

第1部 建築環境

1 室内気候

1.1 温熱要素

【温熱指標】

□ 温熱要素 4+2 とは？

□ 各温熱指標の特徴の把握、特に新しい方の指標（標準新有効温度とPMV）には留意！

23/16 【温熱6要素】とは、環境側として、気温・放射熱・湿度・気流、人体側として代謝量・着衣量の合計6つ

27/21 【作用温度（OT）】は、空気温度、平均放射温度、気流（静穏状況下では除外可）から求められる（湿度関係なし）
18

24 【作用温度】は、主に発汗の影響が小さい環境下における熱環境に関する指標として用いられ、空気温度と平均放射温度の重み付け平均で表される

18/25 【平均放射温度（MRT）】は、放射（グローブ温度）、空気温度および気流速度から求められる

23/18 【標準新有効温度（SET*）】における温冷感は22.2～25.6℃の範囲で「快適、許容できる」

22 【PMV】とは、気温・放射温度・相対湿度・気流速度・人体の代謝量・着衣量を考慮した温熱指標

17/13 【PMV】とは、人体の熱負荷に基づき、熱的中立に近い状態の人体の温冷感を表示する指標のこと

25 【PMV】は、不均一な放射環境・上下温度分布が大きな環境及び通風環境に対しては適切な評価不可

【熱的快適性】

□ 不快は「不安定」によって引き起こされます…「不安定」とは、気流の乱れや温度差等ですが、それらの許容値および対策は？

19 冬季における室内の【上下温度差】が大きくなる要因は、外壁・窓の室内側で発生する【コールドドラフト】

27 外皮の断熱や気密の性能を高めることは、暖房時の室内の【上下温度差】を小さくすることにつながる

23/14 椅座位の場合、くるぶしの高さとの高さの【上下温度差】は3℃以内が望ましい

16/10 建築物の断熱を十分に行えば、室内の【上下温度分布】などの温熱環境が改善される

23 天井の高いアトリウムでは、【上下温度差】が生じやすいので、空調ゾーンを居住域に限定することも検討

16 窓などの熱損失の大きい部位の下部に放熱器等を設けると、室内の【温度分布】の偏りが小さくなる

24/12 冷暖房機器は、外部負荷の大きな窓付近に設置するほうが温熱環境は良好（【冷暖房機器設置位置】）

14 全身温冷感が中立状態に保たれていても、局所温冷感に係る不快要因が存在すると不快（【局所不快】）

27/22 床暖房時【床表面温度】が体温よりも高いと、低温やけどの原因となるので30℃程度までが望ましい
14

26/23 冷たい壁面による局所不快の防止には、【放射の不均一性】の限界を10℃以内にすることが望ましい（暖かい天井
14 は5℃以内）

18/14 【気流の乱れ】が大きいと、平均風速が低くても不快に感じることもある

18 冬季に窓ガラス付近の冷却された空気が下降して生じる局部気流は【コールドドラフト】に該当する

【温熱要素】

□ 人体からの発熱量（≒代謝量）はどの程度でしょうか？

□ 放射って「周壁面温度」とも呼ばれます、途中の媒質（空気）の温度を変化させずに届く熱（電磁波による熱移動）

25/16 椅座安定時の成人の単位面積あたりの【代謝量（発熱量）】は、58.2W/m²程度、一人あたりは100W/人
15

26/22 【代謝量】が増えるにつれ、人体からの総発熱量に占める潜熱発熱量の比率は増加

18/15 【着衣量】の単位は、clo または m²・℃/W

20 【放射量】は、物体の表面の絶対温度を2倍にすると16倍となる（絶対温度の4乗に比例）

15 【グローブ温度計】は、つや消し黒塗りの無発熱球の放射と対流による平衡温度を測定するもの



1.2 湿り空気と湿り空気線図

1.2.1 湿り空気の性質

【湿り空気】

- 気温変動と空気中の湿気の関係のイメージ図をしっかりと把握しておきましょう

- 25 【飽和絶対湿度】とは、ある温度の空気を含める限界の水蒸気量を、単位乾燥空気当たりの水蒸気量で示したもの
- 19 【相対湿度】は、人の感覚に応じた補正はなされていない
- 27 気温 20~30℃の温度条件では、【相対湿度】が70%を超えるとカビの発育が促進され、相対湿度が高いほどその繁殖率は高くなる
- 13 【露点温度】とは、絶対湿度を一定に保ちながら空気を冷却し、相対湿度が100%となるとき気温
- 26 【平衡含湿(水)率】とは、材料を一定の温湿度中に長時間放置し、含湿量が変化しなくなった状態
- 15 【透湿抵抗】の単位は、(m²・h・Pa)/kg

