

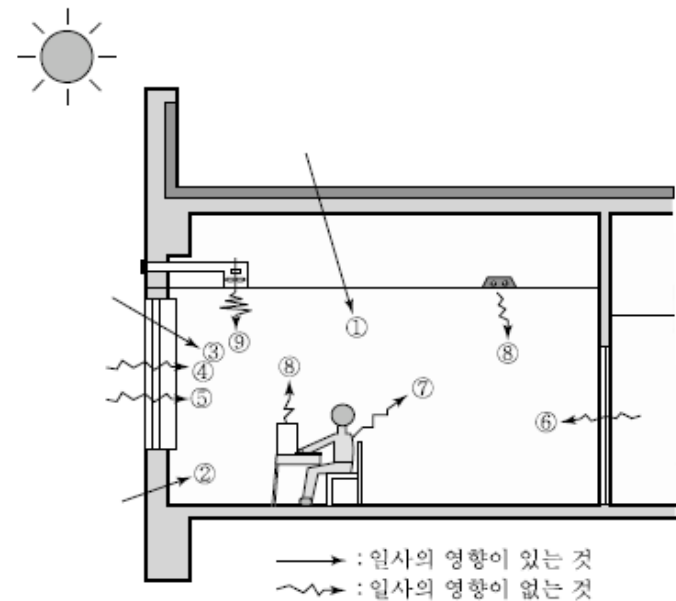
# [12차 : 냉방부하 및 난방부하 계산법]

## 1. 냉방부하의 종류

- 냉방부하에는 실외에서 침입하는 열, 실내에서 발생하는 열, 실내공기의 청정도를 유지하기 위하여 환기를 하거나, 또는 침입하는 외기가 냉각부하를 가지게 되므로 계산이 복잡할 수 있지만, 순서에 따라 계산하면 그다지 어려운 것은 없다.
- **냉방부하** : 외기온도 상승, 일사에 의한 열량, 바닥이나 외벽에서 실내로 들어오는 열 량, 실내에서 발생하는 열량 등을 동시에 제거하는 열량

[표 12-2] 냉방부하의 종류

항 목	내 용
침입열량	① 지붕 및 천장에서 들어오는 열량 $Q_1$
	② 외벽에서 들어오는 열량 $Q_2$
	③ 창에서 들어오는 태양의 복사열 $Q_3$
	④ 창에서 들어오는 온도차에 의한 열량 $Q_4$
	⑤ 극간풍에 의한 열량 <b>현열 <math>Q_5</math>, 잠열 <math>Q_5</math></b>
	⑥ 바닥 사이벽에서 들어오는 열량 $Q_7$
내부 발생열	⑦ 인체의 발열량 <b>현열 <math>Q_8</math>, 잠열 <math>Q_8</math></b>
	⑧ 전등 그외 기기의 발열량 $Q_{10}$
외 기 부 하	⑨ 환기를 위한 외기부하 <b>현열 <math>Q_{11}</math>, 잠열 <math>Q_{12}</math></b>



[그림 12-1] 냉방부하

- 쾌적감을 나타내는 설계시 실내 온습도조건(건구 $26^{\circ}\text{C}$ , 상대습도 $55\%$ ,  $h = 13.3 \text{ kcal/kg}$ )

외기 조건 : 서울(건구  $33.5^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $57\%$ ,  $h = 19.5 \text{ kcal/kg}$ )

인천(건구  $31.8^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $57.8\%$ ,  $h = 18.3 \text{ kcal/kg}$ )

수원(건구  $33.1^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $56.1\%$ ,  $h = 18.9 \text{ kcal/kg}$ ) 등 참조함.

## 2. 냉방부하의 계산

### [1] 지붕에서 침입하는 열량

- 지붕에서 침입하는 열량은  $q_1 = KA\Delta t_e$  [kcal/h], [W]

여기서,  $K$ : 열통과율 [kcal/m<sup>2</sup>.h.°C], [W/m<sup>2</sup>.K]

$A$ : 지붕면적 [m<sup>2</sup>],  $\Delta t_e$ : 상당온도차 [°C], [K]

열통과율  $K$ 가 표시되지 않은 구조에 대해서  $K = \frac{1}{R}$

$$R = \frac{1}{\alpha_0} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_i}$$

여기서,  $R$ : 열저항 [m<sup>2</sup>.h.°C/kcal], [m<sup>2</sup>.K/W]

$\alpha_0$ : 실외측의 표면열전달계수(여름 20kcal/m<sup>2</sup>.h.°C [23.3W/m<sup>2</sup>.K],

겨울 29kcal/m<sup>2</sup>.°C [33.7 W/m<sup>2</sup>.K])

$\alpha$ : 공기층의 열전달계수, 수직공기층 12kcal/m<sup>2</sup>.h.°C [14.0 W/m<sup>2</sup>.K],

수평공기층 5kcal/m<sup>2</sup>.h.°C [5.8W/m<sup>2</sup>.K]

$\lambda_n$ : 구조체의 열전도율 [kcal/m.h.°C], [W/m.K]

$l_n$ : 구조체의 두께[m]

$\alpha_i$ : 실내측의 표면열전달계수 [kcal/m<sup>2</sup>.h.°C], [W/m<sup>2</sup>.K]

[표 12-4] 옥상의 상당온도차

	구 조	$\Delta t_e$ [°C]		
		8시	12시	16시
콘크리트 지붕	콘크리트 두께 5cm 모르타르 방수	5.6	32.1	38.9
	동일(두께 10cm)	5.4	21.1	34.2
	동일(두께 15cm)	7.7	13.7	<u>18.4</u>
	콘크리트 두께 10cm 아스팔트 방수	8.4	11.8	26.2
	동일 두께 15 cm	11.4	11.4	18.4
목 조 지붕	철 판	24.5	46.1	30.7
	합판재	19.9	45.0	34.5
	기 와	20.9	45.0	34.7

[표 12-3] 지붕의 열통과율

구 조	재 료	두께[m]	열전도율( $\lambda$ )[W/m <sup>2</sup> .K]	열통과율(K)[W/m <sup>2</sup> .K]
지붕 A	방수모르타르	0.020	1.3/1.5	<u>1.40/1.63</u>
	실드콘크리트	0.060	0.75/0.87	
	방수층	0.010	0.64/0.74	
	콘크리트	0.120	1.4/1.6	
	공기층			
	텍스트	0.012	0.087/0.1	
지붕 B	방수모르타르	0.020	1.3/1.5	2.51/2.92
	실드콘크리트	0.060	0.69/0.80	
	방수층	0.010	0.64/0.74	
	콘크리트	0.120	1.4/1.6	
	플라스트	0.010	0.52/0.6	

[표 12-5] 주요재료의 열전도율

재 료	열전도율 $\lambda$ [kcal/m <sup>2</sup> .h.°C][W/m.K]	재 료	열전도율 $\lambda$ [kcal/m <sup>2</sup> .h.°C][W/m.K]
철골콘크리트	1.4/1.6	타 일	1.7/1.98
실드콘크리트	0.69/0.8	플렉시블보드	0.53/0.62
PC 판	0.65/0.76	아스팔트	0.64/0.74
15cm 경량블록	0.42/0.49	P 타일	0.14/0.16
모르타르	1.3/1.5	텍스트	0.07/0.08
플라스트	0.52/0.6	판글라스	0.68/0.79

