

## 표준기상데이터(부산지역) 비교 및 분석

유호천\*, 이관호\*\*, 강현구\*\*\*

\*울산대학교 건축학부(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr), \*\*울산과학기술대학 공간디자인학부(ghlee@mail.uc.ac.kr),  
\*\*\*울산대학교 건축학부 대학원(hks1708@nate.com)

### Analysis of Building Energy by the Typical Meteorological Data

Yoo, Ho-Chun\*, Lee, Kwan-Ho\*\*, Kang, Hyun-Gu\*\*\*

\*School of Architecture, University of Ulsan(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr),  
\*\*School of Space Design, Ulsan College(ghlee@mail.uc.ac.kr),  
\*\*\*School of Architecture Graduate School, University of Ulsan(hks1708@nate.com)

#### Abstract

---

Building is a major energy consumer, and now many efforts are made to save energy in the design and using equipments. The most noticeable achievement in those efforts is a building energy performance assessment program. But most programs are not satisfying enough to provide exact meteorological data, and data source and calculation, and data collection period are not clearly defined. That is common in most of domestic programs.

This study collects typical meteorological data in 16 items and analyzes them with Visual DOE 4.0 to compare with existing data. The comparison found that revised data shows a 11% increase on average during cooling period from June to September, and a 13% decrease on average during heating period from December to February, in terms of building heating and cooling load in a monthly basis.

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

---

## 1. 서 론

지금 세계는 고유가와 기후변화의 위기에 직면하여 에너지를 최대의 화두로 다루고 있다. 에너지 수요의 큰 부분을 차지하고 있는 건축부문에 있어서도 이는 간과할 수 없는 문제점이다. 따라서 신축하는 건물을 얼마나 에너지 효율적으로 계획하는지, 이미 건축된 건물의 에너지 사용을 얼마나 잘 관리하는지, 노후화된 건물의 에너지 효율성을 어떻게 높이는지가 건축물 에너지 절감의 주요 이슈이다.

이에 건축물 디자인 및 설비 등의 설계에서 보다 적은 에너지의 사용을 위한 노력이 진행중이며, 이러한 흐름에서 가장 각광 받고 있는 것이 계획단계에서부터 건축물의 에너지 사용량을 평가할 수 있는 건물성능평가 프로그램이다. 우리나라의 경우도 저탄소 및 친환경 건축물의 필요성이 대두되면서 건물성능평가 프로그램에 대한 이용이 더욱 활발해지고, 일반화되고 있다.

이러한 프로그램들의 대부분은 외부의 기상변화에 대한 건물의 동적 반응이 절대적인 중요성을 가지고 작용되어지며 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 필수적으로 그 지역의 기상데이터가 입력되어야만 정확한 건물에너지 소비량을 추정할 수 있다.

그러나 성능평가 프로그램의 대다수는 국내의 각 지역에 대한 기상데이터를 제공하지 못하고 있으며, 데이터가 제공되는 지역일지라도 출처 및 기상데이터 산출방법, 기간 등이 불분명한 실정이다. 이는 일부 프로그램에서 제공하고 있는 기상데이터의 경우에도 마찬가지이다.

본 연구에서는 선행연구에서 수행하였던 Visual DOE 4.0 포맷으로 ISO TRY 형식으로 산출한 표준기상데이터를 프로그램에 적용하여 구동 후 그 결과 값을 기존의 데이터의 결과 값과 비교 및 평가하고자한다.

## 2. 연구방법 및 범위

본연구는 표준기상데이터 변화 추이를 확인하는 연구로 본연구의 범위 및 방법으로는 선행연구에서 수행한 표준년 기상요소에 대해 데이터를 생성한 값과 실측 결과값을 비교분석 하고자 한다. 그 방법으로 에너지 해석 프로그램을 이용 시뮬레이션을 표준기상자료를 교체하여 수행한 결과로 비교 분석 하고자 한다. 에너지 해석 프로그램은 Visual DOE 4.0을 이용하였다. Visual DOE 4.0은 기존의 DOE-2의 계산엔진을 기본으로 입·출력기능을 향상시킨 것으로 Windows 환경에서 사용할 수 있도록 개발된 건물에너지 해석 프로그램이다.

DOE-2는 미국 에너지성(Department of Energy)의 지원으로 Lawrence Berkely Lab.에서 개발하였다. Visual DOE 4.0에 사용되는 DOE-2의 기상데이터 포맷은 다음 [그림 1]과 같은 형태로 시간단위의 총 16개의 기상요소가 요구된다.

