

# 연간 건물난방 에너지사용량의 예측에 미치는 측정기간의 영향

조 성 환<sup>†</sup>, 태 춘 섭, 김 진 호, 방 기 영\*

한국에너지기술연구원 건물에너지연구센터, \*태림피엠엔시

## Effect of Measuring Period on Predicting the Annual Heating Energy Consumption for Building

Sung-Hwan Cho<sup>†</sup>, Choon-Seob Tae, Jin-Ho Kim, Ki-Young Bang\*

Building Energy Research Center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon 305-600, Korea

\*Tae Lim PM&C, Seoul 137-844, Korea

(Received January 20, 2002; revision received March 3, 2003)

**ABSTRACT:** This study examined the temperature-dependent regression model of energy consumption based on various measuring period. The methodology employed was to construct temperature-dependent linear regression model of daily energy consumption from one day to three months data-sets and to compare the annual heating energy consumption predicted by these models with actual annual heating energy consumption. Heating energy consumption from a building in Daejeon was examined experimentally. From the results, predicted value based on one day experimental data can have error over 100%. But predicted value based on one week experimental data showed error over 30%. And predicted value based on over three months experimental data provides accurate prediction within 6% but it will be required very expensive.

**Key words:** Heating energy consumption(난방 에너지사용량), Regression analysis(회귀분석), Heating energy prediction(난방 에너지예측), Measuring period(측정기간), Daily average outdoor temperature(일평균 외기온도)

### 기 호 설 명

$E$  : 오차 [%]

$R$  : 상관계수

$S_a$  : 실제 가스소비량 [ $m^3/h$ ]

$S_b$  : 가스소비량 [ $m^3/h$ ]

### 1. 서 론

국내 ESCO 사업은 1992년도를 기점으로 활발

한 활동을 전개한 결과 현재 100여 개 이상의 업체가 등록되어 활동 중에 있다. ESCO는 산업체, 건물 등 시설을 소유하고 있거나 관리하는 에너지 수용가에게 에너지 효율향상에 대한 서비스를 제공하고 절약시설투자비 및 서비스 대가로 계약한 에너지절약성계약에 의하여 에너지 비용절감액의 일정비율을 분배받는 것이다. 따라서 에너지절약성계약을 위해서는 절약사업에 대한 정확한 에너지사용량의 예측이 중요하며 예측값이 정확하지 못할 경우에는 ESCO와 고객 사이에 분쟁을 일으키는 원인이 되기도 한다.<sup>(1)</sup>

일반적으로 절약시설에 대한 에너지사용량 예측하는 방법은 공학적 계산, 측정 및 모니터링, 에너지 비용분석, 컴퓨터 시뮬레이션 등 여러 가지 방법이 있다. 컴퓨터 시뮬레이션이나 공학적

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-42-860-3236; fax: +82-42-860-3202

E-mail address: shcho@kier.re.kr

계산방법은 시간이 짧게 걸리는 반면에 정확도에 문제가 있고, 측정 및 모니터링 방법은 다른 방법에 비하여 간편하면서도 상당히 정확한 예측이 가능하다는 장점이 있다. 그래서 이제까지의 많은 연구자들은 실제 에너지사용량에 대한 측정 및 모니터링을 통하여 얻은 결과를 회귀분석함으로써 절약시설에 대한 에너지사용량을 예측하는 연구를 수행하였다. 또한 회귀분석함에 있어서 영향을 미칠 수 있는 인자는 외기온도, 습도, 태양열 복사 및 건물 내 에너지부하 등 여러 가지가 있으나, 외기온도가 가장 큰 영향을 미친다고 알려져 있다.<sup>(2)</sup> 또한 상업용 건물은 대부분 토요일이나 일요일 또는 공휴일에 근무하지 않기 때문에 평일과 주말을 구분하여 에너지사용량을 예측하여야 한다.<sup>(3)</sup> 이러한 경우 야간에 가동되는 냉난방 설비의 영향도 건물 에너지사용량 예측에 고려해야 한다.<sup>(4)</sup> 회귀분석에 의한 건물 에너지사용량 예측방법에서 기후의 영향은 지대하기 때문에, 외국의 사례를 국내에 직접적으로 적용할 수는 없다. 국내에서 회귀분석에 의한 건물 에너지사용량에 관한 연구로서, 이승복<sup>(5)</sup>은 단순회귀분석방법에 따라 건물 에너지사용량을 예측하였다.

