

성형조건에 따른 캐비티 내압 측정 및 컴퓨터 모사

김동우¹ · 김수영² · 신광수² · 김도운² · 김기윤² · 류민영[#]

서울산업대학교 정밀기계공학과

A study on the measurement of cavity pressure and computer simulation

D.W.Kim, S.Y.Kim, K.S.Shin, D.W.Kim, K.Y.Kim, M.Y.Lyu

Department of Mold & Die Engineering, Seoul National University of Technology

Abstract : Injection molding operation consists of filling, packing, and cooling phase. The highest pressure is involved during the packing phase among the operation phases. Cavity pressure depends upon velocity to pressure switchover time and magnitude of packing pressure. The cavity pressure is directly related to stress concentration in the cavity of mold. Thus the observation and control of cavity pressure is very important to prevent mold cracking. In this study, cavity pressures were observed for operational conditions using the commercial CAE software, Moldflow. Operational conditions were velocity to pressure switchover time and packing pressure. Cavity pressures were also measured directly during injection molding. Simulation and experimental results showed good agreement.

Key Words : Injection Molding, Computer Simulation, Cavity Pressure, Velocity to Pressure Switchover

1. 서 론

대부분의 중·대형 가전 제품인 TV나 외장형 Speaker 등 제품의 외관을 구성하고 있는 Case나 Cover 종류의 부품들은 모두 Plastic을 이용한 사출 성형방법으로 성형되고 있다. 사출성형은 충전, 보압, 냉각의 공정으로 이루어지는데 성형공정 중보압 단계는 압력이 가장 크게 작용한다[1~2]. 실제성형 중 Cavity 내의 압력 변화가 생기는 경우는 는 보압 전환 위치에 의한 압력 변화와 제품의 품질 향상 즉, Sink mark나 수축 등을 없애기 위해서 보압을 증가시킬 경우에 발생하는 압력 변화가 있는데 Cavity 압력의 크기에 따라서 응력분포가 다르게 된다. 또한 나아가 Cavity 내압이 커질 경우에는 금

형의 파괴가 발생한다. 따라서 사출성형 시에 성형 조건에 따른 내압크기의 변화를 관찰해야 할 필요가 있다. 본 논문에서는 사출성형조건에서 보압전환 위치, 보압크기에 따른 캐비티 내압의 변화를 실험과 해석을 통하여 관찰 및 비교 분석을 하였다.

2. 실험 및 성형해석

2.1. 해석 및 실험모델

Fig. 1은 본 연구에서 사용하는 Cavity 내압분포분석을 위한 실험모델이 나타나있다. 시편의 두께는 3.2mm이고 가로 260mm, 세로92mm이다. Delivery system은 Hot runner를 사용하였다.

#교신저자 : 서울산업대학교 금형설계학과,
E-mail : Mylyu@snut.ac.kr

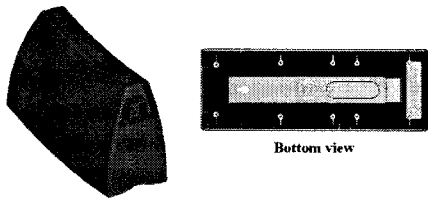


Fig. 1 Model for study

2.2. 압력측정 실험 장치

본 Fig. 2는 Cavity의 압력 측정센서 위치를 나타내고 있다. 압력측정 센서위치는 2곳 이며 측정위치 A는 Gate에서 약 6mm정도이고 측정위치 B는 25mm정도에 위치해있다. 압력측정은 Priamus사의 Cavity pressure sensor를 사용하였다. 실험에 사용된 사출 성형기는 Dong hua machinery의 FZ450으로 형체력은 450ton, 사출 실린더의 최대 압력은 160bar, 최대 사출속도는 160mm/sec이고 스크류 지름은 75mm이다. 수지는 제일모직 사의 ABS+PMMA SF-0509를 사용하였다.

