

|||||||
 論 文
 |||||

서울地方의 標準氣象데이터에 關한 研究

金斗千*

A Study on the Standard Weather Data for Seoul

Doo Chun Kim*

ABSTRACT

Standard weather data for Seoul has been developed for use in computer calculations for energy requirements, and the 8760 sequential hourly values for seven weather elements have been placed in magnetic tape and cards.

Applying the method determining average month, developed by Japanese Society of Heating Air-Conditioning and Sanitary Engineers, the standard year data have been selected from the monthly average values for three weather elements during the 10 year period of 1971 through 1980

The followings are obtained.

1. The Test Reference Year, consisting of 12 months chosen from different calendar years, has been determined, and TRY tape which contains seven weather elements has been prepared.
2. The Typical Weather Year, which means a year close to the average value, is the year of 1978 during the above 10 year period.
3. During the period, Winter Season needs the maximum heating load is from Dec. 1976 to Mar. 1977 and Summer Season needs the maximum cooling load is from Jun. to Sep. 1978.

* 正會員, 陸軍士官學校 機械工學科

기 호 설 명

첨 자

AJ : 외벽 및 지붕의 일사 흡수율 [-]
 AOW, ARO, AIW : 외벽, 지붕, 칸막이의 면적 [m^2]
 AS : 외벽 및 지붕의 열전달 계수 ($kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$)
 DM : 평균월 선정을 위한 수치지표 [-]
 DS : 대표년 선정을 위한 수치지표 [-]
 e : 균시차 [hr]
 GJ : 유리창의 일사열 취득율 [-]
 h : 태양의 고도 [rad]
 k_2 : 건구온도 $1^\circ C$ 에 상당하는 절대습도의 단위량 $1g/kg$ 에 의한 가중계수 [-]
 k_3 : 건구온도 $1^\circ C$ 에 상당하는 일사량의 단위량 $1 kcal / h \cdot m^2$ 에 의한 가중계수 [-]
 QAH : 절대습도 $1g/kg$ 의 차이에 의한 표준형 건물의 열취득량 [$kcal/h$]
 QDB : 건구온도 $1^\circ C$ 의 차이에 의한 표준형 건물의 열취득율 [$kcal/h$]
 QJS : 수평면전일사량 $1 kcal / m^2 \cdot day$ 의 차이에 의한 표준형 건물의 열취득량 [$kcal/h$]
 Q_v : 환기량 [$m^3 / h \cdot m^2$]
 RDH : 수평면 직달일사량 [$kcal / h \cdot m^2$]
 RDN : 법선면 직달일사량 [$kcal / h \cdot m^2$]
 RSH : 수평면 천공일사량 [$kcal / h \cdot m^2$]
 RTH : 수평면 전일사량 [$kcal / h \cdot m^2$]
 S_c : 태양상수 [$kcal / h \cdot m^2$]
 U1, U2, U3, U4 : 외벽, 지붕, 칸막이 및 유리창의 총합열전달 계수 [$kcal / m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$]
 W : 3기상요소의 매년월별 평균치
 \bar{W} : 3기상요소의 10년간 월별 평균치
 WR : 개구율 (외벽중의 유리창 비율) [-]
 δ : 태양 적위 [rad]
 θ : 태양 입사각 [rad]
 σ : 표준편차 [-]

k : 기상요소 ($k=1$ 은 건구온도, 2 는 절대습도, 3 은 수평면전일사량 이다.)
 y : 년도 (1971-1980 년)
 m : 월 ($m=1-12$ 월)

1. 서 론

1973년의 세계적인 에너지파동 이래로 각 국에서는 각기의 에너지절약계획을 마련하고 법령 기술기준등^(1,2)을 제정하여 시행하고 있는데, 이들의 에너지절약 정도의 평가에는 공학용 표준기상데이터를 이용한 공기조화 시스템의 동적 시뮬레이션 (simulation) 으로 구한 연간 에너지소요량에 근거한 평가지수가 이용되고 있다.

이와 같은 동적시스템 시뮬레이션을 위한 전산 프로그램으로는 1967년 캐나다의 Stephenson과 Mitalas에 의해 제기된 응답계수법⁽³⁾을 이용한 일본의 HASP/ACLD-8001과 미국의 DOE-2 등이 많이 이용되고 있다.

이들 프로그램의 입력용기상데이터로 미국에는 TMY (Typical Meteorological Years)⁽⁴⁾, TRY (Test Reference year)⁽⁵⁾ 및 WYEC (Weather Year for Energy Calculation)⁽⁶⁾ 등이 있으며, 일본에는 TRY와 비슷한 개념의 표준년과 대표년 및 극단계에 대한 자료가 정리되어 동적 열부하계산에 이용되고 있다⁽⁷⁻⁹⁾.

대체로 이들 기상데이터에 포함되는 것은 외기의 건구온도, 절대습도, 법선면 직달일사량, 수평면천공일사량, 운량, 풍향 및 풍속의 7개 기상요소에 대한 1년간의 시각별 데이터이다.

일본에서는 1971년에 공기조화, 위생공학회가 HASP/ACLD-7101이라는 동적공조열부하계산 프로그램을 개발하고, 이의 입력자료인 기상데이터를 작성하기 위하여 1972년부터 2년

에 걸쳐서 동경지방의 1960-1969년의 10년간의 시각별 기상 자료를 수집하고 이를 직접

HASP/ACLD-7101에 입력시켜 부하계산상의 평균치가 되는 3종류의 기상데이터를 정의하였다. 그중의 하나는 연간전부하량이 10년간의 평균이 되는 실제의 1년간으로 그 지방의 기후를 가장 특징적으로 대표하는 대표년이며, 둘째는 부하계산 결과가 월별로 가장 평균적인 것만을 모아서 조립한 인위적인 1년간의 기상데이터인 평균년 그리고 난방부하가 최대가 되는 동계의 4개월과 냉방부하가 최대가 되는 하계 3개월을 실제 기상자료중에서 선정한 것을 극단계라 명명하였다.

