

# 발포사출성형품의 외관 품질 개선 관한 연구

김동학, 곽은섭

순천향대학교 신소재화학공학부

e-mail : dhkim@sch.ac.kr, sobil01@hanmail.net

## Surface improvement of Polypropylene structural foam by foaming agent amount

**Dong-Hak Kim, On-Sub Kwak**

Department of Chemical Engineering

Soonchunhyang University Asan 336-745, Korea

### 요 약

본 연구에서는 발포사출성형품의 단점인 외관 품질을 개선하기 위해 순간 급형가열방식인 MmSH(Momentary Mold Surface Heating)을 사용하였다. 또한 발포제의 함량에 따른 발포체의 구조를 살펴보았다.

일반발포사출과 MmSH방식을 사용 발포사출의 표면거칠기를 비교한 결과 표면이 개선된 것을 볼 수 있었고 발포제의 함량에 따른 발포체의 구조는 함량이 증가함에 따라 중량 감소로 셀 수 증가를 보였지만 어느 한계 이후에서는 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다.

### 1. 서론

플라스틱 가공법 중 하나인 사출성형은 비교적 역사가 짧은 기술인 반면 가장 널리 사용되는데, 이는 사출성형이 1차 가공법이면서 단순한 형상은 물론 복잡한 성형의 제품도 경제적으로 생산할 수 있고, 열가소성수지와 열경화성수지 모두 적용할 수 있기 때문이다[1].

그중 발포 플라스틱은 플라스틱 수지 내에 수없이 많은 기공들을 포함하고 있어 원재료보다 낮은 밀도를 가지며 절연, 단열, 보온, 방음 등의 고유한 특성을 나타내는 물질을 말한다. 발포 플라스틱의 유연성은 재료의 유리전이온도가 상온보다 높은지 낮은지에 의해 구별되며, 이외의 결정화도, 가교도 등 다른 화학적 조성에 의해서도 변하게 된다. 발포 플라스틱은 밀도범위에 따라 다양한 적용분야를 갖

는다. 또한, 발포사출성형은 일반사출과는 달리 수축률 감소와 보압의 생략으로 사이클 타임을 감소시키고 중량감소로 인해 원가절감의 장점이 있다. 그러나 발포체가 외관에 생성시 외관 품질 불량 의 원인이 되기도 한다. 발포 플라스틱 산업은 폴리프로필렌(PP) 발포체 생산에 큰 관심을 모으고 있다. 이는 PP가 기존의 발포용 재료인 폴리스티렌(PS)이나 폴리에틸렌(PE)에 비해 보다 향상된 열안정성과 기계적 물성을 갖고, 재료의 원가 또한 낮은 이점을 갖기 때문이다.[2]

본 연구는 사출 성형품의 외관 품질에 영향을 주는 인자 중 급형의 온도에 따라 외관 품질에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 일반발포사출과 급형을 순간적으로 가열시키고 냉각시키는 MmSH(Momentary Mold Surface heating) 공정조건에 따른 영향을 비교하였다.

MmSH공정은 금형 캐비티 표면을 기체 화염을 이용하여 순간적으로 가열 및 냉각하여 표면 광택 및 기계적 물성을 일반 사출성형보다 뛰어나게 만드는 신기술이다[3].

## 2. 실험

실험에 사용한 사출성형기는 현대정공주식회사의 SPF250으로 직압식 수평형 타입이다. 성형에 사용된 금형의 개략도는 Fig. 1과 같다. 이 금형은 hot runner 형태로 cavity는 가로270mm, 세로 85mm, 두께는 2mm로 제작되었고, 또한 shut-off nozzle의 효과를 얻기 위해 valve gate가 부착되었다. 이는 발포제의 함량이 증가하면 발포가스와 수지가 노즐에서 새어나와 사출을 방해하는 것을 방지하기 위함이다.

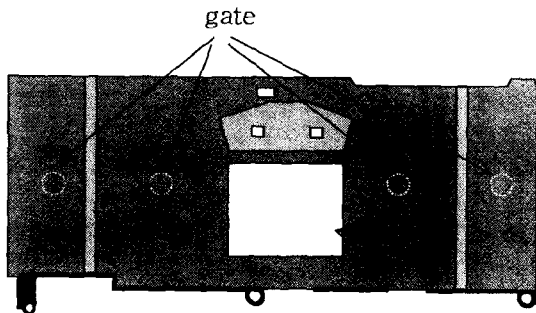


Fig. 1. Schematic diagram of the mold

실험에 사용된 시편은 발포 표면을 보기 위해 Fig. 2와 같이 중앙의 gate 부분에서 TR100 Surface Roughness Tester로 표면 거칠기를 측정하였다. Ra는 거칠기 곡선에서 그 평균선의 방향으로 기준길이 만큼 추출하여 추출한 부분의 평균선 방향을 X축, 종배울 방향을 Y축이라 하여 거칠기 곡선을  $y = f(x)$ 로 표시한 경우 다음의 식으로 구한 값을  $\mu\text{m}$ 로 표시한 것을 말한다.