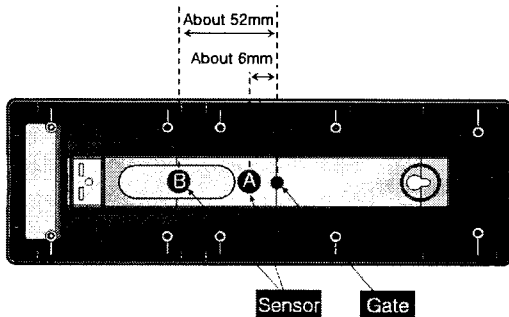


Fig. 2 Location of pressure sensors

2.3. 사출성형해석

본 연구의 실험조건이 Table 1에 나타나 있다. 금형 Cavity 내 압력에 영향을 주는 인자로 보압전환 위치와 보압크기로 선정하였다[3~4]. 해석은 보압크기 85bar, 보압전환 위치 90%를 기준조건으로 결정하고 각각 하나의 인자를 변경하여 수행하였다. 또한 모든 조건에서 사출압력은 95bar, 보압속도는 20%로 동일하다.

Table 1 Injection molding operational conditions

No.	Ram speed (%) (F4/F3/F2/F1)	Stroke (mm)	Packing pressure (bar)
1	32/64/32/24	35/40/80/90/107	85

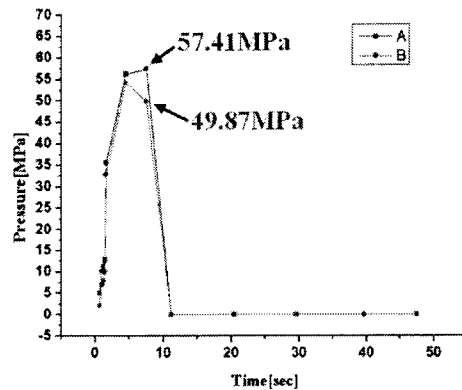
2	32/64/32/24	40/80/90/107	85
3	32/64/32/24	28/40/80/90/107	85
4	32/64/32/24	35/40/80/90/107	95
5	32/64/32/24	35/40/80/90/107	110
6	32/64/32/24	35/40/80/90/107	130
7	32/64/32/24	35/40/80/90/107	150

1~2는 보압전환 위치의 변화, 3~7은 보압크기를 변화한 성형조건이다. 해석 S/W는 Moldflow로 3차원 해석을수행하였다.

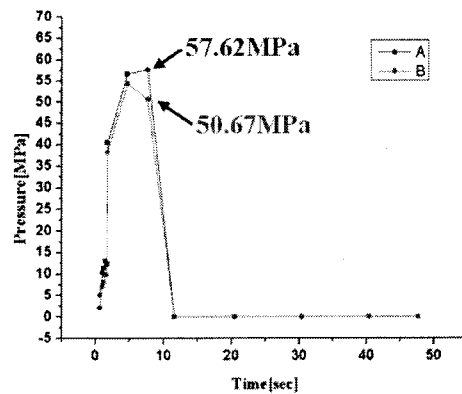
3. 결과 및 고찰

3.1. 보압전환 위치에 따른 캐비티 압력

Fig. 3은 보압전환 위치가 변화되었을 때 Cavity내의 압력 분포이다. 그래프에서 X축은 사출성형공정 시간을 Y축은 압력을 나타내고 있다. (a)는 보압전환 위치가 총진이85%일 때 (b)는95%일 때의 압력분포를 나타내고 있다. 보압크기가 85bar로 같은 조건임에도 보압전환이 늦어질수록 압력이 증가함을 알 수 있다.



