

# 실효온도차법에 의한 최대열부하 계산용 온습도에 관한 연구

## Design Temperature and Absolute Humidity for Peak Cooling and Heating Load Calculation with ETD Method

김 두 천\*, 서 진 석\*  
D. C. Kim, J. S. Seo

**Key words :** Design Temperature and Absolute Humidity(설계온도 및 절대습도), Peak Cooling and Heating Load(최대 냉방 및 난방부하), TAC Method(TAC법), ETD Method(실효온도차법)

### Abstract

A simplified TAC method was developed for the selection of design temperature and absolute humidity for peak cooling and heating load calculation with ETD method. And the design data of the 11 major cities in Korea were obtained.

Based on the simplified TAC method, the design data for summer and autumn cooling season were selected by the TAC 5.0% of July through August and TAC 5.0% of October, respectively.

But the design data for winter heating season were selected by the conventional TAC 2.5% of the full winter season.

### 기 호 설 명

- $a$  : 상수
- $b$  : 상수
- $P_{ws}$  : 포화수증기 분압(Pa)
- $\bar{P}$  : 일평균기압(Pa)
- $T$  : 온도(°C)
- $\bar{T}$  : 평균온도(°C)
- $t$  : 시간(hr)
- $x$  : 절대습도(g/kg)
- $\omega$  : 위상(rad)

### 하첨자

- $a$  : 건구
- $d$  : 노점
- max, mx : 최대
- min, mn : 최소

### 1. 서 론

공조장치의 용량 선정을 위한 최대열부하계산법에서 필요한 설계용 외기조건에는 일사량, 외기의 온도와 습도, 지중온도, 풍향 및 풍속 등이 있으며, 이 자료를 이용하여 유리창의 표준일사열취득과 벽체의 실효온도차에 관한 표를 작성한다.

본 연구에서는 일본 공기조화·위생공학회의 실효온도차법에 필요한 설계용 외기의 온습도 조건을 도출하는 초과도수확율의 개념에 의한 TAC법을 검토하여 TAC 2.5% 법을 대신할 수 있는 간이법을 선정하고 서울을 비롯한 11개 주요도시의 냉난방설계용 온습도를 작성하였다.

기상데이터의 통계기간은 설계용 일사량자료<sup>(1,2)</sup>의 도출에 적용했던 기간과 일치시키기 위하여 1982~1989년의 8년간으로 하였으며, 그 대상도시

\*정회원 육군사관학교 기계공학과.

는 한국의 각 지역을 대표할 수 있는 서울, 강릉, 인천, 청주, 대전, 대구, 광주, 부산, 목포, 진주 및 제주의 11개 도시로 하였다.

## 2. 온습도데이터의 작성처리법

### 2.1 기초데이터의 수집처리

TAC법에 의해 설계용 외기온도와 절대습도를 추출해 내기 위해서는 10년 이상의 장기간의 통계 기간에 대한 매 시각별 건구온도, 상대습도 및 현 지기압에 관한 데이터가 필요하다.

그러나 기상청에서 발행하는 기상년보, 기상월보 및 일기상통계표 등으로부터 얻을 수 있는 것은 3시간 간격으로 매일 8회 측정된 데이터뿐이기 때문에 그외의 시각에 관한 데이터는 온도 자기기록지와 상대습도 자기기록지를 복사하여 직접 읽어서 구하여야 한다.

따라서 이와같은 방대한 작업을 하지 않고 비교적 정확한 시각별 온도와 절대습도를 계산하는 방법이 개발되어 사용되고 있으며, 본 연구에서는 미국의 DOE-2 프로그램에서 사용하고 있는 Degelman의 식<sup>(3)</sup>을 보완한 일본 공기조화·위생공학회의 수정식<sup>(4)</sup>을 사용하기 때문에 기상월보에서 매일의 건구온도의 최고값과 최저값, 일평균 노점온도 및 일평균 기압만을 발췌하여 데이터화일을 작성한다.

기온은 일출 직전의 최소값에서 14~15시경에 최고값에 도달하는 여현곡선으로 변동하는 경우가 대부분이므로 Fig. 1과 같이 그 날의 최소기온이 생기는 시각  $t_{mn}$ 에서 최고기온이 발생하는 시각  $t_{mx}$ 까지의 구간 B와 최고기온 발생시각에서 익일의 최소기온 발생시각까지의 구간 A로 대별하여 여현곡선으로 근사시켜서 구한다.

