

냉난방부하 계산

부하계산의 목적

- 공조설비에 필요한 용량을 정하기 위해 최대부하를 구한다
 - 일반적으로 수계산으로 행하며, 특정한 달이나 시간에 대하여만 계산한다.
- 년간을 통하여 모든 시각의 부하를 계산하여, 합리적인 공조장치의 계획을 세워, 연간 운전비를 산출한다.

부하의 형태

- 열취득과 열손실
- 열부하
- 냉방부하, 난방부하
- 장치부하
- 열원부하



냉방부하의 종류

현열

잠열

냉방부하 cooling load

1. 설계 외기조건

2. 설계 실내조건

3. 냉방부하

1. 벽체 또는 천정 등 건축 구조체를 통과하여 오는 열부하

2. 유리창을 통과하는 열부하

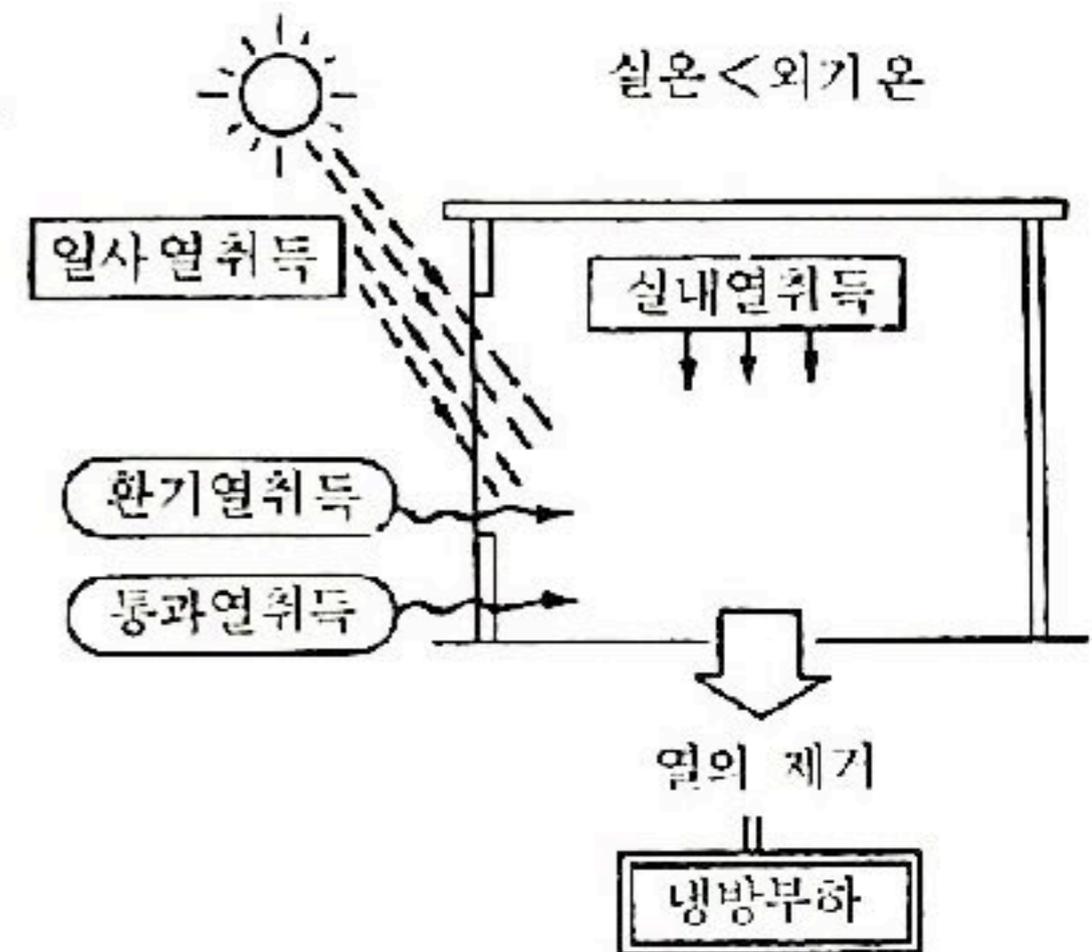
3. 틈새기 바람에 의한 열부하

4. 실내 발생 열부하

5. 외기(신선공기)에 의한 열부하

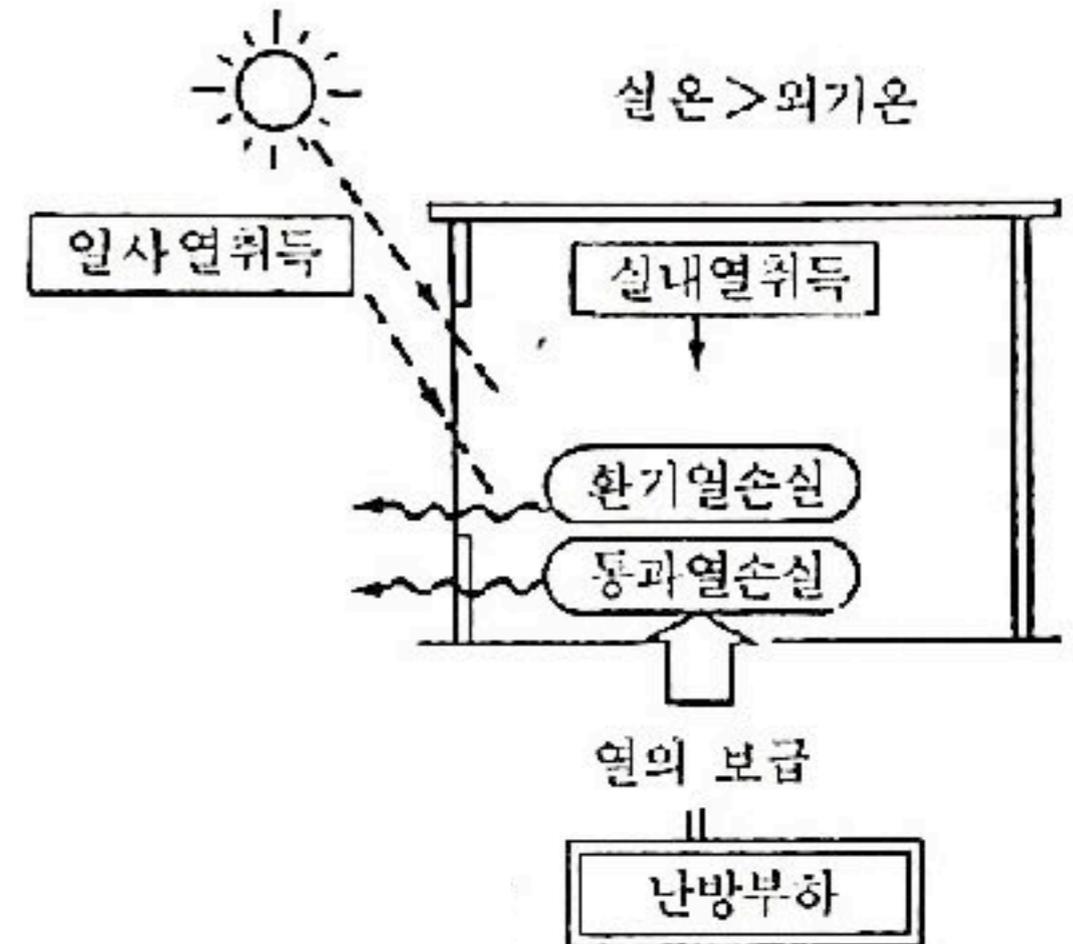
6. 재열에 의한 열부하

7. 기타 잠열에 의한 열부하



난방부하 heating load

1. 벽체, 창유리에서의 손실 열량
2. 틈새기 바람에 의한 손실 열량
3. 외기에 의한 손실 열량
4. 기기내 열손실
5. 배관 열손실
6. 예열을 위한 열손실



설계 외기조건

- 최고 외기조건

- 냉난방용 최고 외기조건은, 장치설계의 대상이 되는 외기온습도의 최고상태이지만, 기상 기록상의 최고 상태보다 약간 낮은 수치가 이용된다. 이것은 경제성을 고려하여 장치를 선정 하기 위해서이며, 한여름에는 몇 일간을 이 온 습도를 상회 하는 일도 있다. 따라서, 만일 엄밀한 항온항습장치등으로, 실제 상태가 절대적 으로 어느조건을 넘어서는 안되는 경우는, 훨씬 높은값의 외 기조건을 이용한다.

- 계산 시각

- 부하계산은, 실내부하가 최대로되는 시각에 대하여 계산하는 한편, 장치부하 나 건물 전체의 부하를 구하기위한 공조 운전중의 수시각에 대하여 행한다.

- 외기조건의 보전

- 부하계산을 행하는 계절과 시간이 정해지면, 그때의 외기조건을 구한다. 표 5.2는 하계의 오후 1~3시의 값이므로, 가을·겨울·봄의 냉방계산에는 표 5.3 에 나타난것과 같은 보정을 하고, 더욱이 시각이 다르면 표 5.4의 보정을 한 다.
