論文

韓國의 空氣調和設計用 外氣條件

金 孝 經*

Study on the Outdoor Conditions for Air Conditioning Design in Korea

Hyo Kyung Kim

Abstract

The outdoor design conditions for the locality are the basic problem in the design of air conditioning system.

The ideal solution to the basic problem is to design a building that has a capacity at maximum output just equal to the load which develops the most severe conditions for the locality occur, but in most cases, economics interferes the attainment of the ideal. Studies of weather records show that the most severe conditions do not repeat themselves every year.

The weather conditions of principal cities such as Seoul, Inchon, Suwon, Taegu, Chonju, Ulsan, Kwangju, Pusan and Mokpo in Korea have been analyzed to determine the probability of occurence of certain temperatures according to recent 10 years (1960~1969) weather records.

The outdoor conditions for winter air conditioning design are shown on Table 2.

The outdoor conditions for summer air condioning design are shown on Table 7.

Heating degree days are shown on Table 10 and 11.

序 論

暖房設計用 外氣溫度를 택하는데 있어서, 이것을 낮게 취할수록 安全하기는 하지만 暖房期間에 있어서 不過몇번 또는 數年만에 한번 있을 정도의 低溫度를 暖房設計用 外氣溫度로 택한다는 것은 暖房負荷를 過度하게 增加시킴은 물론 所要設備의 增大를 초래하게 되는 결과로 된다.

外氣溫度가 때로는 設計用 外氣溫度보다 낮아지는 것이 어느 정도의 영향을 미치게 될 것인가 하는 것은 먼저 建物의 用途에 따라서 달라지게 된다. 住宅의 경우에는 임시로 벌개의 暖房器具로서 이것을 보충할 수도 있지만, 高層建物 病院 또는 低溫研究室과 같이 표준실온을 유지 시켜야 할 建物등에 있어서는 이점에주의하여야 한다. 그러므로 어느 지방의 모든 建物에 대해서 동일한 設計用 外氣溫度를 적용할 수는 없으며 그 建物의 用途, 使用時間 그리고 불시의 옥외기온의 急降下 등에 대해서 고려하여서 적당한 옥외설계기온을 정하여야 한다.

이 외에 建物의 구조에 의해서도 설계용 외기온도를 변경시킬 수 있다. 즉 熱容量이 큰 구조에 있어서는 Time-lag가 크기 때문에 연속난방의 경우에 있어서, 短時間동안 나타나는 저온도는 고려할 필요가 적으며, 또 이와 반대로 熱容量이 적은구조라든가 隙間通氣가 많은 경우에는 보다 낮은 외기온도를 택하여야 한다.

또한 보일러 및 기타의 난방설비는 불시의 추위에 대비하기 위하여, 또 불시적 난방을 위한 Warming-up 때문에 여유있는 부하능력을 가지게끔 설계하는 것이 상례이기 때문에 설계용 외기온도의 선택여하에 따라서 난방설계에 미치는영향을 고려하여, 설계자 자신이

* 正會員, 서울大學校 工科大學

적당하다고 인정하는 값을 정하게 된다.

이와같이 설계용 외기온도의 선정은 설계에 있어서 중요한 문제이다. 그래서 여기에 中央觀象臺의 제 기록과 각종 자료를 기준으로 해서 이를 정리 분석하고, 또한 외국의 자료를 검토비교 하므로서 가장 합리적인 난방설계용 외기온도를 算定하고, 그 결과의 타당성을 입증하기 위하여 각 相關關係圖로서 외국의 자료와 비교하였다.

Table 1. Winter Climatic Conditions in Korea

City			Elevation m	Lowest temp. on record °C	Design dry-bulb temp. on 2.5% basis °C	Average winter dry-bulb temp. °C	Average winter relative humidity %
서	울	Seoul	85.5	—18.4	—11.9	—1.1	69
인	천	Inchon	68.9	—17.8	—11.2	—0.7	73
수	원	*Suwon	36.9	—25.8	—12.8	—1.3	74
대	구	Taegu	57.8	—15.4	—8.2	1.3	68
전	주	Chonju	51.2	—16.6	—8.5	2.2	74
울	산	Ulsan	31.5	—14.3	—7.0	1.5	70
광	주	Kwangju	70.9	—16.8	—7.4	4.5	73
부	산	Pusan	69.2	—12.4	—5.8	2.9	66
목	포	Mokpo	53.4	—11.8	—5.9	3.3	75

Period of record, 1960—1969. *Period of record, 1965~1969

1. 暖房設計用 外氣條件

미국 일본 기타의 외국에 있어서와, 마찬가지로 난방설계용 외기온도 결정에 있어서는, 각지의 기후조건과 그 용도에 따라서 약간의 수정이 있기는 하지만 대체로는 미국에서 취하고 있는 2.5%기준의 온도를 동절온도 출현빈도표에서 구하여 이것을 한국 각지방의 설계용 외기온도로 하였다.

건구온도, 및 상대습도의 자동기록 장치를 구비하고 있는 지방중에서 서울, 인천, 수원, 대구, 전주, 울산 광주, 부산, 목포의 9개도시에 대해서, 난방설계용 외기조건을 산정하였다.