## [2] 외벽에서 침입하는 열량

- 외벽에서 침입하는 열량은  $Q_2 = KA\Delta t_e$

[표 12-6] 외벽 및 사이벽의 K값

구 조	재 료	두께 t [m]	열전도율 λ [kcal/m·h·°C]	열통과율 K [kcal/m²·h·°C],[W/m²·K]
외 벽	타 일	0.010	1.1	3.10/3.6
	모르타르	0.015	1.3	
	콘크리트	0.150	1.4	
	모르타르	0.015	1.3	
	플라스티	0.003	0.52	
외 벽	모르타르	0.015	1.3	<u>3.20/3.72</u>
	콘크리트	0.150	1.4	
	모르타르	0.015	1.3	
	플라스티	0.003	0.52	
구 조	재 료	두께 t [m]	열전도율 λ [kcal/m·h·°C]	열전도율 λ [kcal/m²·h·°C][W/m²·K]
사이벽	플라스티	0.003	0.50	<u>1.80/2.06</u>
	모르타르	0.015	1.2	
	경량블록	0.100		
	모르타르	0.015	1.2	
바 닷	P 타일	0.003	0.14	2.68/3.12
	모르타르	0.02	1.3	
	콘크리트	0.015	1.3	
목조벽				3.0/3.49
레 프	강 제			6.0/6.98
	목 제			3.0/3.49

[표 12-7] 외벽에 대한 상당온도차

	구 조	시각	북	북동	동	동남	남	남서	서	서북	
면 리 벽	두께 10cm	8	5.5	15.6	16.7	12.8	0.6	1.9	1.9	5.0	
		12	4.5	15.8	19.1	18.6	8.5	8.3	5.4	5.4	
		16	7.0	7.7	7.9	11.9	13.3	19.3	17.5	14.6	
	두께 15 cm	8	0.7	2.0	3.2	2.7	1.0	3.0	3.2	2.6	
		12	4.7	13.9	17.4	15.1	4.1	6.8	5.6	6.6	
		16	5.8	6.9	7.4	11.0	11.8	7.8	7.5	7.5	
	두께 20 cm	8	0.8	3.1	4.3	3.6	1.4	4.1	4.1	3.6	
		12	4.6	12.2	14.0	12.3	2.9	5.5	5.3	6.4	
		16	4.9	9.2	10.2	12.1	9.2	10.3	7.2	9.7	
	경 면 벽	두께 10 cm	8	0.2	1.7	2.6	2.2	0.7	2.5	2.4	2.3
			12	4.4	15.0	18.8	16.5	4.9	6.2	5.2	5.9
			16	6.1	7.1	7.4	11.4	12.5	11.6	10.4	9.7
두께 15 cm		8	0.6	2.6	4.0	3.4	1.3	5.6	3.8	3.3	
		12	4.7	12.5	13.6	11.7	2.6	9.6	4.9	6.2	
		16	4.6	11.5	11.4	12.8	8.8	9.8	7.0	6.9	
구 조		시각	북	북동	동	동남	남	남서	서	서북	
커 텐 울		로크울 2.5cm 내부베니어	8	5.5	19.8	27.2	20.0	1.5	1.7	1.8	4.4
	12		6.5	11.8	14.0	17.8	15.1	12.0	6.4	5.4	
	16		8.2	8.0	7.8	10.3	11.0	27.5	32.0	25.3	
	로크울 5cm 내부 베니어, 외면 철판	8	5.9	19.0	22.9	17.7	0.9	1.3	1.3	4.7	
		12	5.5	14.4	17.5	19.4	13.2	11.1	5.7	5.7	
		16	9.8	7.8	7.9	11.4	12.6	25.6	27.3	22.0	
부 조 벽	외면 모르타르, 내면 플라스터	8	5.3	19.5	26.4	19.3	1.6	1.7	1.8	4.5	
		12	6.1	12.2	14.6	18.2	14.7	12.4	6.3	6.4	
		16	7.7	7.8	7.9	10.4	11.4	27.1	30.8	24.4	

### [3] 창 유리로부터 침입하는 열량

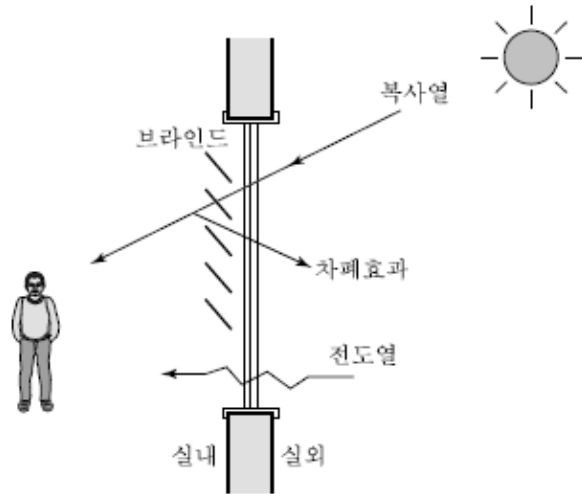
- 최근의 건물들은 창의 면적이 커지는 경향이 있고, 냉방부하 가운데 큰 비율을 차지한다. 유리창에 들어오는 열은 그림과 같이 일사에 의한 복사열과 온도차에 의한 전도열이 구분되지만, 전자는 열부하가 크므로 에너지 절약의 관점에서 **유리의 재질, 창의 구조** 등에 대한 검토가 중요하다.

#### (1) 복사열에 의해 침입하는 열량

- 복사열에 침입하는 열량  $q_3 = I_{RR} K_s A$  [kcal/h], [W]

여기서,  $I_{RR}$ : 단위창면적당 복사열량 [kcal/m<sup>2</sup>.h], [W/m<sup>2</sup>] ,  $K_s$ : 차폐계수(브라인드계수),  $A$ : 창면적 [m<sup>2</sup>]

복사열은 **창의 두께가 얇으면 일사의 영향이 크다**. 창에 브라인드를 내려 직사광을 차단함으로써 복사열을 차단하는 효과를 구한다



[그림 12-2] 창에서 들어오는 열

[표 12-8] 복사열량 [kcal/m<sup>2</sup>.h], [W/m<sup>2</sup>]

유리창에 접하는 방위각	시 각 (북위 35°, 7월말)		
	8시	12시	16시
북 동	337/392	42/49	36/42
동	485/564	42/49	36/42
남 동	324/377	95/110	36/42
<u>남</u>	37/43	147/171	<u>37/43</u>
남 서	36/42	95/110	324/377
<u>서</u>	36/42	42/49	<u>485/564</u>
북 서	36/42	42/49	337/392
북(음)	38/44	42/49	38/44
수 평	368/428	707/872	368/428

[표 12-9] 차폐계수,  $K_s$

유리의 종류	유리계수 (차폐 없음)	내측에 블라인더		
		밝은색	중간색	어두운색
보통판 유리	1.00	0.56	0.65	0.75
두께 6 mm 유리	0.94	0.56	0.65	0.74
흡열판 유리				
40~48 % 흡수	0.80	0.56	0.62	0.72
48~56 % 흡수	0.73	0.53	0.62	0.72
56~70 % 흡수	0.62	0.51	0.54	0.56
2중판 유리				
보통판 유리	0.90	0.51	0.62	0.67
외측 48~56 % 흡수판 유리	0.52	0.36	0.39	0.43
내측 보통판 유리				

