

고분자 응용기술 - 최고의 솔루션

이 시 호

LG 화학 테크센타 응용기술팀

Polymer Processing Technology - The Ultimate Solution

Lee, Shi-Ho

Polymer Processing Technology Team, Technology Center, LG Chemical Ltd.

서론

21C 플라스틱 산업을 선도하기 위해서는 새로운 시장 개척을 통한 지속적인 수요 창출이 무엇보다도 중요한 이슈 중의 하나라고 얘기할 수 있다. 새로운 원료 소재의 합성은 점차 한계에 이르렀고, 기존 소재에 대한 용도도 포화 상태에 도달했다고 해도 과언이 아닐 것이다. 물론 새로운 산업 분야인 IT 및 생명 과학 분야에서 일부의 새로운 용도가 발견되기는 하지만 일부에 불과하고, 특히 범용 소재에서의 새로운 용도 개발은 극히 제한적이라 할 수 있다. 그러나 이러한 상황에서도 새로운 Processing Technology의 개발 및 최적화는 기존의 한계를 극복하여 점차 새로운 용도를 확장할 수 있는 유일한 돌파구라고 생각된다.

여기에서 Processing Technology는 어떠한 상품의 제조를 위한 단순 공정 기술 또는 가공 기술 등의 수동적 의미에서 벗어나 보다 능동적인 의미로의 해석이 요구된다고 할 수 있다. 따라서 Solution Provider를 지향하는 LG화학에서는 Polymer Processing Technology를 고분자 응용기술로 정의하여, 고분자 소재의 가치를 창조하고 보완 향상시키는 주력 기술로 육성하고 있다. 플라스틱 소재 산업의 관점에서 응용기술을, 중합 공정 기술, Blending 과 Compounding 기술 뿐 아니라 성형 기술, 설계 및 평가 기술 등을 바탕으로, 새로운 상품화 기술의 개발을 통해 내부적으로는 소재 개발과 외부 고객의 상품 개발을 선도함으로써 그 상품이 업계의 표준이 될 수 있도록 하는 광의의 Interface Technology로 정의하고 있다.

이러한 응용기술의 개발은 다양한 형태로 수행되고 있는 데 본고에서는 LG화학 응용기술팀이 자체 제작한 Home-made Device의 개발을 통한 차별화 기술 개발의 사례 4가지에 대해 간단히 설명하고자 한다.

Compaction Bulk Density Meter

압출기에서 다양한 형상의 고휘 수지 이송에서 발생하는 압축 거동의 이해는 압출기의 스크류 설계 및 수치 해석을 이용한 압출 공정의 최적화에 필수적인 요소이다. 특히 동일한 수지의 분말(Powder) 과 펠렛 형상의 압출 시에 나타나는 상이한 압출 거동을 설명하기 위해서는 겉보기 밀도(Bulk Density)의 차이에 대한 이해가 필요하다. 대부분의 연구에서는 고휘 수지의 밀도가 일정하다는 가정 아래 고휘 수지와 압출기 스크류 및 배럴 표면과의 마찰계수와 스크류의 기

하학적 형상을 기초로 한 변수에 의해 고형 수지 이송을 해석하였다. Hyun 과 Spalding[1]은 온도와 압력의 변화에 따른 겔보기 밀도를 측정할 수 있는 장치를 제작하여 압출기에서 고형 수지의 이송 시에 발생하는 온도와 압력의 영향에 대해 고찰한 바 있다. 본 연구팀은 압출기에서의 고형 수지의 이송, 압축, 용융의 일련 과정을 보다 정확히 이해하기 위하여 상기의 온도 및 압력의 영향을 다양하게 조절할 수 있는, 즉 압축 속도를 변화시키며 고형 수지의 겔보기 밀도를 측정할 수 있는 장치를 제작하여(그림 1) 다양한 형상의 소재에 대한 겔보기 밀도를 측정하였다.(그림 2, 그림 3)

Screw Rheometer [2]

단축 압출기를 이용한 수지의 용융점도 측정에 대한 연구[3-4]는 몇몇 연구자들에 의해 발표된 바 있다. LG화학에서는 Pellet, Powder, Crumb, Bead, Popcorn 과 Paste 등의 다양한 형태의 고분자 소재를 생산하고 있는 바, 이들의 용융 점도를 신속하고도 정확히 측정하기 위하여 그림 4와 같이 단축 압출기를 이용하여 Screw Rheometer를 제작하였다. 일반 Homopolymer의 경우 Screw Rheometer를 이용하여 용융 전단 점도를 측정한 후 Capillary Rheometer의 결과와 비교한 결과 서로 잘 일치하였다.(그림 5)

