

핀-휨 형상을 갖는 방열판 최적설계

박 경 우, 최 동 훈, 이 관 수, 김 양 현*

한양대학교 기계공학부, *조선이공대학 건축환경설비과

Optimal Design of Pin-Fins Heat Sink

Kyoungwoo Park, Dong-Hoon Choi, Kwan-Soo Lee, Yang-Hyun Kim*

School of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-771, Korea

*Department of Architectural & Environmental Equipment,

Chosun College of Science and Technology, Kwangju 500-000, Korea

요 약

고신뢰성과 고성능, 그리고 컴팩트화가 요구되는 전자장비에서의 열적인 안정성은 매우 중요한 과제이다. 이를 위해 상변화, 충돌류, 그리고 강제 대류 등 효과적인 냉각기술들이 꾸준히 개발/적용되고 있으며, 앞으로 도 적용 범위가 보다 확대될 것으로 예상된다. 보통 방열판은 허용된 공간에 따라 그 크기가 결정되고 한정된 공간에 설치되기 때문에, 성능 향상을 위한 설계최적화는 매우 중요한 기술로 부각되고 있다. 방열판의 열성능 향상은 그 중요성으로 인하여 많은 관심의 대상이 되어 왔으며, 최근에는 최적화에 대한 연구도 많이 이루어지고 있다 (Ledezma et al.(1996), Maveety and Hendricks(1999), Maveety(2000)). 그러나 방열판 최적화를 위한 지금까지의 연구들은 최적화에 대한 수치적 기법을 사용하지 않은 상태에서 설계변수들이 열전달특성에 미치는 영향만을 고려한 상관관계식을 도출한 정도의 수준에 지나지 않았다.

따라서 이 연구에서는 7×7로 배열된 핀-휨(pin-fins) 방열판의 최적설계 변수를 최적화에 대한 수치기법(Computer aided optimization, CAO)을 이용한다. 목적함수를 계산하기 위하여 FVM을 이용하여 열/유동장을 해석하고, 제약조건이 없는(unconstrained) 비선형 최적화 문제에 국소 최적화기법인 BFGS법을 적용하여 최적 설계변수값은 얻고자 하였다. 또한 다목적 함수에 대해 가중법(weighting method)을 사용하였다. 특히 유동해석과 최적화의 모든 과정을 일괄작업(batch job)으로 수행하였다.

휨의 폭(w), 높이(h), 그리고 핀-방열판 사이의 거리(c)를 설계변수로 취하였다. 방열판의 열성능 (또는 냉각 효과) 향상은 칩과 방열판 접촉부에서의 열저항(θ_j)과 방열판 내부 압력강하(Δp)가 동시에 최소화 될 때 이루어진다. 따라서, 이 연구에서는 이들을 목적함수로 선택하였으며 열저항과 압력강하에서 영향을 미치는 설계 변수는 휨의 폭(w), 휨의 높이(h), 그리고 방열판-핀 거리(c)의 순서였다. 가중치가 0.5인 경우의 최적 설계 값은 다음과 같다: $w = 4.653 \text{ mm}$, $h = 59.21 \text{ mm}$, $c = 2.667 \text{ mm}$, 또한, 최적 모델은 기준모델에 비하여 열저항은 39%정도, 압력강하 약 32% 정도 감소하였다. 두 개의 목적함수에 대한 Pareto 최적해를 구했으며, 이 연구의 결과는 설계자들이 더 관심을 갖는 목적함수에 상응하는 최적 설계 변수를 선택하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1 K. Park, D.H. Choi, K.S. Lee, Design optimization of plate-fin and tube heat exchanger, Submitted in Numerical Heat Transfer Part A, 2003.
2. G. Ledezma, A.M. Morega, A. Bejan, Optimal spacing between pin fins with impinging flow, ASME J. of Heat Transfer, 118(1996), 570-577.
3. J.G. Maveety, J.F. Hendricks, A heat sink performance study considering material, geometry, nozzle placement, and Reynolds number with air impingement, ASME J. of Electronic Packaging, 121 (1999), 156-161.