

# 韓國의 冷房設計用 標準外氣溫濕度 (서울地域)

閔 滿 基\* 金 柱 均\*\*

## 1. 序 論

冷房設計에 있어서 重要한 外氣條件들로는 溫度, 濕度, 日射量 및 風速들이 있다.

冷房設計用 外氣條件에 關한 國內의 調查研究는 ASHRAE의 TAC 건습구온도와 서울의 상당 외기온도에 관한 것등이 1964年<sup>1)2)</sup> 以來 몇 개<sup>3)4)</sup>가 發表된 바 있다.

本 報告에 있어서는 首都圈의 과거 6년간의 氣象統計資料로부터 서울에 있어서 하루의 外氣溫濕度變化의 표준을 求하였다.

外氣의 熱環境은 많은 變動은 있으나 주기적인 變動을 한다고 볼 수 있다. 이처럼 불규칙적으로 變動하는 週期的外氣의 溫濕도에 對한 平均值를 求하여 時間別 冷房負荷와 非常常傳熱量의 算定을 할 수 있다.

引用된 氣象資料는 3時間別로 測定된 것이므로 이 8개의 온도자료로 하루의 기온변화를 多項式으로 方程式맞춤(fitting)을 하여 每時間別溫度를 求할 수 있다. 1978년의 1時間마다 測定한 資料를 기초로 해서 이 多項式的 誤差를 檢討하였다. 또한 作成된 하루의 표준 外氣온도를 TAC온도와 比較檢討하였다.

## 2. 測定資料와 分析

本報告作成에 使用한 氣象資料는 1973年~1978年 사이의 6年間 國立중앙관상대에서 기록한 서울 수도권권의 3시간별 측정 자료다.

溫度는 金屬製 自己溫度計(thermograph) 그

리고 濕度는 모발 自己濕度計(hygrograph)로 기록한 것이다. 1978년의 1년에 對하여는 每時間別 측정자료를 使用하여 3時間別 資料로 만든 fitting 多項式과 比較한다.

本 報告에서의 外氣溫濕度는 冷房設計用的 것만 다루고 있으므로 以上에서 말한 6年間に 있어서 매해 기온이 높은 6月에서 9月 사이의 資料를 主로 처리하였다.

### 2.1 冷房設計用 標準外氣溫濕度

위에서 말한 期間의 觀測資料를 훑어본 연후에 아주 높은 每日의 순간 最高 건구온도를 갖는 날을 뽑아낸다.

이때 가장 높은 溫度를 先頭로 차례로 每年 10日을 선정하여 羅列한다(表1).

表1. 년도별로 선정된 10日

年度 번호	73年	74年	75年	76年	77年	78年
	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日
1	7 17	8 10	6 20	6 28	6 27	7 22
2	7 18	8 11	7 30	7 20	6 28	7 24
3	7 20	8 12	8 3	7 21	7 23	7 25
4	7 23	8 13	8 4	7 23	7 24	7 26
5	7 24	8 16	8 17	7 24	7 27	7 27
6	7 26	8 17	8 18	7 25	7 28	7 28
7	8 13	8 18	8 19	8 7	7 29	7 29
8	8 14	8 19	8 21	8 17	7 30	7 31
9	8 15	8 20	8 22	8 18	7 31	8 5
10	8 16	8 21	8 26	8 21	8 1	8 6

이들 6년에 對한 每年 10日의 3時間別(3時, 6時, 9時, 12時, 15時, 18時, 21時 및 24時 等 9點)의 건구온도와 습구온도를 자료에서 求한다. 그림1은 매년 10日의 가장 높은 순간 最高 건구온도를 포함한 건구온도의 1日 變

