

4 空気調和・換気設備

- | | |
|-----|--------------------------------|
| (1) | 居室等の24時間換気に必要な給排気設備を有効な位置に設ける。 |
|-----|--------------------------------|

[解説]

平成15年の建築基準法改正により、居室への機械換気設備等の設置が義務付けられた。これは各居室において化学物質の発散による衛生上の支障がないように必要な換気を確保することを目的としている。そのためには、規定の能力を有する換気設備をただ設置すればよいということではない。実際使用するにあたって各居室に必要な換気量が確保される位置に設置することが重要である。例えば給気口、排気口の位置は空気の流れを考慮し、ショートサーキットが生じないように配置する必要がある。また、トイレ、浴室等で発生した汚染物質が居室へ逆流することのないよう、給気から排気に至るエアフローを考慮すること。

また、24時間換気設備のファンは清掃が困難なため、装置の吸気グリルに専用の防じんフィルターを設けることが望ましい。(図1 参照)

- | | |
|-----|---|
| (2) | 浴室、便所には専用または兼用の換気設備を設け、喫煙所、湯沸室には、専用の換気設備を設けること。 |
|-----|---|

[解説]

喫煙や燃焼器具を使用するときには、人の健康に直接、被害を与えるさまざまな有害物質が発生する。このため良好な室内空気環境を維持するためには、専用の換気設備(第3種換気)を発生源近くに設け、有害物質が居室内に充満したり、拡散したりするのを防ぐ必要がある。

浴室は、建築物内で最も多くの湿気(水蒸気)が発生する場所であり、この湿気を浴室内に滞留させず、すみやかに屋外へ排出することができなければ、かびの発生を招くことになる。

また、浴室の出入口を開放した際、浴室から居室へ流れ込む水蒸気量は膨大であり、この水蒸気の影響によって、一般居室におけるダニやかび、結露などの発生を助長する恐れがある。

このため、浴室には換気設備(第3種換気)を設けて湿気を除去する必要がある。

有効な換気が行われるためには、排風機の設置位置はもとより、給気口の確保や通風経路にも配慮する必要がある。また、換気ファンは清掃が困難なため、装置の吸気グリルに専用の防じんフィルターを設けることが望ましい。(図1 参照)

居室等の換気を、便所、浴室等の局所換気とは別に独立した機械換気設備により行う場合、局所換気が作動していないときに、局所換気の経路が意図しない居室の給気経路となり、便所、浴室等の汚染空気が居室等に拡散することがある。このような状況を避けるため、局所換気設備が作動していないときに、局所換気の給気口や排気口等の開口部が閉じる等の措置が必要なことがある。

