

표준기상데이터(부산지역) 적용에 따른 건축물에너지 분석

박소희*, 유호천**

*울산대학교 건축학부 대학원(changjo07@hanmail.net), **울산대학교 건축학부(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr),

Analysis of Building Energy by the Typical Meteorological Data

Park, So-Hee*, Yoo, Ho-Chun**

*School of Architecture, Graduate School, University of Ulsan(changjo07@hanmail.net)

**School of Architecture, University of Ulsan(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr)

Abstract

Measures for coping with energy shortage are being sought all over the world. Following such a phenomenon, effort to use less energy in the design of buildings and equipment are being conducted. In particular, a program to evaluate the performance of a building comes into the spotlight. However, indispensable standard weather data to estimate the exact energy consumption of a building is currently unprepared. Thus, after applying standard weather data for four weather factors which were used in previous researches to Visual DOE 4.0, we compared it with the result of the existing data and evaluated them. For the monthly cooling and heating load of our target building, we used revised data for June, July, August, and September during which cooling load is applied. When not the existing data but the revised data was used, the research shows that an average of 14.9% increased in June, August, and September except for July. Also, in a case of heating load, the result by the revised data shows a reduction of an average of 11.9% from October to April during which heating load is applied. In particular, the heating loads of all months for which the revised data was used were more low than those of the existing data. In the maximum cooling and heating load according to load factors, the loads by residents and illumination for which the revised data was used were the same as those of the existing data, but the maximum cooling loads used by the two data have a difference in structures such as walls and roofs. Through the above results, the research cannot clearly grasp which weather data influences the cooling and heating load of a building. However, in the maximum loads by the change of weather data in four factors (dry-bulb temperature, wet-bulb temperature, cloud amount, and wind speed) among 14 weather factors, the research shows that 5.95% in cooling load and 27.56% in heating load increased, and these results cannot be ignored. In order to make weather data for performing energy performance evaluation for future buildings, the flow of weather data for the present and past should be obviously grasped.

Keywords : ISO TRY(ISO Test Reference Years), 표준기상데이터(Typical meteorological data),
Visual DOE4.0 시뮬레이션(Visual DOE4.0 simulation)

접수일자 : 2008년 11월 00일, 심사완료일자:2008년 11월 00일
교신처자 : 박소희(changjo07@hanmail.net)

기상데이터를 정리 및 비교하였다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다.²⁾³⁾⁴⁾

3.1 ISO TRY에 의한 대표년 산출

국제기준인 prEN ISO15927-4⁵⁾는 냉난방 장치의 연간 에너지 요구량을 평가하기 위한 표준 방법(ISO TRY)을 제시하는데, 장기간의 기상관측 기록으로부터 기준 연도의 구성을 위한 방법을 규정하고 있으며, 이 방법은 덴마크식 선택법을 기초로 하고 있다. ISO TRY에 의해 산출되어진 각 월에 대한 대표년은 다음 [표 1]과 같다.

표 1. ISO TRY를 이용한 표준기상데이터의 대표년

월	대표년	월	대표년
1	1998	7	2002
2	1994	8	1999
3	1999	9	2004
4	1997	10	1995
5	1993	11	1998
6	1994	12	1997

위 [표 1]에 의해 선정된 각 월에 대한 대표년을 통해 시간단위의 표준기상데이터를 정리하여 DOE-2 Weather data format으로 변환한다.

3.2 DOE-2 Weather file에 적용 가능한 부산지역의 표준기상데이터

(1) 표준기상데이터

본 연구에서 부산을 대상으로 ISO TRY에 의해 산출되어진 일부 시간단위 기상데이터(이하 수정데이터)와 실측 및 기존 기상데이터의 월평균 값을 그래프로 나타내면 다음

2) 유효천 외, 「서울지역의 표준기상데이터 산출방법론 비교」, 한국태양에너지학회논문집, 28(2), pp. 10-18, 2008
 3) 유효천 외, 「표준기상데이터 형식 분석 및 TRY 가중치 적용」, 한국태양에너지학회논문집, 27(4), pp. 157-165, 2007
 4) 유효천 외, 「건축물성능평가 프로그램의 표준기상데이터 비교연구」, 한국생태학회하계학술발표대회, 8(1), pp. 153-156, 2008
 5) International Standard ISO 15972-4, Hygrothermal performance of buildings—Calculation and presentation of climatic data—Part 4:Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling, 2005

[그림 2~5]와 같다.

