

TRNSYS 시뮬레이션을 통한 시스템 에어컨의 구현과 타당성 검증

기 현 승, 홍 인 표, 박 준 원*, 강 기 남*, 송 두 삼**†
성균관대학교 초고층장대교량학과, *성균관대학교 대학원, **성균관대학교 건축공학과

Development of the TRNSYS Simulation Modules for System Air-Conditioner and Its' Verification

Hyun-Seung Ki, In-Pyo Hong, Jun-Won Park*, Ki-Nam Kang*, Doosam Song**†

Department of Mega Buildings and Bridges, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

*Graduate School, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

**Department of Architectural Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

(Received December 14, 2011; revision received January 19, 2012)

ABSTRACT: In these days, importance of HVAC system in office building is steadily growing in terms of thermal comfort and energy savings. As a energy efficient heating and cooling system, system air-conditioner which can be controlled distinctly and has a high COP is more widely adopted nowadays. However, the features and advantages of system air-conditioner were not reported well because system air-conditioner did not describe yet by conventional simulation methods such as TRNSYS, e-Quest, Energyplus, etc. In this study, by using the TRNSYS program which is able to show module implementation and building energy consumption analysis, system air-conditioner module will be proposed and validated through comparison between the simulation results and measurement results.

Key words: 시스템 에어컨(System air-conditioner), 트랜시스 시뮬레이션(TRNSYS Simulation), 모듈(Module), 검증(Validation), 부분부하(Part load)

1. 서 론

최근 생활 수준의 향상 및 재실자들의 실내 쾌적에 관한 요구 증가와 더불어 공조기의 대형화 및 고급화 추세에 따라 건물 내 공조시스템의 역할이 차지하는 비중이 점차 확대되고 있다.

일반적으로 사무소 건물 내 에너지 사용량 중에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 부분은 공조시스

템으로, 건물 전체 에너지 소비량의 약 40~50%를 차지하고 있다.⁽¹⁾

한편 국내는 물론 전 세계적으로 에너지 절약이 화두(話頭)가 되고 있는 요즘 공공건물을 필두로 대규모 건물 및 대규모 사업장에 대한 에너지 절감의 요구가 거세지고 있다.

이에, 최근에는 중소규모 건물을 중심으로 공조시스템의 에너지 소비를 최소화하면서 쾌적한 실내 공간을 구현할 수 있는 시스템 에어컨의 보급이 확대되고 있다. 시스템 에어컨은 사용자의 열적 취향을 고려함과 동시에 독립적인 제어나 운영이 요구되는 공간의 특성을 고려한 개별공조가 가능한 시

† Corresponding author

Tel.: +82-31-299-7551; fax: +82-31-290-7570

E-mail address: dssong@skku.edu

시스템으로 1대의 실외기(outdoor unit)에 다수의 실내기(indoor unit)를 연결하여 운용하는 방식이다.

시스템 에어컨은 아래와 같은 특징점으로 전 세계적으로 점차 수요가 확대되고 있다.⁽²⁾

(1) 자유조합형 시스템 에어컨은 건축 초기에 실내기의 용량과 제품 형태를 건물 특성에 맞게 선정 가능하며, 실내기를 자유자재로 연결할 수 있다.

(2) 각 공조 존의 상황에 따라 실내기의 개별운전이 가능하고, 부하 변동에 따른 압축기 주파수 및 냉매 유량 가변형(variable)으로 부분부하(part-load) 운전 대응이 가능하다.

시스템 에어컨 자체의 성능 및 효율에 관한 다수의 연구가 이루어 졌는데, Moon et al.⁽²⁾은 “멀티 시스템 에어컨의 기술동향 및 DVM 시스템 소개”에서 일본의 인버터 방식의 멀티 시스템에어컨과 디지털 스크롤 압축기를 채용한 용량 가변형 냉난방기의 시스템 효율을 비교하고자, KS C 9306⁽³⁾에 기준한 실험조건하에서 실내기 운전대수를 변경하며 시스템의 성능(부하제거 특성, C.O.P 등) 및 소비전력 등을 측정하였다. Noh et al.⁽⁴⁾은 시스템에어컨과 환기시스템이 설치된 대학 강의실에서 냉방 시 열쾌적성 및 실내공기질에 관한 연구를 진행하였는데, 이 연구에서는 실측 결과에 기초한 수치해석을 통해 시스템에어컨 및 환기장치의 풍량을 변화시키면서 재실자의 열쾌적성 및 공기질을 평가하였다.