건물의 에너지소비량을 측정 및 모니터링한 결과를 회귀분석함으로써 에너지소비량을 예측하는 방법은 간편하면서도 매우 정확한 예측이 가능하지만, 장기간의 시간이 소요되는 단점이 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 실제 에너지사용량에 대한 측정 및 모니터링을 실시한 결과를 회귀분석한 후, 측정기간의 변화가 에너지소비량의 예측에 미치는 영향을 살펴봄으로써 적정 측정기간을 제시하고자 하였다. 또한 이러한 회귀분석 결과는 향후 에너지절약성과계약을 위한 기초자료로

활용하고자 한다.

본 연구에서는 대전지역에 위치한 사무소 건물을 선정하여, 2000년 11월부터 2001년 3월 동안의 난방 에너지사용량에 대하여 회귀분석기법을 이용하여 다양한 측정기간에 따른 에너지사용량 예측값의 정확성에 대해 검토 분석하고자 한다.

2. 대상건물의 개요와 측정장치

회귀분석을 이용한 건물 에너지사용량 예측을 위하여 선정된 건물의 규모는 지하 7층, 지상 14층으로 대전 둔산지역에 있는 S빌딩이다. 이 건물의 개요를 Table 1에 나타내었다.

건물의 지하층은 주로 기계실과 주차장으로 사용되고 있으며, 지상은 주로 사무실로 이용된다. 빌딩의 난방은 LNG를 연료로 사용하고 있는 증기보일러 2대를 이용하고 있으며, 동시에 온수공급도 하고 있다. 온수공급은 위생수로만 이용되기 때문에 그 양은 무시해도 무방할 정도로 매우 적다. 공조방식으로서 내주부는 일정풍량방식(CAV), 외주부는 팬코일유니트방식(FCU)이고, 공조방식의 제어는 자동제어와 수동제어를 혼용하고 있다.

선정된 건물의 난방은 LNG를 이용하기 때문에 난방 에너지는 가스유량계(model : D160DN80PN/ANSII0)를 이용하여 측정하였으며, 측정된 데이터를 수집 및 저장하기 위한 데이터 저장시스템의 개략도를 Fig. 1에 나타내었다.

3. 외기온도 및 요일의 구분

본 연구는 건물 에너지사용량 분석을 위해 단순회귀분석기법을 적용하였다. 회귀분석은 두 개 이상의 양적 변수들간의 관계를 이용하여 하나의 변수가 다른 변수들로부터 예측이 가능하게 하는 통계적 기법이다.<sup>(6)</sup>

Table 1 Building description

Item	Description	
Buliding area	705.3 m <sup>2</sup>	
Gross floor area	14,379 m <sup>2</sup>	
Floor information	B7~B3 : Parking area B2 : Machinery area B1~F13 : Office	
Heating equipment	LNG steam boiler (2 ea.)	
Air conditioning	Interior	CAV
	Exterior	FCU
Control system	Auto+Manual system	

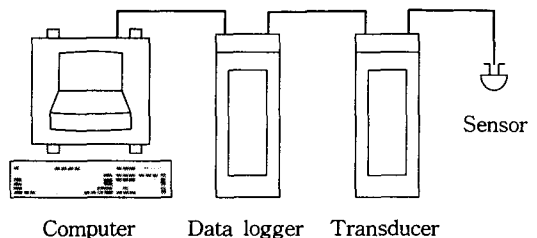


Fig. 1 Schematic of data aquisition system.

건물의 난방에너지 소비인자로는 건물의 사용 및 운영상황, 열적 특성 및 외기조건의 변화 등이 있다. 하지만 외기온도가 가장 큰 영향을 미치기 때문에, 외기온도를 독립변수로 볼 수 있고, 이때 건물의 사용형태에 따른 일별 에너지소비량은 일정 상관관계를 가진다고 알려져 있다. 대상건물의 에너지사용량을 측정하고 측정된 데이터를 바탕으로 단순회귀방법을 이용하여 건물의 난방 에너지사용량을 예측하였다.