- 즉, 외기조건 = 최고외기조건(표5.2)+계절별보정 (표5.3)+시각별보정(표5.4)

설계 실내 조건

- 우리나라에서는 일반건물에 대하여, 하계는 건구온도 26°C , 상대습도 50%가 이용된다.
- 하계 이외의 중간기나 동계라도 냉방부하 계산을 하는 수도 있으나, 이 경우는 상기의 실내조건을 바꾸는 편이 좋다.
 - 예를들면, 추계, 춘계는 25°C , 동계는 24°C , 상대습도는 어느것도 50%로 한다.

(a) 병원의 실내온습도조건(우리나라에서의 일반적인 예)⁽⁵⁾

실명	하 계		동 계	
	건구온도 (°C)	상대습도 (%)	건구온도 (°C)	상대습도 (%)
병동부병	26~27	45~50	22~23	40~45
실외래진료부	26~27	45~50	21~22	40~45
진찰실	26~27	45~50	20~21	40~45
대합실	23~26	50~60	24~26	50~60
구급수습실	23~26	50~60	24~26	50~60
중앙진료부	23~26	50~60	24~26	50~55
수술실	24~26	50~60	23~24	50~55
I C U	24~26	50~60	23~24	50~55
회복실	25~27	50~60	25~27	50~60
분만실	26~27	-	21~22	-
육아실	26~27	45~50	21~22	40~45
소독서플라이실	25	35	25	35
각종시험실	26~27	45~50	23~24	40~45
적외선분광기실	25~27	45~50	25~27	30~40
X선·방사선실	26~27	45~50	21~22	30~40
동물실	40이하	-	40이하	-
시체실	26~27	45~50	21~22	40~45
영양실	16	60이하	16	60이하
약품저장실	26~27	45~50	21~22	40~45
과리부				

태양복사열 - 유리

- 외부로부터 유리를 통하여 실내에 침입하는 열
 - q_1 : 복사열중 직접유리를투과하여침입하는열
 - q_2 : 복사열중 한번 유리에 흡수되어 유리온도를 높인 다음 대류 및 복사에 의해 실내에 침입하는 열



그림 5.2 유리창을 통한 열량 ⁽¹²⁾

표 5.6 유리창으로부터의 표준 일사열 취득^(*)

(kcal/m² · h)

