

초미세 발포를 이용한 D 반사판 제작 Manufacture D Reflector using Microcellular foaming process

*김학빈¹, 차성운, 서정환

*H. B. Kim(viny0142@yonsei.ac.kr)¹, S. W. Cha¹, J. H. Seo¹

¹ 연세대학교 기계공학과

Key words : LCD Reflector, Amorphous Material, Microcellular foaming process

1. 서론

고분자 재료의 응용 기술 중 MCPs(Microcellular foamed plastics, 초미세 발포 플라스틱 공법)는 고분자 발전에 매우 큰 영향을 끼쳤다. MCP 기술은 1980년대 미국 MIT에서 기술 개발되었으며, 기존의 발포공법과는 달리 10^9 cells/cm³ 이상의 높은 셀 밀도와 셀이 최대한 성장하였을 때에 직경 10micron 이하의 크기를 갖는 셀 분포를 보인다. 이러한 MCPs 기술이 개발되었을 초기에 제품의 경량화를 가능하게 한다는 점에서 우수한 기술로 평가되었고, 이를 통하여 재료 사용량의 감소를 가능하게 하였다. 특히 기존의 화학 발포 공정과는 달리 이산화탄소, 질소 등을 Blowing agent 로 사용함으로써 친환경 기술로 평가되었다. 연구가 진행됨에 따라 초미세 발포 플라스틱이 가지는 기본적인 특징인 제품의 경량화 이외에 높은 단열 성능 및 소음 차폐 등의 특성이 제품에 적용되었다. 최근 새롭게 밝혀진 초미세 발포 플라스틱의 높은 광확산반사 성능은 현존하는 확산 반사 시트 중 가장 높은 성능을 보인다. 높은 광확산 반사 성능을 내기 위한 기존 기술로는 금속 표면에 Anodizing 처리를 하거나 플라스틱 내부에 Filler 를 물리적으로 첨가하는 방법 등이 있다. 알루미늄 표면에 Anodizing 처리를 한 반사 시트는 확산반사율이 현저하게 떨어지고 경면 반사율이 비교적 높아 확산시트를 동시에 사용해야 하는 한계가 있다. 또한 플라스틱 내부에 Filler 를 물리적으로 첨가하는 기술은 Filler 를 각각의 반사체로 이용한다는 점에서 초미세 발포 공법과 유사한 점이 있으나, Filler 를 첨가하는 방법과 초미세 발포 공법을 이용한 셀의 생성 방법은 반사체의 개수 면에서 근본적으로 차이를 보이게 된다. 이는 Filler 에 비해서 셀의 크기가 매우 작으며 밀도 또한 현저하게 높기 때문이다.

반사 시트는 액정 백라이트 구성 부품 재료 중 1 개로서, 광원의 빛을 효율적으로 도광관에 입사 시키는 역할을 담당한다. 이때, 반사판으로 사용되는 제품은 확산 반사 성능이 최우선적으로 요구되며, 확산 반사 성분과 경면 반사 성분을 합한 전반사율이 높아야 한다. 확산 반사율을 높이기 위해 많은 기술적 연구가 국내외에서 활발하게 진행되고 있다. 현재 확산 반사율이 높은 반사판은 크게 백색 반사 필름과 은반사 필름으로 대별된다.

현재 가장 많이 사용되고, 최고의 확산 반사율을 가지는 반사판은 저비중 그레이드의 백색 PET 필름이 일반적으로 사용되고 있다. 일본에서 개발된 기술이며, 백색 PET 필름에 기능적인 부가가치를 붙인 기능부여 시트를 시장에 내놓았다. 한편 일본의 스미토모 3M 은 은반사 필름에서도 금속 성분을 포함하지 않는 폴리에스테르계 수지를 적용해, 고반사율을 실현하고 있다 해당 제품은 반사 효율을 높이기 위해 금속과 복합화하고 있어 전도성을 가지고 있으므로, 형광관의 고주파와 연결되어 백 라이트의 효율을 저하시키는 일도 있다. 이에 따라 대책으로서 발포성의 PET 필름을 이용하는 방법 등이 이용되고 있다. 국내에서는 반사판을 직접 생산하고 있지 않으며, 최근에 와서 반사판에 대한 매우 기초적인 연구가 시작되는 단계에 있다.

