 공기가 유동하는 것을 확인 하였다. 이것 또한 제품의 공기 유동을 확인 시 제품의 끝부분에서의 와류는 발생하지 않았다.



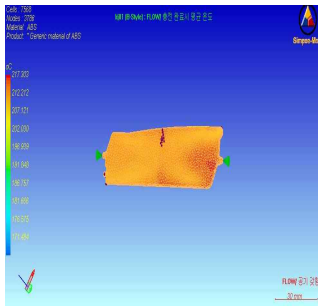
[그림 10] 웰드라인 (a)



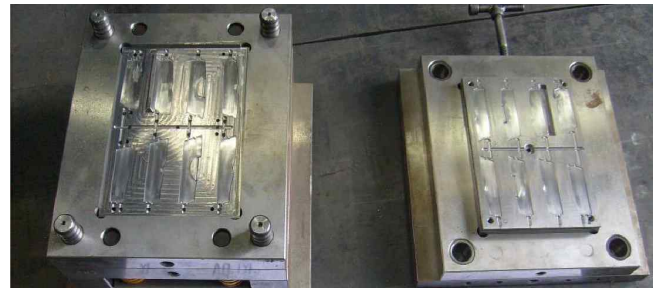
[그림 11] 공기 간힘(a)



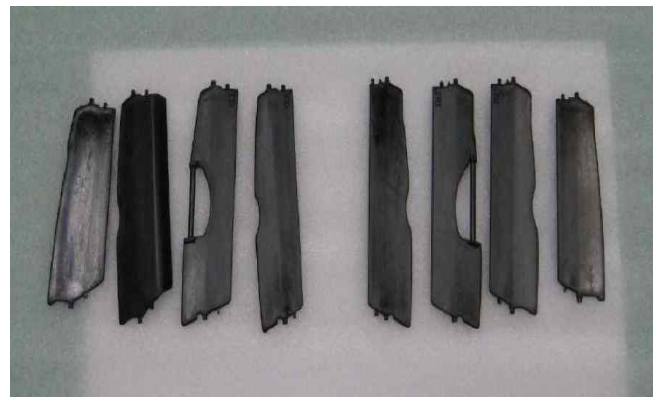
[그림 10] 웰드 라인(b)



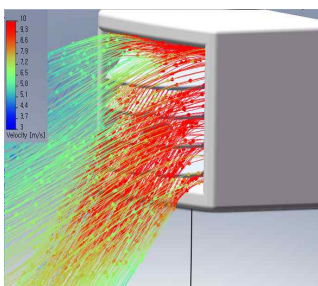
[그림 11] 공기 간힘(b)



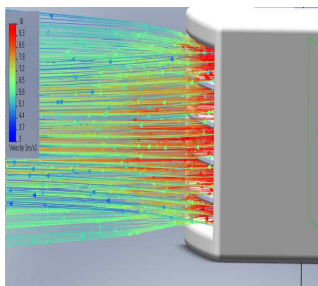
[그림 14] 금형



[그림 15]에어 밴트



[그림 12] 제품 45° 일 때 공기 유동



[그림 13] 제품 0° 일 때 공기 유동

다음으로 설계 해석 조건에 따라 설계하여 제작한

금형 그림 14의 경우 실제로 제작되어진 금형이며, 그림15는 설계를 하며 직접 제작되어진 에어 밴트 부품들이다. 그림 15는 금형의 모습을 보여주며, 그림에서 보듯이 제품의 표면이 깨끗하며, 제품의 형상이 웰드 라인과 미성형의 모습을 보이지 않았다. 또한 본 제품에 대한형상 공차, 치수 변형 등을 측정한 결과 완성차의 조건에 만족 하였다.

#### 4. 결론

본 논문은 자동차의 부품 중 에어 밴트를 효율적으로 개발하기 위하여 제품의 형상, 사출 해석, 변형과 그 제품이 설치 시 열유동에 관한 해석 등을 통하여, 충전 시간, 웰드 라인, 에어트랩 등을 사전 분석하여 변형을 방지 할 수 있는 설계 조건을 확립 하였으며 그 내용은 다음과 같다.

1. 본 개발품에 대한 사출 성형 해석 결과 8개를 동시에 생산 가능한 금형 설계가 가능하였다.
2. 금형 설계 후 제작하여 제품을 제조 하였으며 그 결과 본 제품에 대한 형상공차, 치수 변형 등을 측정한 결과 완성차의 조건에 만족 하였다.
3. 제조된 부품을 설치 장착하였을 때 열유동 현상을 해석 하였으며, 열유동 해석 시 제품의 공기 유동에서 와류가 발생하지 않고 원활한 흐름을 확인 하였다.

#### 후기

“본 연구는 지식경제부 지정 공주대학교 자동차의장 및 편의부품 지역혁신센터의 지원에 의한 것입니다.”

#### 참고문헌

[1] 김현필, 김용조“사출 성형에 대한 충전과 보압 과정의 영향에 관한 연구”, 한국공작기계학회 춘계 학술대회 논문집, 제1권, 제1호, pp. 112-118, 2002.

[2] 김옥래, 차백순, 이상용, 김영근, 우창기 “CAE를 이용한 이중 사출 제품의 러너 및 게이트 영향에 대한 연구”, 한국소성가공 학회지, 제 18권, 제 2호, pp. 160-166, 2009.

[3] 모정력, 김현진, 류민영 “성형조건과 수지의 종류에 따른 사출 성형품의 성형 수축”, 한국소성가공학회 춘계 학술대회 논문집, pp.363-370, 2009.

[4] 노태정,김경수, “Moldflow를 이용한 자동차 기어

박스커버의 사출 공정해석” 한국산학기술학회논문지 제 9권, 제6호 pp. 1494-1499, 2008.

[5] 신남호,이균덕 “실무형 플라스틱 금형 설계”, 엘비컴, 2004.

[6] 허영무, “자동차용 Back-Mirror용 Frame의 플라스틱화에 대한 CAE 해석 연구” 한국 자동차공학회 제 16 권, 1호, pp. 10-21