韓國産業應用學會論文集, 제15권, 제3호, 65-69, 2012.08
J. Korean Society of Industrial Application, Vol.15, No.3, 65-69, Aug, 2012

건축물의 에너지효율등급 평가에 관한 연구
Study on Evaluation of Energy Efficiency Rating of the Buildings

손원득[1], 최영식[2]
Won-Tug Son[1], Young-Sik Choi[2]

<Abstract>

Since 2010, enhancement of the building energy efficiency and certification system and public office building should have been acquiring the first grade of Building Energy Efficiency. The Building Energy Efficiency Rating evaluation tool and Dynamic Analysis Energy simulation program for Building Energy Efficiency are widely used. The suitability to those programs have been discussed as a variety of programs have been used accordingly. In this study, evaluated the characteristic of Building Energy Efficiency Rating tool(ECO2) of the business building. At a result, the variables on the Weather Data, building Profile and building Load property in hourly between those Building Energy Efficiency evaluation tools have different.

Keywords : Building Energy Efficiency Rating, Weather Data, Loads Profiles

1. 서 론

1.1 연구의 배경

지금 속도로 바다가 산성화하면 수십 년 안에 공룡시대의 바다로 돌아가게 될 것이다. 2009년 3월10일 개막된 코펜하겐 기후변화 과학자 회의에 제출된 보고서에서 영국 브리스톨(Bristol)대학 연구팀이 주장한 내용이다. 대기중의 이산화탄소가 바다 표면에 녹아 들어가면 탄산이 발생해 바다의 산성도가 높아진다. 탄산은 먹이사슬의 밑바닥에 있는 플랑크톤을 죽여 바다 생태계를 파괴하고 바다생물의 둥지역할을 하는 산호도 파괴시킨다. 산호처럼 탄산칼슘($CaCO_3$)을 주성분으로 하는 생물들은 산(酸)과 만나면 바로 녹아 버리기 때문이다[1].

대기에는 열을 가두어 두는 기능을 하는 여러 가지 기체들이 있다. 이런 기체를 흔히 온실가스라 한다. 기후변화에 원인이 되는 온실가스에는 이산화탄소(CO_2), 아산화질소(N_2O), 메탄(CH_4), 염화불화탄소(CFCs), 오존(O_3) 등이 있다. 이 중 이산화탄소는 인위적인 온실효과에서 60% 이상을 차지하고 있다[2].

대기 중 이산화탄소의 년 도별 경과 추이를 Fig.1에 나타내고 있다. 우리나라는 세계 10대 에너지 소비국으로 총에너지 소비량이 지속적으로 증가하고 있으며 또한, 이산화탄소 배출량은 OECD 국가중 '90년 이후 CO_2배출 증가율 1위, 총 배출량 세계 9위로 향후 2013년 이후부터는 온실가스 감축 의무 이행국에 포함될 것으로 예상된다.

이러한 에너지 소비량 및 이산화탄소 배출량을 감소시키기 위해 2001년부터 공동주택의 건

[1]정회원, 미래환경플랜(주), 대표이사, 工博
[2]정회원, 교신저자, 영남이공대학교, 건축과, 교수, 工博
E-mail : cys@ync.ac.kr

[1]Mirea Environmental Plan Co., Ltd., CEO, Ph.D.
[2]Corresponding Author, Prof., Department of Architecture, Yeungnam College of Science & Technology, Ph.D.

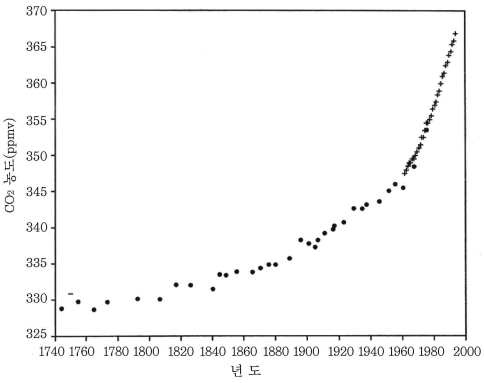

Fig.1. The consistency of CO_2 in the atmosphere.

