대한설비공학회 2003하계학술발표대회 논문집 p. 191

03-S-175

측면가열 캐비티내에서 고체삽입물이 열성층화에 미치는 영향

김 수 현, 김 서 영*†, 강 병 하**

국민대학교 대학원, *한국과학기술연구원 열유동제어연구센터, **국민대학교 기계자동차공학부

Effect of a solid insert on thermal stratification in a side-heated cavity

Su Hyeon Kim, Seo Young Kim*†, Byung Ha Kang**

요 약

밀폐공간에서의 자연대류 열전달 현상에 대한 연구는 지금까지 활발히 진행되었다. 최근에는 전열량을 증가시키거나 감소시키기 위하여 공간 안에 휜이나 장애물을 설치하여 공간내의 온도분포와 열전달 현상에 대해 연구되고 있다.[1-2] 이들 연구는 모두 4각 밀폐공간의 상하 벽이 단열이고 측벽이 고온과 저온으로 유지되는 경우에 대한 것들이다. 본 연구에서는 밀폐 공간 안에 고체 삽입물이 존재하는 경우 온도분포를 수치해석으로 연구하였다. 또한 온도분포에 대해서 성층화계수를 정의하여 고체 삽입물의 열전도율의 변화, 고체 삽입물의 폭과 높이의 변화에 따라 성층화계수의 변화도 고찰하였다. 여기서 성층화계수는 온도분포의 성층화 정도를 나타내며 본 연구에서는 벽면의 경계층 두께와 cavity 안 고체 삽입물의 경계층 두께의 영향을 받지 않는 곳인 점을 선택하여 정의하였다. 지배방정식을 수치해석 하기 위하여 본 연구에서는 유한체적법에 기초한 SIMPER Algorithm을 사용하였다. 수치해석 결과의 타당성 검증과 격자수를 결정하기 위하여 de Vahl Davis[3]와 Ple[4]의 결과와 비교하여 격자수가 108×108, 126×126일 때 고온 벽에서의 평균 Nusselt 수와 최대오차 0.9%안에서 일치함을 보였다. 본 연구에서는 계산의 시간 효율성을 고려하여 108×108 격자수를 채택하여 계산을 수행하였다.

계산 결과 고체 삽입물의 열전도율을 변화시킨 경우, 열전도율의 비가 증가함에 따라 성층화계수가 감소하였다. 그러나 열전도율의 비가 약 300이상으로는 열전도율의 비가 증가하여도 성층화계수는 더 이상 감소하지 않고 일정하였다. 고체 삽입물의 폭과 높이를 변화시킨 경우, 폭과 높이를 증가 시킬수록 성층화계수는 감소하였다. 그러나 이때, 같은 비율로 폭을 변화시킨 것보다 높이를 변화시킨 것이 성층화계수를 감소시키는데 더 많은 영향을 미쳤다. 또한, 열전도율의 비가 약 300정도가 되면 열전도율을 더 증가시켜도 성층화계수는 감소하지 않고 일정하였다. 즉, 고체 삽입물의 폭이나 높이와 열전도율의 비는 서로 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다.

참고문헌

1. Nansteel, M. W. and Grief, R., 1981, Natural convection in undivided and partially divided rectangular enclosures, Journal of Heat Transfer, Vol. 103, pp. 623-629.
2. Emery, A. F., 1983, Exploratory studies of free convection heat transfer through an enclosed vertical liquid layer with a vertical baffle, Trans of the ASME, Journal of Heat Transfer Februar , pp. 163-165.
3. de Vahl Davis G, 1983, Natural convection of air in a square cavity: a bench mark numerical solution, Int. J. Numer Methods Fluids., Vol 11, pp. 249-264.
4. Quere PLe, 1991, Accurate solutions to the square thermally driven cavity at high Rayleigh number, Comput. Fluids. Vol 20, pp. 29-41.