

# 건물부하의 지중열교환기 용량 선정 영향

우정선\*, 김민성\*\*, 최종민\*\*\*, 이세균\*\*\*\*

\*한국에너지기술연구원 책임연구원, \*\*한국에너지기술연구원 선임연구원

\*\*\*국립한밭대학교 기계공학과 교수, \*\*\*\*충북대학교 기계공학과 교수

## 1. 서론

지열원 열펌프시스템은 지중의 열물성을 이용하는 시스템이다. 지중의 열물성은 지열원 열펌프시스템의 성능에 영향을 주는 중요한 인자이며, 지중으로부터 회수되는 열량과 지중으로 방열되는 열량은 지중의 열물성 이용과 크게 관계가 있으므로 건물의 냉난방 및 급탕 첨두부하 뿐만 아니라 건물에서 연간 사용하는 냉난방에너지량의 정확한 계산이 필요하다.

냉난방첨두부하의 계산은 기존의 기타 열원시스템 형식의 적용에도 필요하므로 공기조화 냉난방 설비를 설계하는 모든 기업에서 무리 없이 가능하지만, 연중 필요한 냉난방 에너지부하의 계산은 기타 열원장치 형식의 적용에는 필요하지 않았던 관계로 관련 데이터와 경험이 부족한 분야이다.

우리나라에 비교하여 수십년여 앞서 지열원 열펌프시스템을 냉난방 열원시스템으로 이용하고 있는 대부분의 선발국에서는 상업용건물은 물론 소형 소용량의 시스템을 적용하는 건물의 경우에도 냉난방 및 급탕 첨두부하 뿐만 아니라 건물에서 연간 사용하는 냉난방에너지량 계산을 정확하게 수행할 것을 요구하고 있다.

지열원 열펌프시스템의 용량 선정을 위한 건물 에너지부하 관련 내용을 기술한다.

## 2. 본론

### 2.1 건물에너지부하 계산 방법

건물에너지부하 계산방법에 따라 정도가 다르다. 건물의 에너지부하 계산은 degree-day법(냉난방도일법), bin 법, 동적부하계산법 등 다양한 방법으로 계산된다. 냉난방도일법은 실외환경 변화에 따라 운전되는 특성의 시스템을 대상으로 신뢰성 있는 계산을 하기에는 적합하지 않은 방법이다. Bin법은 비교적 간단한 방법이면서도 실외환경 변화에 따라 운전되는 특성의 시스템을 대상으로 계산하기에 무난한 방법이다. 동적부하계산법은 전용프로그램이 여러 종류 개발되어 이용되고 있으며 대형 상업용 건물을 대상으로 계산하는 경우에 주로 이용되고 있다. 동적부하계산법은 기 개발된 전용프로그램을 이용하며 연중 시간별로 분석된 기상자료(시간별 온습도, 일사량 등)를 적용하며 다른 방법에 비교하여 결과에 신뢰성이 있으나 프로그램 사용방법이 까다로운 관계로 많은 경험을 통하여 숙달된 전문가의 계산이 요구되며 또한 각 프로그램 전용의 연중기상자료가 필요하다.

#### 2.1.1 기상데이터 선정의 중요성

건물에너지부하 해석을 위한 기상데이터의 선정

<표 1> 10년 기간의 평균 냉난방도시에 대한 각 년도의 냉난방도시 비율 (예)

년도	냉방도시/ 평균냉방도시	난방도시/ 평균난방도시
1999	0.9660	1.0103
2000	0.9991	1.0391
2001	1.1485	0.9977
2002	0.9319	1.0215
2003	0.7774	1.0264
2004	1.0152	0.9454
2005	1.1071	1.0831
2006	0.9721	0.9638
2007	1.0101	0.9107
2008	1.0727	1.0019
10년 평균	1.0000	1.0000

주) 1999~2008년도 10년 중 각 년도의 10년 평균냉난방도시 (실내온도 18℃ 기준)에 대한 비율  
 ★ 냉방도시, 난방도시 : ℃-hour 개념 적용

은 건물외부의 기상상태가 건물의 냉난방부하에 미치는 영향이 크다는 것을 고려할 때 매우 중요한 의미를 지닌다.

