

第5回目 断熱性能(教科書 pp.48~51)

◎ 前期の前半4回分の学修内容

対象: すまい, 住居, 建物そのもの

第2回目 熱エネルギーの動きの基本を知ろう(数 cm のスケール)

第3回目 簡単な壁を対象に考えよう(10~100cm のスケール)

第4回目・5回目 建物全体を対象に考えよう(1~数 10m のスケール)

第4回目 建物全体での熱エネルギーの動き

第5回目 建物全体の熱性能(性能がよい?悪い?)

ポイント: 全体の中での位置付け

0 今日の内容: 建物全体を対象にして熱性能を評価し, 改善策を考えよう

1 今日全体の像: 建物全体を対象にする

その後の改善策を考えるために, 熱性能の評価をしたい

2 暖房デグリーデー(デグリデーとも)(建物に入ってくる熱エネルギーを考える)

3 断熱性能(冬に室内から屋外へと移動する熱エネルギーを減らしたい)

→ 前回(第4回目)との繋がりを考えたい

4 気密性能(冬に室内から屋外へと移動する熱エネルギーを減らしたい)

→ 前回(第4回目)との繋がりを考えたい

ポイント: ①組み合わせを考える

②自分で図表をつくる

◎ 「え」を描けるようになるとよい

△ 文章の丸暗記だと理解が深まらず

※熱伝導: 熱エネルギーを移動させる際に, 「力」が要るかどうか?

熱容量: 熱エネルギーを移動させる際に, 「時間」がかかるかどうか?

→ 定常状態に, はやく達するか / 「時間」がかかるかどうか?

1 今日全体像: 建物全体を対象 (改善策を考えるために、熱性能の評価をしたい)

$$[\text{室内} \rightarrow \text{屋外への熱エネルギーの移動量}] = [\text{総合熱貫流率}] \times [\text{温度差}]$$

$$\Rightarrow [\text{暖房熱}] = [\text{壁などの貫流熱損失}] + [\text{換気による熱損失}]$$

目標	建物に入ってくる熱エネルギーの量を減らしたい	建物から出て行く熱エネルギーの量を減らしたい	建物から出て行く熱エネルギーの量を減らしたい
全体では省エネルギー 考えること (指標)	暖房デグリーデー 2 を使っておよその値を知りたい ※地域によって1年間に使う暖房エネルギーは違う	断熱性能を考える 3 視点: もう少し細かく考えると ① 定常 / 非定常 ② 熱容量 ③ 考える時間の長さ → スケール	気密性能を考える 4

※ [暖房熱] は室温を一定にするために必要 (出て行く熱エネルギーの量と同じ量を入れ込む)

→ 定常状態にしたい

※※ 「建物に入ってくる熱エネルギーの量」としては、窓透過日射熱取得や内部発熱もある。冬季を考えれば、窓透過日射熱取得は省エネルギーに寄与するので、今回は考えないものとする。内部発熱は建物の熱性能とはまた別の観点から考えることになるので、こちらも今回は考えないものとする。

2 暖房デグリーデー (デグリーデーとも) (建物に入ってくる熱エネルギーを考える)

→ 「ひと冬に、だいたいどのくらいの暖房エネルギーを使うか?」を簡単に計算する方法

※ おおまかにさっと全体を知ること、とても大切

・ 熊本と北海道では、1年間に使う暖房エネルギーはだいぶ違う

⇒ 原因: 外気温の差 ← 地域差が出てくる

$$D_{ti-toc} = \sum_S (t_i - t_o) \tag{1}$$

ここで、

t_i : 室温 [°C]

t_o : 日平均外気温 [°C]

S: 日平均外気温 t_o [°C] が暖房限界気温 t_{oc} [°C] 以下である日数 [日]

→ D_{ti-toc} [度日] (もしくは [°C·day]) は、日平均外気温 t_o [°C] が t_{oc} [°C] 以下の日について、室温 t_i [°C] と日平均外気温 t_o [°C] との差を積算 (積分) した値。次頁の左の図を参照。

D_{16-14} : 外気温が 14°C 以下の時に、室温を 16°C (設定温度と考えるとよいかも) にするためにはどのくらいの暖房エネルギーが必要か? (ただし、まだエネルギーの量そのものではない)

→ 外気温が 14°C 以下の日を対象として (その日は暖房を入れると考えて),

「外気温と室温の 16°C の温度差」×「その温度差がある日数」

⇒ 暖房デGREEデーを使えば,

その家が、ひと冬に使う暖房エネルギー Q_H [MJ] のおおよその値を計算できる

$$Q_H = 0.086 \cdot W \cdot D_{ti-toc} \tag{2}$$

$$= 0.086 \cdot W \cdot \sum_S (t_i - t_o) \tag{3}$$

ここで,

W : (その家の) 総合熱貫流率 [W/K] (教科書 p.46 を参照, 配付資料 37~38 頁)

→ 「家の性能」とも言える (家によって違って)

