

最大熱負荷計算法の 實用資料

— 서울, TAC 2.5 % —

Design Data for the Maximum Cooling and Heating Load
Calculation Method for Seoul

김 두 천*, 김 정 희**
Doo Chun Kim, Jung Hee Kim

1. 서 론

건물의 기간열부하산정과 공조장치의 용량을 결정하기 위한 냉난방부하계산법으로 주기정상해법과 최대부하계산법 등이 이용되어 왔으나 최근에는 에너지절약에 대한 관심이 커짐에 따라 정확한 에너지소요량의 계산과 시스템시뮬레이션이 가능한 동적열부하계산법이 개발되어 널리 이용되고 있다.

그러나 동적열부하계산법은 대형 전산기를 자유로 구사할 수 있는 능력과 기회가 있는 설계자에 국한될 뿐만 아니라 설계초기단계에서 필요한 개략적인 열부하계산에는 적절하지 못하기 때문에 종래의 수계산법을 개량한 약산법이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 종래의 주기정상해법에 동적열부하계산법의 골간을 이루고 있는 건물외피의 열용량으로 인한 구조체의 축열효과를 고려하기 위한 응답계수법과 비공조시의 실온변동에 의한 축열부하를 계산하는 가중계수법을 적용하여 일본 공기조화·위생공학회에서 개발한 “수계산에 의한 최대부하계산법”⁽¹⁾을 검토하고, 서울에 대한 TAC 2.5 % 냉난방부하계산자료를 작성하였다.

2. 최대열부하 계산법

공조부하는 부록 표 A1 과 같이 분류하여 각 항목별로 계산하며, 계산양식은(부위의 크기) × (부위 특성치) × (보조계수) × (시간인자)의 형으로 되어 있는데 최초의 두개항은 건물 조건이며 나머지 두개항은 외기조건을 반영한 시각별 부하계수들이다.

2.1 외벽 관류열의 계산법

종래의 주기정상해법에서는 일사의 영향을 고려한 상당외기온도와 실내온도의 차이에 의해 외벽관류열을 계산하였으나 이 방법은 구조체의 열용량에 의한 축열효과를 고려할 수 없기 때문에 열용량이 큰 벽체에서는 큰 오차가 발생되므로 응답계수법에 의해 도출한 실효온도차 ETD를 사용하여 계산한다.

$$q_w = K \times S \times ETD \dots\dots\dots (1)$$

여기서 K는 열관류율이며 S는 벽의 면적이고 시각 n에서의 실효온도차 ETD_n는 다음 식으로 부터 구한다.

$$ETD_n = \sum_{j=0}^{n-1} \left\{ \frac{\phi_j^*}{K} \right\} \Delta\theta_{n-j} \dots\dots (2)$$

* 정회원, 육군사관학교 기계공학과

** 육군사관학교 기계공학과

여기서 ϕ_j^* 는 주기정상 삼각파응답계수이며, $\Delta\theta_{n-j}$ 는 $(n-j)$ 시의 상당외기온도(Solar Air Temperature) θ_e 와 실내온도 θ_r 의 차이이고 n_0 는 시계열(time series)의 끝나는 시각으로 보통 24시간을 사용한다.

일사의 영향을 고려한 상당외기온도 θ_e 는 외기온도 θ_o , 외벽면의 열전달계수 α_o , 흡수율 a 및 전일사량 I 로부터 구한다.

$$\theta_e = \theta_o + \frac{a}{\alpha_o} I \dots\dots\dots (3)$$

2.2 유리창의 일사열취득 계산법

유리창에 입사된 일사는 그 일부가 표면에서 반사되고 또 일부는 유리내에 흡수되며 나머지가 실내로 유입되고, 유리내에 흡수된 일사는 유리창의 온도 상승을 일으켜서 복사 및 대류의 형태로 약간 지연되어 실내로 유입하게 된다.

차폐계수법에 의한 유리창의 일사열취득 q_{GS} 는

$$q_{GS} = S \times SCT \times SSG \dots\dots\dots (4)$$

여기서, S 는 창면적이며 SCT 는 전차폐계수이고 표준유리창의 일사열취득인 표준일사열취득 SSG 는 다음식으로 구한다.

$$SSG = I_{ND} \cdot \cos i \cdot g_i + I_{HS} \cdot \frac{(1 + \cos \gamma_w)}{2} \cdot g_d \dots\dots\dots (5)$$

여기서, I_{ND} 와 I_{HS} 는 설계용 법선면직달일사량과 수평면천공일사량이며 i 는 입사각이고 γ_w 는 유리창의 경사각이며 g_i 와 g_d 는 직달일사취득율과 천공일사취득율이다.

$$g_i = 1.0793 \cos i - 0.2497 \cos^3 i + 0.0822 \cos^5 i - 0.0218 \cos^7 i \dots (6)$$

$$g_d = 0.808 \dots\dots\dots (7)$$

차폐계수의 값은 부록 표 A 2와 같다.⁽¹⁾

2.3 일사열취득의 흡열수정

흡열수정은 유리내에 흡수된 일사에 의한 유

리창의 온도상승으로 인한 실내로의 열취득이며 흡열수정계수법(Absorptive Modification Factor)에 의해 다음식으로 계산한다.

$$q_{GM} = SCR \left\{ - \sum_{j=0}^{n_0-1} \frac{\phi_j^*}{\alpha_i} (SSG)_{n-j} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

여기서, $\{ \quad \}$ 내를 흡열수정계수(AMF)라 하며, $\frac{\phi_j^*}{\alpha_i}$ 는 흡열수정용 응답계수표준치이고 참고문헌(1)의 표-14와 같다.

2.4 유리창 관류열, 투입공기, 인체 및 조명부하

이들 부하는 부록 표 A1의 계산인자에 의하여 계산하며 계산식은 참고문헌(1)에 의한다. 조명용 흡열수정계수 AMF는 참고문헌(1)의 표-21과 같다.

2.5 간헐공조에 의한 축열부하

공조장치가 정지하고 있는 비공조시에 실내로 유입한 열은 실내온도를 상승시키고 실내의 벽체 등에 축열되었다가 공조장치가 가동되면 실내로 유출하게 되는데, 單室理論에 의한 축열부하 q_{ST} 는 다음 식으로 계산한다.

$$q_{ST} = Q_N \times SR \times SGF \dots\dots\dots (9)$$

여기서 Q_N 는 비공조시의 유입열이며 SR 는 축열비이고 SGF 는 축열계수이다.

단실이론에 의한 축열부하의 계산법은 참고문헌(1)의 6절에 상술되어 있으며, Q_N 을 계산하기 위한 기초자료의 계산식은 다음과 같다.⁽²⁾

$$ETD'_T = \sum_{n=0}^{n_0-1} ETD - \sum_{n=t_1}^{t_2} ETD$$

$$ETD + \frac{ETDt_1 + ETDt_2}{2} \dots (10)$$

여기서, ETD'_T 는 운전시간 T 시각에서의 비공조시 유입열산정자료이고, t_1 과 t_2 는 장

치운전 개시시각과 종료시각이다.

비공조시의 일사열취득계수 SSG'와 흡열수정계수 AMF'도 식 (10)과 동일한 방법으로 계산할 수 있다.

3. 설계자료의 작성

3.1 냉난방 설계용 온도, 습도 및 엔탈피

설계용 외기조건인 온도, 습도 및 엔탈피에 관한 자료를 산출하기 위한 기본자료로는 1971-1980년의 10년간의 서울 중앙기상대의 기상년보, 기상월보, 일기상통계표 및 기온과 상대습도에 대한 자기기록지로부터 복사하거나 읽어서 구한 건구온도, 상대습도, 대기압 등의 모자료와 이들로부터 계산한 습구온도, 노점온도, 엔탈피, 절대습도 등의 1년 7,860 시간의 시각별 자료에 대한 10년간의 자료이다.

4계절의 구분은 외기의 평균기온이 20℃를 상회하는 6-9월을 하계, 5℃이하인 12월과 1-3월을 동계, 그 중간기인 4,5월을 춘계 그리고 10,11월을 추계로 구분한다.⁽³⁾

계절별 설계용 온습도는 ASHRAE 자문위원회에서 권장하는 냉방용 TAC 2.5%와 난방용 TAC 97.5%를 기준하였으며, 각요소가 독립적으로 발생한다고 보았을 때는 매우 큰 값들이 되겠지만 높은 온도와 습도는 반드시 동시에 발생하는 것은 아니므로 열부하계산적 측면에서는 엔탈피를 기준하는 것이 바람직하며, 그 결과는 표 1과 같다.

