

# 사출성형금형에서 직선채널과 배플의 냉각효율 비교

문영배<sup>†</sup> · 최윤식 · 정영득<sup>#</sup>

부경대학교 대학원 기계공학과 · 한국폴리텍VI대학 메카트로닉스과 · 부경대학교 기계공학부

## Comparison of Linear Channel and Baffle for Cooling Rate in Injection Mold

Young-Bae Moon<sup>†</sup> · Youn-Sik Choi · Yeong-Deug Jeong<sup>#</sup>

Graduate School of Mechanical Engineering, Pukyong National University ·

Dept. of Mechatronics, Korea Polytechnic VI ·

Division of Mechanical Engineering, Pukyong National University

**Abstract** : Plastic products are produced more than 70% of total processes in the injection molding. The injection molding process has 4 processes such as filling, packing, cooling and ejecting. It spends most of times in the cooling process. Therefore, it is important to control the mold temperature in producing plastic products. The time and system of cooling affect the product's quality and productivity. Especially, cooling time has about 60% of total injection cycle time. Therefore, we can improve a productivity by shortening cooling time. In this study, it was made a comparative study about cooling of linear channels and baffles and observed the variation of mold temperature on the coolant's temperature. As the result, the linear channel's cooling rate had faster than baffles and as coolant's temperature was increased, difference of cooling time was increased. Result of this study will be used widely to design for cooling system of injection mold.

**Key Words** : injection mold, cooling system, cooling channel, baffle

### 1. 서 론

플라스틱 재료를 대상으로 한 사출성형 제품은 전자제품, 자동차, 가정용 기구 등 많은 분야에서 사용되고 있으며, 우수한 품질의 제품을 양산하기 위해 지속적으로 사출성형 기술에 관한 연구개발이 이루어져 왔다. 플라스틱 제품은 압출이나 압축성형을 통하여 생산될 수 있으나 70% 이상이 사출성형을 통하여 생산되고 있다.1) 사출성형 시 성형조건이 플라스틱 제품의 품질 및 생산성을 결정할 정도로 영향이 크며, 그 중 제품 품질에 많은 영향을 미치는 수축이나 휨은 사출성형 시 냉각과정에서 그 원인을 찾을 수 있다.2) 또한, 냉각과정은 사출성형

시 전체 성형시간의 60% 이상을 차지할 정도로 가장 많은 시간을 필요로 한다. 따라서 냉각과정의 시간을 단축시킨다면 플라스틱 제품의 생산성이 대폭 향상될 것이며, 제품의 가격경쟁력도 높아지게 될 것이다.3) 이러한 냉각과정의 중요성으로 인하여 사출성형 금형의 설계 시 모든 냉각회로의 균형을 고려하는 것이 중요하며, 일반적으로 사용하는 냉각구조로는 직선형 냉각채널, 배플(baffle), 버블러(bubbler) 등이 있다. Fig. 1은 배플과 버블러 구조를 나타낸 것이며, 일반적으로 소형의 코어(core) 내측을 냉각시키기 위해 사용되거나 성형품 표면에 냉각채널로 인한 플러그(plug) 자국을 남기지 않기 위해서도 많이 사용된다.4)

본 연구에서는 이러한 냉각구조 중 직선형 냉각채널과 배플에 의한 냉각효율을 비교하였으며, 냉각수의 온도 변화에 따른 냉각효율의 차이를 조사할

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.  
E-mail : ydjung@pknu.ac.kr  
접수 : 2011. 10. 06. 채택 : 2012. 04. 13.

목적으로 실험적 연구를 수행하였다.

본 연구의 결과는 사출성형 시 냉각시간을 단축하기 위한 냉각채널 설계에 도움이 될 것으로 생각된다.