물에너지효율등급평가를 시작으로, 2010년에 공공기관 에너지이용합리화 추진지침에 의거 공공기관에서 청사를 신축하는 경우에는 '건물에너지효율등급인증규정에 따라 건물에너지효율 1등급을 취득하여야 하며, 2025년까지 건물에너지효율등급의 시설확대규정 및 의무화 방안이 구축되어 가고 있다.

이에 따라 최근 건물에너지효율등급평가를 위한 연간동적에너지해석 프로그램 평가툴의 활용이 급속도로 보편화되고 있으며, 또한 2011년 초 에너지관리공단에서는 건물에너지효율등급 평가 및 교육을 통해 공개용 평가툴(ECO2)을 평가기관 외 에너지관련 업무자도 평가가 가능토록 배포하고 있다.

1.2 연구의 목적

본 연구는 에너지관리공단에서 배포한 건물에너지효율등급 평가툴(ECO2)의 평가방법 및 기준의 해석조건을 세분화하여 그 특성을 비교검토하기 위하여 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하고자 한다.

(1) 현재 시행되고 있는 업무용 건물에너지효율등급의 평가방법 및 프로세서를 분석하고

(2) 입출력 조건의 특성을 검토하여

(3) 사례평가를 통한 시뮬레이션 툴을 비교분석한다

2. 평가방법

2.1 건물에너지효율등급 평가(ECO2) 방법

ISO 13790과 DIN V18599에 근거한 건물에너지성능 평가법으로 월별 평균 기상데이터를 바탕으로 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기시스템의 5가지 항목을 대상으로 단위면적당 1차에너지소요량을 산출한다.

또한, ECO2는 Monthly Method를 기본 평가로직으로 적용하여 사용자 이용 편의를 위해 윈도우 기반으로 구현한다. 건물에너지효율등급 프로세서는 Fig.2와 같다.

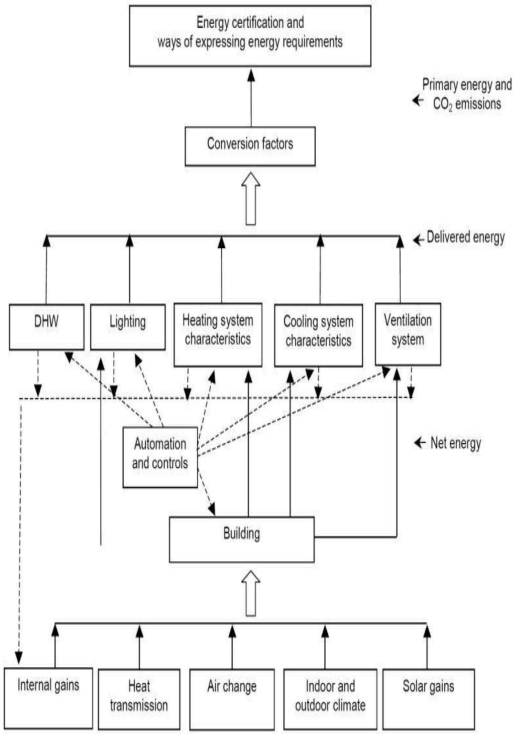

Fig. 2. ECO2 processor.

3. 건물에너지효율등급 평가툴(ECO2) 특성

3.1 입출력 조건

3.1.1 사용프로필

건물에너지효율등급 평가툴(ECO2)은 사용프로필이 Table 1처럼 11가지 항목으로 나누어져 있으며, 각 사용시간과 운전시간, 연간사용일수, 최소도입외기량, 인체・기기 발열량, 일일급탕요구량이 프로그램 상 이미 설정되어 있어 사용자의 수정이 불가하다.