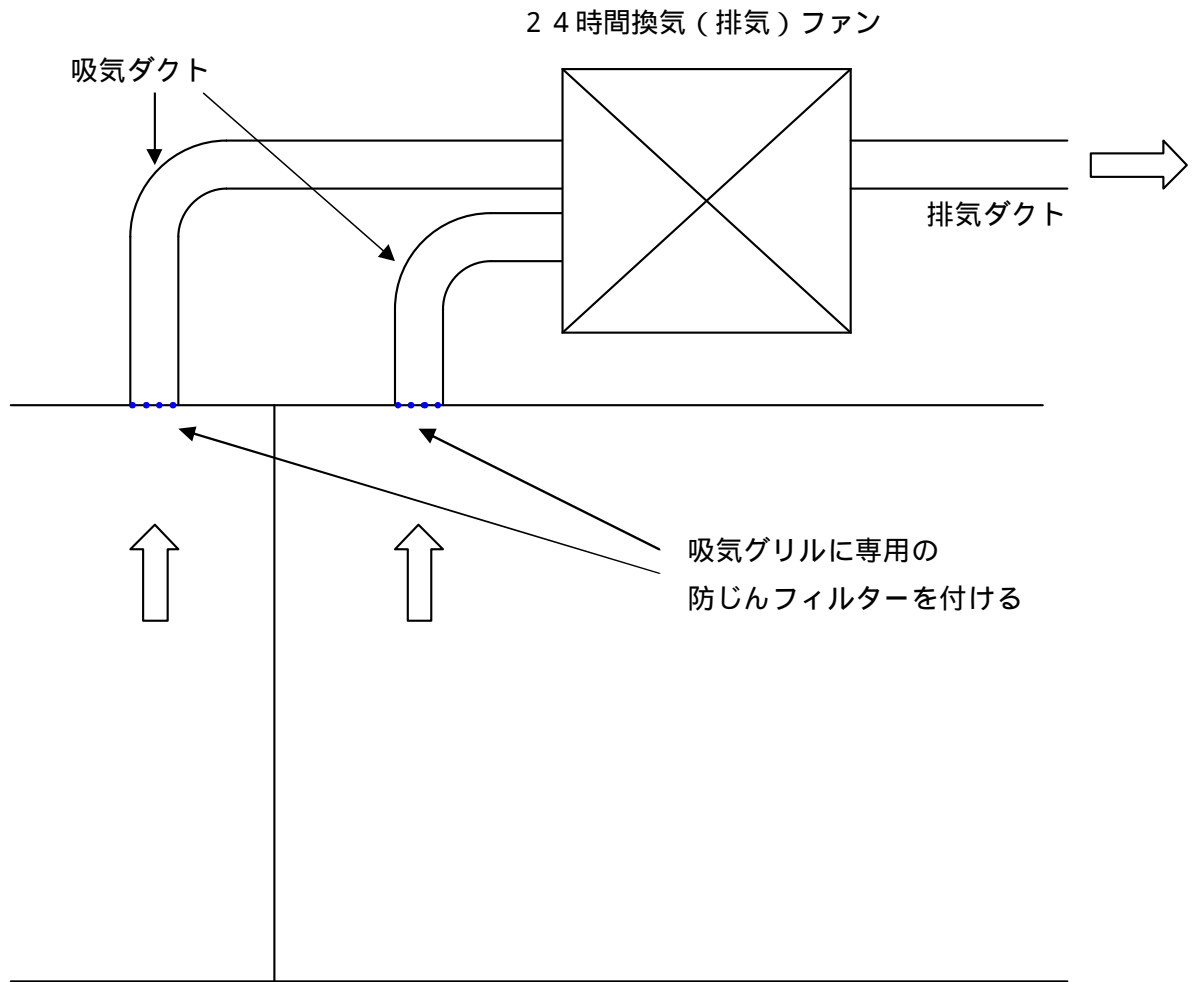


図1 24時間換気装置の一例

(3)	外気取入口は、新鮮な空気を取り入れられるような位置に設ける。
-----	--------------------------------

[解 説]

外気取入口は、自動車の排気ガスなどの影響を避けるため、原則として屋上などの高所（地上約10m以上を目安にする）に設置する。ただし、高架橋や屋上駐車場、隣接ビルの排気口等があり、高所に設けることによって、汚れた空気を取り入れてしまう恐れがある場合には、高所に限らず最適な場所を選定する。

また、屋上に外気取入口を設置する場合は、冷却塔（クーリングタワー）からの冷却水の飛沫が取入外気に含まれないように配慮する必要がある。この配慮を怠るとレジオネラ属菌によるレジオネラ症が発症する危険性がある。

(4) 排気口は、外気取入口及び隣接した建築物に影響を与えない位置に設ける。

[解説]

ア 排気口と外気取入口の距離

厨房や湯沸室、便所などの排気口は、外気の入りに影響がないようにするため、原則として外気取入口とは別の壁面に設ける。やむを得ず同一壁面に設置する場合には、ある程度の距離（約10m以上を目安にする）を確保し、外気による排気の希釈が行われるよう配慮する。

イ 隣接した建築物への留意点

建築物が隣接している場合、お互いの外気取入口と排気口の位置に注意する必要がある。また、建築物と建築物とに挟まれた狭い空間の低層階にある排気口からの排気は、煙突効果により上昇することを考慮する必要がある。

ウ 全熱交換器を設置する場合の留意点

全熱交換器は、構造上、外気取入口と排気口が接近しがちである。特に静止型ではファンの能力も小さく、ダクトを延長した場合、適正な静圧を得るためにファンを増設しなければならないなど困難な場合も多い。しかし、給気ダクトと排気ダクトをそれぞれまとめるなど、極力、排気が混入しないように配慮すべきである。（図2 参照）

エ 給気塔と排気塔

給排気ダクトを一本の塔にまとめて設置した場合、外気取入口と排気口の間には若干の高低差を設けただけでは給気に排気が混入してしまうことが多い。このため、給気塔と排気塔は兼用せず別々に設置する必要がある。