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx$$

(L은 추출한 부분의 길이)

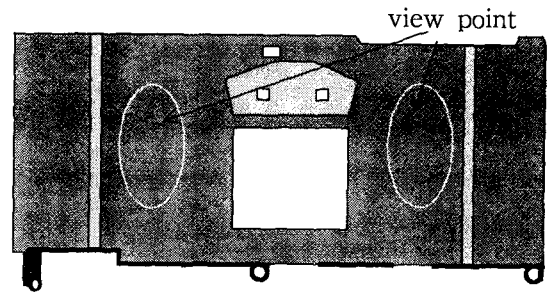


Fig. 2. Schematics of part

실험에 사용된 수지는 호남석유화학주식회사의 PP를 사용하였고 발포제는 동진 세미캠의 Unicell-TS를 사용하였다. 또한, 발포성형품의 표면을 잘 관찰할 수 있도록 Master color을 첨가하였다. 이것은 성형품의 물성에는 영향을 미치지 않고 다만 색깔을 바꾸는 목적이다.

발포제의 양은 0.5wt%, 1wt%, 2wt%로 시편을 취출하였고 블렌딩 형태는 Master Batch를 사용하였다. 사출조건 즉 사출압력, 보압, 속도, 위치, 시간, 수지의 온도는 Table 1과 같이 조건을 설정하였다. MmSH 조건은 금형 이동측의 금형온도는 80℃이고, 가열을 가하는 고정측의 금형 표면온도는 약 200℃~250℃이다.

시편은 각각의 발포제의 양으로 정상적인 사출상태가 이루어진 후 각 발포제의 함량당 10개의 시편을 취출하였다.

Table 1. Injection molding conditions

stroke [mm]	압력 [kg/cm <sup>2</sup> ]	속도 [%]	보압 [kg/cm <sup>2</sup> ]	사출시간 [sec]
42	30	60	0	1.5

## 3. 결과 및 고찰

Fig. 3는 일반방식과 MmSH에 따른 중량 측정값이다. Fig. 4은 표면 거칠기의 값이다. Fig. 5은 실제 발포사출성형품의 표면이다.

우선 Fig. 3에서 보면 일반사출성형의 경우 중량이 41.31g이지만 발포사출성형시 39.82g로 감소되는 것을 볼 수 있다. 이는 발포체의 형성이 이 원인에 영향을 준 것이고 발포제의 함량이 1wt%일 때 가

장 많은 중량감소로 발포제 함량의 증가는 더 이상 중량에는 영향을 주지 못한 것으로 알 수 있다.

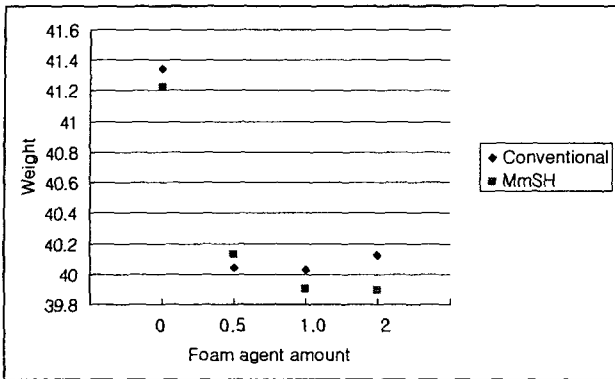


Fig. 3. The Weight of Part (Conventional vs MmSH)

Fig. 4에서 보면 일반사출성형의 경우 1.294 $\mu$ m에서 0.074 $\mu$ m로 발포사출성형에서도 1wt%인 경우 2.214서 1.32 $\mu$ m로 표면 거칠기가 감소되는 것을 볼 수 있다. 즉, 일반사출성형과 발포사출성형 두 경우 모두 외관 품질이 개선되는 것을 알 수 있다.