본 연구의 최종 목표는 현재 최고의 반사율을 갖는 발포 PET (MCPET)가 갖는 반사율과 비슷하거나 높은 반사율

을 갖는 발포 플라스틱 반사판을 제작하는 것이다. 발포 PET 의 확산 반사율은 96%이고, 총반사율은 99%이다. 본 연구를 통해 개발되어야 할 발포 플라스틱 반사시트는 확산반사율 96%이상, 총반사율 100%이상의 성능을 갖는 반사 시트여야 하기 때문에 이를 위한 기초 실험으로 어떠한 재료를 사용하여 반사시트를 제조할 수 있는지에 대한 연구가 필수적이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 반사시트를 제조하기 위하여 필요한 적정 재료를 선택하기 위한 실험을 수행하고 그 결과를 비교하여 최적의 반사 시트로 사용할 수 있는 재료를 선정하는 것을 그 목표로 하였다.

2. 이론

물체표면에서 반사되는 빛의 강도는 크게 확산반사 성분과 경면반사 성분의 두 가지 형태로 나타난다. 경면반사는 거울반사 또는 정반사라고도 하며, 면에 반사된 빛이 시각에 따라 특정 지점에서 매우 밝게 형성이 되는 정도를 말하며 금속 표면에서의 광택과 같은 반사이다. 확산반사는 광원을 받은 면이 모든 방향으로 빛을 반사하는 정도를 나타낸다. 확산반사는 시각의 방향과는 상관없고, 최대값은 광원의 방향과 수직인 법선을 갖는 면에서 나타난다. 경면 반사 성분이 높은 것은 반사된 빛의 집중도가 높다는 것을 의미하며, 확산반사 성분이 높은 것은 반사면 전 부분에 걸쳐 반사광을 형성한다. 반사시트의 성능은 확산 반사율의 비고로 측정된다.

LCD BLU(Back Light Unit)에서의 빛의 반사 원리는 형광 등램프를 광원으로 이용하고 화면 전체 부분에 고르게 빛을 분산하기 위해 반사시트와 확산시트를 이용한다. 확산시트를 이용하게 되면 빛의 확산을 기대할 수 있으나, 휘도 효율이 매우 떨어지게 된다. 디스플레이 장치에 있어 휘도 효율이 낮아지는 것은 제품의 성능이 떨어지는 것과 직결되기 때문에 확산시트의 사용은 최대한 줄여야 하며, 반사시트의 성능 제고가 필요하다. 확산 반사는 매끈하지 않은 매질의 표면에서 일어나는 것이 일반적이지만, 빛이 서로 다른 매질의 경계를 지날 때에 일어나는 경면 반사 성분의 합으로 일어나기도 한다. Filler 를 첨가하는 방법과 초미세 발포를 이용하는 방법은 무수히 많은 반사체를 이용하여 빛이 통과할 때에 수많은 매질 변화를 거쳐 투과되는 빛이 계속하여 반사하는 원리를 이용한다.

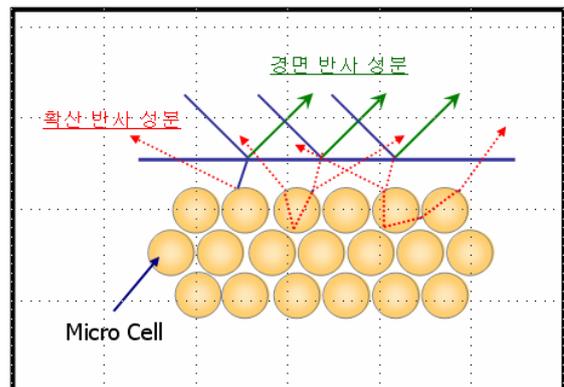


Fig. 1 Basic Reflection mechanism of micro cell

Fig.1 은 Microcellular Plastics 에서의 확산반사 메커니즘을 보여준다. 입사한 빛은 플라스틱과 기포를 무수히 통과하게 된다. 이때 매질의 차이에 의해 반사, 투과, 흡수가 일어나게 되는데 특히 기포의 표면에서 확산반사 성분이 나타난다. 기포를 지나면서 투과된 빛은 또 다른 기포를 지나면서 같은 과정을 반복하게 된다. 기포가 반사체의 역할을 하여 높은 반사성능을 가질 수 있다. 특히 매끈한 표면에서의 반사는 경면반사 성분이 높게 나타나지만, 매우 많은 매질변화를 통하여 형성된 반사 성분은 대부분이 확산 반사 성분이 된다.