Table 1. Room type profile

Section	Office (30㎡ or below)	Office (above 30㎡)	Con-ference room	audi-torium	Cafeteria	Toilet	Rest of stay space	Affiliated space	Storage	Electronic room	Kitchen
Hot water Demand (ℓ/d・㎡)	30	30	30	30	1250	0	30	0	0	30	0
Onset Time	9:00	9:00	7:00	7:00	8:00	7:00	7:00	7:00	7:00	0:00	8:00
Offset Time	18:00	18:00	18:00	18:00	15:00	18:00	18:00	18:00	18:00	24:00	15:00
Using time (annual)	9h (261day)	9h (261day)	11h (261day)	11h (261day)	7h (261day)	11h (261day)	11h (261day)	11h (261day)	11h (261day)	24h (365day)	7h (261day)
Operating onset time	7:00	7:00	7:00	7:00	8:00	7:00	7:00	7:00	7:00	0:00	8:00
Operating offset time	18:00	18:00	18:00	18:00	15:00	18:00	18:00	18:00	18:00	24:00	15:00
Minimum outdoor air (㎥/h・㎡・p)	4	6	15	2	18	15	7	0.15	0.15	1.3	90
Heat Gain -Human (Wh/㎡・d)	30	55.8	96	36	177	0	96	0	0	15	56
Heat Gain -Electric (Wh/㎡d)	42	126	8	24	10	0	8	0	0	1800	1800

3.1.2 기상데이터 및 냉난방부하

기상데이터는 ECO2서버로부터 표준프로파일을 가져오는 방식으로 국내 13개 지역의 월별 평균데이터의 선택이 가능하다. ECO2의 기상데이터는 TMY-기상데이터를 근거로 산출한 월별 평균값으로 월별 평균 외기온도와 방위별 입사각에 따른 월별 평균 일사세기가 포함되어 있다. 냉난방부하의 경우, 일일평균 냉난방부하를 토대로 월별 냉난방부하를 산출되므로 피크부하는 확인할 수 없다.

3.1.3 신재생에너지

지열, 태양광, 태양열, 열병합발전의 4가지의 신재생에너지 입력이 가능하며, 프로그램상 냉・난방기기 부분에 신재생 및 열병합 시스템 연결 여부를 선택하면 에너지소요량(2차에너지소요량) 출력 시 단위면적당 신재생에너지 발전량을 확인할 수 있다. 1차에너지소요량(kWh /㎡・yr)에서는 전기비율에 따라 신재생에너지소요량이 각 5가지 항목(냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기)으로 차감되어 계산된다.

3.1.4 환산계수

1차에너지소요량(kWh/㎡・yr) 산출 시 2차 에너지소요량에 전기는 2.75, 가스는 1.1, 지역난방은 0.614, 지역냉방은 0.937의 환산계수를 곱하여 계산한다.

3.1.5 공조스케줄 및 냉동기 구현

공조기의 운전스케줄 설정 및 하나의 존에 다수의 공조설정은 불가하도록 되어있다. 공조용 열원장치 입력이 가능한 것은 흡수식냉동기, 터보냉동기, 항온 항습기, EHP, 지역난방, 냉각탑, 히트펌프, 보일러, 열교환기 등이며, 바닥복사냉난방시스템, 빙축열시스템 등은 구현할 수 없다. 또한, 공조방식으로는 대류형 냉난방 방식(정풍량, 변풍량, 팬코일유닛방식)이 입력가능하며, 바닥취출방식 등은 구현할 수 없다.

3.1.6 평가툴 비교

건물에너지효율등급 평가툴(ECO2)와 연간동적에너지해석프로그램의 특성을 Table 2에 비교하였다.

Table 2 Evaluation Tool Comparison

Section	ECO2	Dynamic Analysis Energy Program
Weather data	Monthly -Thirteen district	Hourly
Room type Profile	Default (11th Room type)	Selectable or Makable of User Profile
Heating & Cooling Load	Monthly	Hourly
New Renewable Energy	GSHP, Solar photovoltaics, Solar power generation, Cogeneration system	GSHP, Solar photovoltaics, Solar power generation, Cogeneration system, etc.
Evaluation Items	Cooling, Heating, Hot water, Lighting, Ventilation	Cooling, Heating, Hot water, Lighting, Vent fans, Pumps & Misc, Heat Reject, Misc Equipment etc.

3.2 평가툴 검토

3.2.1 평가대상건물 설정

본 연구에서는 건물에너지효율등급 평가툴(ECO2)과 연간동적 에너지해석 시뮬레이션(DOE2.1E)의 정량적인 비교분석을 위해 평가대상 건물로 업무시설을 선정하여 에너지시뮬레이션을 평가하였다. 대상 업무시설의 설정기준은 Table 3과 같다.

