

## 【1】概要

## ●導入目的

機械換気設備は、建物内で発生した汚れた空気を新鮮な外気と入れ替え、室内空気を清潔に保つ設備で、建築基準法<sup>※</sup>により対象室に設置が義務づけられている。

換気が不足すると、人から排出される二酸化炭素やハウスダストが室内に充満し、アレルギー症状や頭痛等の原因となる。また、冬期間であれば結露が発生し、カビの発生原因ともなる。

そのため、建築基準法に基づき、室用途に合った計画的な換気を行うことが、人の健康、建築物の長寿命化にとって重要となる。

※建築基準法(機械換気設備に関する法規)

## ◎法第28条第2項

居室には換気のための窓その他の開口部を設け、その換気に有効な部分の面積は、その居室の床面積に対して、二十分の一以上としなければならない。ただし、政令で定める技術的基準に従って換気設備を設けた場合においては、この限りでない。

## ◎法第28条第3項

別表第一(い)欄(1)項<sup>※</sup>に掲げる用途に供する特殊建築物の居室又は建築物の調理室、浴室その他の室でかまど、こゝろその他火を使用する設備若しくは器具を設けたもの(政令で定めるものを除く。)には、政令で定める技術的基準に従って、換気設備を設けなければならない。

## ◎法第28条第4項

ふすま、障子その他随時開放することができるもので仕切られた二室は、前三項の規定の適用については、一室とみなす。

※別表第一(い)欄(1)項

劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場その他これらに類するもので政令で定めるもの。

## ●換気設備の計画

自然換気<sup>※1</sup>と機械換気<sup>※2</sup>の組合せにより、換気方式は3種類に分類される。それぞれ特徴があり、使用する場所や目的によって換気方式を選択することになる。

※1 自然換気…室内外の温度差・風圧等により室内の空気が自然に入れ替わること。




※2 機械換気…機械(換気扇)により、強制的に換気を行うこと。

## 2-3

### ①機械換気方式

- ・第1種換気方式…給気・排気のどちらも機械換気(換気扇)により、強制的に換気を行う。
- ・第2種換気方式…機械換気(換気扇)により給気を行い、排気口から自然に汚染空気を排出する。
- ・第3種換気方式…給気は吸気口から自然に取り込み、排気は機械換気(換気扇)で強制的に行う。

表 2-3-1 換気の種類

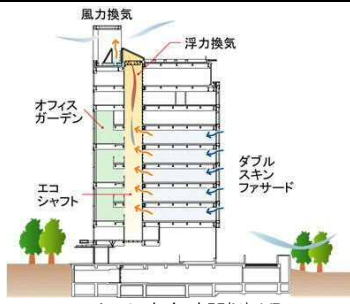
| 換気方式 |  <p><b>第一種換気</b><br/>給気・排気とも機械で行います</p>      |  <p><b>第二種換気</b><br/>給気は機械、排気は自然換気を利用します</p> |  <p><b>第三種換気</b><br/>給気は自然、排気は機械で行います</p> |
|------|---|--|--|
| 給気   | 機械  | 機械   | 自然   |
| 排気   | 機械  | 自然   | 機械   |
| 特徴   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・一定量の換気を常に行える。</li> <li>・高コスト</li> <li>・室内の圧力を調整できる。</li> <li>・空気の流れを制御しやすい</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・室内が正圧となるため、汚染空気が他室から入らない</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・臭気や水蒸気等を強制的に排気できる。</li> <li>・低コスト</li> <li>・外気温の影響を受ける</li> </ul>                    |
| 採用箇所 | 居室  | クリーンルーム<br>手術室、無菌室   | 居室、トイレ、浴室  |

出所(図):三菱電機株 HP

### ②自然換気方式

- ・パッシブ換気(計画自然換気)…建築物に風道を作り、屋外からの風を取り込んだり、屋外と室内の温度差を利用して、計画的に室内へ風を通し自然エネルギーを利用した換気を行う。

