

予習確認プリント

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

・熱取得とはどのようなものですか？できるだけ詳しく説明してください。また、暖房時における熱取得を 3 種類挙げてください。

・熱損失とはどのようなものですか？できるだけ詳しく説明してください。また、暖房時における熱損失を 4 種類挙げてください。

・熱損失係数とはどのようなものですか？総合熱貫流率とはどのような関係にありますか？

※予習の段階に比べて、授業を聞き終わった段階では、何がわかりましたか？

第 4 回目 室温の変動/室内外への熱の出入り (教科書 pp. 44～47)

※おおよそ板書の 1 面が、配付資料の半ページに相当 (のつもりでスペースを確保)

◎ 前期の前半の学修内容

対象：すまい，住居，建物そのもの

第 2 回目 熱の動きを知ろう

第 3 回目 簡単な壁を対象に

第 4，5 回目 建物全体を対象に

□ 0 今日の内容：建物全体での熱（エネルギー）の移動を理解しよう

□ 1 今日の目標

□ 2

□ 3

□ 4

※話の流れは前回（第 3 回）と同じパターン

それに加えて ポイント：

□ 1 今日の目標

参考) 前回，学修した式は，

$$[\text{壁の中での熱エネルギーの移動量}] = [\text{熱貫流率}] \times [\text{温度差}] \quad (\text{1m}^2 \text{あたり, のとき})$$

2 分割して考えよう (部屋を対象に)

(1) どんな熱損失があるのか, 全ての項目を数え上げる

熱損失 **4 つ** 式は教科書 p. 45 を参照←建物全体の話を考えるので面積を忘れずに!!

ト①

ト②

ト③

ㇿ④

(2) 補足: 「温度差」は, 何の温度と何の温度の差を考えれば良いか?

冬の場合を考えると

→配付資料 **41** 頁を参照

(3) 室内の気温を定常状態に保つためには?

熱損失のみでは,

⇒

熱取得 **3 つ** 式は教科書 p. 45 を参照←もれなく数え上げる

ト①

ト②

ㇿ③

3 どうやって一つにまとめるか？ (建物全体を対象に考えて)

ポイント：

もう一度書き直すと，

室内→室外への熱損失

=

=

$$\left\{ \left(\begin{array}{l} \text{[外壁 1 の熱貫流率]} \times \text{[面積]} \\ + \text{[外壁 2 の熱貫流率]} \times \text{[面積]} \\ + \dots \\ + \text{[窓 1 の熱貫流率]} \times \text{[面積]} \\ + \text{[窓 2 の熱貫流率]} \times \text{[面積]} \\ + \dots \end{array} \right) + \text{[定数]} \times \text{[換気量]} \right\} \times \text{[温度差]}$$

4 発展 (2つ)

(1) 総合熱貫流率の意味

┌ 総合熱貫流率が大 :

|

└ 総合熱貫流率が小 :

⇒ 総合熱貫流率は

ただし、総合熱貫流率には **問題点** あり

※ 同じ材質の壁を使っている、大きな建物だと総合熱貫流率が大きくなってしまふ

できるだけ公平にするためには？

※ 「面積あたり」にして、建物の規模の影響を消す

→ 配付資料 42 頁も参照

(例えば)

車 A : 100km 走ることができる ← でも、5 時間も走ることができる

車 B : 40km 走ることができる ← でも、2 時間しか走ることができない

どちらの車の性能がよいだろうか？

速さでは、

車 A :

車 B :

⇒ 使う指標によって評価が変わる = 判定が変わる

※ところが、Q 値でも不公平なことが・・・

(2) 最近では、Q 値ではなく、建物の形も考えて U_A 値を使う (配付資料 43~44 頁も参照)

U_A 値 :

保温性 よい	総合熱貫流率	Q 値	U_A 値
保温性 わるい	総合熱貫流率	Q 値	U_A 値

さらに発展 : U_A 値, Q 値, 総合熱貫流率, の関係は? **重要**

室内→屋外の熱損失

=

=

=

【【補足】】-----

2 室温と熱負荷 (教科書 pp. 44～51)

2 室内外への熱の出入り (教科書 pp. 44～47)

2-3 熱損失 (教科書 p. 45)

①外壁貫流熱損失と窓貫流熱損失

「相当外気温度」の補足

$$[\text{ }] = [\text{ }] + [\text{ }]$$

[外壁の相当放射温度] = ([外壁の日射吸収率] × [屋外における着目している面の全日射量] - [外壁の放射率] × [屋外面の夜間放射量]) / [屋外表面総合熱伝達率]

$$\rightarrow q_w = K_w \cdot A_w \cdot (\theta_R - SAT_w) \quad \langle 1 \rangle$$

$$SAT_w = \theta_o + \Delta\theta_w \quad \langle 2 \rangle$$

$$\Delta\theta_w = \frac{a_w \cdot I - \varepsilon_w \cdot R_N}{\alpha_o} \quad \langle 3 \rangle$$

ここで,

q_w : 外壁貫流熱損失 [W]

K_w : 外壁熱貫流率 [W/(m²·K)]

A_w : 外壁面積 [m²]

θ_R : 室温 [°C] (θ : シータ)

SAT_w : 外壁の相当外気温度 [°C] → 日射の強さに応じて, 外気温が仮想的に上昇したと
考えた温度

θ_o : 外気温 [°C]

$\Delta\theta_w$: 外壁の相当放射温度 [°C]

a_w : 外壁の日射吸収率 [単位なし]

I : 屋外における着目している面の全日射量 [W/m²]

ε_w : 外壁の放射率 [単位なし]

R_N : 屋外面の夜間放射量 [W/m²] → 教科書 p. 76 を参照

α_o : 屋外表面総合熱伝達率 [W/(m²·K)]

