

<b>1. 개요</b>	<b>262</b>
1.1 부하계산의 목적	262
1.2 부하의 형태	262
<b>2. 냉방부하</b>	<b>263</b>
2.1 냉방부하의 종류	263
2.2 설계 외기조건	263
2.3 설계실내 조건	264
2.4 태양복사열 - 유리	265
2.5 태양복사열 + 전도열 - 외벽, 지붕	266
2.6 전도열 - 외벽, 지붕이외	271
2.7 틈새바람	273
2.8 내부발생열	274
2.9 기타부하	276
2.10 실내잠열	276
2.11 외기부하	277
2.12 냉방부하	277
<b>3. 난방부하</b>	<b>279</b>
3.1 설계조건	279
3.2 가열부하	279
3.3 가습부하	281
3.4 난방부하	281



# 1. 개요

## 1.1 부하계산의 목적

- ① 공조설비에 필요한 용량을 정하기 위해 최대부하를 구한다.  
일반적으로 수계산으로 행하며, 특정한 달이나 시간에 대하여만 계산한다.
- ② 년간을 통하여 모든 시각의 부하를 계산하여, 합리적인 공조장치의 계획을 세워, 연간 운전비를 산출한다.  
부하계산에는, 이 2가지 목적이 있지만, 여기서는 ①의 경우에 대하여 서술한다.

## 1.2 부하의 형태

### 1.2.1 열취득과 열손실

실내가 어느 온습도를 유지하고 있을 때, 실외로부터 유입하여 오는 열과 실내에서 발생하는 열을 열취득 이라하고, 실외에 유출하는 열을 열손실이라 한다.

### 1.2.2 열부하

어느실을 소정의 온습도로 유지하기 위하여 제거해야만 하는 열량 또는 공급해야만 하는 열량을 열부하라한다. 열취득과 열부하는 약간 다른 값을 취한다. 그 이유는, 태양복사열등은 전부가 곧바로 실내의 공기온도를 높이는 것이 아니고, 일부는 건물의 구조체 이외에 흡수되어, 일정시간을 지나서부터 실내공기를 덥혀 열부하가 되기 때문이다. 이것에 대해서는 4. 「복사열의 축열」을 참조하기 바란다. 또, 실온이 일정하게 유지되어 있을때에는, 상기의 열부하가 제거되어야만 하는 열량이지만, 장치가 정지하여 실온이 바뀌면이동할 때의 첫동작시나, 실내설정온도를 운전도중에 바꾸는 경우에는, 일시적으로 특별한 부하가 가해져, 열부하 와는 다른 열량을 제거하지 않으면 안된다. 이것을 제거열량이라 한다.

### 1.2.3 냉방부하, 난방부하

실측에서 발생한 부하외에, 도입외기를 실내온습도 상태로 하기위한 열량, 송풍기의 동력열, 덕트에서의침입열이나 누설손실등을 더한 것이 공조기에 걸리는 부하로서, 일반적으로 냉방부하, 난방부하라고 하는 것은 여기까지 계산한 것을 말한다.

### 1.2.4 장치부하

단독의 실이라면, 그 실의냉(난)방부하가 그대로 공조기의 부하가 되지만, 복수의 실을 1대의 공조기로 감당하는 경우는, 개개실의 부하의 합계와 다소 다르고, 이것을 장치부하로서 계산한다.  
일반적으로는 기기용량을 정하기 위한 최대부하 계산이 많다.

### 1.2.5 열원부하

건물 전체에서는, 각 계통의 장치부하의 합계와는 다른 부하가 되고, 이것에 의해 얻어진 냉동기나 그림 5.1에 단독실인 경우의 냉방시 부하의 성립을 설명하였다.

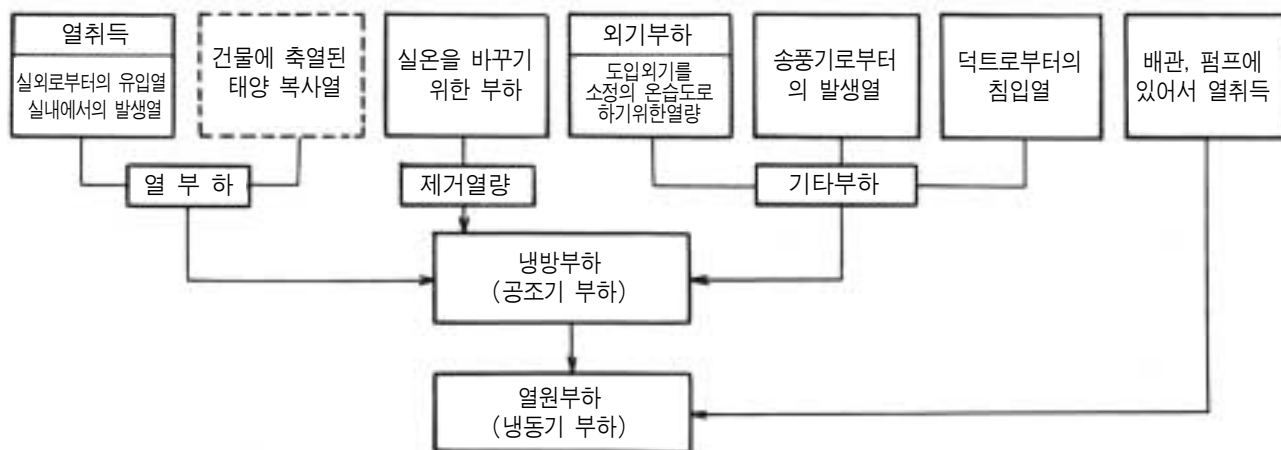


그림 5.1 냉방시의 부하의 성립

## 2. 냉방부하

### ● 2.1 냉방부하의 종류

냉방부하에는 표 5.1에 나타낸 것과 같은 종류가 있다. 이것을 순서에 따라, 현열과 잠열로 나누어 행한다.

표 5.1 냉방부하의 종류<sup>(1)</sup>

종 류		내 용	열의 종류
실 내 부 하	태양복사열	유리면을 통과하는것	현열만
		외기에 면한벽(지붕)을 통과하는것	현열만
	온도차에 의한 전도열	유리면을 통과하는것	현열만
		외기에 면한벽(지붕)을 통과하는것	현열만
		칸막이, 바닥, 천정을 통과하는것	현열만
	내부발생열	조명으로부터 발생한것	현열만
		인체로부터 발생한것	현열 · 잠열
		실내설비로부터 발생한것	현열 · 잠열
침입외기	창샷시, 문으로부터의 틈새바람	현열 · 잠열	
기타 (실내부하에 준하는것)	급기덕트에서의 손실, 송풍기의 동력 열등	현열 · 잠열	
외기 부하	도입외기	외기를 실내온습도까지 냉각감습하는 열량	현열 · 잠열
기 타	기 타	환기덕트, 배관에서의 손실, 펌프의 동력열등	현열 · 잠열

표 5.3 외기조건의 계절별보정<sup>(2)</sup> (냉방계산용)

계 절	건구온도의 보정 (°C)	습구온도의 보정 (°C)
하계 (6~9월)	0	0
추계 (10~11월)	- 8.0	- 8.5
동계 (12~3월)	- 20.0	- 18
춘계 (4~5월)	- 11.0	- 9.5

### ● 2.2 설계 외기조건

#### 2.2.1 최고 외기조건

표 5.2에 냉난방용 최고 외기조건의 일례를 나타냈다. 최고외기조건은, 장치설계의 대상이 되는 외기온습도의 최고상태이지만, 기상 기록상의 최고 상태보다 약간 낮은 수치가 이용된다. 이것은 경제성을 고려하여 장치를 선정 하기 위해서이며, 한여름에는 몇 일간을 이 온습도를 상회 하는 일도 있다. 따라서, 만일 엄밀한 항온항습장치등으로, 실제상태가 절대적 으로 어느조건을 넘어서는 안되는 경우는, 훨씬 높은값의 외기조건을 이용한다.

#### 2.2.2 계산 시각

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

#### 2.2.3 외기조건의 보정

부하계산을 행하는 계절과 시간이 정해지면, 그때의 외기조건을 구한다. 표 5.2는 하계의 오후 1~3시의 값이므로, 가을 · 겨울 · 봄의 냉방계산에는 표 5.3에 나타낸 것과 같은 보정을 하고, 더욱이 시각이 다르면 표 5.4의 보정을 한다.