계 절	방 위	시 각 (태 양 시)														일적산	
		前							後								
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		7
하 계 (7월 23일)	水 平	1	58	209	379	518	629	702	726	702	629	518	379	209	58	1	5718
	N · 응달	44	73	46	28	34	39	42	43	42	39	34	28	46	73	0	567
	NE	0	293	384	349	238	101	42	43	42	39	34	28	21	12	0	1626
	E	0	322	476	493	435	312	137	43	42	39	34	28	21	12	0	2394
	SE	0	150	278	343	354	312	219	103	42	39	34	28	21	12	0	1935
	S	0	12	21	28	53	101	141	156	141	101	53	28	21	12	0	868
	SW	0	12	21	28	34	39	42	103	219	312	354	343	278	150	0	1935
	W	0	12	21	28	34	39	42	43	137	312	435	493	476	322	0	2394
	NW	0	12	21	28	34	39	42	43	42	101	238	349	384	293	0	1626
추 계 (10월 24일)	水 平	0	0	14	117	271	395	469	494	469	395	271	117	14	0	3026	
	N · 응달	14	0	5	12	17	20	23	24	23	21	17	12	5	0	0	179
	NE	0	0	71	106	29	20	23	24	23	20	17	12	5	0	0	350
	E	0	0	162	429	423	312	128	24	23	20	17	12	5	0	0	1555
	SE	0	0	152	468	552	539	470	352	185	46	17	12	5	0	0	2798
	S	0	0	42	210	342	435	491	509	491	435	342	210	42	0	0	3549
	SW	0	0	5	12	17	45	185	352	470	539	552	468	152	0	0	2797
	W	0	0	5	12	17	20	23	24	128	312	423	429	162	0	0	1555
	NW	0	0	5	12	17	20	23	24	23	20	29	106	71	0	0	350
동 계 (1월 21일)	水 平	0	0	0	52	179	301	378	404	378	301	179	52	0	0	0	2224
	N · 응달	8	0	0	6	10	13	15	16	15	13	10	6	0	0	0	104
	NE	0	0	0	46	10	13	15	16	15	13	10	6	0	0	0	144
	E	0	0	0	377	404	295	115	16	15	13	10	6	0	0	0	1251
	SE	0	0	0	455	586	584	516	405	246	81	10	6	0	0	0	2889
	S	0	0	0	248	405	504	563	583	563	504	405	248	0	0	0	4023
	SW	0	0	0	6	10	81	246	405	516	584	586	455	0	0	0	2889
	W	0	0	0	6	10	13	15	16	115	295	404	377	0	0	0	1251
	NW	0	0	0	6	10	13	15	16	15	13	10	47	0	0	0	145
춘 계 (4월 20일)	水 平	0	21	149	332	485	600	677	704	677	600	485	332	149	21	0	5232
	N · 응달	25	22	14	20	26	30	32	33	32	30	26	20	14	22	0	321
	NE	0	194	354	311	178	52	32	33	32	30	26	20	14	6	0	1282
	E	0	239	505	535	470	337	141	33	32	30	26	20	14	6	0	2388
	SE	0	137	345	431	449	411	316	173	50	30	26	20	14	6	0	2408
	S	0	6	14	46	122	203	259	279	259	203	122	46	14	6	0	1579
	SW	0	6	14	20	26	30	50	173	316	411	449	431	345	137	0	2408
	W	0	6	14	20	26	30	32	33	141	337	470	535	505	239	0	2388
	NW	0	6	14	20	26	30	32	33	32	52	178	311	354	194	0	1282

주) 위의 표에서의 □수치는 그 방위에서 1일의 최고치를 나타내고, 축열계수법의 계산에 사용한다.
단「N, 응달」은 1일 (오전 6시~오후 6시)의 평균치이다.

q3 : 유리면 내외의 온도차에 따른 전도에 의해 침입하는 열의 3가지로 분류된다.

이중 (q1+q2)를, 유리를 통과하는 태양복사열로서 계산하고, q3는 칸막이벽, 천정, 바닥으로부터의 단순한 전도열과 함께 나중에 계산한다. 태양복사에는, 태양광선이 직접 도달하는 직달 일사와, 대기중에 산란하거나 물체표면에 반사하거나 하여 도달하는 확산일사(천공복사라고도 말한다)가 있다.

따라서, 직접 해가 비치지 않는 북면 또는 응달인 유리창에도 복사에 의한 열부하가 있다.

표 5.6에 태양복사열에 의한 유리창으로부터의 표준일사열 취득을 나타내었다. 이것은 일본내지를 대상으로 한 것으로, 표준유리(보통 3mm 두께)인 경우이다. 유리의 종류나 차폐상태에 따른 보정은, 표 5.7의 차폐계수를 이용하여 행한다.

즉, 유리창으로부터의 태양 복사열에 의한 부하 (kcal/m², h)=유리창면적 (m²)×표준 일사열취득 (kcal/m², h)×차폐계수이다.

실제로는 유리창을 통과한 열중의 복사성분은, 곧바로 열부하로 되지않고, 일부는 건물에 저장되어, 일정시간 늦어져 열부하가 되므로, 이것을 고려 해야만 하지만, 본 항에서는 생략하고, 4.「복사열의 축열」에서 서술하겠다.

태양열복사 + 전도열 — 외벽, 지붕

온도차(실효 온도차)

외기에 면한 벽, 지붕으로부터의 침입열은, 건물내외의 온도차에 의한 전도열과, 태양복사열이 있다. 외벽이나 지붕은 태양복사열에 의해 그 표면온도가 상승하여, 실내와의 온도차에 의해 그 표면온도가 상승하여, 실내와의 온도차에 의해 전도열과 같은 침입상태가 된다.

외기 온도와 벽면에 흡수된 일사량이란, 24시간 주기로 정상적으로 변화하지만, 이것이 벽이나 지붕을 통과 하여 내면에 도달할때까지는 진폭의 감소와 시간의 지연 등이 있다. 이것들을 종합적으로 계산하여, 어느시각의 침입 열량을 간단히 전열식으로 산출할 수 있도록 한 것이 실효온도차(상당온도차라고도

한다. equivalent temperature difference :ETD)이다.

표 5.8에 실효온도 차를 나타내었다. 표중의 벽타입은 표 5.9로부터 선정한다.

실효온도차를 이용함으로써

여기서,

$$Q_w = A_w \times K_w \times \Delta t_e$$

Q_w : 외기에 접한벽, 지붕으로부터의 부하 (복사 + 전도열) (kcal)

A_w : 벽 또는 지붕의 면적(m^2)

K_w : 열통과율($kcal/m^2, h, ^\circ C$) Δt_e : 실효온도차 ($^\circ C$)

열통과율

열통과율 K (열관류율 이라고도 한다)는 다음식에 의해 구할수 있다.

(5-1)여기서,

K : 열통과율($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}$)

α_i, α_o : 내면(α_i) 및 외면(α_o)의 표면열전달율($\text{kcal}/\text{m}^2, \text{h}, ^\circ \text{C}$) (표 5.11 참조)

a : 공기층의 전도율($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}$)개략치를 표 5.12에 나타내었다.

c : 전열율($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}$) 속이 빈 콘크리트 블록이나 아스팔트 페이퍼처럼, 특정의 형상이나 두

께를 가지고, 균질이 아닌것의 열전도율로서,대표예를 표 5.13에 나타내었다.

λ : 벽, 지붕을 구성하는 각 재료의 열전도율($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}$) 대표예를 표 5.14에 나타내었다.

d : 각 재료의 두께(m) 표 5.15에 대표적인 벽의 열통과율, 표 5.16에 대표적인 지붕의 열통과율을 나타내었다. 표중의 구조타입은 표 5.9를 이용한다. 지붕도 이것에 준하여 선정하면 좋다.

