

발포플라스틱의 가시광선 영역내의 파장별 특성 연구

A Study on Optical Characteristics of Foamed Plastics in the region of Visible Ray

*한 일¹, #차성운¹, 조수현¹

*Earl Han¹, #Sung-Won Cha¹(swcha@yonsei.ac.kr), Soo Hyun Choi¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : Foaming plastic, Optical characteristic, Wavelength

1. 서론

일괄처리공정 방식(batch process)은 플라스틱의 초미세 발포를 위한 방법 중 하나이다. 이 방법은 발포하고자 하는 시편에 가스를 용해시키고, 온도 상승을 통한 급격한 용해도 변화를 이용하여 발포를 수행한다. 1)

이러한 발포 공정을 전후로 하여 시편에서 가시적으로 확인할 수 있는 변화가 나타난다. 기존의 실험들을 통해 알 수 있는 것처럼, 발포 과정을 통해 플라스틱 내부에 미세 셀 구조가 형성되게 되면 그 구조는 빛의 난반사를 용이하게 하여 광반사율이 높아진다. 이러한 특성으로 인해 시편은 발포전의 색보다 더 밝은 색을 띄게 된다. 2)

본 연구에서는, 이러한 색변화를 실험을 통해 재현해 보고 파장별 반사율의 수치적인 측정을 통해 발포율과 특정 파장 영역에서의 반사율의 변화를 관찰해 보았다.

2. 실험

2.1 재료선정

발포 전후의 가시광선 영역에서의 특성을 관찰하기 위해 서로 다른 색상의 세 가지 종류의 연성 PVC를 준비하였다. 그리고 연성 PVC의 유리전이 온도(T_g)는 80~82℃ 이다. PVC는 결정화도가 10% 이하인 비결정성 고분자로 유리전이온도를 기준으로 발포조건을 결정 하였다.

2.2 실험조건

본 실험에서 관심을 가지고 있는 것은 일괄 처리 공정을 통해 나타나는 시편의 변화이다. Saturation conditions와 foaming conditions는 연성PVC의 물성을 고려하여 결정하였고 table 1,2와 같다. 서로

다른 발포조건을 통해 발포율을 조정하였고 이에 따라 서로 다른 발포율 에서의 광학적 특성을 관찰 하였다.

Table 1 Saturation condition

Saturation pressure	50 bar
Saturation time	24 hrs
Saturation temperature	20±3℃

Table 2 Foaming condition

Foaming temperature (℃)	60, 70℃
Foaming time	20 sec

3. 결과 및 분석

3.1 발포율에 따른 광학특성 변화

Table 3 Foaming ratio

Temperature	Sample	Foaming ratio (%)
60℃	I -1	52.0
	II -1	54.0
	III-1	54.8
70℃	I -2	78.0
	II -2	78.2
	III-2	77.0

온도 조건의 변화에 따라 table 3와 같은 발포율을 확인할 수 있었다. 서로 다른 발포율을 보인 각각의 재료들의 광학적 특성을 확인하기 위해 분광색차계를 이용하여 파장별 반사율을 측정하였다.

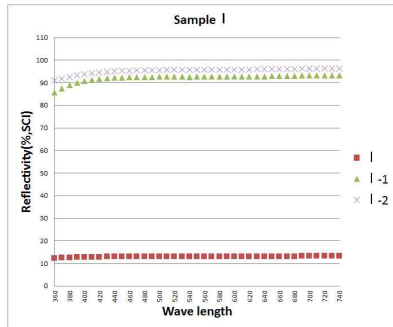


Fig. 1 Reflectivity of sample I

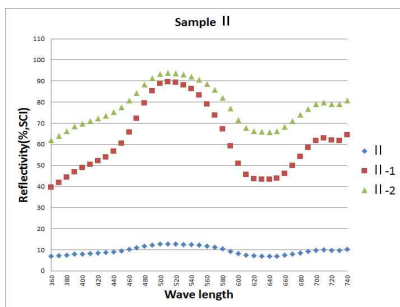


Fig. 2 Reflectivity of sample II

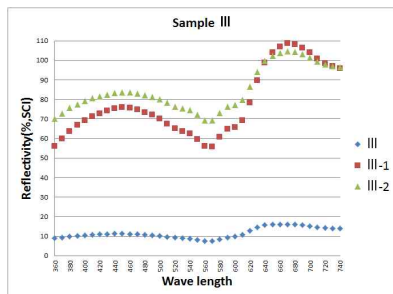


Fig. 3 Reflectivity of sample III

Sample I 은 무색투명한 재료이다. 발포결과 가시광선 전 영역에 걸쳐 반사율이 획기적으로 증가한 것을 figure1을 통해 볼 수 있다. 이는 기존의 연구내용과 일치하는 결과이다. sample 2와 3의 경우 반사율 증가 성향이 다를 수 있다.

Sample II는 녹색 성향을 띄는 재료이다. 발포 전, 파장별 반사율 측정결과 가시광선의 녹색에서 노랑색 까지의 영역인 450~550nm에서 더 높은 반사율을 보이는 것을 figure 2를 통해 확인할 수 있다. 발포 공정 이후의 파장별 반사율을 보면 발포 전 높은 값을 보였던 영역의 반사율이 다른 파장 구간보다 확연히 증가 하였다는 것을 확인할 수 있다. Sample III는 붉은색과 파란색이 섞여있는 보라색

계열이다. 이 또한 앞서 확인한 성향과 동일한 결과임을 figure3를 통해 확인할 수 있다.(푸른색 계열 파장 영역인 400~500nm와 붉은색 계열 파장 영역인 600~740nm에서 높은 반사율의 증가를 확인할 수 있다.

같은 sample 간에 발포율의 차이에 따른 반사율의 변화도 관찰할 수 있다. 발포 온도의 변화에 따라 발포율이 20%이상 증가한 것을 table 3를 통해 확인할 수 있다. 더 높은 발포율의 시편은 전 파장영역에 걸쳐 더 높은 반사율을 보이는 것을 알 수 있다. 그리고 발포율이 증가 하면서 각 파장 간 반사율의 최대, 최소값의 차이가 감소하는 성향을 확인할 수 있다.

4. 결론

실험을 통해 발포 공정 후 기존 재료가 가지고 있는 색상에 해당하는 파장에서의 반사율이 증가함을 확인할 수 있었다. 이는 발포 공정을 통해 높은 반사율을 얻을 수 있다는 기존의 결과들에 부합한다. 그리고 특정 발포율 에서는 더 밝고 선명한 색을 얻을 수 있지 않을까 라는 추론을 가능하게 한다. 발포율이 증가할수록 반사율의 최대,최소값 간의 차이가 작아지는 경향을 보이기 때문이다.

이번 실험은 연성PVC 하나만을 이용한 실험이었기 때문에 전체 플라스틱의 특성으로 확장하기에는 부족함이 있다. 추후 다양한 고분자 재료를 이용한 실험을 통해 발포 플라스틱의 광학적 특징에 대한 이해를 확장하는데 기반이 될 수 있는 연구로 이어 질 것이라 예상된다.

후기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0011337)

참고문헌

1. Sung W. Cha, 1994, "A Microcellular Foaming/Forming Process Performed at Ambient Temperature and a Super Microcellular Foaming Process," Ph. D. Thesis in Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology
2. Seo, Jung-Hwan , Cha, Sung Woon and Kim, Hak Bin, 2009 "Diffused Reflection of Microcellular Foamed Polycarbonate", Polymer-Plastics Technology and Engineering, 48: 4, 351 — 358