참고문헌(4)에서는 Degelman의 식에  $\cos(2\omega)$ 의 항을 추가하고, 1일 변동곡선을 구간 B와 구간 A

를 영시에서 최저기온 발생시각까지의 구간  $A_1$ 과 최고기온 발생시각에서 24시까지의 구간  $A_2$ 로 분할하여  $n$ 일  $t$ 시의 건구온도  $T_a$ 를 구하도록 하였다.

구간  $A_1$  ( $0 \leq t \leq t_{mn}$ )에서는

$$T_a = T_{\min, n} + (T_{\max, n-1} - T_{\min, n}) \times (a_0 + a_1 \cos \omega + a_2 \cos(2\omega + a_3)) \quad (1)$$

여기서,

$$\omega = (t + 24 - t_{mx}) \cdot \pi / (t_{mn} + 24 - t_{mx})$$

$$a_0 = 0.412, a_1 = 0.5, a_2 = 0.12, a_3 = 0.754$$

구간 B ( $t_{mn} \leq t \leq t_{mx}$ )에서는

$$T_a = T_{\min, n} + (T_{\max, n} - T_{\min, n}) \times (b_0 + b_1 \cos \omega + b_2 \cos(2\omega + b_3)) \quad (2)$$

여기서,

$$\omega = (t - t_{mx}) \cdot \pi / (t_{mn} - t_{mx})$$

$$b_0 = 0.584, b_1 = -0.5, b_2 = -0.1, b_3 = 0.567$$

구간  $A_2$  ( $t_{mx} \leq t \leq 24$ )에서는 식(1)에서  $T_{\min, n}$  대신에  $T_{\min, n+1}$ ,  $T_{\max, n-1}$  대신에  $T_{\max, n}$ 을 사용하고  $\omega$ 는 다음식을 쓴다.

$$\omega = (t - t_{mx}) \cdot \pi / (t_{mn} + 24 - t_{mx})$$

여기서,  $t_{mn}$ 은 대체로 계산일의 일출 직전의 정시이고,  $t_{mx}$ 은 15시로 한다.

### 2.2 시각별 절대습도의 산출

절대습도에 대한 명확한 1일 변동양식이 없으며, 하루중의 변동폭이 매우 작기 때문에 1일 평균값을 그 날의 정오의 값으로 가정하고, 그 전일과 익일의 값을 사용하여 1차보간법으로 구한다.<sup>(4)</sup>

기상월보에는 절대습도 데이터가 없으므로 기상월보의 일평균대기압과 일평균노점온도 및 2.1항에서 구한 시각별 건구온도를 이용하여 다음 순서에 따라 계산한다.

우선 전일, 당일 및 익일의 평균노점온도인  $\bar{T}_{a, n-1}$ ,  $\bar{T}_{a, n}$ ,  $\bar{T}_{a, n+1}$ 을 각각 그날 정오의 노점온도로 하고 매 시각  $t$ 의 노점온도  $T_d$ 를 다음 식으로부터 구한다.

오전중에는

$$T_d = \bar{T}_{a, n-1} + (\bar{T}_{a, n} - \bar{T}_{a, n-1}) \times (t + 12) / 24 \quad (3)$$

오후에는

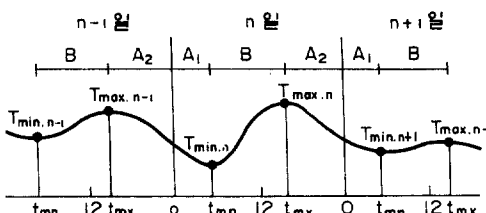


Fig. 1 Creating a Daily Temperature Profile

$$T_d = \bar{T}_{d,n} + (\bar{T}_{d,n+1} - \bar{T}_{d,n}) \times (t-12)/24 \quad (4)$$

이렇게하여 구한 시각  $t$ 에서의 노점온도  $T_d$ 를 그 시각의 건구온도  $T_a$ 와 비교하여  $T_d < T_a$ 이면 그 값으로 하고, 만약  $T_d \geq T_a$ 인 경우에는 상대습도가 100% 이상이 되므로  $T_d = T_a$ 로 수정한다. 이  $T_d$ 를 Wexler-Hyland의 식<sup>(5)</sup>에 대입하여 포화수증기 분압  $P_{ws}$ 를 구하고, 식(5)에 대입하여 시각별 절대습도를 구한다.

