

물리 발포체를 이용한 발포 압출기 생산 시스템 적용 기술

Foaming Extruded System with Physical Foaming Agents

*노규익¹, 권우진¹, #손재환², 장은실²

*k. I. Noh¹, W. J. Kwon¹, #J. H. Son(sjhwan@dmi.re.kr)², E. S. Jang²

¹명일폼테크(주), ²대구기계부품연구원

Key words : Physical Foaming Agents, Density, Foaming Extruder

1. 서론

물리 발포체를 이용한 발포 플라스틱 산업은 제품의 발포 비율에 따라서 매우 다양하게 사용이 되고 있다. 전자제품의 포장완충재, 건축의 에너지 효율을 위한 단열재, 식품포장용을 위한 트레이(tray) 제품 등 다양한 산업 분야에서 다양한 Application을 가지고 생산, 활용되고 있다. 화학 발포체를 이용한 플라스틱 역시 물리 발포체와 매우 흡사한 분야에서 다른 Application을 적용하여 사용이 되고 있으며, 압출기 생산 시스템에 적용하는 기술 역시 매우 안정화가 되어 있는 기술이다. 그러나 물리 발포체를 이용한 발포 압출기 생산 시스템은 물리 발포체를 매우 고압에 적용을 시켜야 하며, 그 투입 시 그 상에 따라서 제품의 생산에 대한 난해한 점이 있다. 그러므로 이번 연구는 물리 발포체를 이용하여 생산되는 건축용 단열재(XPS, Extruded Polystyrene)의 생산 시스템의 적용 기술을 그 제품 기준에 따라서 함께 다루어 보았다.

우선, 제품에 따른 물리 발포체 연구를 진행을 하였으며, 사용 단계의 물리 발포체는 현재 염화불화탄소(HCFC)가 가장 안정적이며, GPPS(General Purpose Poly-Styrene)와 발포 조건(온도/압력)에 가장 부합이 되는 것으로 나타났다.

Table 1 Numerical characteristics of HCFC

	Trade Name	Formula	Molecular Weight	Boiling Point	Flammable	Ozone Depletion Potential
HCFC	142b	$CCl_2F_2-CH_3$	100.5	-9.2	Yes	0.065
	22	$CHClF_2$	68.5	-40.8	No	0.065

본 연구에서는 물리 발포체의 투입 조건(압력, 온도, 유량)에 따른 발포 압출기의 mixing, compressing, cooling에 따른 조건 변화를 연구하고 그에 따른 제품의 특성을 개조화 하였다.

2. 실험

재료. 본 연구에서는 XPS (eXtrudedPoly-Styrene)인 발포 압출 단열재의 주원료인 GPPS, 물리 발포체(HCFC), 핵제(talc), 브롬계 난연제(HBCD)를 GPPS 100% 기준으로 물리발포체 8~13%, 핵제 0.2~2%, HBCD 3~5%를 각각의 단열재가 요구하는 KSM3808에 부합한 제품을 기본으로 그 관계를 측정하여 정량화 하였다.¹

기계조건. XPS는 국내에서 본사, 명일폼테크(주),가 처음으로 상용화하였으며, 두께 조절장치인 칼리브리터, 금형 장치인 T-die, 제품 이송장치 등 관련 특허를 보유하고 있으며 그 장치들이 이번 연구에 중요 기계조건을 가지고 갔다. 특히 초임계 유체를 활용한 물리 발포체의 이용도 제품 조건에 부합하게 사용이 되었으며, 그 결과는 포함하고 있음을 밝혀 둔다.

가동 조건. 예비 가열 1시 40분 후 시험 가동을 시작을 하였으며, 총 12회에 걸쳐 특정 유체의 유량을 확인 하였다. 12 회에 따른 것은 제품의 두께, 밀도, 그리고 열전도도에 따라 물리 발포체의 유량을 확인 하여, 타깃 품질 특성에 맞는 조건을 도출하는 것을 주요 조건을 두었다. 또한 물리 발포체를 활용하여 압

출라인을 가동을 하였을 때 주요 조건은 실린더(Cylinder)내 온도와 압력으로 하여 데이터를 기록 및 분석을 하였다.²

3. 결론 및 토론

시험 데이터를 종합하여 본다면 온도는 최적의 생산 조건에서 일정하게 유지를 하여 각 부위별 온도, 압력, 및 스크류 rpm을 확인을 하였다.

