

## 금형온도가 Cavity Filter 성형품의 치수 및 외관품질에 미치는 영향에 관한 연구

김동학, 김태완

순천향대학교 신소재화학공학부

### Effects of mold temperature on the part dimension and surface quality of the injection molded cavity filter

Dong-Hak Kim, Tae Wan Kim

Department of Chemical Engineering

Soonchunhyang University Asan 336-745, Korea

#### 요약

본 연구에서는 무선부품의 일종인 cavity filter 금형을 제작하였고, 도금용 ABS 수지와 PC/ABS Alloy 수지를 사용하여 일반사출성형과 금형온도가 높은 MmSH 방식, 두 타입으로 성형품을 제작하였다. 성형품의 수축률 변화는 MmSH 방식일 때 ABS 수지로 제작한 성형품의 단위캐비티 격막부분에서 수축률이 감소되었다. 중량변화는 ABS와 PC/ABS Alloy로 제작된 성형품 모두 MmSH 방식일 때 증가하였고, 성형품의 표면 거칠기도 모두 MmSH 방식일 때 거칠기가 감소되었다.

#### 1. 서론

정보화 및 휴대 통신의 급속한 발달에 따라 각종 무선부품의 대량생산 및 경량화에 대한 요구가 점점 증대되고 있다. 기존의 금속을 사용한 일부 부품들을 플라스틱으로 대체를 하고 이에 따른 부품의 일체화 및 물성의 고성능화가 가능한 사출성형 기술 개발이 절실히 요구되어 지고 있다. 이에 따른 플라스틱 재료의 물성 개선에 대한 연구와 성형조건 최적화에 관한 연구는 활발히 진행되고 있다[1]. 이동통신 시스템과 무선통신 기지국 장비에 사용되는 각종 무선부품들은 대부분 알루미늄, 황동 등과 같은 금속재질을 밀링 가공을 통하여 제작하기 때문에 부품의 무게도 무겁고 가격도 고가이고, 또한 여러 단계의 가공 공정을 거쳐야 하므로 양산성 또한 떨어진다.

본 연구는 사출성형과 전기도금 공정을 이용하여 이동통신 부품 중 주요부품인 cavity filter의 플라스틱화에 대한 연구를 수행했다. 플라스틱 소재의 전기도금은 금속가공을 대체하여 플라스틱 표면에 금속이온을 부착시켜 부품의 경량화 등 다양한 기능을 부여한다. cavity filter 대체 소재인 플라스틱 재질선정의 기준은 도금이 가능하고, 내열성과 내후성이 우수하고, 가공성 및 치수 안정성 등 성형성이 좋은 재질이어야 한다. 플라스틱 도금에 사용되는 수지의 약 85%가 ABS (Acrylonitrile - Butadiene - Styrene) 수지이고, 나머지 15%는 엔지니어링 플라스틱이 사용되고 있다. ABS수지는

Acrylonitrile, Butadiene, Styrene의 3종 단량체로부터 만들어지고 일상생활용품에서부터 전기/전자 부품, 자동차 부품, 산업용자재에 이르기까지 널리 사용되는 플라스틱 소재이다[2]. 또한 플라스틱 도금은 밀착성이 중요하며 ABS 수지의 경우 도금 밀착률은 500~1,600g/cm(UL 합격기준: 180g/cm)이다.

본 연구에서 첫째로 금형 및 제품설계기술 개발에 따른 사출성형 CAE 해석과 금형설계와 제작을 수행했다. 두 번째로 cavity filter의 특성과 가공성을 갖는 도금용 ABS수지와 PC/ABS Alloy 수지를 사용하여 cavity filter를 일반사출방식과 금형을 순간적으로 가열시키고 냉각시키는 MmSH 방식 (Momentary Mold Surface Heating System)으로 성형품을 제작하였다.[3,4,5]. cavity filter 성형품 사출시 영향을 주는 인자들 가운데 금형온도가 cavity filter에 수축률, 두께, 중량, 표면 거칠기에 미치는 영향을 알아보았다.

#### 2. 실험방법

본 연구에서는 사출성형 CAE 해석을 바탕으로 한 cavity filter의 평가금형을 제작하였다. Fig. 1은 cavity filter에 대한 개략도이다. cavity filter의 형상은 가로는 97mm, 세로는 35mm이며, 허용공차는  $\pm 0.1\text{mm}$ 이다. 세부적으로는 높이 20mm의 단위캐비티 4개가 있고, 그 중에 가운데 2개는 가로의 길이가

18mm이고, 나머지 외각부분 2개의 단위캐비티는 가로 길이가 21mm이다. 캐비티를 구분하는 3개의 격막의 높이는 가운데 부분이 13.3mm이고, 나머지 2개의 격막은 14.2mm이다. 그리고 사출성형품의 특성을 위해 각 모서리마다 R3.0의 값을 주었다. 이 개략도를 바탕으로 평가금형을 제작하였다.