Jun et al.⁽⁵⁾은 디지털 스크롤 압축기를 적용한 시스템 에어컨의 냉난방특성에 대한 실험적 연구에서 용량 가변형 방식의 디지털 스크롤 압축기를 적용한 시스템 에어컨의 능력 및 C.O.P. 특성을 조사하고자 용량가변에 따른 냉난방 표준실험과 난방 저온 실험을 수행하였다.

관련 해외 연구결과로는 Yu et al.⁽⁶⁾은 변속 압축기 팬 컨트롤 기능을 가진 원심형 냉동기의 부분부하 운전 특성을 조사하였는데, 이 논문에서는 실제 기체의 상태 방정식을 사용하여 냉매의 열역학적 상태량을 구하고, 온도와 압력 변화를 구하는 열역학적 모델을 통해서 냉동기의 부분부하 양상을 조사했다. 또한 Zhang et al.⁽⁷⁾은 디지털 스크롤 압축기를 적용한 시스템 에어컨의 단위 시간당 소비전력, C.O.P.를 실험적으로 분석했다. 그리고 각각 다른 외기 온도 하에 부분부하값에 대한 시간당 C.O.P.와 총 소비전력의 변화를 확인했다. 이 결과들은 시스템이 부분부하 조건에서 경제적이고 신뢰성 있는 운전상태를 유지할 수 있다는 것을 보여주었다.

이외에도 Cuevas and Lebrun⁽⁸⁾은 인버터와 압축기 성능에 관한 몇 가지의 실험적 결과들을 제시했고, Aprea⁽⁹⁾는 종래의 자동온도 조절 대신에 냉동용량을 조절하기 위해 스크롤 압축기의 속도를 변화시킴으로서 얻을 수 있는 에너지 절감률을 실험적으로 평가했다. Hu and Yang⁽¹⁰⁾은 전자 확장 밸브의 열림의 정도와 압축기의 기계효율과의 관계를 규명하였다.

그러나 앞에서 열거한 기존 연구들은 주로 기기의 효율을 검토하기 위한 실험적인 연구로 시스템 에어컨의 특성(기기효율, 에너지절감 비율 등)을 포괄적으로 검토할 수 있는 시뮬레이션 방법은 아직 보고되고 있지 못하다. Table 1과 같이 현재 공조시스템의 성능 및 에너지 소비 특성을 검토하기 위한 툴(tool)들이 제시되어 있으나 이들 툴들은 주로 히트펌프의 성능에 관한 것으로 다수의 실내기와 한대의 실외기로 구성된 멀티 시스템에어컨을 모사할 수 있는 시뮬레이션 툴은 아직 부재한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 Table 1에 제시된 다양한 시뮬레이션 tool 중에서 module 구성을 통해 새로운 시스템의 특징 구현이 가능한 TRNSYS(16.03 ver)⁽¹¹⁾ 시뮬레이션 툴을 기본으로 하여 멀티시스템 에어컨의 특성을 모사할 수 있는 시뮬레이션 모듈 구성 방법론을 작성하였다. 멀티시스템 에어컨 특성의 구현은 TESS component model을 사용하여 구현하였다. TRNSYS+TESS 프로그램을 사용하여 시스템 에어컨의 에너지 성능을 모사하기 위해 요구되는 시스템 컴포넌트/제어모듈 등을 작성하고,

Table 1 Energy analysis simulation tools

Tools	Feature	Limitation etc.
eQuest, DOE-2	Estimation of HVAC system size and capacity, Estimation of refrigerator capacity, Analysis of energy consumption and LCC	Difficulty of system control, difficulty of the consideration for the effect of air flow on building load.
Energy Plus	Calculation of heating and cooling load, Analysis of energy consumption and LCC	
ESP-r	Prediction of thermal comfort index, Calculation of heating and cooling load, Estimation of refrigerator capacity	Less diversity of system
TRNSYS	Estimation of HVAC size and capacity, Renewable energy system modeling, Energy consumption analysis	Possible to make various HVAC system component module

실험실 조건에 실측한 결과와 시뮬레이션 결과와의 비교를 통해 본 연구에서 작성한 시스템 에어컨 모듈의 타당성을 검증하였다. 최종적으로 본 연구에서는 개발된 시뮬레이션 방법론을 통해 시스템 에어컨의 실내 환경조절 특성, 에너지 소비 특성 등의 분석이 가능하다.

