

폴리머 금형을 이용한 초미세발포 사출 성형 제품의 표면 개선 연구

Study on the Surface Improvement for MCPs Injection Molding Products Using Polymer Mold

*현창훈, #문용락, 유성철

*C. H. Hyun, #Y. R. Moon(yrmoon@lscable.com), S. C. Yoo
LS 전선 중앙연구소

Key words : Microcellular Foaming plastics, Injection Molding process, Gas flow mark, Injection Mold

1. 서론

고분자 재료는 금속이나 세라믹 재료에 비해 단기간에 현대 사회에 널리 이용되고 있는 재료이고, 그 발전 속도도 기하급수적으로 늘어나고 있다.

최근 제품의 경량화 요구에 따라 고분자 재료에 대한 발포기술이 개발되게 되었고, 그 결과 제품의 경량화 이외에도 발포제품의 기포형성으로 인한 원재료 비의 절감과 단열효과 등의 부수적인 장점을 얻게 되었다. 그러나, 일반적인 발포기술은 기포가 고분자 재료 내에 균일하게 분포하는 것이 아니기 때문에, 부분적으로 취약한 부분을 만들어 내고 그 결과로 충격강도, 인성과 같은 기계적 강도의 저하와 같은 단점도 가져다 주었다.

이와 같은 단점을 극복하기 위해 개발된 초미세발포기술은 기포의 직경크기가 10 μ m 이하인 작은 셀이 재료 내에 고르게 분포되도록 하여, 기존의 발포재료보다 나은 기계적 특성을 유지하도록 하였다. 그 결과, 제품의 재료비를 절감하기 위해 연구된 MCPs는 기존의 발포기술과는 달리 재료의 기계적 강도 저하를 극복하고 충격 강도와 인성의 향상을 가져왔다. 그리하여, 현재 국내의 자동차업체의 범퍼 및 내장재료의 사용을 시작으로 산업의 다각적인 분야에 이용될 예정이다. MCPs는 앞으로 자동차분야 이외에도 플라스틱제품이 사용되는 여러 산업분야로 그 수요가 높아지기 때문에, MCPs의 그 밖에 다른 물성적 특성에 대한 연구 또한 다각적으로 이루어져야 한다.

하지만 최근에 MCPs 사출성형 기술의 여러 가지 장점과 효용성에도 불구하고 기술의 사용범위가 확대되는 속도는 매우 느린 편이다. 그 이유는 MCPs 사출 성형 제품의 표면에 나타나는 가스 흐름자국과 같은 표면 품질의 저하와 관계가 깊다. 이 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 금형면에 단열처리를 통한 사출 제품의 표면개선을 위한 연구를 수행하였다.

2. 이론

2.1 초미세 발포 공법

초미세 발포의 원리는 플라스틱 재료 내부에 고압, 저온의 가스를 용해시킨 후 압력을 높이거나 온도를 높여 열역학적 불안정 상태를 유발시킴으로써 용해도 차이에 의해 플라스틱 내부에 기포가 생성되도록 하는 것이다.

기존의 발포 성형에 비해 많은 장점을 갖는 초미세 발포 공법을 산업 현장에 적용하기 위해서는 압출성형이나 사출성형과 같은 양산 기술에 접목이 되어야만 한다.

Fig1은 초미세 발포 공정을 사출성형에 접목한 개념도 및 부분 사진이다. 플라스틱을 계량하면서 배럴의 일정 위치에 가스를 주입하면 특수하게 설계된 스크류로 인해 배럴 내부에서 플라스틱과 가스가 하나의 용액으로 혼합된다.

