



공동주택 에너지 해석 모델의 입력 파일 생성 자동화를 위한 세대 평면 간략화 방법에 대한 연구

- Energyplus program을 중심으로

The Simplification Method of Shape of Unit Residence Plan for Automatic Generation of Input File of Apartment House Energy Analysis Model
- Focused on Energyplus program

이용준* · 도신영** · 오은주***

Lee, Yong-jun* · Do, Sin-Young** · Oh, Eun-joo***

* Corresponding author, BEL Technology CO. Ltd., Seoul, Korea (leeyj@beltec.co.kr)

** BEL Technology CO. Ltd., Seoul, Korea (doimy@beltec.co.kr)

*** BEL Technology CO. Ltd., Seoul, Korea (ohya@beltec.co.kr)

ABSTRACT

Purpose: In this study, to improve the usability of the dynamic heat load analysis program in analyzing the energy consumption of the residential apartment, we set up an analytical model simplification method that can easily generate the input file. **Method:** The applicability of the proposed simplified modeling method is verified by comparing with the detailed analysis model generation method. The applicability of the analysis of the apartment energy consumption using the simplified model was verified by comparing with the actual energy consumption of real apartment complexes. **Result:** The energy consumption of residence units are analyzed by a simplified model and a detailed model, and compared with the actual consumption of Residence units in the complex. The energy consumption of each line composed of the same residence unit type was interpreted as a simplified model and a detailed model for each energy source, and compared with the actual usage, MBE of electricity consumption was -9.3 and CVRMSE 2.3. good analytical values within the range were shown, and for gas consumption MBE 2.3 and CVRMSE 8.1 showed satisfactory analytical values within the permissible range. In this study, We have created automatic input file generating program for Energyplus.and the program will be released through the Internet environment in the future. more people can easily make input file in order to be able to derive the analytical result by using Energyplus

© 2017 KIEAE Journal

KEYWORD

공동주택 단위 세대
건물에너지 소비 해석
에너지플러스 프로그램
입력 파일 생성 자동화

Unit Residence Plan
Building Energy Consumption Analysis
Energyplus program
Input-file Generation Automation

ACCEPTANCE INFO

Received Dec 3, 2017
Final revision received Dec 18, 2017
Accepted Dec 23, 2017

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 건축물의 에너지 소비량 해석 방법을 통하여 건축물의 사양 향상을 통한 저에너지 건물 계획에 대한 성능 향상 효과 분석의 필요성이 크게 증가하고 있다. 이는 건축물의 에너지 성능에 대한 법규 기준의 강화로 계획 단계에서부터 계획안에 대한 성능 확인 및 경제적 타당성(economical feasibility)에 대한 사전 평가의 요구가 증가하고 있으며, 다양한 건축물 성능 인증 제도가 의무화되고 해당 제도에서 요구되는 에너지 성능에 대한 필수적인 평가 요구도 증가하는 등, 해석적인 방법을 통한 계획 단계에서는 건축물의 성능 평가 요구가 지속적으로 증가하고 있기 때문으로 판단된다.

그러나 최근 국내 관련 제도(예, 건축물의 에너지소비효율등급제도 등)에서 요구하는 건물에너지 소비량의 사전 평가는 한국에너지공단에서 제공하는 Eco2프로그램을 활용한 결과 제시를 요구하는

경우가 대부분으로 건물의 동적열부하를 해석하는 에너지해석 프로그램의 활용은 다소 제한적이고 전문적인 용도로 국한되고 있는 경향이다. 그러나 동적열부하해석 프로그램은 건축물의 열적인 거동을 보다 현실적으로 반영할 수 있어 건물 에너지 절약을 위한 대안의 적용 효과를 보다 정밀하게 판단할 수 있는 방법으로서, 이에 대한 활용도가 제한되는 중요한 요인은 해석 프로그램 운용을 위한 전문 지식의 요구와 운용 방법의 습득이 상대적으로 어렵기 때문으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 간단한 설계 변수의 입력만으로 동적열부하 해석 프로그램의 입력 파일을 자동 생성할 수 있는 방법을 개발하기 위한 기초 단계로서 공동주택의 단위세대를 대상으로 입력의 단순화를 위한 평면 형태의 간략화가 해석 결과에 미치는 영향과 간략화 방법이 적용되었을 경우 해석 결과를 실제 에너지 소비량과 비교하여 활용의 가능성을 판단할 수 있는 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서는 동적열부하해석 프로그램으로 최근 국내의 활용도가 매우 높은 Energyplus 프로그램을 대상으로 하였다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구에서 대상으로 하는 건축물의 유형은 공동주택으로, 단위 세대의 형상 간략화 범위는 세대의 외벽 형태 및 내부 실의 구획 여부를 대상으로 하였다.