表 2-3-2 自然換気方式

|         |   |
|---------|---|
| 換気方式    | <p>パッシブ換気</p>  <p>出所:鹿島建設株 HP</p> |
| 特徴      | <p>機械換気が無いため省エネルギー。メンテナンス不要。</p> <p>ナイトパーズ(夜間外気の導入による、冷房立上りエネルギーの軽減)</p>  |
| 設計時の留意点 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象条件、立地条件の確認</li> <li>・自然換気用開口の配置計画</li> <li>・換気経路の確保</li> </ul>              |

## 2-3

### ③送風機種類

機械換気設備に使用される送風機には以下のようなものがあり、換気方式と同様に使用条件や用途に応じて使い分けられている。代表的な送風機の概要等を表 2-3-3 にまとめている。

- ・遠心ファン…多翼ファン、ターボファン、リミットロードファン、翼形ファン
- ・軸流ファン…ベーン軸流ファン、チューブ軸流ファン、プロペラファン
- ・特殊ファン…斜流ファン、横流ファン、チューブ形遠心ファン

表 2-3-3 送風機の種類


| 送風機 | 遠心ファン   |   | 軸流ファン   |       | 特殊ファン  |   |
|-----|---|---|---|-------|--|---|
|     | 多翼ファン<br>(シロッコファン)  | ターボファン  | プロペラファン   |       | 斜流ファン  | 横流ファン<br>(ラインフローファン)  |
| 概要  | 細長い板を円筒状に並べた羽を回転させ、ダクトを通して排気する換気扇。  | 羽が幅広で長く、後ろ向きの羽がついている。   | プロペラ状の羽を回転させ、空気を吸い込み、排気する換気扇。   |       | 遠心ファンと軸流ファンの中間の性質を持つ換気扇。   | 羽根車の一方の半径方向から吸い込み、90°程度の半径方向から送風するもの。   |
| 特徴  | ・効率が良い。<br>・外風の影響を受けにくい。<br>・運転音が静か。  | ・ファンの中で最も効率が良い。   | ・外風の影響を受けやすく、風量が落ちる。  |       | ・ダクト換気に向いている<br>・低騒音   | ・安定した送風ができる。  |
| 風量  | 小   | 中   | 多   | 多     | 中  | 中   |
| 騒音  | 中   | 中   | 低   | 中     | 低  | 低   |
| 圧力  | 高   | 高   | 低   | 中     | 中  | 低   |
| 用途  | ダクト用換気扇<br>レンジフード<br>全熱交換器  | レンジフード  | 換気扇<br>パイプ用ファン  | 有圧換気扇 | 斜流ダクトファン   | エアコンディショナ   |
| 羽形状 |  |  |  |       |  |  |

出所(図):三菱電機株 HP

## 【2】機械換気設備(エネルギー消費性能計算プログラムによる評価可能な技術)

## ●システム等

| 名称   | 概要   |
|--|--|
| ①換気の種類   | 給気<br>新鮮な外気を給気口から自然に取り込んだり、給気送風機により強制的に室内に取り入れること。   |
|  | 排気<br>汚れた空気を排気口から自然に排出したり、排気送風機により強制的に室外へ排出すること。   |
|  | 循環<br>循環送風機により、室内空気を拡散させ室内の上下で温度差を少なくすること。   |
|  | 空気の拡散用の<br>循環送風機種類<br>エアカーテン<br>開口部の上部に設置し、上から下に向かって強力な風を吹き出すことで、外部からの空気や埃等の室内への侵入や室内からの冷気、暖気の流出を防止する。<br> 出所: (株)ルネックス HP |
|  | 天井扇(シーリングファン等)<br>天井に取り付ける送風機で、上昇気流・下降気流により冷気や暖気を攪拌する。<br> 出所: パナソニック(株) HP   |
| エアー搬送ファン<br>送風機により気流をつくることで、室内空気を攪拌し、空気の滞留している箇所を無くす。<br> 出所: 三菱電機(株) HP |  |
| 空調   | 換気量の確保が困難な場合、電気室等の発熱室では空調機により冷房を行い、室温の上昇を防ぐこと。   |