3.2 설계용 일사량

수평면전일사량 I_{TH}는 참고문헌 (3)의 계절별 대기투과율 P에 대한 표 5와 식 (1)~식(6)을 이용하여 다음 식으로 계산한다.

$$I_{TH} = S_c \cdot \sinh \{ P^{sch} + 0.5(1 - P^{sch}) / (1 - 1.4 \ln P) \} \dots\dots\dots (11)$$

수직면에 대한 전일사량 I_{Tv}는 다음 식으로 구한다.

$$I_{Tv} = I_{DN} \cos \theta + 0.5 I_{SH} + 0.5 \rho I_{TH} \dots\dots\dots (12)$$

여기서 I_{DN}은 법선면직달일사이며 I_{SH}는 수평면천공일사이고 ρ는 지면반사율이다.

벽면에 대한 태양입사각 i는 태양방위각 A 벽방위각 A', 벽태양방위각 γ=A-A'로부터 구한다.

$$\cos i = \cos h \cos \gamma \dots\dots\dots (13)$$

$$\cos A = (\sinh \sin \phi - \sin \delta) / (\cos h \cos \phi) \dots\dots\dots (14)$$

표 2는 식(11)~식(14)로 계산한 서울의 하계와 추계의 설계용 일사량자료이다. 이 자료중의 수직면전일사량에는 지면반사일사가 포함되어 있지 않았으므로 지면반사일사를 고려하고자 할 때는 0.5 ρI_{TH}를 더하여 사용한다.

3.3 벽의 상당외기온도(SAT)와 실효온도차(ETD)

표 3은 하계와 추계의 상당외기온도이며 표 1의 설계용 건구온도와 표 2의 설계용 일사량자료를 식(3)으로부터 구한 것이다.

표 4(a)와 표 4(b)는 일본 공기조화·위생공학회 편람⁽⁴⁾의 벽체분류표인 부록 표A3과 참고문헌 (1)의 표 3 실효온도차용 응답계수표준치를 이용하여 식(2)로부터 계산한 외벽과 지붕의 관류열계산용 실효온도차이다.

이 표들은 벽체의 표면의 표준조건을 열전달계수 α_o = 20 kcal/h·m²·°C, 흡수율 a = 0.7로 정하여 a/α_o = 0.035로 계산한 것으로 이 표준조건과 다른 경우에는 수정하여 사용한다. 수정하는 방법은 그 시각의 ETD값에서 벽체의 O형의 값을 뺀 값에 (a/α_o)/0.035을 곱하고 여기에 O형의 ETD를 더하면 된다. 예를 들어 a/α_o = 0.0175일때 I형의 수평면에 대한 하계 13시의 ETD는 표 4(a)에서 (37.4 - 6.4) × (0.0175/0.035) + 6.4 = 21.9가 된다.

3.4 표준일사열취득(SSG)과 일사열취득 흡열수정계수(AMF)

표 5는 표 2의 설계용 일사량과 식(5)~식(7)로부터 구한 하계와 추계의 표준유리의 표

준일사열취득이다.

표 6은 표 5의 표준일사열취득과 참고문헌 (1)의 표-14 흡열수정용 응답계 수표준치를 이용하여 계산한 하계의 일사열취득 흡열수정계수이다.

3.5 비공조시의 유입열계산자료

대표적인 4종의 공조시간대에 대한 하계의 비공조시의 유입열 Q_N 의 계산자료인 ETD', SSG' 및 AMF'는 표 7과 같다. 표에서 8시간 공조의 경우에는 9시에 공조를 개시하여 17시에 종료함을 의미하며, 다른 공조시간대는 표의註를 참고한다.

4. 결 과

수계산에 의한 최대열부하계산법에 관한 서울의 TAC 2.5%에 대한 실용자료를 작성하였다.

(1) 외기조건에 관한 자료는 1971~1980년의 10년간의 시각별 주요기상자료를 이용하여 작성하였으며, 외기조건은 TAC 2.5%의 엔탈피를 기준하였고 상당외기온도는 $a/\alpha_0 = 0.035$ 를 기준하였다.

표 1 : 냉난방설계용 온도, 습도 및 엔탈피

표 2 : 냉방설계용 일사량

표 3 : 벽의 상당외기온도

(2) 건물조건과 외기조건을 조합한 계산자료는 다음과 같다.

표 4(a) : 실효온도차 ETD 하계냉방용

표 4(b) : 실효온도차 ETD 추계냉방용

표 5 : 유리창의 표준일사열취득 SSG

표 6 : 일사흡열수정계수 AMF

표 7 : 비공조시의 냉방부하계산자료 ETD', SSG' 및 AMF'

(3) 이 자료들을 작성하거나 사용할 때의 참고자료는 다음과 같다.

부록 표A1 : 부하의 항목분류와 소요계산자료

부록 표A2 : 차폐계수

부록 표A3 : 벽체분류표

후 기

본 연구는 1987년도 본 학회 용역사업으로 수행된 것으로서 학회장님과 한국과학기술원 기계공학부의 관계자 여러분께 감사드립니다.

서울의 TAC 5.0%의 실용자료는 지면관계로 게재하지 못하였으나 필요시에는 학회나 저자에게 연락주시기 바랍니다.

참 고 문 헌

1. 空調設備基準委員會 第2小委員會, “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3號, pp. 39-77, 1972
2. 大塚三夫, “手計算による 最大負荷計算法 實用資料”, 日本 空氣調和·衛生工學, 第57卷, 第4號, 1983.
3. 김두천, 김정희, “서울의 일사 대기투과율에 관한 연구”, 공기조화·냉동공학, 제16권 제4호, 1987.
4. 空氣調和·衛生工學便覽, 第II卷 空氣調和篇 第2章, 日本空氣調和·衛生工學會, 第十版, p.II-46. 1981.

표 1. 냉난방설계용 온도, 습도 및 엔탈피

서울, TAC 2.5%

구분	시 각 (지 방 시)																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	2	
냉(하계)방	건구온도(°C)	27.2	26.8	26.5	26.1	26.0	25.7	25.6	25.8	27.0	28.4	29.6	30.6	31.6	32.4	32.9	33.2	32.9	32.7	31.8	30.6	29.4	28.5	28.1	27
	습구온도(°C)	24.8	24.7	24.5	24.4	24.3	24.3	24.3	24.5	24.9	25.3	25.6	25.8	26.2	26.4	26.5	26.9	26.7	26.6	26.6	26.0	25.7	25.4	25.3	25
	엔탈피(kcal/kg)	19.8	18.7	18.6	18.6	18.5	18.7	18.6	18.9	19.1	19.2	19.2	19.1	19.3	19.4	19.3	19.9	19.7	19.5	19.9	19.4	19.3	19.2	19.2	19
냉(추계)방	건구온도(°C)	18.0	18.1	17.9	17.6	16.9	17.0	16.7	16.6	17.2	18.5	20.1	21.9	22.9	23.7	24.7	25.0	24.5	23.5	22.0	20.8	20.0	19.4	18.8	18
	습구온도(°C)	16.0	16.3	16.3	16.1	15.8	15.4	15.1	15.2	15.3	16.2	16.6	17.5	18.1	17.9	18.2	18.3	18.3	17.6	17.8	17.5	17.3	17.1	16.9	16
	엔탈피(kcal/kg)	10.5	10.8	10.9	10.8	10.8	10.3	10.1	10.2	10.1	10.5	10.4	10.6	11.0	10.5	10.4	10.4	10.7	10.2	11.0	11.2	11.2	11.3	11.2	11
난방	건구온도(°C)	-12.0	-12.4	-12.8	-13.1	-13.2	-13.4	-13.4	-13.4	-13.4	-12.9	-12.0	-10.9	-9.5	-8.6	-8.0	-7.5	-7.7	-8.0	-9.1	-9.7	-10.2	-10.6	-11.4	-11
	습구온도(°C)	-13.0	-13.3	-13.8	-14.0	-14.2	-14.3	-14.4	-14.2	-14.3	-14.0	-13.0	-12.3	-11.3	-10.6	-9.9	-9.8	-9.7	-10.3	-11.2	-11.5	-12.0	-12.4	-12.5	-12
	엔탈피(kcal/kg)	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	0.8	1.0	0.8	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.9	0.9

표 2. 냉방설계용 일사량(kcal/h·m²)