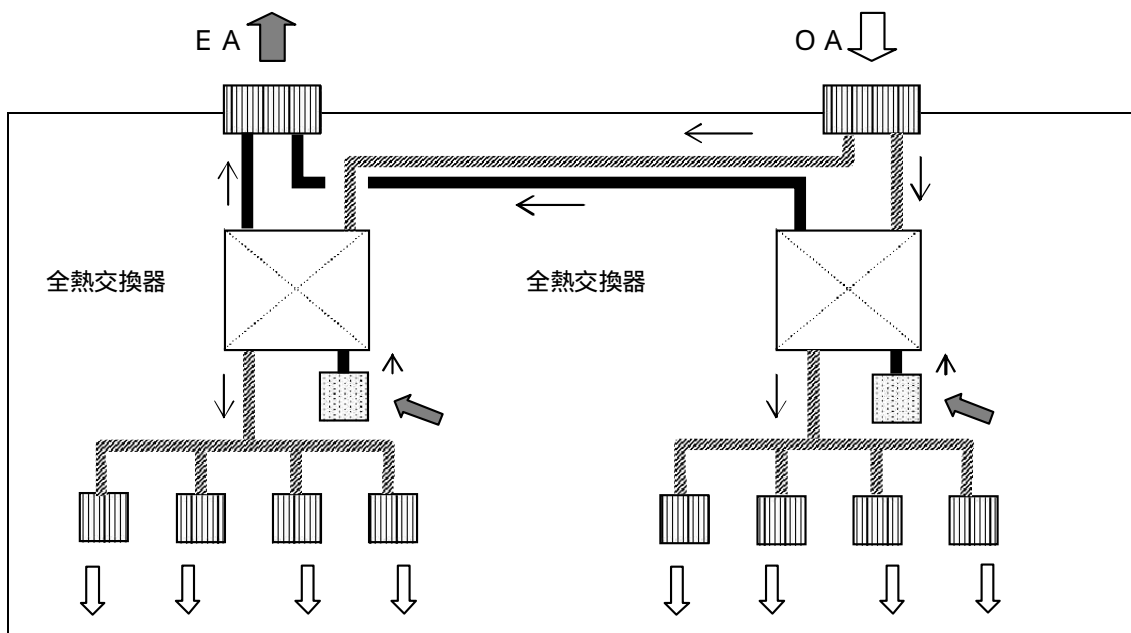


図2 給気ダクトと排気ダクトをまとめた改善例

(5) 駐車場システムの外気取入口及び排気口は、専用のものとし、居室システムとは兼用しないこと。

[解説]

駐車場システムと居室システムの外気取入れが同一のダクト（シャフト）から分岐している場合、（図3 参照）駐車場の給気ダクトを通じて駐車場内の排気ガスが案内へ逆流して、室内の空気汚染を引き起こすことがある。

したがって、駐車場への外気を取入れは、居室システムとは別に設けること。また、排気口についても逆流の可能性があるので、居室システムとは別に設けること。

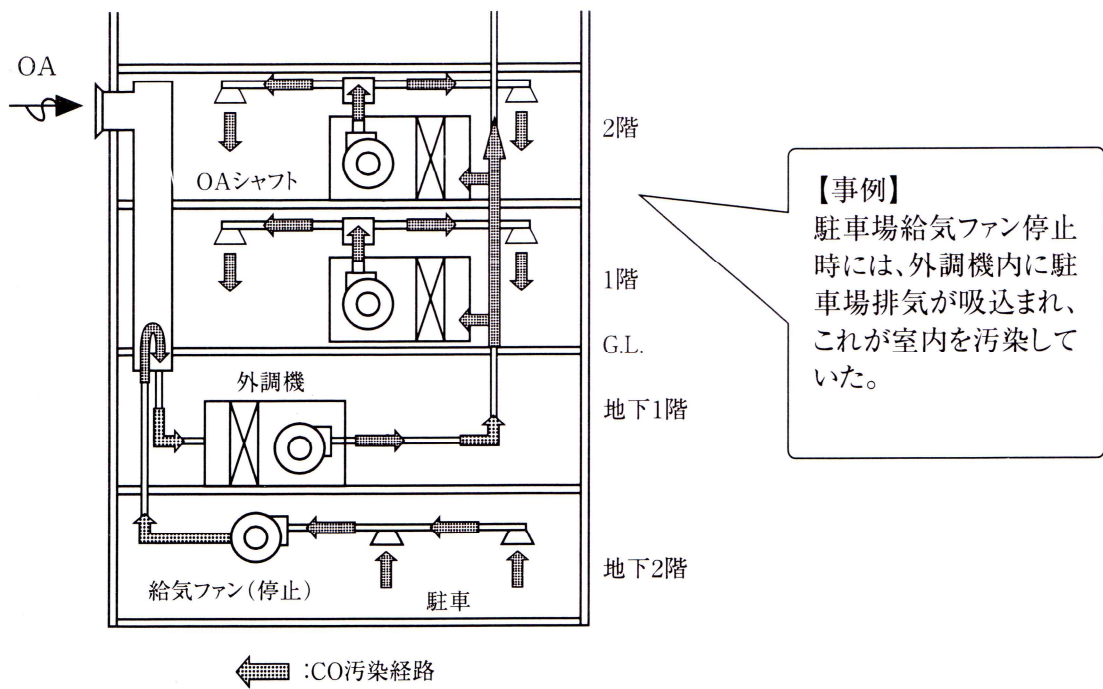


図3 地下駐車場排気による室内汚染例

(6)	空気調和機は、保守点検及び修理が容易に行える場所に設置し、周囲には十分な点検スペースを確保する。
-----	--

[解 説]