[표 5.8 실효온도차^(a)

(a) 하계냉방용

(°C)

벽타입	방위	시각 (태양시)												
		오전						후						
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
II	수 평	1.1	4.6	10.7	17.6	24.1	29.3	32.8	34.4	34.2	32.1	29.4	25.0	16.6
	N·동남	1.3	3.4	4.3	4.6	5.5	7.1	7.9	8.4	8.7	8.8	8.7	8.8	9.1
	NE	3.2	3.9	14.6	15.0	15.0	12.3	9.3	9.1	9.0	8.9	8.7	8.0	6.9
	E	3.4	11.2	17.6	23.8	21.1	18.8	14.6	10.9	9.6	9.1	8.8	8.0	6.9
	SE	1.9	6.6	11.8	15.8	13.1	13.4	16.7	13.6	10.7	9.5	8.9	8.1	7.0
	S	0.3	1.0	2.3	4.7	8.1	11.4	13.7	14.8	14.8	13.6	11.4	9.0	7.3
	SW	0.3	1.0	2.3	4.0	5.7	7.0	9.2	13.0	16.8	19.7	21.0	20.2	17.1
	W	0.3	1.0	2.3	4.0	5.7	7.0	7.3	10.0	14.7	19.6	23.5	25.1	23.1
	NW	0.3	1.0	2.3	4.0	5.7	7.0	7.9	8.4	9.9	13.4	17.3	20.0	19.7
III	수 평	0.8	2.5	6.4	11.6	17.6	23.0	27.6	30.7	32.3	32.1	30.3	28.9	22.0
	N·동남	0.8	2.1	3.2	3.9	4.6	5.9	6.8	7.6	8.1	8.4	8.6	8.6	8.9
	NE	1.6	5.6	10.0	12.8	13.8	13.0	11.4	10.3	9.7	9.4	9.1	8.6	7.8
	E	1.7	5.3	11.7	15.0	13.3	13.5	16.6	13.7	11.8	10.6	9.8	9.0	8.1
	SE	1.1	3.6	7.5	11.4	14.5	15.3	16.4	15.0	12.9	11.3	10.2	9.8	8.2
	S	0.5	0.7	1.5	2.9	5.4	8.2	10.8	12.7	13.6	13.6	12.5	10.9	9.2
	SW	0.5	0.7	1.5	2.7	4.1	5.4	7.1	6.8	13.1	16.2	18.5	19.3	18.2
	W	0.6	0.7	1.5	2.7	4.1	5.4	6.6	6.0	11.1	15.1	19.1	21.3	22.5
	NW	0.5	0.7	1.5	2.7	4.1	5.4	6.6	7.4	8.5	10.7	13.9	16.8	18.2
IV	수 평	1.7	2.6	4.9	8.5	12.0	17.3	21.4	24.8	27.2	28.4	28.2	26.6	23.7
	N·동남	1.3	1.9	2.6	3.2	3.9	4.8	5.6	6.4	7.0	7.5	7.8	8.0	8.3
	NE	1.7	4.1	7.1	9.6	10.9	11.2	10.6	10.1	9.8	9.6	9.4	9.0	8.4
	E	1.8	4.6	8.0	11.7	14.2	15.3	14.9	13.6	12.4	11.6	10.3	10.1	9.3
	SE	1.4	2.9	5.4	8.3	11.0	12.9	13.8	13.6	12.0	11.7	11.0	10.2	9.3
	S	1.1	1.1	1.4	2.3	4.0	6.0	8.1	9.8	11.2	11.7	11.6	10.8	9.8
	SW	1.3	1.3	1.6	2.5	3.2	4.3	5.0	7.0	10.2	12.8	15.0	15.3	16.4
	W	1.5	1.4	1.7	2.4	3.3	4.3	5.3	6.5	8.7	11.8	15.0	17.7	19.1
	NW	1.4	1.3	1.6	2.3	3.2	4.0	5.2	6.1	7.0	8.8	11.2	13.6	16.2
V	수 평	3.7	3.6	4.0	6.1	8.7	11.9	15.2	18.4	21.2	23.0	24.0	24.9	23.9
	N·동남	2.0	2.1	2.4	2.8	3.2	3.8	4.5	5.1	5.7	6.3	6.7	7.1	7.4
	NE	2.2	3.1	4.7	6.5	8.1	9.0	9.4	9.4	9.4	9.3	9.2	9.1	8.8
	E	2.3	3.3	5.3	7.7	10.0	11.7	12.6	12.6	12.2	11.8	11.3	10.9	10.2
	SE	2.2	2.6	3.8	5.5	7.5	9.4	10.8	11.6	11.6	11.4	11.1	10.6	10.1
	S	2.1	1.3	1.8	2.1	2.9	4.1	5.6	7.1	8.4	9.5	10.0	10.0	9.7
	SW	2.8	2.1	2.3	2.6	2.9	3.6	4.3	5.5	7.2	9.1	11.1	12.8	13.8
	W	3.2	2.7	2.5	2.7	3.0	3.6	4.0	5.1	6.4	8.0	10.7	13.1	16.0
	NW	2.8	2.4	2.3	2.4	2.9	3.5	4.1	4.8	5.6	6.7	8.2	10.1	11.8
VI	수 평	6.7	5.1	6.1	6.7	8.0	9.9	12.0	14.3	16.6	18.5	20.0	20.9	21.1
	N·동남	3.0	2.9	2.9	3.0	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.3	5.7	6.1	6.4
	NE	3.3	3.6	4.3	5.4	6.4	7.3	7.9	8.1	8.3	8.4	8.5	8.5	8.5
	E	3.7	3.9	4.9	6.2	7.7	9.1	10.0	10.6	10.7	10.7	10.6	10.4	10.1
	SE	3.5	3.5	4.0	4.9	6.1	7.3	8.5	9.3	9.8	10.0	10.0	9.9	9.7
	S	3.3	3.0	2.8	2.8	3.1	3.7	4.5	5.5	6.6	7.4	8.1	8.4	8.6
	SW	4.5	4.0	3.7	3.5	3.6	3.8	4.2	4.9	5.9	7.2	8.6	9.9	11.0
	W	5.1	4.5	4.1	3.9	3.9	4.1	4.4	4.8	5.6	6.7	8.3	10.0	11.5
	NW	4.3	3.9	3.6	3.4	3.5	3.7	4.1	4.5	5.0	5.6	6.7	7.9	9.2
VII	수 평	10.0	9.4	9.0	9.0	9.4	10.1	11.1	12.2	13.5	14.8	15.9	16.8	17.3
	N·동남	4.0	3.8	3.7	3.7	3.7	3.8	4.0	4.2	4.4	4.7	4.9	5.2	5.5
	NE	4.7	4.7	4.9	5.3	5.8	6.3	6.8	6.9	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7
	E	5.4	5.3	5.6	6.1	6.8	7.6	8.2	8.5	8.9	9.1	9.3	9.3	9.3
	SE	5.2	5.0	5.0	5.3	5.6	6.4	7.1	7.5	8.0	8.3	8.5	8.7	8.7
	S	4.6	4.3	4.1	3.9	3.9	4.1	4.5	4.9	5.5	6.0	6.5	6.8	7.1
	SW	6.1	5.7	5.4	5.1	5.0	4.9	5.0	5.2	5.7	6.3	7.0	7.8	8.5
	W	6.8	6.3	6.0	5.7	5.5	5.4	5.4	5.5	5.8	6.3	7.1	8.0	8.9
	NW	5.7	5.3	5.0	4.8	4.7	4.7	4.7	4.8	5.1	5.4	5.9	6.5	7.3