즉, 외기조건 = 최고외기조건(표5.2) + 계절별보정 (표5.3) + 시각별보정(표5.4)

표 5.2 최고외기조건<sup>(2)</sup> (냉난방계산용)

지역	지역별 냉 · 난방 온도조건					비고
		DB(°C)	WB(°C)	RH(%)	AH	I
서울	냉방	31.1	25.8	66	0.0185	18.77
	난방	-11.9	-13.6	69	0.00082	-2.37
수원	냉방	30.3	25.9	70	0.016	17.05
	난방	-12.8	-13.5	74	0.0009	-2.54
인천	냉방	29.7	25.9	73	0.013	15.07
	난방	-11.2	-12	73	0.001	-2.1
대구	냉방	32.9	22.1	62	0.012	15.24
	난방	-8.2	-9.4	68	0.0013	-1.2
대전	냉방	31.2	27.1	74	0.0214	20.57
	난방	-8.5	-8.8	74	0.001	-1.45
청주	냉방	32.5	27.8	72	0.0223	21.44
	난방	-8.2	-12.8	76	0.001	-2.31
전주	냉방	31.2	26.6	68	0.018	18.67
	난방	-12.1	-9.4	74	0.0014	-1.21
광주	냉방	31.9	26.3	66	0.019	19.28
	난방	-7.4	-7.9	73	0.0017	-0.77
울산	냉방	32.2	26.8	63	0.02	19.96
	난방	-7	-8.2	70	0.0015	-0.79
목포	냉방	31.1	26.3	70	0.019	19.08
	난방	-5.9	-7	75	0.0017	-0.41
부산	냉방	29.7	26	76	0.016	16.9
	난방	-5.8	-7.2	66	0.0015	-0.5
제주	냉방	31.6	24.8	70	0.017	17.98
	난방	-1.6	-3.3	73	0.0024	1.048

$I = Cpt + (Cvt + r) \cdot x$        $I =$  습공기의 엔탈피  
 $Cv =$  수증기의 정압비열(0.44)       $Cp =$  공기의 정압비열(0.24)  
 $r = 0^\circ\text{C}$ 에서의 수증기의 증발잠열(597.3)  
 $x =$  절대습도       $AH =$  절대습도       $I =$  엔탈피  
 $RH =$  상대습도       $DB =$  건구온도       $WB =$  습구온도

표 5.4 외기조건의 시각별보정<sup>(2)</sup> (냉방계산용)

시 각	건구온도의 보정 (°C)	습구온도의 보정 (°C)	시 각	건구온도의 보정 (°C)	습구온도의 보정 (°C)
오전 6시	- 6.3	- 2.4	오후 2시	0	0
7시	- 4.6	- 1.8	3시	0	0
8시	- 3.2	- 1.1	4시	- 0.5	- 0.2
9시	- 2.0	- 0.8	5시	- 1.3	- 0.4
10시	- 1.0	- 0.4	6시	- 2.2	- 0.7
11시	- 0.6	- 0.2	7시	- 3.3	- 1.1
정 오	- 0.3	- 0.1	8시	- 4.0	- 1.3
오후 1시	0	0			



## 2. 냉방부하

### ● 2.3 설계 실내조건

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

표 5.5 실내온습도 조건의 예

(a) 병원의 실내온습도조건(우리나라에서의 일반적인 예)<sup>(5)</sup>

실명	하 계		동 계	
	건구온도(℃)	상대습도(%)	건구온도(℃)	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
영안실	16	60이하	16	60이하
약품저장실	26~27	45~50	21~22	40~45
관리실				
일반관리실				

(b) 특수실험실의 공조조건 예<sup>(6)</sup>

실명	온도(℃)	습도(%)
미터원기실	20 ± 0.2	50 ± 1.5
게이지보정실	20 ± 0.5	50 ± 5
광파간섭실	20 ± 0.2	58 ± 2
적외선스펙트럼광기실	25 ± 1	35 ± 5
섬유시험실	20 ± 1	65 ± 2
종이시험실	20 ± 2	65 ± 2
합성수지시험실	20 ± 2	-
고무제품시험실	20 ~ 32 ± 2	-
정밀기계가공실	20 ± 1	55 ~ 60 ± 5
전자계산기실	21 ~ 25 ± 2	50 ~ 60 ± 5
건축재료시험실	15 ~ 35 ± 2	50 ~ 90 ± 5
양장시험실	20 ~ 30 ± 1	60 ~ 90 ± 3
전자부품제조시험실	22 ~ 25 ± 2	45 ~ 55 ± 5
천칭실	20 ± 1	30 ± 5
슬라이스실, 포리실	20 ± 1	50 ± 10
미크로톰자료작성실	20 ± 1	50 ± 5

(c) 전화통신기기실의 온습도<sup>(7)</sup>

계절	건구온도(℃)	상대습도(%)
하계	24~30	50~65
춘·추계	18~25	50~65
동계	18~23	50~65

(d) 전화통신기기실(보수무인국)의 온습도<sup>(8)</sup>

계절	건구온도(℃)	상대습도(%)
하계	30이하	70이하
춘·추계	5~30	70이하
동계	5이상	70이하

(e) 합성섬유·인조견공장의 온습도<sup>(9)</sup>

공정	온도(℃)	습도(%)
감는실	약 21	약 50
연년실	약 24	약 60
가년실	26~28	60~70
다이어코드의연사	약 28	약 55
다이어코드의직포	약 28	약 60
아세테이트(방사)	약 30	약 45
아세테이트(마무리)	약 30	55~60

(f) 전자·전기관계 공장의 온습도<sup>(10)</sup>

공정	온도(℃)	습도(%)
반도체제조	약 23	40~45
반도체조립	약 23	50~60
비디오코더조립	약 25	50~60
브라운관증착	약 23	40~45
전화케이블제조	22~30	45~55
계기조립	약 24	50~55
피전기	약 18	20~40
정류기	약 23	30~40

(g) 최적동물실온도<sup>(11)</sup>

동물	온도(℃)	상대습도(%)
생쥐	21~27	40~70
햄스터	21~23	40~70
쥐	21~27	40~70
모르모트	21~23	40~70
토끼	16~24	40~45
고양이	21~24	40~45
개	18~24	40~55
영장류	16~29	40~60*

\*쥐 원숭이 및 타마린(비단원숭이의 일종)은 60~65%,  
허용범위는 온도±0.5℃, 상대습도 ±5%, 25℃.

## 2. 냉방부하

또한, 공장, 시험실, 수술실등은 각각 독특한 실내 조건이 필요하다.  
표 5.5에 그예를 나타냈다.

### ● 2.4 태양복사열 - 유리

외부로부터 유리를 통하여 실내에 침입하는 열은, 그림 5.2에 나타난것처럼

$q_1$  : 복사열중 직접 유리를 투과하여 침입하는 열

$q_2$  : 복사열중 한번 유리에 흡수되어 유리온도를 높인 다음  
대류 및 복사에 의해 실내에 침입하는 열

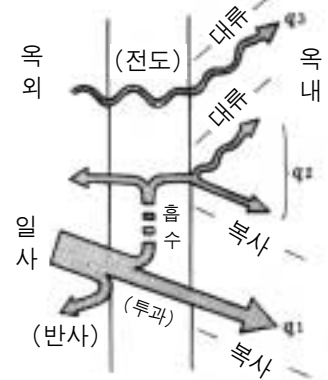


그림 5.2 유리창을 통한 열량 <sup>(12)</sup>

표 5.6 유리창으로부터의 표준 일사열 취득 <sup>(13)</sup>

(kcal/m<sup>2</sup> · h)

계 절	방 위	시								각 (태 양 시)								일적산
		午前								午後								
		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	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.



## 2. 냉방부하

표 5.7 차폐계수(Kp) <sup>(14)</sup>

■ 각종 유리의 차폐계수

유리의 종류	두께(mm)	가시광선 투과율(%)	차폐계수	열통과율 (kcal/hr · m <sup>2</sup> · °C)
맑은유리	3mm	91	1.0	5.6
	6mm	89	0.95	5.5
	10mm	87	0.89	5.4
	12mm	86	0.85	5.3
흡수유리	3mm	69	0.84	5.6
	6mm	50~74	0.69	5.5
	10mm	23~64	0.57	5.4
	12mm	28~61	0.53	5.3
반사유리	6mm	40	0.53	5.0
	6mm	30	0.47	5.0
	6mm	20	0.38	5.0
	6mm	15	0.32	5.0
	6mm	8	0.25	5.0
맑은 복층유리	12mm(3+공기층+6+3)	82	0.89	2.8
	16mm(5+공기층+6+5)	81	0.84	2.8
	18mm(6+공기층+6+6)	80	0.82	2.8
	22mm(8+공기층+6+8)	77	0.76	2.8
	24mm(6+공기층+12+6)	80	0.82	2.4
	28mm(8+공기층+12+8)	77	0.76	2.4
	3중 유리 구조 12mm(3+	-	0.65	2.0
흡수 복층유리	공기층+6+3) 16mm(5+	62~64	0.72	2.8
	공기층+6+5) 18mm(6+	49~54	0.61	2.8
	공기층+6+6) 22mm(8+	45~49	0.55	2.8
	공기층+6+8) 24mm(6+	40~60	0.48	2.8
	공기층+12+6)	45~66	0.55	2.4
	28mm(8+공기층+12+8)	35~60	0.48	2.4
	3중 유리 구조 24mm(6+	-	0.40	2.0
	공기층+12+6)	40	0.4	2.4
복층 반사유리	24mm(6+공기층+12+6)	30	0.38	2.4
	24mm(6+공기층+12+6)	20	0.26	2.4
	24mm(6+공기층+12+6)	15	0.22	2.4
	24mm(6+공기층+12+6)	8	0.20	2.4
	3중 유리 구조	-	0.18	2.0

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 반사 하거나 하여 도달하는 확산일사(천공복사라고도 말한다)가 있다.

따라서, 직접 해가 비치지 않는 복면 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/m<sup>2</sup>, h) = 유리창면적 (m<sup>2</sup>) × 표준 일사열취득 (kcal/m<sup>2</sup>, h) × 차폐계수이다.

