

안정 성층화된 lid-driven cavity에서 혼합대류 열전달

지 태 호, 김 서 영[†], 현 제 민^{*}

한국과학기술원 기계공학과, [†] 한국과학기술연구원 열/유동제어연구센터, ^{*} 한국과학기술원 기계공학과

An Experimental Investigation of Mixed Convection in a Lid-Driven Cavity with a Stable Vertical Temperature Gradient

Tae Ho Ji, Seo Young Kim[†], Jae Min Hyun^{*}

Department of Mechanical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon 305-701, Korea

[†] Thermal/Flow Control Research Centerer, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 139-791, Korea

^{*} Department of Mechanical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon 305-701, Korea

요 약

지난 수십 년 동안 위 벽면이 일정한 속도로 움직이는 사각 밀폐용기에서의 유동장에 관한 문제는 많은 공학적 응용 분야와 연구자들의 관심을 끌어들였다. 이 문제는 움직이는 위 벽면 속도에 의해 결정되는 Reynolds 수와 사각용기의 종횡비에 의해 유동장 형태가 결정되며, 간단한 형태와 경계 조건으로 많은 새로운 수치 해석적 방법 검증에 이용되고 있다. 그러나 선행연구는 대부분 밀폐용기 내부에서의 유동장 해석으로 제한되어 온도장에 관한 연구가 미미하였다. 밀폐용기 내부에서 온도차이는 부력을 발생시키고 이 부력은 용기 내부의 온도장뿐만 아니라 유동장에도 영향을 미친다. 이런 혼합 대류 유동을 이해하는 것은 기본적인 지구 물리학, 해양학, 유체역학분야 뿐만 아니라 자동차의 클러치등과 같은 실제 공학적 응용분야에서도 중요하다. 그러나 현재까지 수직 온도차($\Delta T \equiv T_T - T_B > 0$)가 존재하는 사각밀폐용기에 대한 위의 연구들은 수치해석에 의한 이론적 연구에 국한되어 수행되었다. 그러므로 본 연구에서는 수치해석 연구를 병행하고 수직 온도차가 있는 사각밀폐용기 내부에서의 유동 형태 및 온도구배 형태를 종횡비 $A=1$, Prandtl 수 6.0(물)인 경우에 Reynolds 수, Grashof 수 변화와 같은 다양한 조건에서 실험을 통해 검증하고자 한다.

실험은 실험장치에 충분한 시간동안 열 유속 및 저온 냉각수를 공급하여 온도 및 유동장이 정상 상태에 도달하게 한 후 수행되었다. 본 연구에서 Grashof 수는 1.2×10^6 , 7×10^6 , 1.5×10^7 으로 고정하였다. $1000 \leq Re \leq 4000$ 범위에서 Reynolds 수를 변화 시켜 새로운 Reynolds 수에서 온도 및 유동장이 충분히 정상 상태에 도달한 후 cavity 내부 중심에 설치된 열전대를 통하여 온도분포를 획득하였고 유동장 분포는 Cross-correlation을 이용한 PIV 기법을 사용하였다.