(a) 추계냉방용

(°C)

벽타입	방위	시각 (태양시)												
		오전						후						
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
II	수 평	-5.8	-5.2	-2.4	3.1	6.3	14.5	18.1	19.7	19.4	17.3	13.3	8.0	3.0
	N·동남	-5.9	-5.4	-4.3	-2.7	-1.1	0.2	1.1	1.6	1.9	2.0	1.9	1.3	0.9
	E	-5.8	-3.8	2.8	10.3	13.2	11.9	7.9	4.1	2.8	2.3	2.0	1.3	0.3
	SE	-6.8	-3.9	3.0	12.1	17.7	19.6	18.6	16.6	11.0	6.6	3.5	1.8	0.5
	S	-5.8	-4.9	-1.1	5.2	11.2	15.9	19.0	20.4	20.5	19.5	15.3	10.1	4.3
	SW	-5.8	-4.9	-1.1	5.2	11.2	15.9	19.0	20.4	20.5	19.5	15.3	10.1	4.3
	W	-5.8	-4.9	-1.1	5.2	11.2	15.9	19.0	20.4	20.5	19.5	15.3	10.1	4.3
	NW	-5.8	-4.9	-1.1	5.2	11.2	15.9	19.0	20.4	20.5	19.5	15.3	10.1	4.3

[표 5.9 벽 타입¹⁾

벽 타입 II	III	IV
• 무조외벽·지붕 • 두께 합계 20~70mm 의 중량벽	• II + 단열층 • 두께 합계 70~100 mm의 중량벽	• II외 중량벽+단열층 • 두께 합계 110~160 mm의 중량벽
벽 타입 V	VI	VII
• VI의 중량벽+단열층 • 두께 합계 130~200 mm의 중량벽	• V의 중량벽+단열층 • 두께 합계 230~300 mm의 중량벽	• VII의 중량벽+단열층 • 두께 합계 300~380 mm의 중량벽

[표 5.11 공기층의 전열율²⁾ (개략치)

수식	일 때 표준적인 실제구조	5.0 12.0	$\alpha = \lambda / d$ (kcal/m ² ·h·°C)
수평	일 때·상향열류 일 때·하향열류	5.3 3.6	

[표 5.10 표면열전도율¹⁾ (kcal/m²·h·°C)

■ 구조체의 밀지항

구 조	밀관류 방향			비 고 (cal/hr·m ² ·°C)
	수평	수직상향	수직하향	
외 벽	외 부	0.033	-	비고 비고
	내 부	0.133	-	
내 벽	외 부	0.133	-	비고 비고
	내 부	0.133	-	
바닥	외 부	-	-	상향비고 하향비고
	내 부	-	0.105 0.2	
지붕	외 부	-	0.033 0.033	비고 비고
	내 부	-	0.105 0.2	
지하실바닥	-	-	0.033	비고
지하실내벽	0.133	-	-	비고

주 1) 평균속도 3.5 m/s
2) 평균속도 7 m/s

[표 5.12 건재의 열전도율²⁾

■ 구조체의 열전도율
(kcal/m²·hr·°C) - λ

재 료	내 벽	외 벽	비 고	
시멘트 몰탈	1.2	1.3	두께 15mm	
시멘트 벽돌	1.2	1.2		
방수 몰탈	-	1.3		
단열 몰탈	-	0.035		
콘크리트	보통	1.3	비고	
	경량	-		0.67
	기포	-		0.15
	선더	-		0.69
보온재	스치로폴	-	0.035	내/외벽·압출발포 3층
	액체방수	-	0.17	
	워트방수	-	0.017	
	와이어머쉬수	-	0.25	복상바닥(아스팔트방수) 1층 온돌바닥, 터, 석상층 친정
	드라이비드	-	0.025	
	발포포리스틸렌2호	-	0.03	
	발포포리스틸렌4호	-	0.035	
	알면 보온재	-	0.032	
	알면 흡음판	-	0.055	
	이마텍스	0.087	0.087	
외장 타일	1.1	1.1	두께6-10mm	
바닥용 타일	1.55	1.35	조적벽 내부마감(KSF-3004)	
스톱스프레어	0.77	0.77		
석고보드	0.17	0.19		
플레시널보드	0.53	-		
덱스	0.087	-	두께 12mm	
지하층외벽-흙	1.6	-	두께 1mm	
흙, 자갈	0.53	-	두께 0.5mm	
좌석	1.7	1.7		
인조석	-	1.15		
대리석	-	1.35		
화강석	1.87	0.05		
폴리에틸렌피복	0.04	0.095		
아스팔트	0.63	0.1		
부유필지	-	0.05		
아스팔트방수	-	-		