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

## ● 2.5 태양복사열 + 전도열——외벽, 지붕

### 2.5.1 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 통과하여 내면에 도달할때까지에는 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

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

여기서, Q<sub>w</sub> : 외기에 접한벽, 지붕으로부터의 부하  
(복사 + 전도열) (kcal)

A<sub>w</sub> : 벽 또는 지붕의 면적(m<sup>2</sup>)

K<sub>w</sub> : 열통과율(kcal/m<sup>2</sup>, h, °C)

Δt<sub>e</sub> : 실효온도차 (°C)

## 2. 냉방부하

---

### 2.5.2 열통과율

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

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{a} + \frac{1}{c} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_o}}$$

(5-1)여기서,

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

$\alpha_i, \alpha_o$  : 내면( $\alpha_i$ ) 및 외면( $\alpha_o$ )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 두께를 가지고, 균질이 아닌것의 열전도율로서, 대표예를 표 5.13에 나타내었다.

$\lambda$  : 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.





## 2. 냉방부하

[표 5.8 실효온도차<sup>(15)</sup>

(a) 하계냉방용

(°C)

벽타입	방위	시 각 ( 태 양 시 )												
		오 전							오 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	28.4	23.0	16.6
	N · 응달	1.3	3.4	4.3	4.8	5.9	7.1	7.9	8.4	8.7	8.8	8.7	8.8	9.1
	NE	3.2	9.9	14.6	16.0	15.0	12.3	9.8	9.1	9.0	8.9	8.7	8.0	6.9
	E	3.4	11.2	17.6	20.8	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	18.1	18.4	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	7.9	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	17.5	23.0	27.6	30.7	32.3	32.1	30.3	36.9	22.0
	N · 응달	0.8	2.1	3.2	3.9	4.8	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	16.0	18.3	18.5	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	16.3	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	10.8	9.2
	SW	0.5	0.7	1.5	2.7	4.1	5.4	7.1	9.8	13.1	16.2	18.5	19.3	18.2
	W	0.5	0.7	1.5	2.7	4.1	5.4	6.6	8.0	11.1	15.1	19.1	21.9	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	12.8	17.3	21.4	24.8	27.2	28.4	28.2	26.6	23.7
	N · 응달	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	9.5	10.9	11.2	10.6	10.1	9.8	9.6	9.4	9.0	8.4
	E	1.8	4.6	8.3	11.7	14.2	15.3	14.9	13.6	12.4	11.6	10.9	10.1	9.3
	SE	1.4	2.9	5.4	8.3	11.0	12.9	13.8	13.6	12.6	11.7	11.0	10.2	9.3
	S	1.1	1.1	1.4	2.3	4.0	6.0	8.1	9.9	11.2	11.7	11.6	10.8	9.8
	SW	1.3	1.3	1.6	2.3	3.2	4.3	5.6	7.6	10.2	12.8	15.0	16.3	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	4.3	5.2	6.1	7.0	8.8	11.2	13.6	15.2	
V	수 평	3.7	3.6	4.3	6.1	8.7	11.9	15.2	18.4	21.2	23.3	24.6	24.8	23.9
	N · 응달	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	10.8	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	1.8	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	2.4	2.3	2.5	2.9	3.5	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	4.3	5.1	6.4	8.3	10.7	13.1	15.0
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	6.1	6.1	6.7	8.0	9.9	12.0	14.3	16.6	18.5	20.0	20.9	21.1
	N · 응달	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	7.8	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	10.5	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	4.6	5.6	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 · 응달	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	6.6	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	8.6	8.9	9.1	9.3	9.3	9.3
	SE	5.2	5.0	5.0	5.3	5.8	6.4	7.1	7.6	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	4.9	5.1	5.4	5.9	6.5	7.3	

(a) 추계냉방용

(°C)

벽타입	방위	시 각 (태양시)													
		오 전								오 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	9.3	14.5	18.1	19.7	19.4	17.3	13.3	8.0	3.0	
	N·응달	-5.8	-5.4	-4.3	-2.7	-1.1	0.2	1.1	1.6	1.9	2.0	1.9	1.3	0.3	
	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	-5.8	-3.9	3.0	12.1	17.7	19.6	18.6	15.5	11.0	6.5	3.5	1.8	0.5	
	S	-5.8	-4.9	-1.1	5.2	11.2	15.9	19.0	20.4	20.3	18.6	15.3	10.1	4.3	
	SW	-5.8	-5.4	-4.2	-2.7	-0.3	3.8	9.1	14.6	19.2	21.6	21.7	16.9	8.3	
	W	-5.8	-5.4	-4.2	-2.7	-1.1	0.2	1.0	3.3	8.2	13.3	16.5	14.6	7.6	



## 2. 냉방부하

[표 5.9 벽 타입<sup>(16)</sup>]

벽 타입 II	III	IV
· 목조벽·지붕 · 두께 합계 20~70mm 의 중량벽	· II + 단열층 · 두께 합계 70~100 mm의 중량벽	· III의 중량벽 + 단열층 · 두께 합계 110~160 mm의 중량벽
벽 타입 V	VI	VII
· IV의 중량벽 + 단열층 · 두께 합계 160~230 mm의 중량벽	· V의 중량벽 + 단열층 · 두께 합계 230~300 mm의 중량벽	· VI의 중량벽 + 단열층 · 두께 합계 300~380 mm의 중량벽

[표 5.11 공기층의 전열율<sup>(9)</sup> (개략치)]

수 직	밀폐 표준적인 실제구조	5.0 12.0
수 평	밀폐·상향열류 밀폐·하향열류	5.3 3.6

$a = \lambda / d$  (kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)

[표 5.10 표면열전도율<sup>(18)</sup> (kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)]

■ 구조체의 열저항

구 조		열관류 방향			비고 (kcal/hr · m <sup>2</sup> · °C)
		수 평	수직상향	수직하향	
외 벽	외 부	0.033	-	-	$a_0 = 20$
	내 부	0.133	-	-	$a_i = 7.5$
내 벽	외 부	0.133	-	-	$a_0 = 7.5$
	내 부	0.133	-	-	$a_i = 7.5$
바 닥	외 부	-	-	-	상향 $a_0 = a_i = 9.5$
	내 부	-	0.105	0.2	하향 $a_0 = a_i = 6$
지 붕	외 부	-	0.033	0.033	$a_0 = 20$
	내 부	-	0.105	0.2	$a_i = 9.5, a_0 = 6$
지하실바닥	외 부	-	-	0.033	$a_0 = 6$
	내 부	0.133	-	-	$a_i = 7.5$

주 1) 평균속도 3.5 m/s

2) 평균속도 7 m/s

[표 5.12 건재의 열전도율<sup>(9)</sup>]

■ 구조체의 열전도율  
(kcal/m<sup>2</sup> · hr · °C) -  $\lambda$

재 료	내 벽	외 벽	비 고
시 멘 트 몰 탈	1.2	1.3	두께 15mm
시 멘 트 벽 돌	1.2	1.2	
방 수 몰 탈	-	1.3	
단 열 몰 탄	-	0.035	
콘크리트	보 통	1.3	
	경 량	-	
	기 포	-	
	신 더	-	
보 온 재	스치로폴	-	내/외벽: 압출발포 3호
	액체방수	-	
	슈트방수	-	
	와이어매쉬수	-	
	드라이비트	-	옥상바닥(아스팔트방수) 1층 온돌바닥, 벽, 최상층 천정
	발포폴리스틸렌2호	-	
	발포폴리스틸렌4호	-	
	암면 보온재	-	
	암면 흡음판	-	
	아미텍스	0.087	
외 장 타 일		1.1	두께6-10mm
바 닥 용 타 일		1.55	
스토프레이		0.77	조적벽 내부마감(KSF-3004)
석 고 보 드		0.17	
플레시블보드		0.53	
텍 스		0.087	
지하층외벽-흙		1.6	두께1mm
흙, 자갈		0.53	
잡 석		1.7	두께0.5mm
인 조 석		-	
대 리 석		-	
화 강 석		1.87	
폴리에틸렌피복		0.04	
아 스 팔 트		0.63	
루 우 핑 지		-	
아스팔트루우핑		-	
복 층 유 리		2.86	공기층 12mm
강 화 유 리		2.8	
유 리 블럭		0.38~0.4	두께95mm
강제 후레쉬 도어		2.1	
강 제 문		3.8	
목 제 문		3	
유 리 문		3.85	



## 2. 냉방부하

III	수 평	-5.6	-5.4	-4.1	-0.7	4.0	8.9	13.2	16.2	17.6	17.4	15.4	11.9	7.7
	N·응달	-5.6	-5.5	-4.9	-3.9	-2.6	-1.3	-0.2	0.6	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	10.6	16.0	13.6	10.2	7.0	4.6	2.7
	S	-5.6	-5.3	-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	19.5	18.3	13.4
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	9.5
	N·응달	-5.1	-5.2	-4.9	-4.3	-3.4	-2.4	-1.5	-0.7	0	0.5	0.9	0.9	0.7
	E	-5.0	-4.7	-2.6	1.1	4.5	6.4	6.6	5.7	4.8	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	10.9
	SW	-4.7	-4.8	-4.6	-4.1	-3.0	-1.2	1.7	5.3	9.1	12.4	14.8	15.3	13.0
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·응달	-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	3.9	4.3	4.2	3.9	3.6	3.3	2.9
	SE	-3.7	-3.9	-3.3	-1.3	1.6	4.5	7.0	8.8	9.6	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	9.6	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
VI	수 평	-1.3	-1.9	-2.2	-1.5	-1.3	-0.1	1.6	3.4	5.1	6.7	7.8	8.4	8.3
	N·응달	-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	-0.8	0.6	1.7	2.3	2.6	2.7	2.8	2.7	2.5
	SE	-2.0	-2.4	-2.3	-1.5	0.1	1.9	3.8	5.3	6.4	6.9	6.9	6.7	6.2
	S	-1.0	-1.6	-1.3	-1.6	-0.7	0.7	2.3	4.2	6.0	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	1.8	3.7	5.7	7.3	8.1
VII	수 평	1.4	0.7	0.3	0.1	0.2	0.5	1.2	2.0	2.9	3.9	4.7	5.3	5.6
	N·응달	-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	2.9	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	6.6
	SW	1.0	0.5	0.1	-0.2	-0.5	-0.5	-0.3	0.2	0.9	1.9	3.0	4.1	4.8
VIII	수 평	-0.6	-0.9	-1.2	-1.5	-1.6	-1.7	-1.6	-1.5	-1.2	-0.6	0.1	1.0	1.7
	N·응달													
	E													
	SE													
	S													
	SW													