서울, TAC 2.5%

계절	구분	시 각 (지 방 시)																	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				
하	태양복사량 (수평면) ↓	4.89	16.23	27.96	39.84	51.53	62.39	70.60	71.84	65.05	54.65	43.00	31.23	19.42	7.95				
		111.59	103.00	94.64	85.48	74.14	57.43	28.02	16.60	51.05	70.29	82.65	92.24	100.78	109.21				
		120	291	424	461	486	497	504	502	500	494	477	457	399	288				
계	수직벽	N	61	102	81	59	65	69	71	72	70	67	61	68	111	117			
		NE	126	276	336	289	213	119	71	72	70	67	61	53	41	23			
		E	128	311	424	412	356	264	150	72	70	67	61	53	41	23			
추	태양복사량 (수평면) ↓	0.00	0.65	11.70	21.79	30.34	36.55	39.50	38.62	34.08	26.70	17.36	6.77	0.00	0.00				
		0.00	-73.27	-63.61	-52.54	-39.30	-23.40	-5.18	13.66	30.96	45.63	57.79	68.13	0.00	0.00				
		0	0	315	553	639	656	700	693	701	736	825	483	0	0				
계	수직벽	N	0	3	32	42	48	52	52	52	48	38	23	18	0	0			
		NE	0	3	130	109	48	52	52	52	48	38	23	18	0	0			
		E	0	3	308	449	397	261	181	52	48	38	23	18	0	0			

표 3. 벽의 상당외기온도(°C)

서울, TAC 2.5%

계절	방위	시 각 (지 방 시)																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
하	Horizon	27.2	26.8	26.5	26.1	26.0	25.7	27.8	33.7	42.0	49.1	55.2	59.6	62.5	63.4	62.6	60.0	55.3	49.8	42.5	34.9	29.4	28.5	28.1	27.6
		27.2	26.8	26.5	26.1	26.0	25.7	28.6	30.9	31.0	31.4	32.9	34.1	35.2	36.0	36.4	36.5	36.0	36.1	37.4	36.4	29.4	28.5	28.1	27.6
		27.2	26.8	26.5	26.1	26.0	25.7	31.9	39.6	43.8	42.9	40.2	36.5	35.2	36.0	36.4	36.5	36.0	35.3	33.8	31.7	29.4	28.5	28.1	27.6
계	N	27.2	26.8	26.5	26.1	26.0	25.7	32.0	41.3	48.2	48.0	47.4	43.8	39.1	36.0	36.4	36.5	36.0	35.3	33.8	31.7	29.4	28.5	28.1	27.6
		27.2	26.8	26.5	26.1	26.0	25.7	28.8	35.1	41.6	44.8	46.1	45.3	43.2	39.7	36.4	36.5	36.0	35.3	33.8	31.7	29.4	28.5	28.1	27.6
		27.2	26.8	26.5	26.1	26.0	25.7	26.4	27.7	29.5	32.8	37.0	40.3	42.6	43.5	43.0	41.3	38.2	35.3	33.8	31.7	29.4	28.5	28.1	27.6
추	Horizon	18.0	18.1	17.9	17.6	16.9	17.0	16.7	16.9	23.6	32.9	41.0	46.7	50.4	50.5	49.1	45.4	39.1	28.1	22.0	20.8	20.0	19.4	18.8	18.3
		18.0	18.1	17.9	17.6	16.9	17.0	16.7	16.7	18.0	20.6	22.5	24.5	25.5	26.3	27.1	26.9	25.6	24.4	22.0	20.8	20.0	19.4	18.8	18.3
		18.0	18.1	17.9	17.6	16.9	17.0	16.7	16.7	23.7	24.0	22.5	24.5	25.5	26.3	27.1	26.9	25.6	24.4	22.0	20.8	20.0	19.4	18.8	18.3

주: 이 표는 벽의 외표면 열전달계수 α₀ = 20 kcal/h·m²·°C, 흡수율 a = 0.7로 작성한 것이다.

