

가교화된 HDPE를 이용한 잠열 축열조에서 열유동 해석

강 혁†, 윤 정 배*, 김 석 완**

삼신설계(주) 삼신설비연구소 선임연구원†, 책임연구원*, 연구소 소장**

Simulation of Heat and Fluid Flow in Latent Thermal Energy Storage System Using Phase Change Material of Cross-Linked HDPE

Hyuk Kang†, Jung Bae Yoon*, Suk Wan Kim*

Sahm Shin Engineers, INC. Sahm Shin Research Institute

요 약

현재 세계가 당면하고 있는 에너지 문제에 현명하게 대처하기 위해선 폐열과 태양열 등을 활용한 축열 시스템의 저변 확대가 시급하다. 폐열 또는 심야전력을 이용한 공조용 축열시스템은 미국과 유럽 그리고 일본을 중심으로 발전해왔으며 그 중에서 유럽은 난방용 축열 시스템이, 미국과 일본은 주로 냉방용 축열 시스템이 발전하여 왔다. 특히 우리 나라와 같이 냉난방으로 인한 계절별 전력 수요 폭이 심한 나라에서는 공조용 축열 시스템 개발이 필요하다. 축열 시스템의 핵심은 무엇보다도 축열조의 소형화와 축열 효율의 최대화에 있으며 이를 해결하기 위해 에너지 저장 방법 중 열적 저장방법이 적합하다. 열적 저장 방법은 현열저장과 잠열저장으로 크게 나누어지며 이 중 잠열에 의한 에너지 저장은 축열매체의 상변화시 발생하는 잠열을 이용하여 열에너지를 저장한다. 잠열축열 시스템은 에너지 저장 수단으로 상변화 물질(PCM-phase change material)의 잠열을 이용한 시스템으로 현열축열 시스템에 비하여 다량의 축열이 가능하며 열의 흡수와 방출이 일정온도에서 이루어지는 매우 우수한 축열 시스템이다.

잠열축열조에 대해 선행된 연구의 대부분은 실험 및 이론에 관한 연구이며, 수치해석에 관한 연구는 드물게 수행되고 있다. 본 연구에서는 이론 및 수치해석에 바탕을 두어 잠열축열조의 열 및 유동을 해석하고자 한다. 특히 축열매체로써 가교화된 HDPE를 사용한 잠열축열조의 방열과정에 대해 연구하고자 한다. 이를 위하여 다공성 모델링을 이용한 수치해석에 바탕을 두어 잠열 축열조 내부의 열 및 유동을 수치해석 하였고 공기통로에서의 열 및 유동을 수치해석 하였다. 실험을 통해 다공성 모델링의 타당성을 검증하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 가교화된 축열재의 복잡한 실제 형상을 다공성 모델링하여 수치해석 하였고, 시간에 따른 축열조 내부 온도분포와 공기 통로 출구 온도를 실험과 비교하였으며, 경향이 매우 일치하는 결과를 얻을 수 있었으며 다공성 모델링의 타당성을 보였다.
2. 잠열재가 액상에서 고상으로 상변화하며 방출한 잠열은 축열조의 냉각을 지연시켜 공기통로 출구 온도의 급격한 저하를 방해하는 역할을 함을 알았다.
3. 잠열 축열조 상단부 그리고 공기통로와 축열조 사이의 공간에서 회전유동이 발생하였고, 열전달을 촉진시키는 역할을 함을 알았다.

본 연구는 잠열 저장조 설계의 기초 연구로써 나아가 최적화된 잠열 저장조 설계의 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다.