그러나 이 방법은 데이터의 양이 방대하여 다른 지방의 표준기상데이터의 작성에 반복하여 사용하기가 곤란하였다. 따라서 열부하계산을 하지 않고도 열부하에 가장 큰 영향을 미치는 건구온도, 절대습도 및 수평면전일사량의 3기상요소의 10년간의 월평균치로 부터 직접 표준기간을 선정할 수 있는 간이법을 개발하여, 1976년에 오오사카 지방의 평균년 선정에 이용하였다.⁽⁷⁾

우리나라도 정부의 에너지절약 정책에 따른 동력자원연구소의 건축설비의 에너지절약을 위한 설비기준(안)⁽⁸⁾을 비롯한 에너지절약을 위한

평균에너지 소요량의 산정, 연료소비량의 예측 및 냉난방시스템의 비교의 기준이 되는 연간공조부하계산에서 가장 중요한 입력자료인 표준기상데이터를 절실히 필요로 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 표준년 선정을 위한 간이법을 이용하여 서울지방의 표준기상데이터인 평균년, 대표년 및 극단계를 도출하고 평균년 기상데이터를 작성하여 HASP/ACLD-8001과 이에 준하는 동적부하계산 프로그램에 직접 입력시킬 수 있는 양식(format)으로 수록하고자 한다.

2. 평균년, 대표년, 극단계의 선정

평균년의 선정에는 3기상요소인 외기온도, 절대습도 및 수평면전일사량의 월평균치가 필요하고, 대표년과 극단계는 평균년 선택과정에서 산출된 수치지표 DM값을 사용하여 선정하며, 그 절차는 다음과 같다.

2.1 3기상요소의 월평균치 산출

표준기상데이터 작성의 간이법에 필요한 건구온도, 상대습도 및 수평면전일사량 자료는 10년분의 월평균치이다.

건구온도와 상대습도의 월평균치는 중앙관상대

Table.1 Comparison of monthly average values computed from various observations

Seoul, 1971 -1980

Month Observations Data													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperature (°C)	24	-2.22	-0.81	4.55	11.49	16.86	21.41	24.73	24.76	20.41	14.02	6.57	-0.37
	8	-2.23	-0.79	4.59	11.54	16.90	21.43	24.75	24.78	20.45	14.05	6.57	-0.38
	4	-2.23	-0.85	4.53	11.55	16.93	21.43	24.74	24.79	20.50	14.14	6.63	-0.37
Relative humidity (%)	24	65.63	63.43	64.22	62.33	64.39	74.27	81.10	78.58	72.72	68.37	66.50	66.01
	4	65.94	63.79	64.79	62.88	64.37	74.38	81.29	78.77	72.57	68.19	66.77	66.26
Absolute humidity (g/kg)	24	2.24	2.39	3.42	5.25	7.55	11.71	15.88	15.41	10.92	6.95	4.28	2.62
	4	2.24	2.39	3.43	5.27	7.58	11.72	15.92	15.46	10.94	6.97	4.29	2.62

의 기상연보로부터 수집할 수 있는데, 이 기상연보의 월평균치는 1일 4회관측치(3시, 9시, 15시, 21시)로부터 구한 값이다.

이 4회 관측치로부터 구한 평균치의 적정성을 검토하기 위하여 중앙관상대에 보관되어 있는 1971-1980년의 10년간의 8회 관측치를 기록한 일기상통계표와 24회 관측치를 기록한 온도계자기기록지 및 상대습도자기기록지를 복사하여 정리한 평균치를 비교하면 Table.1과 같다.

이로부터 건구온도와 상대습도의 월평균치는 기상연보의 4회 관측치의 평균값이면 충분함을 알 수 있다.

Table.2는 10년간의 건구온도의 월별평균치이고, Table.3은 건구온도와 상대습도를 이용하여 Wexler-Hyland()공식으로 계산한 절대습도의 월별 평균치이다.

Table.4는 수평면전일사량의 월별평균치로서

일사일보의 월평균 일적산일사를 사용하였으며, 기상일보의 일적산일사로 부터 월평균치를 구하여 확인한 것이다.

2.2 평균월 후보의 결정

월평균치 $W_{k,y,m}$ 의 10년 평균치에 대한 표준편차가 가장 작은 년도 y 가 기상요소 k 의 평균월이라고 생각할 수 있으나, 3기상요소가 모두 이러한 조건을 만족시키는 년도는 존재하기 어려우므로, 표준편차가 1σ이내인 기상요소가 평균월의 자격이 있다고 판정할 수 있다.

3기상요소의 m 월의 표준편차는

$$\sigma_{k,m} = \sqrt{\frac{\sum_{y=1}^{10} (W_{k,y,m} - \bar{W}_{k,m})^2}{10}} \dots\dots(1)$$

로부터 구하며, 평균월로서의 자격 판정식은 다음과 같다.

