

O はじめに

O.1 学科Ⅱ（環境設備）出題傾向

以下に過去10年分の出題リストを示します。大きな偏りも無くまんべんなく出題されている傾向にあると思われます。ただし、設備分野は単元も少なく、同一分野から複数の出題があります。また、近年の問題は環境設備に限らず過去問と全く同じ問題は少なくなっている傾向にあります。なお、H20以前は環境設備は学科Ⅰ（計画）分野に含まれており、出題数は14問です。

表O 過去問の出題傾向

		総計	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18
環境工学	用語と単位	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	室内気候	7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	換気	11	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	伝熱・結露	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	日照・日射・採光	11	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	照明	8	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
	音響	14	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	色彩	8	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
	防寒・防暑	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	防火・防災	8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
建築設備	環境総合	4	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
	設備用語	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	空調・冷暖房・換気設備	25	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1
	給排水設備	18	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	電気設備	11	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	照明設備	9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	防災設備	7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	輸送設備	5	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	地球環境・工コ設備	8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
	耐震	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
設備総合	設備総合	4	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1

注：H20以前は改定前のため、環境設備は学科Ⅰ計画に統合されていました

O.2 日程

- 第一回：室内気候、換気・通風、伝熱と結露
- 第二回：日照・日射、採光・照明、色彩
- 第三回：音響・振動、暖房設備・空調設備
- 第四回：給排水・衛生設備、電気設備・自動制御
- 第五回：消火設備・防災設備・防犯設備、省エネルギー・省資源・長寿命化の技術と評価システム

O.3 講義資料の構成

各単元における当該範囲の過去問（平成10～27年までの18年分）リストを別途配布いたしますのでご活用下さい



1 室内気候

1.1 温熱要素

(A) 快適条件（温熱条件）

- **温熱要素**：人体が温冷感を決定づけるために用いる6つの要素、温熱要素とは気温・湿度・気流・放射（周壁面温度）・代謝量（作業量）・着衣量の6つ

表 1-1 温熱指標とその対象とする要素

	温度	湿度	気流	放射	代謝量	着衣量
不快指数	○	○	×	×	×	×
作用温度	○	×	○	○	×	×
平均放射温度	○	×	○	○	×	×
有効温度（ET）	○	○	○	×	×	×
修正有効温度（CET）	○	○	○	○	×	×
新有効温度（ET*）	○	○	○	○	○	○
標準新有効温度（SET*）	○	○	○	○	○	○
PMV	○	○	○	○	○	○

(B) 不快指数

- 不快指数とは：快適環境評価の中でも最も単純な指標、対象は温度（気温）と湿度のみ、75以上で「やや暑さを感じる」85以上で「不快」、生活環境（国など）により快適範囲は若干異なる

(C) 作用温度

- **作用温度**とは：周壁面温度（放射）と気流の影響を加味した温熱指標で主に暖房室の評価に用いられる、気温と平均放射温度との重み付け平均で求められる、湿度は評価対象に入っていない（平均放射温度算定の必要項目に湿度は含まれていない）
- **平均放射温度**：温度・気流・放射を（グローブ温度）より求められる

(D) 有効温度

- 有効温度（ET）とは：ヤグローの有効温度、温度・湿度・気流の3要素が対象、湿度100%・気流○の場合を基準にそれに相当する気温（ET温度）を求める、ET17~20°Cの範囲が快適（さらに湿度40~60%を最適）

(E) 修正有効温度

- 修正有効温度（CET）とは：有効温度は、放射（周壁面温度）の影響を考慮していなかったので同温度を考慮するためにグローブ温度計を用いて温度（気温）を計測



(F) 新有効温度

- 新有効温度 (ET*) とは：温熱 4 要素+着衣量・作業量、有効温度は湿度 100%を基準としているが ET*は湿度 50% の環境を基準としている、後述の PMV よりも幅広い温熱条件での適用が可能

(G) 標準新有効温度

- **標準新有効温度 (SET*)** とは：ET*では同一の作業量・着衣量においてのみ快適度の算定が可能であったが、SET*では異なる作業量・着衣量でもそれぞれの快適度を比較することが可能、22.2~25.6°C程度を「快適、許容可能」と定義

