정사각형 미세유로 내 전단박화 유체를 활용한 입자 이동 및 집속 현상

조미라[1], 홍선옥[1], 이승학[2], 현규[2], 김주민[1,3,†]

[1]아주대학교 에너지시스템학과;

[2]부산대학교 화공생명공학부; [3]아주대학교 화학공학과

(jumin@ajou.ac.kr[†])

최근 미세유로 내 입자 정렬 기술 중 점탄성 매질을 이용한 입자 정렬법이 활발히 연구되고 있다. 전단 박화는 점탄성 유체의 보편적 특성인데, 기존 연구에 의하면 전단 박화 현상이 입자의 평형위치 분산의 원인으로 간주되므로 응용적 측면에서 한계를 보인다고 알려져 있다. 본 연구에서는 전단 박화 정도가 유사한 두 종류의 xanthan gum 용액을 이용하여 정사각형 직선형 유로에서 입자의 평형위치 차이를 살펴보았다. 두 용액은 용매의 이온세기 차이로 인해 고분자 사슬의 유연성에 주된 차이가 발생된다. 낮은 이온강도(DI water)의 용액에서 입자가 채널의 중앙위치를 따라 3차원적으로 집속 되는 반면, 비교적 높은 이온강도(PBS)의 용액에서는 입자가 정사각형 유로의 네 모서리로 이동하였다. 두 용액의 전단점도와 선형점탄성 특성이 거의 일치함에도 불구하고 입자의 평형위치가 상반된 결과를 나타내었다. Carreau model을 도입하여 속도장을 해석한 결과 또한 두 유체에 큰 차이가 없었다. 반면 대 변형 전단 흐름(LAOS) 테스트에서 탄성의 비선형적인 차이를 확인하였으며, 이러한 유변학적 물성이 입자의 평형위치 결정에 중요한 요소임을 확인하였다. 본 연구는 전단 박화가 반드시 입자 집속에 불리한 것이 아님을 보여주는 실험결과로 의의가 있다고 판단된다.