

Plate 가열방식 유리렌즈 성형공정해석을 위한 PBK40 소재의 유동 특성에 관한 실험적 연구

장성호*, 허영무, 윤길상, 신광호, 이영민, 정우철(한국생산기술연구원)

An Experimental Study on Flow Characteristics of PBK40 for Glass Lens Press Process Simulation of a Plate Heating Type

S. H. Chang, Y. M. Heo, G. S. Yoon, K. H. Shin, Y. M. Lee, W. C. Jung(KITECH)

ABSTRACT

Generally, progressive type GMP process is more efficient than batch type because there are advantages that problems of each stage(heating, press, cooling etc.) are easily grasped and a time of production is shortened. But if single cavity is used in progressive type GMP process, there is disadvantage that productivity is decreased. So, in order to improve productivity of progressive type GMP process, it is essential to secure multi cavity mold technic. In this study, as a fundamental study to develop multi cavity used in glass lens molding, we conducted a compression test for PBK40

Key Words : Progressive Type GMP Process(프로그래시브 방식 GMP공정), Multi Cavity Mold(다수 cavity 금형), PBK40, Compression Test(압축시험), Plate Heating Type(Plate 가열방식)

1. 서론

최근 광학렌즈는 광학계 구성의 간략화 및 경량화를 위해 비구면화 되어왔으며 소재 측면에서도 굴절률, 색수차, 투과율, 열변형 등 플라스틱 소재의 광학적 한계를 극복하기 위하여 점차 유리소재로 대체되고 있다. 이전에는 유리렌즈의 생산을 위해 주로 연마법이 이용되었으나 연마법으로는 생산할 수 있는 렌즈의 크기, 형태 등이 제한될 뿐 아니라 양산성이 크게 떨어지기 때문에 근래에는 GMP(Glass Molding Press)방식의 직접 프레스 성형법이 개발, 이용되고 있다⁽¹⁾.

일반적으로 GMP공정은 batch type과 progressive type으로 나뉜다. Batch type은 다수 cavity의 금형을 이용하여 한 stage에서 유리성형공정을 진행하는 방식으로 IR방식 등을 이용하여 소재를 가열하는 반면에 progressive type은 유리성형공정을 각각 분리하여 진행하는 방식으로 plate 가열방식을 이용하여 소재를 가열한다. Fig. 1에는 progressive type GMP공정의 개략적인 모습을 나타내었다. Progressive type은 연속적인 생산 방식에 의한 생산 시간 감소와 단계별 문제점 파악이 용이하다는 장점 때문에 batch type에 비해 효율적인 공정이지만 single cavity일 경우에 생산성이 저하되는 단점이 있기 때문에 progressive type GMP공정의 생산성향상을 위해서는 multi cavity 금형·성형기술 확보가 필수적이다.

본 연구에서는 progressive type GMP공정에 사용되는 비구면 유리렌즈의 초정밀 multi cavity 금형·성형 기술 개발을 위한 기초연구로서 유리렌즈성형에 사용되는 PBK40 소재의 유동특성을 파악하고, 유리렌즈의 성형해석에 적용할 물성획득을 위해 소재의 압축시험을 수행하였다.

2. 시험편 및 시험장치의 구성

시험에 사용된 소재는 PBK40($\Phi 7 \times H7$)으로 소재의 기계적, 열적 물성을 Table 1, 시험편의 성형 전/후의 형상을 Fig. 2에 나타내었다. 유리 소재의 경우, 성형온도에 따라 성형특성에 큰 차이가 있기 때문에 실제 progressive type의 GMP공정에 적용되는 plate 가열방식을 모사하는데 중점을 두어 미세압축시험기를 구성하였다⁽²⁾. Fig. 3에는 시험기와 progressive type 및 시험기의 소재, 시험편 가열방식을 간략하게

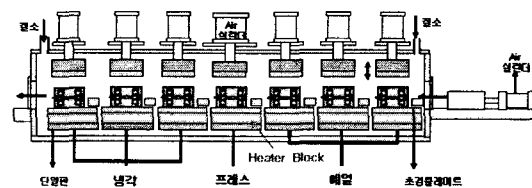


Fig. 1 Schematic diagram of a progressive GMP process

Table 1 Mechanical and thermal properties of PBK40

Young's Modulus (10^8N/m^2)	799
Poisson Ratio	0.229
Transformation Point ($^{\circ}\text{C}$)	501
Yielding Point ($^{\circ}\text{C}$)	549