다음 [그림 1]은 현재 국내의 업체에서 사용되고 있는 부산지역의 기상파일이며, 1년의 기상데이터가 시간단위로 입력되어 있다. 그러나 데이터의 형식 및 기간 등이 불분명하다.

BUSAN KOREA		1986 35.60 -129.20 -9 3																							
WB DB	CA	WS	1.06	1.05	1.03	1.01	0.99	0.97	0.99	0.98	1.00	1.04	1.05	528.3	517.9	545.6	515.2	516.3	518.1	520.8	524.9	527.5	527.8	526.7	524.6
1 1 1	33.1	33.1	29.8	0.0	0.0	3	0.0029	0.080	10.0	0.0	0.0	0.0	1	4.											
1 1 2	27.	33.	29.8	0.0	0.0	7	0.0020	0.080	10.0	0.0	0.0	0.0	1	7.											
1 1 3	27.	33.	29.8	0.0	0.0	15	0.0020	0.080	10.0	0.0	0.0	0.0	1	22.											
1 1 4	27.	33.	29.8	0.0	0.0	4	0.0021	0.080	10.0	0.0	0.0	0.0	1	4.											
1 1 5	27.	32.	29.8	0.0	0.0	5	0.0022	0.080	10.0	0.0	0.0	0.0	1	3.											
1 1 6	27.	32.	29.8	0.0	0.0	11	0.0023	0.080	10.0	0.0	0.0	0.0	1	4.											
1 1 7	28.	32.	29.8	0.0	0.0	13	0.0023	0.080	10.0	0.0	0.0	0.0	1	3.											
1 1 8	28.	32.	29.8	0.0	0.0	14	0.0023	0.080	10.0	0.0	0.0	0.0	1	6.											
1 1 9	29.	34.	29.8	0.0	0.0	11	0.0024	0.080	10.5	0.0	0.0	0.0	1	4.											
1 1 10	32.	37.	29.8	0.0	0.0	13	0.0026	0.079	11.5	0.0	0.0	0.0	1	9.											
1 1 11	32.	37.	29.8	1.0	0.0	13	0.0026	0.079	11.5	0.0	0.0	0.0	1	13.											
1 1 12	32.	38.	29.8	1.0	0.0	0	0.0026	0.079	12.0	0.0	0.0	0.0	1	3.											
1 1 13	32.	39.	29.8	1.0	0.0	0	0.0024	0.079	12.0	0.0	0.0	0.0	1	9.											
1 1 14	33.	41.	29.8	1.0	0.0	15	0.0024	0.079	12.5	0.0	0.0	0.0	1	6.											
1 1 15	33.	41.	29.8	1.0	0.0	0	0.0023	0.079	12.5	0.0	0.0	0.0	1	7.											
1 1 16	34.	42.	29.8	1.0	0.0	15	0.0024	0.078	12.5	0.0	0.0	0.0	1	4.											
1 1 17	33.	41.	29.8	0.0	0.0	15	0.0024	0.079	12.5	0.0	0.0	0.0	1	5.											
1 1 18	31.	38.	29.8	0.0	0.0	13	0.0022	0.079	11.5	0.0	0.0	0.0	1	8.											
1 1 19	30.	37.	29.8	0.0	0.0	14	0.0021	0.079	11.0	0.0	0.0	0.0	1	7.											
1 1 20	29.	36.	29.8	0.0	0.0	15	0.0020	0.080	10.5	0.0	0.0	0.0	1	0.											

그림 1. 부산지역 DOE-2용 기존 기상데이터 및 수정데이터를 위한 4가지 기상요소

본 연구는 선행연구1)를 통해 부산지역의 기상데이터를 ISO TRY형식에 의해 14개 기

상요소 중 4개 기상요소(건구온도WB, 습구온도DB, 운량CA, 풍속WS)의 수정데이터와 기존데이터에 대한 시물레이션 비교를 통해 기존 데이터에 비해 보다 실측데이터와 비슷한 결과 값을 보이는 것으로 평가한 바 있다.

본 연구에서는 이에 대한 후속연구로써 Visual DOE 4.0에서 요구하는 모든 기상요소(14개 요소 - 습구온도, 건구온도, 기압, 운량, 적설량, 강수량, 풍향, 절대습도, 공기밀도, 엔탈피, 수평면일사, 직달일사, 운형, 풍속)에 대한 데이터생성 및 표준기상데이터 적용에 따른 결과 값에 대한 비교를 수행하고자 한다.