특히 높은 고무 성분을 가지고 있는 ABS, SBS 및 EPDM/PP의 경우 Capillary Rheometer에서는 감지할 수 없었던 온도 의존성을(그림 6) Screw Rheometer에서는 각 온도에 따른 점도의 변화를 확실히 측정할 수 있었다.(그림 7)

Flexural Creep 시험기 [5]

엔지니어링 플라스틱과 같이 고온 및 고하중이 가해지는 분야에서의 새로운 용도 개발이 요구되는 소재는 장기 내구성의 예측이 필요한데, 이를 위한 물성 중의 하나인 Creep Strain의 장기적 변화 거동 예측이 필수적이다. 그러나 상품의 내구 수명에 대한 Creep 거동을 평가하기 위해 그에 상응하는 기간동안 Creep 시험을 수행한다는 것은 비경제적이므로 설계자 입장에서는 신속하게 상품의 장기 Creep 특성을 예측할 수 있는 효과적인 방법이 요구된다. 따라서 본 연구팀은 장기 Creep 시험 없이 임의 설정 온도 하에서 100 - 500시간 정도의 단기 Creep 시험 결과를 토대로 장기 Creep 거동을 예측하는 방법을 확립하였다.

다양한 Creep 시험 방법 중에서 사용이 편리하며 하중의 Alignment가 용이하고 온도 변화에 그다지 민감하지 않는 굽힘 Creep Tester(Flexural Creep Tester)를 제작하여(그림 8) 소재의 Creep 특성을 평가, 장기적 특성을 예측하였다.(그림 9)

High Strain-rate Tensile Tester

소재의 순간적인 충격거동의 측정을 위해 Izod 충격, Falling Drop에 의한 먼 충격 및 인장 충격 등 다양한 시험방법이 사용되고 있다. 그러나 이들 시험 방법은 품질 관리나 단순히 서로를 상대 비교하기 위한 방법일 뿐, 이를 이용한 상품의 충격 거동을 예측할 수 있는 Engineering Data를 확보하기에는 한계가 있다. 다양한 충격 속도에 따른 소재의 동적인 거동을 정확히 감지할 수 있는 High

Strain-rate Tensile Tester를 이용한 측정 결과는 자동차의 Bumper 또는 TV 및 PC Monitor Housing 등의 설계에 보다 정확한 자료를 제공한다.

Reference

1. K.S. Hyun and M.A. Spalding, Polym. Eng. Sci., 30, 571(1990).
2. Y.T. Oh, M.H. Kim and S.H. Lee, UKC-2002
3. A.M. Kraynik, J.H. Aubert, R.N. Chapman and D.C. Gyure, SPE ANTEC Paper, 403(1984).
4. M.W. Young and D.B. Todd, SPE ANTEC Paper, 1915(2001).
5. S.H. Lee et al. SAE Technical Paper Series, 2003-10-1173(2003).

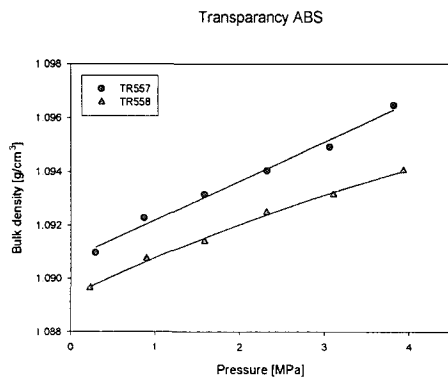
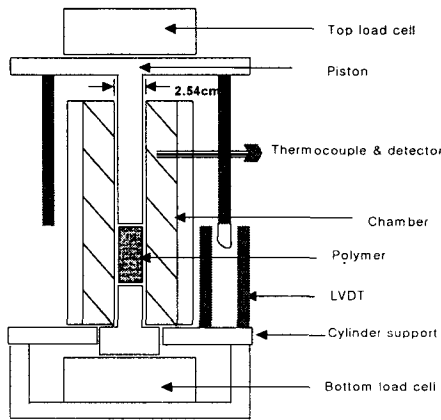


그림 1. Compaction Bulk Density Meter

그림 2. Bulk Density of Transparency ABS (Powder)

