

# PC/ABS 기반 고분자 복합재를 이용한 카오디오 샤시의 사출 특성 및 금형/설계에 관한 연구

## Design of injection molded car audio chassis using PC/ABS hybrid composites

\*박태홍<sup>2</sup>, 전성호<sup>1</sup>, 김현모<sup>3</sup>, 백치경<sup>3</sup>, 서기정<sup>3</sup>, 이형진<sup>1</sup>, #최우천<sup>1</sup>, 최병호<sup>1</sup>

\*T.H. Park<sup>2</sup>, S. H. Jeon<sup>1</sup>, H. M. Kim<sup>3</sup>, C.K. Baek<sup>3</sup>, K. J. Seo<sup>3</sup>, H.J.Lee<sup>1</sup>, #W. C. Choi(wcchoi@korea.ac.kr)<sup>1</sup>, B. H. Choi<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 고려대학교 기계공학과, <sup>2</sup> LG 전자, <sup>3</sup> LG 화학

Key words : PC/ABS, Injection mold design.

### 1. 서론

2005 교토의정서의 환경에 따라 선진국을 포함한 여러 국가들은 CO<sub>2</sub> 배출의 감소를 위한 많은 노력을 기울이고 있다. 특히, CO<sub>2</sub> 배출의 많은 부분을 차지하고 있는 자동차 업계의 경우, 에너지 효율 향상을 위한 많은 연구가 진행되고 있다[1].

에너지 향상을 위하여 현재 철로 되어 있는 내장재 및 외장재의 재료를 알루미늄이나 엔지니어링 플라스틱과 같은 충분한 기계적 물성치를 가진 가벼운 재료로 대체하는 것이 주를 이루고 있으며, 이와 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 앞으로 다가올 환경규제에 대비한 자동차 에너지의 효율 향상 연구 일환으로 PC/ABS 기반 고분자 복합재[2]를 이용한 카오디오 샤시의 사출 특성 및 금형/설계에 관하여 연구하고자 한다. 현재 카오디오 샤시의 재질은 철로 이루어져 있으며 이를 엔지니어링 플라스틱으로 대체할 시 괄목할 만한 무게 경량화가 예상된다.

대체 재료로서 사용되는 재료의 기반인 PC/ABS는 PC의 우수한 기계적 특성과 ABS의 가공성을 이상적으로 조합시킨 엔지니어링 플라스틱으로서 향상된 사출 성형성을 가질 것으로 판단이 된다. 또한 기계적 강도 및 기타 물성을 향상시킬 목적으로 유리 섬유[3] 및 기타 보강재를 첨가하였다.

연구방법으로는 1차와 2차 사출 성형 해석을 통하여 최적의 게이트(gate) 위치를 선정 후 실제 사출을 실시하였다. 해석 프로그램은 일본 Toray사의 3D Timon 2009를 이용하였다.

### 2.1 차 사출 성형 해석

본 연구에서는 실제 모델 성형 해석 및 사출 실시 전에 개략적인 가이드라인 설정을 위하여 4가지 경우의 게이트 위치 및 개수를 선정하여 1차 사출 성형 해석을 실시하였다. 각각 경우 게이트의 위치 및 개수가 다른 모델은 Fig. 1과 같으며, 각각의 게이트 위치 및 개수는 첫 번째 경우는 샤시의 상판 부분의 게이트 1개, 두 번째 경우는 후면 부분의 게이트 1개, 세 번째 경우는 상판부분의 게이트 5개이며 그리고 마지막은 세 번째 경우의 게이트의 위치가 다른 경우이다.

4가지 경우의 해석결과에서 각각의 경우마다 다른 위치에서 웰드라인(weld lines)이 형성되었다. 첫 번째 경우는 내부 기관, 두 번째 경우는 샤시의 상판에서 발생하였다. 또한 세 번째와 마지막 경우는 샤시의 상판과 내부 기관에 국부적으로 웰드라인이 형성되었다. 웰드라인은 성형된 제품의 미관을 저해하고 성형품의 강도 저하를 초래한다[4]. 따라서 웰드라인 성형의 측면에서 보면 첫 번째, 두 번째 경우가 세 번째와 네 번째보다 좋은 성형성을 가짐을 판단할 수 있다. 이 결과는 Fig. 2에 나타내었다.