아래의 그래프와 같이 실측데이터와 수정데이터를 이용한 표준기상데이터의 월평균 값은 비교적 유사하게 나타났다.

그러나 기존 부산지역 데이터의 경우 건구온도를 제외하고 매우 큰 차를 나타냈다. 건구온도의 경우에도 수정데이터와 실측데이터와의 온도차이가 약 0~0.9°C인 것에 반해, 기존데이터의 경우 약 0~1.8°C의 분포를 보이고 있다.

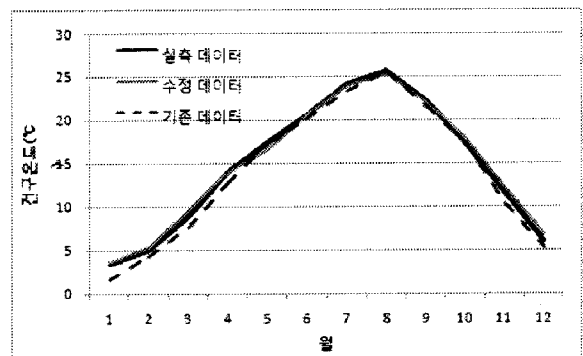


그림 2. 건구온도 비교

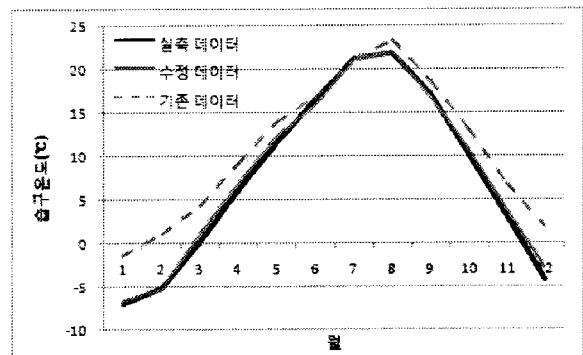


그림 3. 습구온도 비교

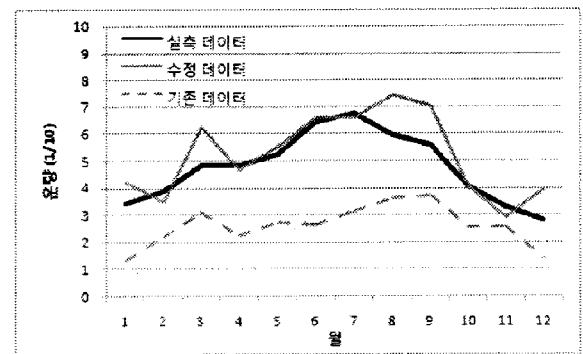


그림 4. 윤량 비교

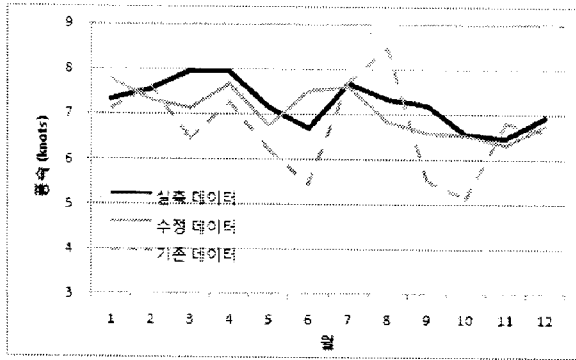


그림 5. 풍속 비교

(2) 비교 및 평가

수정 및 기존 데이터를 실측데이터와 보다 정확한 비교를 위해 MBE (Mean Bias Error), RMSE (Root Mean Squares for Error), t-statistic를 이용하여 검토하였다.

