

대진폭 전단변형하에서의 고분자농후용액의 동적 점탄성 거동

DYNAMIC VISCOELASTIC BEHAVIOR OF CONCENTRATED POLYMER SOLUTIONS WITH LARGE AMPLITUDE OSCILLATORY SHEARING DEFORMATION

송기원, 이장우*, 백종승**

부산대학교 섬유공학과, *부산대학교 고분자공학과,
**한국표준과학연구원 유체유동연구실

K. W. SONG, J. O. LEE* and J. S. PAIK**

Dept. of Textile Eng., Pusan National Univ.

*Dept. of Polymer Sci. & Eng., Pusan National Univ.

**Fluid Flow Lab., Korea Research Institute of Standards & Science

고분자 액체(용융물 또는 용액)의 실제 가공공정에서는 대변형하에서 취급되는 경우가 허다하므로 대진폭 전단변형하에서의 점탄성거동 규명은 유변학의 관점에서 볼 때 대단히 중요한 연구과제중의 하나이다. 그런데 고분자액체가 이러한 조건에 놓여지면 정현적 진동에 의해 주어진 자극(스트레인)에 대해 응답(응력)은 비정현적인 파형으로 관측된다. 따라서 자극-응답간의 관계는 비선형성을 나타내므로 그 거동은 기존의 선형 점탄성 이론으로는 해석이 불가능하게 된다.

한편 고분자 액체에 가해지는 스트레인의 진폭이 충분히 작은 경우에는 자극-응답간에 선형관계가 성립되어 그 거동은 이론적으로 체계화된 선형 점탄성 이론에 의해 기술할 수 있다. 그러나 선형 점탄성이론을 적용할 수 있는 스트레인의 한계(선형 점탄성 영역)에 대해서는 아직도 많은 논란이 계속되고 있는 실정이다. 과거에는 고분자 액체의 경우 스트레인 진폭이 약 100% 정도까지는 선형성이 인정된다고 알려져 왔으나 측정기술(레오메트리)의 진보와 더불어 여러 상이한 결과들이 보고되고 있다.

본 연구의 목적은 고분자 농후 용액의 정확한 선형 점탄성 영역을 결정함과 동시에 비선형 영역에서의 거동을 실험적으로 규명함에 있다. 이를 위한 실험의 유체시료로서 중량평균 분자량 약 5,000,000의 polyacrylamide(PAAM)와 polyethylene oxide(PEO)의 농후 수용액을 제조하였다.

점탄성 측정에는 Rheometrics Inc.(USA)의 유체전용 레오메터인 Fluids Spectrometer(모델명 : RFS II)를 사용하였으며 레오메터 측정부의 기하학적 형상으로는 반경 $r = 25\text{mm}$, 원주각 $\beta = 0.04\text{rad}$ 의 원추원판형을 채택하였다. 실험조건은 온도 20°C , 각주파수 $\omega = 0.5, 1, 5, 10, 20, 25, 75 \text{ rad/s}$, 스트레인 진폭 $\gamma_0 = 0.25 \sim 1000 \%$ 범위에서 실시하였다. 이상의 연구를 통해 고분자 농후 용액은 점성적 성질에 비해 탄성적 성질이 보다 작은 스트레인 영역에서 비선형 거동을 나타내기 시작하며 또한 비선형영역내에서는 더욱 현저한 스트레인 의존성을 나타냄을 알았다.