$$x = 0.62198 \times P_{ws} / (\bar{P} - P_{ws}) \quad (5)$$

여기서,  $\bar{P}$ 은 일평균기압이다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 설계용 온습도 조건

공조장치의 용량선정을 위한 최대열부하계산법에서 사용하는 설계용 온습도를 선정하는 방법에는 ASHRAE 기술자문위원회의 시각별 초과확률의 개념에 의해 냉난방기간에 대한 초과확률 2.5%의 값인 TAC 2.5%로 하는 방법<sup>(6~8)</sup>과 냉난방기간중에서 일평균값이 가장 큰 것부터 상위 10% 이내에 속하는 것을 추출하여 그 평균값으로부터 시각별

Table 1 Comparison of Design Dry-Bulb Temperature for Seoul

Hour	Cooling(Summer)			Cooling(Autumn)			Heating		
	Jun. ~ Sep. TAC 2.5%	Jul. ~ Aug. TAC 5%	Jul. ~ Aug. 10% Ave.	Oct. ~ Nov. TAC 2.5%	Oct. TAC 5%	Oct. 10% Ave.	Dec. ~ Mar. TAC 2.5%	Jan. ~ Feb. TAC 5%	Jan. ~ Feb. 10% Ave.
1	26.6	26.7	26.5	17.9	17.5	17.3	-11.4	-11.1	-11.2
2	26.4	26.4	26.1	17.7	17.1	16.9	-11.6	-11.5	-11.6
3	26.1	26.1	25.8	17.7	16.8	16.5	-12.0	-11.9	-12.0
4	25.8	25.8	25.5	16.9	16.4	16.2	-12.4	-12.2	-12.3
5	25.5	25.5	25.2	16.8	16.1	15.8	-12.8	-12.6	-12.6
6	25.2	25.2	24.9	16.5	15.7	15.5	-13.1	-13.1	-12.9
7	25.8	25.9	25.7	16.2	15.4	15.1	-13.3	-13.3	-13.2
8	27.1	27.1	27.1	16.8	16.4	16.2	-13.3	-13.2	-13.3
9	28.7	28.7	28.7	18.5	17.9	18.1	-12.1	-11.9	-12.3
10	30.1	30.1	30.2	19.9	19.8	20.3	-10.6	-10.4	-10.6
11	31.3	31.2	31.4	22.0	21.8	22.2	-8.9	-8.7	-9.0
12	32.2	32.1	32.3	23.1	23.4	23.5	-7.5	-7.5	-7.7
13	33.1	32.7	32.9	24.0	24.4	24.4	-6.8	-6.6	-6.9
14	33.5	33.2	33.4	24.8	25.2	25.1	-6.4	-6.1	-6.3
15	33.9	33.6	33.8	25.5	25.9	25.6	-5.9	-5.7	-5.9
16	33.5	33.1	33.3	24.8	25.3	25.1	-6.2	-6.0	-6.2
17	32.8	32.4	32.6	24.0	24.5	24.3	-6.7	-6.4	-6.6
18	31.8	31.5	31.7	22.9	23.3	23.3	-7.4	-7.0	-7.2
19	30.6	30.7	30.7	21.9	22.0	22.1	-8.1	-7.7	-7.9
20	29.7	29.6	29.8	21.0	21.0	21.0	-8.8	-8.5	-8.5
21	28.7	28.7	28.9	19.9	20.1	19.9	-9.4	-9.1	-9.2
22	28.0	28.1	28.1	19.1	19.1	19.0	-10.0	-9.8	-9.7
23	27.6	27.5	27.5	18.5	18.5	18.2	-10.5	-10.5	-10.2
24	27.1	27.1	27.0	18.0	17.8	17.5	-11.0	-10.8	-10.6
Ave.	29.2	29.1	29.1	20.2	20.1	20.0	-9.8	-9.7	-9.7

설계용데이터를 선정하는 방법<sup>(9-10)</sup>이 있다.

TAC법에서는 하기냉방은 6~9월, 동기난방은 12~3월의 각 4개월에 대한 초과확률 2.5%의 값을 취하고 중간기 냉방의 경우에는 10~11월의 초과확률 2.5% 대신에 10월의 TAC 5%의 값을 채용하는데, 이 방법은 통계기간이 10년 이상인 비교적 장기간의 경우에 적용된다. 그러나 상위 10%의 평균값에 의한 방법은 냉난방기간은 동일하나 통계기간이 아주 짧은 경우에 적용된다.