첫 째로 공동주택의 내부 실구획은 단일 공간으로 간략화하고 세대 내부의 체적만 동일하게 하는 적용하여 입력 내용을 간략화하도록 하였다, 두 번째는 외벽의 요철 및 향별 외벽의 형상을 장단변비에 기초하여 장방향으로 간략화하고 외벽의 창면적을 향별 창면적비로 통합하여 장방향으로 간략화된 벽체에 창면적비에 비례하여 적용함으로써 입력 내용을 간략화하도록 하였다. 이때, 적용되는 외벽의 단열성능, 외장의 단열성능 및 일사차폐성능 환기 및 침기 특성과 내부 발열(인체, 기기, 조명) 조건은 동일하게 적용하였으며, 에너지 소비량 산출을 위한 설비 효율도 동일하게 적용하였다.

본 연구에서 활용한 간략화 대상은 80㎡ 규모의 공동주택세대 평면으로 대상 세대가 포함되어 있는 단지의 실제 사용량과 기존의 모 든형태를 반영한 해석 모델 그리고 간략화 해석 모델의 해석 결과를 비교하여 간략화 방법의 적용 가능성을 확인하였다.

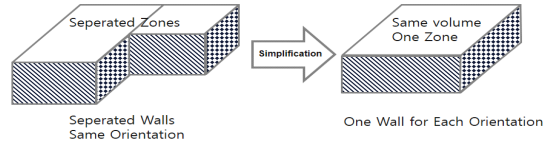


Fig. 1. Concept of Simplification

2.2. 공동주택 세대 해석 모델 간략화의 적용

(1) 간략화 방법의 적용 대상

본 연구에서는 공동주택 세대의 에너지 해석 모델 간략화가 해석 결과에 미치는 영향을 확인하기 위하여 실제 공동주택 세대를 대상으로 상세 해석 모델과 간략 해석 모델을 작성하여 해석 결과를 비교하고 이를 대상 단지의 실제 사용량 정보와 비교하여 간략화 방법의 적용 가능성을 확인하였다. 대상 공동주택 단지는 총 다음은 대상 공동주택 단지를 구성하고 있는 세대 type의 개요이다.

Table 1. Information of Unit Types Composing the Target Residence Complex

| TYPE | Type ① | type ② |
|-------------------|---|---|
| Plan | | |
| Area | 137 m ² | 219 m ² |
| Orientation | SE, SW | SE, SW |
| Window/Wall Ratio | 37.4 % | 30.7 % |
| wall area | Direct Ex.wall : 37.4m ² Indirect Ex. wall : 35.0m ² | Direct Ex.wall : 56.1m ² Indirect Ex. wall : 40.0m ² |
| Wall/Floor Ratio | 53.3 % | 43.7 % |
| TYPE | Type ③ | Type ④ |
| Plan | | |
| Area | 209 m ² | 185 m ² |
| Orientation | E, W | SE, SW |
| Window/Wall Ratio | 31.1 % | 46.2 % |
| wall area | Direct Ex.wall : 68.4m ² Indirect Ex. wall : 46.6m ² | Direct Ex.wall : 40.3m ² Indirect Ex. wall : 41.0m ² |
| Wall/Floor Ratio | 54.9 % | 44.0 % |

2. 단위 세대의 간략화 해석 모델 작성

2.1. 공동주택 세대 모델 간략화 방법

본 연구에서 설정한 공동주택의 세대 평면 간략화 방법을 정리하면 다음과 같다.

(1) 내부 실구획의 간략화

일반적인 경우 해석 시, 실별 운용 스케줄이나 발열 조건의 차이를 반영하여 해석 모델을 작성하고, 또한 실내 간벽 등에도 해당 물성이 반영되어 해석 공간의 열용량에 영향을 반영하는 방법으로 모델을 작성하나, 이는 실별 사용량을 파악하여야 하거나 실별 대안이 변경되는 경우 필수적으로 해석 모델을 상세히 작성하여야 한다. 그러나 외벽 물성이나 외창 물성 또는 크기 변경, 환기 시스템의 효율 변경 등 대안 적용에 따라 세대 전체의 에너지 사용량 변화만을 판단하고자 할 경우 실 구분 없이 간략화가 가능한 것으로 판단하여 전체 체적이 동일한 하나의 단일 존으로 간략화하였다. 이때 각 실별 발열 스케줄은 일간 시간별로 전체 면적에 대한 평균 조건을 적용하여 전체 발열량 스케줄을 작성 반영하였다.