※「標準」系各種温度の相違点

- 改訂の歴史：最初に示されたのが有効温度（温度・湿度・気流の 3 要素のみが対象で実験環境も湿度 100% なんて環境だった）⇒修正有効温度（おいおい…放射の影響もちゃんと考えようよ…ってことで要素が 1 つ追加された）⇒新有効温度（温熱要素がようやく 6 つそろってなおかつ実験環境の湿度 50% の一般的な環境に近づいた）⇒標準新有効温度（異なる作業量（代謝量）・着衣量での快適性の評価が可能になった）

(H) PMV

- **PMV** とは：6 つの温熱要素を考慮し算定式から PMV 値を求める、PMV 値は -0.5 ~ 0.5 の範囲を快適としている(@ISO)、ただし同範囲には 10% の人が不満足であるので留意、熱的中立に近い状態での評価に適するので不均一な放射環境や温度分布が偏る場合等には適さない

(I) 热的快適性と局所的不快感

- 不快感：不快は「不安定」により生じる、一般の室内気候における不安定とは「放射の不均一（周壁面・天井の温度差）」「気流の乱れ」「温度差（上下や床面）」
- **周辺からの放射**：放射の不均一性とは、対象壁・天井面の放射温度の差で示され、暖かい天井に対しては 5°C、冷たい窓面に対しては 10°C が限界である
- **気流の乱れ**：冬期は 0.15m/s、夏季は 0.25m/s 以下とする、特に冬期の冷風による気流の乱れをコールドドラフトと呼ぶ
- **室内の上下の温度**：頭部とくるぶしの温度差は 3°C 以内とすることが望ましい、建物の断熱性能を向上させたり、窓等の開口部近傍に放熱器等を設けたりすると温度差の解消に繋がる
- **床面温度**：床暖房では低温やけどの危険性があるので、表面温度限界は 29°C (30°C 程度)
- 温度変動：室内温度の変動の幅は 1.1°C 以内、また 1 時間あたりの変動率は 2.2°C を超えないこと



(J) 人体からの発熱

- **顕熱**：物質の変化を伴わない熱の移動が顕熱（水を温めてお湯になる）、人体における顕熱は体温上昇等の発熱で、人体からの発熱量、行動の重度とともに上昇する
- **潜熱**：物質の変化のために消費される熱が潜熱（水を蒸発させるために必要な熱）、人体の場合は発汗蒸発、通常時で23～46W/人程度、重作業で210W/人程度、重作業になると潜熱>顕熱（重作業は発汗を伴いますね）

(K) 作業量

- **代謝量**とは：作業や運動で人体が生産するエネルギー、椅子に座って安静にしている場合で、約58W/m² (=1met) 程度（一人あたりでは概ね100W）、軽作業で2met、重労働で6met

(L) 着衣量

- **着衣量**とは：着ている服の種類による断熱性能を示す、着衣無しで0clo、通常の事務服で1clo、新有効温度では0.6cloの場合を想定する

(M) 測定器具

- アスマン通風乾湿度計：感熱部に気流を与えて温度を計測
- カタ計：温度の低下の度合いから微風速を求める風速計、現在はほとんど用いられていない
- **グローブ温度計**：中空のつや消し黒色球の中に温度計を入れて内部の気温を測り、気温と放射熱の影響を計測

1.2 湿り空気と湿り空気線図

1.2.1 湿り空気の性質

(A) 湿り空気

- 湿り空気とは：水蒸気を混合している空気のこと（ \leftrightarrow 水蒸気を混合していない空気は乾き空気）

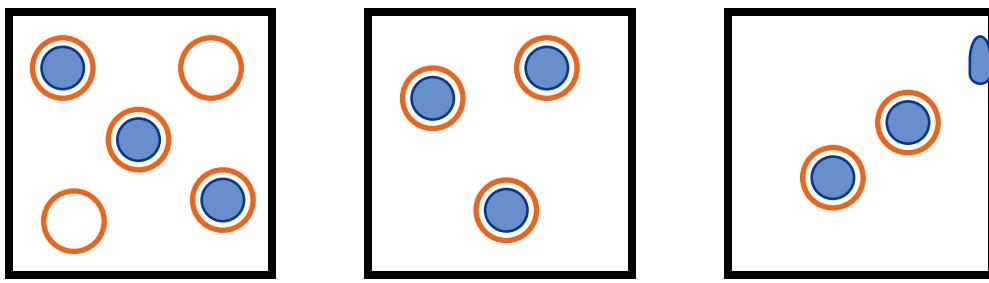
(B) 絶対湿度

- **飽和絶対湿度**：空気中に含まれる水蒸気の絶対量（的なもの…）、ある温度の空気が含むことのでき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