본 연구에서 통계기간은 가장 중요한 설계용 외기조건중의 하나인 설계용 일사량자료<sup>(11,12)</sup>와 동일기간으로 하기 위하여 1982~1989년의 8년으로 하였으며, 참고문헌(1)의 설계용 일사량자료의 도출에

서 사용하였던 간이법을 적용할 수 있는지 검토하기 위하여 서울의 설계용 온습도를 몇가지 방법으로 구해 보았다.

Table 1은 서울의 설계용 외기온도를 각 냉난방기간의 TAC 2.5%와 냉난방기간을 그 계절을 대표할 수 있는 1~2개월로 단축시킨 경우의 TAC 5% 그리고 상위 10% 평균값으로 구한 것인데, 각 냉난방기간에 대한 3가지 선정법은 거의 같은 결과임을 알 수 있다.

본 연구에서는 설계용 온도는 하기냉방은 7,8월의 TAC 5%, 추기 냉방은 10월의 TAC 5% 그리고 난방은 12~3월의 TAC 2.5%로 선정한다. 그 이유는 하기의 경우에는 7,8월의 평균 기온이 6,9

Table 2 Outdoor Design Condition for Seoul

Hour	Cooling(Summer)					Cooling(Autumn)					Heating				
	DB	AH	RH	WB	ENT	DB	AH	RH	WB	ENT	DB	AH	RH	WB	ENT
1	26.7	18.58	83.9	24.5	17.7	17.5	10.11	81.0	15.4	10.3	-11.4	0.70	49.7	-12.9	-2.3
2	26.4	18.57	85.3	24.4	17.6	17.1	10.10	83.0	15.3	10.2	-11.6	0.71	51.3	-13.0	-2.4
3	26.1	18.58	86.9	24.4	17.5	16.8	10.10	84.6	15.2	10.1	-12.0	0.71	53.2	-13.3	-2.4
4	25.8	18.65	88.8	24.3	17.5	16.4	10.09	86.7	15.0	10.0	-12.4	0.70	54.3	-13.7	-2.5
5	25.5	18.66	90.4	24.3	17.4	16.1	10.11	88.6	14.9	10.0	-12.8	0.69	55.5	-14.0	-2.6
6	25.2	18.55	91.5	24.1	17.3	15.7	10.14	91.1	14.8	9.9	-13.1	0.69	57.1	-14.2	-2.7
7	25.9	18.72	88.6	24.4	17.6	15.4	10.16	93.1	14.7	9.8	-13.3	0.67	56.4	-14.4	-2.8
8	27.1	18.71	82.5	24.7	17.9	16.4	10.19	87.6	15.1	10.1	-13.3	0.65	54.8	-14.5	-2.8
9	28.7	18.71	75.1	25.1	18.3	17.9	10.21	79.8	15.7	10.5	-12.1	0.65	49.1	-13.6	-2.5
10	30.1	18.75	69.4	25.5	18.6	19.8	10.24	71.0	16.4	10.9	-10.6	0.64	42.3	-12.4	-2.2
11	31.2	18.82	65.4	25.8	18.9	21.8	10.26	62.9	17.1	11.4	-8.9	0.64	36.4	-11.2	-1.7
12	32.1	18.85	62.3	26.0	19.2	23.4	10.29	57.3	17.7	11.8	-7.5	0.64	32.2	-10.2	-1.4
13	32.7	18.81	60.1	26.2	19.3	24.4	10.25	53.7	18.0	12.1	-6.8	0.65	30.7	-9.6	-1.2
14	33.2	18.80	58.4	26.3	19.4	25.2	10.28	51.4	18.3	12.3	-6.4	0.65	29.7	-9.4	-1.1
15	33.6	18.78	57.0	26.4	19.5	25.9	10.30	49.4	18.5	12.5	-5.9	0.65	28.4	-9.0	-1.0
16	33.1	18.77	58.6	26.2	19.4	25.3	10.17	50.5	18.2	12.2	-6.2	0.66	29.6	-9.2	-1.1
17	32.4	18.75	60.9	26.1	19.2	24.5	10.17	53.0	17.9	12.0	-6.7	0.67	31.4	-9.5	-1.2
18	31.5	18.67	63.8	25.8	18.9	23.3	10.07	56.4	17.5	11.7	-7.4	0.68	33.9	-10.0	-1.4
19	30.7	18.65	66.7	25.6	18.7	22.0	10.03	60.8	17.0	11.3	-8.1	0.69	36.5	-10.5	-1.5
20	29.6	18.68	71.2	25.3	18.5	21.0	10.00	64.4	16.6	11.1	-8.8	0.69	38.9	-11.0	-1.7
21	28.7	18.69	75.0	25.1	18.3	20.1	9.96	67.9	16.2	10.8	-9.4	0.69	41.0	-11.4	-1.8
22	28.1	18.70	77.7	25.0	18.1	19.1	9.92	71.9	15.9	10.6	-10.0	0.69	43.2	-11.9	-2.0
23	27.5	18.66	80.3	24.8	17.9	18.5	9.89	74.5	15.6	10.4	-10.5	0.69	45.2	-12.3	-2.1
24	27.1	18.62	82.1	24.6	17.8	17.8	9.85	77.5	15.3	10.2	-11.0	0.70	47.9	-12.6	-2.2