(2) 외벽 형태 및 창면적의 간략화

일반적인 경우 해석 모델의 형태 즉 벽체의 요철 또는 분할 및 벽체 별 창 유무와 크기 등은 실별 에너지 사용량을 판단하여야 하거나 특정 창호 또는 벽체의 사양이 변경되는 것을 반영하여야 하는 경우에는 반드시 해석 모델에 반영되어야 한다. 이는 벽체의 요철에 의하여 자체 음영에 의한 일사 유입량의 변화로 결과의 차이가 발생되기 때문이다. 그러나 전체적인 유리의 사양 변화나 벽체의 단열 사양 변화에 따른 세대 전체의 에너지 사용량을 판단하는 경우, 벽체 입력 사양 간략화가 가능할 것으로 판단되며, 분절되어 있는 벽체의 면적을 향별로 합산하여 장방향의 평면에 향별 벽체면적의 합계 면적이 반영되도록 간략화 하였으며, 향별 창호의 면적도 향별 창면적비를 반영하여 향별로 하나의 창호가 형성되도록 간략화 하였다.

분석 대상 단지는 서울 소재의 탑상형 주동 3개로 이루어진 공동주택 단지로서 하나의 주동은 Type ①과 Type ②로 조합되어 있으며, 나머지 두 개 주동은 Type ③과 Type ④로 구성되어 있다.

(2) 공동주택 세대에 대한 간략화 방법의 적용 및 결과 비교

본 연구는 Type ④를 대상으로 단위 세대에 대한 상세 해석 모델과 간략화 모델의 결과를 비교하였다. 해석 모델에 적용한 단위세대의 기본 설정 조건은 다음의 표와 같다.

설정조건 중 운전비(Operating Rate)는 건물의 에너지 요구량에 대

응하는 실제 냉난방 설비의 운전 비율로서 요구량 해석 결과와 실제 사용량의 비율을 활용하여 본 연구에서 산출한 조건이다. 이는 거주자의 거주 특성으로 판단되며, 추가적인 연구가 필요하나 본 연구의 대상 단지는 설정 조건과 같은 것으로 분석되었다.

Table 2. Target residence unit Analysis Condition

| | Condition |
|-------------------------------------|--|
| Wall U-value (w/m ² K) | Direct Ex. wall : 0.34, Indirect Ex. wall : 0.50 |
| Window U-value (w/m ² K) | 1.6 |
| Window SHGC (-) | 0.4 |
| Air-infiltration (ACH) | 1.5 |
| Temperature Setting (°C) | Heating : 20, Cooling 28 |
| Equipment Efficiency | Heating(Gas boiler, %) : 85.0 Cooling(EHP, COP) : 3.0 |
| Operating rate (%/day) | 50% /day (24 hour) |
| Analysis period | Jan. 2014 ~ Dec. 2014 |
| Weather Data Source | Korea Meteorological Administration (2014, Seoul hourly data) |

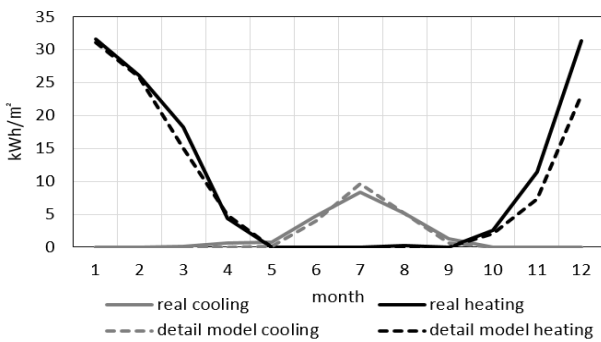


Fig. 2. Monthly Heating & Cooling Energy Consumption (Real vs. Detail Model)

표3과 그림2, 3은 비교 대상 단위세대 Type의 2014년 1년간의 냉방 및 난방에너지 사용량을 상세 해석 모델 및 간략해석 모델 적용 결과와 비교한 결과이다. 실제 사용량 값은 해당 단지의 분석 대상 세대 type 전체의 월별 사용량을 평균하여 비교하였다.

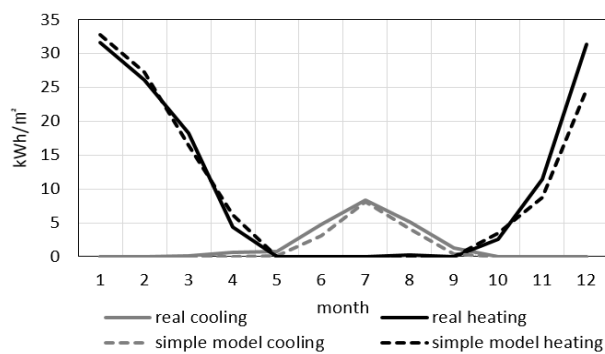


Fig. 3. Monthly Heating & Cooling Energy Consumption (Real vs. Detail Model)