空気調和機の日常点検やエアフィルタの交換といった保守管理業務を容易に実施するためには、空気調和機の周囲に十分な点検スペース（60cm 以上）を確保する必要がある。

天井内部に空気調和機を設置する場合は、天井面の点検口が保守管理のできる唯一の開口部となるため、適切な位置に十分な大きさ（60cm 角程度）の点検口を確保する必要がある。

また、空調機室の出入口は、共用部分に設けることが望ましい。

(7)	外気導入量は、設計人員一人当たり $25 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上とする。
-----	---

[解 説]

居室内の空気を衛生的に維持するためには、在室人数に応じた外気を導入する必要があるため、これらを考慮して設計人員一人当たり $25 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上とする。

室内で発生する汚染物質には、人体由来以外にも表 1 に示すものがある。外気の導入は、これらの汚染物質を希釈する効果もあり、快適な室内環境を維持するうえで重要である。

表 1 室内で発生する主な汚染物質

発 生 源	汚 染 物 質
燃焼機器	CO、CO ₂ 、NO、NO ₂ 、SO、炭化水素、煙粒子
事務機器	アンモニア、オゾン、溶剤類
殺虫剤等	殺虫剤、殺菌剤、殺鼠剤、防ばい剤、肥料（観葉植物用）
建 物	ホルムアルデヒド、アスベスト繊維、ガラス繊維、接着剤、溶剤、ラドン及び崩壊物質、かび、浮遊細菌、ダニ、タバコ由来ガス状物質
メンテナンス	溶剤、洗剤、砂じん、臭気

(8)	空気清浄装置は、良好な室内空気環境が維持できる性能を有するものを適切な位置に設置する。
-----	---

[解 説]

除じん効率を計算するのに必要な設計値（表2 参照）を利用して、空調方式に応じた除じん効率を計算し、居室の用途に合わせたエアフィルタを選定する。なお、空調方式により用いる計算式が異なる（表3 参照）

また、エアフィルタの性能測定方法には、重量法、比色法、DOP法などがあるが、同じフィルタでも試験方法（表4 参照）によって試験粉じんの粒径が異なるため、除じん効率の数値は変わる。近年、分煙対策の普及等もあり、フィルタの選定は比色法による性能評価によりおこなうが、喫煙が行われる居室においてはDOP法による評価方法も併せて行う（図4 参照）。

ア 居室用途別での留意点

（ア）飲食店舗

飲食店舗は喫煙量が多く、調理による臭気の発生もあることから、空調設備は単独系統とするのが一般的である。

（イ）会議室（喫煙可の場合）

部屋を使用しているときには、喫煙による発じん量が多いが、常時使用する場所ではないため、除じん効率の高いエアフィルタを設置するのは不経済である。むしろ還気をとらない全外気方式の単独空調や専用の排気ダクトを設けるほうが実態に即していると考えられる。

表2．除じん効率の計算に必要な設計値

設 計 因 子	記 号	設 計 値
外気浮遊粉じん濃度	Ci	0.05 ~ 0.1 mg / m ³
室内発じん量	G	ア 喫煙がある居室 7 mg / h・人 イ 喫煙しない居室 2 mg / h・人 ウ 店舗（物販等） 2 mg / h・人 エ 会議室（喫煙可） 全外気方式が望ましい
設計人員	N	ア 一般事務室 5 m ² / 人 イ 店舗・その他 実態に応じた数値
室内浮遊粉じん濃度	C	0.15 mg / m ³ （高い空気清浄度を要する場合は、0.05 ~ 0.1 mg / m ³ ）
外気導入量	Qi	25 m ³ / h・人