2. 시뮬레이션한 대상 시스템 에어컨과 설정조건

본 연구에서는 시스템 에어컨 내부에 실내기의 운전대수에 따라 압축기의 용량제어가 가능한 디지털 스크롤 압축기를 사용한 시스템 에어컨을 대상으로 시뮬레이션 하였다. 이 시스템은 내부 밸브의 ON/OFF 제어에 의해 냉매의 토출량을 가변 제어하는 방식이며, 이를 통해 압축기의 용량을 변화시킨다.⁽⁵⁾ 이런 선형적인 용량 가변형의 압축기(digital scroll)를 사용함으로써 부분부하 운전이 가능해지며, 실내기 능력을 최대화하기 위해 각 실내기의 냉매유량을 자동적으로 제어하는 선형적인 밸브제어가 사용된다. 실내기와 실외기 시스템의 사양은 Table 2에 제시된 바와 같이 실내기 성능(냉방)은 5.2 kW, 실외기 성능(냉방)은 23.0 kW이며, 실내기는 강, 중, 약으로 풍량이 조절된다. 평당 소비전력은 실내기 110 W, 실외기는 6.0 kW이다. 기본적으로, 시스템 에어컨은 설계온도와 실내, 외기 조합률(시스템 성능 데이터)에 따른 운전을 하게 설정되어 있다. 구역별(zone별)로 실내 부하에 따른 실내기 용량이 선정되며, 실내기 성능 함에 따라 실외기가 선정된다.

3. 시스템 에어컨의 시뮬레이션 모델링

본 장에서는 시스템 에어컨(실내기, 실외기, 제어논리)을 구현하기 위해 TRNSYS 상에 사용된 컴포넌트(component) 구성과 역할에 대한 설명(Table 3)과 각 컴포넌트의 상호 연계를 통해 구성된 시뮬레이션 모듈을 소개하고자 한다. 시스템 에어컨은 Table 2에 제시된 실험 대상 건물에 적용된 제품을 대상으로 시스템의 시뮬레이션 모델링을 실시하였다.

3.1 시뮬레이션 상에서 시스템 에어컨 구성









시뮬레이션 상의 시스템 에어컨의 구성 및 정보의 흐름은 Fig. 1과 같다. 트랜빌드(TRNbuild) 상에서 대상공간에 대한 정보와 실의 경계조건들, 스케줄

을 입력하여 존(zone)을 구성하고, 기상 컴포넌트(온도, 습도, 일사량)를 해당 실에 연결한다.

Table 2 Specification indoor unit

IDU	Performance	Cooling	5.2 kW
	Power consumption	Cooling	110 W
	Air blower	Air Flow	810/870CMH
Generating capacity		80.0 W	
ODU	Performance	Cooling	23.0 kW
	Power consumption	Cooling	6.0 KW
	Air blower	Air Flow	10,200CMH
		Generating capacity	630 W

Table 3 Description of components used in system air-conditioner module development

Symbol	Component description	Function
 type9c	Data reader	Used to read the data such as text file
 type33c	Psychometric calculator	Calculate the moist air properties with given 2 conditions
 type42	Conditioning equipment	Read the external text file, calculate the several variables
 type69b	Calculate cloudiness factor	get the value from the type16a, then transfer the radiation value to the fictive sky temperature
 type2b	Controller	Input the upper limit temp.(Th), lower limit temp.(Tl), dead band value, Get an output control function value(0 or 1)
 type56b	Building	Basic zone model for analyzing
 calculator	Calculator	Input the equation of the independent and dependent variables
 type65c	Online plotter	Display the simulation result.

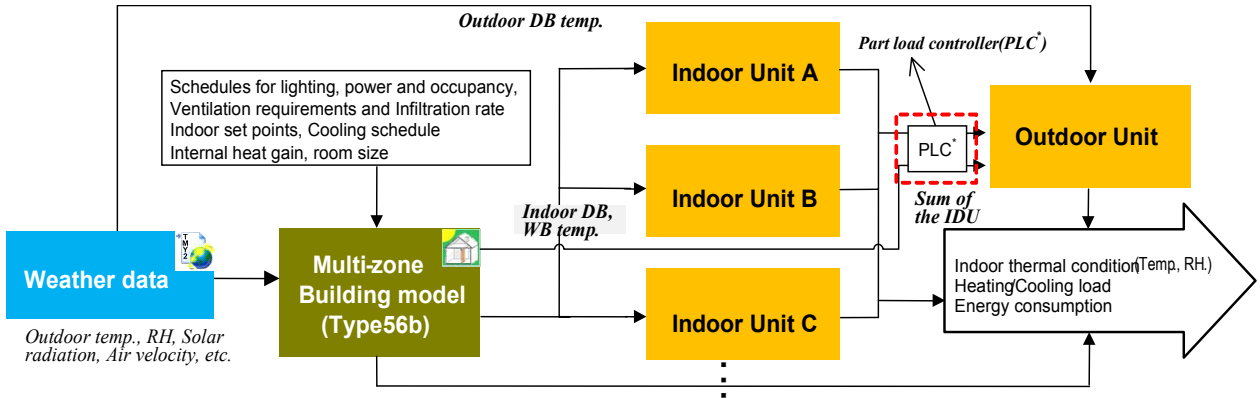


Fig. 1 Simulation modeling diagram for the system air-conditioner.