DB : Dry-Bulb Temperature (°C) AH : Absolute Humidity (g/kg) RH : Relative Humidity(%)  
 WB : Wet-Bulb Temperature (°C) ENT : Enthalpy (kcal/kg)

Table 3 Hourly Dry-Bulb Temperature and Absolute Humidity for Heating-Cooling Load Calculation

City	Hour		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Gangneung	Cooling	Summer	DB	27.3	27.0	26.7	26.3	25.9	25.6	26.3	27.7	29.4	31.1	32.2	33.2	33.8	34.3	34.7	34.2	33.4	32.5	31.4	30.4	29.5	28.6	28.3	27.7	
		AH	17.8	17.8	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9
	Heating	Winter	DB	-8.0	-8.5	-8.8	-9.0	-9.3	-9.6	-10.0	-10.1	-9.1	-7.1	-5.0	-3.4	-2.6	-2.0	-1.6	-2.0	-2.4	-3.0	-3.8	-4.6	-5.4	-6.1	-6.8	-7.5	
		AH	.70	.69	.69	.69	.67	.67	.67	.67	.67	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.68	.69	.69	.70	.69	.70	.70	.70	.70	.70
	Incheon	Cooling	Summer	DB	26.3	26.0	25.8	25.5	25.2	25.0	25.6	26.6	28.0	29.3	30.3	31.2	32.0	32.4	32.8	32.4	31.7	30.9	30.0	29.0	28.3	27.6	27.1	26.6
			AH	18.4	18.5	18.4	18.4	18.4	18.5	18.5	18.5	18.5	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
Heating		Winter	DB	17.8	17.6	17.4	17.2	17.0	16.7	16.4	17.2	18.0	19.8	21.2	22.4	23.2	23.9	24.3	23.9	23.3	22.5	21.5	20.7	19.6	19.0	18.4	18.0	
		AH	10.9	10.9	10.8	10.8	10.8	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.2	11.3	11.2	10.9	11.0	11.0	10.8	10.8	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	
Cheongju		Cooling	Summer	DB	26.4	26.0	25.7	25.3	25.0	24.6	25.3	26.8	28.6	30.4	31.9	33.1	33.8	34.5	35.0	34.4	33.4	32.3	31.1	29.9	29.0	28.1	27.5	26.9
			AH	19.1	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.1	19.2	19.2	19.2	19.3	19.3	19.3	19.3	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.1	19.0	19.0	19.0	19.1
	Heating	Winter	DB	17.0	16.5	16.0	15.6	15.2	14.7	14.3	15.4	16.5	19.3	21.9	23.8	25.0	26.0	26.7	25.1	25.1	24.0	22.4	20.7	19.3	18.1	17.5	17.0	
		AH	9.8	9.7	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6	9.8	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.2	10.2	10.1	10.1	9.9	9.8	9.8	9.8	9.8	9.7	
	Taejeon	Cooling	Summer	DB	26.3	25.9	25.5	25.2	24.9	24.7	25.2	26.6	28.3	30.1	31.5	32.5	33.3	34.0	34.5	34.9	33.9	33.0	31.9	30.7	29.6	28.6	27.9	27.2
			AH	19.1	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.2	19.2	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.1
Heating		Winter	DB	16.8	16.5	16.1	15.8	15.5	15.1	14.7	15.5	17.2	19.3	21.8	23.5	24.6	25.6	26.5	25.8	24.7	23.5	22.2	20.5	19.5	18.3	17.6	17.1	
		AH	10.7	10.4	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.2	10.5	10.6	10.6	10.6	10.7	10.6	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.3	10.3	10.4	10.5	10.4	10.4	
Taegu		Cooling	Summer	DB	27.4	27.1	26.6	26.3	26.0	25.6	26.4	27.9	29.7	31.5	33.0	34.0	34.8	35.3	35.8	35.2	34.3	33.2	32.1	31.0	30.0	29.2	28.5	28.0
			AH	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.2	19.2	19.2	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.2	19.2	19.2	19.1
	Heating	Winter	DB	17.9	17.1	17.1	16.8	16.4	16.0	15.6	16.5	18.3	20.5	22.8	24.6	25.8	27.0	27.9	27.2	26.1	24.5	23.1	21.8	20.5	19.6	18.8	18.2	