Table 3. Results Comparison (Real data vs. Detail model result vs. Simple model result)

| Category | month | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | sum. | MBE | CVRMSE |
|--------------|---------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|------|--------|
| Real | cooling | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 4.8 | 8.3 | 5.1 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.9 | - | - |
| | heating | 31.6 | 26.1 | 18.2 | 4.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 2.6 | 11.5 | 31.4 | 126.2 | - | - |
| Detail model | cooling | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 4.0 | 9.7 | 5.1 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.5 | 6.7 | 32.4 |
| | heating | 31.1 | 25.8 | 15.0 | 4.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 7.3 | 23.2 | 109.4 | 13.2 | 26.9 |
| Simple model | cooling | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 3.1 | 8.1 | 4.1 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.8 | 32.3 | 38.8 |
| | heating | 32.8 | 27.3 | 16.5 | 6.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.4 | 8.7 | 24.7 | 119.6 | 5.4 | 21.7 |

각 비교 모델별 오차를 살펴보면 상세모델의 경우 MBE(허용범위 ±5%이내)는 냉방 6.7, 난방 13.2로 허용 범위를 상회하는 결과를 나타내었으나, 간략화 모델은 냉방 32.3, 난방 5.4로 냉방에 다소 큰 오차를 나타내는 것으로 분석되었다. CVRMSE(허용범위 ±15%이내)의 경우 상세모델이 냉방 32.4의 난방 26.9를 나타내었으며, 간략화 모델의 경우 냉방이 38.8, 난방이 21.7을 나타내어 두 모델 모두 냉방이 허용 범위를 상회하는 오차를 나타내는 것으로 분석되었다.

상기의 결과에서 볼 수 있는 바와 같이 상세 모델과 간략화 모델 간의 세대 에너지 소비량에 대한 해석 결과는 차이가 크지 않은 것을 알 수 있다.

3. 간략화 모델을 적용한 단지 규모 에너지 사용량 해석 및 실제 사용량과 비교

3.1. 분석 대상 공동주택 단지

본 연구에서는 앞서 제시한 네 가지의 단위세대를 모두 간략화 모델로 작성하여 단지 전체 세대에 대한 에너지 사용량을 비교하였다.

비교 분석한 공동주택 단지는 그림에서 보는 바와 같이 3개의 탑상형 주동으로 구성되어 있으며 전체 단지 세대수는 213세대이다.

Table 4. Residence Unit Composition by Building

| Building | No. Unit Type (ea) | | | | sum (ea) |
|----------|--------------------|--------|--------|--------|----------|
| | Type ① | Type ② | Type ③ | Type ④ | |
| A | 22 | 16 | - | - | 38 |
| B | - | - | 58 | 65 | 123 |
| C | - | - | 30 | 22 | 52 |
| sum | 22 | 16 | 88 | 87 | 213 |

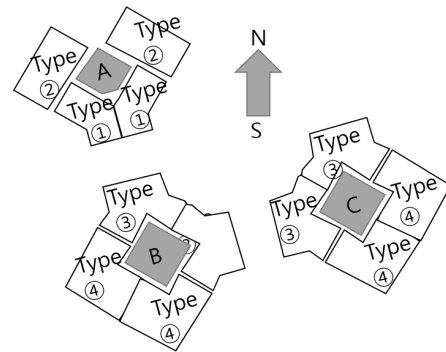


Fig. 4. Target residence Complex plan

단지내 주동의 배치 및 주동별 단위세대 unit의 구성 및 세대수는 그림4와 표4와 같다.

3.2. 대상 단지 에너지 사용량 분석

비교 대상 공동주택 단지는 개별 냉난방 설비가 적용된 단지로서 실제 사용량 데이터는 세대별 전기와 가스 사용량에 대한 2014년 1월에서 12월까지의 월간 합계 데이터를 활용하였다.

분석된 세대별 월간 사용량의 분포를 앞서 세대 모델 분석 시 적용하였던 Type ④의 연간 사용량을 대상으로 살펴보면 다음의 그림과 같다.

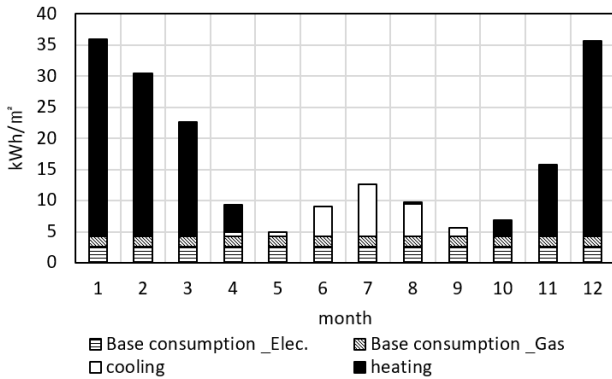


Fig. 5. Total Energy Consumption of Target Residence Unit

그림 5와 같이 세대별 실제 사용량에는 냉난방을 위하여 사용된 에너지 이외에 냉난방이 요구되지 않는 기간에도 전기 및 가스 사용량이 나타난다. 이는 기저(基底)사용량으로 세대내 기기(냉장고, 세탁기 등) 및 조명에 의하여 사용되는 전기 사용량과 취사에 사용되는 가스 사용량으로 판단된다.