1.2.2 湿り空気線図

- 空気線図とは？

- 17/12 【湿り空気線図】は、温度・湿度・比エンタルピー等の空気の状態を表したもので、空調の負荷計算や空気の状態解析に用いられる

1.2.3 湿り空気と結露

「3 伝熱と結露」にて

1.3 空気汚染・室内環境に関連した物質

【空気汚染】

- 各汚染物質の許容値等具体的な数値のチェックも必要です…面倒ですが
- PM2.5 って気になりませんか？ ⇒ 粒子径が2.5μm以下の微粒子、健康への悪影響が大きいとされる
- 13 室内空気の【汚染源】は、塵埃、体臭、煙草の煙、揮発性有機化合物、ホルムアルデヒドなど
- 24 室内の【二酸化炭素】濃度は、4%程度で頭痛や血圧上昇などの人体反応が生じる（許容値は0.1%以下）
- 23/19 12 酸素濃度が18~19%以下となると、不完全燃焼による【一酸化炭素】発生量が増加、一酸化炭素中毒の危険あり
- 22/10 【浮遊粉じん】による健康被害は、粒子径が0.1~1.0μmのものによる影響が大、許容値は0.15mg/m³
- 12 喫煙による必要換気量は、一酸化炭素・二酸化炭素ではなく、【浮遊粉じん】の発生量で決定
- 27 【ホルムアルデヒド】の許容値は0.1mg/m³
- 14 【シックハウス症候群】の原因とされる物質は、害虫駆除に使用する有機リン系殺虫剤も含まれる
- 16 揮発性有機化合物（VOC）は、【シックビル症候群】の原因となることがある
- 10 気密性の高い建築物で問題となる【シックビル症候群】は、建材等から放出するホルムアルデヒドが一因

2 換気・通風

2.1 自然換気と機械換気

無し



2.2 自然換気

【自然換気】

- 各換気法の換気量算定式は超重要！面倒ですが頭の中でしっかりとイメージしながら覚えてください
- 通風量の計算も H23 に出題されました
 - 14 計画的な【自然換気】では、建築物内外の温度差や建築物周辺の風圧を考慮して換気口等の大きさを決定
 - 24 上下大きさの同じ二つの開口にて無風条件で【温度差換気】を行うと、換気量は内外温度差の平方根に比例
 - 15 建築物内外における空気の密度の差は、【煙突効果】を発生させる原因となる
 - 23 天井の高いアトリウムでは、【上下温度差】が生じやすいので、空調ゾーンを居住域に限定することも検討
 - 21 外気温度が室内温度よりも高いとき、【中性帯】よりも上側の開口から外気が侵入、下側から排気
 - 27/19 上下に異なる大きさの開口で内外に温度差がある場合、【中性帯】の位置は開口部の大きい方に近づく
 - 10 暖房時に温度差換気を行うと、中性帯よりも下側が換気経路の上流（給気）となる（注：暖房時に限らず室内気温のほうが外気温よりも高い場合は、中性帯よりも下側が給気となる）
 - 16
 - 22 上下の大きさの異なる開口では、大きな開口部における【内外圧力差】は、小さな開口部に比べて小さい
 - 19 開口部の風圧係数の値がすべて（+）であっても、風圧係数の値に差があれば【風力換気】は生じる
 - 27/21 【風力換気】による換気量は、外部風向と開口条件が一定ならば、外部風速に比例する
 - 10
 - 21 風上・風下に 2 つの窓を設置した場合、両者の面積が等しい時に最大の換気量となる（【風力換気】）
 - 20 【通過風量】は、開口の内外圧力差を 2 倍にすると $\sqrt{2}$ 倍になる