		AH	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.1	10.3	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.5	10.5	10.3	10.3	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	
	Kwangju	Cooling	Summer	DB	26.9	26.6	26.3	26.0	25.8	25.5	26.0	27.2	28.7	30.0	31.4	32.4	33.1	33.7	34.2	33.6	32.8	31.8	30.7	29.8	28.8	28.2	27.6	27.2
			AH	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.4	19.6	19.8	19.8	19.8	19.9	19.9	19.9	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.7	19.7	19.6	19.6	19.5	19.6
Heating		Winter	DB	17.7	17.3	17.1	16.9	16.7	16.5	16.2	16.9	18.5	20.6	22.7	24.6	25.9	26.7	27.5	26.7	25.6	24.5	23.0	21.7	20.7	19.9	19.0	18.3	
		AH	11.1	11.1	10.9	10.7	10.6	10.7	10.7	10.8	11.0	11.1	11.1	11.1	11.1	11.2	11.3	11.4	11.4	11.3	11.3	11.1	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	
Pusan		Cooling	Summer	DB	26.7	26.4	26.2	25.9	25.7	25.5	26.1	27.1	28.4	29.6	30.7	31.4	31.8	32.2	32.5	32.1	31.5	30.7	30.0	29.1	28.5	27.9	27.4	27.0
			AH	19.4	19.3	19.3	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4
	Heating	Winter	DB	19.7	19.4	19.0	18.8	18.6	18.3	18.0	18.7	20.2	21.9	23.5	24.8	25.6	26.2	26.7	26.2	25.5	24.7	23.7	22.7	21.8	21.2	20.6	20.1	
		AH	12.2	12.2	12.3	12.4	12.4	12.3	12.2	12.1	12.0	12.0	12.0	12.1	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9	12.0	11.9	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.1	
	Mokpo	Cooling	Summer	DB	26.5	26.1	25.9	25.6	25.3	25.0	25.6	26.7	28.2	29.7	31.0	31.9	32.5	33.1	33.5	33.0	32.3	31.3	30.3	29.4	28.5	27.8	27.3	26.8
			AH	19.5	19.5	19.5	19.4	19.3	19.3	19.5	19.5	19.5	19.6	19.6	19.6	19.6	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.4	19.4	19.4	19.5
Heating		Winter	DB	15.8	15.8	16.0	17.8	17.5	17.1	16.9	17.8	19.4	21.4	23.5	25.0	26.0	26.8	27.5	26.9	26.0	24.9	23.8	22.7	21.7	20.8	20.0	19.3	
		AH	12.1	12.1	12.1	11.9	11.9	11.9	11.8	12.0	12.2	12.2	12.3	12.3	12.3	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.1	12.1	12.1	12.1	
Jinju		Cooling	Summer	DB	25.6	25.3	25.0	24.7	24.4	24.2	24.8	26.1	27.7	29.3	30.7	31.7	32.5	33.2	33.8	33.1	32.2	31.1	29.9	28.9	28.0	27.2	26.6	26.1
			AH	19.7	19.6	19.6	19.6	19.6	19.7	19.8	19.8	19.8	19.8	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.8	19.8	19.8	19.8	19.7	19.7	19.7
	Heating	Winter	DB	17.4	17.0	16.6	16.3	16.0	15.5	15.1	15.9	17.5	19.6	22.1	23.8	25.1	26.2	27.2	26.3	25.3	23.8	22.4	21.1	19.9	19.0	18.4	17.8	
		AH	10.6	10.6	10.6	10.6	10.5	10.4	10.3	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	10.9	10.9	10.8	10.8	10.8	10.7	10.7	10.6	10.5	10.5	10.5	10.5	10.4	
	Cheju	Cooling	Summer	DB	27.2	27.0	26.6	26.5	26.3	26.1	26.6	27.6	28.8	30.0	31.0	31.6	32.2	32.7	33.1	32.6	31.9	31.1	30.4	29.6	28.9	28.4	27.9	27.5
			AH	19.7	19.8	19.8	19.8	19.8	19.7	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.9	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.7	19.7
Heating		Winter	DB	20.3	20.0	19.7	19.5	19.2	19.1	18.9	19.5	20.5	21.8	22.8	23.9	24.7	25.2	25.8	25.3	24.5	23.8	23.2	22.5	21.8	21.2	20.8	20.5	
		AH	12.6	12.7	12.7	12.8	12.8	12.7	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	13.0	12.9	12.9	12.9	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	