해당 단지의 세대내 기저 사용량은 전기의 경우 평균 2.6 kWh/m².mon., 평균 가스의 경우 1.7 kWh/m².mon.로 분석 되었으며, 이를 단지 단위 에너지 사용량 분석 시, 해석 모델에서 도출된 냉난방 에너지 사용량에 합산하여 전체 사용량에 대한 비교를 실시하였다.

3.3. 대상 단지 에너지 사용량 해석 및 실제 사용량 비교

해석 모델의 단위 세대의 모델은 간략화 방법에 의한 모델로 작성하고 이를 중첩하여 주동 모델을 생성하였으며, 이를 단지 배치도에 따라 배치하여 단지 배치에 따른 주동간 일사 차폐의 영향과 각 세대의 향에 따른 영향이 반영될 수 있도록 하였다.

단지 단위의 에너지 사용량의 비교는 세대별 평균을 활용하기 않고 실제 세대별 사용량의 합을 활용하여 실제 사용량에 대한 예측 가능성도 함께 확인할 수 있도록 하였다.

(1) 주동 세대 라인별 비교

다음의 표5와 그림 6,7,8은 본 연구에서 간략 모델을 적용하여 해석한 결과와 실제 사용량을 주동별 세대 라인별로 비교한 것이다.

Table 5. Yearly Results Comparison by Unit Type (Real data vs. Simple model result)

| Building | Category | Unit Type | Electricity | Gas |
|----------|--------------|------------|-------------|-------|
| A | Real | West_type② | 46.6 | 104.1 |
| | | West_type① | 67.7 | 118.7 |
| | | East_type① | 67.8 | 137.5 |
| | | East_type② | 61.2 | 117.9 |
| | Simple model | West_type② | 59.1 | 109.1 |
| | | West_type① | 85.1 | 127.1 |
| | | East_type① | 83.9 | 134.7 |
| | | East_type② | 68.5 | 120.0 |
| B | Real | West_type③ | 188.6 | 391.9 |
| | | West_type④ | 278.8 | 530.9 |
| | | East_type④ | 305.6 | 465.6 |
| | | East_type③ | 230.9 | 446.4 |
| | Simple model | West_type③ | 221.5 | 355.5 |
| | | West_type④ | 256.1 | 510.7 |
| | | East_type④ | 275.6 | 484.8 |
| | | East_type③ | 270.5 | 396.2 |
| C | Real | West_type③ | 94.4 | 182.8 |
| | | West_type④ | 87.3 | 132.3 |
| | | East_type④ | 82.3 | 166.4 |
| | | East_type③ | 99.2 | 206.4 |
| | Simple model | West_type③ | 130.7 | 191.7 |
| | | West_type④ | 88.1 | 138.2 |
| | | East_type④ | 92.1 | 159.4 |
| | | East_type③ | 129.0 | 203.6 |
| MBE | | | -9.3 | 2.3 |
| CVRMSE | | | 18.2 | 8.1 |