[표 12-10] 유리의 통과율

유리의 종류		열통과율 K [kcal/m <sup>2</sup> ·h·°C], [W/m <sup>2</sup> ·K]
보통판 유리	3 mm	5.7/6.63
보통판 유리	5 mm	5.6/6.51
보통판 유리	6 mm	5.6/6.51
블 펜	3 mm	5.7/6.63
블 펜	5 mm	5.6/6.51
블 펜	6 mm	5.6/6.51
굴레펜	5 mm	5.6/6.51
굴레펜	6 mm	5.6/6.51
굴레펜	8 mm	5.4/6.28

(2) 온도에 의해 침입하는 열량

- 창유리는 실내외의 온도차에 의해 침입하는 열량  $q_4 = KA \Delta t$  [kcal/h], [W]

여기서  $K$  : 열통과율 [kcal/m<sup>2</sup>·h·°C], [W/m<sup>2</sup>·K],  $A$  : 창의 면적 [m<sup>2</sup>],  $\Delta t$  : 실내외 온도차 [°C], [K]

(3) 극간풍에 의한 열량

- 창이나 문으로 들어오는 외기는 실온에 비해 온도와 습도가 높고, 실내조건까지 냉각·감습해야 하는 열량이 냉방부하가 된다.  
극간풍에 대한 열부하는 현열부하 및 잠열부하(제습부하)를 포함한다.

① 현열부하  $q_6 = 0.24 \times 1.2 Q \Delta t \approx 0.29 Q \Delta t$  [kcal/h], [W]

$\therefore q = \dot{m}_a C_p \Delta t = \rho V C_p \Delta t$

② 잠열부하  $q_8 = 597.5 \times 1.2 Q \Delta x = 720 Q \Delta x$  [kcal/h], [W]

$\therefore q(\text{잠열}) = \dot{m}_a (x_2 - x_1) h_{f0}(\text{증발열})$

여기서 →

- $q_6$  : 극간풍에 의한 현열부하 [kcal/h], [W]
- 0.24 : 공기의 비열 [kcal/kg·°C], [kJ/kg·°C]
- 1.2 : 공기의 비중량 [kg' / m<sup>3</sup>]
- $Q$  : 침입하는 외기량 [m<sup>3</sup>/h]
- $\Delta t$  : 외기온과 실온의 차 [°C], [K]
- $q_8$  : 극간풍에 의한 잠열부하 [kcal/h], [W]
- 597.5 : 0°C 수증기의 응축잠열 [kcal/kg], [kJ/kg]
- $\Delta x$  : 외기와 실내공기의 절대습도차 [kg/kg']

[표 12-11] 자연환기 횡수

- **극간풍**이 침입하는 외기량의 산정은 개략적으로 환기횡수로 계산하는 방법이 있고, 이것은 실내체적에 대한 비율을 나타낸 것으로 다음과 같이 계산한다.

$$\text{침입외기량 [m}^3\text{/h]} = \text{환기횡수 [회/h]} \times \text{실용적 [m}^3\text{]}$$

일반적으로 자연환기 횡수는 표 12-11을 참조바람.

실의 종류	자연환기 횡수
1면이 외기 에 접한 실	1
2면이 외기에 접한 실	1.5
3면이 외기에 접한 실	2
사 무 실	0.6~1
응 접 실	1~2
교 실	3

#### (4) 천장. 바닥. 사이벽에서 침입하는 열량

- 천장. 바닥. 사이벽에서 침입하는 열량  $q_T = KA \Delta t$

바닥의 경우에는 직접 아래층의 천장이 된다. 콘크리트바닥의 열전달계수  $K=1.5$ , 내부분의 열전달계수  $K=2.0$   
여기서,  $q_T$  : 바닥이나 사이벽에서 침입하는 열량 [kcal/h], [W]

$K$  : 열통과율 [kcal/m<sup>2</sup>·h·°C], [W/m<sup>2</sup>·K]

$\Delta t$  : 표 12-1에 표시한 외기온과 실온차의 1/2°C



### (5) 인체의 발열량

- 실내의 인간은 피부나 호흡에 의해 열이나 수분을 발산하므로 현열부하와 잠열부하 모두에 대하여 발산열량을 계산할 필요가 있다.

① 현열부하  $Q_s = Q_{hs} N$

② 잠열부하  $Q_b = Q_{hl} N$

여기서,  $Q_b$  : 인체에서 발생하는 현열량 [kcal/h], [W]

$Q_{hs}$  : 인체에서 발생하는 단위현열량 [kcal/h·인]

$N$  : 재실인원 [인]

$Q_b$  : 인체에서의 잠열량 [kcal/h], [W]

$Q_{hl}$  : 인체에서 발생하는 단위잠열량 [kcal/h·인]

- 인체의 단위발열량은 그 사람의 상태에 따라 다르며, 표 12-12와 같다.  
 재실인원의 계산은 설계시점에서 정원으로 표시하는 것으로 표시하는 것을 제외하고, 대략 바닥면적에서 추정하는 방법을 이용한다. (표 12-13 참조)

[표 12-12] 인체에서 발생하는 열량 (현열, 잠열), [kcal/h 인], [W/인]

상 태	적용 예	평균 1인당 발 생 열량	실내 건구온도					
			28°C		26°C		24°C	
			$Q_{hs}$	$Q_{hl}$	$Q_{hs}$	$Q_{hl}$	$Q_{hs}$	$Q_{hl}$
앉아 있는 상태	교실, 사무실	80/93	36/42	44/51	42/49	38/44	48/56	32/37
보통 사무실	호텔, 데파트	90/105	36/42	54/63	<u>43/50</u>	<u>47/55</u>	49/57	41/48
가벼운 보행	은행, 볼링	100/116	36/42	64/74	43/50	57/66	51/59	49/57
중작업	공장	360/419	100/116	250/291	120/140	240/279	130/151	230/267

[표 12-13] 재생인원

실 명	재실인원 [인/m <sup>2</sup> ]
사무실	<u>0.2</u>
백화점 판매점	1.2
일반층	0.3~0.45
1층, 지하층	0.6~0.9
보통식당	0.45
대중식당, 다방	0.9
지하 상점가 점포	0.6~0.9
지하 상점가 식당	1.2~1.5

**(6) 전등 등 기타 기기의 발열량  $Q_{10}$**

- 실내에는 전등, OA 기기 등의 발열체도 많으므로 냉방부하에 추가하여야 한다.
- 전등은 실의 온도나 조명방법에 따라 다르지만 보통의 사무실에서는 형광등을 바닥면적에 대해 20~25W/m<sup>2</sup> 정도로 잡는다.

**[표 12-14] 기구발열량  $Q_{m}$  [kcal/h]**

기구의 종류	현 열	잠 열
백열전등(kW당)	860	0
형광등(kW당)	1000	0
전동기 0.1~0.4 kW(kW당)	1060	0
0.4~2.2 kW(kW당)	920	0
2.2~15 kW(kW당)	740	0
가스커피탕비기(지름 40 cm)	1250	1250
(지름 30 cm)	750	750
OA 기기 등(kW당)	860	0

**(7) 환기에 의한 외기부하 현열  $Q_{11}$ , 잠열  $Q_{12}$**

- 실내의 공기는 인간의 호흡이나 흡연에 의해 오염되며, 신선한 외기를 침입하여 오염공기를 배출하는 환기가 필요하다.
- 여기서, 외기량이 결정하면 현열부하와 잠열부하를 각각 계산해야 한다.

