

다수캐비티 사출금형에서 멜트버퍼 형상이 균형충전에 미치는 영향 Effect of Melt-Buffer's shape on the Filling Balance in Multi-cavity Injection Mold

*장민규¹, 객재섭², #정영득²

*M. K. Jang¹, J. S. Kwak², # Y. D. Jeong(ydjung@pknu.ac.kr)²

¹ 부경대학교 대학원 생산설계자동화과, ² 부경대학교 기계공학부

Key words : multi-cavity mold, runner system, filling balance, Melt-Buffer

1. 서론

플라스틱 제품을 대량으로 생산하기 위해서는 다수 캐비티(multi-cavity) 금형이 필수적이다. 다수캐비티 금형에서 생산되는 플라스틱 제품이 정밀한 제품으로 사용되기 위해서는 금형의 정밀한 가공 뿐만 아니라 각 캐비티가 균형적으로 충전(filling)이 되는 것이 필요하다.

다수캐비티 사출금형에서 러너시스템(runner system)이 기하학적으로 균형을 갖추어 설계되었다 할지라도, 실제 그 금형으로 성형을 하게 되면, 각 캐비티가 서로 균형적으로 충전되지 않는 충전 불균형(filling imbalance) 현상이 발생하게 된다. 이는 러너 내부를 유동하는 용융 수지의 전단율 (shear rate) 차이에 의한 현상^[1]으로, 최초 J.P.Beaumont^[2]에 의해 충전불균형 현상에 대한 연구가 시작되었고, 그 후 현재까지도 이러한 충전 불균형 현상을 해소하기 위하여 많은 연구가 활발하게 진행되고 있다. 불균형 충전을 해소하기 위한 해법으로는 별도의 부품을 금형에 삽입한 방법과 특수한 금형 구조에 의한 방법으로 크게 두 가지로 나누어져 현재까지 연구가 발표되고 있다.^[3,4,5] 본 연구에 앞선 선행연구를 통하여 개발된 새로운 균형충전용 러너 시스템인 Melt-Buffer^[6]은 그 동안의 연구결과와는 다르게 러너 형상의 간단한 변경에 의하여 균형충전이 이루어질 수 있도록 한 방식으로, Fig. 1 에서 나타나 있는 바와 같이 러너 벽면부와 러너 중심부의 용융수지의 전단율(shear rate)의 차이를 개선하기 위하여 전단율이 큰 러너 벽면부에 홈을 설계하여 상대적으로 전단율이 큰 유동선단을 감소시켜 유동선단의 전단율을 균일하게 하여 균형충전이 될 수 있도록 고안된 시스템이다.

본 연구에서는 새로운 균형충전용 러너시스템인 Melt-Buffer 에 대한 활용을 위하여, 선행 연구에서 가장 큰 효과를 보였던 ABS(BASF, GP22) 수지에 대하여 Melt-Buffer 의 개수에 따른 균형충전도에 관한 실험 연구를 수행하였으며, 그 결과에 대하여 고찰하였다.

개수에 따른 균형충전도를 알아보기 위하여 Fig. 2 에서와 같이 러너부에 Melt-Buffer 의 개수를 각각 다르게 한 코어를 설치할 수 있도록 설계하였다.

대상 수지는 선행연구에서 사용된 ABS(BASF, GP22)를 사용하였으며, 불균형 충전에 영향도를 가장 크게 주는 인자인 사출 속도를 40%에서 70%로 변화시키고, Melt-Buffer 의 개수를 1 개소에서 4 개소로 변화시켜 균형충전도의 변화를 살펴보았다. 그 외 조건인 금형온도, 사출압력과 성형온도 등은 Table 1 과 같이 설정하여 실험을 수행하였다.

Fig. 3 은 Melt-Buffer 의 개수에 따른 실험 모델을 보여주고 있다. 2 차 분기 러너의 양측 모두에 Melt-Buffer 를 설치하였을 때와 편측 러너에만 Melt-Buffer 를 설치하였을 때의 균형충전도의 값을 각각 비교하였다.