(C) 相対湿度

- **相対湿度**とは：一般的に言われる湿度のこと、空気中に含まれる水蒸気量を飽和水蒸気量で除し百分率で表したもの、70%を超えるとカビの発生が促進されるので留意





気温	高い	中	低い
絶対湿度	3	3	2
飽和水蒸気圧	5	3	2
湿度	$3/5 \times 100 =$ 60%	$3/3 \times 100 =$ 100%	$2/2 \times 100 =$ 100%

- ▶ 飽和水蒸気量：空気は貯めこむことの出来る水蒸気量が決まっている、温度の高い空気はたくさん、温度の低い空気は少ししか水蒸気を貯めこむことができない
- ▶ 相対湿度と気温変動：温度の高い空気は水蒸気をたくさん貯めこむことができる（結構余裕がある）ので、相対湿度は低くなる

(D) 乾球温度・湿球温度

- ▶ 乾球温度：通常の温度計にて計測した温度（気温）
- ▶ 湿球温度：検温部を湿らせた温度計で計測した温度、まわりの空気が乾燥している場合には湿気の蒸発（気化）が激しくなり、通常の温度計よりも温度が低下する（湿気が高い場合には気化が生じないので気温低下は生じない）
- ▶ 湿度と乾球温度・湿球温度：まわりの空気の湿度により、乾球温度と湿球温度には差が生じる、湿度が低い環境ではその差は大きく、湿度の高い空間では差は小さい、その関係より湿度を予想することが可能

(E) 露点温度

- ▶ **露点温度**とは：気温低下により湿度が100%を超えると結露が生じる、その結露が生じ始める気温のこと

(F) 比エンタルピー

- ▶ エンタルピーとは：空気はエネルギー（熱量）を持っているのです！その熱量は気温の熱と水蒸気の持っているエネルギーに大別される

(G) 顯熱および潜熱

- ▶ 顯熱とは：物体の状態変化をともなわない温度の変化に要するエネルギー（例：水の温度を15°Cから30°Cに変化させるために必要な熱量）
- ▶ **潜熱**とは：物体の状態変化によるエネルギー（水を水蒸気に状態変化、蒸発させるのに要するエネルギー）



1.2.2 湿り空気線図

(A) 湿り空気線図の原理

- 湿り空気線図とは：湿り空気の熱的状態を示したもの、空気の状態変化の確認や空調の負荷計算で用いる
- 空気線図の読み方：乾球温度・湿球温度・絶対湿度・相対湿度・エンタルピーが示されており、1つの点をプロットするとその5条件の値を読み取ることが可能、

(B) 空気の状態変化

- 状態変化の確認方法：空気線図上に比較する2条件をプロットし、両条件間の前述5条件の変化を確認
- 加熱・加湿：加熱は水蒸気量が増えない温度変化なので相対湿度は低下、加湿は水噴霧方式では気温の上昇は無く湿度のみ上昇、蒸気噴霧方式は高温蒸気を用いるので気温・湿度ともに上昇
- 冷却・除湿：冷却時には空気中の水分を除去するものと、水蒸気を除去しないもの（気温低下とともに湿度は上昇する）がある

1.2.3 湿り空気と結露

- 詳しくは「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

(A) 居住者の呼吸による室内空気の汚染

- 人体から発生する汚染物質：呼吸による二酸化炭素、発汗による水蒸気、臭気など

(B) 各種汚染物質の許容値

表 1-2 汚染物質の許容値（環境基準）

汚染物質	許容値	備考
二酸化炭素 (CO_2)	1000ppm (0.1%) 以下	室内の汚染度の代表的目安
一酸化炭素 (CO)	10ppm (0.001%) 以下	不完全燃焼で発生、毒性が非常に高い
浮遊粉塵	0.15mg/m ³ 以下	粒子径 10 μm 以下の粉塵が対象
ホルムアルデヒド	0.1mg/m ³ 、0.08ppm 以下	シックハウス症候群の代表的物質