본 연구에서는 외기온도로서 일평균 외기온도(Daily average outdoor temperature)와 주간평균 외기온도(Daytime average outdoor temperature)를 고려하였고, 또한 토요일을 평일에 포함시키는 방법과 일요일 및 공휴일에 포함시키는 방법 중 어느 것이 더 에너지사용량과 밀접한 관계가 있는지 알아보았다. 분석에 사용된 데이터는 2000년 11월부터 2001년 3월까지의 외기온도와 난방 에너지사용량이다. 외기온도는 기상청의 자료를 이용하였으며, 난방 에너지사용량은 5개월간 65,700 Nm<sup>3</sup>이다.

### 3.1 외기온도

건물에너지 소비인자 중 가장 큰 영향력이 있는 외기온도와 에너지사용량의 회귀식을 도출하였다. 외기온도는 난방시설의 가동시각인 오전 7시부터 오후 5시까지를 주간평균 외기온도 및 일평균 외기온도를 일별 난방 에너지사용량과 단순회귀분석을 실시하였다. 이를 바탕으로 회귀방정식을 도출하여 연간 난방 에너지사용량을 계산

하여 Table 2와 Table 3에 나타냈다. 여기서,  $E$ 은 오차로서 식(1)과 같이 정의된다.

$$E = \left| \frac{S_a - S_p}{S_a} \right| \times 100 \quad (1)$$

여기서,  $S$ 는 가스소비량이고, 하첨자  $a$ 와  $p$ 는 각각 실제 측정량과 예측량을 나타낸다.

일평균 외기온도를 독립변수로 하여 계산한 Table 2와 주간평균 외기온도를 독립변수로 하여 계산한 Table 3의 값은 각각 오차가 약 4.0%, 4.1%를 나타내어 큰 차이가 없음을 보이고 있다. 이것은 외기온도의 일평균값과 주간평균값이 모두 하루의 온도를 대표할 수 있다는 것을 알려준다. 본 연구에서는 일평균 외기온도를 독립변수로 선정하여 이후의 분석을 수행하였다.

### 3.2 요일의 구분

토요일을 평일에 포함시키는 경우와 토요일을 일요일 및 공휴일에 포함시키는 경우가 에너지소비량의 예측에 어떤 영향을 미치는지 알아보았다. Table 2와 Table 3에서 상부는 토요일을 일요일 및 공휴일에 포함시킨 경우의 값이고 하부는 토요일을 평일에 포함시킨 경우의 값을 나타내고 있는데 각각의 오차는 4.2%, 3.9%로서 큰 차이가 없다. 이것은 본 연구의 대상건물에서는 일요일에도 대부분 난방을 하고 있어서 토요일의 근무조건이 일요일과 유사하므로 토요일을 일요일 및 공휴일에 포함시켜서 이후의 분석을 수행하였다.

Table 2 Comparison of the actual gas consumption with the predicted gas consumption by linear regression based on daily average outdoor temperature

	$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]		$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]
Weekday	50359	52366	4.0	Weekday + Saturday	58202	60304	3.6
Saturday + Sunday + Holiday	15341	16044	4.6	Sunday + Holiday	7498	7902	5.4
Total	65700	68410	4.1	Total	65700	68206	3.8

Table 3 Comparison of the actual gas consumption with the predicted gas consumption by linear regression based on daytime average outdoor temperature

	$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]		$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]
Weekday	50359	52405	4.1	Weekday + Saturday	58202	60375	3.7
Saturday + Sunday + Holiday	15341	16091	4.9	Sunday + Holiday	7498	7929	5.7
Total	65700	68496	4.3	Total	65700	68304	3.9