표 1은 기상년도 선정의 중요성을 나타내기 위하여 국내 임의선정 지역의 “10년 기간의 평균 냉난방도시(℃-hour)에 대한 각 년도의 냉난방도시 비율”을 검토한 실제 내용으로서, 동 표를 통하여 누적되는 냉난방도시 값이 35 % 내외로 차이가 발생하는 경우를 볼 수 있다. 이는 기상년도의 선정에 따라 에너지부하 계산 결과가 큰 차이가 날 수 있으며(동 표의 경우는 35 % 정도), 지열시스템 용량 계산 결과도 큰 차이가 날 수 있음을 추정할 수 있는 내용이다. 결과적으로는 지중열환경의 악화와 함께 지열시스템의 효율 저하로 반향됨은 물론이다.

### 2.1.2 냉난방도일법에 의한 연간에너지부하

#### 2.1.2.1 난방도일, 냉방도일

표 2는 우리나라의 지역별 냉난방도일 자료를 취합한 내용을 나타낸다.

2.1.2.2 도일법에 의한 연간에너지부하 계산  
 냉난방도일법은 계산방법이 간편하기는 하나 실외환경 변화에 따라 운전되는 특성의 시스템을 대상으로 신뢰성 있는 계산을 하기에는 적합하지 않은 방법이다. 건물 구조체에의 축열 특성의 반영이 불가능하며 또한 평균외기온도가 기준온도를 벗어나는 경우에도 일중에 난방이나 냉방이 필요한 외기온도조건이 출현하는 경우가 발생 할 수 있으나 그러한 경우의 고려도 불가능하다. 따라서 시간별 기상자료의 이용이 가능하다면 냉난방도시 개념의 검토가 필요한 것으로 사료된다.  
 난방도일을 구하는 식은 다음과 같다

$$H \cdot D_{t_i - t_o} = \sum (t_i - t_o)$$

여기서,

$H \cdot D$  ; 난방도일(℃ · day)

$t_i$  ; 난방에 의해서 유지되는 실내온도값(난방기준온도) (℃)

$t_o$  ; 그날의 외기온도의 평균값(평균외기온) (℃)

또한, 냉방도일을 구하는 식은 다음과 같다

$$C \cdot D_{t_i - t_o} = \sum (t_o - t_i)$$

여기서,

$C \cdot D$  ; 냉방도일(℃ · day)

$t_i$  ; 냉방에 의해서 유지되는 실내온도값(냉방기준온도) (℃)

$t_o$  ; 그날의 외기온도의 평균값(평균외기온) (℃)

냉난방도일법을 이용하여 건물에너지부하를 계산하기 위하여는 건물의 BLC(Building Load Coefficient, 건물부하계수)가 필요하며, 다음의 식을 이용하여 구한다.

건물외피의 성능은 온도에 종속되며 지붕, 벽면, 창문, 문 등과 같은 건물외피 각 구성의 성능의 합으로 표현된다.

<표 2> 우리나라 지역별 냉난방도일

시점명	산업자원부 <sup>1)</sup>	KIER <sup>2)</sup>	US AF <sup>3)</sup>	
	냉방도일 (°C · day)	냉방도일 (°C · day)	냉방도일 평균 °F · day (°C · day)	냉방도일 평균 °F · day (°C · day)
춘천	중부지역 ; 2850,  남부지역 ; 2453,  제주도 ; 1695	3340		
강릉		2608	4772 (2651)	903 (502)
서울		3085		
인천		3057	5340 (2967)	980 (544)
수원		3158		
서산		2829		
청주		3032		
대전		2881	4108 (2282)	955 (531)
포항		2351		
대구		2609	4646 (2581)	1325 (736)
전주		2693		
울산		2442		
광주		2572	4592 (2551)	1332 (740)
부산		2101	3730 (2072)	1146 (637)
목포		2307		
제주		1844		
진주		2411		

