한국정밀공학회 2006년도 춘계학술대회논문집 pp. 407~408 KSPE 06S279

다수 캐비티 금형에서 엘라스토머 수지의 균형충전도 연구

노병수* (부경대학교 대학원), 한성렬(부경대학교 대학원), 한동엽(부경대학교 대학원),
정영득(부경대학교 기계공학부)

A Study on the Filling Balance of Elastomer TPVs in Multi-Cavity Injection Mold

B. S. No* (Grad. Mech. Eng. Dept. PKNU), S. R. Han (Grad. Mech. Eng. Dept. PKNU),
D. Y. Han (Grad. Mech. Eng. Dept. PKNU), Y. D. Jeong (Mech. Eng. Dept. PKNU)

ABSTRACT

Almost all injection molds have multi-cavity, which are designed with geometrically balanced runner system in order to made filling balance between cavity to cavity during injection molding. However, filling imbalance has been existed in the geometrically balanced runner system. In this study, we made an experiment and surveyed that are filling balanced variation according to molding condition with thermoplastic vulcanizate (TPV). Also, we conducted experiments in order to know the influence of filling balance for runner core pin (RC pin).

Key Words : Filling Balance (균형 충전), Filling Imbalance (충전 불균형), Thermoplastic vulcanizate (TPV, 열가소성 가황물), Runner core pin (RC pin)

1. 서론

8 캐비티 이상의 다수 캐비티를 갖는 사출 금형에서 성형 되는 성형품의 생산성과 품질을 향상시키기 위해서는 각 캐비티간에 균형적인 충전이 필요하다. 이를 위해 현재 다수 캐비티를 갖는 사출금형은 수지의 유동거리가 기하학적으로 균형을 이루는 러너 시스템으로 설계[1]되어지고 있지만, 이러한 사출금형에서는 각 캐비티 간의 충전불균형 현상이 발생한다. 이러한 충전불균형 현상으로 인해 성형품들 간에는 치수정밀도 및 기계적 물성의 차이가 발생하여 성형품의 품질을 저하시키기 된다.[2,3]

이에 본 연구는 최근 자동차 산업에서 중요한 소재로 부각되고 있는 에틸렌 프로필렌고무(ethylene propylene rubber; EPDM)에 PP 수지를 혼합하여 제조한 열가소성 가황물(TPV, 엘라스토머)을 이용하여 사출성형조건에 따른 균형충전도를 실험적으로 알아봄으로써 균형충전에 가장 크게 영향을 미치는 성형인자를 조사하고 그 결과에 대해서 고찰하였다.

또한, 충전불균형을 해결하기 위해 고안된 RC pin 금형으로 균형충전 실험을 수행하여, 엘라스토머 TPV 에 대한 RC pin 이 미치는 영향을 조사하였다.

2. 균형 충전 실험

본 실험에 사용된 사출성형기는 LG 전선에서 제작한 형체력 140 톤 직압식 수평사출성형기(LGH140N)를 사용하였고, 실험금형은 기하학적으로 균형을 이루는 러너 시스템을 갖춘 8 캐비티의 금형을 사용하였다. 그리고 실험에 사용된 수지는 ㈜화승소재에서 제조한 엘라스토머(L2K75BKS ; pp 29%첨가)를 사용하였다.

이번 실험에서 성형온도와 사출속도 등의 사출성형 조건이 엘라스토머의 균형충전도에 어떠한 영향을 미치는지에 관하여 실험하였다. 기본적인 사출시간은 3 초, 냉각시간은 20 초, 금형온도는 40℃ 그리고 사출압력은 사출성형기의 최대 사출압력의 60%를 고정 조건으로 설정한 후 수지온도(Melt temperature)와 사출속도(Injection speed)를 각각 5 단계로 변화시켜, 그에 따른 균형충전도를 조사하였다. 그리고 미성형을 내기 위해 보압 관련 항목은 모두 영(zero)으로 두었다. Table 1 은 성형실험 조건 범위를 나타낸 것으로 금형온도와 사출압력을 제외하고는 각각 5 단계로 나누어 실험하였다.

Table 2 Experimental variables and ranges

Variable	Unit	Range
Melt temperature	℃	190, 195, 200, 205, 210
Injection speed	%	40, 45, 50, 55, 60
Mold temperature	℃	40
Injection pressure	%	60

또한, 실험에 대한 결과 측정은 4 쌍의 캐비티 중 한 쌍을 대상으로 내측 캐비티와 외측 캐비티의 중량을 측정하고 이에 대한 균형충전도(DFB)를 평균하여 나타내었다.