Table.2 Monthly average air temperature $W_{1,y,m}$ (°C) Seoul, 1971 - 1980

month year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1971	-2.43	-0.70	2.03	11.15	16.54	21.59	23.94	24.56	20.54	12.81	8.63	-1.20
1972	0.81	-0.58	5.35	11.43	16.28	21.72	25.61	22.99	18.85	13.72	5.14	0.62
1973	0.35	0.56	4.45	12.25	17.37	21.31	26.80	25.85	20.22	12.85	4.64	-2.97
1974	-2.43	-2.03	3.72	10.64	16.53	19.66	23.57	25.06	20.44	12.49	5.30	-0.54
1975	-2.69	-0.77	4.39	13.27	16.60	21.39	24.86	26.94	22.45	15.24	8.93	-1.64
1976	-3.87	2.79	4.85	11.20	16.66	21.27	23.04	23.67	19.73	13.57	3.47	0.37
1977	-6.71	-2.35	5.35	12.38	17.29	22.48	25.98	24.55	21.45	16.56	7.49	2.43
1978	-2.39	-2.43	4.18	11.44	18.43	21.88	26.38	25.84	20.88	14.39	7.90	1.66
1979	0.83	0.62	5.95	11.08	16.46	21.37	24.32	25.32	19.96	15.72	5.62	1.37
1980	-3.71	-3.05	5.27	10.12	16.48	21.46	22.77	22.79	19.57	12.86	8.55	-3.78
$\bar{W}_{1,m}$	-2.22	-0.79	4.55	11.50	16.86	21.41	24.73	24.76	20.41	14.01	6.57	-0.37
$\sigma_{1,m}$	2.24	1.69	1.05	0.87	0.62	0.68	1.35	1.26	0.97	1.33	1.85	1.93

Table.3 Monthly average absolute humidity, $W_{2,y,m}$ (g/kg)

Seoul, 1971 - 1980

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1971	2.34	2.37	2.99	4.66	8.12	13.13	16.47	15.36	11.03	6.11	5.14	2.38
1972	3.08	2.55	4.09	5.58	7.48	11.55	15.88	14.59	10.55	7.68	4.70	2.86
1973	2.90	2.60	3.25	6.48	7.94	11.92	18.80	18.58	11.40	6.25	3.71	2.05
1974	2.07	2.25	3.43	5.16	8.01	10.28	14.98	16.15	11.13	6.70	3.70	2.37
1975	1.94	2.08	3.52	5.71	7.51	11.68	16.21	16.10	12.68	7.24	4.54	2.06
1976	1.73	3.04	3.21	4.58	6.34	10.29	13.04	14.96	10.07	6.88	3.38	2.94
1977	1.37	2.15	3.56	6.01	8.13	11.34	16.77	12.66	11.34	8.36	4.62	3.53
1978	2.18	2.16	3.27	4.50	6.82	11.65	17.29	16.73	11.05	6.73	4.36	3.05
1979	2.77	2.65	3.45	4.85	7.68	13.07	15.44	15.90	10.49	7.50	4.09	3.05
1980	2.00	2.04	3.44	4.97	7.50	12.15	13.89	13.08	9.43	6.03	4.57	1.88
$W_{2,m}$	2.24	2.39	3.42	5.25	7.55	11.71	15.88	15.41	10.92	6.95	4.28	2.62
$\sigma_{2,m}$	0.51	0.30	0.28	0.63	0.55	0.91	1.57	1.64	0.83	0.71	0.52	0.52

Table.4 Monthly average daily solar insolation, $W_{3,y,m}$ (kcal/m²·day)

Seoul, 1971 - 1980

month year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1971	1230	1855	2433	3268	3575	2987	2202	2655	2745	2651	1947	1671
1972	1432	2089	2786	3318	3721	3737	3213	2698	2928	2498	1537	1426
1973	1489	2426	3076	3005	4020	3204	3325	2623	2708	2363	1714	1628
1974	1877	1964	2723	3118	3575	4037	2601	2819	3159	2409	1835	1492
1975	1821	2371	2746	3303	3556	3353	2528	3348	2584	2274	1839	1755
1976	1979	1925	3064	3504	4065	3732	3125	2468	3219	2449	1932	1579
1977	1975	2447	2728	3469	3749	4069	2857	3501	2858	2490	1834	1342
1978	1690	2319	3180	3356	4201	3240	2939	2787	2913	2749	1881	1375
1979	1535	2079	3014	3368	4268	3057	3273	3345	3134	3033	2119	1567
1980	1751	2809	3345	3456	4263	3514	2618	2676	3441	2773	1771	1716
$\bar{W}_{3,m}$	1678	2228	2910	3317	3899	3493	2868	2892	2969	2569	1841	1555
$\sigma_{3,m}$	237	282	257	149	280	369	354	345	251	218	146	136

$W_{k,y,m} - \bar{W}_{k,m} \leq \sigma_{k,m}$ (2) 족하는 년도를 월별로 정리하면 Table.5 와 같
3기상요소의 월평균치가 식(2)의 판정식을 만 다.

Table.5 Representative years for the month

month year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1971	x o	x o		x o +	x	x	x o	x o +	x o +	x +	+	x o +
1972		x o +	x +	x o +	x o +	x o +	x o +	o +	o +	x +	x o	x o +
1973	+	x o +	x o +	x	x o +	x o +		x +	x o	x o +	+	+
1974	x o +	x o +	x o +	x o	x o		x o +	x o +	x o +	o +	x +	x o +
1975	x o +	x +	x o +	o +	x o	x o +	x o +	o		x o	o +	x
1976	x o		x o +	x	x +	x +	+	x o	x +	x o +	+	x o +
1977		x o +	x o +		x +	o	x o +	x	o +	+	x o +	
1978	x o +	x o +	x o	x +		x o +	o +	x o +	x o +	x o +	x o +	o
1979	+	x o +	o +	x o +	x o	x	x o	x o	x o +	o	x o	x o +
1980	x o +		x o	o +	x o	x o +	+	+	x	x +	o +	