2.3 換気量と換気回数の計算

【換気量】

- 必要換気量の算定式は必須、汚染物質ごとに算定式は微妙に変化していますが、「発生量/換気の効率」ってのは共通
 - 26/14 【必要換気量】は、室内の汚染質発生量を汚染質濃度の許容値と外気の汚染質濃度の差で除したもの
 - 15 水蒸気発生量 0.6kg/h、外気の重量絶対湿度 0.005kg/kgDA、許容値 0.010kg/kgDA、室容積 150m³、空気の密度を 1.2kg/m³とすると、必要換気量は約 100m³/h となる。 $0.6 / (1.2 \times (0.010 - 0.005)) = 100$
 - 27 二酸化炭素を 0.015m³/h 発生する成人 1 人当たりの必要換気量は、外気の二酸化炭素濃度が 0.03%で、許容値が 0.1%の場合、約 21m³/h となる。 $0.015 / (0.001 - 0.0003) = 21$
 - 24 喫煙による浮遊粉じん基準の【必要換気量】は、喫煙で発生する CO 基準の必要換気量に比べて大きい
 - 25/20 汚染物質（水蒸気や二酸化炭素等）発生量・【換気回数】が同じ場合、汚染物質濃度は容積が大きい室よりも小さい室で高くなる
 - 13 【換気量】が同じでも、部屋の形状や換気方式の差異により、室内汚染物質の濃度の低減量は異なる（【換気量】）
 - 25/12 定常状態では、外部から室内へ流入する空気の質量と室内から外部へ流出する空気の質量は等しい（【換気量】）
 - 19 室内外の空気の密度が同じ場合、隙間を含めたすべての開口からの給気量と排気量は一定となる（【換気量】）
 - 20 一般的な窓の開口の【流量係数】は、ベルマウス形状の開口の流量係数に比べて小さな値となる

【燃焼器具】

- 室内空気を使うのか？排気は屋外か？
 - 20 【密閉型燃焼器具】においては、室内空気を燃焼用として用いてはならない
 - 14 【密閉型暖房機器】は、燃焼による室内空気の空気汚染のおそれが少ない
 - 26/16 【半密閉型暖房機】は、室内の空気を燃焼に用いる



2.4 機械換気

【機械換気】

- 換気法は室内側の気圧に着目、第一種：任意、第二種：正圧（ゆえにクリーンルーム）、第三種：負圧（ゆえに汚染室）
- 比較的新し目の換気法（置換換気/ハイブリッド換気）等もチェック
 - 20 【第一種換気法】は、給気機/排気機を用いるため、室内圧を周囲よりも高く保つ必要のある室も採用可能
 - 21 【第一種換気法】で室ごとに個別換気を行う場合、換気経路の確保のためのアンダーカットやがらりは不要
 - 16/13 【第三種換気法】は、排風機のみを有し給気口やがらり等から空気を取入れる、厨房・便所・浴室等の汚染物質を出す
10 室に適す
 - 27 【第三種換気法】では、居室における自然給気口は床面からの高さを 1.6m 以上とする
 - 26/12 厨房の換気方式は、臭気の周辺緒室への流出を防ぐために、【第一種換気方式】または【第三種換気方式】を採用
 - 23 【営業用厨房の換気計画】では、換気排気量は、給気換気量よりも大きく設定する
 - 13/21 【全般換気】とは、住戸全体の空気を入れ替えることにより、汚染物質の希釈、拡散、排出を行う換気方式
 - 22/14 【置換換気】は、設定温度よりもやや低温の空気を室下部から吹き出し、汚染物質を室上部から排出
 - 25 【置換換気】は、汚染物質が周囲空気よりも高温または軽量の際や、小空間に大空気量の給気をする際に有効
 - 24/17 【置換換気】の換気効率は、全般換気の換気効率よりも高い
 - 18/13 【床吹き出し空調方式（置換換気）】は、OA 機器等の配線ルートである二重床を利用するものであり、床吹き出し口の移動・増設に対応しやすい
 - 20 【ハイブリッド換気】は、自然換気の省エネ性と機械換気の安定性の両方の長所を活かした換気方式