表 1-3 汚染物質の発生原因

汚染物質	発生場所	人体への影響
レジオネラ菌	冷却塔・土壤	劇症肺炎を引き起こす
アスベスト	断熱・防火・吸音材	塵肺や肺がんの原因となる
ホルムアルデヒド	接着剤・塗料	シックハウス症全般、炎症・発がん性
有機リン系化合物	害虫駆除材・難燃剤	シックハウス症全般、視力低下・発がん性
揮発性有機化合物 (VOC)	塗料・接着剤・洗剤	シックハウス症全般、炎症・発がん性



2 換気・通風

2.1 自然換気と機械換気

- 換気とは：建物内の汚染空気（粉じん・有毒ガス・細菌・熱・水蒸気・臭気）と屋外の新鮮空気を入れ替えて、室内の空気の快適性を保つこと、自然の力を用いる「自然換気」と機械の補助を受ける「機械換気」がある

2.2 自然換気

(A) 自然換気の概要

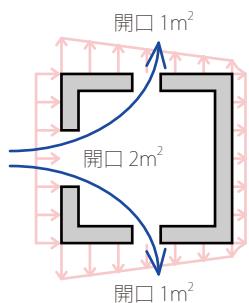
- 機械に頼らない換気、代表的なものは室内外の温度差による空気密度の違いを用いた温度差換気（重力換気）、風の力による風力換気の2種類、室の換気を自然換気のみによって行う場合は開口部の面積を床面積の1/20以上とする必要がある
- **換気量の算定**：算定式の基本は「 α ：流量係数（開口部形状で決定）」×「A：開口面積（算定方法が面倒…）」×「k：各種自然換気法における係数」にて求める
- **開口面積の算定**：1) 給排気別々に開口部の面積を合算（下記「並列開口」）、2) 給気と排気の開口部の面積を合算（下記「直列開口」）

(B) 透気と漏気と高気密

- 透気と漏気：透気とは隙間からの空気の流入、漏気とは空気の漏れのこと、両者ともすきま風と呼ばれ空調の負荷となる、高気密化で負荷を低減させる

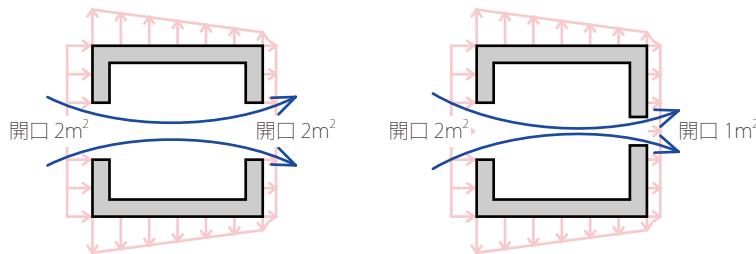
(C) 並列開口による開口部面積の合計

- **並列開口の面積算定**：給気口・排気口の個別の合算、単純に両者の和、 $A = A_1 + A_2$



(D) 直列開口による開口部面積の合計

- **直列開口の面積算定**：給排気口の合算、逆数の2乗の和より算定、 $\frac{1}{A^2} = \frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2}$



(E) 温度差による換気

- 温度差換気とは：気温が高い空気は密度が小さい（膨張しているので）、逆に気温が低い空気は重くなり両者の間に圧力差が生じる、開口部の高低差があるほど気温差が大きくなり換気量も増える

- **温度差換気による換気量**：開口面積に比例、内外の温度差・中性帯と開口部の高低差の平方根に比例

$$Q_t = \alpha A \sqrt{2gh \frac{t_i - t_o}{T_i}}$$

- **煙突効果**：室温が外気温よりも高い場合には、室の上方が排気（流出）/下方は給気（流入）、室温の方が低い場合は逆転するので注意

- **中性帯**：室内外圧力差が0となるところ、給気と排気が入れ替わる箇所とも、上下に換気量の異なる開口がある場合（例えば面積が異なる）、換気量の大きい方（例えば面積が大きい方）に中性帯は近づく（換気量が大きい方が圧力は低くなるので）

(F) 圧力差による換気

- **圧力差による換気量算定**：換気量は、開口面積に比例、圧力差の平方根に比例

$$Q_p = \alpha A \sqrt{\frac{2}{\gamma} \times \Delta P}$$

(G) 風圧力による換気

- **風力による換気量**：風圧力による換気は開口面積・風速に比例（風圧力は風速の2乗に比例するので）、風圧係数の差の平方根に比例

$$Q_w = \alpha A v \sqrt{C_f - C_b}$$



(H) 風圧係数

- **風圧係数**とは：建築物の平面・断面形状や部位（軒先等は高くなる）によって変化する風から受ける圧力
- **風力換気による換気量算定**：まずは開口面積を合成（給気・排気個別合成⇒給排気合算）、気圧差の1/2乗をかける