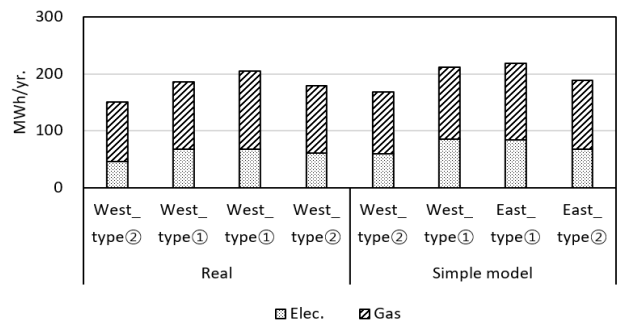


Fig. 6. Results Comparison of Yearly Energy Consumption of Building A

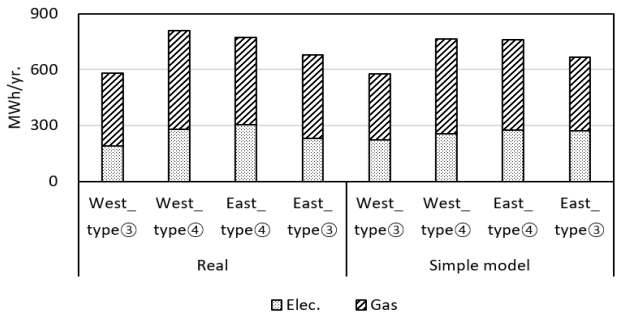


Fig. 7. Results Comparison of Yearly Energy Consumption of Building B

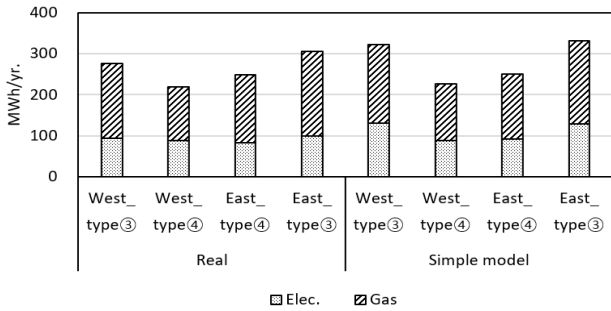


Fig. 8. Results Comparison of Yearly Energy Consumption of Building C

상기의 결과에서 볼 수 있는 바와 같이 주동별 라인별 간략화 모델을 활용한 에너지 사용량 해석 결과를 에너지원별로 정리하여 이를 실제 사용량과 비교 분석하였다.

이중 전기의 경우 MBE는 -9.3로 오차범위를 초과하고 있으나, CVRMSE 2.3으로 허용범위내의 양호한 해석값을 나타내는 것으로 나타났으며, 가스의 경우 MBE 2.3, CVRMSE 8.1로 허용범위내의 양호한 해석값을 나타내는 것을 확인하였다. 또한 동일한 세대 타입이라 하더라도 단지내의 위치 및 향에 따른 사용량의 차이도 적절히 반영되는 것으로 확인되었다.

(2) 전체 단지 사용량 비교

다음은 본 연구에서 간략 모델을 적용하여 해석한 결과와 실제 사용량을 주동별로 비교한 것으로 각 주동의 결과를 합산하여 전체 단지의 결과도 비교하였다.

Table 6. Yearly Results Comparison by Building and Whole Complex (Real data vs. Simple model result)

| Building | Real (MWh/yr.) | | | Simple model (MWh/yr.) | | | Error Rate (%) |
|----------|----------------|--------|---------------|------------------------|--------|---------------|----------------|
| | Elec. | Gas | sum | Elec. | Gas | sum | |
| A | 243.3 | 478.2 | 721.5 | 296.6 | 491.0 | 787.5 | 9.1% |
| B | 1004.0 | 1834.9 | 2838.9 | 1023.7 | 1747.2 | 2770.9 | -2.4% |
| C | 363.1 | 687.9 | 1051.0 | 439.9 | 692.9 | 1132.9 | 7.8% |
| sum | 1610.4 | 3001.0 | 4611.4 | 1760.2 | 2931.1 | 4691.3 | 1.7% |

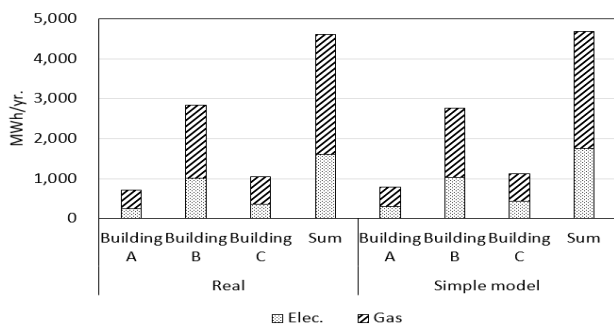


Fig. 9. Results Comparison of Yearly Energy Consumption of Whole Complex

상기의 표6과 그림 9에서 볼 수 있는 바와 같이 간략화 모델을 활용하여 전체 단지의 주동별 에너지 사용량을 해석한 결과, 실제 사용량과 비교하여 최대 약 9%의 오차가 발생하였다.

주동별로 비교하면 세대수가 클수록 주동의 오차율이 감소하는 경향을 볼 수 있으며, 이에 따라 전체 단지 해석 결과와 실제 사용량의 오차율은 1.7%로 매우 양호한 해석 결과를 나타내었다.

4. 동적열부하해석 프로그램(Energyplus) 입력파일 자동 생성 프로그램 작성

본 연구에서는 앞서 분석한 바와 같은 간략화 모델의 생성을 보다 손쉽게 수행하여 보다 많은 사람들이 쉽게 동적열부하해석 프로그램 특히 Energyplus를 활용하여 해석 결과를 도출할 수 있도록 하기 위하여 몇가지 설계 변수를 입력함으로써 기본적인 입력화일이 자동생성 되는 프로그램을 작성하였다.