| 名称                       | 概要  |                                  |  |                                  |            |            |             |                     |  |                        |                |
|--------------------------|---|----------------------------------|--|----------------------------------|------------|------------|-------------|---------------------|--|------------------------|----------------|
| ②高効率電動機                  | <p>高い効率を有する電動機のこと。<br/>国際規格IEC 60034-30 及び JIS C 4034-30 でモータの効率クラスを規定しており、次の3つに分かれている。</p> <table border="1" data-bbox="576 483 1230 647"> <thead> <tr> <th>IE1(標準効率)</th> <th>IE2(高効率)</th> <th>IE3(プレミアム効率)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JIS C 4210</td> <td>JIS C 4212</td> <td>JIS C 4213</td> </tr> <tr> <td>一般用低圧三相<br/>かご形誘導電動機</td> <td>高効率低圧三相<br/>かご形誘導電動機</td> <td>低圧トッピングモータ※</td> </tr> </tbody> </table> <p>※トッピングとは、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」で規定されており、エネルギーを消費する機器のうち対象の31品目(三相誘導電動機ほか)について、運用でのエネルギー消費量削減には限界があることから、製造事業者等に、エネルギー消費効率の高い機器等を製造する際の基準値を設けたもの。</p>  <p>出所:(一社)日本電気工業会HP</p> | IE1(標準効率)                        | IE2(高効率)   | IE3(プレミアム効率)                     | JIS C 4210 | JIS C 4212 | JIS C 4213  | 一般用低圧三相<br>かご形誘導電動機 | 高効率低圧三相<br>かご形誘導電動機  | 低圧トッピングモータ※            |                |
| IE1(標準効率)                | IE2(高効率)  | IE3(プレミアム効率)                     |  |                                  |            |            |             |                     |  |                        |                |
| JIS C 4210               | JIS C 4212  | JIS C 4213                       |  |                                  |            |            |             |                     |  |                        |                |
| 一般用低圧三相<br>かご形誘導電動機      | 高効率低圧三相<br>かご形誘導電動機   | 低圧トッピングモータ※                      |  |                                  |            |            |             |                     |  |                        |                |
| ③インバータ                   | <p>交流を直流へ変換する装置(コンバータ)と直流を交流へ変換する装置(インバータ)を合わせた装置を一般的にインバータという。<br/>インバータは、モータの電圧と周波数を変えることで、モータの回転数を変えることができる装置のこと。</p>  |                                  |  |                                  |            |            |             |                     |  |                        |                |
| ④CO、CO <sub>2</sub> 濃度制御 | <p>CO、CO<sub>2</sub>濃度センサーにより、駐車場等の基準濃度を超えない範囲で、外気取り入れ量を自動制御しながら的確な換気を行うとともに、不必要な換気を減らしてエネルギー消費量の削減を図る制御方法。</p> <table border="1" data-bbox="544 1290 1262 1592"> <thead> <tr> <th colspan="2">建築物衛生法の<br/>室内環境基準※</th> <th colspan="2">駐車場法施行令第12条<br/>(駐車場面積が500㎡以上の場合)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO<br/>含有率</td> <td>10ppm<br/>以下</td> <td rowspan="2">換気回数</td> <td rowspan="2">建築物である戶外駐車場には、その内部の空気を1時間につき10回以上直接外気と交換する能力を有する換気装置を設けなければならない。</td> </tr> <tr> <td>CO<sub>2</sub><br/>含有率</td> <td>1,000ppm<br/>以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>※「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(ビル管理法)</p>   | 建築物衛生法の<br>室内環境基準※               |  | 駐車場法施行令第12条<br>(駐車場面積が500㎡以上の場合) |            | CO<br>含有率  | 10ppm<br>以下 | 換気回数                | 建築物である戶外駐車場には、その内部の空気を1時間につき10回以上直接外気と交換する能力を有する換気装置を設けなければならない。 | CO <sub>2</sub><br>含有率 | 1,000ppm<br>以下 |
| 建築物衛生法の<br>室内環境基準※       |   | 駐車場法施行令第12条<br>(駐車場面積が500㎡以上の場合) |  |                                  |            |            |             |                     |  |                        |                |
| CO<br>含有率                | 10ppm<br>以下   | 換気回数                             | 建築物である戶外駐車場には、その内部の空気を1時間につき10回以上直接外気と交換する能力を有する換気装置を設けなければならない。 |                                  |            |            |             |                     |  |                        |                |
| CO <sub>2</sub><br>含有率   | 1,000ppm<br>以下  |                                  |  |                                  |            |            |             |                     |  |                        |                |



