

고정격자를 이용한 동결건조 해석프로그램의 개발 및 적용

남진현[†], 송치성^{*}, 김제형^{*}, 김찬중^{**}

(주)일신랩, ^{*}한국기계연구원, ^{**}서울대학교 기계항공공학부

Development and Application of a Freeze Drying Analysis Program using Fixed Grid

Jin Hyun Nam[†], Chi Sung Song^{*}, Jae-Hyung Kim^{*}, Charn-Jung Kim^{**}

Ilshin Lab Co., Kyongki-do 482-872, Korea

^{}Korea Institute of Machinery and Materials, Taejon 305-343, Korea*

*^{**}School of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University, Seoul 151-744, Korea*

요 약

영하 및 진공의 동결건조의 운전조건은 건조물의 열적·화학적 변성을 최소화하여 최상의 품질의 건조물을 얻을 수게 한다.⁽¹⁾ 이러한 장점에도 불구하고, 동결건조는, 커피, 향신료 등의 고급 식품류, 항생제, 주사제 등의 약품류, 건조혈장 등의 생체 제품류 등, 열에 민감하거나 고품질이 요구되는 고가의 제품의 건조에만 국한되어 적용되어왔다. 이는 영하 및 진공의 특수한 운전조건에 필요한 에너지 비용과 긴 건조시간으로 인해 동결건조의 생산성이 극히 낮기 때문이다. 최적화된 운전 스케줄, 전자기파를 이용한 건조물의 가열, 수증기 흡착제를 이용한 대기압 동결건조 등을 통한 동결건조의 생산성 향상이 다른 연구자들에 의해 시도되어 왔다.

대부분의 동결건조 해석은 얼음경계의 위치를 명시적으로 해의 일부로 계산하는 이동격자법을 채용하고 있다. 이러한 해석은 얼음경계의 형상이 비교적 단순한 경우에 적절하지만, 본 연구에서처럼 건조물의 기하형상의 변화로 인해 상경계의 형상이 복잡해지는 경우에는 적절하지 않다. 따라서 열전달 및 물질전달의 정확한 해석과 함께, 복잡한 얼음경계의 형상까지도 정확히 고려할 수 있는 해석프로그램의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 고정격자법을 이용하여 복잡한 상경계의 형상에 구애받지 않고도 이동격자법에 상당하는 정확도로 동결건조를 해석할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 부수적으로 고정격자를 이용한 본 해석은 복잡한 좌표변환이 불필요하다는 점에서 이동격자를 이용한 해석에 비해 차분화가 쉽고 계산이 더 효율적이다.

본 연구에서는 고정격자와 이동격자⁽²⁾를 이용한 해석결과를 상호 비교하여 고정격자를 이용한 해석의 정확도를 검증한다. 또한 건조물의 기하학적 형상변화를 통해 동결건조 시간의 단축을 고찰하고 또한 본 해석프로그램이 복잡한 상경계를 가지는 동결건조 문제를 효율적으로 처리할 수 있음을 확인한다. 마지막으로 본 연구에서는 건조물의 기하형상의 변화가 동결건조의 생산성에 미치는 영향을 고찰하기 위하여, 형상비가 서로 다른 원통형 건조물의 동결건조 해석을 통해 건조시간의 단축을 계산한다.

참고문헌

1. Millman, M. J., Liapis, A. I. and Marchello, J. M., 1985, An analysis of the lyophilization process using a sorption-sublimation model and various operation policies, *AICHE J.*, Vol. 31, pp. 1594-1604.
2. Song, C. S., Nam, J. H., Kim, C.-J. and Ro, S. T., 2002, A finite volume analysis of vacuum freeze drying processes of skim milk solution in trays and vials, *Drying Technol.*, Vol. 20, pp. 283-305.