Table 2 Test temperature and $\dot{\epsilon}$

Test temperature (T_s)	$\dot{\epsilon}$ (1/sec)			
570 $^{\circ}\text{C}$	1	3	5	10
580 $^{\circ}\text{C}$	1	3	5	10
590 $^{\circ}\text{C}$	1	3	5	10



Fig. 2 Shape of a test specimen before and after deformation

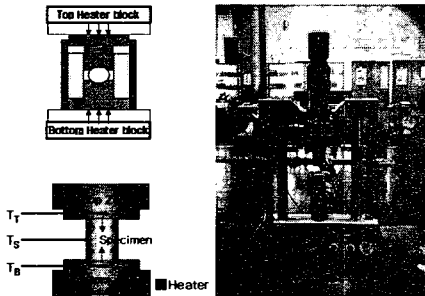


Fig. 3 Test equipment and schematic diagrams for heating type of progressive GMP process and test equipment

나타내었다. 상/하부 zig와 시험편의 중심으로부터 온도를 측정하였고 시험편으로부터 측정된 온도(T_s)를 기준으로 시험을 하였다. 시험편 길이의 60% (4.3mm)까지 시험편을 압축하였으며 시험온도 및 $\dot{\epsilon}$ (변형률속도)을 Table 2에 나타내었다.

3. 압축시험결과

다수의 하중-변위선도로부터 master curve를 도출하였고 이를 Fig. 4, 5에 나타내었다. 변형률 속도가 높고 온도가 낮을수록 성형하중은 컸고 진행과정에서 시험편이 일정높이까지 압축되었을 때, 시험편의 단면적 증가로 인해 성형하중이 증가하였다. 시험편이 압축되는 동안, 시험편의 온도는 낮은 $\dot{\epsilon}$ 에서는 약 20 $^{\circ}\text{C}$, 높은 $\dot{\epsilon}$ 에서는 약 10 $^{\circ}\text{C}$ 정도 온도가 상승하였다. 이는 시험편의 길이가 줄고 단면적이 증가하면서 소재의 변형에너지와 소재보다 높은 온도를 나타내는 plate(zig)에 의한 열유입이 발생하기 때문이다.

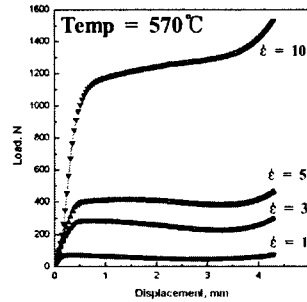


Fig. 4 Test results - Temp : 570 $^{\circ}\text{C}$, $\dot{\epsilon}$: 1, 3, 5, 10

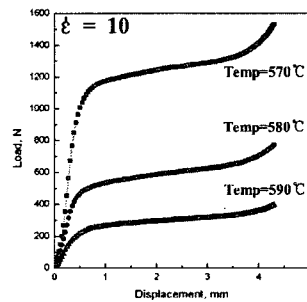


Fig. 5 Test results - $\dot{\epsilon}$: 10, Temp : 570, 580, 590 $^{\circ}\text{C}$

4. 결론

본 연구에서는 PBK40 소재에 대한 압축시험을 수행하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

시험편이 압축되는 과정에서 시험편의 온도가 상승하였는데, 이로 인해 실제 progressive type GMP공정의 가압과정 중에도 소재의 온도가 상승하게 될 것임을 알 수 있었고, 추후 유리렌즈 성형해석 시, 성형되는 과정에서 발생하는 소재의 온도 변화가 고려되어야만 한다는 것을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 부품·소재기술개발사업의 일환으로 수행중인 『Progressive 방식의 GMP공정을 위한 다수 cavity 금형·성형 기술개발』의 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 전병희, 홍석관, 표창률, “마이크로 렌즈 성형시 형상예측을 위한 유한요소해석”, 한국소성공학회지, 제11권 제7호, pp581-588, 2002
2. 한국생산기술연구원, “카메라폰용 초정밀 메가픽셀급 광학부품의 성형 및 금형기술에 관한 기술지원”, 2004. 7