

시뮬레이션 입력값 라이브러리 구축

강수현*, 유지석*, 백승효**, 조영흠*, 김광우**

*금오공과대학교 건축학부, **서울대학교 건축학과

The Development of the Simulation Input Library

Kang, Su-hyun*, Yu, Ji-Suck*, Cho, Seung-Hyo Baek**, Young-hum*, Kwang-Woo Kim**

*School of Architecture, Kumoh National Institute of Technology (yhcho@kumoh.ac.kr)

**Department of Architecture, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

Abstract

It has found that the using library base on criteria of a foreign country resulted in problem of reliability. In order to obtain reliable result, it was necessary to develop the simulation input library based on domestic condition. So, this study was conducted for making the library in accordance with domestic condition when doing simulation modeling about the exist and new buildings. The range of library were consist of material, facility systems, schedules and weather data. And Energy Plus program was used when making library. We hope that the developed library will contribute to reliability when simulating exist and new buildings.

Keywords : 시뮬레이션 모델링(Simulation modeling), 라이브러리(Library), Energy Plus, 자재(Material), 설비(Facility system), 스케줄(Schedule), 기상(Weather Data)

1. 서 론

시뮬레이션을 이용한 건물 에너지 진단 시 진단 대상이 되는 건물의 특징 및 건물을 둘러싸고 있는 주변 환경, 건물에 설치된 설비 시스템에 대한 내용들을 파악한 뒤 파악된 내용들이 시뮬레이션에 반영되어야 실제로 건물에서 소비하는 에너지 소비량을 정확히 파악할 수 있다. 기존 건물을 대상으로 에너지 진단을 할 경우에는 건물에 대한 정보, 설

비 시스템에 대한 정보 등이 확보되어 정확한 시뮬레이션을 수행할 수 있지만 신축 건물을 대상으로 시뮬레이션을 수행할 경우 도면을 통해 확보할 수 있는 정보를 제외한 요소들에 대해서는 적합한 값을 찾는 것이 어려운 현실이다. 이에 더하여 외국 기준의 라이브러리를 사용함으로써, 국내에 적용하였을 경우 신뢰성에 문제점을 야기했다. 따라서 신축 건물을 대상으로도 시뮬레이션을 수행하여 신뢰성이 높은 결과를 도출하기 위해

시뮬레이션 모델링에 필요한 입력값에 대한 국내 실정에 맞는 라이브러리 구축이 필요할 것이라 판단된다.

이에 본 연구는 건물 에너지 시뮬레이션을 하는데 있어 모델링에 필요한 입력값들에 대한 라이브러리를 구축하는 것이며, 건물의 동적 에너지 해석 프로그램인 Energy Plus의 입력 파일(idf)을 작성하는 것이다.

2. 시뮬레이션 입력값 라이브러리 구축 방안

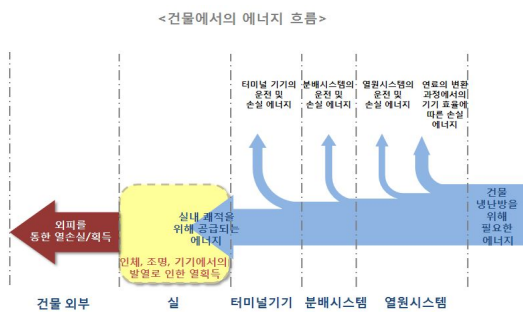


그림 1 건물에서의 에너지 흐름

건물에서의 에너지 흐름을 살펴볼 때 신뢰성 높은 입력값 라이브러리 구축을 위해서는 외피를 통한 열손실과 열획득을 계산하기 위해 외피의 구성과 외피를 구성하는 재료에 대한 열성능 관련 물성치가 확보되어야 할 것이며 외부 기상 조건에 대한 내용이 파악되어야 한다. 또한 실내에서 발생하는 열획득을 파악하기 위해서는 인체, 조명, 기기에서 발생하는 열량과 실내에 사람이 머무는 시간과 조명 및 기기의 작동 시간에 대한 내용이 파악되어야 한다. 마지막으로 각 설비 시스템이 운전하면서 소비하는 에너지와 손실 되는 에너지, 냉난방 에너지를 생산하기 위해 투입되는 에너지를 계산하기 위해 설비 시스템의 성능 및 효율과 관련되는 정보가 파악되고 설비 시스템의 운영 방식에 대한 내용이 파악되어야 할 것이다.