표 4(a) 실외온도차 ETD (°C) ... 하계냉방용

서울, TAC 2.5%, 실온 26°C 기준

벽	시 (지방 시)																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
형 방위	0	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	-0.4	-0.2	1.0	2.4	3.6	4.6	5.6	6.4	6.9	7.2	6.9	6.7	5.8	4.6	3.4	2.5	2.1	1.6
I	N	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	1.8	7.7	16.0	23.1	29.2	33.6	36.5	37.4	36.6	34.0	29.3	23.8	16.5	8.9	3.4	2.5	2.1	1.6
	N	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	2.6	4.9	5.0	5.4	6.9	8.1	9.2	10.0	10.4	10.5	10.0	10.1	11.4	10.4	3.4	2.5	2.1	1.6
	NE	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	5.9	13.6	17.8	16.9	14.2	10.5	9.2	10.0	10.4	10.5	10.0	9.3	7.8	5.7	3.4	2.5	2.1	1.6
	E	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	6.0	15.3	22.2	23.0	21.4	17.8	13.1	10.0	10.4	10.5	10.0	9.3	7.8	5.7	3.4	2.5	2.1	1.6
	SE	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	2.8	9.1	15.6	18.8	20.1	19.3	17.2	13.7	10.4	10.5	10.0	9.3	7.8	5.7	3.4	2.5	2.1	1.6
	S	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	0.4	1.7	3.5	6.8	11.0	14.3	16.6	17.5	17.0	15.3	12.2	9.3	7.8	5.7	3.4	2.5	2.1	1.6
	SW	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	0.4	1.7	3.5	5.4	6.9	8.1	11.6	16.9	20.9	23.5	23.7	22.6	18.4	12.0	3.4	2.5	2.1	1.6
	W	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	0.4	1.7	3.5	5.4	6.9	8.1	9.2	12.2	18.6	24.0	27.2	28.9	26.3	19.2	3.4	2.5	2.1	1.6
NW	1.2	0.8	0.5	0.1	0.0	-0.3	0.4	1.7	3.5	5.4	6.9	8.1	9.2	10.0	11.5	16.6	20.6	23.7	23.4	18.6	3.4	2.5	2.1	1.6	
II	N	1.8	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	0.3	2.7	8.0	14.8	21.6	27.6	32.2	35.2	36.4	35.9	33.5	29.5	24.0	17.3	10.6	5.8	3.5	2.5
	N	1.8	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	0.5	2.4	4.0	4.8	5.6	6.7	7.9	8.9	9.7	10.2	10.3	10.1	10.4	10.8	8.8	5.2	3.3	2.4
	NE	1.7	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	1.4	6.1	11.9	15.5	15.8	13.9	11.4	10.2	10.1	10.3	10.3	9.9	9.2	7.8	5.9	4.1	3.0	2.3
	E	1.7	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	1.4	6.6	13.8	19.4	21.3	20.5	17.6	14.0	11.5	10.8	10.5	10.0	9.2	7.8	5.9	4.1	3.0	2.3
	SE	1.7	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	0.6	3.6	8.7	13.9	17.4	18.9	18.7	16.9	14.0	11.8	10.8	10.1	9.2	7.8	5.9	4.1	3.0	2.3
	S	1.7	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	0.0	0.6	1.7	3.7	6.7	10.3	13.4	15.7	16.7	16.5	15.0	12.5	10.1	8.1	6.0	4.1	3.0	2.3
	SW	1.8	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	0.0	0.6	1.7	3.3	5.0	6.5	8.4	11.8	16.0	19.8	22.2	22.9	21.7	18.0	12.0	6.4	3.7	2.5
	W	1.9	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	0.0	0.6	1.7	3.3	5.0	6.5	7.8	9.5	12.8	17.8	22.6	26.0	27.2	24.9	17.3	8.4	4.4	2.8
NW	1.9	1.3	0.9	0.5	0.2	0.0	0.0	0.6	1.7	3.3	5.0	6.5	7.8	8.9	10.0	12.2	16.0	19.7	22.2	24.9	16.0	7.9	4.3	2.7	
III	N	3.9	2.8	2.0	1.3	0.8	0.5	0.4	1.4	4.5	9.3	15.1	20.9	26.1	30.3	33.1	34.3	33.9	31.8	28.1	23.1	17.2	11.8	8.0	5.6
	N	3.1	2.3	1.7	1.2	0.7	0.4	0.4	1.4	2.7	3.6	4.5	5.5	6.6	7.7	8.6	9.3	9.8	9.9	10.1	10.5	9.8	7.5	5.5	4.1
	NE	2.7	2.1	1.5	1.1	0.7	0.4	0.8	3.3	7.4	11.3	13.3	13.5	12.4	11.3	10.8	10.6	10.5	10.2	9.7	8.8	7.5	5.9	4.5	3.5
	E	2.7	2.1	1.5	1.1	0.7	0.4	0.8	3.5	8.4	13.6	17.2	18.7	18.1	16.1	13.9	12.4	11.6	10.9	10.1	9.0	7.6	5.9	4.6	3.5
	SE	2.7	2.1	1.6	1.1	0.7	0.4	0.4	1.9	5.1	9.3	13.1	15.8	17.1	16.9	15.5	13.7	12.3	11.3	10.4	9.2	7.7	6.0	4.6	3.5
	S	2.8	2.1	1.6	1.1	0.7	0.4	0.2	0.4	1.0	2.2	4.3	7.1	10.1	12.7	14.5	15.4	15.2	13.9	12.1	10.2	8.3	6.3	4.8	3.6
	SW	3.8	2.7	1.9	1.3	0.8	0.5	0.2	0.4	1.0	2.1	3.5	4.9	6.5	8.9	12.2	15.8	18.8	20.7	21.1	19.6	16.1	11.4	7.8	5.4
	W	4.6	3.1	2.2	1.5	0.9	0.5	0.3	0.4	1.0	2.1	3.5	4.9	6.2	7.7	10.0	13.7	17.8	21.6	24.2	24.5	21.2	14.9	9.9	6.7
NW	4.2	2.9	2.0	1.4	0.9	0.5	0.3	0.4	1.0	2.1	3.5	4.9	6.2	7.5	8.6	10.2	12.9	16.1	19.0	20.3	18.4	13.2	8.9	6.1	
IV	N	8.3	6.6	5.1	3.9	3.0	2.2	1.7	2.0	3.7	6.9	11.0	15.5	20.0	24.0	27.2	29.4	30.4	30.0	28.2	25.1	21.1	16.9	13.4	10.6
	N	4.6	3.8	3.0	2.4	1.8	1.4	1.1	1.5	2.3	3.0	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.0	8.6	9.0	9.3	9.7	9.5	8.2	6.8	5.6
	NE	4.2	3.4	2.8	2.2	1.7	1.3	1.3	2.7	5.3	8.2	10.2	11.0	11.0	10.6	10.5	10.5	10.3	10.0	9.4	8.4	7.7	6.1	5.1	
	E	4.4	3.6	2.9	2.3	1.7	1.3	1.3	2.8	6.0	9.8	12.9	14.8	15.4	14.8	13.8	13.0	12.3	11.7	11.1	10.2	9.0	7.2	6.4	5.3
	SE	4.4	3.6	2.9	2.3	1.8	1.3	1.1	1.8	3.8	6.6	9.6	12.1	13.8	14.5	14.2	13.4	12.7	12.0	11.3	10.3	9.1	7.8	6.5	5.4
	S	4.6	3.7	3.0	2.4	1.8	1.3	1.0	0.9	1.1	1.9	3.2	5.2	7.4	9.7	11.5	12.8	13.3	13.0	12.1	11.0	9.6	8.1	6.7	5.6
	SW	6.8	5.4	4.3	3.3	2.5	1.9	1.4	1.2	1.4	1.9	2.8	3.8	5.1	6.9	9.4	12.3	14.9	17.0	18.2	18.0	16.2	13.3	10.7	8.6
	W	8.2	6.4	5.0	3.9	2.9	2.2	1.6	1.4	1.5	2.0	2.9	3.9	4.9	6.1	7.9	10.7	14.0	17.2	19.9	21.1	19.9	16.4	13.0	10.3
NW	7.1	5.7	4.5	3.5	2.6	2.0	1.4	1.2	1.4	2.0	2.8	3.8	4.9	6.0	7.0	8.4	10.5	13.0	15.5	17.2	16.8	14.0	11.2	9.0	
V	N	13.1	11.0	9.3	7.7	6.4	5.3	4.3	3.8	4.1	5.4	7.7	10.7	14.0	17.5	20.7	23.4	25.4	26.5	26.6	25.5	23.5	20.8	18.0	15.4
	N	6.1	5.3	4.5	3.9	3.2	2.7	2.2	2.1	2.3	2.7	3.1	3.6	4.3	5.0	5.8	6.5	7.2	7.7	8.2	8.6	8.8	8.4	7.7	6.9
	NE	5.9	5.1	4.4	3.7	3.1	2.6	2.2	2.5	3.7	5.5	7.2	8.5	9.2	9.5	9.7	9.8	9.9	9.9	9.6	9.1	8.4	7.5	6.7	
	E	6.4	5.5	4.7	4.0	3.3	2.8	2.4	2.7	4.1	6.3	8.7	10.8	12.3	12.9	12.9	12.6	12.3	12.0	11.5	11.0	10.3	9.3	8.3	7.3
	SE	6.4	5.5	4.7	4.0	3.4	2.8	2.3	2.3	3.0	4.5	6.4	8.5	10.3	11.6	12.2	12.4	12.2	11.9	11.5	11.0	10.3	9.3	8.3	7.3
	S	6.4	5.6	4.8	4.0	3.4	2.8	2.3	1.9	1.8	2.0	2.5	3.6	5.1	6.7	8.4	9.8	10.9	11.4	11.3	11.0	10.3	9.4	8.4	7.4
	SW	9.5	8.1	6.9	5.8	4.8	4.0	3.3	2.7	2.4	2.5	2.7	3.3	4.0	5.1	6.7	8.7	10.8	12.9	14.5	15.5	15.4	14.2	12.7	11.0
	W	11.2	9.5	8.0	6.7	5.6	4.6	3.8	3.2	2.8	2.7	3.0	3.5	4.1	4.9	6.0	7.7	9.9	12.4	14.9	16.9	17.6	16.6	14.9	13.0
NW	9.5	8.1	6.9	5.8	4.8	4.0	3.3	2.7	2.5	2.5	2.8	3.3	4.0	4.7	5.6	6.5	7.9	9.7	11.7	13.5	14.4	13.9	12.5	11.0	
VI	N	15.9	14.3	12.8	11.3	10.0	8.8	7.8	6.9	6.6	6.9	7.9	9.4	11.5	13.8	16.2	18.5	20.4	21.9	22.7	22.8	22.1	20.9	19.3	17.6
	N	6.5	6.0	5.5	4.9	4.4	3.9	3.5	3.2	3.1	3.2	3.3	3.6	4.0	4.4	4.9	5.5	6.0	6.5	6.9	7.4	7.7	7.7	7.4	7.0
	NE	6.9	6.3	5.7	5.1	4.6	4.1	3.6	3.6	4.0	4.9	5.9	6.9	7.6	8.0	8.4	8.7	8.9	9.1	9.1	8.9	8.6	8.1	7.5	
	E	7.8	7.1	6.4	5.7	5.1	4.5	4.0	3.9	4.4	5.5	7.0	8.5	9.7	10.5	10.9	11.1	11.2	11.2	11.0	10.8	10.4	9.9	9.2	8.5
	SE	7.7	7.0	6.3	5.7</																				