Note ; x: temperature, o: absolute humidity, +: solar radiation

2.3 평균월 선정을 위한 수치지표의 산출

Table.5의 결과를 보면 3기상요소가 모두 판정식을 만족하는 경우는 가장 적은 달이 5월과 11월의 2개이고 다른 달은 모두 2개 이상이므로 이 표만으로 매월의 대표가 되는 년도를 1개씩 선정한다는 것은 불가능하다. 따라서, 3기상요소가 열부하에 미치는 영향을 지표치인 가중계수로 나타내어서 그 결과로부터 선정할 수 밖에 없다. 열부하적으로 건구온도 1℃에 상당하는 절대습도의 단위량 1g/kg에 의한 가중계수를 k_2 , 일사량의 단위량 1kcal/h·m²에 의한 가중계수를 k_3 로 하면 지표치 DM은 다음식으로부터 계산할 수 있다.

$$DM_{y,m} = (W_{1,y,m} - \bar{W}_{1,m}) + k_2 (W_{2,y,m} - \bar{W}_{2,m}) + k_3 (W_{3,y,m} - \bar{W}_{3,m}) \dots \dots \dots (3)$$

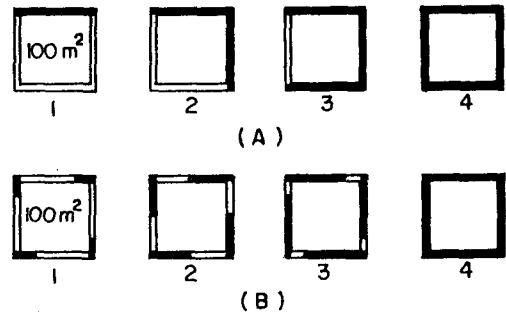


Fig.1 Combination of outside wall and partition wall for the standard type building

$$\bar{W}_{2,m} + k_3 (W_{3,y,m} - \bar{W}_{3,m}) \dots \dots \dots (3)$$

가중계수 k_2 와 k_3 는 열부하계산적으로 표준이

되도록 설정한 건물의 1개층의 표준스페이스에 대한 정상부하계산법으로 구한다.

Fig.1은 한변이 10m, 천정고 3.5m인 표준스페이스의 평면도이다.

그림에서 (A)는 외벽과 칸막이의 조합을 나타낸 것으로서 지붕이 없는 중간층을 고려하면 표

준스페이스의 수는 모두 8개가 된다.

그러나 Fig.1(A)의 1-3의 형태는 외벽의 방위에 따라 일사의 영향이 달라지므로 벽의 방식에 따라 표준스페이스를 더 상세하게 세분할 필요가 생기므로, Fig.1(B)와 같이 벽의 면적은 (A)와 동일하나 방위에 무관한 형태를 고려할 수 있

Table.6 Parameters of the standard space for the calculation of k_2 and k_3

part	area (m ²)	overall heat transfer coeff. (kcal/m ² ·h°C)	absorptivity (-)	heat transfer coeff. (kcal/m ² ·h°C)	heat gain factor (-)
outside wall	87.5	3.0	0.8	20	-
partition wall	52.5	3.5	-	-	-
roof	50.0	1.5	0.8	20	-
window	87.5 x WR*	5.5	-	-	0.8

*; Ratio of area of window to that of outside wall; WR= 0.5

. Ventilation rate; $Q_v = 5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

Table.7 Basic data for standard weather year

a) Values of weighting factors, k_2 and k_3

month k_2	$k_3 \times 10^3$											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.5628	2.720	2.213	1.718	1.348	1.229	1.179	1.193	1.286	1.548	2.023	2.547	2.912

b) DM values

month year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1971	-1.372	-0.747	-3.581	-0.748	-0.397	0.383	-1.252	-0.533	-0.155	-1.507	2.814	-0.627
1972	2.834	-0.008	0.964	0.117	-0.838	0.508	1.292	-2.481	-1.832	-0.023	-1.968	0.749
1973	2.427	1.906	0.090	1.022	0.878	-0.323	4.259	2.528	-0.324	-1.971	-2.574	-2.708
1974	0.236	-1.903	-1.146	-1.179	-0.469	-1.913	-1.985	0.623	0.442	-1.984	-1.612	-0.494
1975	-0.250	0.162	-0.385	2.010	-0.704	-0.202	-0.090	3.155	2.435	0.796	2.501	-1.003
1976	-1.118	3.275	0.446	-0.424	-0.677	-0.657	-2.982	-1.889	-0.771	-0.722	-3.375	0.990
1977	-4.172	-1.210	0.566	1.513	0.572	1.541	1.738	-0.975	1.105	3.184	1.094	2.692
1978	-0.171	-1.568	0.009	-0.430	1.530	0.138	2.528	1.688	0.456	0.620	1.477	1.758
1979	2.959	1.227	1.596	-0.576	0.127	0.211	-0.174	1.418	-0.437	2.958	-0.349	2.017
1980	-1.427	-1.171	1.479	-1.350	0.039	0.322	-3.378	1.441	-0.948	-1.255	1.965	-3.358

다. Table.6 은 Fig.1(B)의 4개의 표준페이스가 중간층과 최상층에 있을 8가지의 경우를 고려한 정상부하계산용 자료이다.

마루바닥으로 부터의 열취득을 무시하고, 비공조실의 온도를 실온과 외기온도의 중간치로 가정하고, 건구온도 1°C, 절대습도 1g/kg, 수평면 전일사량 1kcal/m²·day의 차이에 의한 표준형 건물의 열취득량 QDB, QAH 및 QJS를 구하면 다음과 같다.