MBE는 예측모델에 의해 도출된 계산치와 측정치의 오차를 분석하기 위한 지표로 두 데이터 간 편차의 평균을 나타낸 것으로 다음 [식 1]과 같다.

$$MBE = \sum_{i=1}^n (H_{pred,i} - H_{obs,i}) / n \quad [식 1]$$

그 값이 0이 되면 가장 이상적인 값으로 판단 할 수 있다. RMSE는 다음 [식 2]와 같으며 MBE와 비슷한 의미로 사용되나, 오차 제곱 평균의 제곱근으로 예측 모형을 선택하거나 비교할 때 판단의 기준으로 사용되어진다. MBE와 같이 그 값이 최소가 되거나 0이 되는 모형을 최적의 예측모형으로 선택한다.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (H_{pred,i} - H_{obs,i})^2 / n} \quad [식 2]$$

최근 일사량 실측치와 예측치의 효율적 오차분석을 위해 Stone(1993)⁶⁾이 제안한 t-statistic 지표는 예측 모델 간에 t 값이 작을수록 적합 성능의 우수함을 나타낸다.

6) Stone R.J., 「Improved statistical procedure for the evaluation of solar radiation estimation models」, Solar Energy, 51(4), pp. 289-291, 1993

t-statistic 계산식은 다음 [식 3]과 같으며, 기존 MBE와 RMSE를 동시에 포함하고 있어 각각의 분석결과를 취합 할 수 있는 장점이 있다.⁷⁾

$$t = \sqrt{\frac{(n-1) MBE^2}{RMSE^2 - MBE^2}} \quad [식 3]$$

위의 비교식에 의해 평가된 값은 다음 [표 2]와 같다.

표 2. 기상데이터별 비교(부산지역)

	건구온도		습구온도	
	기존데이터	수정데이터	기존데이터	수정데이터
MBE	-1.3837	0.2282	5.6184	0.6760
RMSE	4.9250	4.5740	8.5825	7.7993
t-statistic	5.5851	0.9530	16.5220	1.6589
Good data		V		V
	운량		풍속	
	기존데이터	수정데이터	기존데이터	수정데이터
MBE	2.1457	0.4750	-0.5351	-0.1653
RMSE	2.9916	3.0048	2.8891	2.6328
t-statistic	19.6382	3.0545	3.5960	1.2006
Good data		V		V

위의 비교식에 의해 기존데이터와 ISO TRY에 의해 산출된 수정데이터를 실측데이터와 비교한 결과 수정데이터에 의해 산출된 데이터가 실측데이터와 오차가 적은 것으로 나타났다. 특히 MBE, RMSE를 취합하는 t-statistic는 약 0~3의 분포로 매우 적은 오차 범위를 나타냈으나, 기존데이터의 경우 매우 큰 차를 나타냈다.

4. 시뮬레이션 평가

위의 과정을 통해 실측데이터와 보다 유사하게 나타난 수정데이터(4개 요소-건구온도, 습구온도, 운량, 풍속)에 의해 산출된 표준기상데이터를 Visual DOE 4.0의 weather file

7) 윤종호, 「서울지역 실측일사량을 이용한 일사량 적산분리 모델의 정밀성 검증 연구」, 태양에너지학회논문집, 20(1), pp. 45-54, 2000

format으로 변환하여 적용한 후 기존 데이터와의 결과 값과 비교하였다.

4.1 Case study 대상건물의 개요

본 연구의 위해 31×29×3m인 장방형 형태의 단순화된 모델을 설정하였다. 모델의 설계 데이터는 다음 [표 3]과 같다. 또한, 그 외의 값은 시뮬레이션의 default값으로 설정하였다.

표 3. 모델 설계 data

		설계 자료		
내부 data	Cooling	25℃, 50%		
	Heating	20℃, 50%		
내부 부하 data	Occ.	45m ² /p	Lighting	20W/m ²
			Equip.	5W/m ²

4.2 Case Study에 의한 결과

기존 데이터와 4개 요소를 수정한 수정데이터의 비교결과는 다음과 같다.