표 4(b) 실효온도차 ETD (°C) ...추계냉방용

서울, TAC2.5%, 실온 24°C 기준

형	방위	시																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0		-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.4	-6.8	-5.5	-3.9	-2.1	-1.1	-0.3	0.7	1.0	0.5	-0.5	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
I	H	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.1	-6.4	8.9	17.0	22.7	26.4	25.5	25.1	21.4	15.1	4.1	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
	N	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.3	-5.2	-3.4	-1.5	0.5	1.5	2.3	3.1	2.9	1.6	0.4	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
	NE	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.3	-0.3	0.0	-1.5	0.5	1.5	2.3	3.1	2.9	1.6	0.4	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
	E	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.2	8.6	17.0	16.0	11.0	3.9	2.3	3.1	2.9	1.6	0.4	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
	SE	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.3	9.4	22.0	25.9	25.0	22.3	16.4	10.1	2.9	1.6	0.4	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
	S	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.3	1.6	12.2	19.8	24.7	28.4	28.6	28.0	25.9	22.6	9.3	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
	SW	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.3	-5.2	-3.4	1.2	10.2	18.8	25.4	31.2	35.8	40.0	22.4	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
	W	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.3	-5.2	-3.4	-1.5	0.5	1.5	2.3	3.1	3.3	10.4	9.6	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7
NW	-6.0	-5.9	-6.1	-6.4	-7.1	-7.0	-7.3	-7.3	-5.2	-3.4	-1.5	0.5	1.5	2.3	3.1	3.3	10.4	9.6	-2.0	-3.2	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7	
II	H	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.1	-5.4	0.1	7.7	15.1	20.9	24.5	25.5	24.3	20.9	14.5	6.4	0.7	-2.1	-3.5	-4.4	-5.0
	N	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.2	-6.7	-5.3	-3.6	-1.8	-0.1	1.1	2.1	2.7	2.5	1.6	0.2	-1.5	-2.8	-3.7	-4.4	-5.1
	NE	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.2	-5.5	-2.2	-1.1	-0.8	0.3	1.3	2.1	2.7	2.5	1.6	0.2	-1.5	-2.8	-3.7	-4.4	-5.1
	E	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.2	-3.2	6.3	12.9	13.7	10.3	5.9	3.8	3.2	2.7	1.7	0.3	-1.5	-2.8	-3.7	-4.4	-5.1
	SE	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.2	-3.0	7.9	17.8	22.8	23.6	21.3	16.7	10.7	5.4	2.6	0.6	-1.4	-2.8	-3.7	-4.4	-5.1
	S	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.2	-5.0	1.8	10.3	17.6	23.1	26.6	27.8	27.4	25.6	20.4	10.6	2.3	-1.5	-3.3	-4.3	-5.0
	SW	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.2	-6.7	-5.3	-2.9	1.9	9.3	17.0	23.8	29.7	34.1	23.6	20.5	6.1	-0.2	-2.9	-4.2	-5.0
	W	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.2	-6.7	-5.3	-3.6	-1.8	-0.1	2.8	8.8	16.8	25.1	28.2	18.6	5.4	-0.4	-2.9	-4.2	-5.0
NW	-5.5	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.8	-7.0	-7.2	-6.7	-5.3	-3.6	-1.8	-0.1	1.1	2.1	2.8	4.9	6.2	6.3	0.8	-2.0	-3.4	-4.4	-5.0	
III	H	-4.3	-5.0	-5.4	-5.7	-6.0	-6.4	-6.7	-6.9	-6.3	-3.4	1.8	8.1	14.1	18.9	21.9	22.9	21.9	18.4	12.7	7.0	2.8	0.0	-1.9	-3.3
	N	-4.8	-5.2	-5.5	-5.8	-6.1	-6.4	-6.7	-6.9	-6.9	-6.1	-5.0	-3.5	-1.9	-0.5	0.7	1.6	2.0	1.8	1.1	-0.1	-1.4	-2.5	-3.4	-4.1
	NE	-4.8	-5.2	-5.5	-5.8	-6.1	-6.4	-6.7	-6.9	-6.4	-4.3	-2.8	-1.9	-0.9	0.1	1.0	1.8	2.1	1.9	1.1	0.1	-1.4	-2.5	-3.4	-4.1
	E	-4.7	-5.2	-5.5	-5.8	-6.1	-6.4	-6.7	-6.9	-5.4	0.2	6.3	9.8	9.9	7.8	5.8	4.6	3.8	2.8	1.7	0.2	-1.2	-2.4	-3.3	-4.1
	SE	-4.7	-5.2	-5.5	-5.8	-6.1	-6.4	-6.7	-6.9	-5.4	0.0	9.0	15.6	19.2	20.1	18.4	14.7	10.5	6.7	3.9	1.5	-0.4	-1.9	-3.0	-3.9
	S	-4.1	-4.8	-5.3	-5.6	-6.0	-6.4	-6.7	-6.9	-6.2	-2.5	3.6	10.2	16.2	21.0	24.0	25.5	25.2	23.2	17.8	10.0	4.6	1.1	-1.3	-2.9
	SW	-3.7	-4.6	-5.2	-5.6	-5.9	-6.4	-6.6	-6.9	-6.9	-6.1	-4.7	-1.7	3.5	9.8	16.4	22.5	28.1	30.9	26.1	16.1	8.3	3.2	0.0	-2.2
	W	-3.9	-4.7	-5.2	-5.6	-6.0	-6.4	-6.7	-6.9	-6.9	-6.1	-5.0	-3.5	-1.9	0.2	4.2	10.1	17.1	22.6	20.9	13.0	6.5	2.2	-0.6	-2.6
NW	-4.5	-5.1	-5.5	-5.7	-6.1	-6.4	-6.7	-6.9	-6.9	-6.1	-5.0	-3.5	-1.9	-0.5	0.7	1.7	3.0	5.5	6.1	3.4	0.8	-1.2	-2.6	-3.7	
IV	H	-1.2	-2.4	-3.3	-4.0	-4.6	-5.2	-5.7	-6.1	-5.9	-4.2	-0.8	3.6	8.3	12.7	16.0	18.1	18.6	17.3	14.1	10.3	7.0	4.3	2.1	0.3
	N	-3.7	-4.3	-4.7	-5.0	-5.4	-5.8	-6.1	-6.4	-6.5	-6.1	-5.4	-4.4	-3.2	-2.0	-0.9	0.7	0.9	0.7	0.0	-0.8	-1.6	-2.3	-3.0	
	NE	-3.7	-4.2	-4.7	-5.0	-5.4	-5.8	-6.1	-6.4	-6.2	-5.0	-3.9	-3.1	-2.2	-1.3	-0.4	0.4	1.0	1.1	0.8	0.1	-0.7	-1.5	-2.3	-3.0
	E	-3.3	-4.0	-4.5	-4.9	-5.3	-5.7	-6.1	-6.3	-5.6	-2.1	2.2	5.3	6.5	6.0	5.2	4.7	4.2	3.5	2.7	1.5	0.3	-0.7	-1.7	-2.6
	SE	-2.6	-3.4	-4.1	-4.6	-5.1	-5.6	-5.9	-6.3	-5.5	-1.6	4.0	9.1	12.9	15.0	15.2	13.7	11.3	8.9	6.7	4.6	2.7	1.0	-0.4	-1.6
	S	-0.4	-1.8	-2.9	-3.7	-4.4	-5.0	-5.6	-6.0	-5.8	-3.6	0.4	5.2	10.0	14.4	17.9	20.3	21.6	21.1	18.0	13.5	9.4	6.1	3.4	1.3
	SW	0.6	-1.0	-2.3	-3.2	-4.1	-4.8	-5.4	-5.9	-6.1	-5.9	-5.0	-3.1	0.4	5.0	10.2	15.4	20.5	24.1	22.8	17.5	12.5	8.4	5.2	2.6
	W	-0.6	-1.9	-2.9	-3.7	-4.4	-5.1	-5.6	-6.0	-6.2	-5.9	-5.3	-4.3	-3.1	-1.6	1.3	5.6	10.9	15.8	16.4	12.7	8.8	5.7	3.1	1.1
NW	-3.0	-3.7	-4.3	-4.7	-5.2	-5.6	-6.0	-6.3	-6.4	-6.1	-5.4	-4.4	-3.2	-2.0	-0.9	0.0	1.3	3.3	4.1	3.0	1.5	0.1	-1.1	-2.1	
V	H	2.3	0.9	-0.3	-1.4	-2.3	-3.1	-3.8	-4.4	-4.7	-4.3	-2.8	-0.3	2.9	6.4	9.6	12.3	14.1	14.7	13.9	12.1	9.9	7.8	5.7	3.9
	N	-2.7	-3.2	-3.7	-4.1	-4.5	-4.9	-5.2	-5.6	-5.8	-5.9	-5.6	-5.1	-4.4	-3.5	-2.6	-1.7	-1.0	-0.4	-0.2	0.3	-0.6	-1.0	-1.6	-2.1
	NE	-2.6	-3.1	-3.6	-4.0	-4.4	-4.8	-5.2	-5.6	-5.7	-5.3	-4.7	-4.1	-3.4	-2.7	-1.9	-1.1	-0.5	0.0	0.1	0.0	-0.4	-0.9	-1.4	-2.0
	E	-1.7	-2.4	-3.0	-3.6	-4.1	-4.5	-5.0	-5.3	-5.3	-4.0	-1.6	1.0	2.8	3.7	3.9	3.9	3.8	3.5	3.1	2.4	1.6	0.8	-0.1	-0.9
	SE	0.0	-1.0	-1.9	-2.6	-3.3	-3.9	-4.5	-4.9	-5.0	-3.6	-0.6	3.1	6.5	9.3	11.0	11.4	10.8	9.7	8.3	6.8	5.3	3.8	2.4	1.1
	S	3.6	2.0	0.6	-0.6	-1.7	-2.6	-3.4	-4.0	-4.4	-3.9	-2.1	0.8	4.2	7.8	11.2	14.1	16.3	17.5	17.1	15.2	12.6	10.1	7.7	5.5
	SW	4.7	2.9	1.3	0.0	-1.1	-2.1	-3.0	-3.7	-4.3	-4.6	-4.6	-3.8	-2.1	0.6	4.1	8.1	12.3	16.2	18.0	17.0	14.6	11.9	9.3	6.9
	W	2.4	1.0	-0.2	-1.3	-2.2	-3.0	-3.7	-4.3	-4.8	-5.0	-4.9	-4.5	-3.9	-3.0	-1.4	1.2	4.7	8.6	11.1	11.0	9.6	7.7	5.8	4.0
NW	-1.6	-2.3	-2.9	-3.5	-4.0	-4.5	-4.9	-5.3	-5.6	-5.7	-5.5	-5.0	-4.3	-3.4	-2.5	-1.7	-0.7	0.6	1.8	2.0	1.6	0.8	0.0	-0.8	
VI	H	4.6	3.4	2.3	1.3	0.4	-0.5	-1.3	-2.0	-2.5	-2.7	-2.2	-0.9	0.9	3.1	5.4	7.6	9.4	10.6	10.9	10.5	9.5	8.4	7.1	5.8
	N	-2.3	-2.6	-3.0	-3.3	-3.7	-4.0	-4.4	-4.7	-5.0	-5.1	-5.1	-4.9	-4.5	-4.1	-3.5	-2.8	-2.2	-1.7	-1.4	-1.2	-1.2	-1.4	-1.6	-1.9
	NE	-2.1	-2.5	-2.8	-3.2	-3.6	-3.9	-4.3	-4.6	-4.8	-4.8	-4.5	-4.2	-3.8	-3.3	-2.8	-2.2	-1.7	-1.2	-0.9	-0.8	-0.9	-1.1	-1.3	-1.7
	E	-0.5	-1.1	-1.7	-2.2	-2.6	-3.1	-3.6	-4.0	-4.2	-3.7	-2.5	-1.0	0.4	1.3	1.9	2.2	2.4	2.5	2.4	2.2	1.8	1.3	0.7	0.1
	SE	2.0	1.1	0.3	-0.5	-1.2	-1.8	-2.4	-3.0	-3.3	-2.9	-1.5	0.6	2.9	5.1	6.8	7.8	8.1	8.0	7.5	6.8	5.9	4.9	4.0	3.0
	S	6.2	4.8	3.6	2.4	1.4	0.4	-0.5	-1.3	-1.9	-2.1	-1.4	0.0	2.0	4.3	6.8	9.1	11.1	12.7	13.3	13.0	12.0	10.6	9.2	7.7
	SW	6.9	5.4	4.1	2.9	1.8	0.8	-0.2	-1.0	-1.8	-2.3	-2.6	-2.5	-1.8	-0.4	1.6	4.2	7.1	10.1	12.2	12.8	12.2	11.2	9.8	8.3
	W	3.6	2.6	1.6	0.7	-0.1	-0.9	-1.6	-2.3	-2.9	-3.3	-3.5	-3.3	-2.9	-2.1	-0.6	1.5	4.1	6.3	7.2	7.1	6.6	5.7	4.7	4.7
NW	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-2.9	-3.4	-3.8	-4.2	-4.5	-4.7	-4.8	-4.6	-4.3	-3.8	-3.3	-2.7	-2.0	-1.1	-0.1	0.3	0.4	0.2	-0.1	-0.6	
VII	H	5.4	4.7	4.0	3.3	2.7	2.0	1.4	0.8	0.3	-0.1	-0.1	0.2	1.0	2.0	3.2	4.5	5.7	6.6	7.2	7.4	7.4	7.0	6.6	6.0
	N	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1
	NE	-2.0	-2.0																						