**[표 12-15] 외기량  $Q_o$**

장소	1인당 외기 공급량 [m <sup>3</sup> /h]		흡연자의 정도
	적 정 량	최 소 량	
사무실	25.5	17	조 금
데파트	25.5	17	조 금
상 점	25.5	17	조 금
호 텔	25.5	17	조 금
식 당	25.5	20.4	조 금
다 방	25.5	12	조 금
은 행	17	13	가 끄
극 장	13	8.5	없 음

**(8) 열부하의 집계**

- 현열부하와 잠열부하를 합산 값이 냉방부하이다.
- 집계는 외기부하를 제외한 현열부하(송풍량을 결정할 때 사용)와 잠열부하를 집계한 현열비(SHF)까지 계산(취출구의 조건을 결정할 때 사용)한다.
- 그리고 외기부하를 합한 값을 집계한다.(공조기, 냉동기 등을 결정할 때 사용)







내 부 부 하			현열부하[kcal/h]		잠열부하[kcal/h]		현열부하[kcal/h]		잠열부하[kcal/h]	
	전 등	800 W	1.1	880						
전동기	kW	860								
인 원	人	43	1075	47	1175					
극간풍 ②	극간풍	243 m <sup>3</sup> /h (0.6회)	× Δ t ×0.29	493	× Δ x ×720	+	1522	× Δ t ×0.29		× Δ x ×720
	소 계			2448			2697			
③'	①+② 합계(SHL)		11035		+8587(건물부하)					
③	여유를 둔 합계		1.1	12139	1.1	2967	1.1		1.1	
④	합 계(THL)		15106							
⑤	도입외기	25인×25	* 1인당 외기공급량 = 25.5							
		=625 m <sup>3</sup> /h 1.3회/h	× Δ h×1.2 = 625×(20.2-13.2)×1.2(공기밀도)=	5250		× Δ t ×0.29			× Δ x ×720	
⑥	④+⑤ 총계(GTHL)		20356	kcal/h	6.7	RT		kca/h		kcal/h
			$\frac{20356}{136m^2} = 151 kcal/m^2 \cdot h$		$20356 = 3024 = 6.7$		kcal/h			
(비 고)			창유리의 차폐계수는 0.56으로 계산함.				환기량에서 한 사람당의 필요외기량은 25m <sup>3</sup> /h로 계산함.			

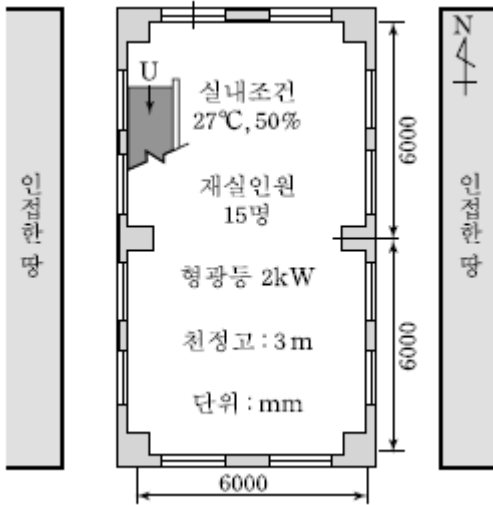
\* T : 온도차에 의해 전달열량, R : 태양복사열에 의한 열량, RT=3024 kcal/h

$$\begin{aligned}
 q &= q_s + q_r = \rho V C_{ws} (t_2 - t_1) + \rho V (x_2 - x_1) 697.6 \\
 &= 1.2 \times 625 \times 0.24 (33 - 26) + 1.2 \times 625 (0.0202 - 0.116) \times 697.6 \\
 &= 625 \times 7 \times 0.29 + 625 (0.0087) \times 720 \text{ [kcal/h]}
 \end{aligned}$$

### 3. 소형 공조기(에어컨)의 선정

- 소형 공조기를 선정할 경우에는 열부하 계산을 개략화하고, 대상면적을 산정하여 계수를 곱하여 냉방부하로 계산하는 방법도 있다.

[예제 12-3] 그림과 같은 사무소를 냉방할 경우 에어컨을 선정하라. 단 선정조건은 다음과 같다.



[사무소의 냉방]

- 온도 : 외기 35°C DB, 실내 27°C DB
- 건물 : 1층은 사무실, 2층은 냉방하지 않음, 지하실은 공기통로가 없음.
- 창 : 동서 각 10㎡, 남북 각 5㎡, 내부는 블라인드 부착
- 형광등 : 합계 2 kW
- 재실인원 : 15명

[표 12-18] 에어컨의 능력표 [kW]

히트펌프		
용량	냉방 [kcal/h]	난방[kcal/h]
75W	약 2000/2.3	약 2200/2.6
1100W	약 3150/3.7	약 3300/3.8
<u>1500W</u>	약 4000/4.7	약 4200/4.7

#### <풀이결과>

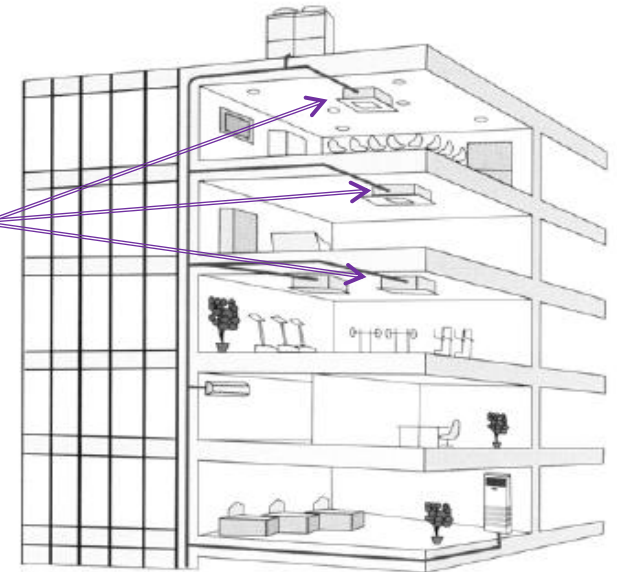
냉방부하 계산표를 이용하여 계산함.

- 창 : 최대부하시의 일사면은 남동측으로 한다.
- 벽 : 특별한 벽이 없으므로 보온이 없는 항을 사용
- 바닥 : 공기의 유통이 없으므로 무시한다.

이상의 계산 결과 : 총 냉방부하는 8375 kcal/h이다.