QDB=AOW { (1-WR)·U1+WR·U4 } + AIW·0.5·U3·0.5+ARO·U2+Qv·100·1.2·0.24 (4)

QAH=0.5973·Qv·100·1.2 (5)

QJS=AOW·1/24·VS{ (1-WR)·AJ/AS·U1 + WR·GJ } + ARO·AJ/AS·U2·1/24 (n=1-12)..... (6)

- 여기서, AOW, ARO, AIW : 외벽, 지붕, 칸막이의 면적 U1, U2, U3, U4 : 외벽, 지붕, 칸막이 및 유리창의 총합열전달 계수 (kcal/m²·h°C) WR : 개구율 (외벽중의 유리창 비율) GJ : 유리창의 일사열취득을 AJ : 외벽 및 지붕의 일사 흡수율 AS : 외벽 및 지붕의 열전달 계수 (kcal/m²·h°C) Qv : 환기량 (m³/h / m²)

그리고, VS는 수평면 일적산일사의 단위량에 대한 수직면 일사의 4 방위 (동, 서, 남, 북)의 평균치이며, 월별의 값은 다음식으로 계산한다.

VS = (1/4) * integral from t1 to t2 of (cos theta_E + cos theta_W + cos theta_S + cos theta_N) dt / integral from t1 to t2 of cos theta_H dt (7)

여기서,

t1, t2 : 일출시각과 남중시각 theta_H, theta_E, theta_W, theta_S, theta_N : 수평면 및 동, 서, 남, 북의 수직면에서의 직달일사의 입사각이다.

그러면,

k2=QAH/QDB (8)

k3=QJS/QDB (9)

k2는 연간 일정한 값이 되지만, k3는 매월의 값을 계산하여야 한다.

식(7)의 적분은 매월 15일을 기준하여 0.1 시간 간격으로 계산하였으며, Table.6의 자료와 식(4)-(9)로 계산한 가중계수 k2와 k3의 값과 식(3)으로부터 구한 수치지표의 값은 Table.7과 같다.

2.4 평균년, 대표년 및 극단계의 결정

Table.5의 3기상요소가 모두 평균월 자격이 있는 년도중에서 Table.7의 수치지표 DM값의 절대값이 가장 작은 년도가 평균월이며, 이들로 구성된 1년이 평균년이고 그 구성은 Table. 8과 같다. 10년간의 3기상요소의 월평균에 가장 근사한 년도가 대표년이며, y년의 평균성을 표시하는 수치지표 DSy는 Table.7의 y년의 m월에 대한 수치지표를 이용하여, 다음식으로부터 구한다.

DSy = 1/12 * sum from m=1 to 12 of (DMy,m)^2 (10)

서울지방의 1971-1980년의 10년중에서 대표년은 Table.9에서 수치지표 DSy가 가장 작은 1978년이되며, 준대표년은 1974년이 된다. 이 대표년에 대응하는 미국의 TRY(6)는, 의

Table.8 Composition of standard weather year

Table with 12 columns (month 1-12) and 2 rows (year 1978, 1974) showing weather year data for Seoul, 1971-1980.

기온도만으로 구하는데 이 방법에 의한 결과도 Table.9와 동일하였다.

Table.9 DS_y values for the selection of typical weather year

year	1971	72	73	74	75	76	77	78	79	80
DS _y	2,382	2,129	4,494	1,797	2,383	3,266	3,996	1,675	2,364	3,216

DM값이 큰 달이 연속되는 하계에 냉방부하가 크고, DM값이 작은 달이 연속되는 동계에 난방부하가 크므로 Table.7에서 극단계를 선택하면 다음과 같다.

서울극단계 : 하계 1978년 6 - 9월

동계 1976년 12월 - 1977년 3월

2.5 평균월의 접속

Table.8과 같이 평균년은 년도가 다른 평균월로 구성되어 있기 때문에 인위적으로 접속시켜주지 않으면 기상요소의 변화가 매우 부자연스러운 경우가 발생된다.

그러므로 평균월은 열부하적으로 주요한 기상요소인 건구온도, 절대습도 및 일사량이 자연스럽게 접속되도록 주의를 기울여야 하며, 일사량에 대해서는 가능한 한 그 영향이 없는 야간에 접속시키는 것이 좋다.

외기의 건구온도와 절대습도에 대해서는 달이 바뀌는 전후의 2일간(계 4일)의 데이터를 그래프에 옮겨서 야간에 평균월간의 데이터가 매끈하게 연결되는 시각을 결정한다.

그 후에 기상요소중의 운량, 풍향 및 풍속 데이터의 접속에는 부자연스러운 데가 없는지 검사한다.

건구온도는 주기적으로 변하기 때문에 접속시각에서의 온도차 뿐만아니라 접속하는 평균월의 기상요소의 구배가 접속되는 평균월의 그것과 일치되도록 접속시키는 것이 좋다.

그러나 부득이한 경우에는 이에 준하는 접속도 불가피하기 때문에 접속의 평가는 Fig. 2(A)와 같은 크기의 차이에 따른 평가와 Fig. 2(B)와 같

은 구배에 따른 평가로 부터 종합적으로 평가한다. Fig.2(B)의 (a)는 접속하는 구배가 원래의 구배와 모두 일치, (b)는 접속하는 구배가 원래의 구배와 1개만 일치, (c)는 전혀 일치하지 않는 경우이다.