Table 1 Injection molding condition for experiment

Variable	Unit	Condition
Melt temperature	℃	230
Mold temperature	℃	60
Injection pressure(Max. 1550kg/cm ²)	%	60
Injection speed(Max. 206 cm/sec)	%	40,50,60,70
Number of Melt-Buffer	EA	1,2,3,4

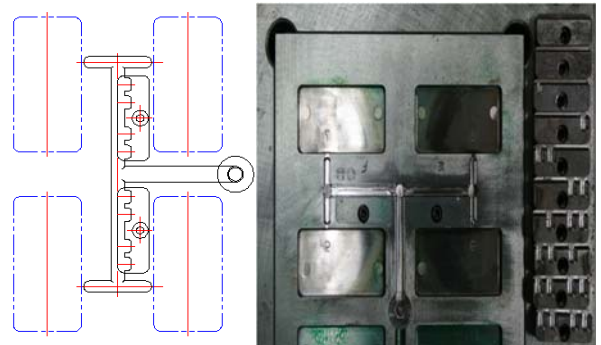


Fig. 2 Schematic of the experimental mold

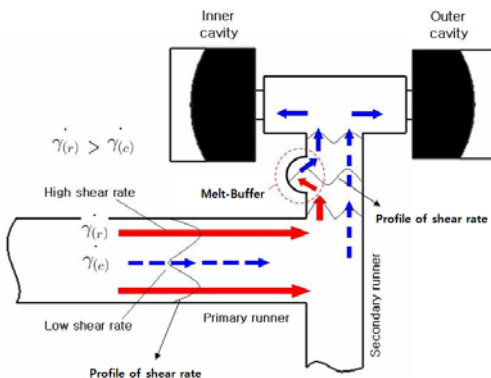


Fig. 1 Improvement of filling balance by Melt-Buffer

2. Melt-Buffer 실험

본 실험에서 사용된 사출기는 LG 전선에서 제작한 형체력 140ton 직압식 수평형 사출기이며, 실험 금형은 기하학적으로 균형을 갖춘 'H' type 의 2 단 금형이며, Melt-Buffer

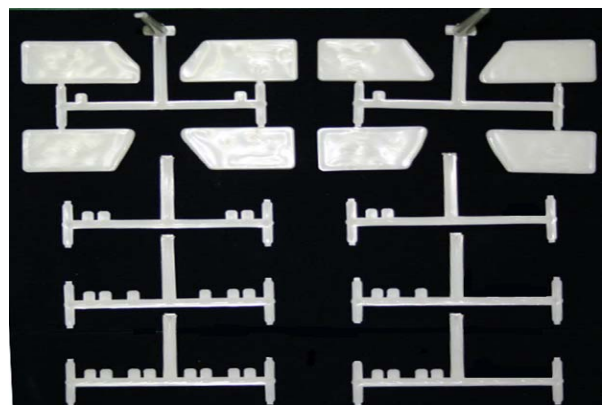


Fig. 3 The runner system lay-out

3. 균형충전도 정의

충전불균형 현상을 값으로 나타내어 비교하기 위하여 식 (1)을 균형충전도(DFB : Degree of Filling Balance)로 정의하였다. 균형충전도의 값은 100에 가까울수록 균형충전에 가깝다.

$$DFB = (1 - \frac{W_{inner} - W_{outer}}{W_{inner}}) \times 100(\%) \quad (1)$$

여기서, W_{inner} : 내측 캐비티의 중량
 W_{outer} : 외측 캐비티의 중량

4. 실험결과 및 고찰

Fig. 4는 양측 러너 모두에 Melt-Buffer를 설치하였을 경우이며, Fig. 5는 편측에만 Melt-Buffer를 설치하였을 경우 Melt-Buffer의 개수와 사출속도에 따라 각 캐비티 간의 균형충전도에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 두 경우 모두 사출속도가 증가할수록, Melt-Buffer의 개수가 많을수록 균형충전도가 향상됨을 알 수 있다. 양측 모두 Melt-Buffer가 존재하는 경우에는 Melt-Buffer가 1개소인 경우 대비 4개소 일 때 균형충전도는 최대 약 1% 정도 향상되었으며, 편측에만 Melt-Buffer가 설치되었을 경우에는 Melt-Buffer가 1개소인 경우보다 4개소인 경우에 최대 약 1% 정도 균형충전도가 향상됨을 알 수 있다. Melt-Buffer를 양측 러너에 설치하였을 때와 편측에만 설치하였을 때, Melt-Buffer에 의한 균형충전도 영향이 다르게 나타나는데, 이는 편측에만 Melt-Buffer가 존재할 경우에는 러너간의 상호작용에 의한 것으로 예측된다.

Fig. 6은 Melt-Buffer를 설치하였을 경우와 Melt-Buffer를 설치하지 않은 경우를 비교해놓은 결과로서 Melt-Buffer가 1개소 설치되었을 경우에는 약 3%의 균형충전도 향상을 보이며, 4개소 일 경우에는 약 4%의 균형충전도가 향상됨을 알 수 있다.