시스템 에어컨은 실내기와 실외기로 구성되는데, 실내기 모델에는 실내기(Fig. 1 참고)의 성능조건들과 신호제어 조건을 입력하여 실내기 냉방능력(Cooling Capacity, TC), 소비전력, 풍량값을 산출한다. 이 때 부분부하의 특성을 구현하기 위한 모듈로서, 실내온도의 변화에 따라서 실내기의 냉방능력 값이 다르게 나오도록 가중치계수를 두는 부분부하 조절 모듈(Part Load Controller, PLC)을 type42의 equipment 모듈을 통해서 구현하였다.

실외기 모델(Fig. 1 참고)은 실외 온·습도 조건, 실내 습구온도와 실내기로부터 합산된 TC 값으로부터 실외기 소비 전력량을 산출한다.

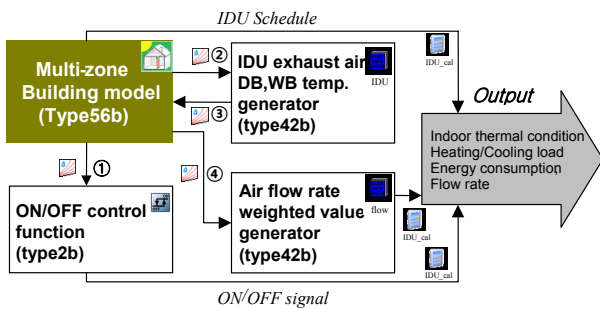
3.2 실내기(indoor unit) 모듈 모델링

Fig. 2(a)는 실내기 모듈의 시스템 순서도(flow-chart)로서, 실내기 모델을 구성하는 주요 컴포넌트는 building model(Type 56b), equipment data input(Type 42b, 42c), output control function(Type 2b), calculator이다.

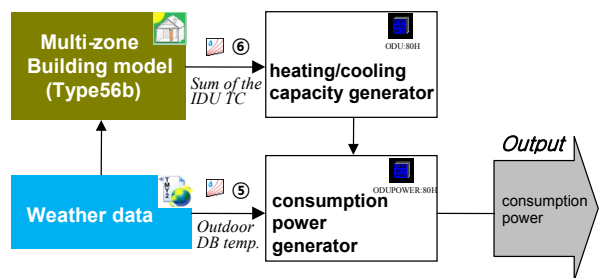
Type 33는 습공기선도(Psychrometrics) 상에서 입력 정보와 출력 정보에 따라 총 6가지(type 33a~type33f)로 나뉘며, 실내 건구온도와 상대습도, 이슬점, 습구온도, 엔탈피, 절대습도의 6가지 중 2가지 요소를 통해 나머지 4가지 정보를 얻고, 습공기의 상태를 파악하여 에너지량 계산에 활용할 수 있는 컴포넌트이다. 본 시스템 에어컨(실내기, 실외기) 설계시 type 33e와 type 33f를 사용하였다.

Type 33e(①, ②, ④~⑥)는 위에서 언급한 총 6가지 정보 중 나머지 4가지를 계산하기 위한 입력 값으로서, 건구온도와 상대습도가 사용되었으며, Type 33f(③)는 건구온도와 습구온도를 사용하였다.

실내기를 모델링하는데 사용된 Type 42b는 독립 변수와 종속변수가 각각 2개, Type 42c는 1개인 파일을 입력하는 컴포넌트이다.