4. 결과 및 고찰

4.1 시간별 측정에 의한 난방 에너지사용량 예측

하루 동안의 시간별 난방 에너지사용량 측정값을 이용하여 연간 난방 에너지사용량을 예측하였다. 시간 평균 외기온도와 매시간 측정된 가스사용량을 이용하여 단순회귀방정식을 도출하고 이를 Table 4에 나타내었다. Table 4에서  $R$ 은 상관계수로서 가스사용량이 외기온도에 의존하는 정도를 알려주는 값이다. 시간별 측정값으로부터 구한 회귀함수는 외기온도에만 의존되는 함수가 아님을 알 수 있다. 일반적으로 난방시스템은 건물 내부온도에 따라 보일러의 작동을 제어하는 방식이기 때문에, 외기온도의 변화가 건물 내부온도의 변화에 영향을 주지만, 외기온도의 시간별 변화가 건물 내부온도에 영향을 주지는 않기 때문에 외기온도의 시간별 변화와 보일러의 시간별 가동현황은 직접적인 관련이 없고 이것이 Table 4에서 상관계수가 낮은 값으로 나타나는 원인이

Table 4 Daily regression equations based on the gas consumption in daytime

Date	Regression equation	Operation time [h]	$R$
4/Mar.	$Y = 1.02X + 33.66$	10	0.0933
5/Mar.	$Y = -0.63X + 47.65$	11	0.231
6/Mar.	$Y = -3.05X + 62.01$	11	0.899
7/Mar.	$Y = -5.25X + 55.83$	11	0.647
8/Mar.	$Y = -0.58X + 51.32$	11	0.185
9/Mar.	$Y = -2.80X + 53.93$	10	0.732
10/Mar.	$Y = -11.1X + 113.2$	8	0.955

Table 5 Comparison of annual heating energy consumption based on daily regression equation

	$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]
4/Mar.	65700	57,729	12.1
5/Mar.		71,333	8.6
6/Mar.		86,722	32.0
7/Mar.		71,019	8.1
8/Mar.		76,386	16.3
9/Mar.		70,956	8.0
10/Mar.		142,840	117.4

된다. 이 식에 2000년 11월부터 2001년 3월까지 일평균 외기온도를 독립변수로 하여 연간 난방에너지를 산출하고 그 결과를 Table 5에 나타내었다. Table 5에서 단순회귀방법을 이용한 예측값과 실제값의 오차는 8~117%의 큰 값을 나타내고 있다. 즉, 하루 동안의 에너지소비량을 측정하여 이를 바탕으로 단순회귀방정식을 도출하여 연간 에너지소비량을 예측하는 방법은 경우에 따라 큰 오차가 발생할 수 있으므로 가능한 한 피하는 것이 좋을 것임을 알 수 있다.

4.2 1주간 이상의 측정값으로 예측한 에너지사용량

1주간(운전일수 7일간)의 난방 에너지사용량 측정값을 이용하여 일일 가스사용량을 일평균 외기온도의 함수로 회귀분석하고, 이것을 이용하여 예측한 연간 난방 에너지사용량의 오차를 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 가로축은 1주간의 시작일이다. 오차는 11월 초순과 3월 중순, 그리고 1월 중순경에 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 이것은 그 기간의 외기온도가 겨울철의 평균 외기온도보다 크게 높거나 혹은 낮기 때문이다.

1주간 동안 측정하여 연간 난방부하를 예측할 경우 오차의 평균값은 약 15%이고, 20% 이상의 오차를 나타낼 확률은 약 28%이다. 이것으로 보아 1주간의 에너지소비량을 측정하여 연간 에너지소비량을 예측한다는 것은 상당한 오차를 수반할 가능성이 있음을 알 수 있다. 그렇지만 상기의 오차가 크게 나타나는 기간을 피하여 측정한

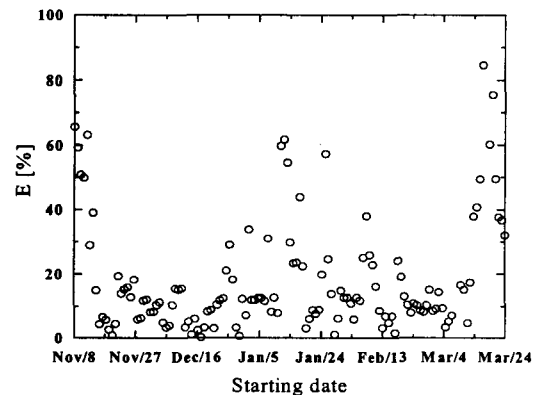


Fig. 2 Error of the predicted gas consumption based on 7 days period along starting day.