(c) 동계냉방용

(°C)

벽타입	방위	시								각 (태양시)					
		오				전				오			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	4.9	6.5	6.2	4.9	-0.5	-6.0	-8.9	
	N·응달	-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	-15.8	-15.5	-9.9	1.0	8.2	10.8	10.2	7.2	2.9	-2.1	-6.1	-8.2	-9.6	
	S	-15.8	-15.5	-11.9	-4.2	3.0	8.2	11.5	13.1	12.9	11.1	7.4	0.7	-6.3	
	SW	-15.8	-15.5	-14.4	-12.9	-10.0	-4.9	0.8	3.8	1.7	-2.5	-6.2	-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·응달	-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	0.6	5.4	7.5	7.3	5.1	1.7	-2.1	-4.0	-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	-3.6	-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·응달	-15.1	-15.2	-15.0	-14.4	-13.5	-12.6	-11.7	-10.9	-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	0.9	4.1	6.3	7.5	7.3	5.4	1.9	
	SW	-15.0	-15.1	-19.9	-14.3	-13.1	-10.8	-7.6	-4.4	-2.9	-3.0	-4.1	-5.3	-6.5	
V	수 평	-13.6	-14.0	-14.1	-13.6	-12.2	-10.3	-7.8	-5.5	-3.5	-2.0	-1.3	-1.7	-2.7	
	N·응달	-14.3	-14.6	-14.6	-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	-6.5	-5.5	-5.3	-5.6	-6.2	
VI	수 평	-12.0	-12.4	-12.7	-12.7	-12.1	-11.1	-9.7	-8.1	-6.5	-5.2	-4.2	-3.9	-4.0	
	N·응달	-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	0.8	0.7	
	SW	-12.7	-13.1	-13.3	-13.4	-13.3	-12.8	-11.8	-10.3	-9.0	-8.0	-7.4	-7.2	-7.2	
VII	수 평	-10.2	-10.6	-10.9	-11.1	-11.1	-10.8	-10.4	-9.5	-8.7	-8.3	-6.6	-6.7	-6.5	
	N·응달	-13.0	-13.2	-13.3	-13.5	-13.5	-13.5	-13.3	-13.2	-13.0	-12.7	-12.5	-12.3	-12.1	
	SE	-9.9	-10.3	-10.6	-10.5	-9.9	-9.1	-8.1	-7.1	-6.2	-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	-5.6	-4.5	-3.5	-2.8	-2.4	
	SW	-11.4	-11.7	-12.0	-12.2	-12.2	-12.1	-11.7	-11.1	-10.4	-9.7	-9.3	-8.9	-8.8	

## 2. 냉방부하

표 5.13 대표적인 벽의 열통과율 <sup>(21)</sup> (kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)

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

표 5.14 대표적인 지붕의 열통과율 <sup>(22)</sup> (kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)

지붕 구조				kg/m <sup>2</sup>	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 <sup>1)</sup>			525	2.12	2.56	VI
	아스팔트 10mm						
	천장없음 <sup>2)</sup>			560	1.20	1.51	VII
	콘크리트(주구조) 두께 150			590	2.03	2.42	VI
	천정있음 <sup>1)</sup> 천장없음 <sup>2)</sup>						

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

## ● 2.6 전도열 ----- 외벽, 지붕이외

### 2.6.1 유리

실내외의 온도차에 의한 유리로부터의 침입열( $Q_G$ )는

$$Q_G = A_G \times K_G \times \Delta t$$

여기서,

- $A_G$  : 유리면적(m<sup>2</sup>)  
 $K_G$  : 유리의 열통과율(kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)  
 $\Delta t$  : 실내외 온도차(°C)로 구할수 있다.  
 표 5.15에 유리의 열통과율을 나타냈다.

### 2.6.2 칸막이 벽

냉방하지않은 실 또는 복도에 면하고 있는 칸막이 벽으로부터의 침입열( $Q_P$ )는  $Q_P = A_P \times K_P \times \Delta t_P$



## 2. 냉방부하

표 5.15 유리의 열통과율<sup>(23)</sup>

(kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)

종 별	열통과율	종 별	열통과율
일중유리(여름)	5.1 <sup>1)</sup>	흡열유리	
일중유리(겨울)	5.5 <sup>2)</sup>	블루펜 3~6mm	5.7 <sup>2)</sup>
이중유리		글레이펜 3~6mm	5.7 <sup>2)</sup>
공기층 6mm	3.0	글레이펜 8mm	5.4 <sup>2)</sup>
공기층 13mm	2.7	서머펜 12~18mm	3.0 <sup>2)</sup>
공기층 20mm	2.6		
유리블록(평균)	2.7		

주 1) 평균풍속 3.5m/s

2) 평균풍속 7m/s

표5.16 대표적인 칸막이벽의 열통과율<sup>(24)</sup>

(kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)

칸막이벽				중량 면적	열 통과율
목 조	일중벽 : 양면 나무꺠음 플러스터마감			20	2.49
	이중벽(속이빔) : 양면 나무꺠음 플러스터마감			40	1.37
콘크리 트 구조	주구조 : 콘크리트 또는 콘크리트 불럭	콘크리트	100mm	290	2.85
			120mm	335	2.74
	양면 : 몰탈 15mm 플러스터 3mm 마감	콘크리트 불럭	100mm	210	1.96
			150mm	240	1.80

표5.17 대표적인 천장 바닥의 열통과율<sup>(25)</sup>

(kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)

천장 · 바닥구조			중량 면적	상향 열류	하향 열류
목 조	마루널(10mm)불임, 노송바닥판(18mm) 공기층, 천장판 (바탕널 또는 하드텍스 12mm)		110	1.36	1.16
콘크리 트 구조	아스타일불임 5mm	두께 100mm	270	1.57	1.31
	몰탈 15mm	천장있음 <sup>1)</sup>	300	2.71	2.01
	콘크리트(주구조) —	천장없음 <sup>2)</sup>			
	두께 150mm	천장있음 <sup>1)</sup>	380	1.48	1.25
		천장없음 <sup>2)</sup>	410	2.49	1.88

주 1) 공기층, 하드텍스 12mm의 매단천장

2) 몰탈 15mm, 프러스터 3mm 마감

여기서,

$A_b$  : 칸막이벽의 면적(m<sup>2</sup>)

$K_b$  : 칸막이벽의 열통과율 (kcal/m<sup>2</sup> · h · °C)

$\Delta t_b$  : 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 5.1<sup>(26)</sup>

어느 균질한 벽체에 열통과(열관류)율 5.0kcal/m<sup>2</sup> · h · °C의 유리창을 설치하여, 이 벽면 전체의 평균 열통과율을 3.0kcal/m<sup>2</sup> · h · °C로 한다. 이 창면적비(벽면 전체의 면적에 대한 창면적의 비율%)을 구하시오

[조건]

- ① 벽체의 열전도율 0.5kcal/m<sup>2</sup> · h · °C
- ② 두께 150mm
- ③ 표면열전도율(실내측)8kcal/m<sup>2</sup> · h · °C
- ④ 표면열전도율(옥내측)20kcal/m<sup>2</sup> · h · °C

[해답] 벽면 전체를 통과하는 열량을  $Q$ (kcal/m<sup>2</sup> · h) 그 면적  $A$ (m<sup>2</sup>), 평균열통과율  $K$ (kcal/m<sup>2</sup> · h) 내외의 온도차를  $\Delta t$ (°C)라 할 때,  $Q = A \times K \times \Delta t$  로 표시된다

## 2. 냉방부하

### 2.6.3 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.

$$\text{벽체의 } K_w = \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{0.15}{0.5} + \frac{1}{8}} \approx 2.1 (\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$$

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.

$$A \times K \times \Delta t = A_w K_w \Delta t + A_G K_G \Delta t$$

$$A = A_w + A_G,$$

$$\text{위 식에 따르면 } A_w \approx 2.22 A_G$$

따라서

$$\text{창면적비} = \frac{A_G}{A} \approx 0.31 \text{ 가 된다.}$$

이 때는 3.2.2「틈새바람」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.