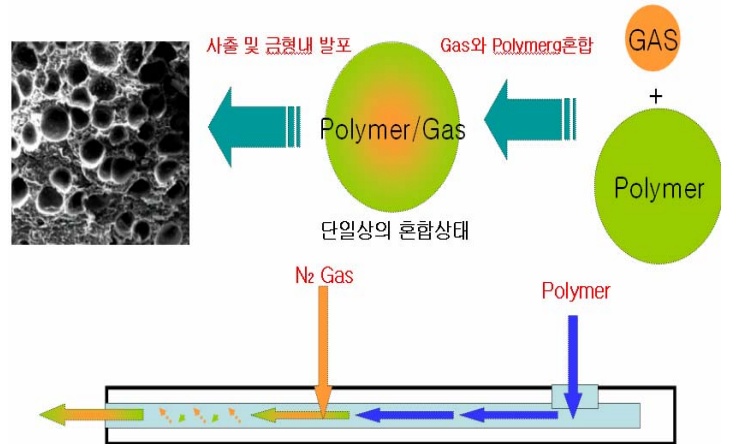


Fig. 1 Microcellular plastics injection molding process

2.2 금형내 발포 수지의 유동

금형내의 수지의 흐름은 수지 중심부에서 분수와 같은 형식의 일반적인 점성 유체의 흐름과 동일한 형태의 흐름을 가진다. 이때 수지유동의 끝단부에 가스가 발생하여 수지의 유동을 방해하여 빈 공간이 생기게 된다. 이 빈 공간에 모여 있던 가스들이 유동선단 쪽으로 빠져 나가면서 막혀있던 부분의 수지를 밀어 내게 되고 이때 표면의 수지들이 늘어 나게 된다. 이렇게 늘어난 수지들이 그대로 고화되어 사출이 완료된 후 제품을 보았을 때 빛의 굴절 정도가 달라 가스자국으로 우리의 눈에 보이는 것이다.

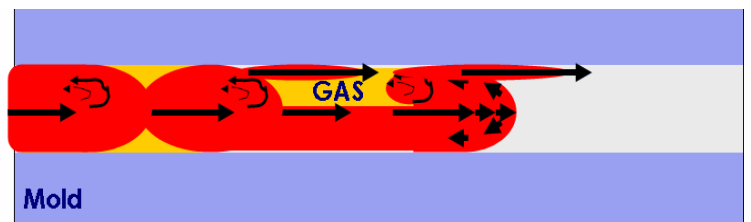


Fig. 2 Flow of MCPs Polymer in mold

3. 실험

사출장비는 120ton 사출기를 기본으로 하여 MCPs 전용으로 개조된 사출기를 사용하였으며 Fig. 4에서 보는 바와 같이 금형의 고정측에 Peek 수지를 이용하여 제품형상의 코어를 제작하였다. 가스 투입 조건은 압력 200bar 에 1 초간 투입하였으며 투입량은 약 0.5wt%이다. 사출속도는 고속으로 시행하였다.

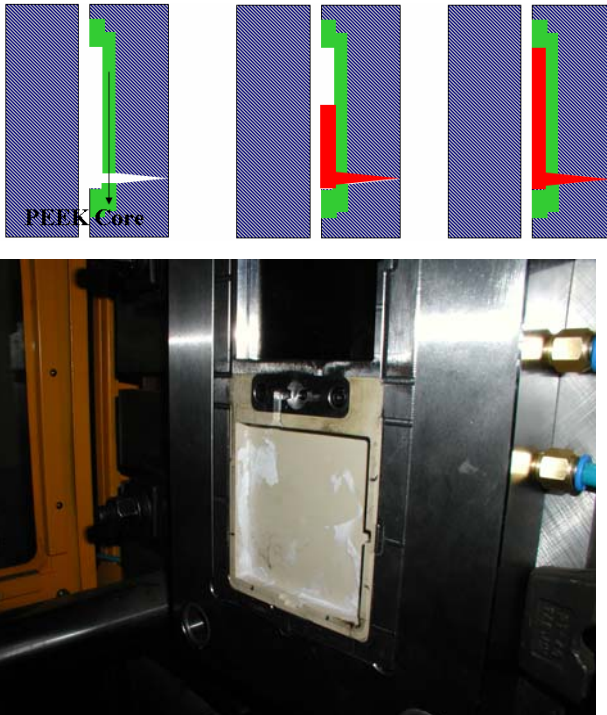


Fig. 3 Polymer mold

4. 결론

일반적인 금형을 이용하여 초미세발포 사출 성형을 하였을 때에는 제품 표면에 가스흐름자국으로 인해 외관 품질이 좋지 못하였다. 하지만 아래 Fig. 4 에서 보듯이 Peek 수지를 이용한 Polymer core 가 장착된 금형을 이용하여 성형하였을 때에는 일반 사출성형 제품의 표면과 동일한 표면 품질을 갖는 제품을 얻을 수 있다.

이에 반하여 일반 금형면인 반대편은 초미세발포 사출성형 제품의 특징인 가스 흐름자국을 확인 할 수 있다.