각 지방의 2.5%기준 난방설계용 외기온도는 Table 1의 4란에 기재되어있다. Table 1의 3란에 표시된 온도는 각지방의 10년간에 기록된 최저치로서 이수치는 외기설계온도로서 채택할 수 없다. 그 이유로서 첫째로 그 출현시간이 매우 단시간이므로, 그 영향이 실내에까지는 미치지 못하며, 둘째로 최저극치가 나타나는 때는 풍속이 매우 약하게 된다. 셋째로 이 값은 극치이기 때문에 난방시설비의 관점에서 볼 때 이것을 적용하는 것이 불경제적이고 또 이러한 온도가 나타날 가능성이란 거의 드물다.

만일 그러한 극치의 온도가 원인이 되어 실내온도가 1~2°C 떨어진다 하드라도 그것이 크게 위험한 일은 아니다.

Table 2는 1960년부터 1969년까지 매년의 2.5%기준 난방설계용 외기온도를 계산 한 것이며, 미국 공기조화 냉동학회(ASHRAE)의 규정하는 바에 따라 최근 10년간의 외기설계온도의 평균을 구하여 이를 한국 각 지방별 외기설계조건으로 한다. 물론 이 10년간의 평균치는 앞으로 연차적으로 수정이 가하여져야 하며 항상 최근 10년간의 평균치로서 산정되어야 할 것이다.

Table 2. Outdoor Heating Design Temperature

2.5% 기준 설계용건구온도 °C

도시 \ 년도	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	평균
서 울	—11.8	—13.2	—9.0	—14.6	—10.0	—12.0	—13.4	—10.0	—13.2	—12.1	—11.9
인 천	—10.8	—11.9	—7.9	—13.1	—9.1	—11.3	—12.9	—11.8	—12.5	—10.8	—11.2
수 원	—	—	—	—	—	—12.1	—13.2	—13.6	—12.8	—12.3	—12.8
대 구	—9.4	—7.9	—6.8	—10.3	—6.2	—8.3	—8.7	—9.3	—7.1	—8.4	—8.2
전 주	—8.3	—9.5	—6.1	—10.6	—6.6	—8.7	—9.6	—8.9	—9.8	—7.1	—8.5
울 산	—6.2	—8.2	—5.2	—8.9	—6.0	—8.5	—7.4	—8.1	—7.6	—4.5	—7.0
광 주	—6.0	—7.9	—4.6	—10.0	—5.4	—7.0	—7.5	—7.4	—7.9	—7.1	—7.4
부 산	—5.7	—6.4	—3.7	—7.6	—3.6	—5.0	—6.6	—6.7	—7.0	—5.9	—5.8
목 포	—5.6	—6.0	—2.6	—6.0	—1.3	—4.8	—5.5	—6.1	—5.5	—5.4	—5.9

Tabel 3. Lowest Temperature (1960~1969)

지명 \ 연도	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	極値	
서울	−17.0 24 I	−16.5 5 I	−11.5 31 XII	−18.4 23 I	−16.2 13 II	−18.2 17 XII	−18.0 20 I	−18.4 16 I	−15.1 15 I	−15.9 5 II	−18.4 23, 16 I I 63. 67	°C 日 月 年
인천	−15.6 24 I	−14.7 11.12 I	−10.7 13 II	−16.4 21 I	−14.0 13 II	−17.0 17 XII	−17.2 20 I	−17.8 16 I	−14.2 15 I	−14.9 2 I	−17.8 16 I 67	
수원						−17.0 17 XII	−18.0 20 I	−20.3 30 XII	−17.1 22 II	−25.8 6 II	−25.8 6 II 69	
전주	−13.6 24 I	−16.6 1 II	−9.2 1 II	−15.2 24 I	−9.9 13 II	−12.4 3 II	−13.5 20 I	−13.5 16 I	−10.8 15 I	−13.2 6 II	−16.6 1 II 61	
광주	−10.8 24 I	−12.5 1 I	−7.8 1 II	−16.8 24 I	−7.8 15 II	−11.0 17 I	−11.0 20 I	−12.4 30 XII	−9.2 2 II	−11.4 4 I	−16.8 24 I 63	
대구	−13.4 24 I	−13.3 5 I	−10.2 1 II	−13.7 16 I	−10.6 13 II	12.8 17 XII	−13.8 20 I	−15.4 16 I	−11.4 12 II	−12.8 5 II	−15.4 16 I 67	
부산	−11.8 24 I	−9.4 12 I	−6.1 28 I	−12.4 16 I	−8.5 13 II	−9.7 3 II	−10.9 20 I	−12.2 16 I	−8.4 1 II	−9.8 5 II	−12.4 16 I 63	
울산	−12.6 24 I	−10.4 12 I	−8.1 26 I	−12.8 22 I	−9.8 13 II	−11.7 17 XII	−12.2 20 I	−14.3 16 I	−9.8 20 II	−11.4 5 II	−14.3 16 I 67	
목포	−9.9 24 I	−8.8 1 I	−5.8 1 II	−11.0 24 I	−5.5 13 II	−10.0 3 II	−8.7 27 XII	−11.8 16 I	−8.1 2 II	−8.5 2 I	−11.8 16 I 67	

Table 4. Highest Temperature (1960~1969)