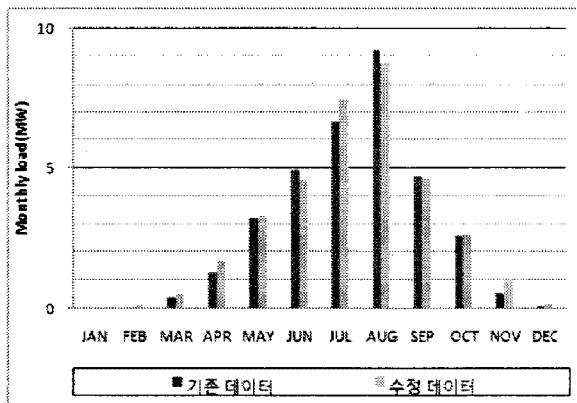


그림 6. 월별 냉방 부하 비교(기존 및 수정데이터)

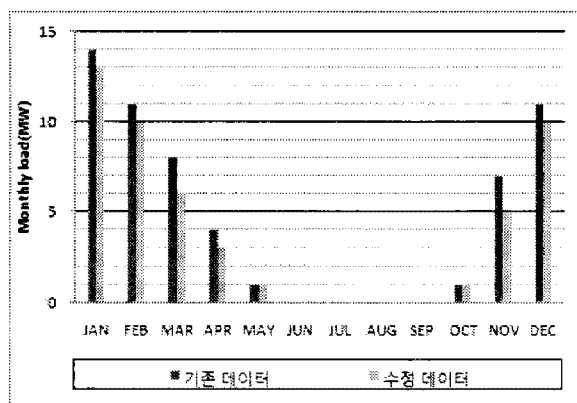


그림 7. 월별 난방 부하 비교(기존 및 수정데이터)

다음 [그림 6, 7]은 대상건물의 월별 냉난방 부하를 비교한 것이다. 냉방부하의 경우 냉방이 이루어지는 6, 7, 8, 9월에 대한 두 데이터는 7월을 제외하고 평균 14.9%의 감소율을 보였다. 또한, 난방부하의 경우 난방이 이루어지는 10월~3월까지 평균 11.9%의 감소율을 보였다.

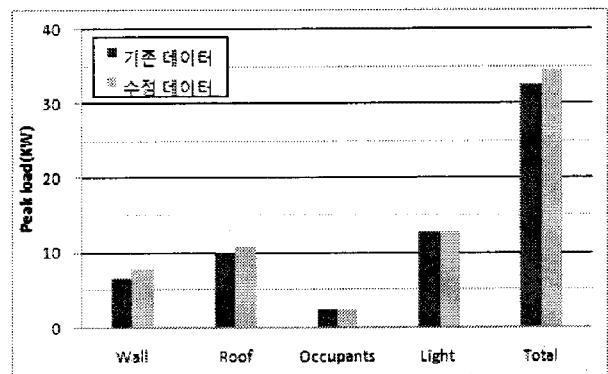


그림 8. 냉방 최대 부하 비교(기존 및 수정데이터)

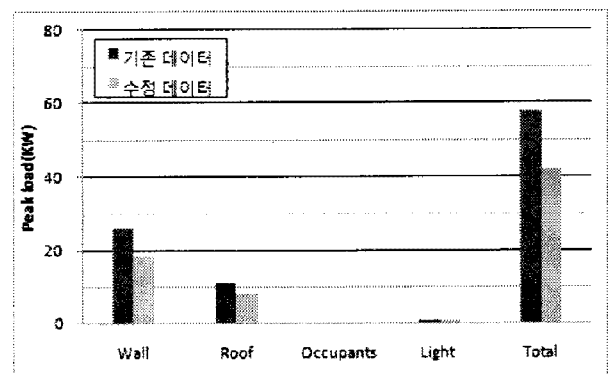


그림 9. 난방 최대 부하 비교(기존 및 수정데이터)

위의 [그림 8, 9]는 부하요소별 최대 냉난방 부하를 나타낸 것이다. 냉방 부하의 경우 거주자 및 조명은 동일하나 벽, 지붕과 같은 구조체로부터의 부하에 의해 최대 냉방 부하에서 차이가 발생한 것을 알 수 있다.