(a) 85%

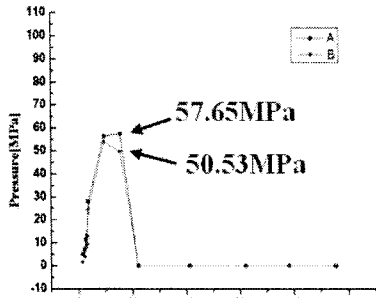


(b) 95%

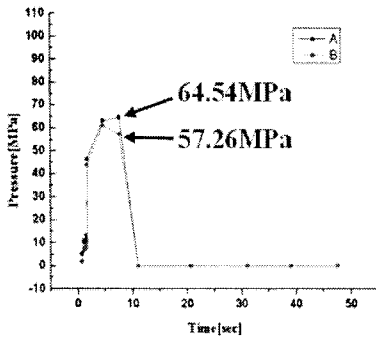
Fig. 3 Various cavity pressure profiles for velocity to pressure switchover

3.2. 보압크기에 따른 캐비티 압력

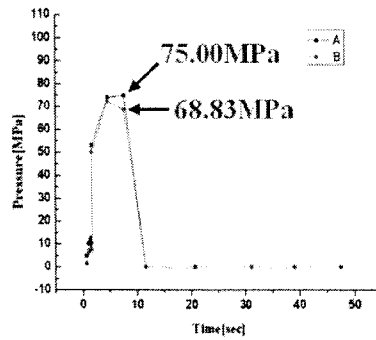
Fig. 4는 보압크기가 변화되었을 때 Cavity 내의 압력분포이다. 전체적으로 같은 보압완료 시점(7.568sec)에서의 보압크기를 비교하였을 때 보압크기가 커질수록 Cavity 내에 받는 압력크기가 증가함을 알 수 있다.



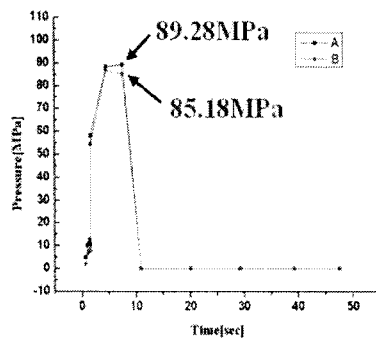
(a) 85bar



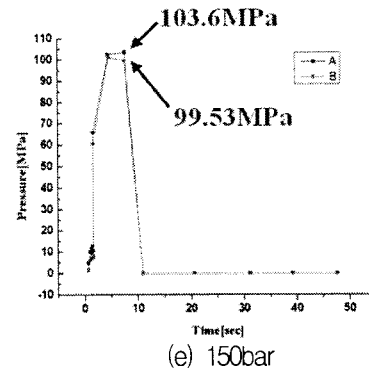
(b) 95bar



(c) 110bar



(d) 130bar

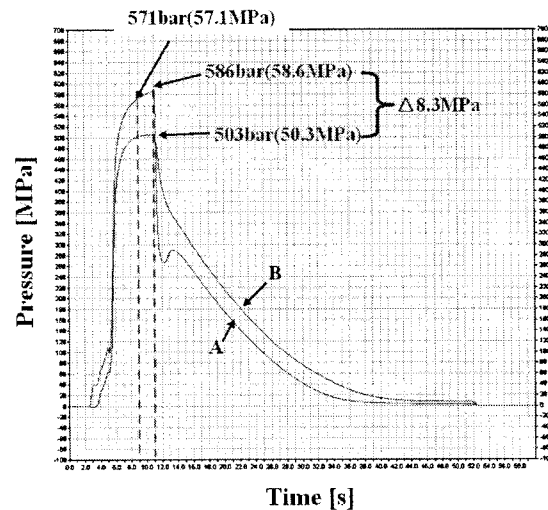


(e) 150bar

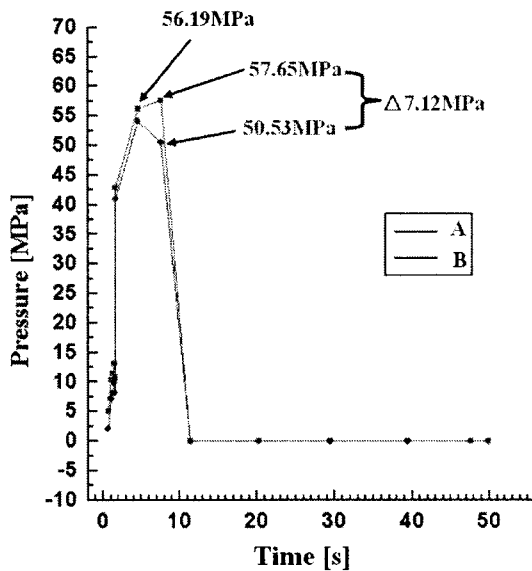
Fig. 4 Various cavity pressure profiles for packing pressure