	A	B	C
開口面積	$\frac{1}{A_A^2} = \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^2}$ $\frac{1}{A_A^2} = \frac{1}{2}$ $A_A = \sqrt{2}$	$\frac{1}{A_B^2} = \frac{1}{2^2} + \frac{1}{1^2}$ $\frac{1}{A_B^2} = \frac{5}{4}$ $A_B = \sqrt{0.8}$	$\frac{1}{A_C^2} = \frac{1}{2^2} + \frac{1}{(1+1)^2}$ $\frac{1}{A_C^2} = \frac{1}{2}$ $A_C = \sqrt{2}$
風圧係数	$+0.4 - (-0.2) = 0.6$	$+0.4 - (-0.2) = 0.6$	$+0.4 - (-0.4) = 0.8$
通風量	$\sqrt{2} \times \sqrt{0.6}$	$\sqrt{0.8} \times \sqrt{0.6}$	$\sqrt{2} \times \sqrt{0.8}$

2.3 換気量と換気回数の計算

(A) 呼気によるCO₂の増加と必要換気量

- **必要換気量**とは：室内の汚染物質を許容値以下に保つために必要な新鮮空気の量、1時間あたりの容量 m³で示す、室内で発生する汚染物質の量が増える・屋外の新鮮空気が汚れているほど必要換気量は増す

- **二酸化炭素の必要換気量**：二酸化炭素の排出量（例えば人数×一人あたりの排出量「軽作業時で 0.02m³/h」など）を許容値と屋外濃度の差（汚染された空気がどの程度の割合で新鮮空気に入れ替わっていくのか？）で除して求める

$$Q = \frac{k}{P_i - P_o}$$

(B) 換気回数とすきま風

- **必要換気回数**：必要換気量を室の容積で除したもの、1時間あたりに室内空気を何回全取り替えを要するのか？って意味

$$N = \frac{Q}{V}$$



(C) 燃焼に必要な空気量と排ガス量

- 開放型燃焼器具：ガスコンロ・反射型石油ストーブなど、給排気を設けて換気することが不可欠、理論排ガス量の40倍以上の給気が必要
- 半密閉型燃焼器具：排気筒付きの給湯機、ボイラなど給気口が付随している、理論排ガス量の2倍以上の給気が必要
- 密閉型燃焼器具：BF（バランス型）給湯機、FF（強制給気）型ストーブ給排気ともに専用の筒で行う（室内空気を燃焼用に用いない）

2.4 機械換気

(A) 機械換気の種類

- 機械換気とは：ファンなどの動力を用いて行う換気、給気・排気の何れを機械換気とするかにより換気法が変わる

	第1種換気法	第2種換気法	第3種換気法
排気			
給気			
室内圧	任意	正圧	負圧
隙間風	任意	流出	流入
用途等	換気量は非常に大きいが設備費がかかる	隙間からの外気流入が無いことから、クリーンルーム等で用いられる、また新鮮空気の流入量も大きいので燃焼室でも採用される	隙間からの内気流出が無いことから、キッチン・浴室・トイレなどの汚染物質を発生する室で採用される

(B) 全般換気と局所換気

- 全般換気：室内全体の空気を入れ替えて、汚染空気の希釈を狙う
- 局所換気：汚染物質の発生箇所を集中的に換気し、汚染物質の排出を主眼とする



(C) 必要換気量

- 温湿度の恕限度を基準とするもの：

$$Q = \frac{H}{0.28(t_1 - t_o)}$$

(D) ディスプレイスメント・ベンチレーション（置換換気）

- 置換換気とは：室内設定温度よりも低温（-2°Cから-3°C程度）の空気を室下部より流入させ、室内の発熱（人体や設備機器からの）による上昇気流を利用して空気を循環させる換気法