## ①換気対象室入力シート

| No. | 入力項目                  | 選択肢 | 適用   |
|-----|-----------------------|-----|--|
| 1   | 階・室名・建物用途・<br>室用途・室面積 | —   | 「様式1(共通条件)『室使用入力シート』の様式」に入力した室の中から換気計算対象室の階、室名等を転記する。  |
| 2   | 換気種類                  | 給気  | 給気送風機  |
|     |                       | 排気  | 排気送風機  |
|     |                       | 循環  | 空気の拡散用の循環送風機   |
|     |                       | 空調  | 電気室等の発熱のある室を空調器により冷房を行う場合  |
| 3   | 換気機器名称                | —   | <p>▶1つの室に複数台の換気設備がある場合は、機器名称を並べて記入し、一番上の機器についてのみ室名等を入力し、他の機器については空欄とする。</p> <p>▶1つの機器が複数の室を換気する場合は、各室の③換気機器名称と同じ換気機器名称を入力する。</p> <p>▶同じ仕様であっても物理的に異なる機器(異なる場所に設置されている等)である場合は、異なる換気機器名称を付けて入力すること。</p> |



## ②給排気送風機入力シート

| No.        | 入力項目  | 選択肢                  | 適用  |    |    |            |                          |            |   |            |  |
|------------|---|----------------------|---|----|----|------------|--------------------------|------------|---|------------|--|
| 1          | 換気機器名称  | —                    | 「様式 3-1(喚起)『換気対象室入力シート』」で記入した換気機器名称と同一でなければならない。  |    |    |            |                          |            |   |            |  |
| 2          | 設計風量  | —                    | 給排気送風機の設計風量(もしくは設計図の機器リストに記載された定格風量)を数値で入力する。単位は $\text{m}^3/\text{h}$ である。   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
| 3          | 電動機定格出力   | —                    | <p>→送風機の定格出力を数値で入力する。単位は kW である。</p> <p>→電動機出力とは、以下の規格に基づく値であることを基本とする。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>規格</th> <th>定義</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JIS B 8330</td> <td>JIS B 8330 で規定された「電動機出力」</td> </tr> <tr> <td>JIS B 8330</td> <td>JIS B 8330 で規定された「電動機入力」(製造者が定める最大風量条件下の値)に電動機効率(0.75)を乗じた値</td> </tr> <tr> <td>JIS C 9603</td> <td>JIS C 9603 で規定された「消費電力」に電動機効率(0.75)を乗じた値</td> </tr> </tbody> </table> <p>→電動機直動型<sup>※</sup>については、電動機出力ではなく消費電力が図面に記載されていることが多いため、次式で仮想的な電動機出力を算出し、この値を入力してもよい。</p> <p>③電動機定格出力 = 定格消費電力 × 電動機効率(0.75)</p> <p>※羽根車を電動機の主軸に直接取り付け付けた電動機。</p> <p>→大規模建築物の熱源機械室等、天井が高い空間のための機械換気設備については、当面の間、次式で仮想的な電動機定格出力を算出し、この値を入力してもよいものとする。(想定天井高と実際の天井高に大きな差がある場合)</p> <p>③電動機定格出力 = 電動機定格出力 × 2.7 × (換気対象室の天井高)</p> | 規格 | 定義 | JIS B 8330 | JIS B 8330 で規定された「電動機出力」 | JIS B 8330 | JIS B 8330 で規定された「電動機入力」(製造者が定める最大風量条件下の値)に電動機効率(0.75)を乗じた値 | JIS C 9603 | JIS C 9603 で規定された「消費電力」に電動機効率(0.75)を乗じた値 |
| 規格         | 定義  |                      |   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
| JIS B 8330 | JIS B 8330 で規定された「電動機出力」                                    |                      |   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
| JIS B 8330 | JIS B 8330 で規定された「電動機入力」(製造者が定める最大風量条件下の値)に電動機効率(0.75)を乗じた値 |                      |   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
| JIS C 9603 | JIS C 9603 で規定された「消費電力」に電動機効率(0.75)を乗じた値                    |                      |   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
| 4          | 制御による補正   | 有                    | <p>→「JIS C 4212(高効率低圧三相かご形誘導電動機)」に基づく電動機。</p> <p>→「JIS C 4213(低圧三相かご形誘導電動機-低圧トランナーモータ)」に基づく電動機。</p>   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
|            |   | 無                    | 上記以外。   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
| 5          | 制御による補正<br>(インバータの有無)                                       | 無                    | インバータが設置されていない場合。係数 1.0   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
|            |   | 有                    | インバータが設置されている場合。ただし、自動制御が <sup>※</sup> 行われておらず、固定周波数で運用する場合も含まれる。係数 0.6   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
| 6          | 制御による補正<br>(送風量制御)  | 無                    | 送風量制御を採用しない場合。  |    |    |            |                          |            |   |            |  |
|            |   | CO <sub>2</sub> 濃度制御 | 駐車場等において、CO <sub>2</sub> 濃度や CO <sub>2</sub> 濃度により送風量の制御を行っている場合。   |    |    |            |                          |            |   |            |  |
|            |   | 温度制御                 | 電気室等において、室内温度により送風量制御を行っている場合。  |    |    |            |                          |            |   |            |  |