1) 건물에너지효율등급인증제도운영규정, 2001.11

우리나라 지역구분	지역의 세부 구분
중부지역	서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원도(강릉시, 동해시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군 제외), 충청북도(영동군 제외), 충청남도(천안시), 경상북도(청송군)
남부지역	부산광역시, 대구광역시, 광주광역시, 대전광역시, 울산광역시, 강원도(강릉시, 동해시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군), 충청북도(영동군), 충청남도(천안시 제외), 전라북도, 전라남도, 경상북도(청송군 제외), 경상남도

주) 1) 국토해양부 고시 제 2010-371호, 건축물의 에너지절약설계기준

2) 한국동력자원연구소, 에너지절약을 위한 건물의 부위별 성능 및 설비기준(안), 1983, 실내온도 18 °C 이상

3) US AF 기상자료(1967 ~ 1996), 실내온도 65 °F (18.3 °C) 기준, 우리나라 기상대의 관측지점과 다름에 주의

$$BLC = \sum UA + Q_{INF} + Q_{VENT}$$

여기서,

BLC ; 건물부하계수 (W/°C)

UA ; 건물구조체(벽, 지붕, 창문, 문, 바닥 등)를 통한 열손실 (W/°C)

U ; 건물구조체의 열관류율 (W/m² · °C)

A ; 건물구조체의 면적 (m²)

Q<sub>INF</sub> ; 침기에 의한 열손실율 (W/°C)

Q<sub>VENT</sub> ; 환기에 따른 열손실율 (W/°C)

난방기간에 공급이 필요한 열량이나 냉방기간에 배출이 필요한 열량을 구하는 개념식은 다음과

같다.

$$H_{total} = BLC (T_{indoor} - T_{outdoor})$$

여기서,

$H_{total}$  ; 총 손실열량(혹은 총 획득열량) (난방 기간에 공급이 필요한 열량 혹은 냉방 기간에 배출이 필요한 열량(W))

$T_{indoor}$  ; 실내온도(°C)

$T_{outdoor}$  ; 외기온도(°C)

위의 식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$H = UA(T_i - T_o) + C_p N V (T_i - T_o) \\ = (UA + C_p N V) (T_i - T_o)$$

여기서,

$H$ ; 단위시간 동안에 건물에의 열공급량 (W)

$U$ ; 건물 외피의 열전도율 ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$A$ ; 건물외피의 면적 ( $m^2$ )

$C_p$ ; 공기의 비열 ( $J/m^3 \cdot ^\circ C$ )

$N$ ; 단위시간 동안의 환기 횟수 ( $s^{-1}$ )

$V$ ; 환기가 필요한 건물공간의 체적 ( $m^3$ )

$T_i - T_o$ ; 건물 실내온도와 외기온도 차 (°C)

냉난방도일 개념을 적용하면 위의 식은 다음과 같이 표현된다.

난방도일을 적용하면,

$$H = (UA + C_p N V) \times HDD + c$$

위의 식은 그림 1과 같이  $UA + C_p N V$ 을 경사로 하고 절편을  $c$ 로 하는 직선식이다. 여기서 절편  $c$ 는 내부발열(사무용 기기, 보일러 열손실, 조명, 재실인원 등)에 기인하여 열공급이 필요 없음을 의미한다.

$UA + C_p N V$ 을  $UA_{effective}$ 로 표현을 간략하게 하면 다음의 식과 같이 표현할 수 있다. 동식의 단위는  $W \cdot hr$ 로서 건물에서 필요한 에너지를

의미한다.

$$H = UA_{effective} \times HDD \times 24$$

위 식에 설치하고자 하는 시스템의 효율( $\eta$ )을 도입시키면 다음의 식으로 연간 필요로 하는 에너지량을 산출할 수 있다.