(E) 高気密・高断熱建築の普及

- 高気密化・好断熱化の弊害：すきま風等による換気量が低下により、建築材料からの揮発性の高い化学物質の室内滞留量が増加する傾向にある
- 天井裏からの流入：汚染物質の天井裏からの流入防止等のためにも、室内側よりも天井裏の気圧を高くしないこと
- 換気設備の設置義務：住宅の居室では0.5回/h以上、居室以外では0.3回/h以上の換気回数が義務付けられている、建物の気密性が高いほうがより安定的に換気量の確保が可能

表2-1 ホルムアルデヒド発散建材の等級

建築材料の区分	表示記号	発散速度	内装仕上げの使用制限
建築基準法規制対象外	F☆☆☆☆	0.005mg/(m ² h)以下	使用制限なし
第3種発散建材	F☆☆☆	0.005～0.02mg/(m ² h)以下	使用面積が規制
第2種発散建材	F☆☆	0.02～0.12mg/(m ² h)以下	使用面積が規制
第1種発散建材	表示なし	0.12mg/(m ² h)を超える	使用禁止

(F) 空気浄化

- エアフィルタ：粉塵除去用のエアフィルタの粒子捕集率の測定法には、計数法・比色法・質量法の表示方法がある

(G) 排煙設備

- 排気設備：火災時の煙が避難経路に侵入することを防ぐために外部へ煙を逃がすための設備、消防法にて各用途・床面積ごとに設置義務が課されている

(H) 換気設備の留意点

- 空気齢：給気口から室内の任意の点までに到達するのに要する時間、値が小さいほどその空間の空気の新鮮度は高い

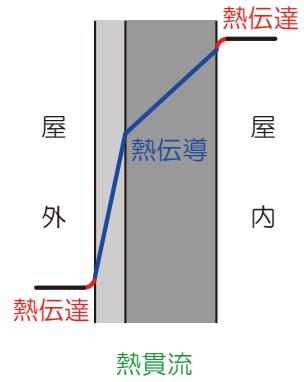


3 伝熱と結露

3.1 伝熱と結露

(A) 热の伝わり方

- **壁体間の熱の移動（熱貫流）**：壁体の両側に温度差がある場合には熱の移動が生じる、壁体を固体と仮定すると気温の高い側の空気と壁体表面の熱の移動⇒壁体内の熱の移動⇒壁体から低温側の空気への熱の移動、その全過程を熱貫流



(B) 热伝達

- 热伝達とは：壁体表面空気と壁体間の熱の移動（表面空気↔壁体）
- **热伝達率と热伝達抵抗**：热の伝わりやすさを热伝達率で示し、風速が速い・壁体表面が粗い場合に热の移動が激しくなる（风の強い屋外では23～35、屋内側では7～9を设计用に用いる）、热伝達抵抗は热伝達率の逆数
- **伝達熱量**：热伝達率・壁体表面積・空気と壁体表面の温度差・時間に比例

$$Q = \alpha(\theta_i - t_i)A \times T$$

(C) 热伝導と热伝導率

- 热伝導とは：均质な部材内の热の移動
- **热伝導率と热伝導比抵抗**：物体内の热の移動のしやすさを热伝導率で示し、热伝導比抵抗は热伝導率の逆数
- **伝導熱量**：热伝導率・表面積・温度差・時間に比例し、材料の厚さに反比例

$$Q = \frac{\lambda}{d}(\theta_i - \theta_o)A \times T$$

- **各種材料の热伝導率**：基本的には重い材料ほど热を伝えやすい、グラスウールなどの空隙の多い物質は热伝導率が非常に低い
- **かさ比重と热伝導率**：かさ比重=単位容積あたりの重さ、密度や比重のようなもの…、通常の材料はかさ比重が低いほど（軽いほど）含む空気の量が多く热伝導率は低くなる、ただしグラスウールはかさ比重が大きいほど热伝導率が小さくなるので留意（グラスウールが密になり空気の対流が抑制されるので）
- **発泡剤の热伝導率**：空隙率（材料内に含まれる空気の量）が同じならば、気泡寸法が大きいほど热伝導率が高くなる（空気は細かく分けて保管した方が、断熱性能は高いですよ）
- **断熱材内部の含水率の影響**：水分を含むと热を通しやすくなるので注意（水は空気よりも热を伝えやすいから…）
- **中空層の伝熱**：空気は最强の断熱材です（対流が生じなければ…）、中空層の空気層の厚さは3～5cmが最も高く、それ以上厚くなると対流が発生して热抵抗はかえって低下する