표 5. 유리창의 표준일사열취득 SSG(kcal/h·m²)

서울, TAC 2.5%

구분	벽의 방위	시																		
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
하 계	수 평 면	0	29	110	241	350	437	502	540	541	516	460	380	281	155	50	0			
	N 그늘	0	45	61	46	48	53	56	58	58	57	54	49	44	61	80	0			
	NE	0	111	239	287	236	145	68	58	58	57	54	49	42	33	19	0			
	E	0	112	274	371	355	301	199	86	58	57	54	49	42	33	19	0			
	SE	0	49	153	246	277	274	234	161	83	57	54	49	42	33	19	0			
	S	0	14	31	41	52	85	123	148	151	132	96	59	42	33	19	0			
	SW	0	14	31	41	48	53	56	69	138	217	268	283	268	210	115	0			
	W	0	14	31	41	48	53	56	58	67	165	280	349	386	363	259	0			
추 계	수 평 면	0	0	5	80	214	342	417	467	455	408	322	190	45	0	0	0			
	N 그늘	0	0	2	26	34	38	42	42	42	38	31	19	14	0	0	0			
	NE	0	0	2	89	53	38	42	42	42	38	31	19	14	0	0	0			
	E	0	0	2	270	388	332	178	50	42	38	31	19	14	0	0	0			
	SE	0	0	2	286	487	522	468	396	254	102	31	19	14	0	0	0			
	S	0	0	2	132	298	407	462	511	500	470	425	364	142	0	0	0			
	SW	0	0	2	26	34	50	162	325	441	531	613	703	406	0	0	0			
	W	0	0	2	26	34	38	42	42	95	268	435	601	410	0	0	0			
NW	0	0	2	26	34	38	42	42	42	38	31	101	153	0	0	0				

표 6. 일사흡열수정계수 AMF(kcal/h·m²)... 하계냉방용

서울, TAC 2.5%

구분	벽의 방위	시																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
I	H	2	1	0	0	0	0	-11	-36	-66	-71	-65	-54	-38	-18	2	22	40	56	73	72	51	23	10	5
	N	1	0	0	0	0	0	-17	-14	0	-1	-2	-2	-2	-1	0	1	2	3	-5	-9	26	12	5	2
	NE	0	0	0	0	0	0	-42	-67	-48	-2	33	44	24	11	5	4	3	4	5	8	11	5	2	1
	E	0	0	0	0	0	0	-42	-80	-73	-27	9	62	38	18	9	6	5	6	8	11	5	2	1	1
	SE	0	0	0	0	0	0	-19	-48	-57	-37	-15	8	31	44	29	14	8	6	6	8	11	5	2	1
	S	0	0	0	0	0	0	-5	-9	-8	-8	-16	-22	-19	-10	3	15	21	16	10	10	12	5	2	1
	SW	3	1	0	0	0	0	-5	-9	-8	-6	-5	-3	-6	-29	-43	-39	-23	-5	20	45	64	29	13	6
	W	5	2	1	0	0	0	-5	-9	-8	-6	-5	-3	-2	-4	-39	-61	-54	-38	-8	36	114	51	23	10
NW	4	2	1	0	0	0	-5	-9	-8	-6	-5	-3	-2	-1	-23	-47	-49	-28	10	98	44	20	9	9	
II	H	3	1	1	0	0	0	-19	-61	-112	-121	-110	-91	-66	-30	3	37	68	95	124	123	88	39	18	8
	N	2	1	0	0	0	0	-29	-23	-1	-2	-4	-4	-3	-1	0	2	4	5	-9	-16	44	20	9	4
	NE	1	0	0	0	0	0	-72	-115	-83	-4	57	75	40	18	9	6	6	7	9	13	18	8	4	2
	E	1	0	0	0	0	0	-72	-137	-124	-45	15	72	105	65	30	15	10	9	10	13	18	8	4	2
	SE	1	0	0	0	0	0	-32	-81	-97	-63	-26	14	53	74	50	24	14	11	11	14	18	8	4	2
	S	1	0	0	0	0	0	-9	-15	-13	-13	-27	-37	-33	-17	5	25	35	27	18	17	20	9	4	2
	SW	4	2	1	0	0	0	-9	-15	-13	-10	-8	-5	-11	-49	-73	-66	-39	-8	34	77	109	49	22	10
	W	8	4	2	1	0	0	-9	-15	-13	-10	-8	-5	-4	-7	-67	-104	-91	-65	-14	61	194	87	39	18
NW	7	3	1	1	0	0	-9	-15	-13	-10	-8	-5	-4	-2	-1	-39	-80	-63	-48	17	166	75	34	15	
III	H	13	9	6	4	3	2	-7	-27	-55	-67	-69	-64	-54	-36	-17	4	25	44	65	73	63	43	29	20
	N	4	2	2	1	1	1	-12	-13	-4	-3	-4	-3	-3	-2	-1	0	2	2	-3	-7	17	12	8	5
	NE	2	1	1	1	0	0	-31	-56	-51	-20	12	29	23	15	10	8	7	7	9	11	8	5	3	
	E	2	2	1	1	0	0	-31	-66	-71	-43	-14	19	44	37	25	18	14	11	10	11	13	9	6	4
	SE	3	2	1	1	0	0	-13	-38	-51	-43	-28	-8	15	32	29	20	15	12	11	11	13	9	6	4
	S	3	2	1	1	1	0	-4	-7	-8	-8	-15	-20	-21	-15	-5	7	15	15	12	12	14	9	6	4
	SW	11	7	5	4	2	2	-3	-7	-7	-7	-6	-5	-7	-24	-38	-40	-31	-16	5	30	52	35	24	16
	W	16	11	8	5	4	3	-2	-6	-7	-7	-6	-5	-4	-5	-31	-52	-54	-47	-25	12	80	54	36	24
NW	13	9	6	4	3	2	-3	-6	-7	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-18	-39	-46	-36	-7	63	43	29	19	
IV	H	21	14	9	6	4	3	-12	-45	-89	-109	-113	-105	-87	-59	-28	7	41	72	105	118	102	68	46	31
	N	6	4	3	2	1	1	-20	-21	-7	-6	-6	-5	-5	-3	-2	0	2	4	-5	-12	28	19	13	8
	NE	4	2	1	1	1	0	-50	-91	-83	-32	19	48	37	25	17	13	11	10	11	14	18	12	8	5
	E	4	3	2	1	1	0	-50	-107	-116	-70	-23	31	72	61	41	29	22	18	16	17	20	14	9	6
	SE	4	3	2	1	1	0	-22	-62	-83	-70	-45	-12	25	52	47	33	24	19	17	18	21	14	9	6
	S	4	3	2	1	1	1	-6	-12	-12	-13	-24	-33	-34	-24	-7	11	24	24	20	20	22	15	10	7
	SW	17	12	8	5	4	2	-5	-11	-12	-11	-10	-8	-11	-39	-62	-64	-50	-27	8	49	85	57	38	26
	W	26	18	12	8	5	4	-4	-10	-12	-11	-10	-8	-6	-8	-50	-85	-88	-76	-40	20	131	87	59	39
NW	21	14	9	6	4	3	-4	-11	-12	-11	-10	-8	-6	-4	-3	-29	-64	-76	-58	-12	103	69	46	31	