3. 실험

실험은 무정형 수지들로 진행하였다. 확산판으로 사용되고 있는 A-PET 와 범용수지로서 많이 사용되고 있는 PE 그리고 광성능이 좋다고 알려져 있는 PC, 3 종류의 수지를 사용하였다. 실험 조건은 다음과 같다.

Table 1 Conditions for Experiment of saturation process

	Saturation gas	Saturation Pressure (MPa)	Saturation Temp. (°C)	Saturation Time (hours)
PE	CO ₂	6.9	23	24
PC				
A-PET				

발포를 시키는 방법은 글리세린을 이용하여 발포하였다. 발포 온도는 각 재료의 유리전이온도를 고려하여 설정하였다. 발포 조건은 다음과 같다.

Table 2 Conditions for Experiment of foaming process

	Open Time (min)	Foaming device	Foaming Temp. (°C)	Foaming Time (sec)
PE	2	Glycerin	100	30
PC			145	
A-PET			100	

4. 결론

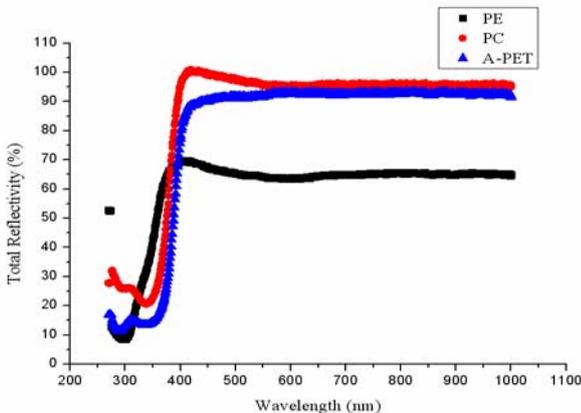


Fig. 2 Graph for total Reflectivity of amorphous material

각 재료별 총 반사율은 Fig. 2 와 같다. 그래프에서 알 수 있듯이 PC 가 다른 두 재료들보다 반사율이 높게 나오는 것을 확인할 수 있다. 다른 재료들의 경우 반사율이 기존의 MCPET 보다 낮게 나와서 제품으로 사용되기는 힘들어 보이지만, PC 의 경우 550nm 의 파장에서의 반사율이 기존의 MCPET 와 비슷한 정도로 나왔기 때문에 조금 더 연구를 진행하여 최적의 반사체로 작용할 수 있는 셀을 형성할 수 있다면 실제 LCD Backlight UNIT 제품으로 활용할

수 있을 것으로 보인다.

본 연구를 통해서 발포 반사판의 연구가치가 무궁무진하다는 것을 확인할 수 있다. 발포의 특성상 발포배율이 제품 품질과 원가 절감에 중요하게 작용할 수 있고, 이를 통해 치열해지고 있는 LCD 산업에 적용되었을 때에 가격 경쟁력을 가질 수 있다. 본 연구가 실제 LCD Backlight UNIT 에 적용될 수 있는 기초 샘플을 만들 수 있는 한 방법이 될 수 있음을 제시하였다.

후기

본 연구는 ‘서울시 산학연 협력사업(11101M0212351)’의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Cha, S. W., “New process for forming a three dimensional polymer product and foaming microcells at ambient temperature,” S.M. Thesis in Mechanical Engineering, M.I.T. 1994
2. Seo J. H., “Research on the supreme diffused reflectivity of microcellular foamed Polypropylene,” Thesis in Mechanical Engineering, Yonsei University 2006
3. 차성운, 김학빈, 윤재동, 이윤성, “초미세 발포 공법 시가스 혼합에 따른 셀 형상 연구,” 한국정밀공학회지, Vol. 22, No.6, 2005
4. 윤재동, 차성운, 최광용, 조현중, “이력이 고분자 재료 안으로의 확산 및 용해에 미치는 영향,” 한국정밀공학회지, vol. 17, No.3, 108-113, 2000