4.1. 자동생성 방법

본 연구에서 개발한 자동생성 프로그램은 동적열부하해석 프로그램 Energyplus의 기본 입력화일에서 형상과 관련된 입력값들을 사용자가 프로그램 GUI(Graphic User Interface)에서 변경하면 해당 내용이 입력화일에 자동 반영되도록 하여 개발 프로그램의 구동만으로 입력화일을 손쉽게 생성할 수 있는 웹기반 프로그램이다.

다음의 표 7은 본 연구에서 개발한 프로그램에서 변경 가능한 공동주택의 세대에 대한 입력 파일의 변경 가능한 설계변수이다.

Table 7. Editable Input Parameter of Residence Unit Simple model with Developed Program

| Editable Input Parameter | Exterior Wall U-value (w/m ² K) |
|--------------------------|--|
| | Exterior Window U-value (w/m ² K) |
| | Exterior Window Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) |
| | Air infiltration (ACH) |
| | Exterior Wall Orientation (wall 1) |
| | Unit Plan Width / Unit Plan Length (wall 1/wall 2) |
| | Window area/Wall area (wall 1 / wall 2 / wall 3) |
| | Efficiency of Heating & Cooling Equipment |

개발된 프로그램은 에너지 소비량 해석을 위한 냉난방 설정 온도도 조건 및 내부 발열조건은 국내 발표된 공동주택의 동적열해석을 활용한 논문의 설정 조건을 조사하여 기본 입력 조건(Default value)으로 입력되도록 구성되어 사용자가 별도로 입력값을 설정하지 않아도 해석이 가능하도록 구성하였다.

4.2. 자동생성 프로그램의 구성

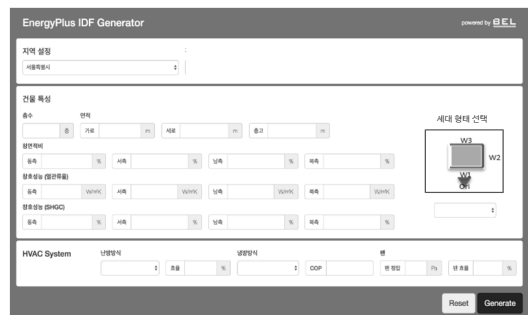


Fig. 10. GUI of Developed Program

상기의 그림10은 본 연구에서 개발된 입력파일 자동생성 프로그램으로 프로그램의 활용 방법을 간략히 설명하면 다음과 같다.

- [1] 단계 : 대상 지역 선택
- [2] 단계 : 세대 형태 유형 선택(외벽의 위치 및 개소에 따라)

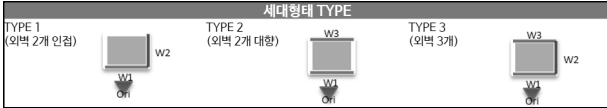


Fig. 11. Available Unit Shape Type in Developed Program

- [3] 단계 : 세대 형태(장단면비, 창면적비) 입력
- [4] 단계 : 벽체, 창호의 성능 선택
- [5] 단계 : 장비 효율 선택
- [6] 단계 : 입력파일 자동 생성 및 해석

개발된 프로그램에는 해석 프로그램의 계산 기능은 포함되어 있지 않으며, 입력파일 생성후 해석 프로그램의 구동 생성된 입력파일 선택 및 계산 실행 절차는 기존의 방법과 동일하다.

5. 결론

본 연구에서는 주거용 공동주택의 에너지 소비량 해석 시, 동적열부하 해석 프로그램의 활용성 향상을 위하여 입력파일의 생성을 용이하게 수행할 수 있는 해석 모델 간략화 방법을 설정하였다.

설정된 간략화 방법을 기존의 상세한 해석 모델 생성 방법과 비교하여 적용성을 확인하였으며, 실제 공동주택 단지를 대상으로 실제 에너지 소비량과 비교하여 간략화 모델을 이용한 공동주택 에너지 소비량 해석의 적용성을 확인하였다.

간략화 모델에 의한 해석 결과와 상세 모델에 의한 결과를 실제 공동주택의 에너지 소비량과 비교 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 단위 세대의 에너지 소비량을 간략화 모델과 상세 모델로 해석하여, 이를 실제 사용량과 비교한 결과, 실제 사용량 대비하여 상세 모델의 경우 MBE는 냉방 6.7, 난방 13.2로 허용 범위를 다소 상회하는 결과를 나타내었으나, 간략화 모델은 냉방 32.3, 난방 5.4로 냉방 에너지 소비량에서 다소 큰 오차를 나타내었다. CVRME의 경우 상세 모델이 냉방 32.4의 난방 26.9를 나타내었으며, 간략화 모델의 경우 냉방이 38.8, 난방이 21.7을 나타내어 두 모델 모두 냉방이 다소 허용 범위를 상회하는 오차를 나타내었다.