III	수 평	-5.6	-6.4	-4.1	-0.7	4.0	8.5	13.2	16.2	17.6	17.4	15.4	11.9	7.7
	N·음향	-5.6	-5.5	-4.9	-3.9	-2.6	-1.3	-0.2	0.8	1.2	1.6	1.7	1.5	0.9
	E	-5.6	-4.9	-1.4	4.3	8.6	10.1	9.0	6.5	4.7	3.6	2.9	2.2	1.3
	SE	-5.6	-4.9	-1.3	5.2	11.1	15.1	12.5	15.0	13.6	10.2	7.0	4.8	2.7
	S	-5.6	-6.3	-3.4	0.7	5.7	10.5	14.4	17.1	18.5	18.5	17.0	13.8	9.2
	SW	-5.6	-5.5	-4.9	-3.9	-2.2	0.5	4.6	9.3	13.9	17.5	10.5	18.3	13.4
W	-5.6	-5.5	-4.9	-3.9	-2.6	-1.3	-0.2	1.3	4.5	8.7	12.4	13.5	10.6	
IV	수 평	-4.8	-4.9	-4.2	-2.1	1.1	4.8	8.4	11.4	13.4	14.3	13.9	12.1	9.6
	N·음향	-5.1	-5.2	-4.9	-4.3	-3.4	-2.4	-1.5	-0.7	0	0.6	0.5	0.9	0.7
	E	-5.0	-4.7	-2.6	1.1	4.5	6.4	5.5	5.7	4.9	4.1	3.6	3.0	2.3
	SE	-4.9	-4.7	-2.6	1.7	6.2	9.8	12.0	12.7	12.1	10.4	8.4	6.6	5.0
	S	-4.7	-4.8	-3.8	-1.2	2.3	6.0	9.5	12.4	14.4	15.4	15.2	13.7	10.0
	SW	-4.7	-4.8	-4.6	-4.1	-3.0	-1.2	1.7	5.3	11	12.4	14.8	15.3	13.0
W	-4.8	-4.9	-4.7	-4.1	-3.3	-2.3	-1.4	-0.2	2.1	5.2	8.3	10.0	9.1	
V	수 평	-3.3	-3.7	-3.7	-3.5	-1.3	1.0	3.7	6.4	8.7	10.4	11.2	11.1	10.1
	N·음향	-4.4	-4.6	-4.6	-4.4	-3.9	-3.3	-2.6	-2.0	-1.3	-0.7	-0.3	-0.1	-0.2
	E	-4.1	-4.2	-3.5	-1.7	0.7	2.7	3.5	4.3	4.2	3.5	3.6	3.3	2.5
	SE	-3.7	-3.9	-3.3	-1.3	1.6	4.5	7.0	8.9	9.8	9.4	8.7	7.7	6.5
	S	-3.1	-3.5	-3.4	-2.4	-0.5	1.9	4.6	7.3	9.8	11.3	12.3	12.4	11.4
	SW	-3.0	-3.5	-3.7	-3.7	-3.3	-2.4	-0.8	1.4	4.2	7.0	9.6	11.3	11.4
W	-3.5	-3.9	-4.0	-3.9	-3.6	-3.0	-2.4	-1.6	-0.3	1.7	4.0	6.0	6.8	
VI	수 평	-1.3	-1.9	-2.2	-1.5	-1.3	-0.1	1.6	2.4	5.1	6.7	7.8	8.4	8.3
	N·음향	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.8	-3.5	-3.1	-2.6	-2.1	-1.7	-1.3	-0.9	-0.7
	E	-2.8	-3.1	-3.0	-2.1	-0.9	0.6	1.7	2.3	2.5	2.7	2.8	2.7	2.5
	SE	-2.0	-2.4	-2.3	-1.5	0.1	1.5	3.8	5.3	5.4	6.9	6.9	6.7	6.2
	S	-1.0	-1.6	-1.3	-1.6	-1.7	0.7	2.3	4.2	5.0	7.5	8.7	9.4	9.4
	SW	-1.0	-1.6	-2.0	-2.3	-2.3	-2.0	-1.2	0.1	1.3	3.7	5.7	7.3	8.1
W	-2.0	-2.4	-2.8	-2.9	-2.0	-2.7	-2.4	-2.0	-1.2	0	1.5	3.1	3.0	
VII	수 평	1.4	0.7	0.3	0.1	0.2	0.5	1.2	2.0	2.0	3.9	4.7	5.3	5.5
	N·음향	-2.7	-2.9	-3.1	-3.2	-3.2	-3.1	-3.0	-2.8	-2.6	-2.4	-2.1	-1.9	-1.7
	E	-1.4	-1.7	-1.8	-1.5	-1.0	-0.3	0.3	0.7	1.1	1.3	1.5	1.6	1.6
	SE	0.0	-0.4	-0.6	-0.4	0.2	1.1	2.0	2.8	3.7	4.2	4.6	4.7	4.7
	S	1.4	0.9	0.5	0.4	0.5	1.0	1.8	2.7	3.7	4.7	5.6	6.2	6.5
	SW	1.0	1.5	0.1	-0.2	-1.5	-0.5	-0.3	0.2	0.9	1.9	3.0	4.1	4.8
W	-0.6	-0.9	-1.2	-1.5	-1.5	-1.7	-1.6	-1.5	-1.2	-0.5	0.1	1.0	1.7	

(c) 동계 냉방용

(°C)