## ③換気代替空調機入力シート

| No. | 入力項目        | 選択肢          | 適用  |
|-----|-------------|--------------|---|
| 1   | 機器名称        | —            | 「様式 3-1(換気)『換気対象室入力シート』」で記入した換気機器名称と同一でなければならない。  |
| 2   | 換気対象室の用途    | 電気室          | 電気室またはそれに準じる室   |
|     |             | 機械室          | 機械室またはそれに準じる室   |
|     |             | エレベータ<br>機械室 | エレベータ機械室またはそれに準じる室  |
|     |             | その他          | 上記以外  |
| 3   | 必要冷却能力      | —            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼換気代替空調機の定格冷却能力(もしくは設計図の機器リストに記載された必要冷却能力)を数値で入力する。単位はkWである。</li> <li>▼設置される機器の能力に余裕を見込んでいる場合は、必要とされる能力を算出し、この値を入力してもよい。例えば故障時の対応として必要冷房能力100%の機器が2台設置されている場合は、1台分の能力を入力してもよい。</li> </ul>  |
| 4   | 熱源効率(一時換算値) | —            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼熱源効率には、熱源システム効率(熱源機本体、一次ポンプ、蓄熱関係ポンプ、冷却水ポンプ、冷却塔等のエネルギー消費量すべてを考慮したシステム効率)を一次エネルギー換算した数値を入力する。</li> <li>▼パッケージ型空調機の場合は、冷却能力を屋外機のエネルギー消費量(圧縮機、熱交換ファン等のエネルギー消費量の合計)で除した数値を入力する。</li> <li>▼電気式熱源では消費電力より算出した定格効率(二次エネルギー換算)を次式で一次エネルギー換算して算出する。<br/>電気式熱源の効率=定格効率[-]×3,600[kJ/kWh]÷9,760[kJ/kWh]</li> </ul> |
| 5   | ポンプ定格出力     | —            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼中央熱源方式の場合は、二次冷水ポンプの電動機定格出力を数値で入力する。単位はkWである。</li> <li>▼二次冷水ポンプが他の空調機と兼用の場合は、当該空調機分の容量分のみを入力する(二次冷水ポンプの電動機出力を各空調機の冷却能力で按分する)。</li> <li>▼換気代替空調機がパッケージ型空調機の場合は「0」とする。</li> </ul>  |



