

물의 열역학 상태량 계산을 위한 전산 프로그램 개발

박 경 근

국민대학교 기계자동차공학부

Development of a Computer Program to Calculate Thermodynamic Properties of Water

Kyoung Kuhn Park

School of Mechanical and Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

요 약

물은 광범위하게 활용되므로 지속적으로 연구되어 열역학적 상태량이 가장 잘 파악되어 있는 물질 중의 하나이다. 물(water/steam, R-718)에 대한 상태 방정식은 정확도 만큼 그 형태가 복잡하다. 따라서 상태 방정식을 이용하여 열역학적 상태량을 수작업으로 계산하는 것은 거의 불가능하므로 컴퓨터를 주로 이용하여야 하며, 이러한 작업을 적절히 수행하는 전산 프로그램이 필요하다.

본 연구에서는 물의 상태량 계산 프로그램의 개발을 시도하였다. 프로그램은 두 개의 독립 상태량이 주어지면 물의 열역학 상태량을 계산한다. 미지 상태량의 초기 예상치는 전혀 필요가 없다. 따라서 상태량 계산이 필요한 응용 분야에서 편리하게 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

상태 방정식으로는 가장 최근에 발표된 Wagner와 Pruss⁽¹⁾의 식을 사용하며, 이상기체항과 잔류항으로 나누어진 무차원 Helmholtz 함수의 형태로 되어있다. 이는 최고 온도 1273 K까지, 그리고 최고 압력 1000 MPa까지 쓸 수 있다.

Table 1은 계산 가능한 입력 상태량의 조합을 나타내며, 온도와 압력 중 한 개의 상태량은 반드시 선택되어야 한다. 입력 상태량이 주어지면 그 조합에 따라서 상을 판별하고, 그에 따른 영역을 결정된 후에, 온도가 주어진 경우에는 적절한 비체적을, 압력이 주어진 경우에는 적절한 온도를 찾아 주어진 입력 상태량 조합 조건을 만족하는 상태를 찾아낸다. 이후에는 다른 유도 상태량(내부 에너지, 엔탈피, 엔트로피, 비열, 음속 등)을 Helmholtz 함수의 미분과 대수 연산 통해 계산할 수 있다. 계산 결과의 정확도는 NIST Chemistry WebBook⁽²⁾과 비교하여 확인하였다.

Table 1 Available combination of input properties

Combination of input properties	
(T, P)	(P, x)
(T, x)	(P, v) or (P, ρ)
(T, v) or (T, ρ)	(P, h)
(T, s)	(P, s)

참고문헌

1. Wagner, W. and Pruss A., 2002, The IAPWS formulation 1995 for the thermodynamic properties of ordinary water substance for general and scientific use, J. Phys. Chem. Ref. Data, Vol. 31, No. 2, pp. 387-535.
2. Lemmon, E. W., McLinden, M. O. and Friend, D. G., 2001, NIST Chemistry Web-Book, In NIST Standard Reference Database Number 69 (Edited by Linstrom, P. J. and Mallard, W. G.), NIST, Gaithersburg, MD, (<http://webbook.nist.gov>).