Table 6 Comparison of annual heating energy consumption based on each regression equation

	$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]
1 Week of Jan.	65700	86,553	31.7
1 Week of Feb.		74,039	12.7
1 Week of Mar.		63,486	3.4
2 Weeks of Jan.	65700	80,843	23.0
2 Weeks of Feb.		69,739	6.1
2 Weeks of Mar.		62,133	6.3
3 Weeks of Jan.	65700	82,708	25.9
3 Weeks of Feb.		71,519	8.9
3 Weeks of Mar.		59,574	9.3

값을 가지고 연간 에너지소비량을 예측하는 것은 오차가 상당히 작음을 볼 수 있다. 이것은 비록 1주일의 단기 측정값을 가지고 연간 에너지소비량을 예측하더라도 외기온도가 겨울철의 평균 외기온도에 비해 크게 다르지 않은 기간(12월 초~중순, 2월 말~3월 초)을 선택한다면, 측정기간에 비하여 상당히 신뢰할 만한 예측값을 구할 수 있다는 것을 보여준다.

1주간 이상의 난방 에너지사용량의 회귀분석에 의한 연간 난방 에너지사용량을 예측하기 위해 일평균 외기온도와 일별 난방 에너지사용량을 각 달에 있어서 임의의 1주간, 2주간, 3주간에 대해 회귀분석을 하여 연간 난방에너지를 산출하였다. Table 6은 측정된 연간 난방 에너지사용량과 단순 회귀분석에 의한 예측값을 비교한 값이고, Fig. 3은 에너지사용량 예측을 위하여 이용된 회귀식의

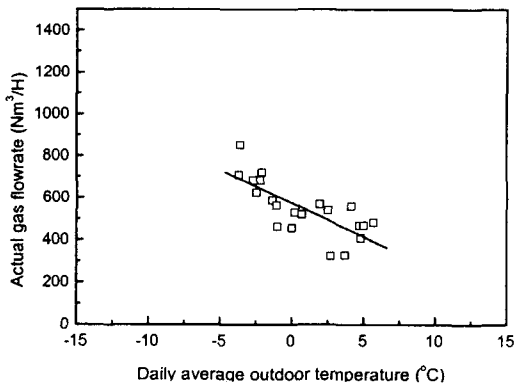


Fig. 3 Linear regression of data sets for three weeks in Feb.

Table 7 Comparison of annual heating energy consumption based on monthly regression equation

		$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]
Jan./2001	Weekday	49943	63572.0	127
	Weekend	15757	16779.1	106
	Total	65700	80351.1	122
Feb./2001	Weekday	49943	51520.4	103
	Weekend	15757	17305.4	110
	Total	65700	68825.8	105
Mar./2001	Weekday	49943	43270.2	87
	Weekend	15757	14261.0	91
	Total	65700	57531.2	88

일례를 나타내고 있다. 1주간 측정된 경우 3~32%, 2주간의 경우 6~23%, 그리고 3주간의 경우는 9~26%의 오차를 보인다. 2주간 측정된 경우의 오차가 3주간 측정된 경우보다 더 작은 값을 나타내었다. 이것은 측정기간이 1개월 이내의 단기일 경우에는 측정기간이 약간 더 길어진다고 반드시 예측오차가 감소하지는 않으며, 오히려 측정기간의 외기조건이 더욱 중요함을 의미하는 것이다.