\* 正會員, 高麗大學校工科大学

\*\* 正會員, 三星精密工業株

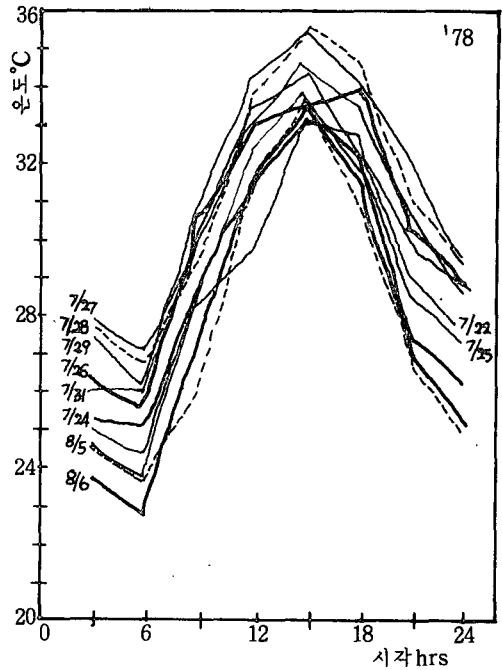
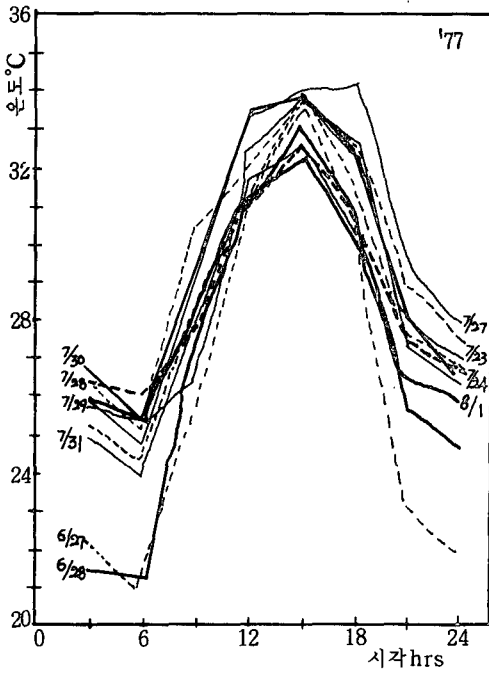


그림 1. 乾球溫도의 1日變化例

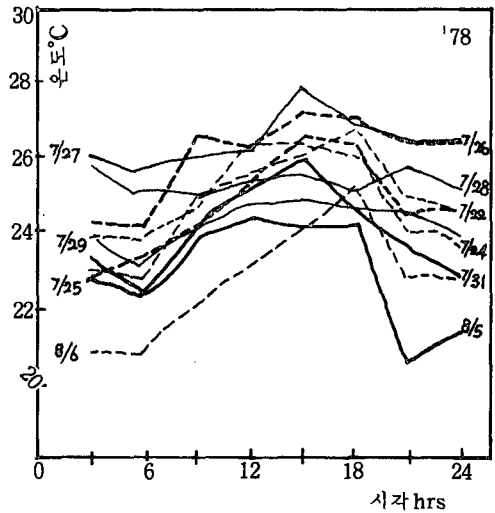
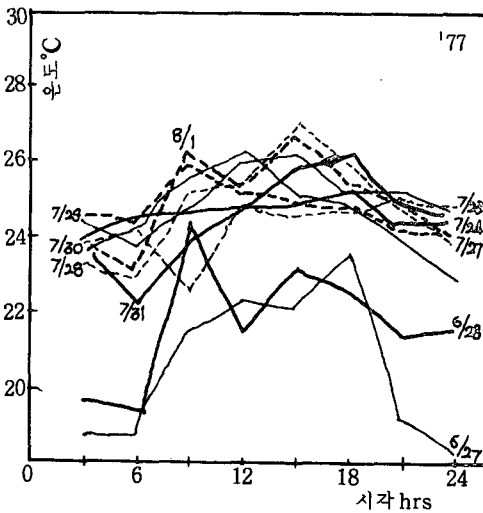


그림 2. 濕球溫도의 1日變化例(그림 1.과 같은 日字)

화에 對한 두 例이며 그림 2는 같은 日字의 濕球溫度에 對한 그래프다.

국립중앙관상대의 습도자료는 상대습도이므로 건구온도와 이 상대습도로부터 濕空氣線圖를 使用하여 습구온도를 求하였다.

이들 그림을 보면 各年度에 있어서 特異한 變動을 하는 건구온도의 變化線이 있다. 그래서 각

년도마다 이러한 特異한 變化線 2개를 除去한다(表 2).