Note :

Period : 1982-1989  
 Summer : TAC 5 % of Jul.-Aug. , Autumn : TAC 5 % of Oct. , Winter : TAC 2.5 % of Jan.-Mar.  
 DB : Dry-Bulb Temperature (°C), AH : Absolute Humidity (g/kg(DA))

월보다 3~5°C 높아서 7,8월이 하기를 대표할 수 있기 때문이며 동기의 경우에는 12월과 2월의 평균 기온이 1월보다 2~3°C 높으나 2월은 12월보다 약간 낮기 때문에 1,2월이 동기를 대표할 수 있는 2개월로 보기 어렵기 때문이다.

절대습도에 대한 선정법의 비교결과도 온도와 마찬가지로였으므로 온도와 같은 방법으로 선정한다.

Table 2는 서울의 설계용 온습도조건이며, 엔탈피는 건구온도와 절대습도의 초과도수확률이 동시에 발생하는 것으로 취급하여 계산한 것이며, Table 3은 서울 이외의 한국의 주요 10개 도시에 대한 설계용 온습도 조건이다.

3.2 종래의 TAC 2.5%값과의 비교

기 개발된 설계용 온습도자료로는 서울의 최대열부하계법의 실용자료<sup>(11)</sup>가 있는데, 이것은 통계기간 1971~1980년의 10년간의 시각별 데이터를 기상청에 보관된 온도자기기록지와 상대습도자기기록지로부터 직접 읽어서 구한 서울의 TAC 2.5% 온습도이다.

이 자료와 본 연구에서 추정식으로 계산하여 구한 온습도 데이터에 의한 제별별 설계용 온습도를 비교한 것은 Fig. 2, Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

설계용 온도는 하기와 추기의 냉방용은 1% 이내로 잘 일치되는데 난방용은 종래의 엄밀법의 일평균 -11.0°C와 간이법의 -9.8°C로 10% 정도의 오차가 있다. 그것은 하기와 추기의 월평균기온은 통계기간에 관계없이 거의 일정하지만 동기의 경우에는 통계기간에 따라 달라지기 때문이다. 즉, 동절기의 TAC법에서 중요한 가장 추운 1월의 평균기온을 보면 종래의 1971~1980년 중에는 1977년의 -6.7°C가 있으나 본 연구의 1982~1989년 중에는 1984년과 1985년의 -5.9°C가 최저 평균기온이다.

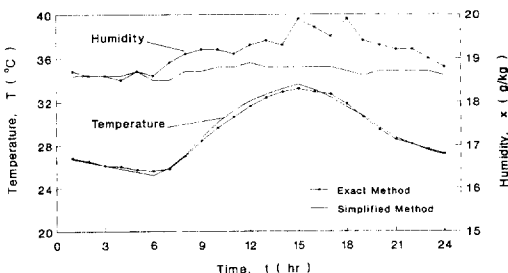


Fig. 2 Comparison of Summer Design Temperature and Humidity for Seoul

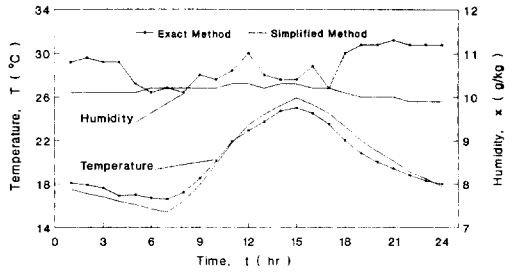


Fig. 3 Comparison of Autumn Design Temperature and Humidity for Seoul

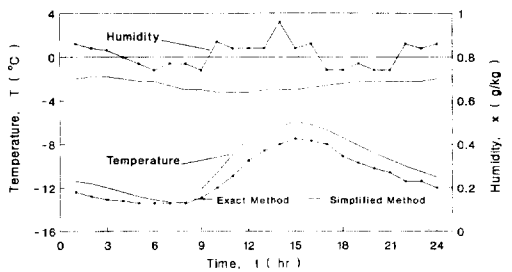


Fig. 4 Comparison of Winter Design Temperature and Humidity for Seoul

따라서 동기의 설계용 온도자료는 20년 이상의 통계기간에서 선정하는 것이 바람직스럽다.