#### 4.3 1개월 이상의 측정에 의한 에너지사용량 예측

1개월 이상의 난방 에너지사용량의 회귀분석에 의한 연간 난방 에너지사용량을 예측하기 위하여 일평균 외기온도와 일별 난방 에너지사용량을 1개월, 2개월, 3개월에 대해 회귀분석을 하여 연간 난방에너지를 산출하였다. Table 7은 1, 2, 3월 각각 1개월 기간, Table 8은 1~2월, 2~3월의 2개월 기간, Table 9은 11~1월, 12~2월, 1~3월

Table 8 Comparison of annual heating energy consumption based on two monthly regression equation

		$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]
Jan. ~ Feb.	Weekday	49943	55,816	12.0
	Weekend	15757	17,040	8.0
Total		65700	72,857	11.0
Feb. ~ Mar.	Weekday	49943	47,577	5.0
	Weekend	15757	16,290	3.0
Total		65700	63,868	3.0

Table 9 Comparison of annual heating energy consumption based on three monthly regression equation

		$S_a$ [Nm <sup>3</sup> ]	$S_p$ [Nm <sup>3</sup> ]	$E$ [%]
Nov. ~ Jan.	Weekday	49943	50,614	1.3
	Weekend	15757	15,506	1.6
Total		65700	66,120	0.6
Dec. ~ Feb.	Weekday	49943	53,604	7.3
	Weekend	15757	16,174	2.6
Total		65700	69,778	6.2
Jan. ~ Mar.	Weekday	49943	52,365	4.8
	Weekend	15757	16,043	1.8
Total		65700	68,409	4.0

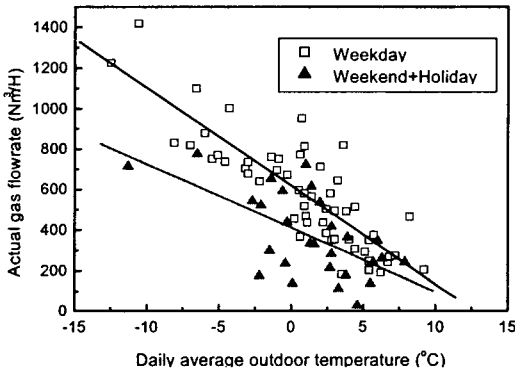


Fig. 4 Linear regression data sets for three months from Nov. to Jan.

의 3개월의 기간을 적용하여 측정치와 예측치를 비교한 것이고, Fig. 4는 3개월간의 회귀식을 평일과 주말로 나타낸 것이다. 이때 1개월의 측정 기간에 따른 예측치의 오차는 5~22%를 나타내고 있으며, 2개월의 측정기간에 따른 예측치의 오차는 3~11%를 나타내며, 그리고 3개월간의 측정기간에 따른 예측치의 오차는 1~6%를 나타내고 있어서 측정기간이 길어질수록 예측치의 오차가 감소되는 것을 보여주고 있다.

#### 4.4 측정기간에 따른 에너지사용량의 평균 오차

단순회귀방법에 의해 예측된 에너지소비량의 평균 오차와 20% 이상의 오차가 나타날 확률의 변화를 측정기간의 변화에 따라 Fig. 5에 나타내었다. 그림에서 측정일수는 실제 측정할 날이다. 즉,

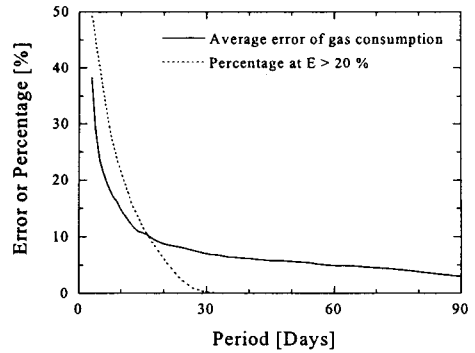


Fig. 5 Variations of the average error of predicted gas consumption and the probability of above 20% error along the measuring period.

실제의 1개월은 측정일수에서는 일요일과 공휴일을 제외하면 25일 정도이다. 그리고, 실선은 예측한 에너지소비량의 평균 오차이고, 점선은 오차가 20% 이상을 나타낼 수 있는 확률이다.