## ● 2.7 틈새바람

### 2.7.1 틈새바람의 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.

표 5.18 도어의 개폐에 따른 틈새바람<sup>(27)</sup> (하계)

실내인원수 1인당 틈새바람의 양( $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{인}$ )

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

- 주 1) 스윙식 도어가, 전실(vestibule)을 가진 때는 회전식 값과 거의 같게 된다.  
2) 도어에는 3.5%의 바람이 정면에서 부딪히는 경우로, 비스듬히 부딪히는 경우는 0.6배로 한다.

### 2.7.2 틈새바람의 부하

틈새바람의 현열부하  $Q_{rs}$  ( $\text{kcal/h}$ )는

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

$$\frac{\text{공기의 비열}(\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C})}{\text{표준공기의 비용적}(\text{m}^3/\text{kg})} = \frac{0.24}{0.83} = 0.29 (\text{kcal/m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

로 구할 수 있다.

틈새바람의 잠열부하  $Q_{rl}$  ( $\text{kcal/h}$ )는

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

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

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



## 2. 냉방부하

### 2.8 내부발생열

#### 2.8.1 인체

실내에 거주하는 인체로부터의 발생열량을 표 5.19에 나타냈다. 실내 인원수가 불명확한경우는, 표 5.20에 나타난 개략치를 이용한다.

인체로부터의 발생열에 의한 현열부하  $Q_{hs}$ 는,  $Q_{hs} = \text{인원수(인)} \times \text{그 작업상태, 실온의 발생현열(kcal/h} \cdot \text{인)}$ 로 구할수 있다.

인체로부터의 발생열에 의한 잠열부하  $Q_{pl}$ 은,  $Q_{pl} = \text{인원수(인)} \times \text{그 작업상태, 실온의 발생잠열(kcal/h} \cdot \text{인)}$ 로 구할수 있다.

표 5.19 인체로부터의 발생열량 <sup>(28)</sup>

(kcal/h · 인)

작업상태	실온(°C)		28		27		26		24		21	
	적용장소	전발열량	현	잠	현	잠	현	잠	현	잠	현	잠
정좌	극장	80	40	40	44	36	48	32	52	28	59	21
경작업	학교	91	41	50	44	47	48	43	55	36	62	29
사무소업무, 가벼운 보행	사무소, 호텔, 백화점	102	41	61	45	57	49	53	56	46	65	37
서거나, 앉거나, 걸거나	은행	114	41	73	45	69	50	64	58	56	66	48
작업	레스토랑	125	43	82	51	74	56	69	64	61	73	52
착석작업	공장의 경작업	170	43	127	51	119	56	114	67	103	83	87
보통의 댄스	댄스홀	194	51	143	56	138	62	132	74	120	91	103
보행(4.8km/h)	공장 중작업	227	61	166	69	158	75	152	87	140	104	123
볼링	볼링	330	102	228	106	224	109	221	119	211	138	192

#### 2.8.2 기기, 기구

실내에 설치된 기구류로부터의 발생열량을, 표 5.23에 나타냈다. 전동기를 가진 기계인 경우의 발열량은 입력(kw)을 알고 있다면, 현열부하 = 전동기입력(kw) × 860(kcal/h.kw)로 구할수 있다.

전동기에의 입력을 알수없을때는,

$$\text{전동기입력(kw)} = \frac{P \times f_e \times 1}{\eta_m}$$

여기서,

$p$  : 전동기 정격출력(kw)

$f_e$  : 부하율

$\eta_m$  : 전동기 효율로 추정한다.

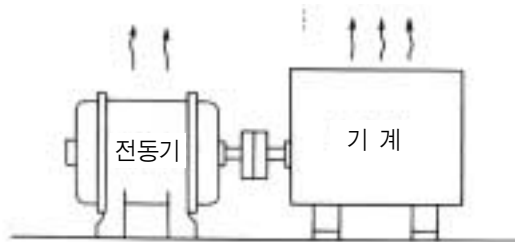
이중, 구동되는 기계에서 발열하는것은  $[p \times f_e]$ 이고, 남은  $[p \times f_e \times \{(1/\eta_m) - 1\}]$ 은 전동기 본체에서 발열한다.

따라서 그림 5.3과 같이 따로따로의 발열체가, 어느쪽도 공조 스페이스내에 있을지, 어느쪽 한쪽만이 있을지에 따라 부하에의 산입을 결정한다. 다수의 기계가 있을 때는, 그 동시 사용률로 고려하여 실제 이상의 부하를 산출하지 않도록 주의한다.

#### 2.8.3 조명

조명으로부터의 발열을 백열등과 형광등의 경우, 각각 다음과 같이 구할수 있다.

$$\text{발열량} \begin{cases} \text{양방} & p \cdot f_e \cdot / \eta_m \\ \text{어느쪽 한쪽} & p \cdot f_e (1/\eta_m - 1) \end{cases} \quad p \cdot f_e$$



주 1)  $p$  : 전동기의 정격출력 (kw)

1kW = 860kcal/h

$f_e$  : 부하율(실제의 전동기 출력 / 정격출력)

$\eta_m$  : 전동기의 효율 (전동기 출력 / 전동기 입력)

2)  $f_e$ 의 참고치 - 0.95 ~ 0.85

$\eta_m$ 의 참고치 - 2~5kw 0.81 ~ 0.82

7.5kW 이상 0.85

15kW 이상 0.90

그림 5.3 전동기와 기계로부터의 발열 <sup>(30)</sup>

## 2. 냉방부하

표 5.20 인원·조명의 참고치<sup>(29)</sup>

실의 종류	1인당×전용면적 (㎡/인)	조명(w/㎡)
사무실(일반)	5.0	20~30
은행영업실	50.	60~70
레스토랑	1.5	20~30
상점	3.0	25~35
호텔* 로비 객실	6.5	20~40
백화점 평균	18.0	15~30
혼잡	3.0	25~35 (주요충보다 큼)
한산	1.0	
극장	6.0	
	0.5	-

\* 백열등, 그외는 형광등

표 5.21 기구의 발생열<sup>(31)</sup>

### ■ 기타기기 발열량 (kcal/hr)

기 기 명	발생 현열	발생 잠열
전등, 전열 (kw당)	860	-
형광등(kw당)	1,000	-
커피끓이기 1.8 Lit(GAS)	100	25
토스터 15×28×23cm (전열)	610	110
가정용 스토브	1,800	200
미장원 헤어드라이어(115v)	470	80
전동기 (94~375w)	1,060	-
전동기(0.375~2.25kw)	920	-
전동기(2.25~15kw)	740	-
냉장고, 선풍기(0~0.4kw)	1,140	-
냉장고, 선풍기(0.75~3.7kw)	1,100	-
냉장고, 선풍기(3.7~15kw)	1,000	-

주) 백열등의 부하(kcal/h) = 와트수×0.86

형광등의 부하(kcal/h) = 와트수×1.25×0.86

= 와트수×1.08

형광등의 경우 1.25배하는 것은 안정기에 소비되는 전력을 고려하기 때문이다.

백열등의 부하(kcal/h) = 와트수 × 0.86

형광등의 부하(kcal/h) = 와트수×1.25×0.86 = 와트수×1.08

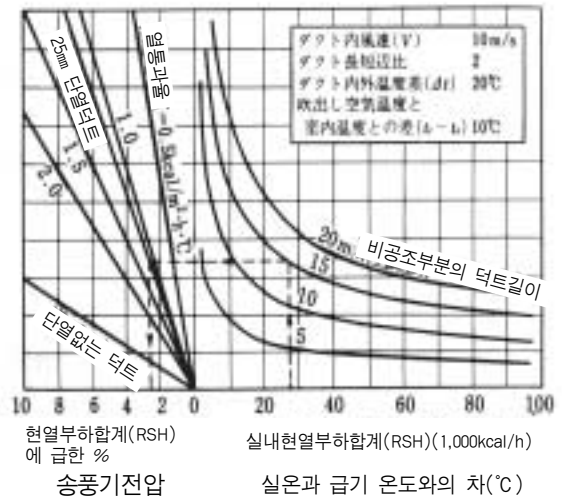
형광등의 경우에 1.25배 하는 것은, 안정기에 소비되는 전력을 고려하기 때문이다.

조명의 와트수가 불명확한 경우는, 표 5.20에 나타난 개략치로 계산한다.

근년, 사무소 빌딩에서 천장내를 플레넘 챔버로하여, 천장 매입형의 조명기구를 이용하여, 조명의 발열을 실내환기로 천장내로 끌어들이, 실내부하를 경감하는 일이 많이 행하여 지고 있다. 이 경우에 열의 제거율을 표 5.22에 나타냈다. 또한, 천장된 면의 공기를 환기로서 재순환하는 경우는, 천장 뒷면에 들어있는 조명열의 대부분은, 냉각코일 부하로 되는것에 주의한다.

표 5.22 흡입형 공조조명기구의 제거율<sup>(32)</sup>

40w하나의등당 통과풍량(㎡/h)		10	20	40	60	100이상
싱글 셀	하부커버	0.50	0.60	0.80	0.80	0.80
	하면개방	0.40	0.40	0.45	0.50	0.60
더블 셀	하면커버	0.40	0.40	0.45	0.60	0.70
	하면개방	0.30	0.35	0.40	0.55	0.50



V. Δ의 값이 그림과 다를때의 보정치

Δt	V	5	10	15	20
15	0.86	0.75	0.62	0.53	
20	1.14	1.00	0.82	0.71	
25	2.43	1.25	1.03	0.80	
30	1.71	1.50	1.23	1.00	

그림 5.4 급기덕트의 열 취득<sup>(33)</sup>

### 2.8.4 여유율

이상의 계산에 나타나지 않는 부하나 예상외의 부하에 대처하기 위하여, 약간의 여유율을 곱하는 수가 있다.