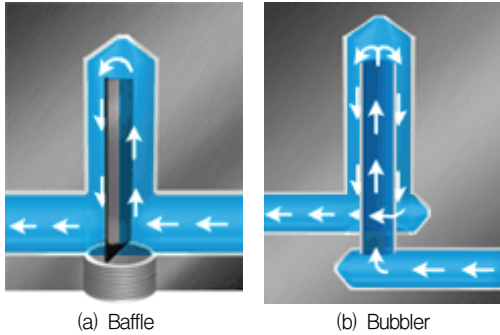


Fig. 1. Structure of baffle and bubbler

## 2. 사출성형 실험

본 실험에 사용된 사출성형기는 Fig. 2와 같은 LG기계의 140톤 유압식 사출성형기(LG-IDE 140EN)이며, 사용된 금형은 Fig. 3과 같은 사각평판형상을 가지는 2캐비티 2단 금형이다. 대상 수지는 비결정성 수지 ABS(BASF GP22)를 사용하였다.

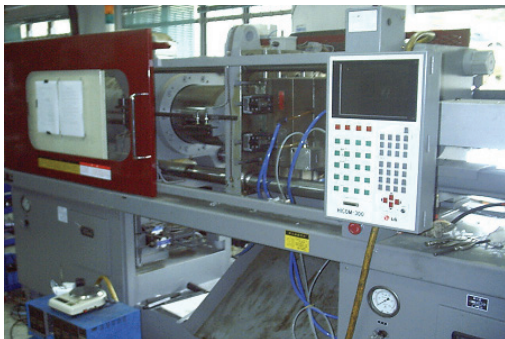


Fig. 2. Injection machine for experiment

실험을 위한 성형조건은 Table 1과 같으며, 냉각수 온도를 제외한 성형조건은 고정하였다.

수지온도와 냉각시간은 각각 230℃와 5sec로 각 냉각수 온도별 측정 온도값을 비교하기 위해 동일하게 하였다. 변수로 사용된 냉각수 온도는 30 ~ 50℃이며 총 3단계로 구분하였으며, 온도의 측정은 캐비티 중심 표면의 온도를 접촉식 전자 온도기를

사용하여 측정하였다. 또한, 직선형 냉각채널과 배플에 의한 금형 캐비티 표면온도의 변화를 관찰하기 위하여 각 조건당 총 50번의 사출성형을 수행하여 온도를 측정하였으며, 실험을 수행하기에 앞서 캐비티 표면온도를 각 조건의 냉각수 온도와 일치하게 설정하였다.

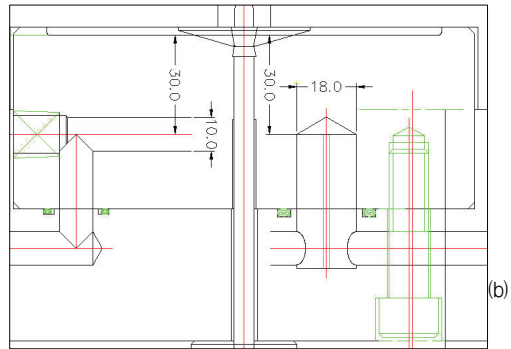
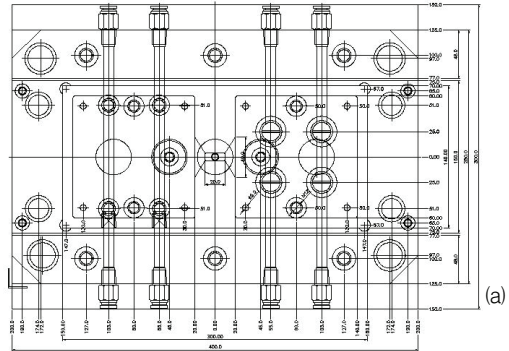


Fig. 3. Schematics of experimental injection mold

Table 1. Injection conditions for experiment

injection condition	Unit	Value
Injection speed	%	50
Injection pressure	%	50
Packing pressure	%	50
Injection time	sec	2
Cooling time	sec	5
Packing time	sec	1
Melt temperature	℃	230
Coolant temperature	℃	30, 40, 50

## 3. 실험 결과 및 고찰

본 실험에서 측정된 각 조건 당 캐비티 표면온도는 Fig. 4 ~ Fig. 6과 같으며 직선형 냉각채널과 배플에 의해 냉각된 금형표면의 온도를 비교하여 나타내었다.