Fig. 5에서 예측한 에너지소비량의 평균 오차는 실험기간이 길수록 작아지고, 20% 이상의 오차를 나타낼 수 있는 확률 또한 실험기간이 길어질수록 낮아진다. 즉, 측정기간이 길어질수록 난방에너지 예측값은 정확해지는 것을 나타내고 있다. 이것은 길어진 실험일수 때문에 앞에서 언급한 보일러의 가동일수가 적은 기간의 측정값에 의한 오차의 영향이 작아지기 때문이라고 사료된다. 또한 그림에서 1개월(운전일수 25일) 이상의 기간 동안 측정된 측정값을 가지고 예측을 수행하는 경우, 임의의 기간에 실험을 수행하더라도 오차가 20% 이상인 경우는 2% 이하이며, 평균 오차도 약 8%에 불과하다는 것을 알 수 있다. 그리고 운전일수가 30일 이상인 경우는 오차가 20% 이상인 경우는 없다. 하지만, 이렇게 측정기간이 길어지면 측정에 소요되는 비용이 크게 증가되므로 적절한 기간선정이 중요하다.

#### 5. 결 론

본 연구에서는 대전에 위치한 S 빌딩을 대상으로 하여 2000년 11월부터 2001년 3월 동안의 난방 에너지사용량을 회귀분석을 이용하여 다양한 측정기간에 따른 예측치의 정확성에 대해 검토 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 하루 동안의 시간별 외기온도 및 난방 에너지사용량의 회귀분석에 의해 예측한 연간 난방 에너지사용량과 실제값의 오차는 8~117%의 값을 나타내고 있다. 즉, 특정한 일자에 측정된 시간별 가스사용량을 이용하여 연간 에너지소비량을 예측하는 것은 상당한 오차를 수반할 수 있다.

(2) 1주간 동안 측정하여 연간 난방에너지를 예측할 경우 오차의 평균값은 약 15%이고, 20% 이상의 오차를 나타낼 확률은 약 28%이다. 1주일의 단기측정값을 이용하여 연간 에너지소비량을 예측하더라도 12월 초~중순, 2월 말~3월초 기간을 선택한다면 상당히 믿을 만한 예측값을 구할 수 있음을 나타내었다.

(3) 1주간의 일별 외기온도 및 난방 에너지사용량의 회귀분석에 의한 연간 예측치와 실제값의 오차는 3~32%, 2주간의 회귀분석에 의한 오차는 6~23%, 그리고 3주간의 회귀분석에 의한 오차는 9~26%를 나타내고 있다. 이것은 측정기간이 1개월 이내의 단기간일 경우에는 측정기간의 길이보다는 측정기간 동안의 외기조건의 중요성을 의미하는 것이다.

(4) 1개월간의 일별 외기온도 및 난방 에너지사용량의 회귀분석에 의한 연간 예측치와 실제값의 오차는 5~22%, 2개월간의 회귀분석에 의한 오차는 3~11%, 그리고 3개월간의 회귀분석에 의한 오차는 1~6%를 나타내고 있어서 측정기간이 길어질수록 예측치의 오차가 감소되는 것을 보여주고 있다.

(5) 30일 이상 기간 동안의 측정값을 이용하여 에너지소비량을 예측하는 경우, 오차가 20% 이상이 되는 경우는 없으며, 평균 오차도 약 7%에 불과함을 나타내었다.

## 참고문헌

1. KEMCO, 1997, FEMP M&V Guidelines.
2. Wu, J., Reddy, T. A. and Claridge, D., 1992, Statistical modeling of daily energy consumption in commercial buildings using multiple regression and principal component analysis, Proc. of 8th Symposium on Improving Building System in Hot & Humid Climates, Dallas, pp.155-164.
3. Kissock, J. K., Reddy, T. A., Fletcher, D. and Claridge, E. D., 1993, The effect of short data periods on the annual prediction accuracy of temperature-dependent regression models of commercial building energy use, ASME 1993 International Solar Energy Conference, Washington D.C., pp. 455-463.
4. Wang, J. and Clardge, D. E., Impact of nighttime shut down on the prediction accuracy of monthly regression models for energy consumption in commercial buildings, Proc. of the 11th Symposium on Improving Building System in Hot & Humid Climate, Texas, pp.334-341.
5. Lee, S. B., 2000, A study for predicting building energy use with regression analysis, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 12, No. 12, pp. 1090-1097.
6. Kim, S. M. and Kang, H. G., 2000, Understanding Statistics with Microsoft Excel, Doo-Nam, Seoul, p. 260.