

## MLAA를 활용한 FLS기반 지중열교환기 모델링

### Modelling of Ground Heat Exchangers using Finite-Line Source Model and Multiple Load Aggregation Algorithm

○박 영 준\*      김 의 종\*\*  
Park, Young-Joon      Kim, Eui-Jong

키워드 : 지중열교환기, 부하 불균형, 시뮬레이션, 열 간섭, 다중 부하 집계 알고리즘

Keywords : Ground heat exchanger, Load imbalance, Simulation, Thermal interference, Multiple load aggregation algorithm(MLAA)

지열 히트펌프 시스템은 지중을 통해 건물의 냉방 및 난방 부하를 감당케 하는 시스템이다. 열용량이 크고 연중 일정한 온도를 유지하는 지중의 특성에 따라 일반적으로 사용되고 있는 공랭식 히트펌프 시스템에 비해 지열 히트펌프 시스템은 높은 시스템 효율을 나타낸다. 지열 히트펌프의 장기성능은 건물 부하의 균형 정도에 따라 크게 좌우된다. 부하 불균형이 심한 건물일 경우 장기간 지중에 축적되는 열에 의해 효율을 저하되며 심할 경우 지열 히트펌프 사용에 어려움을 가져올 수 있다. 따라서, 다양한 배열 및 개별/존별 운전을 묘사할 수 있는 모델을 개발하여 부하 불균형 현상을 효과적으로 대응하는 방안이 필요하다. 본 연구에서는, 다양한 배열 및 개별/존별 운전을 묘사할 수 있는 FLS기반 모델을 개발하여 건물 부하에 따른 지중 변화를 구현하였고 MLAA (Multiple load aggregation algorithm)을 적용하여 계산 효율성을 높여 20년에 걸친 장기간 시뮬레이션을 진행하였다.

지중열교환기 설계에 많이 사용되고 있는 모델 중 하나인 DST (Duct- Storage) 모델은 수치해석 모델로서 빠른 해석 결과를 바탕으로 건물 에너지 해석 프로그램인 TRNSYS 컴포넌트로 제공되고 있는 모델이다. DST 모델은 다양한 배열 및 개별/존별 운전 상황을 묘사하기 힘든 단점을 가지고 있어 자유도 높은 설계 및 다양한 운전 상황을 구현하기 어려운 한계를 가지고 있다.

FLS (Finite Line Source) 모델은 개별 공에 대해 부하를 적용시키므로 다양한 배열 및 개별/존별 운전이 가능한 모델로서 DST 모델보다 자유도 높은 상황을 묘사할 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 해석적 모델인 만큼 계산 속도가 느린 단점을 가지고 있기 때문에 장기적인 지중 온도 변화를 파악하기에 매우 긴 시간이 소요된다. 이러한 단점을 극복하기 위해 다중 부하 집계 알고리즘인 MLAA (Multiple load aggregation- algorithm)가 개발되었다. 그림 1은 MLAA를 적용한 FLS 모델 및 DST 모델의 장기 시뮬레이션(20년) 결과와 MLAA를 적용하지 않은 약 6년간의 비집계 결과를 나타낸다. 페퍼런스 모델로 사용한 DST 모델과 개발한 FLS 모델의 결과는 거의 같았으며, 일정 부분 나타나는 오차는 서로 다른 모델링 방법으로 인한 오차로 수치적 오류는 없는 것으로 사료된다.

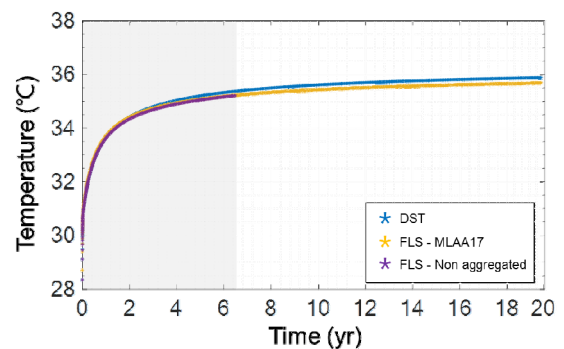


그림 1 FLS 및 DST 모델의 장기 시뮬레이션 결과(20년)

\* 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