→ 総合熱伝達率 = 対流熱伝達率 + 放射熱伝達率

であるので, 屋外の風が変化すると対流熱伝達率も変化し, その結果, 相当外気温にも影響する。

※窓の場合も同様

「2-4 熱損失係数 (教科書 p. 46)」についての補足

熱損失係数の計算方法

熱損失係数の計算方法は、「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準」(平成 18 年経済産業省・国土交通省告示第 3 号 平成 21 年経済産業省・国土交通省告示第 1 号一部改正)に提示されていた。

しかし、「住宅・建築物の省エネルギー基準」が見直されたことにより、この告示は、平成 25 年 10 月 1 日に廃止された(経過措置 平成 27 年 3 月 31 日まで)。

以下の内容は、参考用である。

$$Q = \frac{\sum A_i \cdot U_i \cdot H_i + \sum (L_{Fi} \cdot U_{Li} \cdot H_i + A_{Fi} \cdot U_{Fi}) + 0.35 \cdot n \cdot B}{S}$$

ここで、

Q : 熱損失係数 [W/(m²・K)] (温度差 1℃の時に、述べ床面積 1 m² 当たり 1 時間に失われる熱量。値が小さいほど熱が逃げにくい、熱的に性能がよい建物ということになる。)

A_i : 外気または外気に通じる床裏、小屋裏もしくは天井裏に接する第 i 部位の面積 [m²]

U_i : 第 i 部位の熱貫流率 [W/(m²・K)]

H_i : 第 i 部位などの外周の接する外気などの区分に応じた係数 (1.0, もしくは 0.7)

L_{Fi} : 第 i 土間床などの外周の長さ [m]

U_{Fi} : 第 i 土間床などの外周の熱貫流率 [W/(m²・K)]

A_{Fi} : 第 i 土間床などの中央部の面積 [m²]

U_{Fi} : 第 i 土間床などの中央部の熱貫流率 [W/(m²・K)]

n : 換気回数 [回]

B : 住宅の気積 [m³]

S : 住宅の床面積の合計 [m²]

Q 値は、次に掲げる表の基準値以下であることが求められる。

地域の区分	都道府県 (例)	Q 値の基準値
I	北海道	1.6
II	青森県, 岩手県, 秋田県	1.9
III	宮城県, 山形県, 福島県, 栃木県, 新潟県, 長野県	2.4
IV	上記と下記以外の県	2.7
V	宮崎県, 鹿児島県	2.7
VI	沖縄県	3.7

【！注意！】「住宅・建築物の省エネルギー基準」の改正により、

住宅の断熱性能を表す指標は、

床面積あたりの熱損失量である Q 値 (熱損失係数) から

外皮表面積あたりの熱損失量である U_A 値 (外皮平均熱貫流率) に変更された。

詳細は、「エネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準」(平成 25 年経済産業省・国土交通省告示第 1 号 平成 28 年経済産業省・国土交通省告示第 1 号最終改正) を参照のこと。

$$U_A = \frac{\sum_i^n A_i \cdot U_{Hi} + \sum_j^m L_{Fj} \cdot U_{FHj}}{A}$$

ここで、

U_A : 外皮平均熱貫流率 [$W/(m^2 \cdot K)$] (内外の温度差 1 度当たりの総熱損失量 (換気による熱損失を除く) を外皮等 (外気等に接する天井, 壁, 床及び開口部等) 面積の合計で除した値)

A_i : 外皮等のうち, 土に接する基礎の部位等 (以下「基礎等」という。) を除く第 i 部位の面積 [m^2]

U_{Hi} : 第 i 部位の熱貫流率 [$W/(m^2 \cdot K)$]

n : 基礎等を除く外皮等の部位数

L_{Fj} : 第 j 基礎等の外周の長さ [m]

U_{FHj} : 第 j 基礎等の外周の熱貫流率 [$W/(m^2 \cdot K)$]

m : 基礎等の数

A : 外皮等面積の合計 [m^2]

U_A 値は、次に掲げる表の基準値以下であることが求められる。

地域の区分	都道府県 (例)	U_A 値の基準値
1, 2	北海道	0.46
3	青森県, 岩手県, 秋田県	0.56
4	宮城県, 山形県, 福島県, 栃木県, 新潟県, 長野県	0.75
5, 6	上記と下記以外の県	0.87
7	宮崎県, 鹿児島県	0.87
8	沖縄県	2.14

→別の見方をすれば、「貫流熱損失と換気による熱損失にわけて、より丁寧に考えるようになった」とも言える。

→→貫流熱損失と換気による熱損失のうち、貫流熱損失に関係するのが、「建物外皮に関する熱性能」である U_A 値 (外皮平均熱貫流率) である。

「2 室内外への熱の出入り (教科書 pp. 44~47)」全体の補足

非定常状態の熱平衡と室温

- ・室温変化→家具類や周壁の温度も変化→家具類や周壁への吸熱が起きる→定常状態になると吸熱量はゼロに
 - ・室熱容量：室温を 1 K 上昇させるために必要な総吸熱量

 - ・非定常状態では、この吸熱の効果も考慮する必要がある。→教科書 pp. 49~50 も参照
- 詳しく知りたい人は、前回の配付資料 30 頁に載せた参考文献などを参照

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

奥行き 8 m, 幅 10m, 高さ 5 m の建物があり, それぞれの壁の熱貫流率が $1.5\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$, 換気回数 0.5 回/h の時, 総合熱貫流率と熱損失係数を求めよ。

なお, 上面 (屋根) と下面 (床) の熱貫流率も壁の熱貫流率と同じとし, 上面 (屋根) と下面 (床) からも熱が逃げるとして考える。また, 換気回数と空気の比熱については, 教科書 p. 47 を参照。