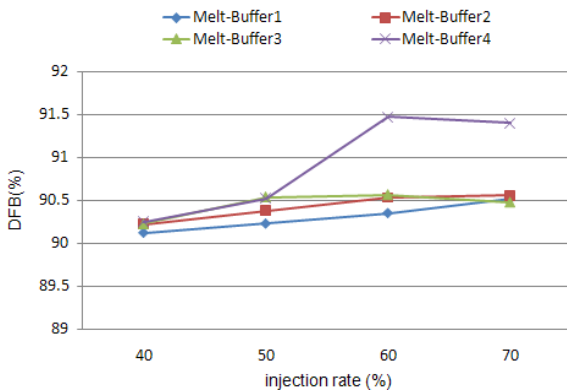


Fig. 4 DFB variation in both sides of Melt-Buffers

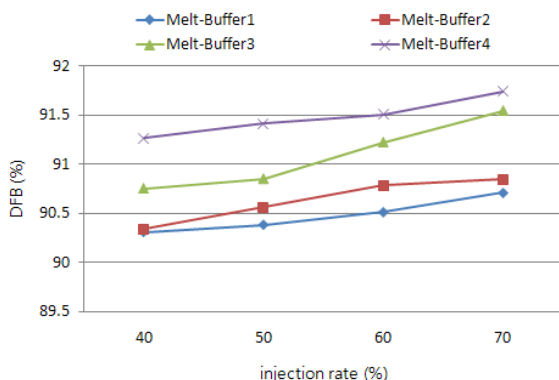


Fig. 5 DFB variation in one side of Melt-Buffers

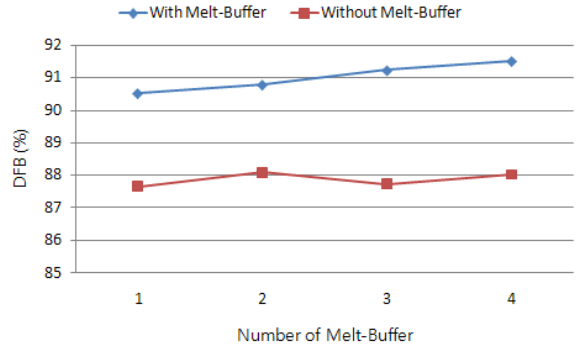


Fig. 6 DFB variation comparing with Melt-Buffer and no Melt-Buffer

5. 결론

본 연구는 다수 캐비티 금형의 불균형 충전을 개선하기 위해 개발된 Melt-Buffer 러너시스템에 대하여 형상 변경에 의한 균형충전도의 변화를 ABS 수지를 대상으로 실험적 연구를 수행하였다. 다음은 본 연구의 주요한 결과들이다.

(1) Melt-Buffer의 개수가 증가할수록 균형충전도의 값은 향상되었다. Melt-Buffer를 4개소 설치되었을 경우는 1개소 설치되었을 경우보다 약 1% 정도의 미소한 균형충전도의 향상이 있었다.

(2) Melt-Buffer를 설치하였을 경우에는, Melt-Buffer가 설치되지 않은 경우보다 균형충전도의 값을 최대 약 4% 정도 향상시킬 수 있었다.

참고문헌

1. Y. D. Jeong, "Development of New Runner System for Filling Balance in Multi Cavity Injection Mold", Transactions of Materials Processing, Vol. 15, No.1, 42-46, 2006
2. J. P. Beaumont, Jack H. Yong, "Mold Filling Imbalance in Geometrically Balanced Runner", Journal of Injection Molding Technology, Vol. 1, No. 3, 133-135, 1997
3. J. P. Beaumont, "Revolutionizing Runner Design In Hot and Cold Runner Mold", ANTEC 2001, 3680-3687, 2001
4. J. P. Beaumont, Jack H. Young, Jawoski, J. Matthew, "Solving Mold Filling Imbalance in Multi-Cavity Injection Mold", Journal of Injection Molding Technology, Vol. 2, No.2, 47-58, 1998.
5. D. K. Je, Y. D. Jeong, "Filling Imbalance in 3 Plate Type Injection Molds with Multi-Cavity", Journal of the Korean Society of Precision Engineering", Vol. 21, No.6, 117-121, 2004.
6. M. K. Jang, Y. D. Jeong, "A New Runner System Melt-Buffer for Filling Balance in Injection Molds", Transactions of Materials Processing, Vol. 18, No.2, 122-127, 2009.