난방 부하는 냉방부하와 마찬가지로 벽, 지붕으로 부터의 부하에 의해 최대 난방 부하가 차이를 보였다.

5. 결론

선행 연구에서 수행되었던 ISO TRY 산출 방법을 통한 부산지역에 대한 20년간 (1986-2005)의 시간단위 표준기상데이터(4개 기상요소-건구온도, 습구온도, 운량, 풍속)를 DOE weather data format으로 변환 후(수정 데이터) 냉난방부하를 계산하였다. 그리고 이를 부산 weather data(기존 데이터)와 비교한 결과는 다음과 같다.

Case study를 위한 대상건물의 월별 냉난방부하에서 냉방부하의 경우 냉방이 이루어지는 6, 7, 8, 9월에 대한 두 데이터는 7월을 제외하고 평균 14.9%의 감소율을 보였다. 또한, 난방부하의 경우 난방이 이루어지는 10월~3월까지 평균 11.9%의 감소율을 보였다. 특히, 냉방부하와 달리 모든 월의 난방 부하가 기존데이터에 비해 낮게 나타났다. 부하 요소별 최대 냉난방부하에서는 냉난방 부하의 경우 거주자 및 조명은 동일하나 벽, 지붕과 같은 구조체로부터의 부하에 의해 최대 냉방 부하에서 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

위의 결과를 통해 냉난방부하에 어떤 기상데이터가 어느 정도의 영향을 미치는지는 명확하게 파악할 수 없으나 16개의 기상요소 중 4개 요소에 대한 기상데이터의 변화만으로 최대 부하가 냉방은 5.95%의 증가율을, 난방은 27.56%의 증가율을 나타낸다는 것은 간과할 수는 없는 결과로 판단된다. 또한, 현재에 건설되는 미래의 건축물을 위한 에너지 성능평가 수행을 위한 기상데이터 마련을 위해서는 과거와 현재에 대한 기상데이터의 흐름파악이 명확하게 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 DOE-2의 Weather data로 사용가능한 부산지역의 표준기상데이터 중 4가지 기상요소에 대한 데이터를 통해 시뮬레이션 결과 값을 도출하였으나, 추후 DOE-2에서 요구하는 모든 기상요소에 대한 데이터 생성 및 표준기상데이터 적용에 따른 결과

값의 평가 등이 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2007-000-10231-0)

참 고 문 헌

1. 유호천 외, 「서울지역의 표준기상데이터 산출방법론 비교」, 한국태양에너지학회 논문집, 28(2), pp. 10-18, 2008
2. 유호천 외, 「표준기상데이터 형식 분석 및 TRY 가중치 적용」, 한국태양에너지학회 논문집, 27(4), pp. 157-165, 2007
3. 유호천 외, 「건축물성능평가 프로그램의 표준기상데이터 비교연구」, 한국생태학회 하계학술발표대회, 8(1), pp. 153-156, 2008
4. 김기세 외, 「건물 에너지성능 평가를 위한 국내기상자료 선정프로그램 개발에 관한 연구」, 충남대학교 산업기술연구소 논문집, 15(1), pp. 131-139, 2000
5. International Standard ISO 15972-4, Hygrothermal performance of buildings-Calculation and presentation of climatic data-Part 4:Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling, 2005
6. Stone R.J., 「Improved statistical procedure for the evaluation of solar radiation estimation models」, Solar Energy, 51(4), pp. 289-291, 1993
7. 윤종호, 「서울지역 실측일사량을 이용한 일사량 직산분리 모델의 정밀성 검증 연구」, 태양에너지학회논문집, 20(1), pp. 45-54, 2000