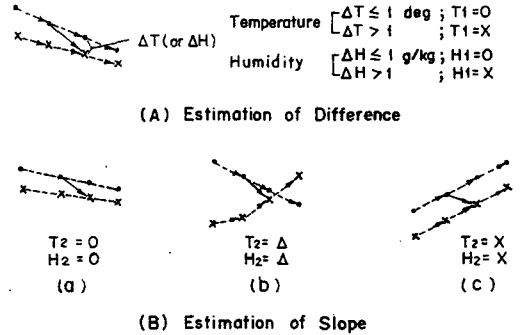


Fig.2 Estimation of conjunction time

Table.10 Conjunction of average months

months	conjunction time	Estimated results			
		T1	H1	T2	H2
1 - 2	1978.2.2.18:00 - 1972.2.2.19:00 (excluding 72.2.29.)	o	o	x	o
2 - 3	1972.3.2.19:00 - 1973.3.2.20:00	o	o	o	o
3 - 4	1973.4.3.04:00 - 1972.4.3.05:00	o	o	Δ	o
4 - 5	(1972 - 1972)	(o)	(o)	(o)	(o)
5 - 6	1972.5.30.01:00 - 1978.5.30.02:00	o	x	o	o
6 - 7	1978.6.30.23:00 - 1975.6.30.24:00	o	x	o	o
7 - 8	1975.7.31.24:00 - 1971.8.1.01:00	o	o	o	Δ
8 - 9	(1971 - 1971)	(o)	(o)	(o)	(o)
9 - 10	1971.9.30.24:00 - 1978.10.1.01:00	o	o	x	x
10 - 11	1978.10.31.17:00 - 1977.10.31.18:00	o	x	o	Δ
11 - 12	1977.11.29.05:00 - 1974.11.29.06:00	o	o	Δ	o
12 - 1	1975.1.1.07:00 - 1978.1.1.08:00	o	o	Δ	Δ

평균월의 접속결과와 그 평가는 Table.10 과 같으며, Fig.3는 그 일례이다.

3. 일사량 데이터의 산출

표준기상데이터에는 범선면직달일사량과 수평면천공일사량의 두 종류가 필요한데, 그것은 임의의 경사와 방위를 가진면에 대한 일사열취득을 계산해야 되기 때문이다.

그런데 관상대에서 관측한 일사량자료는 대체로 수평면전일사량 뿐이므로 이것을 범선면직달

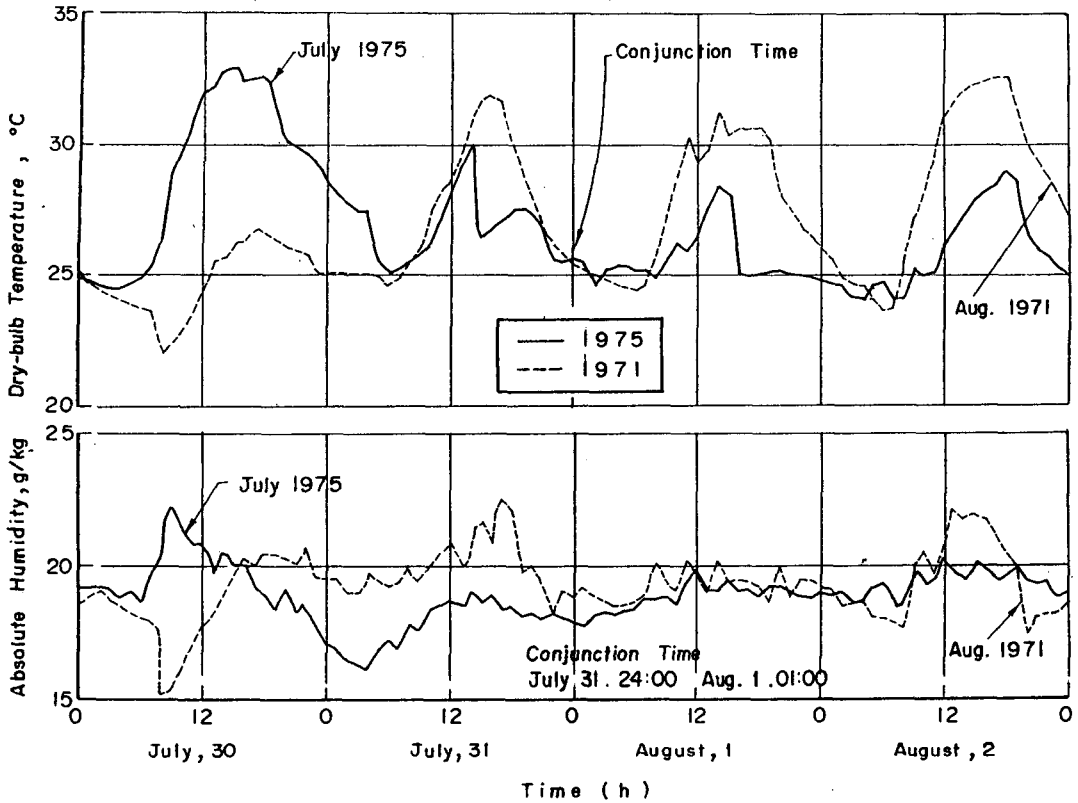


Fig.3 Conjunction of July, 1975 and August, 1971

일사량과 수평면천공일사량으로 직산분리할 필요가 있고, 또 측정치가 한시간 동안의 누적일사량이므로 표준기상데이터에서 필요한 정시의 값으로 환산하여야 한다.

3.1 수평면전일사량의 계산식

대기투과율 P의 값을 알면 법선면직달일사량 RDN, 수평면 직달 일사량 RDH, 수평면천공일사량 RSH 및 수평면전일사량 RTH는 다음 식으로부터 구할 수 있다.

$$RDN = S_c \cdot P^{csc h} \text{ (Bourger의 식)} \dots\dots (11)$$

$$RSH = \frac{0.5 \cdot S_c \cdot \sin h (1 - P^{csc h})}{1 - 1.4 \ln P} \text{ (Berlage의 식)} \dots\dots (12)$$

$$RDH = RDN \cdot \sin h \dots\dots (13)$$

$$RTH = S_c \cdot \sin h \left\{ P^{csc h} + \frac{0.5(1 - P^{csc h})}{1 - 1.4 \ln P} \right\}$$

$$\dots\dots\dots (14)$$

여기서 S_c 는 태양상수이며, 1월 1일부터의 통산 일수를 n (1월 31일, $n=31$)라 하면

$$S_c = 1164 \cdot \left(1 + 0.033 \cos \frac{2\pi n}{365} \right) \text{ (kcal / h } \cdot \text{ m}^2 \text{)} \dots\dots (15)$$