表 2. 各 年度에서 제외된 2日

年度 번호	73年	74年	75年	76年	77年	78年
	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日
1	8 13	8 18	6 20	6 28	6 27	7 22
2	8 14	8 19	8 26	7 20	6 28	8 6

이때 이 특이한 변화선의 건구온도들과 同時에 측정된 습구온도의 변화선 2개도 除去하여야 한다.

이처럼해서 선정된 각 연도별의 8일에 對한 건구온도와 습구습도를 6年 전체에 걸쳐 時각별로 總평균을 取한 값들을 冷房設計用 표준의 기의 건습구습도로 삼는다<sup>5)</sup> (表 3).

이때 外氣溫濕度의 變化가 週期的 定常이라면 0時的 溫度는 24時的 값과 같아야 될 것이다.

表 3. 冷房設計用 標準外氣溫度 및 濕度

시 각	건구온도; D. B(°C)	습구온도; W. B(°C)
0	(26.2)	(23.8)
3	25.2	23.4
6	24.6	23.1
9	28.0	24.5
12	31.3	25.4
15	32.6	25.9
18	31.2	25.5
21	27.9	24.5
24	26.6	23.9
평 균	28.4	24.5

0時的 건구온도 26.2°C와 습구온도 23.8°C는 前날의 24時的 측정자료로 부터 앞서 말한바와 똑 같은 方法으로 求한 값들로서 參考로 表示하여 놓았다. 이들을 方程式 fitting時에 end condition으로서 使用하였다. 이 溫度들은 24時에 있어서의 표준건구온도 26.6°C 및 습구온도 23.9°C와 一致하지 않음이 注目된다.

### 2.2 TAC 溫度

ASHRAE의 Technical Advisory Committee에서 定한 TAC온도(위험율 1%, 2.5% 및 5%)를 求한 結果는 表 4와 같다.

앞서 밝혀진 표준의 기 온습도와 비교검토하기 위하여 위의 TAC온도를 求하였고 또한 統計를 잡은 6년간에 있어서 各 年度에 記錄한 最高 건구온도를 나타낸 6개일을 발췌하여 이들의 各 時間마다의 時刻別 건구온도의 平均値를 求하면 表 5와 같다.

### 3. 結果에 對한 分析

6個年の 全記錄으로 부터 表 3의 건구온도의

表 4. TAC 1%, 2.5% 및 5% 온도

(단위 °C)

년 도	위험율	3 시	6 시	9 시	12 시	15 시	18 시	21 시	24 시
1973	1%	27.5	26.9	29.9	32.8	34.5	33.7	31.4	29.4
	2.5%	26.8	26.0	29.1	32.2	33.8	32.8	29.9	28.7
	5%	26.0	25.3	28.3	31.8	33.0	31.7	29.3	27.6
1974	1%	26.0	25.4	28.8	31.4	33.2	32.8	29.6	29.0
	2.5%	25.3	24.7	27.6	30.5	32.3	30.6	27.3	27.0
	5%	25.0	24.2	26.7	29.4	31.0	29.5	26.9	25.8
1975	1%	27.1	26.5	30.0	33.0	34.3	32.6	29.8	28.7
	2.5%	26.6	25.6	29.1	32.7	33.8	32.0	28.7	27.2
	5%	25.7	25.3	27.4	31.5	32.8	31.2	27.9	26.7
1976	1%	25.5	24.9	27.6	30.7	33.0	31.0	27.7	26.0
	2.5%	24.7	24.7	26.9	30.0	31.0	29.4	26.7	25.6
	5%	24.3	24.0	26.4	29.3	30.5	29.2	26.1	25.0
1977	1%	26.8	25.9	30.2	33.4	34.0	34.1	29.3	27.9
	2.5%	26.5	25.5	28.9	32.3	33.8	32.5	28.0	27.0
	5%	26.0	25.2	27.8	31.4	32.7	31.3	27.5	26.7
1978	1%	27.9	27.0	30.7	34.1	35.2	34.5	32.0	29.3
	2.5%	27.5	26.7	30.2	33.4	34.5	33.9	30.6	28.9
	5%	26.4	26.0	29.0	32.0	33.6	32.2	29.1	28.0
* 평 균	1%	26.8	26.1	29.5	32.6	34.0	33.1	30.0	28.4
	2.5%	26.2	25.5	28.6	31.9	33.2	31.9	28.5	27.4
	5%	25.6	25.0	27.6	30.9	32.3	30.9	27.8	26.6

(\*) 1973年~1978年 6년간의 平均값임.