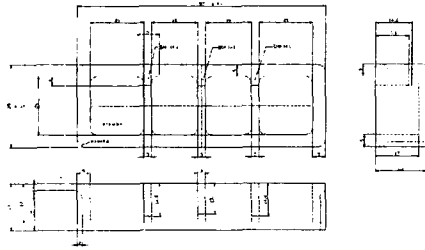


Fig. 1. Schematic diagram of the cavity filter

실험에 사용한 사출성형기는 현대정공(주)의 SPF-250으로 직압식 수평형 타입이다. 금형온도를 제외한 다른 인자인 사출압력, 보압, 속도, 위치, 시간, 수지의 온도는 일정하게 유지하였다. 금형온도 조절기로 사용하여 일반사출성형시의 금형온도는 80℃로 설정했다. MmSH 조건에서 금형 고정측의 금형 온도는 80℃, 가열을 가하는 이동측의 금형 표면온도는 250℃~300℃로 설정했다.

성형 수축률을 측정하기 위한 도구로는 버니어캘리퍼스를 사용하였다. 성형수축률은 금형 캐비티의 치수에 대한 성형된 시편의 치수로서 다음 식으로 정의된다[6].

$$\text{Shrinkage Ratio} = \frac{D_m - D_s}{D_m} \times 100(\%)$$

위 식에서  $D_m$ 은 금형캐비티의 치수이고,  $D_s$ 는 각 성형품의 치수이다.

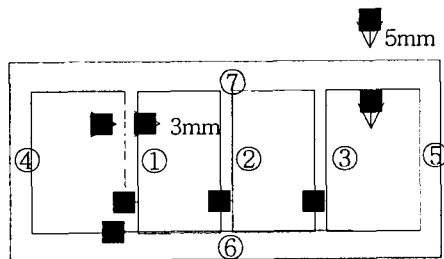


Fig. 2. The measurement part of cavity filter

성형품 두께의 측정 부위중 캐비티 격막인 ①~③의 두께는 3mm이고, 캐비티 외벽인 ④~⑦의 두께는 5mm이다. 성형품의 게이트 부분은 ⑦이다. cavity filter의 표면 거칠기를 측정하기 위해 Surface Roughness meter를 사용하여 Ra 및 Rz값을 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

성형후 금형온도에 따른 성형품의 게이트부분과 말단부분의 두께 차이를 관찰하였다. 금형 캐비티의 치수는 5mm였다. 먼저 PC/ABS alloy 제작된 성형품의 일반사출성형시 게이트 부분의 두께는 4.862mm, MmSH 경우는 4.864mm였다. 말단부분의 두께는 일반사출성형시 4.929mm, MmSH 경우는 4.935mm였다. ABS로 제작된 성형품의 일반사출성형시 게이트 부분의 두께는 4.867mm, MmSH 경우는 4.868mm였다. 말단부분의 두께는 일반사출성형시 4.948mm, MmSH 경우는 4.95mm였다. 측정결과 두 성형품 모두 금형온도가 증가하면서 말단부분의 두께도 증가하였다. 이러한 경향은 ABS수지로 제작한 성형품에서 더 잘 나타났다. 수지 충전시 캐비티 온도상승이 용융수지의 정도를 낮추어서 유동의 흐름을 활발해짐을 보여주었다. Fig. 3~4는 일반사출성형과 MmSH 방식으로 제작한 cavity filter 수축률 변화를 나타냈다. 성형품의 수축률은 cavity filter 외벽보다 단위캐비티 격막부분에서 크게 증가되었다. MmSH방식으로 제작한 ABS 성형품이 단위캐비티 격막부분에서 일반사출성형으로 제작한 성형품보다 수축률이 감소됨을 볼 수 있었다. 단위캐비티 격막부분은 cavity filter에서 플라스틱 도금 후 특성평가시 중요한 부분을 차지한다.