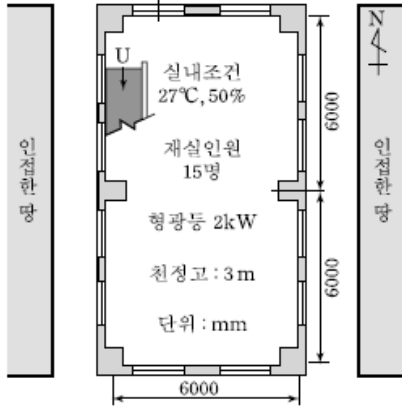
에어컨의 용량에서 천정 매립형 1.5 kW형을 3대 부착하는 것으로 한다. (표 12-18 참조)

[천정 매립형 에어컨의 부착 예]



[풀이]

에어컨 냉방부하 계산표



항 목		수 량	단위열부하 계수 [kcal/m <sup>2</sup> .h]			취득열량 (수량×계수)				
(1) 창	a 일사면 초기부하시에 일사면이 있는 창만		유리복록 ... 0.5×계수			kcal/h				
			2중 유리 ... 0.75×계수							
			차양이 있을 때 ... 0.70×계수							
				차양 없음	내측 차양	외측 차양				
		복 동	m <sup>2</sup>	163	68	54				
		동	*	271	108	68				
		남	*	203	81	54				
		남 동	5 m <sup>2</sup>	203	95	54	475			
		남 서	*	298	122	81				
		서	*	406	176	122				
복 서	*	375	145	95						
b 음지면			실내외 온도차(DB)							
			5℃	6℃	8℃	10℃	12℃			
일사면 이외의 전체 창	1중 유리	25m <sup>2</sup>	34	40	50	61	72	1250		
	2중 유리	*	17	20	25	28	33			
(2) 벽	보온 없음	78m <sup>2</sup>	10	11	14	16	18	1092		
	보온 있음	25mm	*	7	8	10	12	15		
		50mm 이상	*	4	5	6	7	8		
(3) 지붕 또는 천 장( 어느 한방향)	지붕(천장연적을 사용)	보온 안됨	78m <sup>2</sup>	55	57	60	64	67		
		보온됨	30 mm	*	30	31	32	34	36	
			75 mm	*						
	천 장	외쪽방의 경우	72m <sup>2</sup>	7	9	10	12	14	720	
		위쪽이 지붕 잇면	보온 안됨	*	36	38	42	46	51	
			보온 50mm 됨 75mm	*	13	13	14	15	11	
9	9	10	11	11						
(4) 바다	적설지면 또는 바다 아래 실 있어도 열원 이 없을 때는 생략	*	4	5	6	8	10			
(5) 환기	a 자연환기(바닥연적에 대해)	72m <sup>2</sup>	4	5	6	7	8	432		
	b 강제환기(신선공기 취입량)	m <sup>3</sup> /h	4	5	6	7	8			
(6) 인체	재실인원(최소 5인으로 하는 것)	15인	50					750		
(7) 기구	실내기구(냉방시에 사용하는 것만)	전동·전열기	kW					860		
		형광등	2kW					1000		
		기타 열원								
(8) 소계	현열부하 소계 (1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)						6719			
(9) 여유	잠열부하 (8)×0.3						2016			
(10) 총계	전열부하 (8)+(9)						8735			

(35-27)=8

6×12=72

#### 4. 냉방부하의 개략치

- 냉방부하 계산은 번거로운 작업이다.  
특히 건축구조에 대하여 이해하지 못하는 시점에서 바닥면적만을 주고, 열원기기의 용량을 추정하는 경우도 많다.  
설계 사례를 참조하여 단위면적당 열부하의 계산값을 사용하는 방법이 있다.

\* **냉방부하 [kcal/h] = 바닥면적 [m<sup>2</sup>] × 단위면적당 열부하 [kcal/m<sup>2</sup>.h]**

**[예제 12-4]** 예제 12-3에서 사용한 사무소를 개략법으로 냉방부하를 구하라.

**[풀이]**

표 12-19에서 일반사무소는 단위열부하를 150 kcal/m<sup>2</sup>.h를 참조하여 냉방부하 [kcal/h] = 바닥면적 [m<sup>2</sup>] × 단위면적당 열부하 [kcal/m<sup>2</sup>.h] 구하면,

$$\therefore q = (6\text{m} \times 12\text{m}) \times 150 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} = 10800 \text{ kcal/h}$$

#### 5. 송풍량

- 실내로의 송풍량은 극간풍에 의한 현열량 구하는식  $q_s = 0.24 \times 1.2 Q \Delta t \approx 0.29 Q \Delta t$

$$\therefore \text{송풍량 } Q = \frac{q_s}{0.29 \Delta t} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad \text{여기서, } Q : \text{송풍량 [m}^3/\text{h]}$$

$q_s$  : 실내 현열량 [kcal/h]

$\Delta t$  : (취출구 온도차) + (송풍온도 상승) = 10 + 1 = 11℃

0.29 : 공기의 비열 0.24와 공기의 비중량 1.2를 곱한 수치

**[예제 12-5]** 예제 12-2에서 얻어진 현열이  $q_s = 12139 \text{ kcal/h}$  이므로 실내의 송풍량은

$$\therefore Q = \frac{q_s}{0.29 \Delta t} = \frac{12139}{0.29 \times 11} \approx 3805 \text{ m}^3/\text{h}$$

(여기서,  $\Delta t$  : (취출구 온도차) + (송풍온도 상승) = 10 + 1 = 11℃ <== 가정하면)

**[표 12-19] 단위열부하 계수**

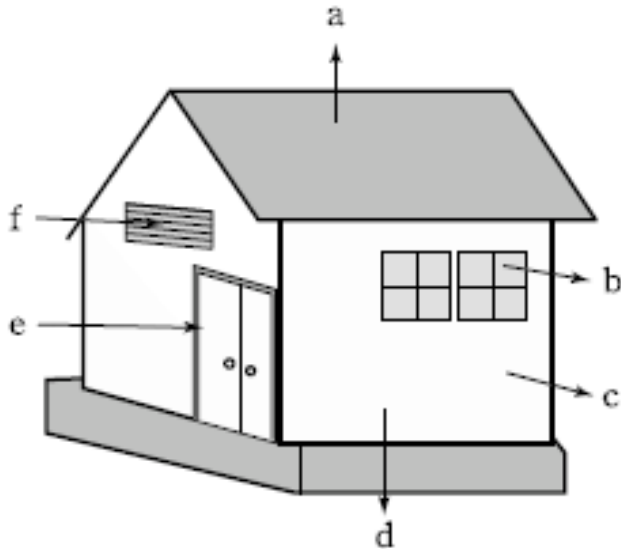
실의 종류	단위열부하 계수[kcal/m <sup>2</sup> ·h]
고층빌딩(중간층)	70~80
고층빌딩(1층)	75~85
고층빌딩(최상층)	100~120
일반사무소	110~150
은행	100
식당	250~300
미용원	600~800
바	350~100



# 난방부하 계산법

## 1. 난방부하의 종류

- 겨울철에는 **외기온도가 낮아지기 때문에** 실내의 열이 빠져나가므로 **실내를 일정한 온도와 습도로 유지하기 위하여 열과 수분을 공급**해야 한다. 이것이 **난방부하와 가습부하**가 된다.
- 난방부하의 계산은 **냉방의 경우와 달리 일사의 영향이나 사람, 전등 등의 발열량은 설비의 안전적 측면으로 적용하기 때문에 무시해도** 되므로 간단하고, 계산도 **실외와 실내의 최대온도차로 계산하면** 된다.
- 따라서 난방부하에는 **냉방시와는 반대로 외부로 빠져나가는 열량과 냉방시와 동일하게 환기에 필요한 외기가 도입되므로** 그것을 **실내 온습도까지 조정하기 위한 열량**이 필요하다.
- 난방부하는 보일러나 가열기의 능력, 가습기의 크기를 결정하는 기초가 된다.



- a. 지붕 또는 천장에서의 손실열량
- b. 유리창에서의 손실열량
- c. 벽에서의 손실열량
- d. 바닥에서의 손실열량
- e. 극간풍에 의한 부하
- f. 신선공기에 의한 부하

[그림 13-1] 난방부하의 종류

## 2. 난방부하 계산

### [1] 설계 온습도 조건

- 난방부하를 계산할 때에는 **실내의 온습도를 결정**하고, **실외의 온습도를 결정**하여 그 차에 따라 계산을 한다.
- 일반사무실의 실내 온습도조건과 지방에 따른 외기조건은 표 13-1에 나타내었지만, **야간의 난방을 하는 건물**에서는 **외기온도를 2℃ 정도** 낮게하여 계산한다.