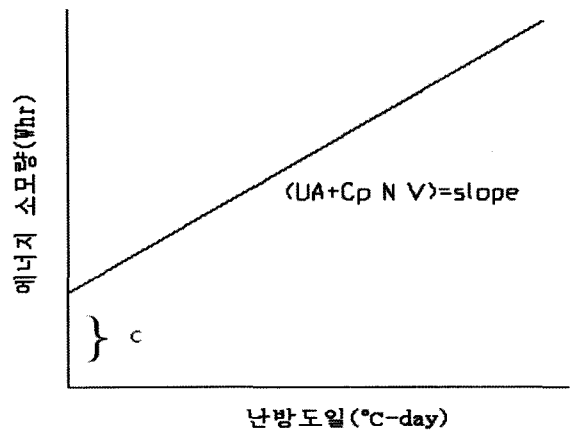
$$E = \frac{UA_{effective} \times HDD \times 24}{\eta}$$

여기서,

$E$ ; 에너지량 ( $W \cdot hr$ )

$HDD$ 는 연간, 월간 혹은 일간의 값을 적용할 수 있으며, 따라서  $E$ 값도 연간, 월간 혹은 일간의 값을 산출할 수 있다.

냉난방도일법으로 계산하는 방법은 건물 구조체에 축열 특성의 반영이 불가능하며 또한 평균 외기온도가 기준온도를 벗어나는 경우에도 일중에 난방이나 냉방이 필요한 외기온도조건이 출현하는 경우가 발생 할 수 있으나 그러한 경우의 고려도 불가능함을 염두에 두어야만 한다. 따라서, 월별 시간별 기상자료의 이용이 가능하다면 냉난방도시(°C-hour) 개념의 적용도 가능할 것으로 사료된다.



[그림 1] 냉난방도일과 에너지부하의 관계

국내에서 많이 사용하는 지열시스템 전용 설계 프로그램에는 등가전부하운전시간(EFLH; Equivalent Full Load Hours)를 자료로 입력하도록 되어 있는 프로그램들이 있다. 등가전부하운전시간은 건물에서 필요한 에너지량을 공급하기 위하여 설치되는 냉난방장치를 전부하로 운전하는 시간 수를 의미하며, 연간 소요되는 에너지량을 연중의 첨두부하로 나눈 값이며, 난방에 대한 등가전부하운전시간은  $EFLH_h$ 로 표기하며 냉방에 대한 등가전부하운전시간은  $EFLH_c$ 로 표기한다.

$$EFLH_h = \frac{\text{연간소요되는 난방에너지량}}{\text{첨두난방부하}}$$

$$EFLH_c = \frac{\text{연간소요되는 냉방에너지량}}{\text{첨두냉방부하}}$$

등가전부하운전시간을 이용하여 다음 식으로 지열에너지부하를 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{연간 지열에너지부하} &= -HP_{cap} \times \left(1 - \frac{1}{COP_h}\right) \\ &\times EFLH_h + HP_{cap} \times \left(1 + \frac{1}{COP_c}\right) \times EFLH_c \end{aligned}$$

위의 식을 이용하여 지열에너지부하의 계산 예를 들어보면,

열펌프 용량 ( $HP_{cap}$ ); 3 ton (10.5 kW)

$EFLH_h$ ; 2500 hr

$EFLH_c$ ; 400 hr

$COP_h$ ; 3.0

$COP_c$ ; 6.4 인 경우,

$$\begin{aligned} \text{연간 지열에너지부하} &= -10.5 \times \left(1 - \frac{1}{3.0}\right) \\ &\times 2500 + 10.5 \times \left(1 + \frac{1}{6.4}\right) \times 400 \\ &= -17500 + 4856 \\ &= -12644 \text{ kWhr} \end{aligned}$$

이 계산결과는 17,500 kWhr/년의 에너지량을 난방기간 동안에 지중으로부터 회수하고, 4,856

kWhr/년의 에너지량을 냉방기간 동안에 지중으로 축열함을 의미한다.

또한 등가전부하운전시간을 이용하여 다음의 식으로 에너지부하를 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{연간 에너지부하} &= \frac{HP_{cap}}{COP_h} \times EFLH_h + \frac{HP_{cap}}{COP_c} \\ &\times EFLH_c \end{aligned}$$

위의 식과 위의 값을 적용하여 건물의 에너지부하의 계산 예를 들어보면,

$$\begin{aligned} \text{연간에너지부하} &= \frac{10.5}{3.0} \times 2500 + \frac{10.5}{6.4} \times 400 \\ &= 8750 + 656 \\ &= 9406 \text{ kWhr} \end{aligned}$$

우리나라에는 아직 건물 유형별 등가전부하운전시간에 관한 데이터가 없어서, 등가전부하운전시간을 이용하여 연간 지열에너지부와 연간에너지부하를 계산하는 데는 어려움이 있다.