* 室内発じん量の算定根拠が別にある場合は、その数値を考慮する。

表 3 . 空調方式別の関係式

形式	空調方式	関係式	
		室内浮遊粉じん濃度	粉じん捕集率
①		$C = \frac{G + CiQi(1 - \eta)}{Qi + Qr\eta}$	$\eta = \frac{G + CiQi - CQi}{CQr + CiQi}$
②		$C = \frac{G + CiQi(1 - \eta)(1 - \eta_i)}{Qi + Qr\eta}$	$\eta = \frac{G + CiQi(1 - \eta_i) - CQi}{CQr + CiQi(1 - \eta_i)}$
③		$C = \frac{G + CiQi(1 - \eta)}{Qi + Qr\eta}$	$\eta = \frac{G + CiQi(1 - \eta) - CQi}{CQr}$
④		$C = \frac{G + CiQi(1 - \eta)}{Qi + Qr\eta + Qr'\eta_c}$	$\eta = \frac{G + CiQi - C(Qi + Qr'\eta_c)}{CQr + CiQi}$ $\eta_c = \frac{G + CiQi(1 - \eta) - C(Qi + Qr\eta)}{CQr'}$
⑤		$C = \frac{G + CiQi(1 - \eta)(1 - \eta_i)}{Qi + Qr\eta + Qr'\eta_c}$	$\eta = \frac{G + CiQi(1 - \eta_i) - C(Qi + Qr'\eta_c)}{CQr + CiQi(1 - \eta_i)}$ $\eta_c = \frac{G + CiQi(1 - \eta_i)(1 - \eta) - C(Qi + Qr\eta)}{CQr'}$
⑥		$C = \frac{G + CiQi(1 - \eta)}{Qi + Qr\eta + Qr'\eta_c}$	$\eta = \frac{G + CiQi(1 - \eta) - C(Qi + Qr'\eta_c)}{CQr}$ $\eta_c = \frac{G + CiQi(1 - \eta) - C(Qi + Qr\eta)}{CQr'}$
⑦		$C = \frac{G + CiQi(1 - \eta)}{Qi + Qr'\eta_c}$	$\eta_c = \frac{G + CiQi(1 - \eta) - CQi}{CQr'}$
⑧		$C = \frac{G + CiQi}{Qi + Qr'\eta_c}$	$\eta_c = \frac{G + CiQi - CQi}{CQr'}$

形式	空調方式	関係式	
		室内浮遊粉じん濃度	粉じん捕集率
⑨		$C = \frac{G + C_i Q_i}{Q_i + Q_r \eta}$	$\eta = \frac{G + C_i Q_i - C Q_i}{C Q_r}$
⑩		$C = \frac{G + C_i Q_i}{Q_i + Q_r \eta + Q_r' \eta_c}$	$\eta = \frac{G + C_i Q_i - C(Q_i + Q_r' \eta_c)}{C Q_r}$ $\eta_c = \frac{G + C_i Q_i - C(Q_i + Q_r \eta)}{C Q_r'}$
⑪		$C = \frac{G + C_i Q_i (1 - \eta) + C_i Q_i' (1 - \eta_c)}{Q_i + Q_i' + Q_r \eta + Q_r' \eta_c}$	$\eta = \frac{G + C_i(Q_i + Q_i' - Q_i' \eta_c) - C(Q_i + Q_i' + Q_r \eta)}{C Q_r + C_i Q_i}$ $\eta_c = \frac{G + C_i(Q_i + Q_i' - Q_i \eta) - C(Q_i + Q_i' + Q_r \eta)}{C Q_r' + C_i Q_i'}$

- Qi : 外気導入量 [m³/h]
- Qr : 還気量 [m³/h]
- Qr' : 室内機還気量 [m³/h]
- Ci : 外気浮遊粉じん濃度 [mg/m³]
- C : 室内浮遊粉じん濃度 [mg/m³]
- G : 室内発じん量 [mg/h]
- η : メインフィルタの捕集率 [-]
- ηi : 外気処理用フィルタの捕集率 [-]
- ηc : 室内機フィルタの捕集率 [-]
- Qi' : WTAの外気導入量 [m³/h]

イ 除じん効率の計算方法

最も一般的な空調方式である表3.のタイプについて、以下に算出方法を示す。

室内における浮遊粉じんの収支は次式で示される。点線内で定常状態にあると仮定して、物質収支をとると

$$(\text{粉じん流入量}) + (\text{室内発じん量}) = (\text{粉じん流出量})$$

これを数式で表すと(記号は表3.参照)

$$\begin{aligned} C_i Q_i (1 - \quad) + C_{Qr} (1 - \quad) + G &= C_{Q_i} + C_{Qr} \\ &= \frac{G + C_i Q_i - C_{Q_i}}{C_{Qr} + C_i Q_i} \end{aligned}$$

ウ 除じん効率の計算例

- ・ 空調方式 : タイプ(表3参照)
 - ・ 用途 : 一般事務所(喫煙可)
 - ・ 床面積 : 300 m²
 - ・ 給気量(空調機風量) : 4,500 m³/h
- (a) 設計人員を考える。1人当たりの床面積が5 m²/人であるから
設計人員(N) = 300 m² ÷ 5 m²/人 = 60 人
- (b) 外気導入量(Q_i)は、1人あたり 25 m³/h 必要であるから
外気導入量(Q_i) = 25 m³/h・人 × 60 人 = 1,500 m³/h・人
したがって、還気量(Q_r)は
還気量(Q_r) = 4,500 m³/h - 1,500 m³/h = 3,000 m³/h
- (c) 室内発じん量(G)は、1人あたりの量が7 mg/hであるから
室内発じん量(G) = 7 mg/h・人 × 60 人 = 420 mg/h
- (d) 必要除じん効率()は

$$= \frac{G + C_i Q_i - C_{Q_i}}{C_{Qr} + C_i Q_i} = \frac{420 + 0.05 \times 1500 - 0.15 \times 1500}{0.15 \times 3000 + 0.05 \times 1500} = 0.51$$