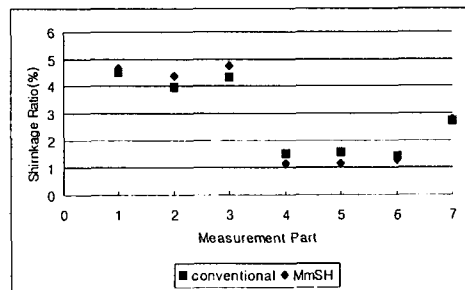


Fig. 3. The shrinkage ratio of part-PC/ABS alloy

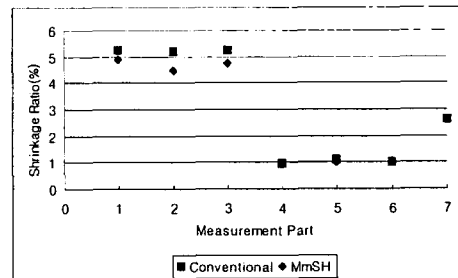


Fig. 4. The shrinkage ratio of part-ABS

Fig. 5는 PC/ABS alloy와 ABS로 제작한 성형품

의 중량 변화를 나타낸다. Fig. 5에서 보면 두 성형품 모두 일반사출성형이 MmSH보다 중량이 적게 나왔다. MmSH방식일 때 PC/ABS alloy는 0.6%, ABS는 1.2%의 중량이 증가함을 알 수 있었다.

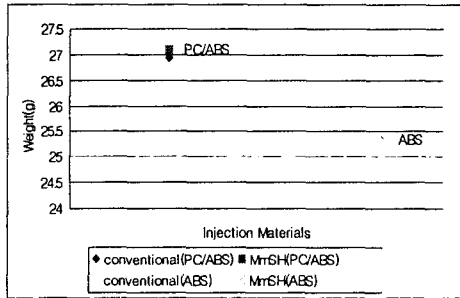


Fig. 5. The injection-molded part weight(PC/ABS alloy and ABS)

Fig. 6~7은 cavity filter 표면 거칠기를 측정한 후 Ra와 Rz값을 나타내었다. 금형온도변화에 따른 표면 거칠기의 변화는 PC/ABS alloy로 제작한 성형품이 ABS로 제작한 성형품보다 일반사출성형과 MmSH방식을 비교했을 때 Ra와 Rz값이 훨씬 떨어졌다. 두 성형품 모두 금형온도가 높아질수록 성형품 표면이 매끄러워졌음을 보여주었다.

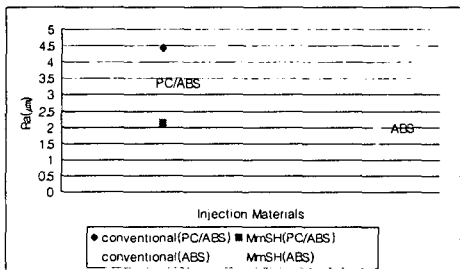


Fig. 6. The roughness of surface part(Ra)

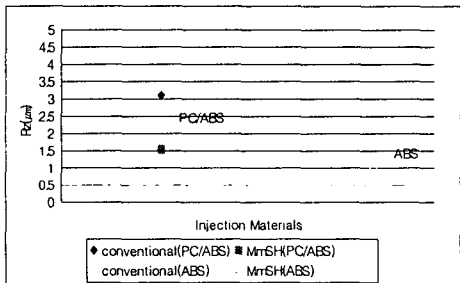


Fig. 7. The roughness of surface part(Rz)

#### 4. 결론

금형온도에 따른 cavity filter 성형품의 게이트부분과 말단부분의 두께 차이는 줄어들어 성형품의 치수 안정성이 향상되었다. 수축률은 ABS수지로 제작된 성형품에서 일반사출성형으로 제작한 성형품과 비교 시 MmSH방식으로 제작한 성형품 단위캐비티 격막 부분의 수축률이 감소되었다. 중량은 두 성형품 모두 MmSH방식일 때 중량이 증가하는 경향을 보여주었다. 표면거칠기는 두 성형품 모두 MmSH방식에서 Ra와 Rz값이 떨어져 금형온도가 높아질수록 표면이 매끄러워졌다.

#### 참고문헌

- [1] 유동형, "21세기의 일본 乘用車 開發 방향", 자동차경제 제 115호, pp.401-412
- [2] N.G. McCrum, C. P. Buckley and C. B. Bucknall, "Principles of Polymer Engineering, 2nd edition", 1999
- [3] 유영은, "사출성형에서의 금형온도의 영향 및 고온의 금형 이용을 위한 공정", 폴리머저널, 동권 27호, pp.10-18, 2001
- [4] Kang, M. H., D.-H. Kim and Y. H. Chun, "Wonder injection molding with MmSH process", ANTEC 2000, 3841, 2000.
- [5] Kim, D.-H., M. H. Kang and Y. H. Chun, "Development of a notebook PC housing by using MmSH process" ANTEC2001, 2001.
- [6] 조용희, "다재 사출 성형품 및 금형 설계를 위한 전문가 시스템 개발에 관한 연구" 연세대학교 대학원 기계공학과, pp.20-54, 1999.