관측지의 위도와 경도를 ϕ, ϕ' 라 하면 지방표준시 T시의 태양고도 h는

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \left(T - 12 + e + \frac{\phi - 135}{15} \right) \dots\dots (16)$$

여기서, δ 는 태양적위이고, e는 균시차이다.

$$\delta = 0.40928 \sin \left\{ (284 + n) \frac{2\pi n}{365} \right\} \text{ (rad)} \dots\dots (17)$$

$$\begin{aligned}
 e = & -0.0002786409 + 0.127715 \cos \\
 & (w + 1.498311) \\
 & - 0.1654575 \cos (2w - 1.261546) \\
 & - 0.005353830 \cos (3w - 1.1571) \\
 & \text{(hr)} \dots\dots\dots (18)
 \end{aligned}$$

여기서, $w = 2\pi d / 366$ 이며, d 는 1월 1일을 $d = 1$, 12월 31일을 $d = 366$ 으로 한 윤년의 통산 일수이다.

3.2 대기투과율의 계산

관상대에서 측정한 수평면전일사량은 1시간동안의 적산값으로 t 시의 값은 $t-1$ 시부터 t 시까지의 적산값인데, 공조열부하 계산에서 필요한 것은 t 시에서의 값이다. 그러나 관상대에서는 대기투과율 P 의 값을 측정하지 않기때문에 식(14)로부터 직접 t 시의 수평면전일사량을 계산할 수는 없다. 따라서 $t-1$ 시부터 t 시간의 중간시

각에 대한 대기권의 일사량과 태양고도를 식(15)와 (16)으로 구하고, $t-1$ 시부터 t 시까지의 수평면전일사량값을 식(14)에 대입하면 이 시각에서의 대기투과율 P 를 계산할 수 있다.

즉 RTH , S_c 및 h 를 알고 P 를 구하는 문제이므로, 이들간의 상관관계를 도시하면 Fig. 4 와 같다. 그림에서 대기투과율은 단순 증가하므로 식(14)로부터 P 를 역산하는데는 뉴턴-랩선 (Newton-Raphson) 법을 이용하는 것이 좋다.

그러나, P 가 영에 가까운 경우에는 그래프가 수직하게 되어 쉽게 구할 수가 없고, 전산과정에서 언더후로가 일어날 수 있으므로 다음과 같이 분기하여 계산하였다.

1) 식(11)에서 $S_c = 1164$ 정도이므로 $P^{csch} \leq 0.001$ 이면 적달일사량을 무시할 수 있고 $RTH \approx RSH$ 이다. 따라서 식(12)로부터 P 를 계산한다.

2) 이론적인 대기투과율의 최대치는 1이지만, 일사가 대기중을 통과할 때 흡수되기 때문에 실질적인 최대치는 0.85 정도이다. 따라서 계산된 값이 0.85 보다 큰 경우에는 $P = 0.85$ 로 한다.

3) 태양고도가 낮을 때 $P = 0.85$ 에 가깝고, $csch$ 의 값이 매우 커지므로 $0.85^{csch} \leq 0.001$ 이 되는 경우에는 식(12)로부터 계산한다.

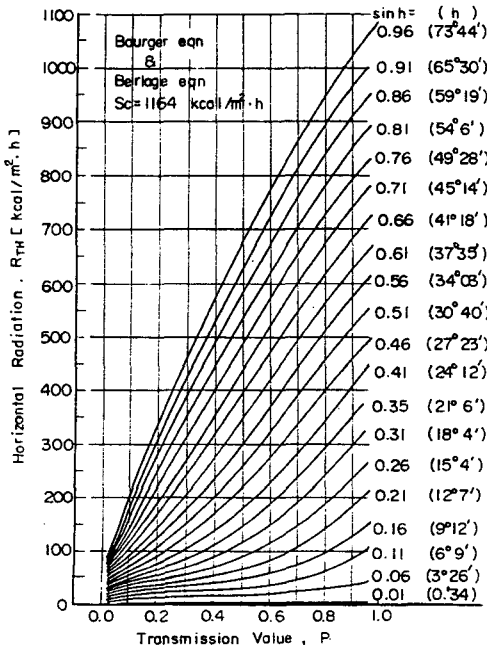


Fig.4 Relationships between horizontal radiation and transmission Value

3.3 점시에서의 일사량데이터 계산

관상대의 시각별 수평면전일사량을 공조부하 계산에 필요한 일사량데이터인 시각별 법선면적달일사와 수평면천공일사로 환산하는 절차는 다음과 같다.

1) 계산일에 대한 대기권의 일사량, 태양적위 및 균시차를 식(15), (17), (18)로부터 계산한다.

2) 일출부터 일몰시까지의 하루의 매 시각에 대하여 다음을 계산한다.

$t-1$ 시와 t 시의 중간시각인 Fig.5의 a 점에서 태양고도를 식(16)으로부터 계산한다.

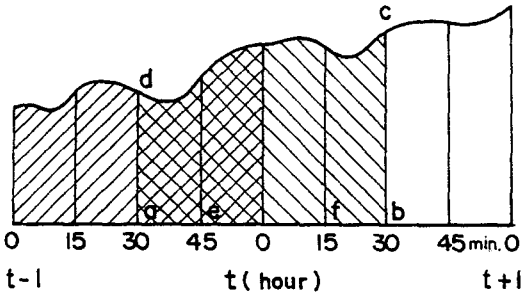


Fig.5 Relation between observed radiation data and modeled one

3) 이 태양고도와 대기권의 일사량 및 t-1시부터 t시까지의 수평면전일사량을 식(14)에 대입하여, 대기투과율 P를 구한다.