특히 정해진 계산법은 없지만, 통상, 실내부하를 합하여 여기에 수%를 여유로서 더한다. 보통의 경우는 0 이라도 좋고, 엄밀한 온도유지가 요구될 때는 5~10% 정도를 더한다.





## 2. 냉방부하

### ● 2.9 기타 부하

#### 2.9.1 급기덕트의 열 취득

급기덕트가 냉방이 아닌 온도가 높은 곳을 통과하면, 단열되어 있어도 표면으로부터 열이 침입한다. 이것은 그림 5.4에 의해 실내현열 부하에 대한 퍼센테이지로 구할 수 있다.

#### 2.9.2 급기덕트의 누설 손실

일반 덕트는 반드시 누설이 있고, 시공이 나쁘면 다량으로 샌다. 이것은 현열과 잠열의 손실로서, 그 분량만큼 실내부하에 준하는 것으로 더한다. 누설량은 정확히는 알 수 없으나, 일반적으로 송풍량의 5% 전후이다.

#### 2.9.3 송풍기 동력

송풍기가 냉각코일의 하류에 있을 때는 실내현열 부하가 된다. 이열도 실내현열부하에 대한 퍼센테이지로 나타내는 편이 취급하기 쉬우므로, 그 실용치를 표 5.23에 나타냈다.

#### 2.9.4 기타 부하의 합계

상기의 기타부하는, 덕트열취득, 덕트 누설, 손실, 송풍기의 동력의 각각의 퍼센테이지를 구해 더하면 좋지만, 일반적인 공조조화기에서는 아무리 엄밀하게 계산하여도 의미가 없으므로, 이것을 함께 생각하여 하나의 합계 퍼센테이지를 정하여 간단하게 계산한다. 그 참고 치를 다음에 나타냈다.

일반적인 경우 : 10% 급기덕트가 없거나 짧은 경우 : 5%  
고속덕트등으로 송풍기 정압이 높은 경우 : 15%

#### 2.9.5 실내현 열부하

[실내현 열부하 소계 + 여유 + 기타부하]를 실내현 열부하(RSH)로 한다.

표 5.23 송풍기에 의한 열부하 <sup>(34)</sup>

送風機全圧 (mmAq)	室温と給気温度との差(℃)					
	5	7.5	10	12.5	15	17.5
15	1.5	1.1	0.8	0.7	0.6	0.5
20	2.3	1.6	1.2	0.9	0.8	0.7
25	3.0	2.0	1.5	1.2	1.0	0.9
30	3.9	2.7	2.0	1.5	1.3	1.2
40	5.1	3.7	2.7	2.2	1.8	1.5
50	6.7	4.7	3.5	2.8	2.3	2.0
75	11.0	7.7	5.8	4.6	3.9	3.3
100	16.7	11.5	8.5	6.9	5.5	4.8
125	20.5	14.0	10.4	8.6	7.2	6.2
150	27.0	19.0	13.6	11.0	9.0	7.8
200	—	28.0	21.2	17.2	14.2	12.3

- 주 1) 실내 현열에 대한 %로 나타냈음  
2) 위의 표는 중앙장치로서 송풍기 전합효율 70%의 경우, 송풍기용 모터가 공조스페이스 또는 케이싱 내에 놓여져 있지 않은 경우이다.

### ● 2.10 실내 잠열

#### 2.10.1 틈새바람, 인체, 기구, 기타

2.7.1, 2.7.2, 2.8.1, 2.8.2에서 서술한 각각의 잠열부하를 구한다.

#### 2.10.2 투습

벽이나 지붕의 외측과 내측에 공기의 수증기 잠력(또는 절대습도)이 다르면, 그 차에 의해 수분이 침투하여, 실내의 잠열부하가 된다. 일반적인 공조에서는 그 양은 적으므로 계산하지 않지만, 저습도가 요구되는 특수 한 실에서는 계산한다. 그 경우는 다음식으로 계산한다.

투습에 의한 잠열부하(kcal/h) = 벽 또는 지붕의 면적(㎡) × 절대습도차(kg/kg(DA)) × 투습계수  
(g/㎡ · h · mmHg) × 700(환산정수)

#### 2.10.3 여유도

계산이 곤란한 수분발생이나, 예상외의 잠열부하에 대처하거나, 준공 당초의 건물로부터의 수분발생을 고려하여, 일반적으로는 5%정도의 여유를 갖는다. 또, 환온환습장치에서, 장치의 습도 조정능력에 여유를 갖기 위하여, 10%(경우에 따라서는 15%)를 더한다.

#### 2.10.4 기타 부하

급기덕트에 있어서 누설손실분을 실내 발생부하에 준하는 것으로, 기타 부하속에 넣는다. 일반적으로 5%정도로 한다. 급기덕트가 짧거나 공조스페이스 내에서의 누설이라면, 이 손실은 고려하지 않아도 좋다.

#### 2.10.5 실내 잠열부하

실내잠열부하(RLH)는, RLH = 실내잠열부하소계 + 여유 + 기타 부하 이다.

#### 2.10.6 실내 전열부하

실내전열부하 = 실내현열부하 + 실내잠열부하로 한다.

## 2. 냉방부하

### ● 2.11 외기 부하

실내공조에서는 재실자 1인당 20~30㎡의 외기를 집어 넣지 않으면 안된다. 이 외기량은 법규에 의해 규정되어 있으므로, 여기에 따르지 않으면 안된다. 상세한 것은 「환기설비계획」을 참조할 것. 특히 흥행장, 지하건축물, 무창건축물은 주의를 요한다. 도입 외기량이 정해지면, 다음식으로 외기를 실내 상태로까지 냉각감습하기 위한 열량을 계산하여, 외기부하로 한다.

외기부하(현열) (kcal/h) = 외기량(㎡/h) × 내외온도차(℃) × 0.29

외기부하(잠열) (kcal/h) = 외기량(㎡/h) × 내외절대습도차(kg/kg(DA)) × 720

이때, 외기의 온도 및 절대습도는 부하계산시각에 있어서인 것을 이용한다.

### ● 2.12 냉방부하

#### 2.12.1 단독실인 경우

단독인 실의 냉방부하는, 여기까지 계산하여온 실내부하와 외기부하와의 합계이다. 단, 이냉방부하는 어디까지나, 어느 계산 시각에 있어서인것이므로, 실내부하가 최대라도 냉방부하는 최대가 아닐수도 있다.

이 경우는 냉방부하가 최대가 되는 시각에 다시 계산 하여, 그것을 이 실용의 공조기 부하로 한다.

#### 2.12.2 다수실인 경우

다수의 실이 하나의 송풍계통으로 되어있는 경우는, 개개 실의 냉방부하의 합계가, 그대로 공조기나 공조장치의 부하가 되지 않는다. 이것은, 그 송풍계통의 부하가 최대가 되는 시각과 개개의 실의 최대부하가 반드시 일치하지 않는점, 각각의 실에서 현열비로부터 얻어질 수 있는 송풍상태점이 조금씩 다르다는 점에 의한다. 다수의 실을 하나의 공조계통으로 할 때는 그 장치 부하는 별도로 다음 방법으로 구한다.

① 개개의 실의 부하계산은 실내 전열부하가지로 하고, 각 실마다 현열비(SHF)를 구한다. 그중에서 가장 낮은 것을 이 계통용으로 선정한다.

② 선정한 현열비, 송풍온도차로부터, 장치로서의 냉각코일 출구온도를 구한다.

③ 각실마다의 송풍량을 구하여, 이것을 합계한다. 송풍량은 다음식으로 계산한다.

$$\text{송풍량(㎡/h)} = \frac{\text{실내현열부하(RSH)(kcal/h)}}{\text{취출온도차(℃)} \times 0.29}$$

더욱이 계통으로서 필요한 도입외기량을 정하여, 송풍량을 외기량과 환기량으로 나눈다.

④ 장치부하가 최대로 된다고 예상되는 계절과 시각을 정한다. 대개의 경우, 도입외기의 부하가 최대가 되는 하계의 오후 1~3시를 취한다.

⑤ 환기 또는 외기로부터 제거할 열량을 계산한다.

환기로부터 제거할 열량(kcal.h) = 환기량 (㎡/h) × (i<sub>RA</sub>-i<sub>c</sub>) × 1.2

외기로부터 제거할 열량(kcal/h) = 외기량(㎡/h) × (i<sub>OA</sub>-i<sub>c</sub>) × 1.2

여기서 i<sub>RA</sub> : 환기의 엔탈피(kcal/kg(DA)) i<sub>OA</sub> : 도입외기의 엔탈피(kcal/kg(DA))

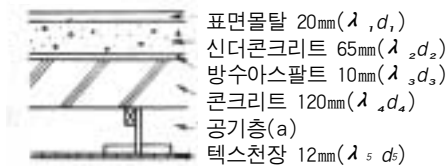
i<sub>c</sub> : 냉각코일 출구상태의 엔탈피 (kcal/kg(DA))

⑥ 이 양쪽을 합계하여 장치부하로 한다.

