

# 비대칭 3층구조의 Cell Morphology를 가지는 초미세발포 Polymer Sheet Anisometric Cell Morphology in Microcellular Foamed Plastics : Triple Layer in a Polymer Sheet

\*안정훈<sup>1</sup>, #차성운<sup>2</sup>

\*J. H. Ahn<sup>1</sup>, #S. W. Cha(swcha@yonsei.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 연세대학교 기계공학과, <sup>2</sup> 연세대학교 기계공학과

Key words : Triple Layer, Anisometric, Cell Morphology, MCPs, Micro Cell, Polymer Sheet

## 1. Introduction

Microcellular Foamed Polymer Sheet는 난반사가 잘되고, 빛의 산란 능력이 뛰어나 LCD Back Light Unit의 확산판과 반사판으로 많이 사용된다. 하지만 일반적인 Batch Process를 통한 Microcellular Foaming Process를 통해 제작된 Microcellular Foamed Polymer Sheet의 경우 Gas Saturation 과정이 농도차이에 의한 확산으로 이루어지기 때문에 Sheet의 단면 중심축을 기준으로 좌우대칭형상의 Cell Morphology특성과 광학적 성질을 가진다. 따라서 다양한 광학적 특성을 요구하는 패널은 2장 이상의 각기 다른 Cell Morphology를 가지는 Microcellular Foamed Polymer Sheet를 부착하여 제조하여야 한다.

이러한 제조공정으로 인하여, LCD Back Light Unit의 두께가 두꺼워질 뿐만 아니라, 높은 공정비용이 소모되고, 불량률이 높아지게 된다.

본 연구에서는 비대칭 3층 구조의 Cell Morphology를 가지는 Microcellular Foamed Polymer Sheet를 제조하는 공정을 설계하고, 이렇게 제조된 Microcellular Foamed Polymer Sheet의 광학적 특성을 알아보고, 그 경향성을 알아보겠다.

## 2. Experimental

### 2.1 Experimental Setup

발포대상으로 삼은 재료는 발포물성이 좋은 aPET 0.80T를 사용하였으며, Saturation Time에 따른 발포경향성을 보기위하여 12hr, 16hr, 20hr, 24hr로 실험하였다. Foaming Temperature의 경우 60°C, 65°C, 70°C로 aPET의 열물성치보다 낮은 온도로 발포를 수행하였다. 또한 Microcellular Foamed Polymer Sheet(Triple Layer)를 제조하기 위하여, T=0.175mm의 PC를 aPET을 접착시킨 후, 접착면을 Aluminum Tape으로 처리하였다.

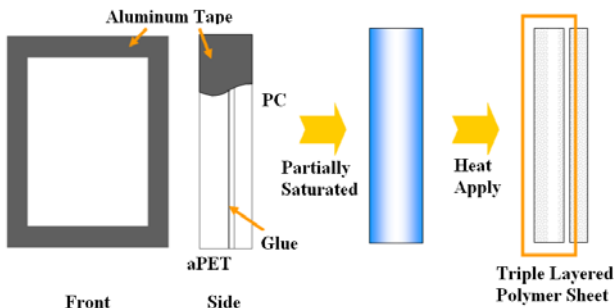


Fig. 1 Principle of Process

이 Process는 자유전자로 인해 Free Volume이 없는 금속에는 Gas가 Saturation 되지 않는 특성을 이용한 것으로, 접착시킨 두 Polymer Sheet 사이로 Gas가 Saturation 되지 않도록 Aluminum Tape으로 처리하여 Triple Layered Polymer Sheet 제조를 시도하였다.

## 2.2 Experimental Result & Discussion

### 2.2.1 Scanning Electron Microscope (SEM)

2절의 Microcellular Foaming Process를 거친 Polymer Sheet Sample의 단면을 SEM 촬영을 통하여, Sheet 전부분에 걸쳐 생성된 각기 다른 Cell Morphology를 가지는 Triple Layer를 육안으로 확인할 수 있다.

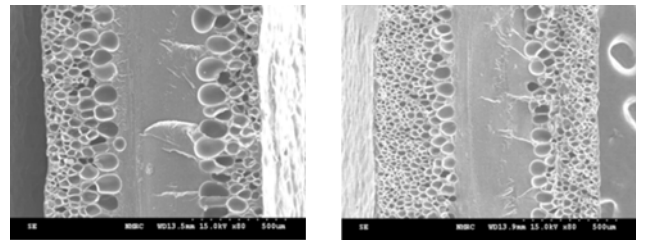


Fig. 2 12hr Saturation, 70°C

Fig. 3 16hr Saturation, 60°C

### 2.2.2 Foaming Ratio

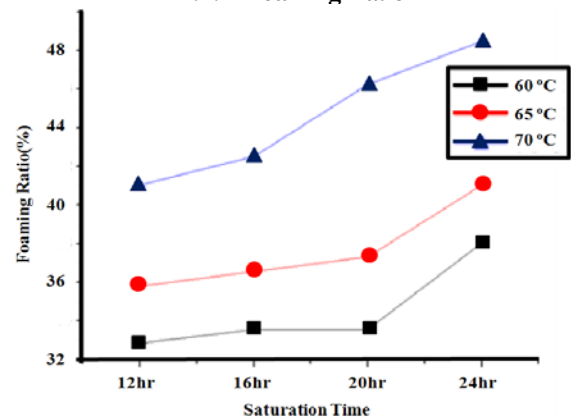


Fig. 4 Foaming Ratio

Foaming Ratio에 관련한 결과는 일반 Batch Process를 통한 Microcellular Foaming Process의 경향성과 같이, Saturation Time, 발포온도가 증가할 때 Foaming Ratio가 증가하는 경향을 보인다.