지명 \ 년도	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	極値	
서울	34.4 5 VIII	35.3 1 VIII	35.0 2, 25 VII	33.7 9 VIII	34.5 1 VIII	35.2 2 VII	34.7 8 VIII	35.0 25 VIII	34.2 27 VII	32.9 17 VIII	35.3 1 VIII 61	°C 日 月 年
인천	32.8 4, 7 VIII	34.6 3 VIII	33.4 25 VII	33.1 9 VIII	34.3 2 VII	31.5 2 VIII	32.5 1, 5 VIII	34.0 2, 6 VIII	33.4 3 VIII	31.5 21 VIII	34.6 3 VIII 61	
수원						33.3 2 VIII	34.4 8 VIII	34.2 18 VII	33.5 27 VII	32.3 17 VIII	34.4 8 VIII 66	
전주	35.3 7 VIII	35.6 24 VII	35.1 31 VII	33.5 8 VIII	36.3 19 VIII	34.4 2 VIII	35.8 8 VIII	35.2 13 VIII	34.4 13 VII	34.4 21 VIII	36.3 19 VIII 64	
광주	34.7 22 VII	34.9 18 VII	34.6 31 VII	33.9 8 VIII	35.2 27 VIII	33.6 24 VIII	36.6 8 VIII	35.8 1 VIII	35.4 26 VII	33.1 8, 21 VIII	36.6 8 VIII 66	
대구	36.5 8 VIII	35.9 17 VII	36.7 31 VII	43.4 2 VII	38.6 16 VIII	36.0 1 VII	38.7 7 VIII	38.2 5 VIII	37.2 26 VII	34.8 27, 28 VII	38.7 7 VIII 66	
부산	33.6 24 VII	32.3 24 VII	30.9 31, 22 VII, VIII	31.1 2, 3 VIII	34.6 14 VIII	31.3 4 VIII	34.9 7 VIII	34.2 5 VIII	32.5 22 VIII	31.8 15 VIII	34.9 7 VIII 66	
울산	36.9 3 VIII	35.7 16 VII	34.6 28 VII	33.9 14 VII	36.4 15 VIII	34.7 1 VII	38.0 5 VIII	37.4 26 VIII	35.6 22 VII	34.8 8 VIII	38.0 5 VIII 66	
목포	34.4 20 VIII	34.1 31 VII	35.0 31 VII	34.1 8 VIII	34.6 17 VII	32.4 20 VIII	35.7 6, 8 VIII	34.0 31 VIII	33.4 1 VIII	33.0 21 VIII	35.7 6, 8 VIII 66	

Table 5. Monthly Mean Wind Direction

*1965—1969, 196)—1969

지명 \ 월별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		全年
서울	WNW	WNW	SW	NE	W	WSW	WSW	SW	SW	WNW	WNW	WNW		SW
	14.3	13.3	18.7	17.0	13.0	12.5	12.0	14.0	16.7	12.3	15.3	17.7	m/s	18.7
	12	13	26	6	5	26	30	8	13	27	22	24	日	26
	64	61	64	64	65	60	69	62	64	66	63	63	年	64
인천	NW	WSW	NNW	SSW	ESE	SW	SSW	WSW	SSW	SSW	WNW	NW		NNW
	17.5	19.0	26.3	19.5	15.7	23.7	20.3	21.7	20.7	15.0	21.7	20.0		26.3
	11	11	26	4	13	26	29	8	12	5	7	2		26
	65	62	64	61	60	60	64	62	64	64	63	69		64
수원*	ENW	WNW	W	W	SW	SW	S	N	NNW	NNW	NW	SSW		W
	11.3	11.3	11.5	14.3	10.3	8.5	10.7	9.3	9.0	11.0	13.3	12.0		14.3
	27, 13	2	19	16	16	2	10	7	20	25	30	12		16
	67, 68	65	65	66	65	69	65	65	68	68	66	65		66
전주	W	SSE	SE	SE	SE	SSE	SSE	SW	SE	SE	SSE	NNW		SSE
	12.7	9.8	11.8	11.3	10.5	14.5	8.8	11.2	11.8	9.5	9.0	9.3		14.5
	20	13	26	8	4	1	7	8	22	7	21	22		1
	63	69	67	67	60	62	60	62	60	68	60	68		62
광주	W	SSW	WNW	NW	NW	SSW	SE	SSW	SE	W	NW	NW		SSW
	20.3	14.3	20.0	18.7	13.8	16.3	16.7	25.0	16.2	13.7	14.2	16.7		25.0
	18	10	26	10	11	29	7	23	16	27	25	12		23
	63	66	64	65	64	60	63	60	62	66	66	65		60
대구	W	NW	W	NW	WNW	E.WNW	WNW	SE	NWSEE SE	WSW	WNW	WNW WSW		W
	17.3	16.0	20.0	18.7	18.3	15.0	15.0	17.5	13.3	15,0	17.3	16.0		20.0
	11	12	26	6	21	18, 10	17	23	21, 13, 1	28	27	26.2		26
	65	61	64	60	65	62, 68	64	60	63, 64, 66	66	68	66, 69		64
부산	N	NNW	WSW	SSW	SW	SW	SSW	SW	SSW	NE	NW	NW		SSW. SW
	23.3	26.0	21.0	30.0	24.0	24.2	22.0	30.0	21.7	17.7	23.3	22.7		30.0
	11	23	15	4	30	29	10	3	15	24	23	19		4, 3
	60	66	64	61	63	60	65	62	69	68	62	61		61, 62
울산	WNW	NW	SSW	SSW	SW	SSW	SSWSW N	NNE	NNE	NNW	NNW.W	W		NNE
	20.0	17.2	19.5	24.7	18.0	15.0	11.7	26.7	23.3	15.5	15.0	19.3		26.7
	18	4	31	1	27	22	11, 20, 8	9	13	27	23, 14	30		9
	63	66	63	63	63	63	62, 66, 69	63	63	61	62, 64	60		63
목포	NNW	NNW	N	NNW	N	SSW	NNW	SSW	SW	N	N	N		SSW
	22.3	20.0	21.7	22.5	20.0	21.0	20.0	29.3	21.7	21.3	23.3	21.7		29.3
	14	2	26	10	28	2	29	2	20	9	25	30		2
	68	65	62	65	61	62	64	62	62	63	66	62		62

