

핫 프레스 성형기용 유리소재 정량토출 시스템개발에 관한 연구 Study on system development of glass material dispenser for hot press molding machine

*박순섭¹, 고명진¹, 양순철², 이상용², #원종호³

*S. S. Park¹, M. J. Ko¹, S. C. Yang², S. Y. Lee², #J. H. Won(jhwon@cnu.ac.kr)³

¹한국생산기술연구원, ²한국기초과학지원연구원, ³충남대학교

Key words : Hot press, Molding machine, Glass material dispenser, Softening Point

1. 서론

LED 보급 및 조명시장 성장으로 인해 조명에 적용되는 유리광학소자의 수요가 급증하고 있지만, 유리광학소자 제조업체들의 획일적인 양산 방식 때문에 양산제품 및 개발제품의 수출활로를 개척하지 못하는 실정이다. 기계적인 가공이 필요 없이 유리소재를 연화점까지 가열하고 상/하 금형 코어의 정밀제어를 통해 프레스 형태로 렌즈를 성형하는 방식인 핫 프레스 양산장비를 개발하면 원가절감 및 높은 생산성에 따른 우위를 바탕으로 LED 조명 광학계와 디스플레이에 적용되는 제품을 일본, 대만, 미국 등 조명 선진사에 수출하는 효과를 볼 수 있을 것으로 예상된다. 본 논문에서는 핫 프레스 성형기용 유리소재 정량토출 시스템을 개발하고자 한다.

2. 실험 구성도

글라스 용융로 구성 및 설계는 Fig. 1과 같이 백금로에서 나오는 1500°C 이상의 고온의 열이 새어나오지 않도록 내화벽돌과 충전재, 냉각 시스템으로 구성 하였으며 내화물로는 알루미늄을 사용하였다. 용융 글라스 토출은 Fig. 2와 같이 Stroke 제어를 통한 에어 토출 방식과 Stroke 제어에 의한 중량을 동시에 제어 할 수 있는 멀티 백금 플랜저 시스템을 설계하였으며, 토출된 용융 글라스는



Fig. 1 Schematic of glass material dispenser system



Fig. 2 Photograph of stroke

직접 접촉식히터(500°C~600°C)에 의해 구성된 하부 금형에 투입될 수 있는 형태로 구성하였다. 유리소재 정량토출 장치에서 토출된 용융 유리소재는 1000°C 이상의 고온 상태여서 상온 노출 시 내부 응력에 의해 굴절을 변화, 표면 거칠기 문제 및 깨짐 현상들이 발생 할 수 있다. 금형 코어 홀더 외부에 500°C~600°C의 균일한 온도를 유지할 수 있는 가열 히터를 장착하였으며, 중앙 부분에 금형 코어를 고정하는 방식으로 구성하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

상기 제작된 유리정량 토출 장치의 온도 안정성을 확인하기 위해 열 감지 센서를 이용한 열 편차 실험 결과 전기가 적용된 글라스 용융 방식은 1100°C 기준 ±2°C 편차를 보임으로 안정성에서 월등함을 알 수 있다.

글라스 용융 실험은 글라스 소재의 연화점 온도 범위를 시작으로 항복점(Yield Point) 이상의 온도를 가함으로 글라스 용융 현상을 관찰하였으며, 글라스 소재로 적용된 L-BAL 42(일본:Ohara社) 연화점의 200°C 이상 온도인 800°C~1300°C에서 순차적으로 50°C씩 가변하여 실험을 진행하였다. 이때 800°C~1100°C 사이의 온도 범위에서는 글라스 소재가 토출이 가능 할 정도의 점도를 보이지 않아 Fig. 3과 같이 에어 토출 시 글라스 소재가 실처럼 늘어나는 현상이 발견되었으며, 1200°C

이상점에서는 글라스 소재가 완전히 용융되어 백금로에서 하중에 의해 흘러내리는 현상이 발견되었다.

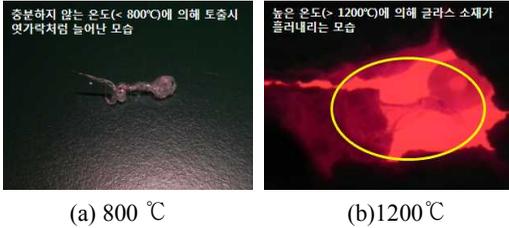


Fig. 3 Glass material dispenser experimental results with different temperature

Fig. 4는 1100°C~1150°C의 온도범위에서 안정적인 토출을 진행하면서 에어 토출압은 0.02Mpa/3sec로 고정하고, 플렌저 횡수를 1회에서 6회까지 변화시키면서 제작한 용융 글라스 소재 사진이다.



Fig. 4 Photograph of melting glass material

상기 실험을 통해 최적 실험 조건을 도출하여 1100°C~1150°C의 온도범위에서 플렌저 횡수는 4회, 에어 토출압은 0.02Mpa/3sec 조건으로 제작한 용융 글라스 소재와 내부 투과율 및 굴절률 변화율 측정용 렌즈는 Fig. 5와 같이 제작되었다.



Fig. 5 Photograph of melting glass material and lens

유리소재 정량토출 장치에 의해 제작된 용융 유리소재를 시판되는 L-BAL 42소재와 비교하여 측정된 결과 Table 1과 같이 굴절률 변화율(Δn)이 -0.001 이하의 값을 나타내었다. 따라서 핫 프레스 성형 시 굴절률 저하는 크게 변화가 없을 것으로 생각된다. L-BAL 42 원소재의 내부 투과율은 90% 수준인데, 핫 프레스 유리 토출에 의해 제작된 소재의 내부 투과율은 Fig. 6과 같이 300nm~800nm 파장

대역에서 평균 88% 수준의 투과율을 보였다. 내부 투과율이 감소한 이유는 소재에 기포 발생으로 사료된다.

Table 1 Comparison of refractive index

Material	V	n_r	n_d	n_c
Raw glass	58.898	1.5900	1.5831	1.5801
Melting glass	58.808	1.5891	1.5822	1.5792

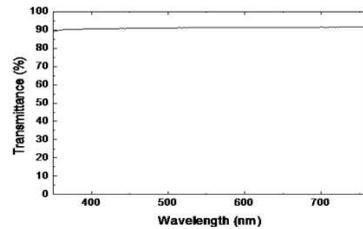


Fig. 6 Transmittance measurement data

4. 결론

본 연구에서는 전기로와 멀티 백금 플렌저 시스템을 이용하여 핫 프레스 성형기용 유리소재 정량 토출 시스템 개발하였다.

L-BAL 42소재를 1100°C~1150°C 온도에서 플렌저 횡수는 4회, 에어 토출압은 0.02Mpa/3sec로 최적 실험 조건을 찾았고, 굴절률 변화율(Δn) 측정 결과 -0.001이하의 값을 가졌다. 이는 서냉 공정을 거치지 않고 제작된 용융 유리소재를 측정된 것으로 유리소재 투입 후 서냉 공정을 거치면 내부응력을 최소화 할 수 있어 개선이 가능하며, 원소재가 90% 수준의 투과율을 보이고 있으나 전기로 도입에 의한 기포 및 변수제거를 통해 추후에는 원소재 수준의 투과율을 수득 할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Y. Tanaka, T. Komine, S. Haruyama and M. Nakagawa, "Indoor Visible Light Transmission System Utilizing White LED Light," IEICE Trans, on Communications, E86-B, 2440, 2003.
2. Keqiang Qiu, Bo Yu, Yinglei Ren, "Porous bulk metallic glass fabricated by powder hot pressing," Journal of University of Science and Technology Beijing, Mineral, Metallurgy, Material, vol. 14, pp. 59-63, 2007.