### 2.2.3 Haze

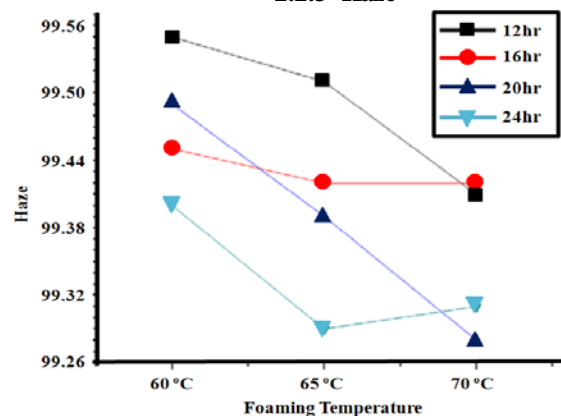


Fig. 5 Haze

Haze에 관련한 결과는 위와 같으며, Saturation Time이 증가할수록, Foaming Temperature가 증가할수록 낮아지는 경향을 보인다.

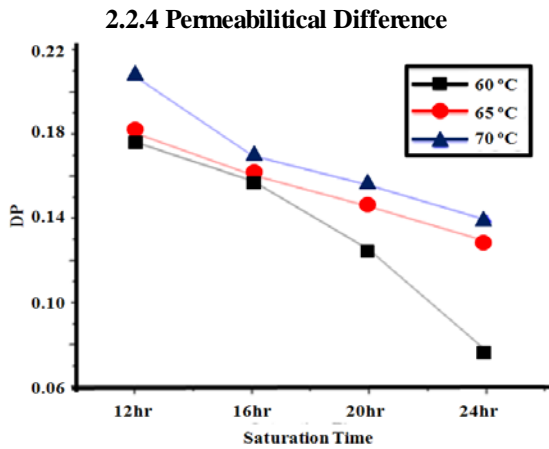


Fig. 6 Permeabilitional Difference

Permeabilitional Difference란, 앞면에서의 투과도와 뒷면에서의 투과도의 상대오차 ( $DP = 1 - P_{front}/P_{back}$ )이다. 이는 즉 앞면과 뒷면의 투과도 차이를 의미하며, 앞면과 뒷면의 Cell Morphology 특성차이를 의미한다. (본 연구의 목적은 투과도 혹은 반사율 관련 특성이 좋은 Microcellular Foamed Polymer Sheet의 제조가 아닌 Triple Layer를 제조함에 있으므로, DP 값은 매우 중요한 Factor라 할 수 있다.)

Saturation Time 이 증가함에 따라, DP값이 감소하였고, Saturation Temperature가 증가함에 따라 DP값이 증가하였음을 알 수 있다.

### 3. Conclusion

SEM, Haze, DP분석 등을 통해서, 비대칭 3층 구조의 Cell Morphology를 가지는 Microcellular Foamed Polymer Sheet를 제조하는 공정의 설계라는 본 연구의 목적을 달성 하였다고 볼 수 있다. 앞으로 이 공정에 관련한 여러 변수들( Material, Saturation Pressure, Saturation Time, Foaming Temperature, Sheet Thickness, 덧붙임 Sheet의 Thickness)과 DP, 즉 Cell Morphology특성과의 상관관계를 추가 실험을 통해 알아내야 할 것이며, 측정값의 수치에 대한 원인도 알아내야 할 것이다.

그리고 이 공정을 대량생산에 있어 어떻게 적용할 것인지, 그리고 어떻게 균일하게 제조해낼 것인가에 대한 연구도 추가도 이루어져야 할 것이다.

### Reference

1. Joon-Yonung Park, "Cell Morphological Improvement in Microcellular Foaming Process by Using Tensile stress and its Application", M.S. Thesis in Mechanical Engineering, Yonsei University, 2007
2. Hak Bin Kim, "The Effect of Gas Absorption induced a Change of Solubility in Microcellular Foamed Process", M.S. Thesis in Mechanical Engineering, Yonsei University, 2005
3. Jung-hwan Seo, "Research on The Supreme Diffused Reflectivity of Microcellular foamed Polypropylene", M.S. Thesis in Mechanical Engineering, Yonsei University, 2005
4. Sung Woon Cha, "A Microcellular Foaming / Forming Process Performed at Ambient temperature and a Super-Microcellular Foaming Process.", Ph. D. Thesis in Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology Cambridge

MA, 1994

5. Chul Bum Park, "The Role of Polymer/gas Solution in Continuous Processing of Microcellular polymers.", Ph. D. Thesis in Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology Cambridge MA, 1993
6. Sung Woon Cha and Nam Pyo Suh, Chul Bum Park and Daniel, F. Baldwin, U.S. Patent 5,158,986, 1992