相對濕度와 風速

난방설계용 기상조건으로서 건구온도 이외에 필요한 요소로서는 상대습도와 풍속이다. 동절에 실내의 습도를 조절하는 경우 1일중 최저온도가 나타나는 오전 6시 기준의 평균습도를 사용할 수 있지만 일반적으로 설계용 외기상대습도로서는 동절(12, 1, 2, 3월)의 평균습도를사용한다. Table 1의 6란에 동절의 외기평균습도가 표시되어 있다.

풍속은 건물의 외벽 표면의 열전도율을 증가시키고, 또 풍압에 의해서 문틈으로 침입하는 외기량을 증가시켜, 열손실을 증가시킨다.

한국은 동절에 북서풍이 가장 많은 경향을 표시하며 최한월인 1월과 2월의 평균풍속의 큰 쪽을 지상 3m높이의 풍속으로 환산하여 설계용 풍속으로 한다. 그러나 풍속과 풍향은 도시의 주위건물, 건물의 높이, 지형등에 의해서 크게 상이하는 수치를 나타내고 있다.

暖房用月別燃料消費率(%)

10月	5
11月	11
12月	17
1月	20
2月	17
3月	15
4月	10
5月	5
	100%

Table 6. Winter Outdoor Design Conditon

지명 \ 년	기준	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	평균
서울	1%	−14.4	−14.6	−16.2	−16.1	−12.8	−14.3	−15.8	−15.0	−15.0	−14.3	−14.9
	2.5%	−11.8	−13.2	−9.0	−14.6	−10.0	−12.0	−13.4	−10.0	−13.2	−12.1	−11.9
인천	1%	−12.7	−13.1	−9.1	−14.9	−11.2	−12.7	−15.3	−13.8	−14.4	−12.8	−13.0
	2.5%	−10.8	−11.9	−7.9	−13.1	−9.1	−11.3	−12.9	−11.8	−12.5	−10.8	−11.2
수원	1%						−14.0	−14.7	−15.1	−14.0	−15.5	−14.7
	2.5%						−12.1	−13.2	−13.6	−12.8	−12.3	−12.8
전주	1%	−10.1	−10.5	−6.8	−12.8	−7.5	−10.5	−10.3	−10·3	−10.6	−10.1	−10.0
	2.5%	−8.3	−9.5	−6.1	−10.6	−6.6	−8.7	−9.6	−8.9	−9.8	−7.1	−8.5
광주	1%	−6.6	−7.4	−5.4	−7.7	−6.2	−8.6	−8.9	−8.6	−9.8	−8.0	−7.7
	2.5%	−6.0	−7.9	−4.6	−10.0	−5.4	−7.0	−7.5	−7.4	−7.9	−7.1	−7.4
대구	1%	−10.7	−9.2	−8.8	−11.7	−7.8	−10.0	−11.0	−10.3	−8.7	−10.3	−9.9
	2.5%	−9.4	−7.9	−6.8	−10.3	−6.2	−8.3	−8.7	−9.3	−7.1	−8.4	−8.2
부산	1%	−7.4	−6.2	−4.6	−7.3	−5.5	−6.7	−7.7	−8.0	−8.0	−7.6	−6.9
	2.5%	−9.7	−6.4	−3.7	−7.6	−3.6	−5.0	−6.6	−6.7	−7.0	−5.9	−5.8
목포	1%	−7.1	−7.4	−3.4	−7.3	−2.2	−5·1	−6.0	−6.0	−6.5	−5.5	−6.7
	2.5%	−5.6	−6.0	−2.6	−6.0	−1.3	−4.8	−5.5	−6.1	−5.5	−5.4	−5.9
울산	1%											−9.0
	2.5%	−6.2	−8.2	−5.2	−8.9	−6.0	−8.5	−7.4	−8.1	−7.6	−4.5	−7.0