【換気対策】

- 建物側からの換気への配慮は？ ⇒ 気密化やフィルターなど
 - 22 建築物の【気密化】を図ることは、必要換気量を安定的に確保し、換気経路を明確にすることができる
 - 12 天井を断熱した場合でも、小屋裏の換気を十分に行う必要がある
 - 25/22 汚染物質の天井裏からの流入を防止するためには、【室内側の気圧】を天井部よりも低くしないこと（第二種換気）
17
 - 14 【24 時間換気システム】では、住戸全体が 0.5 回/h の換気回数を確保し各室まんべんなく換気すること
 - 24/20 【常時機械換気設備】として浴室等の水回りの排気ファンを用いる場合、給気口が設けられた各居室の必要換気量を
安定的に確保するためには、住宅全体の気密性を高くするほうが効果的
 - 13 交通量の多い幹線道路に面する等で外気が必ずしも清浄ではない場合、【外気取入れ口】の位置・除塵等にも配慮
 - 19 冬季における高層建築物においては、低層階の出入口等から【外気が流入】する
 - 16 【排気口の位置】は、室内における汚染質の濃度分布に影響を与える
 - 25 建具まわりからの隙間から流入・流出する【漏気量】は、隙間前後の圧力差の $1/n$ 乗に比例、 n は 1~2 の値
 - 23 【ビル風】被害は、低層から高層まで同一形状の建物より、低層部のほうが大きな建物のほうが発生し難い

【換気他】

- 換気の評価（空気齢/空気余命）の定義も確認
 - 22 【空気余命】とは換気効率に関する指標、値が小さいほど発生した汚染物質を速やかに排出できることを意味
 - 24/17 【空気齢】とは、室内の部位における空気の新鮮度を示すもの、値が小さいほどその地点の空気の新鮮度は高い、ま
13 た空気齢が長いほど換気効率は低い
 - 25 【ナイトパージ】とは低温な夜間を中心に外気を室内に導入し躯体等を冷却、冷房時の負荷を低減する事が可能



3 伝熱と結露

3.1 伝熱と結露

【伝熱】

- 熱伝達は、空気が壁体へ熱を「よいしょ」って感じで受け渡すイメージ、風が強かったり壁体表面が荒れていたりするとガンガン熱が移動していきますよ
- 熱伝導は、壁体内を熱が「じわりじわり」移動していくイメージ、壁体両側の気温差が大きい場合には、なかなか熱が移動していかないってことで断熱性能が高いってことになります
- 空気は最強の断熱材です、ただし厚すぎると対流が生じてしまうので思ったほどの効力が発揮できなくもなります

- 23/14 12 壁体表面の対流【熱伝達率】は、近傍の風速が大きいほど大きくなる
- 15 壁表面の対流【熱伝達】において、表面に極めて近いところは層流となり、表面から離れると乱流となる
- 10 【対流熱伝達率】は、流体の種類・速度・温度条件によって異なる値をとる
- 17/13 壁体の【総合熱伝達率】は、対流熱伝達率と放射熱伝達率とを合計したもの
- 25 自然対流【熱伝達率】は熱の流れる方向と室温・表面温度の分布で異なる、室温が表面温度より高いと床よりも天井のほうが大
- 19 壁体表面の【熱伝達抵抗】は、外壁近くの風速が大きいほど小さくなる
- 24/17 壁体内の温度分布図では、温度勾配が急なほど（材料両端の温度差が大きいほど）【熱伝導率】は小さい
- 26/15 発泡性の断熱材において、空隙率が同じならば、材料内部の気泡寸法が小さいほうが【熱伝導率】は小さい
- 13 一般の建築材料の【熱伝導率】は、かさ比重が減少するほど小さくなる傾向がある
- 23/19 グラスウールは、かさ比重が大きくなるほど【熱伝導率】は小さくなる
- 22/10 結露や雨水の侵入によって壁（または断熱材）の含水率が增加すると、【熱伝導率】は増大する（断熱性能は低下）
- 21/15 【熱伝導率】の単位は、 $W/(m \cdot K)$
- 11 【熱伝導抵抗】の単位は、 $m^2 \cdot K/W$ 、または $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C/kcal$
- 10 空気層の【熱抵抗】は、その厚さが20mmを超えるとほとんど変化しない
- 18/13 二重窓における【熱抵抗】は、ガラスの相互間隔3cm程度まで増加するがそれ以降は増加しない
- 25 壁体内の密閉された中空層は、その厚さが10~15mmの範囲では厚さに比例して【熱抵抗】が大きくなる
- 26/16 中空層の表面をアルミ箔で覆うことにより、【熱抵抗】の値は大きくなる