벽타입	방위	시각 (태양시)													
		오전							후						
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
II	수 평	-15.8	-15.4	-13.5	-9.1	-3.5	1.5	4.5	6.5	6.2	4.9	-0.5	-5.0	-9.9	
	N·음향	-15.8	-15.4	-14.4	-12.9	-11.3	-10.1	-9.2	-8.7	-8.4	-8.2	-8.3	-8.9	-9.9	
	SE	-15.0	-15.5	-9.5	1.0	8.2	10.8	10.2	7.2	2.5	-2.1	-5.1	-8.2	-9.6	
	S	-15.8	-15.5	-11.9	-4.2	3.0	6.2	11.5	13.1	12.9	11.1	7.4	0.7	-5.3	
	SW	-15.8	-15.5	-14.4	-12.9	-10.0	-4.9	0.8	3.8	1.7	-2.5	-5.2	-8.2	-9.6	
III	수 평	-15.6	-15.5	-14.7	-12.1	-8.0	-3.6	0.4	3.2	4.5	4.3	2.1	-1.9	-5.2	
	N·음향	-15.6	-15.5	-15.0	-14.0	-12.7	-11.5	-10.5	-9.7	-9.1	-8.7	-8.5	-8.7	-9.3	
	SE	-15.6	-15.5	-13.2	-6.4	3.5	5.4	7.5	7.3	5.1	1.7	-2.1	-6.0	-7.0	
	S	-15.6	-15.5	-14.0	-9.3	-3.5	2.0	6.4	9.5	11.0	11.0	9.3	5.3	-0.3	
	SW	-15.6	-15.5	-15.0	-14.0	-12.2	-8.8	-4.3	-0.4	0.6	-1.0	-3.5	-5.8	-7.6	
IV	수 평	-14.9	-15.1	-14.6	-13.1	-10.3	-7.1	-3.8	-1.1	0.7	1.5	0.9	-1.2	-3.4	
	N·음향	-15.1	-15.2	-15.0	-14.4	-13.5	-12.6	-11.7	-10.5	-10.2	-9.7	-9.4	-9.3	-9.3	
	SE	-14.9	-15.1	-13.8	-9.4	-4.4	-0.3	2.3	3.4	3.1	1.5	-0.7	-2.8	-4.6	
	S	-14.7	-14.9	-14.1	-11.2	-7.2	-3.0	0.5	4.1	6.3	7.5	7.3	5.4	1.9	
	SW	-15.0	-15.1	-13.9	-14.3	-13.1	-10.8	-7.6	-4.4	-2.9	-3.0	-4.1	-5.3	-5.5	
V	수 평	-13.5	-14.0	-14.1	-13.5	-12.2	-10.0	-7.8	-5.5	-3.5	-2.0	-1.3	-1.7	-2.7	
	N·음향	-14.3	-14.5	-14.8	-14.5	-14.1	-13.4	-12.8	-12.1	-11.5	-10.9	-10.5	-10.1	-10.4	
	SE	-13.7	-14.0	-13.8	-12.0	-9.1	-5.9	-3.1	-1.0	0	0.1	-0.6	-1.7	-2.9	
	S	-13.0	-13.5	-13.5	-12.5	-10.4	-7.6	-4.5	-1.6	1.0	2.9	4.0	4.0	2.8	
	SW	-13.0	-14.3	-14.4	-14.2	-13.8	-12.6	-10.7	-8.4	-5.5	-5.5	-5.3	-5.6	-5.2	
VI	수 평	-12.0	-12.4	-12.7	-12.7	-12.1	-11.1	-9.7	-8.1	-5.5	-5.2	-4.2	-3.9	-4.0	
	N·음향	-13.6	-13.8	-14.0	-14.0	-13.8	-13.6	-13.2	-12.7	-12.3	-11.8	-11.4	-11.1	-10.9	
	SE	-11.9	-12.4	-12.6	-11.8	-10.3	-8.4	-6.4	-4.7	-3.4	-2.1	-2.7	-2.9	-3.4	
	S	-10.8	-11.4	-11.7	-11.5	-10.5	-9.0	-7.1	-5.1	-3.1	-1.3	0.1	0.6	0.7	
	SW	-12.7	-13.1	-13.3	-13.4	-13.3	-12.8	-11.8	-10.3	-8.0	-6.0	-7.4	-7.2	-7.2	
VII	수 평	-10.2	-10.5	-10.9	-11.1	-11.1	-10.8	-10.4	-9.5	-8.7	-8.3	-6.6	-6.7	-6.5	
	N·음향	-13.0	-13.2	-13.3	-13.5	-13.5	-13.5	-13.3	-13.2	-13.0	-12.7	-12.6	-12.3	-12.1	
	SE	-9.5	-10.3	-10.6	-10.5	-9.9	-9.1	-8.1	-7.1	-5.2	-5.6	-5.2	-5.0	-5.0	
	S	-8.2	-8.7	-9.2	-9.3	-9.1	-8.6	-7.8	-6.7	-5.5	-4.5	-3.5	-2.8	-2.4	
	SW	-10.2	-10.5	-10.9	-11.1	-11.1	-10.8	-10.4	-9.5	-8.7	-8.3	-6.6	-6.7	-6.5	

표 5.13 대표적인 벽의 열통과율 ⁽²⁾ (kcal/m² · h · °C)

벽 구조				kg/m ²	하 계	동 계	구조타입
목 조 벽	외면몰탈 20mm 나무꺾기 3mm 공기층 75mm	나무꺾기 3mm 내면회반죽 20mm		70	2.70	2.80	II
콘크리트 벽	외면타일붙임 5mm						
	외면몰탈 15mm	두께 120mm		335	3.15	3.32	IV
	콘크리트 (주구조) ---	두께 150mm		400	2.95	3.10	V
	내면몰탈 15mm 플라스터 3mm	두께 200mm		510	2.67	2.79	VI

표 5.14 대표적인 지붕의 열통과율 ⁽²⁾ (kcal/m² · h · °C)

지붕 구조				kg/m ²	하 계	동 계	구조타입
목조지붕(스트레이트, 매단천정) (12mm 하드텍스)				40	1.66	2.32	II
콘크리트 벽	표면몰탈 20mm	두께 120mm					
	신더 콘크리트 65mm			495	1.23	1.56	VI
	천정있음 ¹⁾			525	2.12	2.56	VI
	아스팔트 10mm						
	천장없음 ²⁾			560	1.20	1.51	VI
콘크리트(주구조) 천정있음 ¹⁾ 천장없음 ²⁾	두께 150		590	2.03	2.42	VI	

주 1) 콘크리트의 밑에 공기층을 설치하여, 하드텍스 12mm의 매단천정을 한다.
2) 콘크리트의 밑에 몰탈 15mm, 플라스터 3mm의 마감을 한다.

전도열__외벽, 지붕 이외

유리

실내외의 온도차에 의한 유리로부터의 침입열(Q_G)는 $Q_G=A_G \times K_G \times \Delta t$

A_G : 유리면적(m^2)

K_G : 유리의 열통과율($kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$) Δt : 실내외 온도차($^\circ C$) 로 구할수 있다.

표 5.15에 유리의 열통과율을 나타냈다.