(a) IDU(Inoor Unit) module diagram



(b) ODU(Outdoor Unit) module diagram

Fig. 2 Flow diagram of IDU, ODU.

$$TC = SCH \times IDU_{flow} \times sig \times p \tag{1}$$

$$POWER = SCH \times sig \times IDU_{power} \tag{2}$$

$$AIR_{flow} = \frac{SCH \times IDU_{flow} \times sig \times flowrate}{V(m^3)} \tag{3}$$

여기서, SCH : 실내기 작동 스케줄(0-1),
 sig : on/off 신호(0 or 1), V : 실체적(m^3),
 p : 실내기 냉방(정격)성능(performance, kW),
 IDU_{flow} : 풍속 비율값(0-1),

IDUpower : 풍속에 따른 소비전력값(W),
flowrate : 실내기 취출 풍량(CMH)

Type 2b는 ①의 과정에서 Type 33e에 의해 실의 건구온도를 전달받게 되고, 이 값을 설정온도(26.0℃)와 비교하여 실내기에 on/off 신호(0, 1)를 주도록 설정하였고, calculator에서 (1)의 식들에서 변수값으로 입력된다.

Type 42b(IDU) 컴포넌트는 Type 56b로부터 실내 온·습도를 입력받아 실내기 취출 온·습도를 출력한다.

이때, ③의 과정에서 Type 33f에 의해 실내 건구온도와 실내 습구온도 값이 Type 42b(IDU)로 전달되었다.

반대로 ②의 과정에서는 공조대상 실의 건구온도와 상대습도가 피드백(Feedback)되는 과정이다.

실내기는 시스템 설계에서 용량이 결정이 되며, 시뮬레이션 상에서는 해당하는 제품에 대한 냉난방능력표 내용을 추출하여 텍스트 파일로 작성해 입력하는 방식을 이용한다.

Type 42c(flow) 컴포넌트는 Type 33e에 의해 공조대상 실의 건구온도를 전달(④)받게 되고, 설정온도(set-point temperature) 26.0℃를 기준으로 dead band(±0.5℃) 온도영역 사이에 0과 1사이의 비율 값을 주어 실내기의 풍량(air-flow)의 세기가 조절 가능하도록 설계하였다.

“Calculator” 컴포넌트는 Type 56b로부터 실내기의 작동 스케줄을 입력받아 변수(variable)로 사용하여, 식(1)~식(3)에 의해 실내기의 취출풍량, TC, 실내기 소비전력 값을 출력한다.

3.3 실외기(outdoor unit) 모듈 모델링

Fig. 2(b)는 실외기 모듈의 순서도(flowchart)이다. 실외기 모델을 구성하는 주요 컴포넌트는 equipment data input(Type 42b), calculator이다.

여기서, calculator(IDU)에서 전달받은 실내기들의 TC 값들의 총합을 calculator(ODU_TC)에서 계산하여 Type 42b(ODU)로 전달하며, Type 42b(ODU)는 각 존으로부터 실내 습구온도를 입력(⑥)받는다.

입력받은 실내 습구온도가 Type42b(ODU)에서 TC 값과 함께 입력변수로서 고려되고 최종적으로 Type 42b(ODU_POWER)에서 TC 값과 실외 건구온도를 입력받아(⑤) 소비전력을 출력한다. 즉, 실외기 자체의 성능 지표(TC, 실외건구온도에 따른

소비전력값)를 텍스트 파일로 작성하여 입력하면 출력변수로 실외기의 전력 사용량이 최종 산출되며, 입력된 TC 값에 따라 실외기의 부분부하운전에 따른 가동을 하게 된다.

4. 시스템 에어컨모듈의 타당성 검증

4.1 대상건물(시뮬레이션 모델)의 개요

앞서 제시한 시스템 에어컨모듈에 대한 검증은 실제 시스템이 설치된 공간을 대상으로 냉방기에 운용된 데이터와 실측 데이터⁽¹²⁾(2010. 3, Aug.)의 비교를 통해 이루어졌다. 대상 건물은 수원에 있는 성균관대학교 내 연구용 건물로써 대상공간은 실제 대학원생이 생활하는 연구실(지상 2층)을 대상으로 모델링하였다.

대상 공간 크기는 8.7 m(width)×6.0 m(depth)×4.1 m(height)이며, 남측으로 9.8 m² 면적의 창호(24 mm pair glass, 2.69 W/m²k)가 있다.

시뮬레이션 시 대상공간의 조닝(zoning)은 Fig. 3과 같이 총 4개의 존으로 구성하였다. Fig. 4는 실측

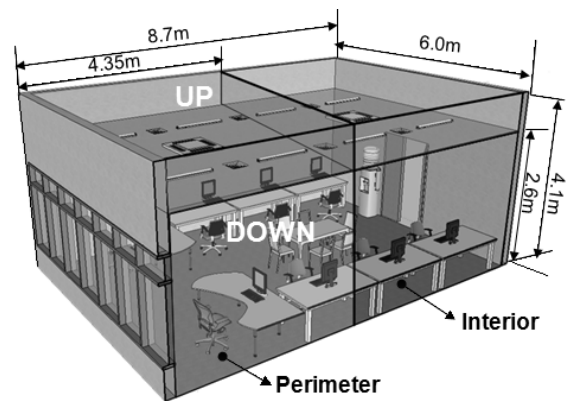


Fig. 3 Analyzed Space(2F, South).