사출 압력은 두 번째 경우가 가장 낮은 약 89 MPa를 나타내었으며 세 번째 경우가 가장 높은 약 168 MPa를 나타내었다. 사출압력이 높은 경우는 제품의 균열 및 수지가 새어 나오는 현상과 성형품이 금형에서 이탈되지 않는 등의 문제점이 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 두 번

Table 1 Injection pressure for 4 cases

Case	Injection pressure(MPa)
1	99
2	75
3	168
4	151

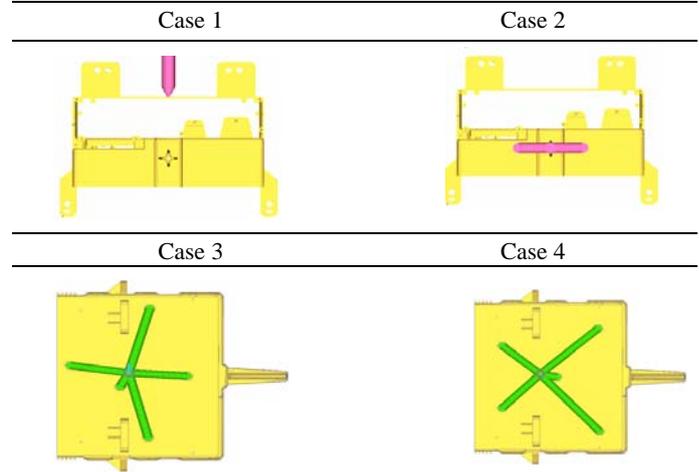


Fig. 1 Four cases of mold analysis with variable numbers and positions of gates. (1<sup>st</sup> trial)

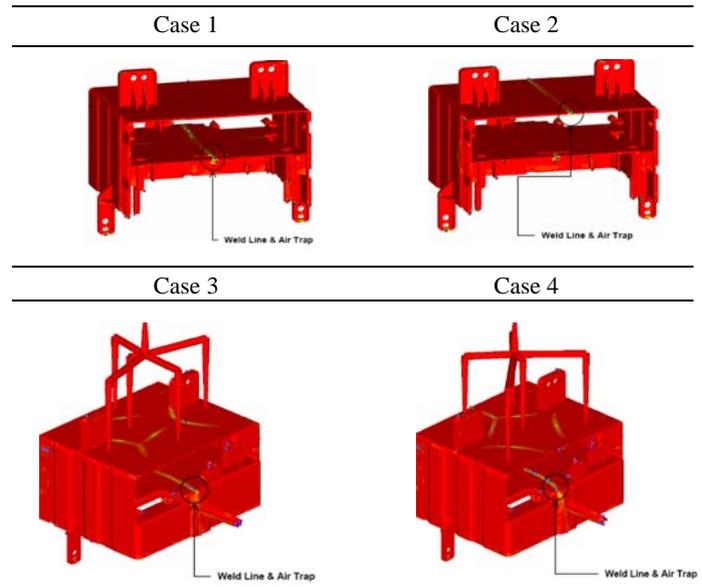


Fig. 2 Weld line formations of four cases (1<sup>st</sup> trial)

째 경우가 사출 압력의 측면에서 다른 경우보다 가장 안정적인 것을 알 수가 있다. 이는 Table 1에 나타내었다.

웰드라인과 사출 압력의 해석 결과를 종합적으로 판단해 보았을 때 두 번째 경우(게이트가 샤시의 후면에 위치)

Table 2 Results of molding analysis for 2 cases

Case	Clamping force(ton)	Injection pressure(MPa)
1	72.7	121.4
2	75.2	114.3

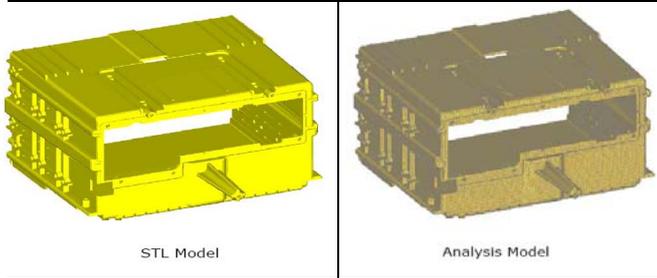


Fig. 3 Schematic of the injection mold(2<sup>nd</sup> trial)

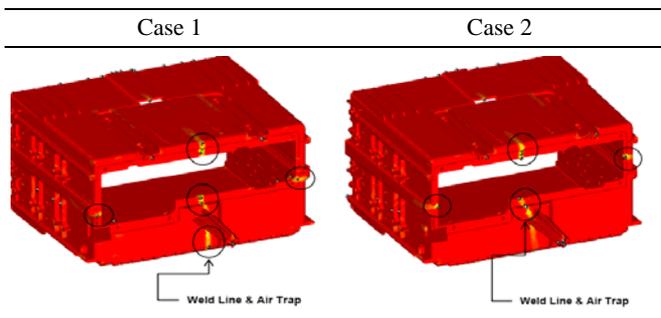


Fig. 4 Weld line formations for two cases (2<sup>nd</sup> trial)