喫煙がある居室の場合は、除じん効率の評価をDOP法で行うことが適当であり、この例の場合は、DOP法で51%以上のエアフィルタを選定すればよいことになる。

表4 エアフィルタの性能試験方法

試験法	内 容 (JIS B 9908)	JIS Z 8901 試験用ダスト	粉じん粒径
重量法	フィルタ前後における空気中の粉じん量を計量する	15種	
比色法	フィルタ前後における空気中の粉じんをろ紙に採取し、光電管比色計により変色比を求め、重量濃度 mg/m^3 に換算する	11種	1.6~2.3 ミクロン
DOP法	フタル酸ジオクチル(DOP)のエアロゾルを用いた試験装置で性能評価する	14種 多分散DOP	0.76~0.96 ミクロン

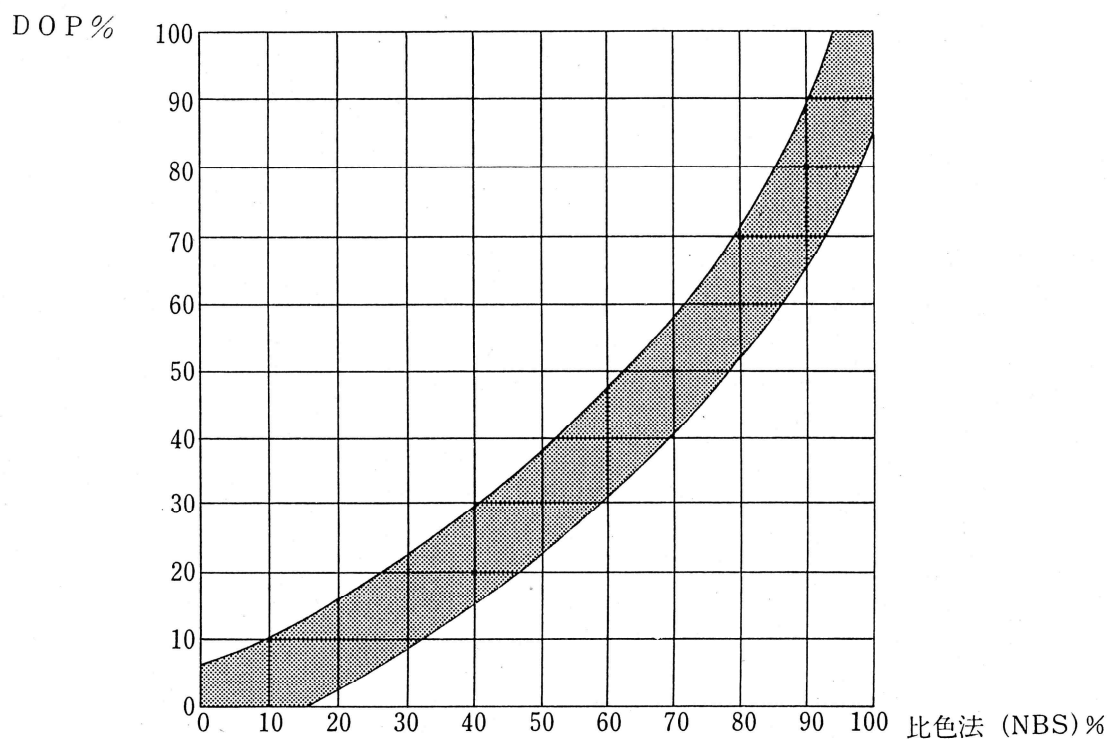


図4 比色法 - DOP法換算図

(9)	加湿装置は、良好な室内空気環境が維持できる性能を有するものを適切な位置に設置する。
-----	---

[解 説]

加湿装置は、各空調系統ごとに必要加湿量を計算し、必要な能力を有するものを選定する。加湿能力の計算に当たっては、次の設定条件を標準とする。

ア 設定条件

- ・ 外気条件：温度 = 0 、 相対湿度 = 50 %、 絶対湿度 = 0.0019kg / kg'
- ・ 室内条件：温度 = 22 、 相対湿度 = 50 %、 絶対湿度 = 0.0082kg / kg'
- ・ 安全率 : 1.2
- ・ 方式別加湿効率（表5 参照）