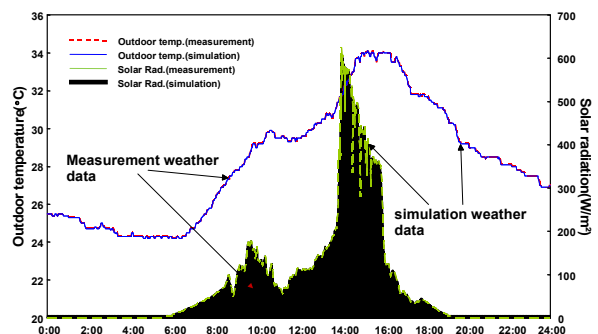


Fig. 4 Weather data(8/3).

치 및 시뮬레이션 상의 기상 데이터로써, 실측 당시 2010년 8월 3일의 외부온도 조건은 최대 34.1°C이며, 평균 28.3°C이었다. 수평면 전일사량은 최대 625 W/m², 평균 75.82 W/m²였으며, 습도는 최대 95.8%, 평균 60.1%이었다. 측정된 외부 기상 데이터(온도, 습도, 일사량)는 Type 9c 컴포넌트에 1분 단위 텍스트 파일로 작성하여 입력하였다.

건물 구조체(벽체, 유리 등) 물성값 및 실내 조건(인체, 기기, 조명 발열량, 스케줄)은 실측 당시 조건을 적용하였으며 Table 4과 같다.

또한, 대상공간의 침기량(infiltration rate)은 CO₂ 가스를 이용한 일정농도 감쇠법을 이용하여 측정된 결과인 1.068회/hr를 적용하였다.

실내기는(바닥으로부터 2.8 m 높이 설치) 준별/개별 제어를 위해 각각 페리미터와 인테리어존에 설치되어 각 영역에 대한 부분부하를 담당하였고, 실내

기의 제어는 실측 당시, 설정온도 제어(set-point, 26.0°C)를 실시하였으며, 시스템 가동시간 동안에는 온도설정 변경을 허락하지 않았다.

환기시스템, ERV는 중간기의 에너지 절감 및 실내 환기를 위해 설치되었으나 본 실험에서는 전열 교환을 고려하지 않은 환기(외기 직접 도입, 500 m³/hr) 목적으로만 사용하였다.

실측은 대상공간에 대한 온도, 습도, 기류분포 그리고 실내기의 토출 및 흡입온도, 토출풍속 등을 연속적으로 측정하였으며, 아울러 냉방에 따른 실내기, 실외기 소비전력을 실시간으로 산출하였다.

4.2 시뮬레이션 모델의 타당성 검증 결과

시뮬레이션은 실측 데이터가 확보되어 있는 2010년 8월 3일(10 : 00~18 : 00)을 대상으로 실시하였고, 시뮬레이션 time-step은 1분 간격으로 수행하였다. TRNSYS를 통한 시스템 에어컨 모듈 작성의 타당성을 검증하기 위해서 시뮬레이션 예측치는 실측치와 비교되었다. 비교항목으로는 ① 실내온열환경(온도, 습도) 변화, ② 실내기, 실외기에 대한 소비 전력 등을 비교하였다.

4.2.1 실내 온열환경 특성 비교

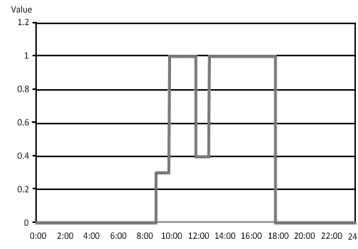
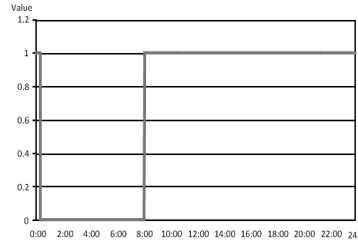
Fig. 5는 시뮬레이션으로 산출된 실내 온·습도와 실측값을 나타낸 그래프이다. 실측값은 실 중앙 1.1 m 높이에 설치된 온습도 센서로부터 측정되었으며, 1분 단위로 저장된 데이터를 바탕으로 분석하였다.