Fig. 5 Injection molded car audio chassis

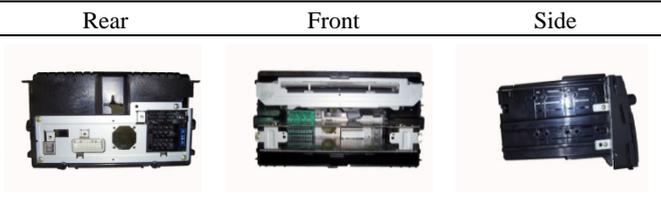


Fig. 6 Completely assembled car audio using the molded chassis

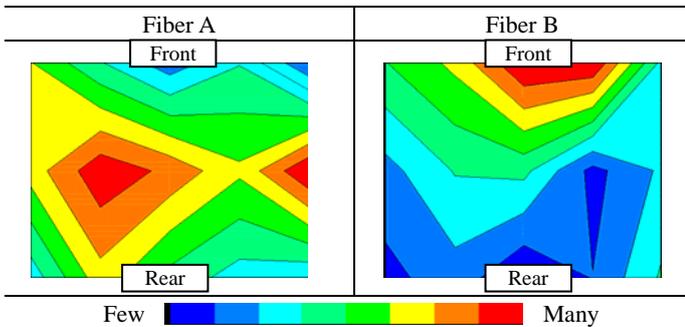


Fig. 7 Distribution of fiber A and fiber B at the upper part of injection molded car audio chassis

가 다른 경우에 비해 가장 안정적이라 할 수 있다.

3. 2 차 사출 성형 해석

1 차 사출 성형 해석 결과를 바탕으로 2 차 사출 성형 해석을 실시하였다. 2 차 사출성형 해석은 Fig. 3 와 같은 실제 사출 성형 모델로 실시하였다. 성형 해석은 게이트의 위치를 달리한 2 가지 경우를 선정하여 실시하였으며 2 가지 경우 모두 하단부 게이트 위치는 동일하나 첫 번째 경우는 상부 게이트를 위쪽에 설치하였으며 두 번째 경우는 중간에 설치하여 사출 성형 해석을 실시하였다.

2 가지 경우의 웰드라인은 Fig. 4 와 같이 두드러진 차이점은 없으나 Table 1 과 같이 형체력은 두번째 경우가 약 75 MPa 로 첫 번째 경우보다 높았으며 사출 압력은 첫 번째 경우가 약 121 MPa 로 두번째 케이스의 약 114 MPa 보다 높게 나타났다. 두 가지 요소를 고려해 볼 때 두 번째 경우가 첫 번째 경우보다 사출성형이 안정적이라고 판단할 수 있다.

4. 사출 성형을 이용한 카오디오의 구현

2 차 사출성형 해석 결과를 바탕으로 실제 사출 성형을 실시하였으며, Fig. 5 와 6 는 실제 사출 성형된 카오디오 샤시 및 제품의 내외부품을 장착한 사진이다. 내부품과 외부품의 조립이 원활하게 이루어진 것으로 보아 금형 설계에는 문제점이 없는 것으로 파악할 수 있다.

Fig. 7 에서 나타낸 바와 같이 사출 성형시의 보강재들의 분포 특성을 파악해 보면, 보강재의 분포가 균일하지 못함을 알 수 있다. 특히 fiber B 의 경우 보다 좋지 않은 경향을 보인다. 샤시 전체적으로 균일한 기계적 강도 및 기타 필요한 물성을 지니기 위해서는 골고루 분포되어야 하며 이는 차후 성형 조건 및 설계 변경을 통한 개선해야 될 사항으로 판단할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 앞으로의 환경규제에 대비하여 PC/ABS 기반 고분자 복합재 카오디오 샤시의 사출 특성 및 금형/설계에 관하여 연구하였다. 최적 게이트의 위치를 선정하기 위하여 사출 성형 해석의 웰드라인과 사출압력을 고려해 본 결과 샤시의 후면부를 가장 적합한 위치로 판단하였다.

실제 모델 사출 성형 해석 결과 상부 게이트 2 개를 제품 후면부의 상단보다 중간부분에 설치하는 것이 형체력과 사출압력 측면에서 좀 더 안정적이었다.

사출 성형 해석 결과를 바탕으로 실제 사출 결과 금형 설계상의 문제점은 내부품과 외부품과의 조립 결과 이상이 없었다. 그러나 보강재들의 분포 특성을 판단해 본 결과 불균일한 분포를 보였으며 이는 샤시의 균일한 기계적 강도 및 기타 필요한 물성을 가지기 위하여 개선되어야 할 사항으로 판단할 수 있다.

후기

본 연구는 고려대학교 기계공학과와 LG 전자와의 산학 연구의 일환으로 공동으로 진행되었으며 PC/ABS 기반 고분자 복합재 관련 연구 및 사출 성형 해석 및 실제 사출은 LG 화학과 공동으로 진행되었다.

참고문헌

1. 양성진, "LG Business Insight(2008.8.6)", 37-44, 2008
2. S.H. Jeon, et al, "Charterization of mechanical and electrical properties of PC/ABS hybrid materials", Proceeding of ICCE17, 419-420, 2009
3. 박인승, "강화플라스틱 자동차 차체의 설계제작을 위한 방법 및 유럽의 실용화에 관한 연구", 한국자동차 학회지, 16, 33 - 43, 1994
4. 김현필, 김용조, "효과적인 웰드라인 제어를 위한 사출 성형 유동 해석", 한국공작기계학회지, 10, 64-72, 2001