

초미세 발포와 화학발포를 적용한 유리섬유 강화 플라스틱의 warpage, shrinkage 특성 연구

A Study of warpage and shrinkage characteristics of glass fiber reinforced plastic using microcellular foaming process and chemical foaming process

*조수현¹, 손주성¹, 이경수¹, 차성운²

*Soo-hyun Cho¹, Joo Seong Sohn¹, Kyung Soo Lee¹, Sung Woon Cha(swcha@yonsei.ac.kr)²

¹연세대학교 기계공학과, ²연세대학교 기계공학부

Key words : warpage, shrinkage, microcellular foaming, chemical foaming

1. Introduction

최근 각종 환경 규제 및 석유 화학 제품 가격의 인상으로 인해 소재의 사용 양을 줄이고 강도를 높이기 위한 방법 및 물성 확보를 통한 활용성의 확대 요구가 증가하고 있는 실정이다. 이중 에너지 절감을 위한 고효율 기술은 중요한 분야 중 하나로, 이를 위해 강화 플라스틱에 대한 연구가 활발하게 이루어 지고 있다.

특히 유리섬유나 탄소섬유를 이용한 복합재를 사용하는 경우가 더욱 많아 졌는데, 이러한 복합재료는 금속재료에 비해 비강도(중량대비 강도) 및 비강성(중량대비 강성) 등에서 우수한 특성을 가지고 있을 뿐 아니라 성분의 조절을 통해 강도 조절이 가능하기 때문에 용도가 더욱 확대되고 있지만 제품의 치수 안정성의 하락을 초래하기 때문에 고강성을 유지하면서 치수 안정성을 확보할 수 있는 기술이 필수적이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 유리섬유 강화 플라스틱 소재에 초 미세 발포 사출 기술과 화학 발포제를 이용한 발포 공정의 적용을 통하여 Foam의 형성이 유리섬유 강화 플라스틱의 치수 안정성에 주는 영향을 확인하고, 초미세 발포 사출기술과 화학 발포제를 이용한 발포기술의 치수 안정성 확보 효과를 비교 하였다.

1.1. Chemical blowing agent

화학 발포제는 고분자 매트릭스에 가스를 포함시키기 위해 사용되는 물질로 플라스틱이나 고무

의 제조 공정에 사용되는 첨가제이다. 재료에 화학 발포제가 추가되면 열 분해에 의해 재료 내부에 공극을 만든다. 고분자 내부에 거품과 같은 기포를 만드는 것은 고분자의 유연성을 향상시켜 원료 소비와 생산의 비용을 감소시키는 효과를 갖는다.

1.2. Microcellular foaming process (MCPs)

초미세 발포 기술은 1980년대 초반 미국 MIT 대학에서 개발되었으며 고분자 내부의 기포 직경이 10 μm 이하이기 때문에 초 미세라고 명명되었다. 초미세 발포 기술로 만들어진 고분자는 내부에 매우 작은 크기의 기포가 생성되기 때문에 비용의 절감과 함께 단열성, 절연성, 방음성에서 뛰어난 효과를 가져왔다. 초미세 발포 기술은 고분자 재료 내에 불활성가스를 용해시킨 뒤 가스의 용해도를 급격하게 낮추면서 생기는 열역학적 불안정 상태를 이용해서 기포의 핵을 만들고, 기포 핵을 성장시켜서 고분자 재료 내부에 Cell을 형성하는데, 특히 그 중에서 초 미세 발포 사출은 용융된 플라스틱과 가스가 혼합된 하나의 상으로 존재하다가 사출 되면서 가스가 팽창하고, Cell을 형성한다.

2. Experiment

본 실험에서는 상대적으로 가격이 저렴하고 강성이 뛰어나 범용 수지로 널리 쓰이는 폴리프로필렌 (Polypropylene)을 베이스 수지로 사용하였다. 본 실험에서 선정된 실험 재료로는

Glass Fiber, 무기화학 발포제, 불활성 가스로는 질소를 이용 하였다.