입력값 라이브러리의 구축 범위를 정리하면 다음과 같다.

- ① 건축 자재 입력값 라이브러리 구축
 - 외피를 구성하는 외벽 구조체에 대한 자재 물성치 라이브러리
 - 외피를 구성하는 창호 시스템에 대한 자재 물성치 라이브러리
- ② 설비 시스템 입력값 라이브러리 구축
 - 열원 시스템 입력값 라이브러리
 - 분배 시스템 입력값 라이브러리
 - 터미널 기기 입력값 라이브러리
 - 기타 설비 시스템의 입력값 라이브러리
- ③ 스케줄 입력값 라이브러리 구축
 - 건물 유형 : 공동 주택, 사무실, 백화점
 - 스케줄 종류 : 재실 스케줄, 실내 조명 스케줄, 실내 전자 기기 스케줄, 설비 시스템 운전 스케줄, 설정 실온 스케줄
- ④ 기상데이터 입력값 라이브러리 구축
 - 국내 주요 지역(서울, 대전, 대구, 부산, 광주, 인천, 울산, 강릉, 춘천, 여수, 제주, 총 11개 지역)의 표준 기상 데이터 파일을 에너지 플러스 프로그램에 입력할 수 있는 형태인 epw파일로 변환.

·기상청에서 국내 지역에 대하여 실측한 기상 데이터를 epw파일 형태로 변환하기 위한 방법론 구축.

·수원, 청주, 전주, 서산, 진주, 포항, 목포 지역의 기상청 실측 기상 데이터를 epw파일 형태로 변환.

2.1 건축 자재 입력값 라이브러리 구축

국내 건물에 일반적으로 적용되는 외피 구조체 및 창호 시스템에 쓰이는 건축 자재를 확인하기 위해서 최근에 지어진 건물들 중 대표적인 건물을 선정하여 도면을 입수하여 적용된 자재를 확인한다. 입력값 라이브러리인 idf파일을 작성하는데 있어 필요한 물성치 항목들을 확인하기 위해 에너지 플러스 매뉴얼을 검토하여 각 자재별로 idf파일 작성을 위한 항목을 도출한다. 각 항목에 필요한 물성치 자료를 확보하기 위해 기존 연구 문헌, 보고서, 기준 등의 자료를 확보하여 최

종적으로 자재 물성치에 관한 idf파일을 작성한다.

2.2 설비 시스템 입력값 라이브러리 구축

열원 시스템, 분배 시스템, 터미널 기기에 대한 설비 시스템 사양을 확인하기 위해 설비 제조 업체에서 제공하는 개별 설비 시스템에 대한 카탈로그 자료를 입수하여 카탈로그에 제시된 개별 설비 시스템의 성능 데이터를 분석한다. idf파일을 작성하는데 있어 필요한 항목들을 확인하기 위해 에너지 플러스 매뉴얼을 검토하여 각 설비 시스템 별로 필요한 입력 항목을 도출하고 각 항목 별 성능 값을 카탈로그를 참고하여 설비 시스템의 idf파일을 작성한다.

2.3 스케줄 입력값 라이브러리 구축

실내에서의 재실 스케줄, 조명 및 전자 기기 운전 스케줄은 건물의 용도에 따라 특성이 매우 다르게 나타난다. 따라서 본 연구에서는 건물의 용도에 따라서 건물 유형을 공동 주택, 사무실, 백화점 건물로 분류하고 각 유형 별로 기존 연구 및 보고서에서 제시된 운영 스케줄을 분석하였다. 에너지플러스 매뉴얼을 검토하여 역시 스케줄 라이브러리를 생성하기 위해 필요한 입력값 항목들을 도출하며 연구 보고서 및 논문에 제시된 스케줄 생성 방안을 분석하여 스케줄 생성 방안을 정립하여 스케줄에 대한 idf파일을 생성한다.