설계용 습도는 냉난방기간에 관계없이 종래 TAC 2.5%값보다 본 연구의 값이 2~6% 낮고 거의 일정하다. 그것은 간이법으로 절대습도를 계산할 때 그날의 평균절대습도를 최고값으로 가정하여 직선 보간법으로 구하였기 때문이며, 이것은 건구온도와 절대습도의 초과도수확률의 동시발생가능성을 고려하면 오히려 바람직한 결과라 할 수 있다.

4. 결 론

공조장치의 용량 선정을 위한 최대열부하계산법의 설계용 온습도자료의 선정방법을 검토하여 각 냉난방기간에 적합한 TAC 2.5%법과 간이 TAC법을 도출하여 서울을 비롯한 11개 주요 도시의 설계용 온습도를 작성하였으며 그 주요 결과는 다음과 같다.

(1) 설계용 온습도자료의 도출을 위한 시각별 원 자료는 기상청의 일기상 통계표와 자기기록지에서 직접 읽어서 구하는 대신에 기상월보의 데이터를 이용한 Degelman의 수정식으로 작성하여도 충분

한 정확도를 얻을 수 있다.

(2) 초과도수확율에 의한 설계용 온습도의 선정 방법으로는 냉방용은 하기 6~9월과 추기 10~11월의 TAC 2.5% 대신에 간이법인 하기 7~8월의 TAC 5%와 추기 10월의 TAC 5%가 적절하나, 난방용은 12~3월의 TAC 2.5%가 바람직하다.

(3) 난방용 온습도는 20년 이상의 통계기간에서 추출하는 것이 좋겠다.

## 후 기

이 연구는 한국과학재단의 1889~1992년도 첨단요소기술 연구비 지원(8911-0400-008)에 의하여 이루어졌으며 이에 감사를 표한다.

## 참고문헌

- (1) 김두천, 서진석, 1990, 열부하계산 컴퓨터 소프트웨어의 설계자료 개발, 한국 과학재단 제1차년도 연차보고서(8911-0400-008).
- (2) 김두천, 서진석, 1992, "실효온도차법에 의한 최대열부하계산용 일사 대기 투과율," 공기조화·냉동공학 논문집, 제4권 제4호, pp. 316~322.
- (3) Degelman, L. O., 1970, "Monte Carlo Simulation of Solar Radiation and Dry-Bulb Temperature for air conditioning purposes," Dept. of Architectural Engineering, Pennsylvania University, Report No. 70~9.
- (4) 宇宙川 光弘, 小林 英明, 1986, "空調負荷 シミュレーション用 氣象データの簡易作成法," 日本建築學會大會學術講演 梗概集.
- (5) Wexler, A., Hyland, R. W. and Stewart, R. B., 1983, "Thermodynamic Properties of Dry Air, Moist Air, and Water and SI Psychrometric Charts," ASHRAE.
- (6) 空調設備基準委員會 第2小委員會, 1972, "手計算による最大負荷計算法," 日本空氣調和・衛生工學, 第46卷 第3號, pp. 39~77.
- (7) 空調設備基準委員會 熱負荷計算法小委員會, 1989, "設計用熱負荷計算法に關する研究," 日本空氣調和・衛生工學, 第63卷 第10號, pp. 33~43.
- (8) 武田 仁, 1989, "空氣調和のための東京氣象データに關する研究," 日本空氣調和・衛生工學會論文集, 第41卷, pp. 105~115.
- (9) 井上宇市, 李春夫 等, 1973, "沖龜の空調負荷計算資料," 空氣調和・衛生工學, 第47卷 第5號, pp. 55~68.
- (10) 井上宇市, 李春夫, 1977, "臺灣の空調負荷計算資料," 日本空氣調和・衛生工學, 第51卷 第6號, pp. 57~70.
- (11) 김두천, 김정희, 1987, "最大負荷計算法實用資料," 空氣調和・冷凍工學, 第16卷 第6號, pp. 560~570.