Table 1 Conditions of injection molding process

Material	Gas	Pressure	Temperature	Additive
PP + GF20%	N ₂	3000psi	200℃	Chemical blowing agent

이번 연구에서는 세 가지 조건으로 실험을 수행하였다. 첫째로 Glass Fiber 를 포함하는 PP 만을 이용한 조건과 두 번째로는 무기화학 발포제를 1% 넣은 세 번째로는 MCPs 공법을 적용시켜 N₂ Gas 를 계량량의 10% 넣은 조건이다. 위 세가지 조건 별로 제작된 각시편의 무게를 측정하여 Weight Reduction 정도를 측정하고 시편의 길이 변화 측정을 하여 각 조건에 따른 Warpage 및 Shrinkage 를 구하여 비교해 보았다.

3. Result and Analysis

본 연구에서는 수축률을 비교하기 위해 D790 굴곡시편의 두께방향 길이를 측정하여 Shrinkage 를 구하였다. Shrinkage 는 식 (1)과 같이 계산할 수 있다. 여기서 L_{mold} 는 Mold Cavity Length 이며, L_{sample} 은 사출 성형 후 제작된 시편의 두께이다. 본 연구에서는 Micrometer 를 이용하여 두께를 측정한 후 그 평균 값을 이용하여 Shrinkage 를 계산 하였다.

$$\delta_{shrinkage} = \frac{L_{mold} - L_{sample}}{L_{mold}} \times 100(\%) \quad (1)$$

실제로 측정한 L_{mold} = 6.60mm 값이 나왔으며 측정된 L_{sample} 값과 계산된 Linear Shrinkage 값은 Table 2 에 표시 하였다.

Table 2 Sample Length and Shrinkage

Conditions	Length (mm)	Shrinkage (%)
Solid	5.97	9.54%
Chemical Foam	6.26	5.15%
MCPs	6.45	2.27%

계산된 Shrinkage 값의 경우, Glass Fiber 가 포함된 PP 수치만을 성형한 경우에 비하여 화학

발포제를 사용했을 때와 초미세 발포를 수행했을 때 모두 수축률의 감소 효과가 있었다는 것을 알 수 있었으며, 초미세 발포 공정을 적용시킨 시편의 경우 수축률이 가장 줄어들어 제품의 치수 안정성 확보에 유리하다는 것을 알 수 있었다. 또한 Warpage 측정을 위한 판형 시편을 제작했고 발포 시편의 경우 뒤틀림의 정도가 줄어들었음을 육안으로 확인했으나 정확한 측정이 이루어지기 어려운 시편이었기 때문에 이에 대한 보완이 필요하다.

4. Conclusion

본 연구에서는 경량화와 치수 안정성 확보를 위해 사용되는 두 가지 발포 방법인 화학 발포와 초미세 발포를 적용하고, 실험 조건의 비교를 통해 공통점과 차이점을 분석하였다. 하지만 이번 연구에서는 Glass Fiber 의 배향을 알아보거나 Volumetric Shrinkage 와 Warpage 측정을 위한 장비가 사용되지 않았기 때문에 추후에 이러한 점을 고려한 추가적인 연구 및 발포 배율에 따른 경량성 파악을 위한 추가적인 실험이 필요할 것으로 생각한다.

Acknowledgement

본 연구는 2012 년 중소기업청, 산학연 공동 기술 개발사업의 지원으로 이루어 졌으며 이에 감사 드립니다.

References

- 1) B.J.Jeon, S.W.Cha, K.S.Lee, "A Study on Optimizing Glass Fiber Reinforced Polypropylene" KSPE, pp.537-538, 2008
- 2) B.J.Jeon, S.W.Cha, "A Study on Optimizing Natural material Reinforced Injection Molded Parts" KSPE, pp.15-16, 2009.
- 3) soo-hyun Cho, Sung Woon Cha, jeong-hwan Seo, "A Study on Properties Change of the Polypropylene/Glass Fiber Composites for Automobile Parts, As a Variable of Glass Fiber Contents & Sample Picking Location" KSAE, Vol.10 pp.2893-2896, 2010