칸막이벽

냉방하지않은 실 또는 복도에 면하고 있는 칸막이 벽으로부터의 침입열(Q_p)는 $Q_p=A_p \times K_p \times \Delta t_p$

표 5.15 유리의 열통과율⁹⁾ (kcal/m² · h · °C)

종 별	열통과율	종 별	열통과율
일중유리(여름)	5.1 ¹⁾	흡열유리	
일중유리(겨울)	5.5 ²⁾	블루렌 3~6mm	5.7 ²⁾
이중유리		클레이렌 3~6mm	5.7 ²⁾
공기층 6mm	3.0	글세이렌 8mm	5.4 ²⁾
공기층 13mm	2.7	서머퀵 12~8mm	3.0 ²⁾
공기층 20mm	2.6		
유리블록(평균)	2.7		

주 1) 평균풍속 3.5%
2) 평균풍속 7%

표5.16 대표적인 칸막이벽의 열통과율⁹⁾ (kcal/m² · h · °C)

칸 막 이 벽			중량 면적	열 통과율
목 조	일중벽 : 양면 나무골음 플라스틱다갈		20	2.49
	이중벽(속이빈) : 양면 나무골음 플라스틱다갈		40	1.37
콘크리 트 구조	주구조 : 콘크리트 또는 콘크리트 불럭	콘크리트	100mm	2.85
			120mm	2.74
	양 면 : 몰탈 15mm 플라스틱 3mm 다갈	콘크리트 불럭	100mm	1.96
			150mm	1.80

표5.17 대표적인 천장 바닥의 열통과율⁹⁾ (kcal/m² · h · °C)

천장 · 바닥구조			중량 면적	상향 열류	하향 열류
목 조	마루널(10mm)불임, 노송바닥판(16mm) 공기층, 천장판(바탕널 또는 하드텍스 12mm)		110	1.35	1.16
콘크리 트 구조	아스타일불임 5mm 몰탈 15mm	두께 100mm 천장 있음 ¹⁾	270	1.57	1.31
		천장 없음 ²⁾	300	2.71	2.01
	콘크리트(주구조) 두께 150mm	천장 있음 ¹⁾	360	1.48	1.25
		천장 없음 ¹⁾	410	2.49	1.88

주 1) 공기층, 하드텍스 12mm의 매단천장
2) 몰탈 15mm, 플라스틱 3mm 다갈

여기서,

A_b : 칸막이벽의 면적(m²)

K_b : 칸막이벽의 열통과율(kcal/m² · h · °C)

Δt_b : 인접실과의 온도차(°C)에서 구할수 있다.

냉방을 하지 않은 실 또는 복도의 온도는 추정해야만 하지만, 예를 들어 일사가 적은 실이나 복도이면, 그 시각의 외기온도로부터 2~3°C 높은 온도를, 일사가 많은 실은 거꾸로 2~3°C 높은 온도를 가정하여 온도차를 구한다.

또 5.16에 대표적인 칸막이 벽의 열통과율을 나타냈다.

예제 5.1⁹⁾

어느 균질한 벽체에 열통과(열관류)율 5.0kcal/m² · h · °C의 유리창을 설치하여, 이 벽면 전체의 평균 열통과율을 3.0kcal/m² · h · °C로 한다. 이 창면적비(벽면 전체의 면적에 대한 창면적의 비율%)을 구하시오

(조건)

- ① 벽체의 열전도율 0.5kcal/m² · h · °C
- ② 두께 150mm
- ③ 표면열전도율(실내측)8kcal/m² · h · °C
- ④ 표면열전도율(육내측)20kcal/m² · h · °C

(해답) 벽면 전체를 통과하는 열량은 Q(kcal/m² · h) 그 면적 A(m²) 평균열통과율 K(kcal/m² · h)

천장, 바닥

침입열을 구하는 방법은 칸막이벽의 경우와 같다. 층 밑이 직접 지면과 접하고 있을 때는, 실온쪽이 높으므로 일반적으로는 안전측으로서 계산하지 않는다. 표 5.17에 대표적인 천장·바닥구조의 열통과율을 나타냈다.

이 때는 3.2. 「2 틈새 바람」을 참조하여 계산한다.

또 비교적 작은 실에서 외기에 면한 출입구가 있을 때에는, 그 도어의 개폐에 의한 외기의 침입은 부하가 되므로 계산한다. 이 경우의 틈새바람의 양을 표 5.18에 나타냈다.

1
벽체의 $K_w = \dots \approx 2.1(\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$

1 0.15 1 ---- + ----- + --- 20 0.5 8

이고, 벽체의 면적을 A_w , 한편 유리창의 $K_G = 5.0(\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$, A_G 로 할 때 다음식이

성립한다.
 $A \times K \times \Delta t = A_w K_w \Delta t + A_G K_G \Delta t \quad A = A_w + A_G,$

위 식에 따르면 $A_w \approx 2.22 A_G$

따라서
창면적비 = ----- ≈ 0.31 가 된다.

틈새바람

틈새바람 양

근년, 샷시의 기밀성이 좋아졌으므로, 일반 빌딩에서는 냉방인 경우는 틈새바람은 생각하지 않는다. 그러나, 틈새가 많은 구조의 샷시나, 개폐할 수 있는 창이 많은 실내에서는 계산할 필요가 있다.

주

- 1) 스윙식 도어가, 전실(vestibule)을 가진때는 회전식 값과 거의 같게 된다.
- 2) 도어에는 3.5m/s의 바람이 정면에서 부딪히는 경우로, 비스듬히 부딪히는 경우는 0.6배로 한다.

표 5.18 도어의 개폐에 따른 틈새바람 양 (하계)
실내인원수 1인당 틈새바람의 양($m^3/h \cdot \text{인}$)

실의종류	도어의 종류	
	회전식 (1.8m 폭)	스윙식 (0.9m 폭)
백화점(소규모)	11.0	13.5
은행	11.0	13.5
병실	-	6.0
식당(점심식사용)	7.0	8.5
(레스토랑)	3.4	4.2
상점(신발가게)	4.6	6.0
(의상실)	3.4	4.2
이발소	7.0	8.5

틈새바람의 부하

틈새바람의 현열부하 Q_{fs} (kcal/h)는

$$Q_{fs} = \text{틈새바람의 양}(\text{m}^3) \times \text{온도차}(\text{°C}) \times 0.29$$

$$\text{공기의 비열}(\text{kcal/kg} \cdot \text{°C}) \ 0.24 \times \frac{1}{3} = 0.08 \quad \text{공기의 비열}(\text{kcal/m}^3 \cdot \text{°C}) \ 0.29$$

표준공기의 비용적(m^3/kg) 0.83 로 구할수 있다.

틈새바람의 잠열부하 Q_{fi} (kcal/h)는

$$Q_{fi} = \text{틈새바람의 양}(\text{m}^3) \times \text{절대습도차}(\text{kg/kg(DA)}) \times 720$$

$$\text{물의 증발잠열}(\text{kcal/kg(물)}) \ 597 \times \frac{1}{3} = 199 \quad \text{표준공기의 비용적}(\text{m}^3/\text{kg}) \ 0.83$$

= $720(\text{kcal/m}^3\text{kg(물)}/\text{kg(공기)})$ 가 된다.

