

Moldflow와 다구찌 방법을 이용한 사출공정 최적화

김진한*(창원대학교), 김재규(창원대학교), 송정일(창원대학교), 김수태(창원대학교)

주제어 : Moldflow, 사출, 열경화성, 최적화, 다구찌 방법, S/N Ratio, ANOM, ANOVA,

플라스틱은 세계적으로 가장 급증하고 있는 산업의 하나로 그 중의 약 1/3정도가 사출성형법에 의해 생산되고 있다. 사출성형법은 단일공정만으로도 높은 정밀도의 제품을 얻을 수 있고 생산속도가 빠른 반면 금형이나 성형기의 가격이 비싸고 공정자체가 매우 복잡하다. 기술의 발전과 제품의 고 정밀화에 따라, 사출성형에서도 Micro meter단위의 정밀도를 요하는 제품들이 나오면서 치수 정밀도가 강하게 요구되고 있으며, 엔지니어링 플라스틱 분야에서는 제품의 기계적 특성의 신뢰도가 더욱 중요하게 되었다.

본 연구에서 사용되는 Phenol과 같은 경화성 수지는 액체 상태나 분말상태의 재료로 공급되어 중합반응(Polymerization)을 통해 캐버티(Cavity)로 공급된 수지가 제품으로 만들어진다. 중합반응은 열과 화학반응, 그리고 압력에 의해서 이루어진다. 사출성형에서 Barrel에서의 수지온도는 그다지 높지 않지만, 캐버티 내에서는 화학적 연결반응(Chemical Cross-linking)을 일으키기에 충분한 열이 발생한다. 열은 mold를 통해서도 가해지지만 유동 마찰에 의해 그리고 재료자체의 경화반응에 의해서도 열이 공급된다. 그래서 보통 Cavity내의 온도는 mold온도 보다 높아진다. 경화반응이 Cavity내의 재료가 충분히 굳어질 만큼 이루어 졌을 때, 한 사이클이 이루어지고 제품이 mold로부터 제거된다.

열을 받으면 굳기 시작하는 열경화성 수지의 특성 때문에 가소성 수지보다 사출조건 설정이 어렵고 대부분 경험에 의해 주먹구구식으로 조건이 설정되어진다. 그렇기 때문에 대부분 발생하는 문제점 해결에 학술적인 원인규명보다는 경험적으로 설정을 조금씩 변경해 봄으로써 문제를 해결한다. 이러한 방법에 있어 직감에 의한 무작위의 조건값 변경보다 제품의 성능에 영향을 미치는 변수들을 실험계획법에 따라 통계학적으로 분석해 봄으로써 특정 성능에 영향을 많이 미치는 인자와 영향을 적게 미치는 인자를 가려냄으로써 차후에 발생하는 문제점에 신속히 대응함으로써 생산성 향상 및 대외적인 경쟁력을 확보 할 수 있으리라 본다. 이에 Gate size, Runner 수, 금형온도, 수지온도, 사출시간 등 7가지의 제어인자와 금형온도, 수지온도, 사출시간에 대한 기계적 오차를 고려한 3개의 잡음인자를 이용하여 Moldflow사의 사출해석 프로그램인 Plastic Insight를 통해 가상적으로 사출시험하여, 평균분석 및 분산분석을 통하여 각인자의 영향도와 best setting을 찾아낸다.

열경화성 수지인 페놀을 이용하여 해석 및 통계분석 해본 결과 제품성능의 중요요소 중 하나인 경화도에 영향을 많이 미치는 것은 금형의 온도로 나타났고, 경화과정 중 수축에 의한 공극발생을 막아 주기 위해 보압이 필요한데 이 보압은 Runner가 4개 일 때 가장 효과적인 것으로 나타난다.

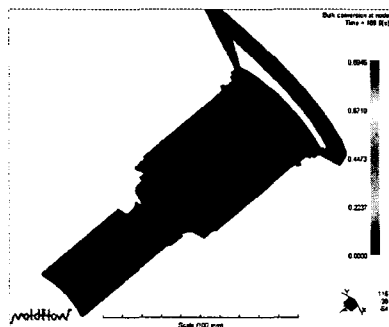


Fig. 1 Bulk conversion rate at node(crucial effects on strength and deformation)

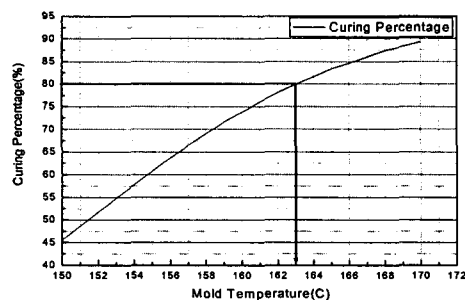


Fig. 2 regressive analysis for mold temperature Optimization