【外調機加湿の留意点】

外調機で加湿する場合は、加熱コイルで加熱する前の空気に行くと、すぐに飽和点に達してしまい必要な絶対湿度が得られない。このため、必ず加熱コイルで加熱した後の空気に対して加湿を行うこと。

イ 必要加湿量の計算方法

必要加湿量は次式によって求めることができる。

$$L = K \times SG \times Q (x_1 - x_2)$$

$$W = L /$$

【記号の説明】

- L : 必要加湿量 (kg/h) W : 噴霧量 (kg/h)
- K : 安全率 (= 1.2) : 加湿効率
- SG : 空気の比重 (= 1.2 kg/m³)
- Q : 風量 (m³/h)
- x₁ : 加湿後の絶対湿度 (kg/kg')
- x₂ : 加湿前の絶対湿度 (kg/kg')

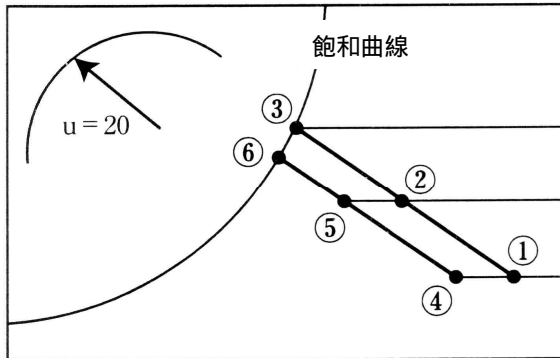
表5 方式別加湿効率

加湿方式	加湿効率(%)	備 考
水スプレー	30 ~ 50	吹出水量との比較
蒸 気	80 ~ 100	
超音波	80 ~ 100	霧化量との比較

⑧ 通風気化式加湿では、カタログなどから飽和効率を求め、加湿装置を選定する

【飽和効率】

飽和効率とは加湿のしやすさをいい、図5に示す式で表す。加湿時の空気温度が低くなると、必要とされる飽和効率は高くなり、加湿しにくくなるので注意が必要です



、 加湿器入口空気
 、 加湿器出口空気
 、 飽和点

$$\text{飽和効率1 (\%)} = \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$$

$$\text{飽和効率2 (\%)} = \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$$

の状態変化の場合は飽和効率が50%程度あればよいが、の変化では飽和効率が65%以上の能力が必要になる。

図5 飽和効率と湿り空気線図

ウ 加湿方式別の計算例

設定条件			
給気風量：24,000 m ³ /h	外気導入率：30%		
外気条件：0 50%RH	室内条件：22 50%RH		

(a) 水スプレー方式の場合（図6-1参照）

空気線図より混合点を求め、加湿前の絶対湿度（ x_2 ）を知る。

$$L = K \times S G \times Q (x_1 - x_2) = 1.2 \times 1.2 \times 24,000 \times (0.0082 - 0.0063) = 65.7 \text{ (kg/h)}$$