2.4 기상데이터 입력값 라이브러리 구축

(1) 국내 주요 지역(서울, 대전, 대구, 부산, 광주, 인천, 울산, 강릉, 춘천, 여수, 제주, 총 11개 지역)의 표준 기상 데이터 파일을 에너지플러스 프로그램에 입력할 수 있는 형태인 epw파일로 변환.

기상 조건은 각 지역별로 매년 다르게 나타난다. 건물 에너지 시뮬레이션 수행 시 특정 지역의 대표적인 기상 자료를 선택하여 입력

하기 위한 방법으로 다년간의 기상 데이터를 수집하여 통계 기법을 이용하여 각 지역별로 과거 15년 또는 20년간의 기상 데이터를 대표 할 수 있는 표준 기상데이터가 제시되어 있다. 표준 기상 데이터는 외부 기온, 일사량, 외부 습도, 풍향, 풍속 등 다양한 기상 항목들이 포함된 자료로써 어떤 기상항목이 포함되어 있는지에 따라서 TRY, TMY2, WYEC 등 다양한 기상 데이터 형식이 존재한다. 표준 기상데이터를 epw파일 형태로 변환하기 위해서는 표준 기상데이터에 포함된 기상 항목 리스트를 도출하고 epw파일에서 요구하는 기상 항목을 파악해야 한다. 표준 기상데이터와 epw파일의 기상 항목이 일치하지 않기 때문에 epw파일에서 요구하는데 표준 기상데이터에서 제시되지 않는 기상 항목에 대하여 epw파일에서 요구하는 기상 항목을 도출하기 위한 방법론을 도출한다.

(2) 기상청에서 국내 지역에 대하여 실측한 기상 데이터를 epw파일 형태로 변환하기 위한 방법론 구축.

특정 기간 동안의 특정 지역에 대해서 건물에서 실제로 소비한 에너지량과 시뮬레이션을 통해 계산한 건물에서의 에너지 소비량을 비교하기 위해서는 시뮬레이션에 기상 데이터를 입력할 시에 실제 기상청에서 측정된 기상 데이터를 epw파일 형태로 변환하여 입력하는 과정이 요구된다. 기상청에서 측정된 기상 데이터를 epw파일 형태로 변환하기 위해 역시 기상청에서 측정한 기상 데이터의 기상 항목을 확인하고, epw파일을 생성하기 위해 필요한 기상 항목 중 측정 기상 데이터에 제시되지 않은 기상 항목에 대한 기상 항목 도출 방안을 분석한다. 수원, 청주, 전주, 서산, 진주, 포항, 목포 지역에 대해서는 실측 기상 데이터를 epw파일 형태로 변환하여 제시한다.

3. 시뮬레이션 입력값 라이브러리 구축 사례

3.1 건축 자재 입력값 라이브러리 구축

다양한 건축 자재 중 국내에 적용 빈도가 높은 자재를 도출하기 위한 목적으로 2000년대 이후에 완공된 건물 중 업무 시설, 쇼핑 시설, 공공 기관, 복합 시설의 건물 유형별로 총 10개의 건축 도면을 수집하였다.

에너지 플러스의 idf파일에서 건축 자재에 대한 입력값은 idf파일의 여러 group중에서 Surface Construction Elements group에서 입력한다. Surface Construction Elements group에서는 외피 구조체, 창호 시스템에 대한 물성치 자료뿐만 아니라 내벽, 존의 문등에 대해서도 입력 가능하다. 창호 시스템의 유형에 대해 분석하여 블라인드의 존재 유무, 차양 장치의 존재 유무 등을 판단하여 Window Material중 적절한 object를 선정하여 라이브러리를 구축하는 방안이 요구된다.

