

밀면이 등가속으로 가열되는 유체로 포화된 수평 다공질층에서 부력에 의한 대류의 발생

정태준, 윤도영¹, 문주형, 박정환, 황인국², 박승호, 최창균*
 서울대학교; ¹광운대학교; ²수원대학교
 (ckchoi@snu.ac.kr*)

다공질 유체층에서의 자연 대류는 충전탑, 곡물 저장소, 지하수 오염 처리, 식품 공정 등 여러 산업 분야에서 다양하게 접할 수 있다. 그러므로 열적 불안정성이 언제 어디서 시작되고, 또 어떻게 성장하거나 소멸하는지 예측하는 것은 매우 중요한 문제이다. 본 연구에서는 초기 정지 상태의 유체로 포화된 수평 다공성 매질층의 밀면을 일정시간비율로 등가속 가열을 할 때, 자연대류의 발생시점을 이론적으로 예측하였다. 본 연구의 주 목적은 가장 빨리 자라는 교란이 계를 불안정하게 하는 임계시간 t_c 를 찾는 데 있다. 안정성 해석을 위해 전파이론과 수치 해석을 각각 이용하였다. 전파 이론은 온도 교란이 열 침투 깊이 내에서 성장한다는 가정하에 선형이론을 적용하여 안정성 해석을 수행한다. 수치 해석은 유한부피법을 도입하여, 평균 온도 및 온도 교란의 성장률이 시간에 따라 어떻게 변화하는지를 추적한다. 이를 통해 평균 온도의 성장률과 온도 교란의 성장률이 같을 때, 열적 불안정성이 처음으로 도입된다는, 고유 불안정성 발생의 임계 조건을 제시하였다. 전파이론에 의한 결과와 수치 해석 결과는 잘 일치하였다. 또한 기존 문헌의 실험치와 비교한 결과, 대류가 발생한 후 명백하게 감지되기까지는 $3t_c$ 정도의 성장 시간이 더 필요한 것으로 나타났다.