2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

빗물 저류 시설을 열원으로 하는 히트펌프 시스템의 운전 성능 예측 모델 개발에 관한 기초 연구

Fundamental Study on the Development of Operation Performance Prediction Model for Heat Pump System with Rainwater Storage Facility as Heat Source

○유 하 민*

김 규 용**

이 예 찬***

최 병 첰***

지 성 준***

남 정 수***^{*}

Eu. Ha-Min

Kim, Gyu-Yong

Lee, Yae-Chan

Choi, Byung-Cheol

Ji, Sung-jun

Nam, Jeong-Soo

키워드 : 빗물 저류 시설, 히트펌프, 성능 평가, 예측 모델, 머신 러닝

Keywords: Rainwater storage facility, Heat pump, Performance evaluation, Prediction model, Machine learning

본 연구는 홍수 피해 저감을 위해 설치되는 빗물 저류 시설에 저장되는 빗물을 열 에너지를 건축물의 냉난방 에너지로 활용하기 위한 연구이다. 이를 위해 투수블럭으로 적충된 빗물 저류 시설을 건축하고 히트펌프 시스템을 설치한 Testbed를 구축하였다. Testbed를 2022년 5월부터 2024년 3월까지 가동하면서 측정된 데이터를 기반으로 빗물 저류 시설 히트펌프 시스템의 운전 성능 예측 모델 개발을 위한 기초 연구를 수행하였다.

Testbed 가동 결과, 전체 측정 기간동안 관찰되었으며, 빗물 저류 시설의 온도가 히트펌프 시스템의 성능에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 한편, 실제 빗물 저류 시설은 빗물의 수위, 외기 온도, 히트펌프 배출 열량 등 다양한 요 인들의 영향을 받는 것으로 확인되었다.

이러한 결과를 기반으로 머신 러닝(Bagging과 Boosting)과 딥러닝(LSTM과 GRU) 기법을 사용하여 입력 변수를 선정하고 이를 통해 빗물 저류 시설의 온도를 예측하는 모델을 훈 련하였으며, 훈련과 테스트 결과 높은 정확도를 나타내는 것이 확인되었다.

이를 통해, 빗물 저류 시설이 열원으로서 다양한 조건들에 의한 온도를 예측할 수 있으며, 추후 연구를 통해 히트 펌프 시스템의 성능 최적화 운영 모델을 도출할 계획이다.

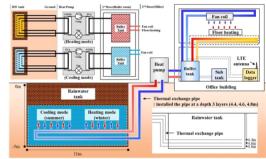


그림1. 빗물 저류 시설을 열원으로 하는 히트펌프 시스템 개요

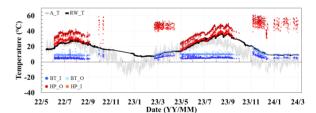


그림2. 히트펌프 가동 기간의 열원 온도 측정 결과

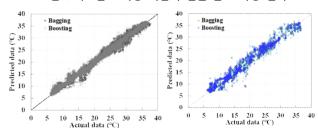


그림3. Bagging과 Boosting 모델 훈련 및 테스트 결과

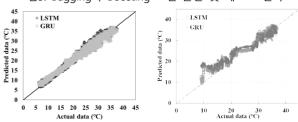


그림4. LSTM과 GRU 모델 훈련 및 테스트 결과

^{*} 충남대학교 건축공학과 박사후 연구원

^{**} 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Chung-nam national University, gyuyongkim@cnu.ac.kr)

^{***} 충남대학교 건축공학과 석사과정

^{****} 충남대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00220921).