### 3. 표준기상데이터 이용을 통한 분석

20년간(1986~2005년)의 표준기상데이터 작성을 위해 산출형식을 선택하고 이를 기초로 대표년 및 대표년에 의한 14개 기상요소(습구온도, 건구온도, 기압, 운량, 적설량, 강수량, 풍향, 절대습도, 공기밀도, 엔탈피, 수평면일사, 직달일사, 운형, 풍속)에 대한 표준기상데이터를 정리 및 비교하였다.<sup>2)3)4)</sup>

국제기준인 prEN ISO15927-4<sup>5)</sup>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 대표

년은 다음 [표 1]과 같다.

표 1. ISO TRY를 이용한 표준기상데이터의 대표년

월	대표년	월	대표년
1	1987	7	1997
2	1997	8	1996
3	1995	9	1991
4	1991	10	1999
5	1993	11	1998
6	1988	12	1992

위의 [표 1]과 같이 대표년을 정리하고, 이를 바탕으로 14개 요소에 대한 표준기상데이터를 정리하였다. 표준기상데이터를 이용 프로그램에 직접 사용 할 수 있도록 표준기상데이터를 Visual DOE 4.0 프로그램 bin파일로 작성하였으며, Visual DOE 4.0의 부산지역 표준기상데이터는 다음 [그림 2]와 같다.

TRY BUSAN													
	-999	37.57	-126.97	-9	3								
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
496.2	503.8	509.9	520.3	526.5	536.1	540.2	547.3	536.2	525.1	514.5	502.5		
1.1	1	29.	38.	30.1	1.	0	0	2	0.0014	0.080	10.0	0.0	0.0
1.1	2	28.	37.	30.1	1.	0	0	2	0.0013	0.080	9.8	0.0	0.0
1.1	3	28.	36.	30.1	1.	0	0	0	0.0013	0.080	9.5	0.0	0.0
1.1	4	27.	36.	30.1	1.	0	0	2	0.0012	0.080	9.3	0.0	0.0
1.1	5	27.	35.	30.1	1.	0	0	2	0.0012	0.080	9.1	0.0	0.0
1.1	6	26.	34.	30.1	1.	0	0	2	0.0012	0.080	8.9	0.0	0.0
1.1	7	25.	33.	30.1	1.	0	0	2	0.0011	0.080	8.6	0.0	0.0
1.1	8	25.	32.	30.1	1.	0	0	2	0.0011	0.081	8.4	0.0	0.0
1.1	9	25.	32.	30.1	2.	0	0	2	0.0011	0.081	8.4	35.2	38.4
1.1	10	28.	37.	30.1	2.	0	0	1	0.0014	0.080	9.6	87.2	128.6
1.1	11	32.	41.	30.1	2.	0	0	1	0.0017	0.079	10.9	119.8	169.2
1.1	12	35.	45.	30.1	2.	0	0	2	0.0021	0.079	12.1	145.3	201.7
1.1	13	37.	46.	30.0	4.	0	0	2	0.0024	0.078	12.6	152.3	227.5
1.1	14	38.	48.	30.0	7.	0	0	2	0.0027	0.078	13.1	139.1	238.4
1.1	15	40.	49.	30.0	9.	0	0	2	0.0031	0.078	13.7	80.1	106.6
1.1	16	39.	47.	30.0	8.	0	0	1	0.0030	0.078	13.2	32.6	36.3
1.1	17	38.	45.	30.0	7.	0	0	1	0.0030	0.079	12.7	3.5	3.6
1.1	18	36.	43.	30.0	6.	0	0	1	0.0029	0.079	12.2	0.0	0.0
1.1	19	37.	43.	30.0	7.	0	0	1	0.0030	0.079	12.2	0.0	0.0
1.1	20	37.	43.	30.0	7.	0	0	1	0.0031	0.079	12.2	0.0	0.0

그림 2. 부산지역 Visual DOE 4.0용 수정데이터 및 제외된 4가지 기상요소

### 3.2 대한민국 표준기상데이터 비교

기존데이터를 실측데이터와 보다 정확한 비교를 위해 선행연구에서 이용하였던 MBE (Mean Bias Error), RMSE(Root Mean Squares for Error), t-statistic를 이용하여 검토하였다.

위의 방법에 의해 평가된 값은 다음 [표 2]와 같다.