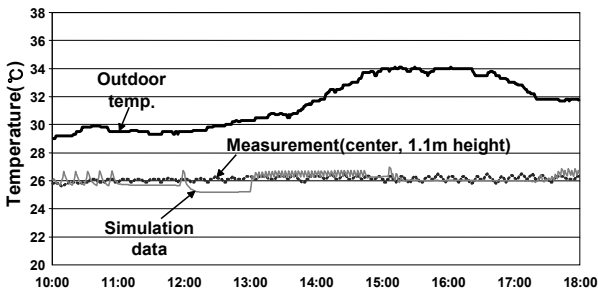
(a) 실측결과에서 실내온도가 26.0°C로 설정되었음에도 다소 변동을 하는 것은 시스템 에어컨의 온도제어 특성, 즉 on/off 제어에 의한 것이다.

시뮬레이션도 이와 같이 on/off 제어를 실시하고 있으나 실측값과 약간의 차이가 발생하는 것은 시뮬레이션은 분석대상 공간, 즉 분할된 공조존의 온도분포(temperature field)가 일정하다고 가정하기 때문에 실내 1.1 m의 온도변화를 기준으로 하는 실측치와 약간 다르게 나타나지만 전반적으로 시뮬레이션 결과와 실측치가 매우 일치하고 있다.

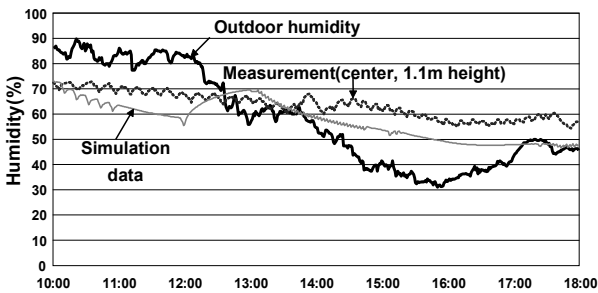
(b)의 실내습도 그래프에서는, 상대습도는 실측치와 시뮬레이션 결과에서 최대 13% 차이가 나지만 구간 대부분에서 10% 미만의 차이가 나고 곡선의 패턴이 유사하게 나왔다. 습도에 대한 차이는 실측에 사용한 습도센서의 한계에 기인하는 것으로 판단되며 향후 이에 대한 추가적인 검토가 필요할 것을 판단된다.

Table 4 Simulation conditions

Weather Data	Suwon, Korea(measured data, 8/3)	
A/C (IDU)	Set-temperature	cooling 26.0°C (±0.5°C)
	operation schedule	10 : 00~18 : 00
Heat gains	Persons	Occupants : 7 persons, Activity level : Seated, very light writing, Sensible heat : 65 W, Latent heat : 55 W 
	Lighting	Fluorescent light : 22 EA (total 704 W) 
	Equip.	Desk-lamp : 1 EA(total 20 W), Computer : 11 EA(total 2130 W), humidifier : 2 EA(total 160 W)



(a) fluctuation of temperature



(b) fluctuation of humidity

Fig. 5 Comparison between measurement and simulation result : indoor thermal environment.

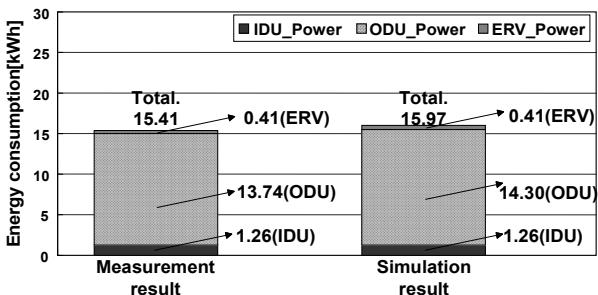


Fig. 6 Comparison between measurement and simulation result : energy consumption.

4.2.2 에너지 소비 특성 비교

실측 시에 공조 시스템을 제어하는 제어부는 전력량을 측정하는 전원부와 공조부 및 그 외 기기로 이루어져 있었으며, 공조부의 작동 스케줄 및 전력량(실내기, 실외기, ERV)은 1분 단위로 측정되었으며, 매(每) 하루 단위로 기록되었다.