표 6. (계속)

																				H	35	23	15	10	7	4	-20	-76	-152	-186	-192	-179	-149	-101	-48	11	69	123	179	201	173	116	77	52		
																				N	10	6	4	3	2	1	-34	-35	-12	-10	-10	-9	-8	-5	-3	0	4	7	-9	-21	48	32	22	14		
																				NE	6	4	3	2	1	1	-85	-156	-142	-56	33	82	63	42	29	21	18	18	18	19	23	30	20	14	9	
																				E	7	4	3	2	1	1	-86	-183	-198	-120	-39	53	123	104	70	49	37	30	27	29	34	23	15	18		
																				SE	7	5	3	2	1	1	-37	-106	-143	-119	-78	-21	42	89	79	55	41	33	29	30	35	23	16	10		
																				S	7	5	3	2	1	1	-10	-20	-21	-23	-41	-57	-57	-41	-13	19	42	41	34	34	37	25	17	11		
																				SW	29	19	13	9	6	4	-8	-19	-20	-19	-17	-14	-19	-66	-105	-110	-85	-46	14	83	144	97	65	43		
																				W	44	30	20	13	9	6	-7	-18	-20	-19	-16	-13	-11	-14	-85	-146	-151	-130	-68	34	223	149	100	67		
																				NW	35	23	16	10	7	5	-8	-18	-20	-19	-17	-14	-11	-7	-6	-50	-109	-129	-99	-21	176	118	79	53		

																				H	30	26	22	19	16	14	7	-10	-35	-51	-61	-65	-64	-55	-42	-25	-6	14	37	52	55	47	40	35		
																				N	6	5	4	4	3	3	-7	-9	-5	-4	-5	-5	-4	-4	-3	-2	-1	0	-3	-6	10	9	8	7		
																				NE	7	6	5	4	4	3	-19	-42	-45	-29	-7	9	10	9	7	7	7	8	10	12	10	9	8	8		
																				E	9	8	7	6	5	4	-18	-48	-60	-49	-31	-7	16	20	17	15	14	13	14	16	14	12	10	8		
																				SE	8	7	6	5	5	4	-6	-26	-40	-41	-35	-22	-4	11	15	13	13	12	12	13	15	13	11	10		
																				S	7	6	5	4	4	3	0	-3	-5	-6	-12	-18	-20	-18	-12	-3	5	7	8	10	12	10	9	8		
																				SW	16	14	12	10	9	8	4	0	-2	-3	-4	-4	-6	-18	-31	-37	-35	-27	-12	9	30	26	22	19		
																				W	22	19	16	14	12	10	6	2	0	-2	-2	-2	-3	-4	-23	-42	-50	-50	-39	-13	40	34	30	25		
																				NW	16	14	12	10	9	7	4	0	-2	-3	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-14	-31	-41	-39	-22	30	26	22	19

																				H	52	45	39	33	28	24	11	-18	-59	-88	-105	-112	-109	-95	-73	-44	-11	24	64	90	95	82	71	61		
																				N	10	8	7	6	5	5	-11	-15	-8	-8	-8	-8	-8	-7	-5	-3	-1	1	-5	-11	18	15	13	11		
																				NE	11	10	8	7	6	5	-33	-71	-78	-50	-12	16	17	14	13	12	12	13	14	17	21	18	16	13		
																				E	15	13	11	10	8	7	-32	-82	-103	-83	-54	-12	28	34	29	26	25	24	23	25	28	24	21	18		
																				SE	14	12	11	9	8	7	-11	-44	-69	-70	-59	-38	-8	19	26	23	22	21	21	23	26	23	19	17		
																				S	12	10	8	7	6	5	0	-6	-8	-11	-21	-30	-35	-31	-20	-5	8	13	14	17	21	18	16	13		
																				SW	28	25	21	18	16	13	7	0	-3	-5	-6	-6	-10	-32	-54	-64	-60	-46	-20	14	51	44	38	33		
																				W	38	33	28	24	21	18	11	3	-1	-3	-4	-5	-5	-7	-39	-72	-86	-86	-66	22	68	59	51	44		
																				NW	28	24	21	18	16	13	7	0	-3	-5	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-24	-54	-71	-66	-37	51	44	38	33	

																				H	78	67	58	50	43	37	17	-26	-89	-132	-158	-170	-165	-143	-110	-66	-16	37	96	137	143	123	106	91		
																				N	15	13	11	9	8	7	-17	-23	-12	-11	-12	-12	-11	-10	-8	-5	-2	1	-8	-17	27	23	20	17		
																				NE	17	15	13	11	10	8	-49	-108	-117	-75	-18	24	26	22	20	19	19	21	25	31	27	23	20	17		
																				E	23	20	17	15	13	11	-48	-124	-156	-126	-81	-18	43	51	45	40	37	35	35	37	42	36	31	27		
																				SE	22	19	16	14	12	10	-16	-67	-105	-106	-57	-12	30	39	35	33	32	32	35	39	34	29	25	20		
																				S	17	15	13	11	10	8	0	-9	-13	-16	-31	-46	-52	-47	-30	-8	12	19	21	25	32	27	23	20		
																				SW	43	37	32	27	23	20	10	0	-5	-8	-9	-9	-15	-48	-82	-96	-90	-79	-31	22	78	67	58	50		
																				W	57	49	42	36	31	27	16	5	-1	-4	-6	-6	-7	-10	-59	-109	-129	-130	-100	-33	104	89	77	66		
																				NW	43	37	31	27	23	20	10	0	-5	-8	-9	-9	-9	-8	-7	-37	-81	-107	-100	-56	77	66	57	49		

