

第4章 空気調和設備

4・1	空調負荷	70
4・2	空調装置容量と空気線図	76
4・3	空気調和方式	81
4・4	暖房設備	89
4・5	配管設備	98
4・6	風道	104
4・7	換気設備	110
4・8	排煙設備	118

21年度：熱負荷の問題が1問出題された。毎年出題がある。

空調計画では、ゾーニングの問題が久しぶりに出題された。

空気調和方式の問題が1問出題された。空調方式に関しては、毎年よく出題される。

ヒートポンプ式エアコンディショナーに関する出題が1問あった。隔年程度の出題である。

熱源機器は、多種の中から毎年出題がある。21年度は、ヒートポンプ式が取り上げられた。

換気の室内圧に関する問題が1問、有効換気量に関する問題が1問、合計2問でいずれもよく出題される内容である。

排煙設備の基本的な問題が、1問出題された。排煙設備は、毎年出題される。

22年度：空気調和方式の問題が、1問出題された。毎年のように出題される。

エアフィルター素材についての出題があった。4年ぶりの出題である。

熱負荷の問題は、毎年1問出題される。本年は熱負荷計算の内容であった。

冷凍機の問題が、1問出題された。熱源機器については、いずれかの機器が毎年出題される。

暖房方式（温水・蒸気）の問題が、1問出題された。隔年程度で出題されている。

換気設備では、機械換気方式の問題が、1問出題された。毎年よく出題される。

ガラの面積を求める問題が、1問出題された。平成18年以降の出題である。

機械排煙について1問出題された。内容が、比較的濃くなっているので要注意である。

4.1 空調負荷

学習のポイント

1. 室内環境基準の数値を覚える。
2. 冷房負荷の種類と顕熱・潜熱の別および暖房負荷との違いなどに注意して覚える。負荷の求め方とその要素について理解する。

4.1.1 設計条件

事務所建築物の一般的な室内条件は、夏季は乾球温度（DB）で26℃前後、相対湿度50%前後、冬季は20℃ DB 前後、40%前後である。なお、建築基準法に示される**中央管理方式の空気調和設備の室内環境基準**を、表4・1に示す。

(1) 設計外気温湿度条件

その一つに、外気温湿度の累積度数率より決める**TAC温度**がある。たとえば、TAC温度で危険率2.5%というのは、夏4か月（6月～9月）の全時間2928時間のうちから2.5%、つまり73.2時間は設計条件として決めた外気温湿度より高くなるということを意味する。

(2) 地中温度

主として暖房負荷計算に必要な要素で、地中の浅い所では外気温と同じとして取り扱うが、地中深くなるに従ってその温度は高くなる。しかし、10mくらいの深さになると、1年中ほとんど温度が変わらない。これを**不易層**という。一般に、地中温度は暖房負荷計算上は考慮しない。

表4・1 室内環境基準（建築基準法施行令第129条の2の6第3項）

(1) 浮遊粉じん量	空気1m ³ につき0.15mg以下
(2) CO含有率	100万分の10以下
(3) CO ₂ 含有率	100万分の1000以下
(4) 温度	① 17℃以上、28℃以下 ② 居室における温度を外気の温度より低くする場合には、その差を著しくしないこと
(5) 相対湿度	40%以上、70%以下
(6) 気流	0.5m/s以下

4.1.2 冷房負荷

(1) 冷房負荷

冷房負荷には、乾球温度の変化をもたらす**顕熱負荷**と、湿球温度または絶対湿度を変化させる**潜熱負荷**がある。冷房負荷の種類を、表4・2に示す。そのうち△マークが付いている負荷だけが、送風量に関係するものである。

(2) 熱通過率 K （熱貫流率ともいう。）

外壁・天井・床などの構造体を通して侵入する顕熱負荷 q は、次の式によって計算される。

$$q_s = K \cdot A \cdot \Delta t \quad [W] \quad \dots\dots\dots ①$$

ここで、 A は構造体の熱の通過する部分の面積 $[m^2]$ 、 Δt は構造体の両側の空気温度差であるが、日射の当たる構造体では、日射の影響により外側の表面温度が非常に高くなるので、それを考慮に入れた温度差（これを**実効温度差**という）である。 K は熱通過率 $[W/(m^2 \cdot K)]$ で、構造体を形成する層の材料、厚み、外壁か内壁かなどによって決まる値で、図4・1の構成の場合、次の式で計算される。この式からも、 K が大きいほど熱をよく通すことがわかる。

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{d_a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_0}} \quad \dots\dots\dots ②$$

- d : 物質 1, 2, …… , n それぞれの厚さ $[m]$
- λ_a : 空気層の相当熱伝導率 $[W/(m \cdot K)]$
- d_a : 空気層の厚さ $[m]$
- α_0 : 構造体外表面の熱伝達率 $[W/(m^2 \cdot K)]$
- λ : 物質 1, 2, …… , n それぞれの熱伝導率 $[W/(m \cdot K)]$
- α_i : 構造体内表面の熱伝達率 $[W/(m^2 \cdot K)]$
- t_0, t_1 : それぞれの側の温度

②式からわかるように、構造体の材質が同じである場合は、厚さの薄いほうが K は大きくなり、断熱性能が悪い。

また、表面熱伝達率は風速により異なった値をとるので、 α_0 と α_i は異なる。 α_0 は、夏 3 m/s、冬 6 m/s 程度を標準とした値なので、同じ構造体でも K の値は夏と冬で異なり、冬のほうが夏より大きいし、外壁のほうが内壁より大きい。

熱の伝わり方を示す熱伝導率 λ は、材質によって異なる。たとえば、コンクリートと木材では、熱の伝わりやすいコンクリートの λ のほうが大きい。また、同じ材質でも密度・温度・含湿率によって違ってくる。

材料の厚みを $d [m]$ とするとき、 d/λ を**熱伝導抵抗**という。また、熱伝達率 α の逆数 $1/\alpha$ を**熱伝達抵抗**という。

(3) 太陽放射(日射)による負荷

外壁・屋根などの構造体は、全放射熱を受ける。つまり大気を通過して直接地表に到達する直達日射と、散乱して到達する天空放射の影響を受ける。これらは、いずれも顕熱のみである。直達日射量と天空放射量は、一般に太陽定数、大気の透過率、太陽高度、太陽方位角などにより変わるが、この値はまた季節により、時刻により変わる。放射は、日照の時間経過とともに構造体に蓄積され、外表面温度はかなり高温となる。このような状態の構造体を通過する取得熱量は、①式の Δt に、**実効温度差**を代入することによって計算される。**実効温度差**は、構造体断面構成・構造体表

表4・2 冷房負荷の種類と送風機風量との関係

負荷の種類	s: 顕熱 l: 潜熱	送風量 に関係
構造体負荷	s	△
ガラス面負荷	s	△
人体負荷	s	△
	l	
照明負荷	s	△
室内器具負荷	s	△
	l	
すき間風負荷	s	△
	l	
ダクト内負荷	s	△
導入外気負荷	s	
	l	
再熱負荷	s	
配管負荷	s	

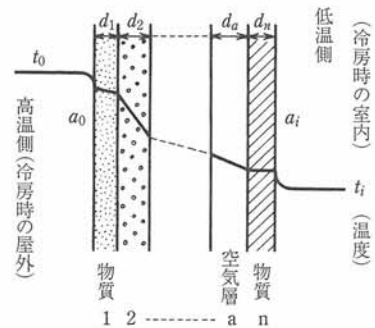


図4・1 構造体の構成

空調設備