水スプレー方式の加湿効率は40%程度であるから水噴霧量は

$$W = L / 0.4 = 65.7 / 0.4 = 164 \text{ (kg/h)}$$

以上の結果より、1時間に164 kg/hの噴霧能力をもつ加湿器を選定する。

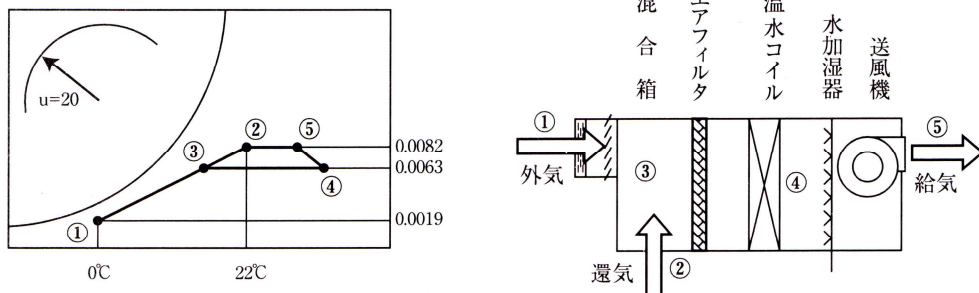


図6-1 水スプレー方式の状態変化

(b) 蒸気噴霧方式の場合（図6 - 2 参照）

必要加湿量の求め方は、水スプレー方式と同様である。

蒸気噴霧方式の加湿効率は100%なので必要加湿量(65.7 kg/h)を噴霧できるものを選定すればよい。

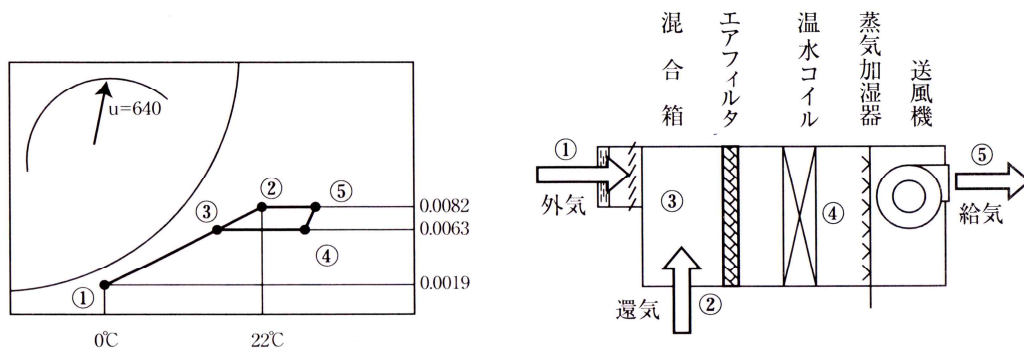


図6 - 2 蒸気噴霧方式の状態変化

(c) 通風気化式の場合（図6 - 3 参照）

空調機（加湿後）の吹出空気温度を27.5 と仮定する。混合 コイルでの加熱後の状態点 及び同点を通る熱水分比 $u = 20$ に沿った点（=27.5 の吹出空気）（飽和空気）から必要とする飽和効率を求める。

$$\frac{(0.0082 - 0.0063)}{(0.0124 - 0.0063)} = 0.31$$

となり、31%以上の飽和効率をもつ加湿器を選定する。

ただし、通風気化式の飽和効率は、温湿度・風量に左右されるため、条件性能を確認する必要がある。

なお、ユニット等で有効加湿量がわかっているものは、その数値を用いてもよい。

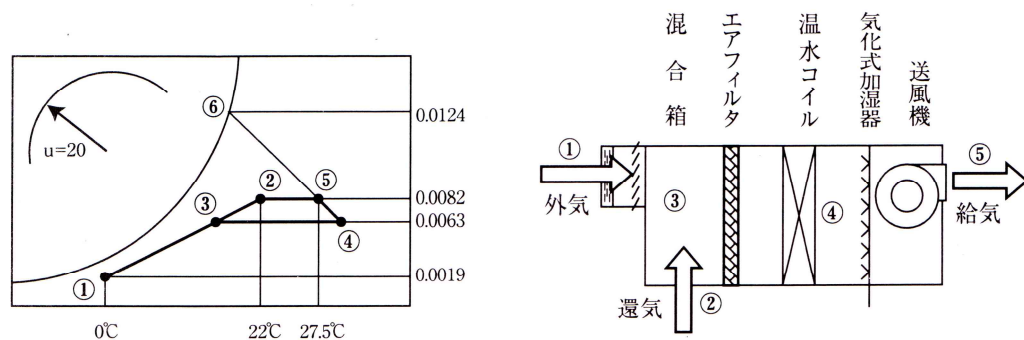


図6 - 3 通風気化式の状態変化

(10)	加湿に用いる水は、衛生的な水を使用すること。
------	------------------------

[解 説]

加湿に用いる水は、水道法第4条に規定する水質基準に適合または準ずるものを使用する。蒸気加湿の場合は、通常ボイラにはボイラ缶体および配管の腐食を防ぐため清缶剤・脱酸素剤・復水处理剤（表6参照）が添加されており、これらの薬剤が蒸気に含まれる可能性が高い。ところが、これらの薬剤は食品衛生法あるいはFDA（アメリカ食品医薬品庁）の許可を得ているものの、毒性の評価が経口毒性に関するものであり、呼吸器系に対する安全性が確認されていないのが現状である。

このため熱交換した二次側の蒸気を加湿に使用することが望ましい。

表6 ボイラに添加される主な薬剤

	名 称	作 用	有効部分
清 缶 剤	炭酸ナトリウム	pH調整	ボイラ缶体
	水酸化ナトリウム	pH調整	
	アルミン酸ナトリウム	スケールの軟化	
	デンプン	皮膜生成によるスケール付着防止	
脱 酸 素 剤	亜硫酸ナトリウム	ボイラ水中の溶存酸素の除去	ボイラ缶体 蒸気管
	糖類		
復 水 処 理 剤	(揮発性アミン) モルホリン シクロヘキシルアミン	復水中に含まれる炭酸ガスの中和	蒸気管 還水管
	(皮膜性アミン) オクタデシルアミン ジエチルアミノエタノール	復水管に皮膜を形成	