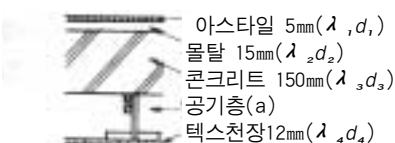
#### 예제 5.2 <sup>(36)</sup>

다음에 나타낸 구조의 지붕, 외벽, 바닥, 칸막이벽의 하계에 있어서의 열통과율을 구하시오.

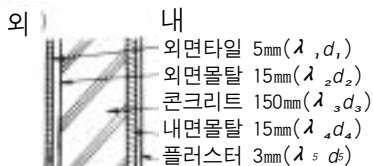
##### ① 지붕



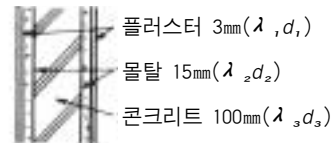
##### ③ 바닥(아래층은 냉방없음)



##### ② 외벽

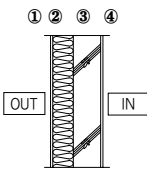
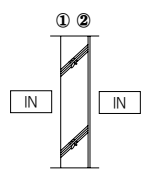
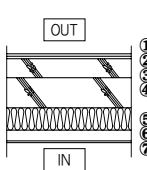
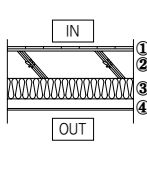


##### ④ 칸막이(인접실 냉방있음)





## 2. 냉방부하

구 분	재료명	두께 (mm)	열전도율 (kcal/m·hr·°C)	열전도저항 (m²·hr·°C/kcal)	K 값
외 벽 	1. 칼라록비트	2	0.2	0.010	0.50
	2. 암면	50	0.03	1.667	
	3. 콘크리트	200	1.4	0.143	
	4. 세멘몰탈	18	1.3	0.014	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0			0.000	
	↓ 외부저항	1,000	20	0.050	
	↑ 내부저항-벽	1,000	7.5	0.133	
	Σr:열전도저항 합계			2.017	
내 벽- 1 	1. 콘크리트	180	1.4	0.129	2.44
	2. 세멘몰탈	18	1.2	0.015	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0			0.000	
	↓ 내부저항-벽	1,000	7.5	0.133	
	↑ 내부저항-벽	1,000	7.5	0.133	
	Σr:열전도저항 합계			0.410	
천 장 	1. 아스팔트싱글	80	1.4	0.0570	0.30
	2. 액체방수 2차			0.1700	
	3. 무근콘크리트	80	1.4	0.0570	
	4. 콘크리트	120	1.4	0.0860	
	5. 암면	80	0.03	2.6670	
	6. 공극-상			0.1700	
	7. 알루미늄 천장판	1.2	1.8	0.0010	
	0.00			0.0000	
	0			0.0000	
	↓ 외부저항	1,000	20	0.0500	
	↑ 내부저항-상	2	9.5	0.1050	
	Σr:열전도저항 합계	20		3.3630	
바 닥 	1. 디럭스타일	150	1.1	0.002	0.50
	2. 세멘몰탈	50	1.2	0.017	
	3. 콘크리트	1,000	1.4	0.107	
	4. 암면스프레이	1,000	0.03	1.667	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0.00			0.000	
	0			0.000	
	↓ 내부저항-하	6		0.167	
	↑ 외부저항	20		0.050	
	Σr:열전도저항 합계			2.010	

예제 5.3 <sup>(36)</sup>

다음에 나타난 사무실의, 하계의 오후 4시에 있어서 냉방부하와 송풍량을 구하시오.



[조건]

장 소 : 서울시내, 모빌딩의 최상층

실내조건 : 26°C, 50%

실내발열 : 인원 30명, 조명(형광등) 20W/m²

주위상황 : 옥상에는 항상 일시가 있고, 인접실은 냉방 있고, 층말은 냉방 없음

틈새바람 : 없음, 도입외기량 : 25m³/h인

구 조 : 옥상, 외벽, 바닥, 칸막이는 예제 5.2의 구조로 하고, 열통과율은 각각 1.23, 2.196, 1. 27, 2.02로 한다.

창은 보통 1중 유리, 스틸샷시, 내측에 밝은 색 블라인드가 설치되어 있다.

### 3. 난방부하

#### 3.1 설계 조건

##### 3.1.1 외기 설계조건

표 5.2에 외기설계조건의 참고치를 나타냈다.

##### 3.1.2 실내 설계조건

사무소는 일반적으로 2°C, 40% 정도를 표준으로 하고 있지만, 기타실은 사용목적에 따라, 표 5.24에 나타난 실내온도를 이용한다.

표 5.24 실내설계조건 <sup>(38)</sup>

종 류		온도(°C)	종 류		온도(°C)
주 택	거실	16~24	병 원	개수실	21~23
	성인	23~25		수술실	21~35
	어린이	12~23		대병실	20~23
	노인, 병자	24~17		욕실	21~27
	침실	12~4		미숙아실	24~37
학 교	교실	21~23	극 장	객석	20~22
	집회실	20~12		홀	20~22
	체육관	13~28	호텔	침실	21~24
	강의실	18~10		식당	21~22
	플레이룸	16~18	상점 일반		18~21

주) 난방계산용, 온도만, 사무실은 포함하지않음

#### 3.2 가열부하

##### 3.2.1 전열 손실

난방부하 계산의 경우는 일정한 온도차에 의한 정상열전도의 계산을 행하는 것이 일반적이다.

각 구조체로부터의 전열손실은 난방부하에서 서술한 실, 열 통과율 등을 이용하여 계산하면 된다. 비난방실과의 온도차는, 비난방 스페이스가 외기에 접한면이 적을 때는 3~4°C, 많을 때는 외기와 실내온도와의 차이 1/2의온도차로 하는수가 많다. 전열손실을 계산할 때는, 방위에 대한 할증을 하는 수가 있다. 북, 동북, 서북은 15%증, 동, 동남, 서, 서남은 10% 증이다.

표 5.25 토양의 열 전도율<sup>3)</sup>

물 질	온도(°C)	비중량γ(kg/m³)	비열 c(kcal/kg°C)	열전도율λ(kcal/m·h·°C)
정토질토양	20	1450	0.21	0.10
사질토양	20	1600		0.92
흙	20	1890	0.20	0.54
모래	20	1700	0.20	0.42
자갈	20	1850	0.20	0.53

##### 3.2.2 틈새 바람

난방부하계산에 있어서는, 틈새바람에 의한 열손실은 중요한 요소이지만, 틈새바람의 양이 풍속, 풍량, 건물 높이, 구조, 창이나 문의 기밀성등, 많은 요소에 좌우 되므로 정확한 계산은 곤란하다. 현재에는 다음의 3가지 계산법중 어느것인가가 이용되고 있다.

###### (1) 크랙법

샤시의 크랙단위 길이당 틈새바람의 양을, 도표에서 구하여 산출한다. 크랙의 길이는 개개의 샤시에 대하여 계산하고, 창이 많은 주요 2면에 대하여 계산하여, 다른 면의 창은 풍하측으로 생각하여 계산하지 않는다. 풍속으로서는 일반적으로 7%를 이용하고 있다. 그림 5.6에 크랙단위 길이당의 틈새바람의 양(V/L)을 구한 도표를 나타냈다. 이 그림은 다음식을 기초로 하여 작성된 것으로, 풍압과 굴뚝효과의 양측 영향이 가미되어 있다. 종래 30m이하의 건물에서는, 굴뚝 효과의 영향은 적다고하여 계산하지 않아도 좋다.

$$\Delta p = \Delta p^*$$

여기서,

$$\frac{V}{L} \text{---} (\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}) = a \times \Delta p^{1/1.5} = a \times \sqrt[3]{(\Delta p)^2}$$

여기서, a : 샤시의 정수(표5.26)

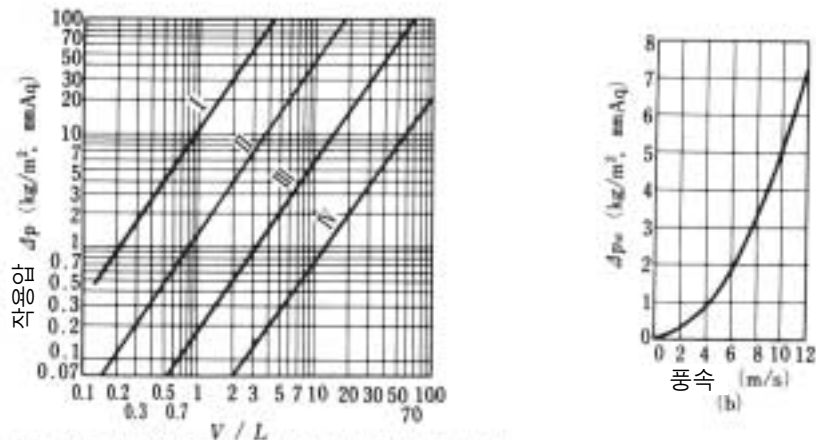
$\Delta p$  : 작용압 (kg/m²는 mmAq)

###### (2) 면적법

크랙법보다 간단한 방법으로, 창이나 문의 면적당 틈새 바람의 양을 표로부터 구하여 계산한다.



