

축소 형태의 미세 흐름에서 탄성 난류 발생까지의 전이 과정에 대한 연구

이대웅, 안경현^{1,*}

서울대학교; ¹서울대학교 화학생물공학부
(ahnnet@snu.ac.kr*)

난류는 유체 흐름에서 볼 수 있는 가장 흥미로운 현상 중 하나이다. 뉴턴 유체의 경우 높은 레이놀즈 넘버를 가질 때 흐름이 난류가 되지만, 고분자 용액과 같은 점탄성 유체의 경우, 유체의 비선형적인 유변학적 성질로 인해 사뭇 다른 양상을 보인다. 긴 고리 형태의 고분자 용액이 흘러갈 경우 레이놀즈 수가 작아도 난류 흐름을 보일 수 있는데, 이는 유체 내 고분자로 인해 탄성 응력이 증가하기 때문이다. 즉, 탄성력이 관성력을 대신하는 것이다. 이와 같이 탄성으로 인해 난류가 발생하는 현상에 대해서 여러 연구가 있어왔지만, 대부분의 연구는 Couette-Taylor 흐름이나 curvilinear 형태의 유로를 흐르는 흐름에 대한 것이었으며, 축소형 유로에서 발생하는 현상에 대해서는 거의 보고되지 않았다. 본 연구에서는 먼저, 미세 유로를 흐르는 유체의 탄성이나 흐름의 전단 속도가 증가함에 따라, 아무런 특징이 없는 상태에서부터 탄성으로 인한 난류에 도달하기까지 그 흐름 형태가 어떻게 변화하는지에 대해 체계적으로 정리하였다. 그 다음, 탄성으로 인해 보이는 난류와 그 직전에 보이는 전이 과정을 정량적으로 분석하여, 높은 탄성을 갖는 유체가 축소형 유로를 지날 때 어떤 과정을 거쳐 난류에 돌입하는지에 대한 원리를 밝혔다.