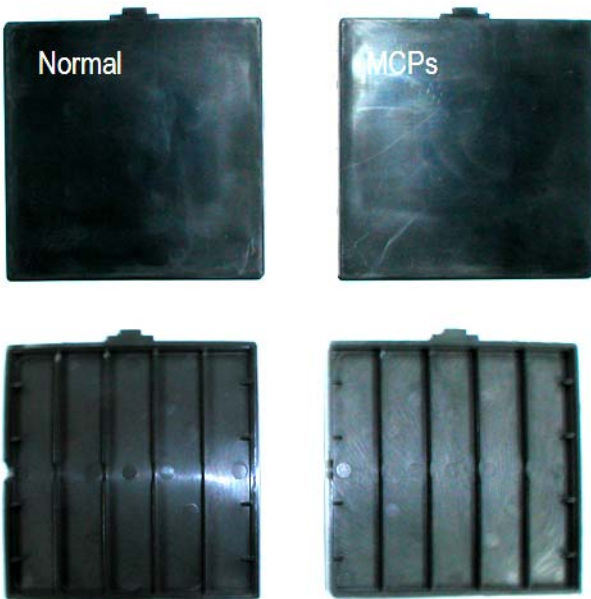


Fig. 4 Surface of MCPs and Normal injection

위의 결과를 바탕으로 보았을 때 이것은 사출성형 시 폴리머 금형이 단열층으로서의 역할을 수행하여 용융수지와 금형이 만나는 순간 기존의 금형과 같이 급속도로 수지

의 표면 온도를 냉각시켜 스킨층을 형성하는 것이 아니고 어느 정도 시간 동안 온도를 유지시켜주는 역할을 하는 것이다.

이런 폴리머 코어의 단열층으로서의 역할로 인하여 제품의 표면은 가스흐름자국이 없어지는 90℃ 온도로 수지의 자체 열로 유지시켜 주고 수지가 충전되는 동안 발생한 가스가 제품의 표면에 흡착되거나 역지로 빠져나가며 제품 표면의 약한 곳을 늘려 가스자국을 형성하지 않고 수지의 유동선단으로 빠져 나가는 것이다.

이러한 폴리머 코어의 역할은 제품의 표면 온도를 계속 높게 유지하는 것이 아니고 사출 성형 공정의 충전 공정의 짧은 시간 동안만 그 온도를 유지 하고 다시 냉각시켜 제품 취출시에는 제품이나 공정에 아무런 영향을 주지 않는다.

초미세발포 사출 성형 시 제품의 표면에 나타나는 가스 흐름 자국은 그 동안 이 공정의 많은 장점에 불구하고 그 기술의 저변 확대를 막아 온 것이 주지의 사실이다. 하지만 사출 금형의 표면에 폴리머 코어와 같은 단열층을 만들어 수지의 온도를 아주 짧은 시간 동안 높게 하여 주며 충전 완료 후에는 그 온도가 기존의 사출 공정 조건과 동일한 온도 조건을 갖게 하는 이러한 신규 공정을 추가하였을 때에는 기존에 문제가 되었던 사출 제품의 표면 문제를 해결하고 기존의 일반 사출제품과 같은 동일한 표면을 갖는 초미세발포 사출성형 제품을 얻을 수 있다.

후기

본 연구는 연세대학교 기계공학과 차성운 교수님 연구실의 MCPs 전용 사출 성형기를 이용하여 진행한 연구로 협조해주신 연구실 인원들에게 감사 드립니다.

참고문헌

1. Sung W. Cha, "A Microcellular Foaming/Forming Process Performed at Ambient Temperature and a Super Microcellular Foaming Process," Ph. D. Thesis in Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, 1994.
2. J. S. Colton., N. P. Suh., "The nucleation of microcellular thermoplastic foam with additives: Part I: Theoretical considerations," Polymer Engineering & Science, 7, 485-492, 1987.
3. J. S. Colton., N. P. Suh., "The nucleation of microcellular thermoplastic foam with additives: Part II: Experimental results and discussion," Polymer Engineering & Science, 7, 493-499, 1987.
4. Chul B. Park, "The Role of Polymer/Gas Solution in Continuous Processing of Microcellular Polymer," Ph. D. Thesis in Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, 1993.