### [2] 지붕, 외벽, 창유리에서의 열손실

- 지붕, 외벽, 창유리에서 실외로 손실되는 열량

$$q = KA \Delta t k \text{ [kcal/h], [W]}$$

여기서,  $q$  : 손실열량 [kcal/h], [W]

$K$  : 열통과율 [kcal/m<sup>2</sup>·h·°C], [W/m<sup>2</sup>·K]

$A$  : 지붕, 외벽, 창 유리의 면적 [m<sup>2</sup>]

$\Delta t$  : 실내와 외기의 온도차 [°C], [K] (표 13-1 참조)

$k$  : 방위계수

방위계수는 건물의 방위에 따라 바람의 영향이나 천공 일사(穿孔日射)의 영향으로 손실열량이 변하는 것을 고려하여 수정해야 한다.

[표 13-3] 방위계수

방 위	북	동 서	남	평 면
$k$	<u>1.15</u>	<u>1.10</u>	<u>1.0</u>	1.15

[표 13-1] 난방시의 온습도 조건

	지 방	DB [°C]	RH [%]
실 내	공 통	<u>22.0</u>	<u>50</u>
	서 울	-12.7	65.0
	인 천	-12.1	64.0
	수 원	-16.0	70.4
외 기	대 전	-12.6	71.6
	전 주	-10.7	73.3
	광 주	-8.5	71.6
	대 구	-10.6	59.5
	부 산	-7.1	55.3
	목 포	-6.4	74.4
	울 산	-8.3	63.1
	제 주	-1.5	73.2
	동 경	0.0	50
	오오사카	0.0	85
	후쿠오카	1.0	55

[표 13-2] 겨울철 열관류율

구 조	재 료	두 께 [mm]	열전도율 [kcal/m·h·°C]	열전달계수 [kcal/m <sup>2</sup> ·h·°C], [W/m <sup>2</sup> ·K]
지 붕	방수모르타르	0.02	1.3	<u>1.72/2.0</u>
	콘크리트			
	공기층	0.1	1.4	
	텍스터	0.012	0.087	
외 벽	모로타르	0.015	1.2	<u>3.35/3.89</u>
	콘크리트	0.150	1.4	
	모르타르	0.015	1.2	
	플라스터	0.003	0.52	
유 리				<u>5.6/6.5</u>
목조벽				<u>3.2/3.72</u>

### [3] 천장, 바닥이나 사이벽에서의 손실열량

#### (1) 천장, 바닥이나 사이벽의 실외측을 난방하지 않는 경우

- 바닥이나 사이벽의 실외측을 난방하지 않는 경우

$$\text{손실열량 } q = KA\Delta t \text{ [kcal/h], [W]}$$

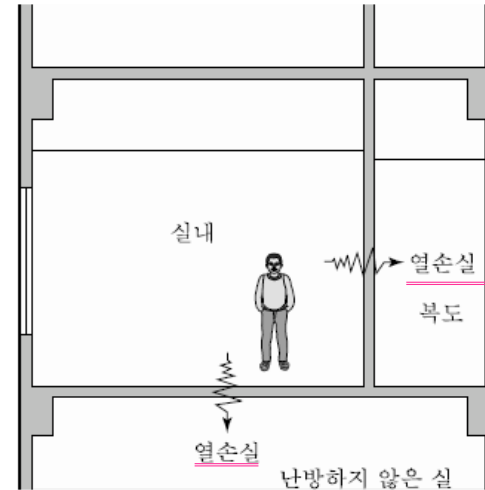
여기서,  $q$  : 손실열량 [kcal/h], [W]

$K$  : 열통과율 [kcal/m<sup>2</sup>·h·°C], [W/m<sup>2</sup>·K]

$A$  : 바닥이나 사이벽의 면적 [m<sup>2</sup>]

$\Delta t$  : 실온과 외기온차의 1/2°C, [K]

평균온도



[그림 13-2] 바닥, 사이벽에서의 열손실

#### (2) 바닥이나 외벽이 지면과 접촉하고 있는 경우

- 냉방의 경우는 무시하지만, 난방의 경우에는 **흙 속에 손실되는 열량도 난방부하에 추가** 할 필요가 있다.

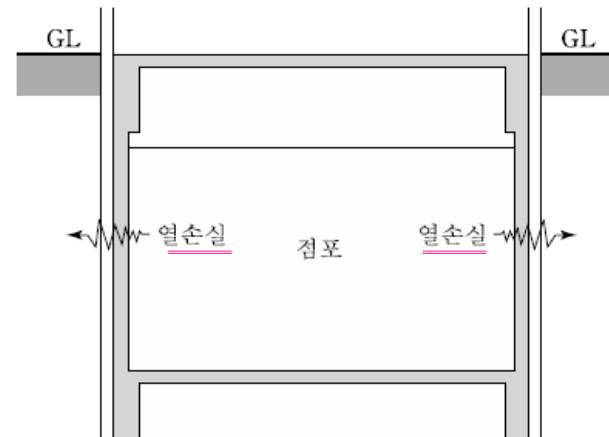
- 바닥이나 외벽이 지면에 밀착하고 있는 경우나 지하층의 외벽부분에서 손실되는 열량

$$\text{손실열량 } q = KA\Delta t \text{ [kcal/h], [W]}$$

여기서,  $K$  : 열통과율 1.0 kcal/m<sup>2</sup>·h·°C (1.16 W/m<sup>2</sup>·K) (콘크리트의 경우)

$A$  : 바닥이나 외벽의 면적 [m<sup>2</sup>]

