

유체로 포화된 다공매질내에서의 자연대류 발생특성

정태준*, 최창균
 서울대학교 응용화학부
 (benard@netian.com*)

상하 고정경계면내에 유체로 포화된 다공매질의 하부면을 가열하면 대류유동이 발생한다. 이를 Horton-Rogers-Lapwood 대류라 부른다. 이에 관한 기존의 관련연구에 의하면 계가 비교적 천천히 가열될 경우, 즉 온도분포가 선형일 경우, 대류발생 임계상태에 대한 연구가 잘 알려져 있다. 그러나 계가 급격히 가열될 경우 언제/어디서 대류가 발생할지에 대한 연구는 아직까지 체계적으로 이루어 지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 초기에 급격하게 가열되는 다공매질계에서 불안정성의 시작시점, 유동의 발생시점 그리고 가시대류가 발생하는 시점에 관해 수치해법을 적용하여 체계적으로 해석하였다. 또한 다공매질의 구조적 복잡성에 기인한 분산효과를 살펴보았다.

계의 안정성을 평가하기 위해 계의 수평 평균물리량의 성장률(r_0)과 교란량에 대한 성장률(r_1)을 정의하여 이들의 값들을 비교하였다. 계의 본질적인 불안정성의 개시시점은 $r_{1,TE} = r_0$ 이며, 유동발생시점은 성장률($r_{1,KE}$)이 최고점에 도달하는 시점으로 판단된다. 여기서 하첨자 TE와 KE는 열교란과 운동량에 관련된 에너지를 나타낸다. 또한 가시대류 발생시점은 실험적으로 측정이 가능한 Nusselt수가 undershooting 거동을 보이는 시점으로 결정하였다. 그리고 분산효과가 성장률에 어떠한 영향을 미치는지도 함께 고려하였다.

이상의 연구결과는 열 및 물질전달이 발생하는 계의 설계, 예를 들면 전자기관의 설계 또는 핵반응기의 설계시 유용한 정보를 제공할 것으로 기대된다.