表 5. 연도별 건구온도 최고일의 6 년간의 시각별 평균치

단위 : °C

연(월/일) \ 시 각	3	6	9	12	15	18	21	24	평 균
1973 년 (8/16)	26.4	25.3	28.1	32.8	34.6	33.8	30.3	29.4	
1974 년 (8/20)	26.3	25.5	29.0	31.6	33.3	30.3	27.1	26.1	
1975 년 (8/18)	26.8	26.6	29.4	33.0	34.4	32.0	28.3	26.9	
1976 년 (8/28)	19.4	17.8	24.4	29.8	33.9	31.5	27.2	20.4	
1977 년 (7/29)	25.9	24.8	29.0	33.3	34.0	34.2	29.4	28.0	
1978 년 (7/29)	27.5	26.2	30.9	34.2	35.6	34.2	32.2	29.4	
평 균	25.4	24.4	28.5	32.5	34.3	32.7	29.1	26.7	29.2

表 6. 표준 건구온도 최고치를 초과하는 日數

단위 : 日數

년도 \ 月	1973	1974	1975	1976	1977	1978	計	年平均
6	—	—	—	6/28 1 (1)	6/27, 6/28 2 (2)		3 (3)	0.5 (0.5)
7	7/17, 7/18 7/20, 7/23 7/24, 5 *(4)	—	7/30 1 (1)	7/25 1 (1)	7/23, 7/27 7/28, 7/29 7/30, 7/31 6 (5)	7/22, 7/24 7/25, 7/26 7/27, 7/28 7/29, 7/31 8 (7)	21 (18)	3.5 (3)
8	8/14, 8/15 8/16 3 (3)	8/19, 8/20 2 (1)	8/17, 8/18 8/19, 8/21 8/22, 8/26 6 (6)			8/1, 8/5 8/6, 8/27 4 (3)	15 (13)	2.5 (2.2)
計	8 (7)	2 (1)	7 (7)	2 (1)	8 (7)	12 (10)	39 (34)	6.5 (5.7)

\* 괄호는 39 日의 日數中에 15 시에 건구온도가 최고였던 日數임.

최고치인 32.6°C(15 時의 값)를 초과하는 日數를 調査하여 表 6 을 얻었다.

表 6 에서 알 수 있는 바와 같이 最高건구온도 32.6°C를 넘는 6 년간의 총일수는 39 日로서 이것은 표준건구온도를 구성해준 총통계 일수인 48 日의 81%에 해당한다.

이 총日數 39 日中 各日의 최고온도가 15 時에 發生한 日數는 34 日로서 約 87%에 해당한다. 나머지의 13%에 해당하는 5 日의 최고온도의 시각은 12 시가 1 日이고 18 시가 4 日이었다.

表 6 의 값으로 부터 32.6°C를 넘는 아주 더운

날의 月別 發生比率을 보면 6 月이 8%, 7 月이 54%, 그리고 8 月이 38% 임을 알 수 있다.

이미 說明한 바와 같이 6 年間의 관측자료로부터 各年度마다 最高氣溫을 發生 시킨 날의 各時刻의 건구온도를 求한 연후에 이들의 6 年에 對한 平均値를 求하고(表 5) 이것을 表 3 의 값(표준온도)과 比較하기 위하여 表 7 에 다시 나타내었다. 또한, 위험율 5%의 TAC 온도도 같이 나타내었다.

表 4 와 表 7 을 보면 5% 위험율의 TAC 온도가 표준건구온도에 가장 가까우며 표준 건구온도와 TAC 온도의 차이는 0.4°C 이내이며, TAC

表 7. 표준건구온도변화와 기타와의 비교

단위 : °C

종 류 \ 시 각	3	6	9	12	15	18	21	24	평 균
표준건구온도	25.2	24.6	28.0	31.3	32.6	31.2	27.9	26.6	28.4
최고일의평균	25.4	24.4	28.5	32.5	34.3	32.7	29.1	26.7	29.2
T A C 온 도*	25.6	25.0	27.6	30.9	32.3	30.9	27.8	26.6	28.3

\*) TAC온도는 5%위험율임.