【熱貫流】

- 壁体を介しての熱の移動が「熱貫流」、伝達・伝導の総合的な評価となります
- 23/13 単一材料壁を【貫流する熱量】は、壁体両側の空気の温度差・表面積に比例するが厚さには反比例しない（熱伝達の影響も加味する必要があるので、熱伝達は材厚に関係なく一定）
- 24/17 【熱貫流率】ならびに【熱貫流抵抗】は、壁体内の各層の配置が変わっても変化しない
- 19 複層ガラスの中空層が完全な真空であっても、【熱貫流率】は0とはならない（放射による伝熱は生じる）
- 21 単板ガラスの【熱貫流抵抗】のうち、ガラス自体の熱伝導抵抗が占める割合は半分以下（空気の伝達抵抗のほうが大）
- 27 【実行温度差（ETD）】は、「内外温度差」「日射量」「部材の熱容量による熱的挙動の時間遅れ」を考慮した仮想の温度差で、熱貫流計算を簡略的に行うために使用される
- 25 【長波長放射率】とは「ある部材表面から発する単位面積当たりの放射エネルギー」を「その部材表面と同一温度の完全黒体から発する単位面積当たりの放射エネルギー」で除した値
- 10 壁の表面温度が等しい条件では、長波長に対する放射率と吸収率は等しいものとして扱うことが可能



【熱容量】

□ 熱容量が高い物質は、熱しにくく冷めにくいので温度の変動が「ゆったり」です

16 建築物の【熱容量】が大きいと、室温の変動は緩慢になる

24/17 【熱容量】が大きい物質が断熱層よりも室内側にあると、冷暖房開始から設定温度になるまでに時間を要す

20/12 【熱容量】が同一であっても、断熱性能が異なれば、暖房停止時の室温低下の速さに差異が生じる

【断熱】

□ 様々な工法がありますが、それぞれ一長一短です…

□ 断熱性能をはかる指標の1つが熱損失係数、壁体の断熱性能のみならずすき間風等の影響も考慮します

24/17 【熱容量】が大きい物質が【断熱層】よりも室内側にあると、冷暖房開始から設定温度になるまでに時間を要す

22/12 【断熱性能】を高めると、室温と室内表面温度の差が小さくなり室内上下の温度差も小さくすることが可能

20 冬季の暖房室で室内の空気温度が同じであっても、【断熱】が不十分な場合、人体表面からの熱損失が増加

25/19 【基礎断熱工法】における基礎部分においては、外気に通じる床下換気口は設けない

19 柱、梁等の構造躯体の外側に断熱材を施す工法は、【外張り断熱工法】と呼ばれる

10 RC造では【外断熱】のほうが室内に入射した日射熱を壁や床が吸収するので夜間の暖房エネルギーを低減可

18 外壁における【隅角部の室内表面温度】は、平面壁の室内表面温度に比べて外気温に近づく

22/13 【熱損失係数】とは、室温より外気温が1℃低いと仮定した際の「建物内部から逃げる熱総量」を「延べ床面積」で除した値

19 【熱損失係数】は日射の影響は加味しない

16/12 住宅の気密性を向上させると、【熱損失係数】の値は小さくなる

18 複層ガラスは、窓の【断熱性能】を高めるために用いられ、【中空層】には乾燥空気が密閉されている

18/15 熱線吸収板ガラスは、室内への日射熱の侵入を抑える効果はあるが、【断熱性能】は透明板ガラスと同程度

14 透明な板ガラスの【分光透過率】は、可視光線の波長域に比べて、赤外線の高波長域のほうが小さい

11 【湿気伝導率（材料中の湿気の移動のしやすさ）】の単位は、 $\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$

3.2 結露対策

【結露の発生】

□ 結露の発生は温度低下が主要因です

16/10 暖房室につながる北側の非暖房室は、【結露】しやすい

18/10 外壁における【隅角部の室内表面温度】は、平面壁の室内表面温度に比べて外気温に近づくため、【結露】しやすい

10 気密性が低く、すき間風の多い住宅においては【結露】は生じにくい

21 防湿措置をせずにコンクリート外壁の室内側に断熱層を設けると、コンクリート室内側表面に【結露】が生じる恐れ

26/22 表面近傍空気の露点温度と表面温度の大小により、表面【結露】の発生の有無を判別可能（表面温度が露点温度以下となると結露が生じる）

21/16 【熱橋】部分の室内側表面温度は、断熱部分の室内側表面温度に比べて外気温に近くなり、冬季の結露を誘発