(D) 热貫流

- 热貫流とは：壁体を介した総合的な热の伝わりやすさ
- 热貫流率と热貫流抵抗：热貫流率の逆数が热貫流抵抗
- **热貫流抵抗**：屋内外の热の移動を例に取ると、热貫流抵抗は、屋外側の热伝達抵抗+壁体の热伝導比抵抗の和+壁体内部中空層の热抵抗+屋内側の热伝達抵抗

$$R_t = \frac{1}{\alpha_o} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_a + \frac{1}{\alpha_i}$$

- **热貫流率の計算**：

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_o} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i} + R_a}$$

(E) 热貫流量

- **热貫流量**：热貫流率・壁体面積・内外温度差に比例

$$Q = K \times A(t_i - t_o)$$

(F) 平均热貫流率

- 平均热貫流率とは：部分的に热貫流率が異なる場合には、それぞれの部分ごとの热貫流率に面積をかけて合算

(G) 定常状態と不定常状態

- 定常状態と不定常状態：定常状態は外気温・室温が一定で日射の影響を無視した場合、不定常状態はそれらの変化を忠実に再現した場合、一般的には定常状態における検討のみでOK

(H) 壁体内部の温度分布の計算

- 温度分布の計算：热貫流計算により、各部の温度分布を詳細に把握することができるが…、建築士試験ではそこまで細かい計算は出題されたことはありません

(I) 热貫流抵抗と表面温度の関係

- **表面温度の推移**：热伝導比抵抗が大きい材料ほど、温度勾配が急になり外気温の影響を受けにくくなる（高断熱）

(J) 長波長放射率

- 長波長放射率とは：物体の表面から热が放射される割合、値が高いほど放射の効率が高い。一般に、金属は長波長放射率が低く、热の放出が少ないため、室内への热の侵入を防ぐことができない。

(K) 热容量

- **热容量**とは：比热に物体の容量をかけたもので、値が大きいほど暖まりにくく冷めにくい物質



- **熱容量と温度変化**：熱容量が高い建築物ほど（RC 造など）室内温度の変化が緩やかになる、また断熱性能が高いほど外気温の影響を受けにくい、屋内側に熱容量の大きい壁体があると室内側に冷暖房の効果が表れるまでに時間を要する

(L) 基礎断熱工法

- **基礎断熱工法**とは：基礎部分に断熱を施すことにより建物内部の気温変動を抑える工法、断熱区画に床下換気口は接地しない、床下の結露・シロアリ対策には留意

(M) 建物の断熱

- **熱損失係数**とは：室温より外気温が 1°C 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、日射の影響は加味しない、断熱性や気密性を向上させると高くなる

3.2 結露対策

(A) 透湿と湿気貫流

- 物体間の湿気の移動：水蒸気の一部は高湿度側で物質に吸着され低湿度側へ放出される、物質間の湿気の移動のし難さを湿気伝導抵抗と呼びアルミ箔などは値が高く防湿剤として用いられる（とにかく湿気を吸収しにくそうなものほど値が高い）

(B) 結露とその一般的な対策

- 結露とは：空気は温度が下がるほどに貯めこむことのできる水蒸気量が低下する、空気中に溜め込んだ水蒸気が気温低下により許容量を超えてしまい排出される現象、空気中に含まれる水蒸気が多いほど・気温低下が激しいほど結露が生じやすくなる

(C) 表面結露とその防止方法

- **表面結露の防止方法**：気温低下を防ぐ、水蒸気を増やさない（壁体内部への水蒸気の流入を防ぐ）の 2 つが重要、カーテンなどは窓とガラス面表面の間の空気の移動を妨げるのでその部分のみ極端な気温低下を引き起こし結露が発生する

(D) 内部結露とその防止方法

- **内部結露とその防止方法**：壁体内部に発生する結露を内部結露と呼ぶ、壁体内の温度低下を防ぎ（温度の低い側に断熱材）、壁体内の水蒸気の量を少なく（高温側に防湿材）することで防止する

(E) 热橋（ヒートブリッジ）

- **热橋**とは：壁体の一部に熱伝導率が高い物質が付随すると、その箇所のみ極端に熱の移動が激しくなるので留意

(F) 出隅・入隅部分

- **出隅・入隅部分の留意点**：隅部は外気と触れる部分が多く、特に気温が低下しやすいので留意