여기에서 적설량, 강수량, 풍향의 경우에는 유무로만 표시되어 판별할 수 없고 습구온도, 직달일사의 경우 계산통해 구하였기 때

1) 유호천 외, 「표준기상데이터(부산지역) 적용에 따른 건축물에너지 분석」, 한국태양에너지학회 추계학술발표대회, 8(1), pp. 202-207, 2008

2) 유호천 외, 「서울지역의 표준기상데이터 산출방법론 비교」, 한국태양에너지학회논문집, 28(2), pp. 10-18, 2008

3) 유호천 외, 「표준기상데이터 형식 분석 및 TRY 가중치 적용」, 한국태양에너지학회논문집, 27(4), pp. 157-165, 2007

4) 유호천 외, 「건축물성능평가 프로그램의 표준기상데이터 비교 연구」, 한국생태학회학술발표대회, 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

문에 데이터비교에서 제외시켜 총 9개의 데이터를 비교하였다.

표 2. 기상데이터 비교(부산지역)

	건구온도		기압	
	기존데이터	수정데이터	기존데이터	수정데이터
MBE	-1.523	0.404	0.088	0.000
RMSE	5.531	5.004	0.186	0.141
t-statistic	5.463	1.546	10.236	0.009
Good data		○		○
	운량		절대습도	
	기존데이터	수정데이터	기존데이터	수정데이터
MBE	0.461	0.044	0.000	0.000
RMSE	3.812	3.632	0.002	0.002
t-statistic	2.322	0.233	1.470	2.452
Good data		○	○	
	공기밀도		엔탈피	
	기존데이터	수정데이터	기존데이터	수정데이터
MBE	-0.001	0.000	3.272	0.254
RMSE	0.002	0.001	5.016	2.184
t-statistic	18.669	1.512	16.416	2.237
Good data		○		○
	수평면일사		운형	
	기존데이터	수정데이터	기존데이터	수정데이터
MBE	-446.323	-0.670	-0.045	0.002
RMSE	77.437	36.592	0.173	0.615
t-statistic	14.242	0.349	5.146	0.072
Good data		○		○
	풍속			
	기존데이터	수정데이터		
MBE	-0.520	-0.076		
RMSE	4.232	4.039		
t-statistic	2.363	0.361		
Good data		○		

위의 비교표에 의해 기존데이터와 ISO TRY에 의해 산출된 수정데이터와 기존데이터를 실측데이터와 비교한 결과 수정데이터가 기존데이터보다 절대습도를 제외한 다른 요소들은 오차가 더 적은 것으로 나타났다.

기존데이터는 약 1~5정도의 분포가 나타났고 수정데이터는 약 0~2정도의 분포로 매우 적은 오차의 범위를 나타냈다. 특히 공기밀도의 경우 기존데이터가 매우 큰 차를 보이는 것을 알 수 있다.

#### 4. 시뮬레이션 평가

위의 과정을 통해 실측데이터와 수정데이터에 의해 산출된 부산지역 표준기상데이터를 Visual DOE 4.0의 Weather file로 변환하여 적용한 후 그 값을 비교하였다.

데이터 값의 비교를 위해 장방형 형태의 단순모델로 설정하였으며 설계 데이터는 다음 [표 3]과 같다. 그 외의 값은 Visual DOE 4.0에서 제공하는 default 값으로 설정하였다.

표 4. 모델 설계 data

		설계 자료		
모델		31m×29m×3m		
내부 data	Cooling	26℃, 50%		
	Heating	20℃, 50%		
내부 부하 data	Occ.	45m <sup>2</sup> /p	Lighting	Equip.
			20W/m <sup>2</sup>	5W/m <sup>2</sup>

기존데이터와 모든요소를 수정한 수정데이터의 비교 결과는 다음과 같다.

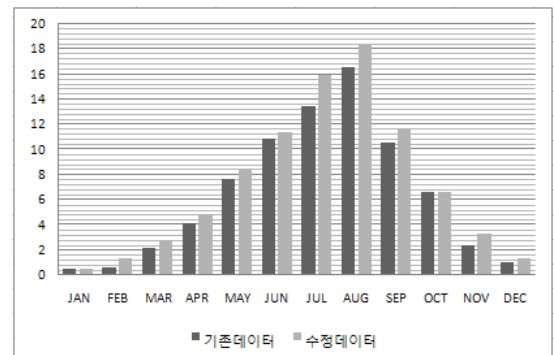


그림 3. 월별 냉방 부하 비교(단위 kW)