온도의 하루평균과 표준 건구온도의 평균치의 차이는 0.1 °C이다.

한편 최고일의 평균온도와 비교하면 최고일의 평균 건구온도가 표준 건구온도 보다 항상 높으며 그 평균차이는 0.77 °C로서 12 시~21 시 사이에 그 차이가 커지며 (15 시에 1.7 °C 그리고 18 시에 1.5 °C) 3 시와 24 시에는 0.1~0.2 °C 의 차이에 不過함을 알 수 있다.

한편 本 측정자료 분석에서 6年間の 관측 통계로 부터 발췌한 各年 8日의 發生 빈도를 보면 表 8 과 같다.

表 8. 서울지방의 냉방설계용 표준온습도의 작성에 사용된 날 (各年 8日)의 10日 별 발생 빈도 표 (1973~1978年)

月日 年	7月		8月		합계	
	11~20	21~31	1~10	11~21 21~31		
1973	3	3		2	8	
1974			1	6	1	8
1975		1	2	3	2	8
1976		4	1	2	1	8
1977		7	1			8
1978		7	1			8
計(%)	3(6.3)	22(45.8)	6(12.5)	13(27.1)	4(8.3)	48(100)

\*) ( )안의 값은 총합계에 대한 백분율임.

表 8 로 부터 7月 21日~7月 31日의 사이의 發生빈도가 45.8%로서 가장 높다.

本 報告에 使用된 관측통계자료는 每3時間別 資料이다. 따라서 每時間別 관측통계자료로 작성한 표준온습도와 誤差를 檢討하기 위하여 1978年의 每時間別 서울地方의 관측자료로 위에 이미 言及한 바와 똑같은 方法으로 8日을 선정하여 每時間別 平均온도를 求한 結果를 表

表 9. 1978年 매시간별 서울지방 냉방설계용 표준 의기온습도의 변화치

단위 : °C

시각(시)	건구온도	습구온도	시 각	건구온도	습구온도
0	(27.4)*	(24.7)	13	33.6	26.0
1	27.1	24.7	14	34.0	25.8
2	26.7	24.3	15	34.3	26.1
3	26.3	24.1	16	33.9	26.0
4	25.9	23.8	17	33.6	25.8
5	25.8	23.8	18	33.0	25.1
6	25.6	23.8	19	31.6	25.0
7	25.9	23.9	20	30.7	25.0
8	27.4	24.5	21	29.6	24.5
9	29.3	24.8	22	29.0	24.5
10	30.7	25.3	23	28.8	24.7
11	31.3	25.0	24	27.9	24.3
12	32.9	25.5	평균	29.8	24.8

\*表 3의 괄호와 같은 뜻임.

9에 나타내었다.

이 表로 부터 每3時間別(3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 및 24時)의 표준 건구온도 및 습구온도 各 各에 對한 1日평균온도는 29.9 °C 및 24.8 °C로서 表 9의 下端에 表示된 每時間別 平均溫度 29.8 °C 및 24.8 °C와 거의 같음을 알 수 있다. 이것은 하루동안의 총취득열량산정에 있어서는 3時間別의 觀測資料로도 充分한 精度의 結果를 얻을 수 있음을 意味한다.

0時~24時의 全體範圍를 3時間간격의 9個의 溫度를 使用해서 8次多項式 하나로 方程式 맞춤(fitting)을 할 때 6時에서 18時까지의 晝間에 있어서는 좋은 近似值를 얻었으나 나머지 兩끝의 範圍에서는 20% 前後의 큰 誤差를 發生하였다. 따라서 全體範圍를 둘로 나누어 2個의 多項式으로 方程式맞춤을 試圖하였다. 多項式

의 係數를 求함에 있어서 그 係數를 未知數로 하는 線型方程式의 係數매트릭스를 LU分解하는 compact scheme을 適用하였다. 여러가지로 試圖한 것中 가장 좋은 結果를 보여준 것으로서, 0時~12時 사이에 對해서 4次多項式과 9時~24時 사이에 對해서 5次多項式으로 試圖한 境遇를 본다.