3.2.2 시뮬레이션 결과

평가 건물 H-업무시설의 시뮬레이션 결과, Table 4와 같이 업무용 건축물 에너지평가 항목인 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기의 5가지 요소를 비교 시, ECO2는 연간동적에너지해석 시뮬레이션(DOE2.1E) 대비 3.8~17.5%(난방17.5%↓, 냉방7.1%↓, 급탕4.9%↓, 조명7.2%↑, 환기3.8%↑)의 오차범위가 나타났다.

건물에너지효율등급 평가항목 이외의 기타기기(Misc Equipment)는 총 에너지소요량의 8.9%로 나타났다.

Table 3 Business Building Setting

Section			Setting
Summary	Total building floor area		122,364.57㎡
	Floors		7F/B2F
	Building use		Business Building
	Location		Daejeon
Heat gain (Wh/㎡·d)	Human	Office	38.5
		Conference	55.9
		Cafeteria	92.7
		Auditorium	33.8
		Toilet	0
	Electric	Office	109.8
		Conference	6.8
		Cafeteria	5.8
		Auditorium	29.5
		Toilet	0
Exterior Thermal Perfor -mance	Wall/Roof/Floor U-value		0.15W/㎡·K
	Glass U-value		24mm color low-E -1.8W/㎡·K
	SHGC		0.6
	Window area's rate		40%
System	Heat source		GSHP 540RT +Absorption Refrigeration
	HVAC		VAV+FCU
	Heat exchanger		57%
	Large Difference of Water Temperature		△t=7℃
	New Renewable Energy		BIPV 100kW
Lighting	LED		12W/㎡

4. 결론

건물에너지효율등급 평가툴(ECO2)의 입출력 데이터 비교 및 사례검토를 통한 결과는 다음과 같다.

Table 4. Simulation result

Section	Primary Energy Consumption			
	ECO2		DOE2.1E	
	kWh/㎡・yr	Percentage	kWh/㎡・yr	Percentage
Heating	28.3	10.2%	34.3 (26.6+7.7)	11.0%
Cooling	85.9	30.8%	92.5 (90.3+2.2)	29.7%
Hot water	13.5	4.8%	14.2	4.6%
Lighting	82.0	29.4%	76.1	24.5%
Vent Fans	69.0	24.8%	66.4	21.3%
Misc Equipment	-		27.6	8.9%
Heat Reject	-		2.2 (Inclusion of Cooling value)	
Pumps & Misc	-		7.7 (Inclusion of heating value)	
SUM	278.7		281.3(311.1)	

(1)ECO2의 경우, 기상데이터는 Monthly Method를 기본 평가 로직으로 적용된다.

(2) 사용프로필의 사용자 설정이 제한적이다.

(3) 일일평균 냉난방부하를 토대로 월별 냉난방부하가 산출된다.

(4) 공조기의 운전스케줄 설정은 불가능 하다.

(5) 하나의 존에 다수의 공조 설정 또한 불가능하다.

(6) 다양한 시스템 적용이 가능하도록 앞으로 건물 에너지효율등급평가툴(ECO2) 프로그램의 보완이 필요할 것으로 사료된다.

금후, 추가적인 시뮬레이션 비교분석을 통하여 각 부문별(벽체단열성능, 일사, 창호, 창면적비)로 평가하여 공학적으로 세밀한 분석을 통하여 연구를 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

1) 최영식 : 건축환경, p.559, 건기원, (2009).

2) 최영식 : 건축환경, p.566, 건기원, (2009).

3) Gong Sung Hun, Load-analysis program of Energy Plus Equipment Journal(SAREK) 29-7 (2000).

4) DOE, Introduction to EnergyPlus. (2007).

5) Drury B. Crawley. Linda K. Lawrie.,et al. EnergyPlus : creating a new-generation building energy simulation program, Energy and Building, 33, (2001).

6) Solar Energy Laboratory, 2000, TRNSYS Reference Manual. University of Wisconsin.

7) Lee,J.H, Yu,K.H, Cho,D.W.,2009, An Analsys of Comparison between the Evaluation Tool for Buildiong Energy Efficiency Rating System and Detailde Analysis Programs, SAREK.

(접수:2012.03.15, 수정:2012.07.26, 게재확정:2012.08.24)