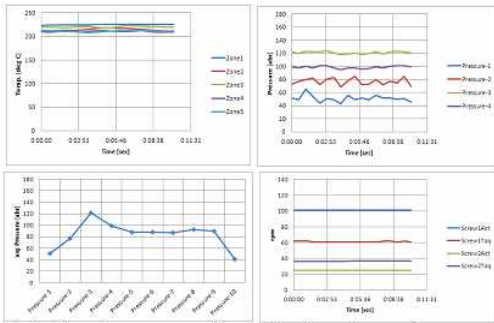


Fig.1 Of each zone according to the time, temperature, pressure, average pressure, screw rpm changes

<Fig 1>에서 나타내는 값은 제품 안정화 당시의 변화를 그래프화 하였으며, 각 그래프의 값은 최적 조건으로 아래의 최종 목표인 제품별 유량을 두께와 생산 밀도에 따라 결과 치를 얻었다.

1) 최적의 조건에서 제품 두께에 따른 유량은 20mm에서 1.4(L/min), 50mm에서 1.45(L/min), 80mm에서 1.55 (L/min), 120mm에서 (L/min), 150mm에서, 1.95 (L/min), 180mm에서 2.05 (L/min)를 얻었다. 제품 두께에 따른 평균 유량의 증가분은 8.99%를 가졌다.

Table 2 Physical Foaming Agents according to the thickness of flow measurement

두께(mm)	20	50	80	120	150	180
유량(L/min)	1.4	1.45	1.55	1.75	1.95	2.05

2) 최적의 조건에서 제품 밀도에 따른 유량은 28 (kg/m³)에서 1.80 (L/min), 29.5 (kg/m³)에서 1.75(L/min), 30 (kg/m³)에서 1.65 (L/min), 31.5 (kg/m³)에서 1.50 (L/min), 32.5(kg/m³)에서 1.40 (L/min), 35 (kg/m³)에서,1.23(L/min)을 얻었다. 제품 밀도에 따른 평균 유량의 감소분은 (7.28)%이었다.

Table 3 Physical foam product according to the density of flow measurement

밀도 (kg/m ³)	28	29.5	30	31.5	32.5	35
유량 (L/min)	1.80	1.75	1.65	1.50	1.40	1.23

3) 제품을 샘플링 하여 전자현미경(기종: Olympus BX51M) 에서 제품 셀(cell) 두께와 사이즈를 측정을 하여 제품의 두께와 밀도에 따라서 셀 현상에 미치는 정도를 측정값을 얻었다. 제품의 밀도에 영향을 크게 주는 셀 두께는 평균(mean)은 20.44(μm)가졌고, 셀 사이즈는 평균 1356.31(μm)을 가졌다.

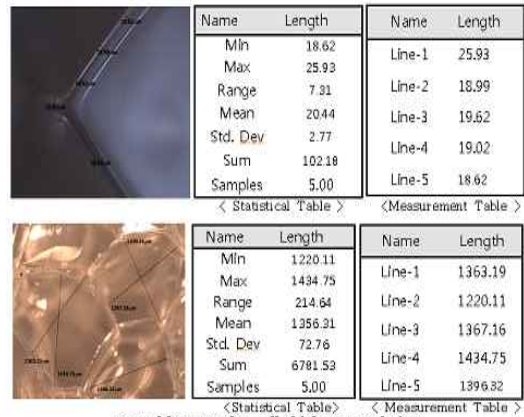


Fig.2 Measure the cell thickness and size

결론적으로 제품의 밀도는 단열제의 특성인 열전도도의 정도에 양(+)의 효과를 가지지만, 석유화학 제품의 유한성 때문에 시장 특성에 맞는 고효율 단열재 생산을 위해서 기업에서는 저용량의 투입으로 고효율의 단열재를 생산하기 위해 연구개발을 하고 있다. 그 연구 성과로 고 발포성 플라스틱 단열제의 효율의 동일 혹은 증가에 따라서 제품의 투입 비율을 일정하게 유지하는 것이 그 무엇보다도 중요한 이슈가 되고 있다.

참고 문헌

1. Chan I. Chung, Extrusion of Polymers, P45~89 (2010)
2. Kun Sup Hyun, Screw Extrusion, P107, 108, 110 (2001)