試算用 入力데이터는 1978年 6月~9月사이의 5日, 15日 및 25日의 12가지를 適用하였다. 가장 좋은 경우는 7月 15日의 경우로서 23時에 最大 2.7%의 相對誤差 및 數值積分에 의한 曲線下面積은  $0.95 \times 10^{-6}$ %의 誤差였고 가장 나쁜 경우는 8月 25日의 경우로서 22時에 17.3%의 相對誤差가 發生하여 이時刻의 瞬間傳熱量算定은 不可하며 다른 fitting 試圖가 要求된다. 그러나 面積의 相對誤차는 1.42%뿐이었다. 全般的으로 볼 때 13時 前後에 最大의 誤차가 發生하고 있으며 后端部 23時 前後의 誤차가 다음으로 크다. 그러나 12時 境遇에 있어서 面積誤差의 絶對值에 對한 平均은 0.63%이며 最大의 境遇가 앞서의 2.1%이다. 따라서 1日의 總取得熱量算定은 2%程度의 誤差로 計算이 可能하다.

以上과 같은 特定한 1日에 對한 方程式맞춤은 좋은 結果가 아니었으나 1978年의 最高瞬時溫度를 갖는 8日에 對해서 平均値를 取해서 얻은 標準外氣溫濕도에 對하여는 乾球溫度의 경우, 最大相對誤差 3.3%(11時에  $-1.04^\circ\text{C}$ 의 溫度差)고 (그림 3) 面積의 相對誤差 0.29%이며 濕球溫度의 경우 最大相對誤差 2%(11時에  $-0.51^\circ\text{C}$ 의 溫度差)고 面積의 相對誤差 0.08%로서 좋은 結果를 보여주고 있다. 따라서 6年間의 觀測統計資料에서 平均値를 取해서 얻은 標準外氣溫濕도에 對하여는 보다 작은 誤差의 좋은 結果를 줄 것이다. 이 6年間의 標準外氣溫濕도에 對해서 같은 方法으로 求한 2개의 多項式은 各기 다음과 같다.

0時~12時 사이에서

$$t_{db} = -39.609(x/10)^4 + 93.518(x/10)^3$$

$$(1) \begin{cases} -56.991(x/10)^2 + 6.4166(x/10) + 26.20 \\ t_{wb} = -19.547(x/10)^4 + 45.062(x/10)^3 - 27.685(x/10)^2 + 3.4444(x/10) + 23.80 \end{cases}$$

12時~24時 사이에서

$$(2) \begin{cases} t_{db} = 5.4856(x/10)^5 - 33.425(x/10)^4 + 74.967(x/10)^3 - 86.941(x/10)^2 + 67.170(x/10) + 20.1 \\ t_{wb} = -0.3420(x/10)^5 + 6.6801(x/10)^4 - 32.849(x/10)^3 + 63.811(x/10)^2 - 51.016(x/10) + 38.494 \end{cases}$$

여기서  $t_{db}$  및  $t_{wb}$ 는 乾濕球溫度이며  $x$ 는 時刻(0時, 1時, 2時, ..., 24時)이다.

그림 4는 이것을 그래프로 나타낸 것이다.

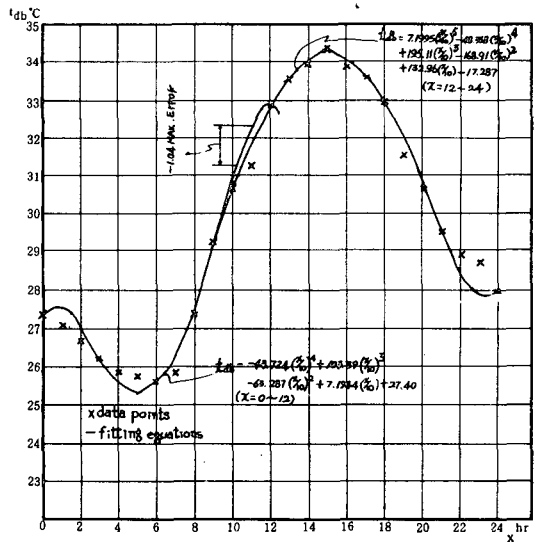


그림 3. 1978年의 8日에 對해서 얻은 標準外氣乾球溫度

- ①  $T_{db} = -39.609(x/10)^4 + 93.518(x/10)^3 - 56.991(x/10)^2 + 6.4166(x/10) + 26.20$
- ②  $T_{wb} = -19.547(x/10)^4 + 45.062(x/10)^3 - 27.685(x/10)^2 + 3.444(x/10) + 23.80$
- ③  $T_{db} = +5.4846(x/10)^5 - 33.425(x/10)^4 + 74.967(x/10)^3 - 86.941(x/10)^2 + 67.170(x/10) + 20.1$
- ④  $T_{wb} = -0.3420(x/10)^5 + 6.680(x/10)^4 - 32.849$