역으로 냉난방도일법, bin법 혹은 동적부하계산법 등을 이용하여 연간 에너지부하량을 구한 후, 열펌프 정격용량(kW)을 이용하여 전부하운전시간을 구할 수 있다.

### 2.1.3 Bin 법에 의한 연간에너지부하

지열원 열펌프시스템을 적용 대상으로 하는 건물들 중에서 대형 상업용건물을 제외하고는 에너지부하 계산 방법으로 bin법이 많이 이용되고 있다. Bin법은 열펌프시스템을 적용하는 건물의 에너지부하 계산을 목적으로 개발된 방법이며 외기 온도 영향을 고려할 수 있어서 열펌프시스템과 같이 실외환경 변화에 따라 운전되는 특성의 시스템을 대상으로 계산하기에 적당한 방법이다. 그러나 건물 구조체에의 축열 특성의 반영은 불가능하다. Bin법에 의한 에너지부하의 계산에는 bin기상데이터가 필요하다.

표 3은 bin기상데이터를 이용하여 건물에너지부하와 지열에너지부하를 계산하는 예를 보여주는

데, A열은 bin온도, B열은 해당 bin온도가 출현하는 시간수, C열은 bin온도에 상당하는 대상건물의 건물부하 그리고 D열은 B열과 C열의 값을 이용하여 계산되는 건물에너지부하를 나타낸다. E열은 EWT로서 지중 순환열유체의 온도, F열은 설치하고자 하는 열펌프의 EWT에 상당하는 용량, G열은 열펌프의 이론적 운전시간율, H열은 열펌프의 부분부하계수, I열은 열펌프의 실제 운전시간율, J열은 설치하고자 하는 열펌프의 EWT에 상당하는 소요동력, L열은 설치하고자 하는 열펌프의 bin온도에 상당하는 에너지소요량, M열은 bin온도에 상당하는 지열에너지부하를 나타낸다.

A, B열은 각 지역의 bin기상데이터를 적용한다. C열의 외기온도에 대응하는 대상건물의 건물부하 관련 profile식을 이용하여 각 bin온도별의 건물부하(그림 2 참조)를 구한다. 난방과 냉방을 시작하는 온도와 침투부하가 발생하는 외기온도 사이의 건물부하는 외기온도에 비례하여 발생한다고 가정하여 각 bin온도에서의 건물부하를 계산한다.

D열은 건물부하와 bin시간수를 이용하여 구한다.

E열의 EWT는 다음의 식을 이용하여 구한다.

$$EWT_H = EWT_{min} + \left[ \frac{EWT_{mean} - EWT_{min}}{TA_{mean} - TA_{min}} \right] [TA - TA_{min}]$$

$$EWT_C = EWT_{mean} + \left[ \frac{EWT_{max} - EWT_{mean}}{TA_{max} - TA_{mean}} \right] [TA - TA_{mean}]$$

여기서,

$EWT_{max}$  ; 하절기 최고 유입온도

$EWT_{min}$  ; 동절기 최저 유입온도

$EWT_{mean}$  ; 평균 유입온도

$TA_{max}$  ; 하절기 최고 외기온도

$TA_{min}$  ; 동절기 최저 외기온도

$TA_{mean}$  ; 평균 외기온도

F열의 대상건물에 설치하고자 하는 열펌프의 EWT에 상당하는 용량은 관련 profile식을 이용하여 각 bin온도별의 용량을 구한다(그림 2 EWT에 따른 건물의 냉난방부하 profile 방법 참조).