$\Delta t$  : 실온과 지표에서 1m 아래의 지중온도 [°C], [K] (지중온도는 표 13-4 참조)와의 온도차



[그림 13-3] 지중으로의 열손실

[표 13-4] 각 지방의 월별 지중온도

지방별	깊이[m]	월												연평균
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
서울	지표면	-2.5	-0.1	5.1	12.5	19.5	24.0	26.5	27.5	22.3	14.9	6.7	-0.1	13.0
	0.5	1.2	0.6	3.6	10.4	16.5	21.1	24.4	26.2	23.1	17.4	10.7	4.5	13.3
	1.0	4.3	2.8	4.0	9.1	14.4	18.8	22.4	24.8	23.2	19.0	13.6	7.9	13.7
	1.5	7.1	5.2	5.1	8.3	12.6	16.6	19.9	22.8	22.4	19.6	15.5	10.8	13.8
	3.0	13.1	11.0	9.5	9.2	10.6	12.7	15.6	18.2	19.5	19.1	17.7	15.6	14.3
	5.0	15.3	14.0	12.7	11.7	11.4	11.8	13.0	14.6	16.0	16.7	16.8	16.3	14.2
대전	지표면	-0.7	0.7	5.4	13.1	19.1	24.0	26.7	26.9	21.8	14.9	7.1	1.1	13.3
	0.5	3.1	2.9	5.6	11.3	16.6	21.1	24.1	25.8	23.0	17.9	11.7	5.9	14.1
	1.0	5.9	4.7	5.9	9.7	14.4	18.5	21.8	24.2	23.1	19.4	14.5	9.2	14.3
	1.5	8.4	6.6	6.7	9.2	12.8	16.2	19.3	21.9	22.1	19.8	16.2	12.0	14.3
	3.0	12.8	10.6	9.4	9.5	10.9	13.0	15.3	17.6	19.0	19.1	17.8	15.5	14.2
	5.0	15.4	14.3	13.1	12.3	12.0	12.3	13.0	14.1	15.2	16.1	16.4	16.2	14.2
대구	지표면	-0.2	2.3	8.2	14.8	21.5	25.5	28.1	29.2	23.2	16.4	8.5	2.0	15.0
	0.5	3.5	3.6	7.7	13.1	18.6	23.0	25.7	27.7	24.1	18.8	12.5	6.5	15.4
	1.0	7.0	5.9	8.0	11.9	16.4	20.6	23.6	26.0	24.1	20.2	15.3	10.3	15.8
	1.5	10.4	8.6	8.6	11.0	14.5	18.1	21.2	23.6	23.1	20.6	17.3	13.5	15.8
	3.0	13.2	11.5	10.9	11.4	12.8	14.8	17.4	19.3	20.4	19.7	18.1	15.7	15.4
	5.0	15.6	14.4	13.5	13.0	13.2	13.8	14.9	16.1	17.1	17.2	17.4	16.7	15.2
부산	지표면	2.8	5.3	9.7	14.9	20.2	23.7	27.3	29.2	23.7	18.4	11.5	5.4	16.0
	0.5	5.5	5.7	8.6	12.9	17.5	21.1	24.2	26.7	24.2	19.7	14.5	8.9	15.8
	1.0	8.7	7.8	9.1	12.0	15.5	18.8	21.7	24.4	23.7	20.7	16.9	12.2	16.0
	1.5	11.6	10.4	10.1	11.7	14.4	17.1	19.7	22.1	22.8	21.0	18.3	14.8	16.2
	3.0	15.7	14.1	13.1	12.8	13.3	14.4	16.0	17.5	18.9	19.2	18.6	17.4	15.9
	5.0	16.5	15.7	14.9	14.2	13.9	14.1	14.8	15.6	16.6	17.2	17.4	17.2	15.7
전주	지표면	0.6	2.5	7.4	14.7	21.0	25.3	28.2	29.1	23.5	16.7	8.9	2.9	15.1
	0.5	4.0	3.7	6.4	11.3	16.5	20.8	24.4	26.4	23.6	18.6	12.9	7.5	14.7
	1.0	6.9	5.7	7.1	10.4	14.5	18.3	21.6	24.0	23.1	19.7	15.3	10.5	14.8
	1.5	9.7	8.0	8.3	10.2	13.3	16.4	19.5	21.6	22.1	20.3	17.1	13.2	14.9
	3.0	13.5	11.7	10.7	10.8	12.0	13.7	15.8	17.9	19.3	19.1	17.9	15.9	14.9
	5.0	15.8	14.7	13.7	13.1	12.9	13.3	14.1	15.1	16.2	16.8	16.9	16.6	14.9

### (3) 극간풍에 의한 난방부하

- 건물의 틈새로 들어오는 외기는 실내의 온습도상태에 합쳐지므로 가열가습을 해야 하므로 **현열과 잠열**을 계산해야 한다.
- 겨울철에는 출입구측에 바람이 강하므로 실내의 공기가 굴뚝효과에 의해 상층으로 이동하므로 여름철에 비해 침입하는 공기량은 상당히 증가한다.
- 난방부하의 계산법은 냉방부하의 계산법과 동일

① 현열부하  $q_s = 0.24 \times 1.2 Q \Delta t \approx 0.29 Q \Delta t$  [kcal/h],  $q_s = 0.34 Q \Delta t$  [W]

② 잠열부하  $q_l = 597.5 \times 1.2 Q \Delta x = 720 Q \Delta x$  [kcal/h],  $q_l = 837 Q \Delta x$  [W]

$\therefore h = h_a \times 1 + x h_v = h_a + x(597 + C_{wv}t)$  [kcal/kg<sub>f</sub>]

전열량,  $(h_2 - h_1) = (h_{a2} - h_{a1}) + (x_2 - x_1) \times 597 + (x_2 - x_1) C_{wv}(t_2 - t_1)$

$\therefore q = \dot{m}_a C_p \Delta t = \rho V C_p \Delta t \quad \therefore q(\text{잠열}) = \dot{m}_a (x_2 - x_1) h_{fo}(\text{증발열})$

[표 13-5] 자연환기 횟수의 보정

실용적	500 m <sup>3</sup>	1000 m <sup>3</sup>	2000 m <sup>3</sup>	3000 m <sup>3</sup> 이상
자연환기 횟수	0.6	0.55	0.42	0.35

여기서,  $q_s$  : 현열부하 [kcal/h], [W]       $q_l$  : 잠열부하 [kcal/h], [W]  
 $Q$  : 극간풍량 [m<sup>3</sup>/h]       $Q$  : 극간풍량 [m<sup>3</sup>/h]  
 $\Delta t$  : 실온과 외기온의 차 [°C]       $\Delta x$  : 실내와 외기와의 절대습도 차 [kg/kg<sub>f</sub>]

0.24 : 공기의 비열 [kcal/kg.°C], 597.5 : 0°C 수증기의 응축잠열 [kcal/kg]

- 극간풍량은 개략적으로 냉방부하 계산의 경우와 동일한 형태로 자연환기 횟수에서 구한다.

따라서, **극간풍량 [m<sup>3</sup>/h] = 자연환기 횟수 [회/h] × 실용적 [m<sup>3</sup>]**

### (4) 환기에 의한 외기부하 \* 인간의 호흡, 휴면 등에 의해 환기가 필요

- 도입하는 외기량은 냉방의 경우와 동일한 것으로 냉방부하 계산시에 정한 외기량을 다음 식에 대입하면 현열부하와 잠열부하를 계산할 수 있다.

① 현열부하  $q_s = 0.24 \times 1.2 Q \Delta t \approx 0.29 Q \Delta t$  [kcal/h],  $q_s = 0.34 Q \Delta t$  [W]

② 잠열부하  $q_l = 597.5 \times 1.2 Q \Delta x = 720 Q \Delta x$  [kcal/h],  $q_l = 837 Q \Delta x$  [W]      ( $\therefore Q = \text{인원} \times \text{외기량}$ )

### (5) 가습량의 산정

- 겨울철에는 건조한 외기를 실내습도까지 가습할 필요가 있다. 그 가습량은 극간풍과 환기에 의한 외기부하의 잠열부하를 가한 열량에 대해 다음 식으로 나타낸다.

가습량 =  $\frac{\text{잠열부하 [kcal/h]}}{600 \text{ [kcal/kg]}}$  [kg/h]      ( $\therefore 597.5 \approx 600$  : 0°C 수증기의 응축잠열)

- 가습량에 해당하는 수분을 공기 중에 포함시키기 위해서는 **물을 분무상태로 분무하여 증발시키는 방법(수가습)**과 **증기를 직접 분무하는 방법(증기가습)**이 있다.

- ◆ **수가습** 경우 : 난방부하의 **현열부하 + 잠열부하**를 가하여 가열한 후 수분무 (가열기의 용량계산 필요)
- ◆ **증기가습** 경우 : 포화증기임으로 **현열부하**만 가열하여 가습량에 맞는 증기량을 분무

### (6) 난방부하의 집계

- (2)항에서 (5)항까지 집계한 것이 난방부하로 되지만, 현열부하와 잠열부하를 나누어 계산하면 편리하다.