$$(x/10)^3 + 63.811(x/10)^2 - 51.016(x/10) + 38.494$$

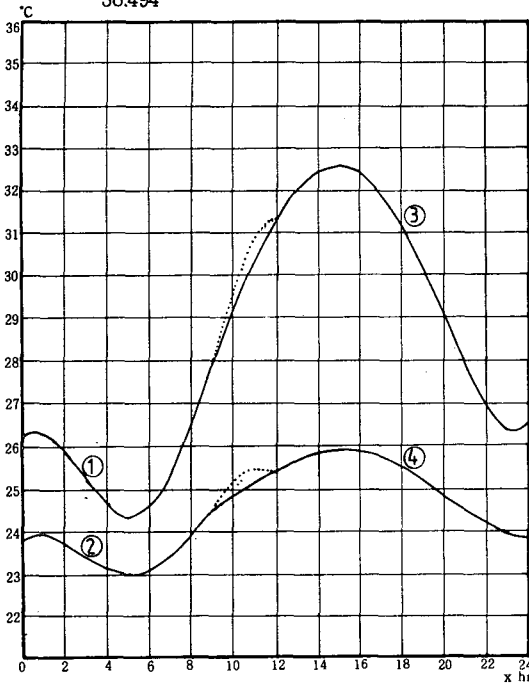


그림 4. 서울地域の 冷房設計用 標準外氣의 乾球溫度 및 濕球溫度와 fitting curve

#### 4 結 果

(1) 서울地域の 1日間の 標準乾濕球溫度的 變化를 作成하였다.

(2) 作成된 標準乾球溫度的 變化는 1%, 2.5% 및 5% 危險率中 5% 危險率의 TAC 溫度와 가장 가깝고 그 差異는 0.4°C 이내이며 平均值의 差異는 0.1°C이다.

(3) 標準溫濕度는 3時間別의 觀測資料로 作成 하였으나 1日의 總取得熱量算定에는 그 精度가 充分하다. 2區間으로 나누어 얻은 多項式 fitting의 結果는 滿足스러운 것은 못되나 冷房負荷算定에 使用할 수 있다.

(4) 6年間の 觀測統計資料는 아주 더운날 (표준건구최고온도 32.6°C 이상인 날)이 주로 7月下旬에 集中(46%)되고 있으며 하루中の 최고 온도(32.6°C 이상인)는 3時間마다의 8개時刻中 15시에 集中(87%)되고 있음을 보여주었다.

本 報告는 財團法人 京紡育英會의 研究費로 遂行되었다. 資料蒐集 및 整理에 努力을 하여 增高麗大學校機械工學科의 金鍾元氏, 黃英秀, 黃致福, 趙相俊 및 金永得君等 여러분에게 謝意를 表한다

#### 參 考 文 獻

1. 金孝經：韓國의 冷暖房 設計用 外氣條件, 大韓機械學會誌 第4卷第1號, 1964年
2. 金孝經：韓國의 冷暖房設計用 外氣條件(續), 大韓機械學會誌 第4卷第2號, 1964年
3. 金孝經：韓國의 空氣調和設計用 外氣條件, 空氣調和：冷凍工學會誌 第1卷第1號, 1972年
4. 金文亨：서울의 相當外氣溫度, 空氣調和·冷凍學會誌 第3卷第2號, 1974年
5. 渡辺要外 2人：東京地區의 冷房負荷算定資料에 關する 研究 第1報 外氣溫濕度の 提案值, 空氣調和·衛生工學 第40卷第10號, 1965年
6. 金光植外 14人共著：韓國의 氣候, 一志社刊, 1976年