4) 시각 e에서의 태양고도를 계산한다.

5) 3)과 4)를 이용하여 식(11), (12)로부터 RDN, RSH를 구한다.

6) t시와 t+1시에 대하여 절차 2)와 3)을 반복한다.

7) 시각 f에서의 태양고도를 계산한다.

8) 6)과 7)을 이용하여 식(11), (12)로부터 RDN, RSH를 구한다.

9) 5)와 8)에서 구한 RDN과 RSH의 평균값을 구하면, 이것이 t시에서의 법선면직달일사와 수평면천공일사이다.

4. 표준기상데이터의 작성

건물의 동적열부하계산의 입력자료의 양식은 사용하는 프로그램에 따라 달라질수 있으나, 본 연구에서는 일본 공기조화·냉동공학회에서 개

발한 HASP/ACLD-8001에 따랐으며, 1일분의 표준기상데이터에 필요한 기상요소는 외기전구온도, 절대습도, 법선면직달일사량, 수평면천공일사량, 운량, 풍향 및 풍속의 7종이다.

1일분 7장의 카드의 각각은 7개의 기상요소에 대응하며, 1장의 카드는 Fig.6과 같이 1시부터 24시까지의 매시의 값을 3칼럼으로 표시한 합계 72칼럼의 시각별 기상데이터와 역정보 7칼럼 및 카드순서 1칼럼으로 구성된다. 상세한 데이터의 양식과 1월 1일부터 12월 31일까지의 365일분의 서울지방의 평균 년기상데이터는 참고문헌 [11]에 수록되어 있다.

5. 결 론

에너지 이용시스템의 연간 에너지소요량의 산정과 공조시스템의 성능평가를 위한 전산 프로그램의 입력 기상자료인 서울의 표준기상데이터를 일본공기조화·위생공학회의 평균월 선정법으로 작성하였다.

표준데이터의 작성에 필요한 기상자료는 공조열부하면에서 가장 중요한 건구온도, 상대습도 및 수평면전일사량의 3기상요소에 대한 월평균값이고, 통계기간은 1971-1980년의 최근 10년간이며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 평균월 선정법에 의해 서로 다른 년도로 부터 선정된 평균월로 구성한 평균년 (TRY)는 Table.8과 같으며, 일본 공기조화·위생공학회에서 개발한 프로그램인 HASP/ACLD-8001의 데이터 양식으로 수록한 시각별 데이터의 TRY

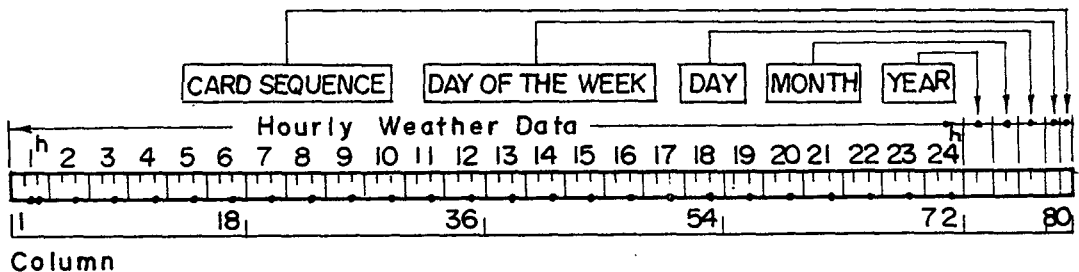


Fig.6 Standard weather data card format

테이프는 참고문헌(11)과 같다.

2) 평균월 선정과정의 수치지표인 Table. 7, b) 로 선정 한 10년간의 평균에 가까운 단일 년도인 대표년은 1978년이다.

3) 서울지방의 1971-1980년의 10년중에서 난방부하가 최대가 되는 동계는 1976년 12월-1977년 3월이고, 냉방부하가 최대인 하계는 1978년 6월-9월이다.

후 기

본 연구는 1983년도 한국과학재단의 학술연구비 지원에 의하여 수행된 것으로서 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 日本 空氣調和·衛生工學會, “非住宅健物の 建築設備の省エネルギー設計技術指針”, 1980
2. ASHRAE STANDARD 90-80, “Energy Conservation in New Building Design”, ASHRAE, 1980
3. D.C. Stephenson and G.P. Mitalas, “Cooling Load Calculation by Thermal Response Factor Method,” ASHRAE Trans., Vol. 73, 1967
4. I.J. Hall, R.R. Prairie, H.E. Anderson and E.C. Boes, “Generation of Typical Meteorological Years for 26 SOLMET Stations”, ASHRAE Trans., Vol. 85, part II, pp. 507-518, 1979.
5. National Climatic Center, Tape Reference Manual “Test Reference Year”, National Climatic Center, Asheville, N.C., 1976.
6. Loren W. Crow, “Development of Hourly Data for Weather Year for Energy Calculations (WYFC)”, ASHRAE Journal, Oct. 1981
7. 日本 空氣調和·衛生工學會, “大阪地方の標準氣象データ”, 空氣調和·衛生工學, 第50卷 第4號, 昭和51年4月
8. 日本 空氣調和·衛生工學會, “標準氣象データに關する研究” 空氣調和·衛生工學, 第48卷 第7號, 昭和49年7月
9. 韓國動力資源研究所 “에너지節約을 위한 建物の 부위별 性能 및 設備基準(案)”, 1983
10. ASHRAE Handbook of Fundamentals, ASHRAE Chapter 5, 1981
11. 金斗千, “動的熱負荷計算用 서울의 標準氣象데이터”, 空氣調和·衛生工學, 第13卷 第4號, 1984