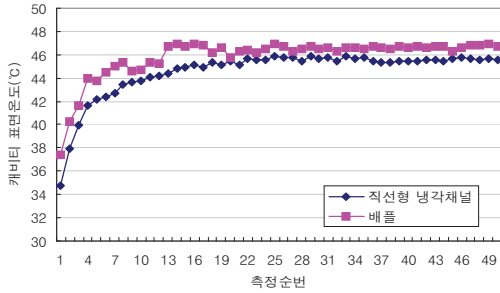


Fig. 4. Cavity's surface temperature(at coolant temp.=30°C)

Fig. 4 ~ Fig. 6에서 나타난 것과 같이 측정순번이 20회 이전의 캐비티 표면온도는 측정순번이 증가할수록 증가하는 것을 알 수 있으며, 20회 이후의 캐비티 표면온도는 거의 일정하게 유지되는 것을 알 수 있다. 이는 20회 이후에 수행되는 사출성형에서 금형의 온도가 정상상태에 도달했다는 것을 의미한다.

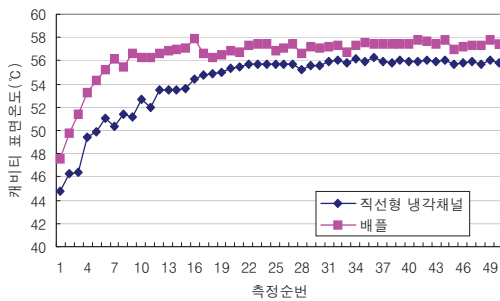


Fig. 5. Cavity's surface temperature(at coolant temp.=40°C)

Fig. 4는 냉각수 온도가 30 °C일 때, 측정된 캐비티 표면온도값을 나타낸 것이다. 앞에서 서술한 것과 같이 측정순번이 20회 이전에 측정된 온도는 상승하며, 20번 이후인 정상상태에 도달한 금형에서의 온도를 직선형 냉각채널과 배플에 의한 캐비티 표면온도를 비교해 보면 많은 차이를 보이지는 않지만 직선형 냉각채널이 배플보다 낮은 캐비티 표면온도를 나타내는 것을 알 수 있다.

Fig. 5는 냉각수 온도가 40 °C일 때, 측정된 캐비티 표면온도값을 나타낸 것이다. 정상상태에 도달한 20회 이후의 캐비티 표면온도를 직선형 냉각채널과 배플에 대하여 비교해 보면 냉각수 온도가 30 °C일 때와 같이 직선형 냉각채널이 배플보다 낮은 캐비티 표면온도가 나타나는 것을 알 수 있으며, 냉각수 온도가 30 °C일 때보다 캐비티 표면온도의 차이가 증가한다는 것을 알 수 있다.

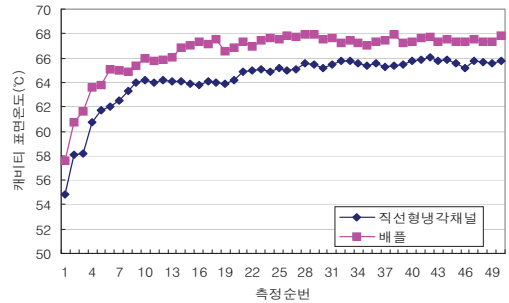


Fig. 6. Cavity's surface temperature(at coolant temp.=50°C)

Fig. 6은 냉각수 온도가 50 °C일 때, 측정된 캐비티 표면온도를 나타낸 것이다. 정상상태에 도달한 20회 이후의 캐비티 표면온도를 직선형 냉각채널과 배플에 대하여 비교해 보면 앞에서 나타난 것과 같이 직선형 냉각채널이 배플보다 캐비티 표면온도가 더 낮게 나타나는 것을 알 수 있으며, 냉각수 온도가 30 °C나 40 °C일 때보다 캐비티 표면온도의 차이가 더 커지는 것을 알 수 있다.

앞에서 수행한 실험 결과를 종합하여 직선형 냉각채널과 배플에 의한 캐비티 표면온도를 나타내면 Fig. 7과 같다.