표 7. 비공조의 냉방부하계산자료 ... 하계냉방용

서울, TAC 2.5%

공조 시간	벽면위 SSG	AMF'								ETD'									
		wall type																	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
8 (9시-17시)	H	900	117	200	230	363	613	337	586	884	27.3	86.3	101.7	132.0	170.3	210.9	234.3	243.3	231.7
	N	339	-2	3	14	19	30	27	45	68	27.3	53.9	60.1	68.0	77.2	86.2	90.2	90.2	84.8
	NE	828	124	-214	-96	-158	-270	-31	-54	-81	27.3	75.8	69.0	70.6	80.2	92.2	102.3	108.9	109.3
	E	1007	-173	-295	-125	-206	-356	-25	-43	-66	27.3	85.1	73.4	74.1	86.6	102.8	117.2	127.4	129.8
	SE	659	-106	-178	-56	-96	-167	23	42	62	27.3	67.0	61.7	67.5	82.7	100.4	114.0	122.2	121.7
	S	185	22	41	49	81	135	78	134	201	27.3	39.1	48.6	63.6	80.4	97.4	105.8	107.8	101.0
	SW	569	154	262	165	264	447	150	260	392	27.3	61.9	84.6	105.5	122.9	138.5	142.6	139.0	125.5
W	925	190	326	186	300	507	152	265	398	27.3	80.2	106.8	127.8	143.5	156.9	158.4	151.2	136.2	
NW	805	111	188	106	166	282	84	149	222	27.3	74.1	93.5	108.6	120.5	130.7	132.0	127.2	114.7	
10 (8시-17시)	H	387	120	207	236	373	630	354	615	927	19.3	46.6	63.5	95.1	136.0	179.6	205.3	215.4	202.9
	N	239	4	7	18	26	42	33	55	83	19.3	38.0	45.5	54.9	65.4	75.8	80.3	80.4	74.2
	NE	529	-103	-178	-68	-111	-189	-1	-4	-5	19.3	49.9	45.7	51.2	63.3	77.7	88.8	95.7	95.7
	E	607	-128	-220	-78	-130	-225	16	26	40	19.3	53.9	47.2	52.6	67.4	85.8	101.2	111.7	113.7
	SE	360	-65	-109	-21	-38	-67	51	90	136	19.3	41.2	40.8	49.5	65.8	84.9	99.1	107.5	106.6
	S	101	17	31	44	72	119	76	130	196	19.3	25.4	34.6	49.0	66.4	84.1	93.4	95.7	88.5
	SW	285	153	260	177	285	482	172	297	449	19.3	37.0	59.8	83.1	103.6	122.4	128.0	124.6	109.9
W	506	220	377	229	369	626	198	343	516	19.3	48.1	77.7	103.3	123.2	140.4	143.3	136.9	119.3	
NW	464	156	265	154	244	416	127	222	332	19.3	46.1	70.0	89.5	104.5	117.5	119.6	114.5	100.5	
12 (8시-20시)	H	259	-13	-22	99	151	253	256	446	671	10.1	27.7	28.9	49.4	86.2	129.0	160.1	177.8	173.9
	N	129	2	5	17	26	43	35	59	90	10.1	20.2	25.1	34.5	46.3	58.7	65.6	68.0	63.7
	NE	493	-119	-204	-86	-139	-237	-21	-38	-56	10.1	38.6	30.4	33.8	44.7	58.6	70.6	79.3	82.0
	E	571	-145	-247	-101	-165	-285	-13	-24	-36	10.1	42.6	31.9	34.7	47.2	63.9	79.6	92.0	97.4
	SE	325	-82	-137	-44	-75	-129	25	44	65	10.1	29.9	25.5	31.3	45.3	63.0	78.0	88.7	91.4
	S	65	-4	-5	19	31	50	56	95	144	10.1	14.1	18.5	28.7	44.6	62.3	74.1	79.7	75.9
	SW	65	66	112	118	189	320	154	267	403	10.1	14.1	24.9	44.8	68.4	92.0	103.5	105.3	94.3
W	65	131	225	189	303	514	210	363	545	10.1	14.1	30.5	56.0	82.2	107.3	117.4	116.8	102.3	
NW	65	111	188	147	233	398	153	266	399	10.1	14.1	29.1	50.5	71.2	91.0	98.7	97.9	86.2	
14 (8시-22시)	H	259	-67	-114	10	10	13	161	281	423	5.0	22.5	16.1	24.9	52.0	87.5	118.4	140.4	144.9
	N	129	-26	-41	-7	-13	-24	17	28	44	5.0	14.9	13.8	19.3	29.9	41.9	50.3	54.8	53.1
	NE	493	-131	-223	-102	-164	-279	-42	-75	-110	5.0	33.4	21.9	30.2	41.8	53.5	63.1	68.3	
	E	571	-156	-266	-119	-193	-332	-41	-73	-108	5.0	37.4	23.4	22.7	31.8	45.3	59.9	72.8	81.1
	SE	325	-93	-156	-62	-104	-177	-1	-2	-3	5.0	24.7	17.0	19.2	29.7	44.4	58.6	70.3	76.1
	S	65	-16	-25															

부록 표 A 1 . 부하의 항목분류와 소요계산자료

부하의 항목분류		계 산 식				소요 계산 자료	
		부하의 크기 × 부위 특성치 × 보조계수 × 시간 인자					
실부하	외부로의 유입열	외벽의 관류열(현열)	외부면적	열관류율	-	실효 온도차	실효온도차표(ETD)
		유리창의 일사열취득(현열)	유리창면적	전차폐계수	-	표준일사열취득	표준일사열취득표(SSG)
		일사 흡열 수정(현열)	유리창면적	복사차폐계수	-	흡열수정계수	흡열수정계수표(AMF)
		유리창의 관류열(현열)	유리창면적	열관류율	-	내외온도차	설계용 외기조건표
		투입공기에 의한 현열	틈새길이	단위길이당 통풍량	0.29	내외온도차	설계용 외기조건표
		투입공기에 의한 잠열	틈새길이	단위길이당 통풍량	0.72	내외 절대습도차	설계용 외기조건표
	내부 발생열	조명에 의한 발생열(현열)	와트수	기구계수	1.08(현열용) 1.0(잠열용)	1.0(점등시) 0(소등시)	-
		조명 흡열 수정(현열)	와트수	기구계수	0.5(현열용) 0.7(잠열용)	흡열수정계수	흡열수정계수표(AMF)
		인체 방산 현열	인 수	인체방열량	-	유동계수	-
		인체 방산 잠열	인 수	인체발한량	0.60	유동계수	-
	간열 공조에 의한 축열 부하		비공조시 유입열	축 열 비	-	축열계수	비공조시 ETD', SSG', AMF'
	장 치 부 하	취입 외기의 현열 부하	인 수	1인당 필요 외기량	0.29	내외 온도차	설계용 외기조건표
		취입 외기의 잠열 부하 기타의 장치 부하	인 수	1인당 필요 외기량	0.72	내외 절대습도차	설계용 외기조건표

부록표A 2. 차폐계수

유 리 창 (두께 mm)	내부 Blind 없음		밝은색 Blind		중간색 Blind		
	전차폐계수 SCT	복사차폐계수 SCR	전차폐계수 SCT	복사차폐계수 SCR	전차폐계수 SCT	복사차폐계수 SCR	
보통유리	(3)	1.00	0.99	0.53	0.27	0.64	0.25
	(5)	0.98	0.96	0.53	0.27	0.64	0.25
	(6)	0.97	0.95	0.53	0.26	0.64	0.25
	(8)	0.95	0.93	0.53	0.26	0.63	0.24
	(12)	0.92	0.90	0.53	0.25	0.62	0.24
흡열유리	(3)	0.86	0.79	0.53	0.25	0.61	0.23
	(5)	0.77	0.67	0.52	0.24	0.58	0.22
	(6)	0.73	0.63	0.51	0.23	0.56	0.22
	(8)	0.67	0.54	0.49	0.21	0.54	0.20
	(12)	0.57	0.41	0.47	0.20	0.49	0.18
보통 (3)+ 보통 (3)	0.91	0.90	0.52	0.24	0.61	0.22	
보통 (5)+ 보통 (5)	0.88	0.84	0.52	0.23	0.61	0.22	
보통 (6)+ 보통 (6)	0.86	0.81	0.53	0.24	0.61	0.22	
보통 (8)+ 보통 (8)	0.83	0.77	0.53	0.23	0.60	0.21	
흡열 (3)+ 보통 (3)	0.74	0.69	0.45	0.20	0.52	0.18	
흡열 (5)+ 보통 (5)	0.63	0.56	0.41	0.17	0.46	0.16	
흡열 (6)+ 보통 (6)	0.58	0.50	0.39	0.17	0.44	0.15	
흡열 (8)+ 보통 (8)	0.50	0.40	0.39	0.15	0.40	0.18	

주 : 이 자료는 참고문헌 (1)의 표-11에서 인용한 것임.

부록 표 A 3. 벽체 분류표

보통콘크리트 두께 (mm)	경량콘크리트 두께 (mm)	단층벽	내측단열재 · 합판 · 외측타 일 그라스 울			외측단열재 · 몰탈 · 내측프 라스타 발포 포리스치렌		
			25 mm	50 mm	100 mm	25 mm	50 mm	100 mm
— 20	— 20	I	II	III	IV	III	IV	V
20— 70	20— 60	II	III	IV	V	IV	V	VI
70—110	60— 80	III	IV	V	VI	V	VI	VII
110—160	80—150	IV	V	VI	VII	VI	VII	VIII
160—230	150—210	V	VI	VII	VIII	VII	VIII	VIII
230—300	210—280	VI	VII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII
300—380	280—360	VII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII
380—	360—	VIII	VIII	VIII	VIII	VII	VIII	VIII

주 : 이 표는 참고문헌 (4)의 표 2.30에서 인용한 것임