Fig. 6은 에너지 소비량을 나타내며 시뮬레이션 값은 15.97 kWh로 실측 값(15.41 kWh)과 거의 일치하고 있다. 실내기, ERV(전열교환환기 시스템)는 시뮬레이션과 실측값과 동일하게 나타났으며, 실외기에서 약 4.0% 차이가 발생하고 있다. 결과적으로 실내 온·습도, 에너지 소비 특성을 대상으로 실측값과 시

뮬레이션 값을 비교해본 결과 시뮬레이션 모델링 결과가 매우 타당하다는 결론을 도출할 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 TRNSYS 프로그램을 활용하여 시스템 에어컨을 모델링하였으며, 시뮬레이션에서 모사하였던 시스템 에어컨이 실제 설치된 건물을 대상으로 측정된 데이터와 시뮬레이션 예측치를 비교·분석함으로써 작성된 시뮬레이션 모듈에 대한 타당성 검토 및 신뢰도를 검증하였다. 본 연구를 통해 산출된 결과는 아래와 같다.

(1) 실내 온·습도를 분석한 결과, 실내 온도는 실측치와 시뮬레이션 예측치와 거의 동일한 결과를 나타냈다. 습도는 다소 차이가 발생하고 있으나 그 변화추이는 시뮬레이션 결과와 실측치가 매우 일치하고 있는 것으로 나타났다.

(2) 에너지 소비 특성을 분석한 결과 시뮬레이션 예측치와 실측값은 실내기, ERV의 값은 동일하며, 실외기에서만 약 4%의 차이가 발생하여, 전반적으로 매우 일치하는 결과를 보였다.

(3) 결과적으로 본 연구에서 제시한 TRNSYS 기반의 시스템 에어컨 특성을 모사하는 시뮬레이션 모듈 및 방법론은 매우 신뢰할 수 있는 것으로 나타났다.

추후에는 시스템 에어컨에 적용된 다양한 알고리즘의 특성을 시뮬레이션 모듈에 반영하여 본 연구를 통해 개발한 시뮬레이션 방법론의 사용성을 높이는 연구를 진행할 예정이다.

후 기

본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 「세계수준의 연구중심대학(WCU)육성사업」의 지원을 받아 수행되었음(R332011000100270).

참고문헌

- Hong, S. G., Kwon, B. R., Kim, K. M., Yoon, Y. W., Shin, H. J., and Kim, J. Y., 2005, HVAC system to lower the conveyance energy and control fresh-air flow rate quantitatively, Proceedings of the SAREK, pp. 588-598.
- Moon, J. M., Yoon, B., and Kim, J. Y., 2002,

- Technical trend of System multi-AC and introduction of the DVM system, Magazine of the SAREK, Vol. 31, pp. 10-18.
3. KS C 9306, 2007, Korean Agency for Technology and Standards.
 4. Noh, K. C., Jang, J. S., and Oh, M. D., 2006, Study on thermal comfort and indoor air quality in the classroom with system air-conditioner and ventilation system for cooling loads, Transaction of the KSME, Vol. 30, No. 1, pp. 57-66.
 5. Jun, Y. H., Kim, D. H., Kweon, Y. C., Chang, K. S., Lee, Y. S., Moon, J. M., Yoon, B., and Hong, J. T., 2003, Experimental study on the cooling and heating characteristics of system A/C applying the digital scroll compressor, Transaction of the SAREK, Vol, 15, No. 6, pp. 454-461.
 6. Yu, F. W., Chan, K. T., 2007, Part load performance of air-cooled centrifugal chillers with variable speed condenser fan control, Building and Environment, Vol. 42, pp. 3816-3829.
 7. Zhang, D. L., Zhang, X., and Liu, J., 2011, Experimental study of performance of digital variable multiple air conditioning system under part load conditions, Energy and Buildings, Vol. 43, pp. 1175-1178.
 8. Cuevas, C., and Lebrun, J., 2009, Testing and modeling of a variable speed scroll compressor, Applied Thermal Engineering, Vol. 29, pp. 469-478.
 9. Aprea, C., Mastrullo, R., and Renno, C., 2006, Experimental analysis of the scroll compressor performances varying its speed, Applied Thermal Engineering, Vol. 26, pp. 983-992.
 10. Hu, S. C. and Yang, R. H., 2005, Development and testing of a multi-type air conditioner without using AC inverters, Energy Conversion and Management, Vol. 46, pp. 373-383.
 11. Kim, J. W., Park, J. H., Jung, J. H., and Song, D., 2009, A Development of a simulation module to analyze the HVAC system performance in office building, Journal of the architectural institute of Korea, pp. 797-800.
 12. Jung, J. H., 2010, A Proposal of HVAC Control Algorithm Composed of VRF System for Energy Saving and Thermal Comfort in Small-to-Medium Office, MS thesis, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea.