

천연소재 사출 성형의 온도 조건별 물성 변화 연구

Change of physical properties of natural material product by injection molding

*김현근¹, 김신원¹, Khosbayar Ganzorig¹, 이경수¹, #차성운¹

*H. K. Kim¹, S.W.Kim¹, K. Ganzoring¹, K.S. Lee, #S. W. Cha(swcha@yonsei.ac.kr)¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : natural material, biodegradable, injection molding, impact strength, density

1. 서론

합성 고분자는 그 성능이 뛰어나고 가격적으로 저렴하여 산업 전반에 걸쳐 널리 사용되고 있다. 하지만 합성 고분자는 자연적으로 분해되기 어려워 환경적 측면에 문제가 있다. 이에 따라 세계적으로 생분해성 폴리머에 대한 연구와 산업적 응용이 활발히 진행되고 있다.

생분해성 폴리머 관련 연구 중 전분기반 천연소재 관련 연구도 중요한 연구 분야 중 하나이지만, 전분 등 식용으로 사용할 수 있는 작물의 활용은 윤리적으로 문제가 될 수 있다. 이에 따라 천연 부산물에 대한 연구가 최근 산업계를 중심으로 이루어지고 있다. 밀기울/밀배아 혼합물은 밀을 도정하고 남은 부산물이다.

천연 소재를 사용한 공정에서 중요한 공정 요소는 수분과 온도와의 상관관계라고 할 수 있다. 천연소재의 성형 공정에서 가소제로 사용되는 물은 공정에는 필수적이지만 성형이 완료된 후에는 모두 제거되어야 제품으로서의 가치를 지닌다.

성형 후 수분을 제거하는 가장 쉬운 방법은 공정 온도를 높게 설정하는 것이다. 그러나 공정 온도가 높으면 수분은 증발되더라도 천연 소재는 탄화되고 상태가 변하여 물성의 큰 변화를 초래하는 등 여러 변수가 나타난다.

이에 본 연구에서는 공정 온도에 따른 밀기울/밀배아의 물성 변화를 확인하고 이를 고찰하였다. 성형 공정으로는 사출 성형을 이용하였고 재료로는 밀기울/밀배아, 가소제로 물을 사용하였다.

2. 실험 내용

재료로 천연 부산물 밀기울/밀배아 혼합물과 수분을 활용하였다. 천연부산물과 수분의 비율을 7:3으로 고정하였다. 120톤 규모의 single screw 사출

성형기를 사용해 사출을 수행하였다. 사출기의 후부의 온도는 탄화가 일어나지 않는 85℃, 80℃, 75℃로 고정하였고 노즐 부의 온도는 온도에 따른 물성을 측정하기 위해 시편을 제작하였고 시편을 통해 광학 현미경을 통한 상태 촬영, 밀도, 충격강도를 측정하였다.

Table 1 Process temperature conditions

Nozzel	Barrel 1	Barrel 2	Barrel 3	Barrel 4
90℃	90℃			
100℃	100℃	85℃	80℃	75℃
120℃	120℃			
150℃	150℃			

3. 실험 결과

3.1 Morphology

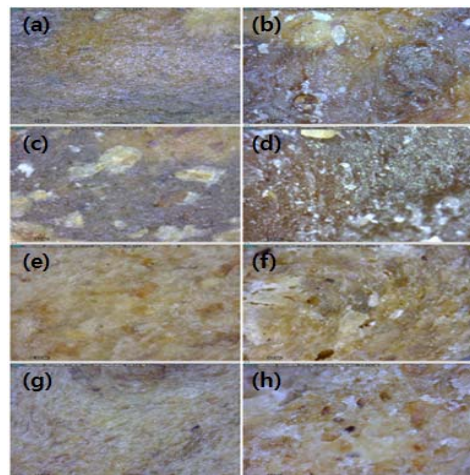


Fig. 1 Optical images of surfaces and cross sections of specimens by different temperature

Fig. 1 은 각각 노즐 온도 90°C a(표면), b(단면), 100°C c(표면) d(단면), 120°C e(표면), f(단면), 150°C g(표면), h(단면) 를 의미한다. 광학 현미경의 이미지 결과를 보면 노즐온도에 따라 시편들이 각각 다른 상태를 가지고 있는 것을 볼 수 있고 각각의 상태에 따라 다른 물성을 가짐을 알 수 있다.