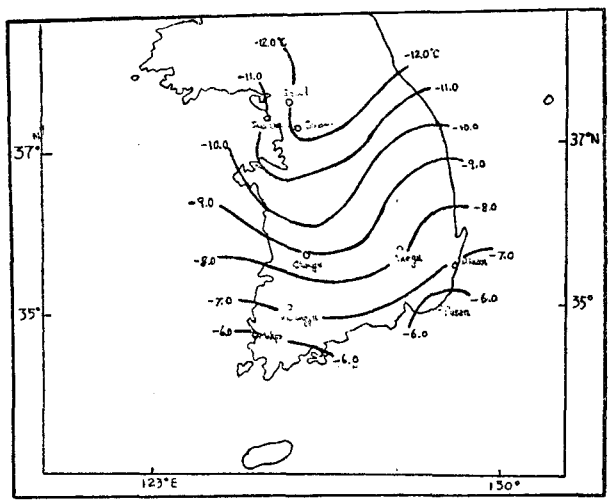

Fig. 1. Winter Outdoor Design Conditions

2. 冷房設計用 外氣條件

냉방장치는 근대공업의 정밀화와 품질향상을 위하여 산업부문에 그 수요가 급증되고 있으며, 또 보건용으로 일반건물에도 널리 보급되고 있다. 그러나 난방장치에 비하여 그역사는 짧으며, 설계자료도 최근에 많은진전을 보고 있다. 난방장치의 최대부하가 일어나는 외기온도는 대체로 야간에 이루어지는 일이 많으나 냉방의 경우에는 최대부하가 주간에 일어나며, 태양의 복사열이 그중요한 요소로서 영향을 미치게 된다. 그리고 하절에는 습도가 큰 영향을 미치게 되며, 또 풍향 풍속이 냉방설계에 고려되고 있다. 이러한 각 요소가 여하히 출현하는가를 검토하고, 그 출현의 공산이 크고, 또 설비비도 합리적으로 인정되는 조건을 구하여 할 것이다. 따라서 이러한 각 요소가 변화하는 상황을 표시하는 충분한 자료가 있어야한다.

이러한 자료를 서울, 인천, 수원, 전주, 광주, 대구 부산, 목포, 울산의 9개 도시에 대해서 조사 집계하여 그 기본 조건을 분석하였다.

각 지방의 태양열 복사에 관한 자료는 한국에서는 입수할 수 없으며, 이는 외국의 자료를 검토 참고하여 同緯度의 관련성을 기준으로 하여서 종합하였다.

가. ASHRAE의 Guide and Data Book에 기재된 관계기준에 따라 2.5%기준의 온도를 하절의 온도출현 빈도표에서 구하여 이를 냉방설계용 외기 건구온도로 한다.

나. 건구온도와 관계습도의 조합에 관한 빈도를 구하여 수정하는 조건이 2.5%로 되는 것을 취하여 일반 설계용 조건으로 한다.

다. 최고습구온도와 최고태양복사는 동시에 출현하는 일이 거의 없으므로 설계용으로서는 그 지방의 최고복사량을 약 2.5% 저하 시킨 것으로 한다.

라. 설계용 외기온도가 29°C 이하로 되는 지방에서는 29C°를 설계용으로 한다.

상기한 방법에 따라서 하절기온 출현빈도표의 최고기온으로부터 얕은 쪽으로 향하여 6, 7, 8, 9월의 전 시간의 2.5% 즉 73.2시간에 해당하는 것을 구하여, 이 점을 통하는 수직선이 표시하는 온도를 구하면, 2.5%기준의 냉방설계용 외기 건구온도를 정할 수 있다.

Table 7. Summer Oustide Design Temperature

(T.A.C. 2.5% 기준)

지명 \ 년도		60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	평 균
서 울	건 구	31.8	31.9	31.6	30.9	31.5	30.0	31.2	31.1	31.0	29.9	31.1
	습 구	26.0	27.0	26.2	25.3	25.8	24.6	26.4	26.4	24.6	25.2	25.8
인 천	건 구	30.6	30.1	30.8	30.2	29.9	28.0	29.6	30.4	29.5	28.3	29.7
	습 구	26.0	26.0	25.6	26.0	26.0	24.4	25.8	25.9	24.8	23.9	29.5
수 원	건 구						29.6	30.8	31.1	29.7	29.1	30.0
	습 구						25.2	26.5	26.7	25.0	26.2	25.9
전 주	건 구	32.7	32.5	31.7	30.9	32.7	31.2	32.4	32.5	31.0	31.6	31.9
	습 구	27.3	28.1	26.9	26.6	27.4	25.3	27.5	25.3	25.2	26.7	26.6
광 주	건 구	32.3	32.0	31.5	31.5	32.2	30.4	32.6	32.9	32.3	31.0	31.9
	습 구	26.3	26.5	26.1	26.0	27.5	25.4	27.0	26.6	26.2	26.1	26.4
대 구	건 구	34.0	32.8	32.9	31.5	34.2	32.3	33.8	34.1	31.0	32.4	32.9
	습 구	26.6	26.9	26.4	26.3	26.5	25.2	27.0	26.8	26.0	26.3	26.4
부 산	건 구	30.6	30.0	28.6	29.0	30.6	28.7	30.8	31.0	28.3	29.0	29.7
	습 구	26.5	26.8	25.4	26.0	26.3	25.4	25.9	26.1	25.3	25.8	26.0
울 산	건 구	32.5	32.7	31.7	31.9	32.2	31.2	32.9	33.1	32.5	31.3	32.2
	습 구	28.1	27.2	27.5	26.0	26.7	26.2	27.2	27.4	25.4	26.1	26.8
목 포	건 구	31.7	31.7	30.4	30.8	31.0	30.0	32.1	32.5	31.5	29.5	31.1
	습 구	27.2	27.8	26.4	26.4	26.2	25.8	26.9	26.5	24.2	25.8	26.3