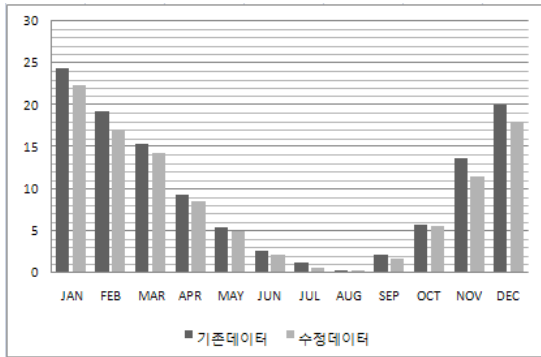


그림 4. 월별 난방 부하 비교(단위 MW)

다음 [그림3, 4]은 대상 건물의 월별 냉난방 부하를 비교한 것이다. 전반적으로 하절기의 냉방부하의 경우 기존데이터보다 평균적으로 11%정도의 증가율을 보였으며 동절기의 난방부하의 경우 평균적으로 13%정도의 감소율을 보였다.

## 5. 결론

이번 연구에서 MBE(Mean Bias Error), RMSE(Root Mean Squares for Error), t-statistic의 비교 및 시뮬레이션의 냉난방 부하를 통해 기존데이터와 수정데이터를 비교한 결과를 정리하면 다음과 같다.

표준기상데이터의 분석을 통해 절대습도를 제외한 모든 요소에서 수정데이터가 실측데이터에 보다 더 오차율이 적은 것으로 나타났다. 특히 공기밀도의 경우에는 수정데이터보다 10배이상의 차이를 보인다.

시뮬레이션 비교를 위한 대상건물의 월별 냉난방부하에서 수정데이터가 냉방이 이루어지는 6~9월에 대한 데이터의 경우 평균 11%정도의 증가율을 보이고 최대 18%(7월)의 증가율을 보이며 난방이 이루어지는 11~2월에 대한 데이터의 경우 평균 13%감소율을 보이고 최대 19%(11월)의 감소율을 보인다.

위의 데이터 비교 분석에서 냉방부하의

증가와 난방부하의 감소가 나타난다는 것은 기존데이터보다 수정데이터가 전체적인 기상요소 중 온도와 관련된 요소에 의한 것이라 생각되며, 이것은 [표 2]의 기상데이터 비교에서 t-statistic에서 오차가 크게 나타난 건구온도와 수평면일사에 의해 대상건물의 평균적 온도가 올라간 것으로 판단된다.

위의 결과를 통해 기상요소가 냉난방부하에 어떤 기상데이터가 어느 정도의 영향을 미치는지는 명확하게 파악할 수 없으나 16개 기상요소 수정을 통한 기존 및 수정데이터의 비교를 통해 냉난방부하의 증가 및 감소가 나타난다는 결과를 알 수 있었다.

본 연구에서는 Visual DOE 4.0의 Weather data로 사용가능한 부산지역의 표준기상데이터의 16가지 기상요소에 대한 데이터를 통해 시뮬레이션 결과 값을 도출하였으나, 추후에는 각각의 기상요소별에 대한 데이터 생성 및 데이터의 비교 분석을 통해 각요소에 따른 결과 값이 얼마만큼의 차이를 나타내는지 판단해야 할 것이다. 또한 서울 및 5개광역시(광주, 대구, 대전, 울산, 인천)에 대한 비교 및 분석이 필요할 것으로 판단된다.

또한, 현재에 건설되는 미래의 건축물을 위한 에너지성능평가 수행을 위한 기상데이터 마련을 위해 미래데이터에 관한 연구도 이루어져야 할 것이다.

## 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」, 한국태양에너지학회논문집, 27(4), pp. 157-165, 2007
3. 유호천 외, 「건축물성능평가 프로그램의 표준기상데이터 비교연구」, 한국생태학회학술발표대회, pp. 153-156, 2008
4. 유호천 외, 「표준기상데이터(부산지역) 적용에 따른 건축물에너지 분석」, 한국태양에너지학회 추계학술발표대회, 8(1), pp. 202-207, 2008
5. 김기세 외, 「건물 에너지성능 평가를 위한 국내기상자료 선정프로그램 개발에 관한 연구」, 충남대학교 산업기술연구소 논문집, 15(1), pp. 131-139, 2000
6. 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
7. Stone R.J., 「Improved statistical procedure for the evaluation of solar radiation estimation models」, Solar Energy, 51(4), pp. 289-291, 1993
8. 윤중호, 「서울지역 실측일사량을 이용한 일사량 직산분리 모델의 정밀성 검증 연구」, 태양에너지학회논문집, 20(1), pp. 45-54, 2000