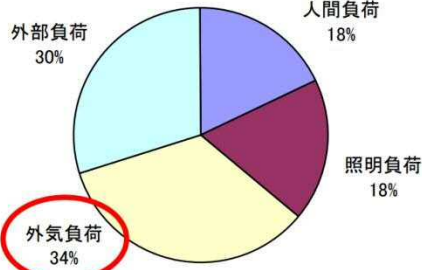


| No. | 入力項目    | 選択肢 | 適用  |
|-----|---------|-----|---|
| 6   | 送風機の種類  | —   | 同じ換気代替空調機に送風機が複数ある場合は、⑥～⑩を並べて記入、①～⑤については一番上の機器についてのみ入力し、他の機器については空欄とする。 |
|     |         | 空調  | 換気代替空調機に属し、冷熱を供給するための送風機  |
|     |         | 給気  | 換気代替空調機と同じ室に併設され連動して動く送風機のうち、給気が主な役割であるもの                               |
|     |         | 排気  | 換気代替空調機と同じ室に併設され連動して動く送風機のうち、排気が主な役割であるもの                               |
|     |         | 循環  | 換気代替空調機と同じ室に併設され連動して動く送風機のうち、空気の循環が主な役割であるもの                            |
| 7   | 設計風量    | —   | 様式3-2『給排気送風機入力シート』の②設計風量と同じルールで入力を行う。                                   |
| 8   | 電動機定格出力 | —   | 様式3-2『給排気送風機入力シート』の③電動機定格出力と同じルールで入力を行う。                                |
| 9   | 制御等の有無  | —   | 様式3-2『給排気送風機入力シート』の④、⑤、⑥と同じルールで入力を行う。                                   |

【3】機械換気設備(エネルギー消費性能計算プログラムの評価対象外の技術)

●システム・制御等

| 名称                        | 概要   |
|---------------------------|--|
| <p>①換気扇の<br/>人感センサー制御</p> | <p>換気扇の消し忘れ等が多い箇所(便所、湯沸室等)で、人の在室状況をセンサーにより感知して、換気扇の運転・停止を自動で行う制御。人がいなくなった場合は一定時間、運転を行ったあと自動停止する。</p>  <p>出所: 三菱電機株) HP</p> <p>→制御方法(種類)<br/>照明器具と連動させる方法と、換気扇本体のセンサーにより制御する方法の2通りある。</p> <p>→センサー種類<br/>換気扇を自動で運転させる方法として、人感センサー以外には以下のようなものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・湿度センサー(設定した湿度を感知し自動運転)</li> <li>・温度センサー(設定した室内温度を感知し自動運転)</li> <li>・ガスセンサー(たばこの煙等を感知し自動運転)</li> </ul> |
| <p>②熱源機器との連動制御</p>        | <p>機械室の熱源機器(ボイラー等)の運転と連動して、換気設備の運転・停止を行い、熱源機器の運転に必要な空気を供給する制御。</p> <p>導入することにより、熱源機器停止時の不要な換気設備の運転を無くすことができ、一次エネルギー消費量の削減につながる。</p> <p>この制御を行う場合には、換気設備との連動に対応している熱源機器を選定する必要がある。</p>  |
| <p>③置換換気(空調)<br/>システム</p> | <p>室内温度より低い温度の空気を居住域の低い位置から緩やか(風速 0.5m/s 以下)に供給し、人や OA 機器等からの発熱により上昇する汚れた空気を排気するシステム。</p> <p>居住域へ常に新鮮な空気を供給できるという長所はあるが、低風速で供給するため、夏期の冷房時に物足りなさを感じる場合もある。</p>  <p>出所: 中央設備エンジニアリング株) HP</p>  |

| 名称          | 概要  |
|-------------|---|
| ④換気扇コントローラー | <p>室内の空気の汚れやCO<sub>2</sub>をセンサーで感知し、換気扇の強運転、弱運転を自動で切り替えることができるもの。</p> <p>設置することで、不必要な換気を行わず、外気の導入量を最小限に抑えられ、空調効率が良くなり、空調設備および機械換気設備のランニングコストの削減になる。</p> <p>○冷房負荷の例</p>  <p>出所:財団法人省エネルギーセンター<br/>「省エネチューニングマニュアル」</p> |