표 1 Material object의 idf파일 field값 확인

Group	Object	Field	Unit
Surface Construction Elements	Material	Name	-
		Roughness	-
		Thickness	m
		Conductivity	W/m·K
		Density	Kg/m ³
		Specific Heat	J/kg·K
		Thermal Absorptance	-
		Solar Absorptance	-
		Visible Absorptance	-

Material object의 경우에는 idf파일을 완성하기 위해 표면 거칠기(roughness), 자재 두께(Thickness), 자재 열전도율(Conductivity), 자재 밀도, 자재 비열(Specific Heat)가 입력되어야 하며 추가적으로 Thermal Absorptance, Solar Absorptance, Visible Absorptance역시 입력되어야 한다.

표 2 자재 종류별 idf파일의 group 및 object명

자재 종류	group	object
외벽 구조체, 마감재	Surface Construction Elements	Material
창호 시스템	Surface Construction Elements	WindowMaterial:Simple GlazingSystem
		WindowMaterial:Glazing
		WindowMaterial:Glazing Group:Thermochromic
		WindowMaterialGlazing: RefractionExinctionMethod
		WindowMaterial:Gas
		WindowMaterial:GasMixture
		WindowMaterial:Shade
		WindowMaterial:Blind
		WindowMaterial:Screen

3.2 설비 시스템 입력값 라이브러리 구축

(1) 설비 시스템 카탈로그 수집 및 분석

국내에서 주로 사용되는 열원 시스템, 분배 시스템, 터미널 기기 및 기타 설비 시스템에 대해 카탈로그를 수집하고 분석을 수행하였다. 확보된 설비 시스템의 카탈로그에 기입된 성능 데이터를 분석하여 idf파일에서 설비 시스템에 해당하는 object와 각 object별 field값을 작성하였다.

3.3 스케줄 입력값 라이브러리 구축

공동 주택, 사무실, 백화점 건물에 대한 스케줄 자료를 확보하여 각 실에 대한 스케줄을 작성하였다. 국내 공동 주택의 거주 인원의 경우에 세대 당 4인으로 가정하고 안방, 침실 2개, 거실로 구성된 일반적인 공동주택의 주거 형태를 가정하였다. 인체, 조명, 기기에 대한 스케줄은 거주자들의 생활패턴을 반영하여 연구되었던 기존 문헌¹⁾을 참고하였으며 안방에는

1) 이승복 외, 바닥보사냉·난방시스템의 유형별 에너지 성능 평가, 대한건축학회논문집 계획계 제 21권 3호, pp.133~140, 2005.

2명, 나머지 2개의 침실에는 각각 1명씩 거주한다고 가정하여 기존 스케줄을 조정하였다.

다. 표준 기상데이터에서 제공하는 기상항목은 다음 표 4과 같다.

표 3 epw파일의 기상항목 구성

epw 파일에 포함되는 기상 항목	단위	에너지플러스에서 사용 여부
Dry bulb temperature	℃	○
Dew point temperature	℃	○
Relative humidity	%	○
Atmospheric pressure	Pa	○
Extraterrestrial horizontal radiation	Wh/m2	×
Extraterrestrial direct normal radiation	Wh/m2	×
Horizontal infrared radiation intensity from sky	Wh/m2	○
Global horizontal radiation	Wh/m2	×
Direct normal radiation	Wh/m2	○
Diffuse horizontal Radiation	Wh/m2	○
Global horizontal illuminance	lux	×
Direct normal illuminance	lux	×
Diffuse horizontal illuminance	lux	×
Zenith luminance	lux	×
Wind Direction	degrees	○
Wind speed	m/s	○
Total sky cover	tenths	×
Opaque sky cover	tenths	×
Visibility	km	×
Ceiling height	m	×
Present weather observation	-	○
Present weather codes	-	○
Precipitable water	mm	×
Aerosol optical depth	thousandths	×
Snow depth	cm	○
Day since last snow	-	×
Albedo	-	×
Liquid Precipitation depth	mm	○
Liquid Precipitation quantity	hour	×

3.4 기상데이터 입력값 라이브러리 구축
epw파일 작성을 위해 필요한 기상 항목은 다음 표 3과 같다. 여기서 각 기상 항목은 에너지 플러스에서 계산을 위해 사용되는 기상 항목과 사용되지 않는 항목으로 분류할 수 있으며 사용되는 기상 항목의 경우에는 반드시 기상값이 확보되어야 한다.