(2) 단지내 세대 동일한 세대 type으로 구성되어 있는 라인별로 에너지 소비량을 에너지원별로 간략화 모델과 상세 모델로 해석하여, 이를 실제 사용량과 비교한 결과, 이중 전기의 경우 MBE는 -9.3로 허용범위를 벗어났으나, CVRME 2.3으로 허용범위내의 양호한 해석값을 나타내었으며, 가스의 경우도 MBE 2.3, CVRME 8.1로 허용범위내의 양호한 해석값을 나타내었다.

또한 주동별 에너지 사용량은 실제 사용량과 비교하여 최대 약 9%의 오차가 발생하였으며, 주동별로 세대수가 많을수록 오차율이 감소하는 경향을 나타내어, 전체 단지 해석 결과와 실제 사용량의 오차율은 1.7%로 매우 양호한 해석 결과를 나타내어 간략화 모델의 활용

가능성을 확인하였다. 이와 같은 분석 결과를 통하여 확인한 간략화 모델은 보다 손쉽게 생성하기 위하여 본 연구에서는 보다 많은 사람들이 쉽게 동적열부하해석 프로그램 특히 Energyplus를 활용하여 해석 결과를 도출할 수 있도록 하기 위하여 몇가지 설계 변수를 입력함으로써 기본적인 입력화일이 자동 생성되는 프로그램을 작성하였으며, 작성된 프로그램은 향후 인터넷 환경을 통하여 공개될 예정이다.

(3) 본 연구를 통하여 향후 연구가 필요한 사항은 보다 다양한 실증 사례를 통하여 보다 현실적인 해석이 가능한 해석 조건의 선정 및 검증이 필요할 것으로 판단된다. 특히 냉난방 설비의 운전비(Operating Rate)의 경우 거주자의 성향에 의하여 결정되는 변수로서 냉난방 비용의 절감이나 에너지 절약에 대한 의지와 감성적인 변수로서 보다 많은 다양한 조건(거주지역, 평행 등)에 따른 실증 사례를 분석하여 결정되어야 할 것으로 판단된다.

Acknowledgements

This research was supported by a grant(17AUDP-B079104-04) from Architecture & Urban Development Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

Reference

- [1] <http://energyplus.net>
- [2] American Society of Heating, Ventilating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE). Guideline 14-2014, 2014
- [3] 도신영, 오은주, 이용준, '건축물의 에너지 소비 시뮬레이션 모델 자동 생성을 위한 건물 형태 변수의 입력 방법에 관한 연구' 대한설비공학회 2017년도 하계학술발표대회 (2017-06) // Do, Sin-Young, Oh, Eun-Joo, Lee, Yong-Jun, A Study on the Input Method of Building Shape Variables for Automatic Generation of Energy Consumption Simulation Model, Proceedings of the SAREK 2017 Summer Annual Conference, 2017.6
- [4] 노상태, 정재원, '에너지플러스와 웹기반 공동주택 에너지 평가도구간의 연간난방부하 결과 비교에 관한 연구' 대한건축학회논문집 계획계, v.27 n.1 (2011-01) // No, Sang-Tae, Jung, Jae-Weon, Study on Comparison of Heating Load by EnergyPlus and Web-based Energy Performance Assessment Tool in an Apartment Housing, Journal of the architectural institute of Korea planning & design, v.27 n.01, 2011.01
- [5] 최종태, 윤근영, 'EnergyPlus 기반의 건물에너지 해석 프로그램간의 차이 및 보정' 대한건축학회 학술발표대회 논문집, v.31 n.2(계획계) (2011-10) // Choi, Jong-Dae, Yun, Geun-Young, Differences in results between two building energy simulation programs based on EnergyPlus, Conference Journal of AIK, v.31 n.2, 2011.10
- [6] 문현준, 'Energy Plus를 이용한 건물에너지 해석 및 BIM 활용·설비 | 공조 냉동 위생(한국설비기술협회지)', v.26 n.09(2009-09) // Moon, Hyeun-Jun, Building Energy Analysis Using Energy Plus and analysis based on BIM, Journal of the KARSE, v.26 n.09, 2009.09
- [7] 이재혁, 유기형, 조동우, '건물에너지효율등급 평가도구와 상세해석프로그램의 비교', 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집 (2009-06) // Lee, Jae-Hyuk, Yu, Ki-Hyung, Cho, Dong-Woo, An Analysis of Comparison between the Evaluation Tool for Building Energy Efficiency Rating System and Detailed Analysis Programs, Proceedings of the SAREK 2009 Summer Annual Conference, 2009.6