Table 8. Summer Outside Design Temperature

(1%, 2.5%, 5% 기준)

지명 \ 년도			60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	평 균
서 울	1%	건구	32.8	32.9	32.7	32.0	32.6	30.8	32.2	32.3	32.0	31.0	32.1
		습구	26.3	27.4	26.5	25.8	26.6	25.4	26.8	26.8	25.4	25.8	26.3
	2.5%	건구	31.8	31.9	31.6	30.9	31.5	30.0	31.2	31.1	31.0	29.9	31.1
		습구	26.0	27.0	26.2	25.3	25.8	24.6	26.4	26.4	24.6	25.2	25.8
	5%	건구	30.6	30.7	30.1	29.6	30.1	29.2	30.0	30.2	30.0	28.8	29.9
		습구	25.4	26.5	25.4	24.6	25.4	24.2	25.7	25.8	24.0	24.9	25.2
인 천	1%	건구	31.5	31.5	32.4	31.7	31.0	29.0	30.8	31.7	30.9	29.2	30.0
		습구	26.8	26.8	26.6	26.7	26.6	25.4	26.4	26.3	25.2	25.0	26.2
	2.5%	건구	30.6	30.1	30.8	30.2	29.9	28.0	29.6	30.4	29.5	28.3	29.7
		습구	26.0	26.0	25.6	26.0	26.0	24.4	25.8	25.9	24.8	23.9	25.9
	5%	건구	29.1	29.0	29.6	28.9	28.7	27.9	28.0	29.4	28.1	27.1	28.6
		습구	25.5	25.6	25.0	25.0	25.3	24.1	25.6	25.8	24.3	23.6	25.0
수 원	1%	건구						30.3	31.9	32.1	30.6	29.9	33.0
		습구						25.8	27.4	27.0	25.7	26.6	26.6
	2.5%	건구						29.6	30.8	31.1	29.7	29.1	30.0
		습구						25.2	26.5	26.7	25.0	26.2	25.9
	5%	건구						28.7	29.9	30.2	28.9	28.3	29.2
		습구						24.8	26.0	26.4	24.2	25.6	25.4
전 주	1%	건구	33.6	33.2	32.5	31.7	33.7	32.1	33.2	33.3	31.8	32.6	32.8
		습구	27.8	28.6	28.0	27.4	27.7	26.1	28.0	25.9	25.9	26.7	27.2
	2.5%	건구	32.7	32.5	31.7	30.9	32.7	31.2	32.4	32.5	31.0	31.6	31.9
		습구	27.3	28.1	26.9	26.6	27.4	25.3	27.5	25.3	25.2	26.7	26.6
	5%	건구	31.7	31.7	30.6	29.9	31.7	30.3	31.5	31.8	30.3	30.5	31.0
		습구	26.9	27.8	26.4	26.1	26.8	25.0	27.0	25.1	24.9	25.7	26.2
광 주	1%	건구	32.9	32.7	32.2	32.7	32.9	31.2	33.4	33.7	33.5	31.5	32.7
		습구	26.5	27.0	26.5	26.1	28.0	26.0	27.2	27.8	26.7	26.6	26.8
	2.5%	건구	32.3	32.0	31.5	31.5	32.2	30.4	32.6	32.9	32.3	31.0	31.9
		습구	26.3	26.5	26.1	26.0	27.5	25.4	27.0	26.6	26.2	26.1	26.3
	5%	건구	31.4	31.0	30.4	30.5	31.2	29.5	31.4	31.9	31.2	30.1	30.9
		습구	25.5	26.2	25.5	25.4	26.9	25.0	26.2	26.1	25.4	25.7	25.8

韓國의 空氣調和設計用 外氣條件

			60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	평 균
대 구	1%	건구	34.8	33.7	34.1	32.5	35.3	32.9	34.5	35.5	32.6	32.8	33.9
		습구	27.2	27.3	27.2	26.5	26.9	25.6	28.0	27.0	26.3	26.8	27.0
	2.5%	건구	34.0	32.8	32.9	31.5	34.2	32.3	33.8	34.1	31.0	32.4	32.9
		습구	26.6	26.9	26.4	26.3	26.5	25.2	27.0	26.8	26.0	26.3	26.4
	5%	건구	32.0	31.8	31.6	30.4	33.2	31.4	32.4	32.9	29.4	31.3	31.6
		습구	26.0	26.7	26.1	25.6	26.2	25.0	26.5	26.2	25.4	25.8	26.0
부 산	1%	건구	31.2	30.8	29.3	29.8	31.6	29.2	31.7	31.7	29.3	29.6	30.4
		습구	27.1	27.4	26.4	26.2	26.8	26.0	26.3	26.7	26.0	26.6	26.5
	2.5%	건구	30.6	30.0	28.6	29.0	30.6	28.7	30.8	31.0	28.3	29.0	29.7
		습구	26.5	26.8	25.4	26.0	26.3	25.4	25.9	26.1	25.3	25.8	26.0
	5%	건구	29.9	29.3	27.9	28.2	30.1	28.1	29.8	30.3	27.3	28.5	29.4
		습구	25.6	26.3	24.9	25.5	26.0	25.0	25.6	26.0	25.0	25.3	25.5
목 포	1%	건구	32.4	32.3	31.2	31.6	31.9	31.0	33.2	32.0	30.2	31.3	31.7
		습구	27.7	28.2	27.2	27.1	26.6	26.7	27.7	27.0	24.6	26.4	26.9
	2.5%	건구	31.7	31.7	30.4	30.8	31.0	30.0	32.1	32.5	31.5	29.5	31.1
		습구	27.2	27.8	26.4	26.4	26.2	25.8	26.9	26.5	24.2	25.8	26.3
	5%	건구	31.0	31.0	29.5	29.6	30.0	29.2	30.9	30.7	28.6	30.0	30.1
		습구	26.6	27.4	25.8	26.2	26.0	25.6	26.7	26.4	23.9	25.5	26.0
울 산	1%	건구											33.4
		습구	28.4	27.4	27.9	26.7	27.2	27.1	27.9	27.8	26.6	27.1	27.4
	2.5%	건구											32.2
		습구	28.1	27.2	27.5	26.0	26.7	26.6	27.2	27.4	25.4	26.1	26.8
	5%	건구											31.1
		습구	27.4	26.3	26.1	25.5	26.3	25.6	26.7	26.7	25.0	25.8	26.1