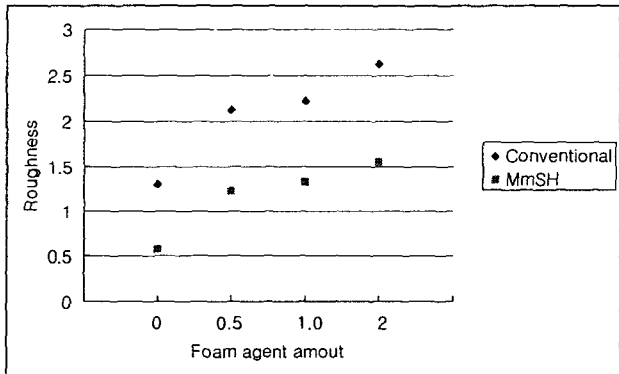
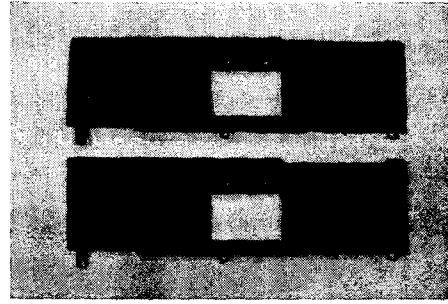
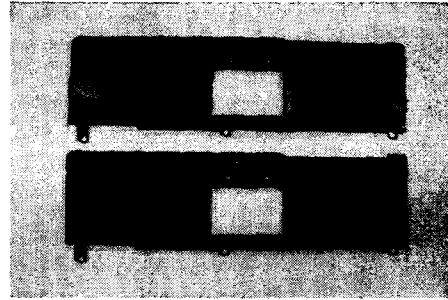


Fig. 4. The Roughness of Part (Conventional vs MmSH)

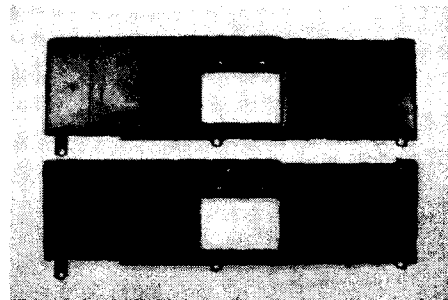
Fig. 5에서 위쪽의 사진은 일반발포사출이고 아래쪽에 있는 사진은 MmSH를 사용한 발포 사출이다. 발포제의 함량이 많을수록 외관 품질이 안 좋아지는 것을 볼 수 있고 이것은 흰색 부분으로 알 수 있다. 반면에 MmSH를 사용할 시는 표면이 개선되는 것을 볼 수 있다.



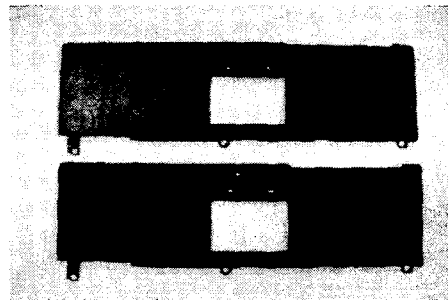
0wt% (상 : 일반, 하 : MmSH)



0.5wt% (상 : 일반, 하 : MmSH)



1.5wt% (상 : 일반, 하 : MmSH)



2wt% (상 : 일반, 하 : MmSH)

Fig. 5. Surface of part

#### 4. 결론

성형품의 표면 거칠기를 보면 발포제의 함량과 상관없이 일반발포사출에 비해 금형온도가 높은 MmSH방식인 경우 표면 거칠기가 감소하여 외관

품질이 개선된 것을 볼 수 있다. 이는 기존의 방식은 기포가 표면에 표출되어 외관 품질이 나쁜 반면에 MmSH는 수지의 온도와 금형의 온도가 비슷하게 유지된 상태로 인해 높은 skin desity로 외관 품질이 개선된 것을 알 수 있다.

발포제의 함량에 따른 발포체의 구조는 함량이 증가함에 따라 중량 감소를 보였지만 어느 한계 이후에서는 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다. 즉, 표면 거칠기와 중량감소에서 발포제의 함량이 1wt%인 경우가 표면 거칠기도 가장 감소를 하였고 중량도 가장 감소한 것으로 보아 발포제의 함량이 1wt%인 경우가 PP 발포사출시 최적의 조건이라고 할 수 있다.

### 감사의 글

본 연구를 수행하는데 도움을 주신 나다이노베이션(주)의 강명호 사장님과 이상원님께 감사의 말씀을 드립니다.

### 참고문헌

- [1] S. Y. Kienzle, "Polymer Blend and Alloy", Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, Pennsylvania, 1988
- [2] N. Uejyukkoku and Y. Nakutsu, U. S. Patent , 5,786,406, 1998.
- [3] 유영은, "사출성형에서의 금형온도의 영향 및 고온의 금형 이용을 위한 공정", 폴리머저널, 통권 27호, pp.10-18, 2001