내측 캐비티와 외측 캐비티 간의 균형충전도(DFB)는 식(1)과 같이 정의 하였다.

$$\text{균형충전도(DFB)} = (1 - \frac{W_{in} - W_{out}}{W_{in}}) \times 100\,(\%) \quad (1)$$

여기서,

W_{in} : 내측 캐비티에서의 성형물 중량

W_{out} : 외측 캐비티에서의 성형물 중량

또한 다수 캐비티를 갖는 사출금형에서 각 캐비티 간의 충전불균형을 해결하기 위해 고안된 RC pin 을 이용하여 RC pin 의 길이에 따른 엘라스토머의 균형충전도를 실험적으로 알아보았다. 기본적인 성형조건은 이전의 실험과 동일하며, 성형온도는 210℃, 사출속도는 55%로 설정하고, RC pin 의 삽입길이를 0mm, 5mm, 10mm, 15mm 로 나누어 실험하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1 에서 (a), (b)는 성형온도와 사출 속도에 따른 TPV 의 균형충전도의 변화를 나타내고 있다. 성형온도가 높아짐에 따라 균형충전도는 높아지는 반면 사출속도는 균형충전도에 별다른 영향을 미치지 못함을 알 수 있다.

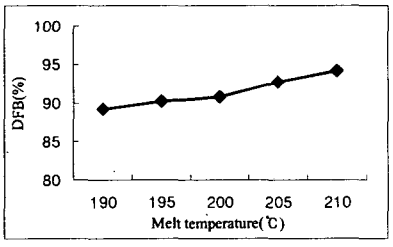

Fig. 1(a) DFB variation according to melt temperature

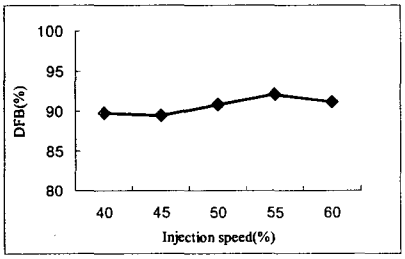

Fig. 1(b) DFB variation according to injection speed

Fig. 2 는 RC pin 의 삽입길이에 따라 엘라스토머 TPV 의 균형충전도 변화를 나타내고 있다. 엘라스토머 TPV 에 대한 RC pin 의 효과는 RC pin 이 없는 경우에 비해 약 5% 정도의 개선효과가 있었다. 이는 엘라스토머의 흐름성이 높기 때문으로 판단된다.

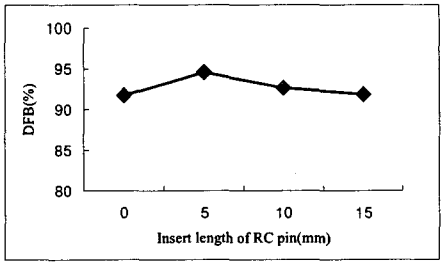

Fig. 2 DFB according to insert length of RC pin

4. 결론

엘라스토머 TPV 를 대상으로 다수 캐비티에서 균형충전도에 영향을 주는 성형인자에 대해 실험적 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 균형충전도는 수지온도가 높아질수록 증가됨을 알 수 있었다.

(2) 사출속도는 균형충전도에 영향도가 극히 미미함을 알 수 있었다..

(3) 엘라스토머의 균형충전도에서 RC pin 의 영향은 다른 플라스틱 재료에 비해 그 효과가 다소 떨어짐을 알 수 있었다..

5. 후기

이 논문은 2006 년도 누리사업에 의하여 일부 지원되었으며, 실험용 재료를 제공해주신 ㈜화승 R&A 기술연구소에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정영득, 구본홍, "사출성형해석에 의한 제품 및 금형설계" 도서출판 인터비전, pp. 147-149, 2005.
2. John P. Beaumont and jack H. Young, "Mold Filling Imbalances in Geometrically Balanced Runner Systems", Journal of Injection Molding Technology, Vol 1, No 3, pp. 133-143, 1997.
3. 강철민, 정영득, "편측 분기형 러너 배열을 가진 다수 캐비티 사출금형에서의 충전불균형도," 한국소성가공학회지, 제 13 권, 제 7 호, pp. 580-585 2004.