### 3. 난방부하



(a) 크랙단위 길이당 틈새바람의 양( $\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{h}$ )

그림 5.5 크랙단위길이당 틈새바람의양<sup>(42)</sup>

표 5.26 샤시크랙의 등급과 적용예<sup>(43)</sup>

등 급	I	II	III	IV
JIS호칭	(1) <sup>1)</sup>	4	15	60
샤시상수 $a$	0.22	0.86	3.24	12.92
적용예 <sup>2)</sup>	기밀 기구 부착	기밀패킹부착 오르내림 외여닫이, 열림 샤시 웨스트립부착 목재오르내리기 샤시	기밀패킹부착 미서기샤시  상등의 목재 샤시	기밀패킹이 없는 샤시  중등이하의 목재 샤시

- 주 1) JIS A 4706, 4966, 등급에는 규격되어 있지 않지만, JIS의호칭법에 따르면 I 이 된다  
2) 주로 가쓰다, 테라자와의 실험치에 의함

표 5.28 문의 틈새바람<sup>(45)</sup> (면적법 : 동계)

문의 종류	문의면적 1㎡당 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )				
	개폐 빈도가 적은문	개폐빈도가 보통인문			
		건물 높이			
		1-2층	15m 높이	30m 높이	60m 높이
회전문	30	200	230	260	320
유리도어 (틈새 5mm정도)	160	550	660	740	910
목제도어 (1m×2m 정도)	40	240	290	320	400
공장의문	30	55	-	-	-
자동차 차고문	75	250	-	-	-

표 5.28에 문의 면적당 틈새 바람의 양을 나타낸다.

이것들은 풍향의 영향만을 고려한것이므로, 고층빌딩의 아래층 풍향의 영향만을 고려한 것이므로, 고층빌딩의 아래층 창이나 1층 문은 굴뚝효과의 영향을 가미할 필요가 있다.

#### (3) 환기횟수법

일반적으로 이용되고 있는 가장 간편한 방법이지만, 실용적과 틈새바람과는 일정한 관계가 아니므로, 결과는 개산치이다. 표 5.29에 이것을 나타냈다. 이외에, 틈새 바람으로서는 배기량이 급기량보다 많은 경우는 그만큼 고려하지 않으면 안된다.

표 5.27 창의 틈새바람<sup>(44)</sup> (면적법 : 동계)

창의 종류	창 면적 1㎡당 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	
	소형창 760×1800	대형창 1400×2400
목제오르내리기창	16	9.7
상동, 여닫이가 나쁜것	44	28
강제오르내리기창	29	18
강제회전창 공장형	창전면적에대한 회전부분의 비율(%)	
	40	36
	60	53

표 5.29 틈새바람<sup>(46)</sup> (환기횟수법)

난 방	
접 한 면	환기횟수(회/h)
1면이 외기에 접함	1
2면이 외기에 접함	1.5
3면이 외기에 접함	2

환기횟수  $n(\text{회}/\text{h})$

주) 표 5.27, 5.28 공통

- 1) 풍속 7%
- 2) 위의표는 어느쪽도 바람이 정면에서 부딪히는 경우이다.  
비스듬히 부딪히는경우는 풍상측의 전면적을 대상으로 하여,  
위의표의 값에 0.6을 곱하여 구한다.
- 3) 고층건물에서 굴뚝효과에 의한 틈새 풍량을 위의 표로부터  
계산하는 경우 : 그림5.6 주2)로부터  $\Delta P_w$ 로 생각하여 같은  
그림의 (b)그림으로부터 거꾸로 상당풍속으로 산출한다.  
이어서 [위의 표의값 ×(상당풍속/7)]에 의해 개수를 얻는다.

### 3. 난방부하

#### 3.2.3 안전율

실내 열손실 합계(=전열손실합계+틈새바람부하)에 대하여, 통상 10% 정도의 안전을 예상한다. 실제로는 실내 조명이나 인체의 발생열이 안전측의 팩터가 되고있다.

#### 3.2.4 예열부하

상시는 난방하고 있지 않고, 때때로 사용하는 공회당, 교회와 같은 건물에서는, 난방개시시에 열손실 이외에건물자체를 덥히는 열량이 필요하다.(일반적으로 워밍업이라한다.) 이 열량은 다음식으로 계산된다.

$$\text{워밍업 열량(kcal)} = \text{건물구조의 평균비열(kcal/kg}^\circ\text{C)} \times \text{건물중량(kg)} \times \text{예열에 걸린시간(h)} \times \text{상승온도차(}^\circ\text{C)}$$

#### 3.2.5 실내열 손실합계

실내열 손실합계는 다음식으로 계산된다.

$$\text{실내열 손실합계} = \text{실내열 손실소계} \times \text{안전율}$$

#### 3.2.6 외기부하

가열장치로서의 부하는, 실내열손실외에 외기를 실온까지 가열하는 외기부하가 더해진다. 이 외기량은, 냉방계산에서 사용한 외기 도입량과 동량의 것을 이용한다.

#### 3.2.7 가열부하

가열부하는 다음의 식으로 구한다.

$$\text{가열부하} = \text{실내열손실} + \text{외기부하}$$

### ● 3.3 가 습 부 하

#### 3.3.1 가습량

가습량은 다음식으로 계산한다.

$$\text{가습량(kg/h)} = 1.2 \times \text{절대습도차(kg/kg(DA))} \times (\text{틈새바람외기})(\text{m}^3/\text{h})$$

#### 3.3.2 가습부하

가습부하는 다음식으로 계산한다.

$$\text{가습부하(kg/h)} = \text{가습량} \times 600$$

600 : 물의 증발잠열 (kcal/kg)

### ● 3.4 난 방 부 하

#### 3.4.1 단독실인 경우

단독실인 경우의 난방부하는 다음식으로 구한다. 난방부하(단독실) = 가열부하 + 기습부하

#### 3.4.2 다수실인 경우

① 개개실의 실내 열손실 합계까지를 계산한다.

② 실내열손실을 기초로 하여, 각실마다 유효 온도차를 구한다.

난방할때, 실내열손실에 상당하는것만큼 실온보다 높은공기를 송풍하지만, 이 송풍온도와 실온과의 차를 유효온도차라 하고, 다음식으로 계산한다.

$$\text{유효온도차(}^\circ\text{C)} = \frac{\text{실내열손실(kcal/h)}}{0.29 \times \text{송풍량(m}^3/\text{h)}} \quad \text{송풍량에는 냉방계산에서 산출한 송풍량을 이용 한다.}$$

③ 각실의 유효 온도차중에서, 가장 큰 값을 그 송풍 계통의 유효온도차로서 선정한다.

④ 송풍온도(가열코일출구온도)를 구한다. 송풍온도 = 실온 + 유효온도차

⑤ 가열코일의 부하를 구한다.

냉방시에 정한풍량을 이용하여 다음식으로 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{환기에 의한 부하(kcal/h)} &= \text{환기량(m}^3/\text{h)} \times (\text{코일출구온도-환기온도(}^\circ\text{C)}) \times 0.29 \quad \text{외기에 의한 부하(kcal/h)} \\ &= \text{외기량(m}^3/\text{h)} \times (\text{코일출구온도-외기온도(}^\circ\text{C)}) \times 0.29 \quad \text{이것을 합계하여 가열코일 부하를 얻는다.} \end{aligned}$$



### 3. 난방부하

⑥ 가습에 필요한 열량을 구한다.

가습용 열량 = {외기량(kcal/h) + 틈새바람의 풍량 (m<sup>3</sup>/h)} × 외기와 실내와 절대온도차(kg/kg(DA)) × 720

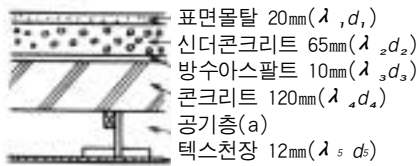
⑦ 장치부하를 구한다.

장치부하(kcal/h) = 가열코이부하 + 가습용여량 + 여유(5~10%)

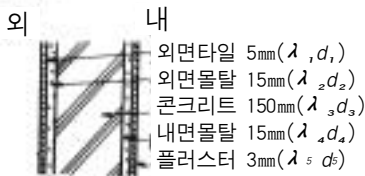
#### 예제 5.4 <sup>(47)</sup>

다음에 나타난 구조의 지붕, 외벽의 동계에 있어서 열투과율을 구하시오.

① 지붕

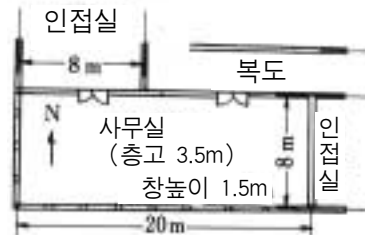


② 외벽



#### 예제 5.5 <sup>(48)</sup>

다음에 나타난 사무실의 가열부하 및 가습부하를 구하시오



[조건]

장소 : 서울시내, 모빌딩의 최상층

실내조건 : 22°C, 40%

샤시 : 미서기식 2m × 1.5m × 14개, 크랙등급 III

건물높이 : 지상 30m

창높이 : 지상 28m

인접실 및 밑층의 상태 : 난방있음

복도의 상태 : 난방없음

열통과율 : 지붕 1.56kcal/m<sup>2</sup> · h · °C

외벽 3.1kcal/m<sup>2</sup> · h · °C

바닥 1.25kcal/m<sup>2</sup> · h · °C

칸막이 2.85kcal/m<sup>2</sup> · h · °C

유리창 5.5kcal/m<sup>2</sup> · h · °C

인원 : 30명(1인당 외기도입량 25m<sup>3</sup>/h,인)