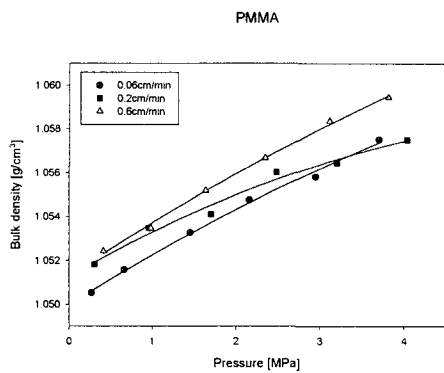


그림 3. Bulk Density of PMMA (Pellet)

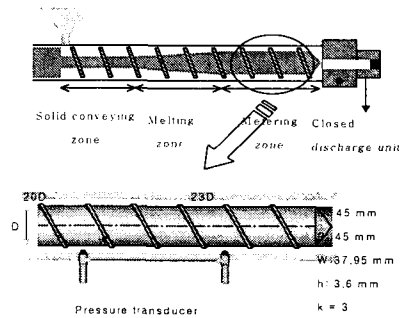


그림 4. Screw Rheometer

6 유변학의 이론과 응용 제7권 제1호 2003년

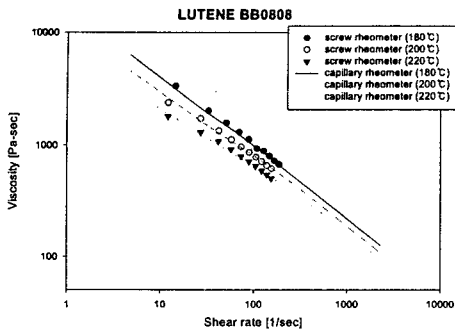


그림 5. Shear Viscosity of LDPE

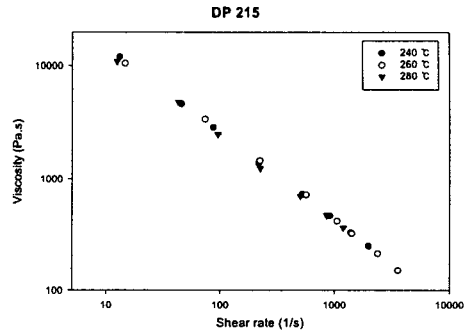


그림 6. Shear Viscosity of ABS (Capillary Rheometer)

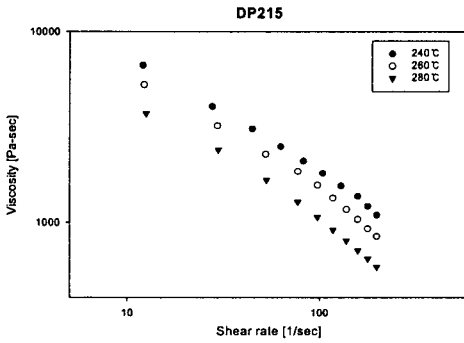


그림 7. Shear Viscosity of ABS (Screw Rheometer)

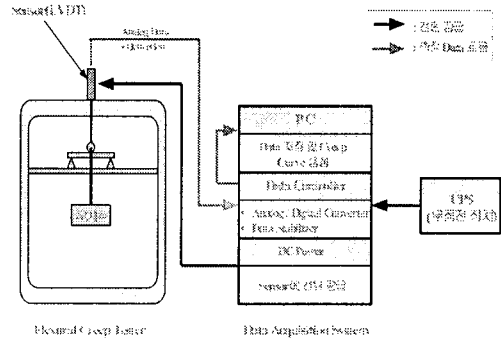


그림 8. Flexural Creep Tester

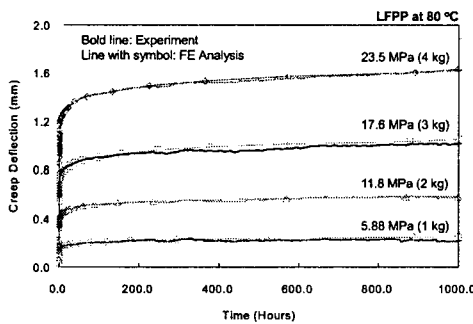


그림 9. 장기 Creep 시험과 예측결과 비교

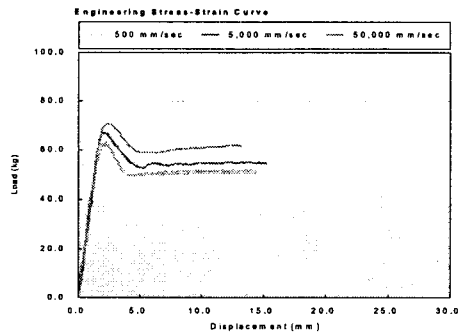


그림 10. 초고속 인장 시험 결과 (PC/ABS)