3.2 밀도

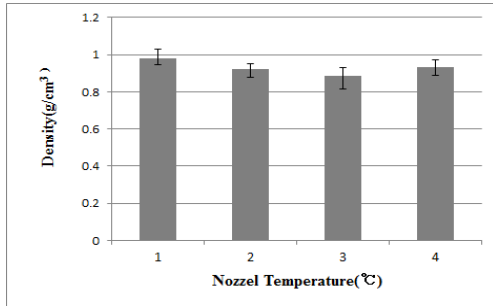


Fig. 2 Density of specimens by different temperature

Fig. 2 는 평균 밀도이다. 각 조건마다 시편들의 평균 밀도는 점차 감소하다 노즐온도 120°C에서 가장 작은 값을 갖고 온도가 높은 노즐온도 150°C에서는 다시 증가하는 형상을 보였다. 이 경향성의 원인은 90°C일 때와 120°C일 때의 다른 두 상태의 차이라고 할 수 있다. 짙은 갈색의 상태가 더욱 밀하고 옅은 갈색 일 때의 상태가 덜 밀하다는 것을 알 수 있었다. 150°C에서 밀도가 증가하는 원인은 탄화에 의한 밀도 증가라고 할 수 있다.

3.3 충격 강도

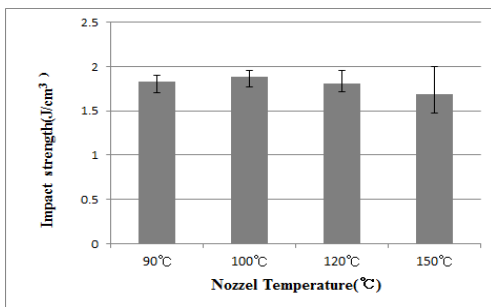


Fig. 3 Impact strength of specimens by different temperature

Impact strength 경향은 약간 감소하는 추세를 보이지만 그 변화가 많이 없는 것으로 나타난다.

하지만 온도가 올라갈수록 같은 조건내의 시편에서의 편차가 증가함을 확인 할 수 있었다. 이는 온도가 올라감에 따라 탄화나 수증기 발생에 따른 영향으로 볼 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 밀기울/밀배아의 사출 성형에 있어 성형 온도에 따른 밀도와 충격강도의 변화를 확인하였다. 실험을 통해 120°C일 때 밀도가 가장 작으면서도 충격강도가 다른 온도에 비해 거의 떨어지지 않아 120°C의 상태가 현재 조건에서 성형에 가장 유리한 온도임을 알 수 있었다. 본 연구는 기계적 물성에 있어서 충격 강도만을 확인하였지만 추후 다른 물성을 확인하는 연구가 필요하다고 생각되며 소재에 있어서도 밀기울/밀배아 이외의 천연 부산물에 대한 연구의 확장이 필요하다. 이를 통해 현재 화학합성 고분자 재료를 이용하는 일용 공산품 등을 친환경적인 생분해성 천연소재로 대체해 가는 기초 연구 자료의 확보가 필요하다.

후기

본 연구는 2012년 중소기업청, 산학연 공동기술 개발 사업의 지원으로 이루어 졌으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Jeon, B. J., "Product Manufacturing Using Plant Based Natural Materials," Yonsei University, Department of Mechanical Engineering, 2011.
2. Han, M.R., Chang, M.J., and Kim, M.H. "Investigation of Physical Property Change in Modified Rice Starch by Ultra Fine Pulverization", Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, Vol. 50, No. 3, pp. 160-166, 2007.
3. Mishra, S., Tripathy, S. S., Misra, M., Mohanty, A. K. and Nayak, S. K., "Novel eco-friendly bio-composites: Biofiber reinforced biodegradable polyester amide composites - Fabrication and properties evaluation", Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 21, No. 1, pp. 55-70, 2002.
4. Richard A. Gross and BhanuKalra. "Biodegradable Polymers for the Environment", Science, Vol. 297, pp. 803-807, 2002.