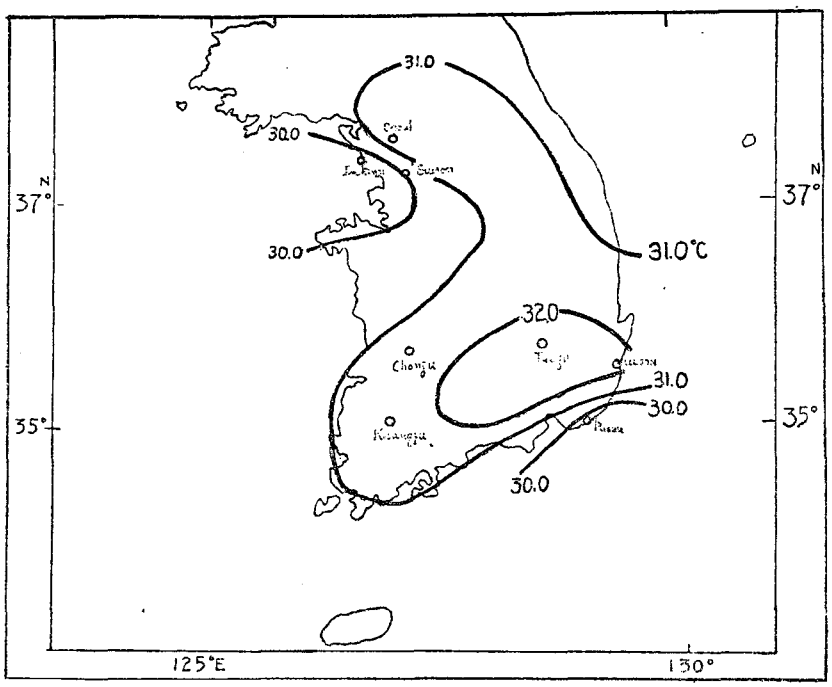

Fig 2. Summer Air Conditioning Condition in KOREA

이상과 같은 방법으로서 서울을 위시하는 남한 9개 주요도시의 10년간(1960~1969)의 시간별 외기온도로서 옥외기온출현빈도표를 그려 각 도시의 냉방설계용 외기 건구온도를 구하였다.

Table 9. Summer Climatic Conditions in Korea

(1960～1969)

City	Elevation m	Highest temp. on record °C	Design temp. on 2.5% basis °C		Annual average highest temp. °C	Summer average dry-bulb temp. °C
			td	tw		
서 울 Seoul	35.5	35.3	31.1	25.8	16.5	23.0
인 천 Inchon	68.9	34.6	29.7	25.9	15.4	22.3
수 원 Suwon	36.9	*34.4	*30.0	*25.9	*16.2	*22.5
대 구 Taegu	57.8	36.3	32.9	26.4	18.3	21.5
전 주 Chonju	51.2	36.6	31.9	26.6	18.2	23.8
울 산 Ulsan	31.5	38.7	32.2	26.8	18.6	23.8
광 주 Kwangju	70.9	34.9	31.9	26.4	18.0	23.0
부 산 Pusan	69.2	38.0	29.7	26.7	18.7	23.1
목 포 Mokpo	53.4	35.7	31.1	26.3	18.0	23.7

* Period of record 1965～1969.

3. Degree-Days

Degree-Days에는 Heating Degree-Days와 Cooling Degree-Days가 있어, 각각 H.D.와 C.D.로서 표시되고 있다.

$$H.D.=\sum(t_i-t_0)\ [°C\ day] \cdots\cdots (3\text{-}1)$$

t_i: 동절의 실내소요온도

t_0: 외기온도의 평균치

H.D.의 응용으로서는 여러가지 생각 될수 있지만 여기서는 다음과 같은 몇가지 점을 기술한다.