국내에서는 주요지역에 대해 각 지역을 대표할 수 있는 기상 자료에 대한 연구가 미비하였으나 2009년 한국태양에너지학회에서 11개 지역을 대상으로 표준 기상데이터를 작성하여 웹상으로 기상데이터를 배포하고 있

표 4 표준기상데이터의 기상항목 구성

제공항목	단위
건구온도(섭시)	℃
기압()	hPa
운량(0~10)	-
적설량(cm)	cm
강수량(mm)	mm
풍향(E, W, S, N)	-
상대습도	%
일사량	MJ/m2
운형	-
풍속()	m/s
습구온도(섭시)	℃

기상청에서는 국내의 각 지역 별로 매 시간의 기상 관측 자료를 제공하고 있으며 기상청에서 제공하는 기상 항목은 표 5와 같다.

표 5 기상청 실측 기상자료의 기상항목 구성

제공항목		단위
온도	기온	℃
	이슬점 온도	℃
	지면 온도	℃
	0.05m 지중온도	℃
	0.1m 지중온도	℃
	0.2m 지중온도	℃
강수량	강수량	mm
	신적설	cm
적설	적설	cm
	풍향	-
바람	풍속	m/sec
	습도	%
기압	중기압	hPa
	현지기압	hPa
	해면기압	hPa
구름	전운량	1/10
	중하층 운량	1/10
	최저 운고	m
기타	운형	-
	일조	hr
	일사	MJ/m ²
	시정	m
	지면 상태	-

4. 결 론

현재까지 건물의 모델링시 외국 기준의 라이브러리를 사용함으로써, 국내에 적용 하였을 경우 신뢰성에 문제점을 야기했다. 따라서 시뮬레이션을 수행하여 신뢰성이 높은 결과를 도출하기 위해 국내 실정에 맞는 라이브러리 구축이 필요할 것이라 판단되었다. 본 연구는 기존건물 및 신축건물에 대하여 에너지 시뮬레이션을 수행하였을 경우 높은 신뢰도를 확보하기 위하여 국내 실정에 맞는 라이브러리 구축을 목적으로 수행하였다. 라이브러리의 작성범위는 건축자재, 설비시스템, 스케줄, 기상데이터이며 대표적인 건물의

동적 에너지 해석 프로그램인 Energy Plus의 입력 파일(idf)을 작성하였다. 작성된 라이브러리는 향후 기존건물 및 신축건물을 모델링 할 경우 신뢰성 향상에 기여할 것이라 판단된다.

후 기

본 연구는 지식경제부 및 한국 산업기술 평가관리원의 정보통신 성장기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [A1350-1003-0165, 시뮬레이션 기반의 건물에너지 진단시스템 개발]

참 고 문 헌

1. 이승복 외, 바닥복사냉·난방시스템의 유형별 에너지 성능 평가, 대한건축학회논문집 계획계 제 21권 3호, pp.133~140, 2005.
2. ASHRAE handbook Fundamentals(SI), 2005
3. 이태식, 이재현, 이준식, 열전달, 희중당, 1993
4. 김유, 김경훈, 김병철, 김창녕, 유성연, 이종봉, 기본열전달, 한국맥그로힐(주), 2004
5. 강병희 외, 건축재료, 기문당, 2000
6. 정영수 외, 콘크리트, 도서출판 동화기술, 2008
7. 유호천, 저탄소 제로에너지건축물 표준기상자료, 울산대, 2010
8. DOE, Input Output Reference : The Encyclopedic Reference to Energy Plus Input Output, US Department of Energy.