3.2. 실험과 해석의 비교

Fig. 5는 Cavity 내의 압력분포 결과의 실험과 해석을 비교하였다. (a)는 실험결과이고 (b)는 해석결과를 나타내고 있다. 실험과 해석에서 전체적인 압력 분포를 보았을 때 경향이 유사함을 보였고 또한 센서의 A와 B위치에서 최대압력 비교 시에 A위치의 해석과 실험의 편차 값이 1.65%($\Delta 0.95\text{MPa}$)이고 B위치에서는 7.67%($\Delta 3.86\text{MPa}$)의 편차를 보였다. 보압완료 시점(7.568sec)의 압력 값의 편차를 비교해 보았을 때 해석 결과에서는 $\Delta 7.12\text{MPa}$ 이고 실험결과에서는 $\Delta 8.3\text{MPa}$ 로 나타났다.



(a) Experimental



(b) Simulation

Fig. 5 Comparison of experimental and simulation results of cavity pressure

4. 결론

본 연구는 사출성형공정의 보압단계에서 Cavity 내에 받는 압력분포를 관찰하기 위한 사례연구로서 사출성형해석 프로그램과 실험을 통하여 접근하였다. 보압 전환 위치 변화에 따른 Cavity 내의 압력분포에서는 보압 전환 위치가 달라질 때 압력분포가 달라지고 또한 보압 전환이 늦어짐에 따라서 압력이 증가하였고 또한 보압 크기를 변경하였을 때 Cavity 내에서 받는 압력이 보압 크기가 커질수록 비례적으로 증가하는 경향을 보였다. 그리고 해석의 정확성을 판단하기 위하여 실험과 비교 해보았을 때 값의 편차가 있지만 이 부분은 미소하고 전체적인 경향으로 보았을 때 유사하다고 판단이 된다. 따라서 Cavity 내압의 분포를 관찰해야 할 때 CAE 해석으로도 사출성형 시에 Cavity 내에 받는 압력 분포를 분석할 수 있고 금형설계를 할 때 금형 Cavity 내에 받는 압력을 고려하여 사출기에 적합한 금형설계를 할 수 있다고 판단된다.

참고문헌

- 1) Irvin I. Rubin 1972, Injection Molding, Theory and Practice, John Wiley & Sons, USA, pp.3-11
- 2) D.G. Baird, D.I. Collias, 1988, Polymer Processing,

John Wiley & Sons, USA, pp.277-282

- 3) 김수웅, 박현철, 류민영, 진영준, 김도, 2004, 사출성형의 공정변수에 따른 캐비티 내의 온도와 압력의 변화, 한국소성가공학회 04 추계학술대회 논문집, pp. 70~74
- 4) 김준민, 류민영, 2006, 사출성형에서 런너 크기의 최적화를 위한 CAE 적용, 한국소성가공학회 06 추계학술대회 논문집, pp.240~243
- 5) F. Gao, W. I. Patterson, M. R. Kamal, 1996, Cavity Pressure Dynamics and Self-Tuning Control for filling and packing phases of thermoplastics injection molding, Polym. Eng. Sci., vol.36, No.9, pp. 1272~1285
- 6) Herbert Rees, 1995, Mold Engineering, Hanser/Gardner, Cincinnati, pp.76~169.
- 7) R. K. Irani, B. H. Kim, J. R. Dixon, 1995, Towards automated design of the feed system of injection molds by intergrating CAE, iterative redesign and features, Transactions of the ASME., Journal of Engineering for industry, vol. 117, pp. 72~77.