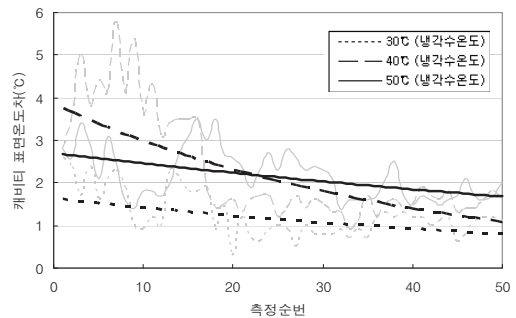


Fig. 7. Differences of cavity's surface temperature

Fig. 7에서 나타난 것과 같이 측정횟수가 20회 이전의 캐비티 표면온도차를 보면 냉각수 온도가 40℃일 때 가장 큰 차이를 나타내지만 20번 이후의 캐비티 표면온도차는 냉각수 온도가 50℃일 때 가장 큰 차이를 나타낸다. 20회 이전의 실험에서는 금형의 온도가 정상상태에 도달하지 않았음을 고려하여 20회 이전 실험의 측정 온도값을 무시하면 냉각수 온도가 증가할수록 직선형 냉각채널과 배플에 의한 캐비티 표면온도차가 증가한다는 것을 알 수 있다.

캐비티 표면온도차를 평균값으로 환산하면 Table 2와 같으며 냉각수 온도가 10℃ 증가할수록 캐비티 표면온도 차가 약 0.5℃ 증가한다는 것을 알 수 있다.

Table 2. Average difference of cavity's surface temperature

Coolant temperature	Difference (Ave.)
30℃	0.97
40℃	1.49
50℃	1.97

위 실험에서 직선형 냉각채널이 배플구조보다 냉각효율이 더 높다는 것을 알 수 있었으며, 이는 이 외 문헌에서 알려져 있는 사실과 부합된다. 이는 동일한 유속의 냉각수가 직선형 냉각채널과 배플에서 흐르지만 배플의 구조에 의한 냉각수 압력강하(6)와 코너풀(corner pool) 효과에 의한 유동정체 현상으로 인하여 배플 내 냉각수의 냉각효율이 직선형 냉각채널보다 떨어지는 것이다. 따라서 금형 구조의 제한이 없는 경우, 배플 구조보다 직선형 냉각채널을 사용하여야 높은 냉각효율을 가지는 금형을 설계 제작할 수 있을 것이다. 본 실험 결과에서는 실험에 사용된 금형의 배플 높이가 35mm로 낮기 때문에 직선형 냉각채널과 배플의 냉각효율 차이가 크게 나타나지 않았다. 향후 연구에서는 배플의 높이에 따른 배플의 냉각효율에 대해서 비교하는 실험을 계획하고 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 사출성형 금형의 냉각구조 중 일반적으로 많이 사용되는 직선형 냉각채널과 배플구조에 대한 냉각효율을 비교하였으며, 냉각수 온도변화에 따른 각 구조별 냉각효율 차이를 실험을 통하

여 연구하였다. 본 연구에서 얻은 주요 결과는 다음과 같다.

(1) 직선형 냉각채널이 배플 구조보다 더 높은 냉각효율을 나타내었으며, 이는 일반적으로 알려져 있는 결과와 부합되었다.

(2) 냉각수 온도가 증가할수록 직선형 냉각채널과 배플구조의 냉각효율은 그 차이가 점차 증가하였다.

#### 참고문헌

- 1) 강철민, “다수캐비티 사출금형에서 성형조건이 균형충전에 미치는 영향”, pp.2, 2005.
- 2) 정영득, 구본홍 공역, “사출성형해석에 의한 제품 및 금형설계”, 도서출판 인터비전, pp.432~433, 2005.
- 3) 권태현, 박성진, 윤경환, 이상봉, 정영득 공역, “사출성형 CAE 설계지침”, 문운당, pp.109, 2004.
- 4) 정영득, 구본홍 공역, “사출성형해석에 의한 제품 및 금형설계”, 도서출판 인터비전, pp.186~187, 2005.
- 5) 浜田 著, “コストダウンのための金型温度制御”, シグマ出版, pp.113~119, 1998.
- 6) J.P. Van der walt, "A Pressure Loss Coefficient for a Series of Injection Mold Cooling Baffle", Journal of injection molding technology, March 2005, Vol. 4, No. 1.