

마이크로관 내 압력강하 특성에 관한 연구

황 윤 옥, 김 민 수[†]

서울대학교 기계항공공학부

A Study on the Pressure Drop Characteristics in Microtubes

Yun Wook Hwang, Min Soo Kim[†]

School of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University, Seoul 151-744, Korea

요 약

마이크로 형상내에서의 압력강하 특성에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으나, 마이크로관내에서의 단상유동 압력강하에 대한 결과가 여전히 상충되고 있다. 2상유동압력강하는 주로 물/공기를 대상유체로 하여 많은 연구가 이루어졌으나, 상변화 과정중에 있는 단일 유체를 사용한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 내경이 각각 0.244 mm, 0.430 mm, 0.792 mm인 스테인레스 스틸 원관을 사용하여 마이크로관 내 압력강하 특성에 대해서 살펴보았다. 시험부내를 흐르는 유체의 미세유량을 조절하기 위해서 무맥동 주사형 펌프(syringe pump)를 사용하였으며, 시험대상 유체로는 R-134a를 사용하였다.

단상압력강하 실험에서 유동전이(flow transition)는 레이놀즈수(Reynolds number) 2000부근에서 발생하였고, 기존의 몇몇 연구에서 보고된 이른 유동전이(early flow transition)는⁽¹⁾ 발견되지 않았다. 기존에 성립된 유동마찰계수와 레이놀즈수의 상관관계를 통한 비교에서도 절대 평균오차 9.1% 내에서 예측되었다. 2상유동 압력강하는 건도 및 질량유속이 증가하고, 시험부 내경이 감소함에 따라서 증가하였다. 마이크로관 내 2상유동 압력강하를 예측하기 위한 상관식들은⁽²⁻⁴⁾ 본 연구의 실험결과를 예측하지 못하였다. 이는 기존의 상관식들이 직사각형 채널을 시험부로 하고, 물/공기를 시험유체로 하여 얻은 실험결과를 바탕으로 하여 제시되었기 때문이다. 이에 따라서 본 연구에서는 Lockhart-Martinelli 상관식 형태의 새로운 상관식이 제시되었다. 새로이 제시된 상관식에서는 시험부를 내를 흐르는 유체의 질량유속변화, 시험부 내경변화를 고려하였으며, 액상 레이놀즈수(liquid-only Reynolds number), 제한수(confinement number), 마티넬리수(Martinelli parameter)의 함수로 표시되었다. 본연구에서 새로이 제시된 2상유동 압력강하 상관식은 본 연구의 실험결과를 절대평균오차 8.1%내에서 예측하였다.

참고문헌

1. Wu, Peiyi and Little, W. A., 1983, Measurement of friction factors for the flow of gases in very fine channels used for microminiature Joule-Thomson refrigerators, *Cryogenics*, Vol. 23, pp. 273-277.
2. Moriyama, K., Inoue, A., and Ohira, H., 1992, The thermohydraulic characteristics of two-phase flow in extremely narrow channels (the frictional pressure drop and void fraction of adiabatic two-component two-phase flow), *Trans. JSME (Ser. B)*, Vol. 58, pp. 401-407.
3. Mishima, K. and Hibiki, T., 1996, Some characteristics of air-water two-phase flow in small diameter vertical tubes, *Int. J. Multiphase Flow*, Vol. 22, No. 4, pp. 703-712.
4. Lee, H. J. and Lee, S. Y., 2001, Heat transfer correlation for boiling flows in small rectangular horizontal channels with low aspect ratios, *Int. J. Multiphase Flow*, Vol. 27, pp. 2043-2062.