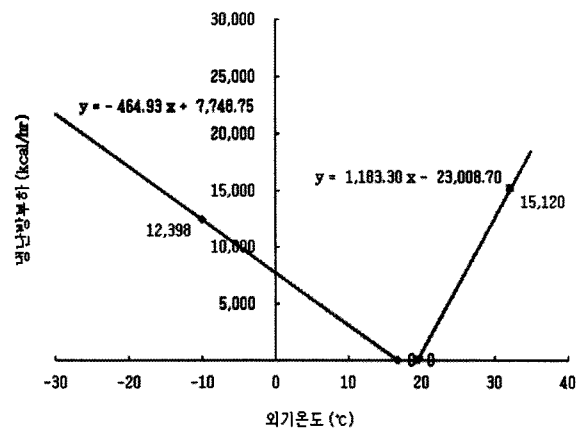
G열의 열펌프의 이론적 운전시간율은 “건물부하(kW)/열펌프 능력(kW)”이며, 값이 1.0 이상인 경우는 1.0으로 결정한다.

H열의 열펌프의 부분부하 계수는 “이론적 장치 운전시간/실제 장치 운전시간”이며 “1-0.25(1-건물 부하(kW)/열펌프 능력(kW))”, 값이 1.0 이상인 경우는 1.0으로 결정한다.

J열의 설치하고자 하는 열펌프의 bin온도에 상당하는 소요동력은 관련 profile식을 이용하여 각 EWT별의 소요동력을 구한다(그림 2 EWT에 따른 건물의 냉난방부하 profile 방법 참조).

L열의 설치하고자 하는 열펌프의 bin온도에 상당하는 에너지소요량은 열펌프 소요동력, bin시간수를 이용하여 구한다.

M열의 지열에너지부하는 건물에너지부하와 열펌프와 순환펌프 동력으로 사용되는 에너지량을 이용하여 구한다. 난방기는 “건물에너지소요량+ 열펌프와 순환펌프의 사용 에너지량”이며, 냉방기는 “건물에너지소요량-열펌프와 순환펌프의 사용 에너지량”이다.



[그림 2] EWT에 따른 건물의 냉난방부하 profile

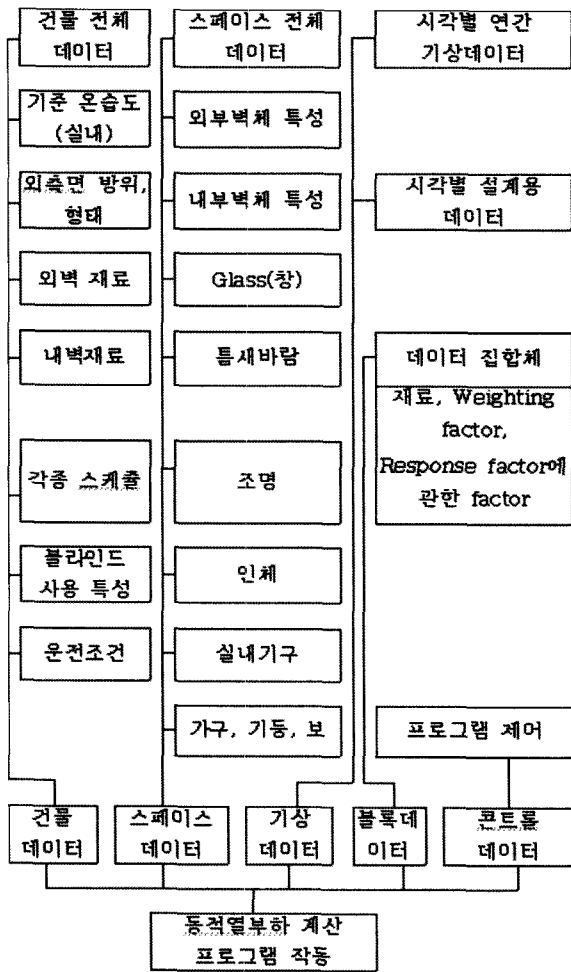
<표 3> Bin법을 이용한 에너지부하 및 지열에너지부하 계산 (예)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M
	Bin 온도 (°C)	Bin 시간수 (hrs)	건물부하 (kW)	건물에너지부하 (kWhr)	EWT (°C)	열펌프 용량 (kW)	이론적 운전시간율 (RF)	부분부하 계수 (PLF)	실제 운전 시간율 (ARTF)	열펌프 소요동력 (kW)	에너지 소요량 (kWhr)	지열에너지부하 (kWhr)
냉방	34.5	1	20.72	21	26.17	15.49	1.00	1.00	1.00	3.12	3	24
	31.5	142	16.59	2356	24.54	15.69	1.00	1.00	1.00	3.02	429	2784
	28.5	420	12.46	5233	22.92	15.90	0.78	0.95	0.83	2.92	1016	8250
	25.5	913	8.33	7608	21.29	16.10	0.52	0.88	0.59	2.82	1516	9124
	22.5	997	4.20	4192	19.87	16.30	0.26	0.81	0.32	2.72	860	5052
			총합	19410								3825
난방	13.5	660	1.71	-1130	14.56	22.20	0.08	0.77	0.10	6.30	419	-710
	10.5	709	3.33	-2363	14.21	22.05	0.15	0.79	0.19	6.29	861	-1502
	7.5	871	4.96	-3325	13.85	21.89	0.23	0.81	0.28	6.27	1190	-2135
	4.5	604	6.58	-3973	13.50	21.73	0.30	0.83	0.37	6.26	1396	-2577
	1.5	702	8.20	-5756	13.14	21.57	0.38	0.85	0.45	6.25	2606	-3150
	-1.5	616	9.82	-6050	12.79	21.41	0.46	0.87	0.53	6.24	3230	-2820
	-4.5	427	11.44	-4886	12.43	21.25	0.54	0.89	0.61	6.23	2992	-1894
	-7.5	187	13.06	-2443	12.08	21.10	0.62	0.91	0.69	6.22	1683	-761
	-10.5	29	14.68	-426	11.72	20.94	0.71	0.93	0.76	6.21	325	-101
			총합	-30351								14702