### 3. 난방부하의 개략치

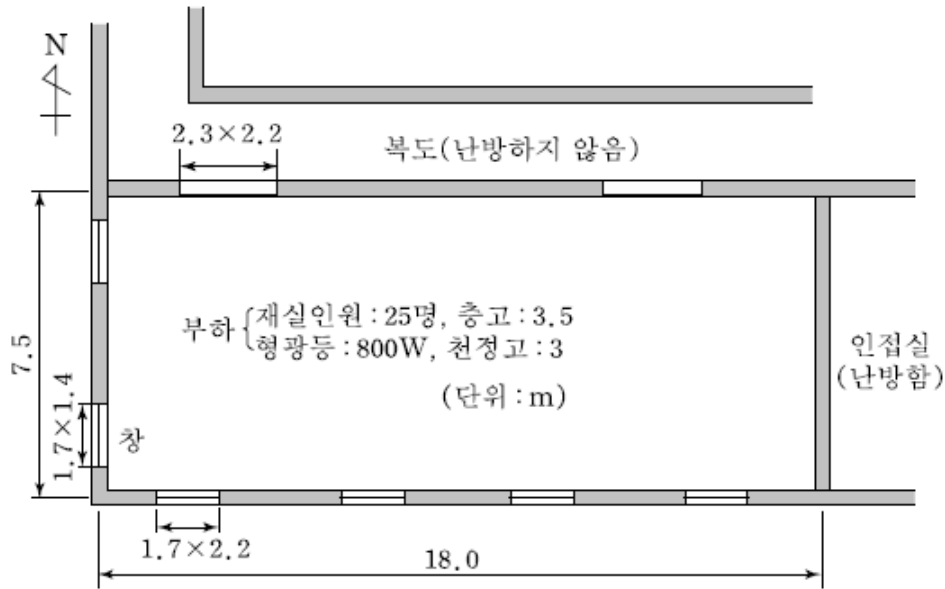
- 냉방부하 계산과 동일한 방법으로 표 13-7과 같이 단위열부하를 이용하여 개략적으로 난방부하를 구한다.
- 보통 공조설비에는 난방뿐만 아니라 가습도 해야 하므로 현열과 잠열 계산이 필수이다.
- 난방시 송풍량은 냉방시와 동일한 풍량을 실내로 송풍한다.

[표 13-7] 난방부하 계수

종 류	난방부하[kcal/m <sup>2</sup> ·h]
콘크리트 건축(최상층)	180
콘크리트 건축(중간층)	110
목 조 건 축	150
사 무 소	100
공 장	50



[예제 13-1] 그림과 같은 사무실의 ① 난방부하와 ② 가습량을 계산하라.



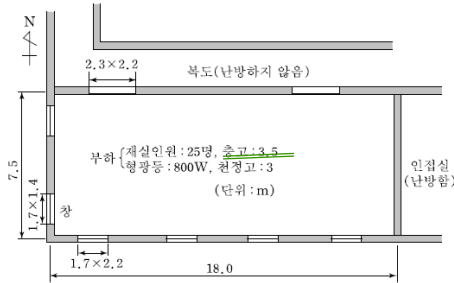
[난방부하 계산 (실내 평면도)]

### <설계조건>

- 온습도 조건 : 실내 20℃ DB, 50% RH , 실외 0℃ DB, 50% RH
- 사무실은 최상층으로 한다.                      - 아래층, 인접실은 난방을 한다.
- 지붕, 천장 : 두께 120 mm의 철골콘크리트, 방수 모르타르 마무리, 천장은 흡음텍스트
- 외벽 : 두께 150 mm의 철골콘크리트, 바깥쪽 ; 모르타르 마무리, 실내쪽 ; 플라스터 마무리
- 창유리 : 보통 창 유리로 두께 5 mm
- 사이벽 : 두께 100 mm 경량블록, 양면 플라스터 마무리
- 극간풍 : 0.6회/h                                      - 외기량 : 25 m<sup>3</sup>/h 인

\* 여기서, 열통과율(열관류율)  $K$ 는 표 13-2를 사용하고, 방위계수는 표 13-3의 값을 이용한다.

**[플이]**  
**난방부하 계산표**



연도 :	년 월 일		업무하계산서		No.	실명 : 사무실					
명칭 :	빌딩				3층 건물의 최상층						
시간 :	PM										
실	길이	X	폭	면적	X	높이	= 용적 천장고				
	(18)m		(7.5)m	(135m <sup>2</sup> )		(3)m	= 405m <sup>3</sup> (3)				
설계조건	여름	DW	WB	RH	h	x	겨울				
	외기						0 50 0.9 0.0018				
	실내						20 50 9.1 0.0073				
	차						20 8.2 0.0055				
건물부하 ①	명칭	m×m×개	m <sup>2</sup>	(여름)			(겨울)				
				K	Δt	kcal/h	K	Δt	방위계수	kcal/h	
	지붕 또는 천장	18×7.5	135				1.72	20	1.15	5341	
	바닥						두께120mm에서				
	벽	동								1.10	
		서	7.6×3.6-1.7×1.4×2	21.49				3.35	20④	1.10	1584
		남	18×3.6-1.7×2.2×4	48.04				3.35	20		3219
		북								1.15	
		사이벽	18×3.6-2.3×2.2×2	52.88				18	10	평균은 두차	952
	내부분	2.3×2.2×2	10.12				2.0	10		202	
	유리창	동								1.10	
		서	1.7×1.4×2	4.76				5.6	20	1.10	586
		남	1.7×2.2×4	14.96				5.6	20		1676
		북								1.15	
		실내									
소계										13560	
내부분부하 ②	전동	W	1.1	현열부하 [kcal/h]		잠열부하 [kcal/h]		현열부하 [kcal/h]		잠열부하 [kcal/h]	
	전동기	284 kW	860	냉방만 적용							
	인원	人									
	극간풍	243 m <sup>3</sup> /h	× Δt × 0.29*		× Δt × 720		243 × 20 × 0.29 × Δt × 0.29*	1409	243 × 0.0055 × 720		962
		0.6회/h(사무실) × 405m <sup>3</sup> = 243m <sup>3</sup> /h					C <sub>p</sub> × ρ = 0.24 × 1.2		597.5 × 1.2		
소계							1409				
③	합계						14969	=13560+1409: 건물부하+ 극간풍(내부분부하)			
④	여유율	1.1		1.1			1.1	16466	1.1	1058	
⑤	합계							16466			
⑥	환기에 의한 외기유입	625 m <sup>3</sup> /h	25인 × 25m <sup>3</sup> /h.인 = 625				× Δt × 0.29*	3625	× Δt × 720	2475	=3625+2475=6100kcal/h :외기부하
			× Δt × 1.2				625 × 20 × 0.29 × 720		625 × 0.0055 × 720		
⑦	④+⑤ 총계			kcal/h	RT		20091 kcal/h		3533 kcal/h		
				kcal/m <sup>3</sup>	kcal/m <sup>3</sup>				23624 kcal/h		
비고	가습량 =		잠열부하 [kcal/h] 3533	= 5.89 kg/h		참고. Q = m <sub>0</sub> (h <sub>2</sub> - h <sub>1</sub> ) = ρV(h <sub>2</sub> - h <sub>1</sub> ) = 1.2 × 625(0.1 - 0.0) = 6150					
			600 kcal/kg								