먼저 H.D.가 구하여지면 난방기간중의 벽체등으로부터의 전달열량 H는

$$H=\sum KA\times 24D\ [Kcal/season] \cdots\cdots (3\text{-}2)$$

K: 벽체의 열전달계수 [Kcal/m².h.°C]

A: 벽체의 표면적 [m²]

D: 난방 Degree-Days [°C day]

24: Degree Hour

또 건물의 극간풍에 의하는 열손실량을 P라고 하면, 난방기간중의 그 손실열량 Q는

$$Q=P\times 24\ [Kcal/season] \quad (3\text{-}3)$$

따라서 전달열량과 극간환기에 의한 난방기간중의 총손실열량은

$$H+Q\ [Kcal/season]$$

서울을 위시하는 9개도시의 표준 H.D.를 일평균기온을 기준으로 하고, 실내온도로서 18°C를 기준저온으로 한 것과, 특수목적으로 사용될 수도 있는 14°C를 기준으로 하는 경우에 대해서 각각 계산한 것을 표시하였다.

미국, 영국, 일본에서는 (3-1)식에 의해서 H.D.를 계산하고 있으며, 이때의 H.D.계산용 실내온도 기준이 t_i=65°F(18.3°C)(미국, 영국), t_i=18°C(일본)이다. 독일에서는 t_i=18～20°C로 하고 있다.

한국의 9개도시의 년도별(1960～1969) H.D.의 값을 18°C기준의 것을 Table 10에 표시하고, 14°C기준의 것을 Table 11에 표시하였다.

한국의 C.D.로서 9개도시에 대한 것을 실내유지온도 24°C를 기준으로 하여서 10년간(1960～1969)의 값과 그 평균치를 Table 12에 표시하였다.

Table 10. Heating Degree-Days

(D_{18-18})(1960～1969)

년 / 평균	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	년 평 균
서 울	2,865	2,767	2,945	3,074	2,814	3,096	3,038	3,123	2,907	3,145	2,978
인 천	2,845	2,858	2,993	3,066	2,878	3,093	3,032	3,173	2,985	3,204	3,013
수 원	—	—	—	—	—	3,237	3,142	3,275	3,130	3,340	3,225
대 구	2,466	2,458	2,551	2,755	2,515	2,683	2,617	2,733	2,542	2,731	2,605
전 주	2,479	2,489	2,668	2,730	2,488	2,707	2,595	2,773	2,593	2,762	2,628
울 산	2,209	2,218	2,338	2,601	2,313	2,471	2,511	2,560	2,409	2,635	2,426
광 주	2,392	2,382	2,544	2,656	2,349	2,631	2,479	2,650	2,546	2,700	2,533
부 산	1,967	1,700	2,079	2,446	1,991	2,205	2,127	2,272	2,128	2,412	2,133
목 포	2,148	2,155	2,290	2,389	2,161	2,408	2,301	2,487	2,334	2,561	2,324

Table 11. Heating Degree-Days

(D_{14-14}) (1960~1969)

지명 \ 년	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	년 평 균
서 울	1952	1993	2071	2203	1998	2253	2208	2240	2038	2700	2166
인 천	1958	2006	2093	2155	2028	2216	2172	2265	2075	2355	2132
수 원	—	—	—	—	—	2354	2288	2339	2211	2508	2340
대 구	1772	1669	1712	1884	1695	1861	1783	1804	1687	1907	1777
전 주	1656	1691	1819	1912	1705	1883	1782	1607	1749	2035	1784
울 산	1507	1444	1491	1709	1486	1633	1677	1668	1591	1943	1615
광 주	1729	1594	1702	1847	1583	1805	1687	1798	1637	1939	1732
부 산	1200	1308	1276	1584	1231	1418	1346	1460	1294	1706	1382
목 포	1342	1379	1448	1556	1392	1595	1524	1656	1467	1729	1509

4. 결 론

한국의 난방설계용 외기조건, 냉방설계용 외기조건, Degree-Days에 관하여 서울, 인천, 수원, 대전, 전주 울산, 광주, 부산, 목포의 9개 도시에 대하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상기 9개도시의 난방설계용 외기조건은 Table 2와 같다.

2. 등온선으로 표시되는 지역별 난방설계용 외기조건은 Fig. 1과 같다.

3. ASHRAE의 T.A.C. 2.5% 기준과 1%기준에 따른 난방용 외기설계조건은 Table 6과 같다.

4. 냉방설계용 외기조건은 Table 7과 같다.

5. T.A.C. 1% 2.5% 5%기준에 따르는 냉방설계용 외기조건은 Table 8과 같다.

6. 등온선으로 표시되는 지역별 냉방설계용 외기조건은 Fig. 2와 같다.

7. 년도별(1960~1969) Heating Degree Days와 10년간의 평균이 Table 10, 11에 표시되었다.

참 고 문 헌

1. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, "Guide and Data Book" for 1965~1966. p. 469~477, p. 488~495.
2. J. Buto, "Outdoor Design Temperature in Summer", Journal of the Society of Domestic and Sanitary Engineering of Japan. Vol. 31. No. 8, 1957.
3. H.T. Mei, "Summer Design Sol-Air Temperature" Air Conditioning, Heating and Ventilating, Vol. 59, No. 7, July, 1962.
4. 金孝經, "韓國의 空氣調和設計用外氣條件에 關한 硏究" 서울大學校論文集 Vol. 56, No.7, July, 1962.
5. 金孝經 "韓國의 空氣調和設計用 外氣條件에 關한 硏究"科學技術處 硏究報告書 1970年度 Vol. MOST-R-70-46-ME.