

PVT-water 기반 히트펌프 급탕 시스템의 최적 운전

Optimal Operation of a Combined Heat Pump and PVT-water System as a Domestic Hot Water System

○김 창 환* 김 의 종**
Kim, Chang-Hwan Kim, Eui-Jong

키워드 : 신재생에너지, 급탕, 시뮬레이션, 최적제어

Keywords : Renewable Energy, Hot-water Supply, Simulation, Optimal Operation

본 연구는 급탕을 목적으로 한 PVT-water와 히트펌프로 구성된 설비시스템의 효율적인 운영을 제안하기 위해 에너지 시뮬레이션 프로그램을 활용한 연구를 진행한다. 시뮬레이션은 측정데이터를 활용하여 실제 설비의 거동을 묘사하는 모델을 제작하였으며 하루 기간의 최적제어 방안을 도출하여 기존제어와의 결과를 비교하였다. 도출한 최적제어 결과는 급탕 사용시간에 적절한 온도의 온수를 공급하였으며 기존제어 대비 약 33.2%의 전력을 절감하였다.

설비시스템은 일반적으로 초기 설정된 제어조건에 따라 가동되며 현장의 상황 또는 조건이 달라지면 효율 역시 달라진다. 따라서, 초기 설정된 제어조건은 설비의 효율을 낮출 가능성이 있으며 이에 효율적인 제어방식이 요구된다. 본 연구는 최적 제어방식을 도출하기 위하여 에너지 시뮬레이션 프로그램을 활용하였으며 급탕을 목적으로 한 PVT-water와 히트펌프로 구성된 설비시스템을 대상으로 진행하였다. 시뮬레이션은 약 17일의 측정데이터를 활용하여 설비의 거동을 묘사하는 각 설비 모델을 제작하였으며 이후 기존 제어조건을 적용하여 시스템 단위에서의 거동 결과를 표1과 같이 정규 평균 절대오차로 제시하였다.

표1. 시스템 단위 모델의 정량적 성능 지표

	PVT열량	HP열량	PVT펌프전력	HP전력
NMAE	4.0 %	8.4 %	20.7 %	17.4 %

검증을 완료한 시스템 단위 모델은 제어점 변경을 통해 변화하는 효율을 확인할 수 있는 예측 도구로써 해당 모델을 활용하여 최적화를 진행하였다. 최적화 설정은 기설정된 설비의 제어점을 설계변수로, 하루 누계 전력소비량을 목적함수로 정의하였으며 급탕 사용시간에 적절한 온도를 공급하는 제약조건을 추가하였다. 아래 그림1은 기존 제어조건과 도출한 최적 제어조건의 하루 누계 공급 열량과 전력소비량을 정량적 지표로 제시한 자료이다. 결과에 따르면 최적제어 조건을 적용할 경우 기존 대비 약 9.1%의 히트펌프 열량과 약 33.2%의 설비 전력소비량의 절감을 확인할 수 있었다.

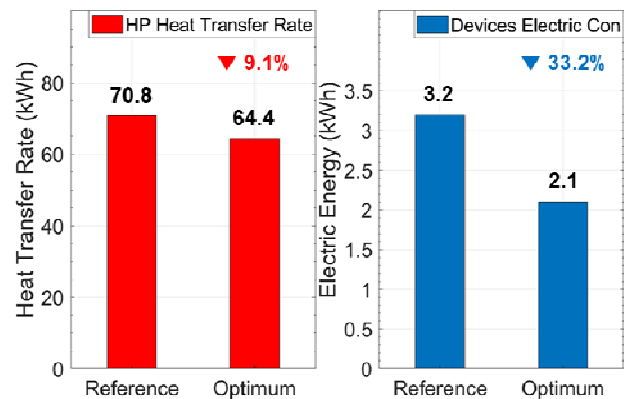


그림1. 시스템 모델의 기존제어와 최적제어의 결과비교

* 인하대 대학원 석사과정

** 인하대 건축공학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Inha University, ejkim@inha.ac.kr)

본 연구는 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임. 과제번호:20202020800360