2.1.4 동적부하계산법에 의한 연간에너지부하 계산  
 동적부하계산법은 response factor와 weight-factor를 기초로 하여 수시로 변화하는 외기 조건에 대응하고 건물구조체의 축열효과까지 고려하여 각 시각별 부하와 기간열부하를 계산하는 방법이다. 동적부하계산은 DOE-2, TRNSYS, HASP 등과 같은 개발된 전용프로그램을 이용하며, 중대형 상업용 건물을 대상으로 계산하는 경우에 주로 이용되며 또한 권장되고 있다. 동적부하계산법은 연중 시간별로 분석된 기상자료(시간별 온습도, 일사량 등)를 적용하므로 결과에 신뢰성이 높으나 그림 3에서 볼 수 있는 바와 같이 프로그램 입력 방법이 복잡하고 까다로운 관계로 많은 경험을 통하여 숙달된 전문가의 계산이 요구된다. 또한 각 프로그램 전용의 수년간 또는 그 이상의 기상데이터를 근거로 한 프로그램 전용의 연중기상자료가 필요하다. 우리나라는 동적부하계산을 위한 지역별 전용 기상자료가 아직 완전하게 정립되어 있지 않은 상태이다. 동적부하계산

전용프로그램인 DOE-2프로그램에의 적용을 위한 7개지역(서울, 인천, 대전, 대구, 광주, 울산, 부산)의 기상자료가 국내의 유관 학회에서 발표된 바 있으며, 유관학회를 통하여 구입 가능하다.

그림 4는 난방첨두부하 300 kW, 냉방첨두부하 330 kW 정도 규모 건물의 난방과 냉방 에너지부하 오차의 변화에 따른 지중열교환기 길이의 변화율을 70 ~ 130 % 범위에서 100 %를 기준으로 하여 비교한 예이다. 난방과 냉방에너지부하가 70 %인 경우 10 % 정도가 감소하며, 130 %인 경우 10 %가 증가하는 경향을 보여서 지중열교환기의 설계에 중요한 인자임을 볼 수 있는 내용이다. 기존의 기타 열원장치 형식을 이용하는 경우에 비하여 지열을 열원으로 이용하는 열펌프시스템에서 냉난방에너지부하가 열교환기 용량 설정에 크게 영향이 있는 원인은 지중으로부터 열을 회수하고 방열하는 양에 따라 지중의 열환경이 변화하며 그러한 열환경의 변화가 시스템의 성능과 관계지어지기 때문이다.



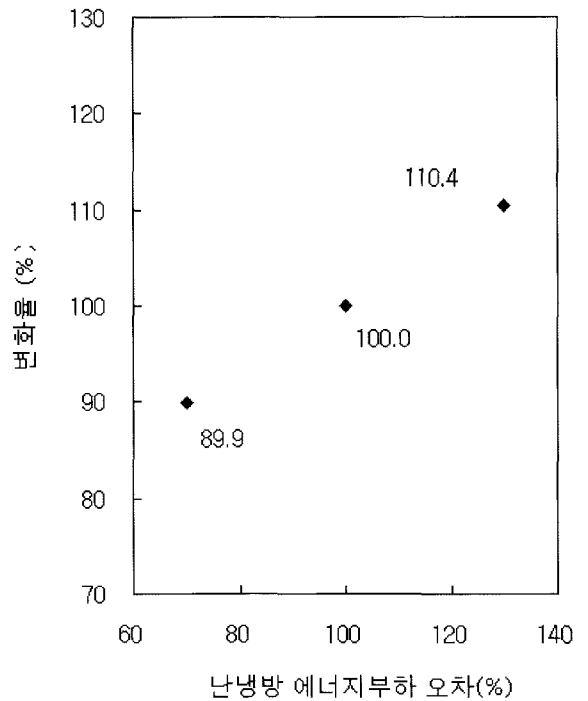
[그림 3] 동적부하계산의 입력자료(예)

### 3. 결론

정부의 신재생에너지설비 보급 정책에 힘입어 각종 시설물에서의 지열시스템 보급이 크게 증가하고 있다.

그러나 건물의 침두냉난방부하와 함께 연간냉난방에너지부하 계산의 중요성 인식과 실행은 미약한 감이 있다.

국내에서는 지역별 degree-day, bin 기상데이터, 시간별 기상데이터 등의 정립된 기상자료가 미흡하여 많은 기업들이 지열에너지시스템 설치



[그림 4] 냉난방에너지부하 오차의 변화에 따른 지중열교환기 용량 변화(예)

실제 지역의 기상데이터를 임의년도 것을 선정하고 시간별 건구온도를 이용하여 bin법과 유사한 방식으로 연간에너지부하를 계산하고 있다. 그러한 방법의 실행 결과는 연간에너지부하 계산 결과의 큰 오차와 함께 필요한 지열시스템 적정용량에 크게 벗어나는 결과가 될 수 있다.

기존의 열원시스템 설계와 다르게 지열원 열펌프시스템 설계에는 냉난방도일, bin 기상데이터, 시간별 기상데이터, 건물 유형별 등가전부하운전 시간 등이 필수적으로 요구되므로, 지역별 관련 기상데이터 정립을 위한 학회의 우선 노력이 필요한 것으로 판단된다.

본고는 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원으로 수행된 연구(2008년도 2005-N-GE02-P-03, 2010년도 2008-N-GE04-P010000) 내용의 일부이며, 이에 감사드립니다.



#### 4. 참고문헌

1. 우정선, 최종민, 김민성 외, “주택용 소형 소용량 지열원 열펌프시스템의 신뢰성 향상방안 연구”, 지식경제부, 2010
2. 우정선, 이세균, 김대기, 노정근, 문종철 외, “현지 지중열전도도 측정 기술”, 지식경제부, 2008
3. 에너지관리공단, 신재생에너지설비의 지원·설치·관리에 관한 기준
4. 건축물의에너지절약설계기준(2010년 1월, 국토 해양부)
5. 한국동력자원연구소, 에너지절약을 위한 건물의 부위별 성능 및 설비기준(안), 1983
6. US AF 기상자료(1967~1996)
7. Canadian GeoExchange Coalition, Residential Designer's Manual for GeoExchange Systems, 2008. 10
8. CSA Standard C448.2-02 (Design and Installation of Earth Energy Systems for Residential and other Small Buildings) 