D_{ti-toc} : 家がある地域によって違う (地域差)

→ 外気温がわかればわかる (気象データがわかればよい)

⇒ つまり, 「家の性能」と「家が立地する地域」の両方の影響を受ける

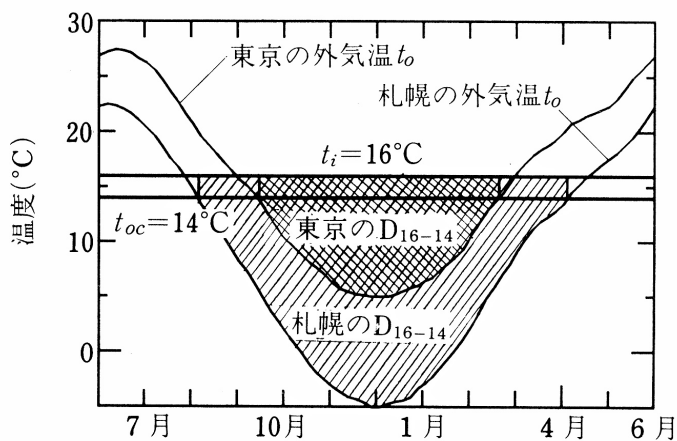


図 暖房デGREEデー D_{16-14} ($t_i = 16^{\circ}\text{C}$, $t_{oc} = 14^{\circ}\text{C}$)

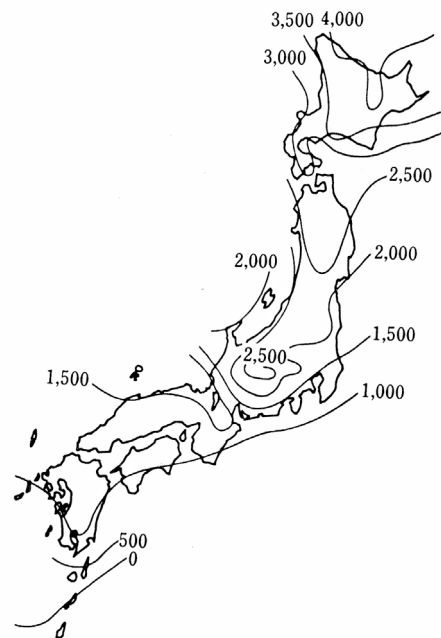


図 暖房デGREEデー D_{16-14}

(出典: ともに参考文献 [1], p.13)

→ 地域差が大きいことがわかる

熊本は 1,000~1,500 度日, 北海道では 3,000~4,000 度日で, 3 倍も違う

3 断熱性能 (冬に室内から屋外へと移動する熱エネルギーを減らしたい)

(1) 「温度差」と「断熱材」の関係(復習)

「室内と屋外の温度差 大:簡単に(楽に)熱エネルギーを移動させることができる

| 移動させるためのパワーが大きい

└建材の両側の温度差 大:断熱材 →熱エネルギーを移動させるためには大きなパワーが必要

(2) ①「定常」と「非定常」で分け, ②非定常の場合はさらに熱容量の大小で分ける

→「壁」を対象に考える

		壁の中の部材の順番(特に,断熱材の位置に注意!!)	
		外側に断熱材(外断熱)	内側に断熱材(内断熱)
(暖房のスイッチを入れた後) (非定常(時間を考えるとき))	熱容量 ⓐ		
	熱容量 ⓑ		
(時間を考えないとき) 定常			

※室温の上昇のはやさ: ① > ② > ③

※時間を考えない場合は,断熱性能そのものは6つとも同じ

※熱伝導:熱エネルギーを移動させる際に力が要るかどうか, 熱容量:時間がかかるかどうか

→熱容量が大きいと定常状態に達するまでの時間が長い(時間がかかる)

(補足)

・定常/非定常の違い

・熱容量の大小による違い(時間がかかるか?)

・順番を考える必要があるか/ないか(「定常/非定常の違い」の追加)(非定常は順番を考える)

(2)③「考える時間の長さ」による温度(室温)の変化(「変化量」の変動の様子)

→「家全体」を対象に考える

時間の長さ	熱容量 <small>Ⓜ</small>	熱容量 <small>Ⓝ</small>
短い時間 (例えば、スイッチ ON/OFF)		
長い時間 (例えば、1日や1年の間)		

4 気密性能 (冬に室内から屋外へと移動する熱エネルギーを減らしたい)

復習:

$$\begin{array}{lll} \text{[暖房熱]} & = & \text{[壁などの貫流熱損失]} \quad + \quad \text{[換気による熱損失]} \\ \text{省エネのために小さく} & & \text{省エネのために小さく} \quad \text{省エネのために小さく} \\ \text{暖房デグリデー} & & \text{断熱性能} \quad \text{気密性能} \\ & & \text{(定常/非定常, 熱容量, 時間)} \end{array}$$

※まとめて「高気密高断熱住宅」などというけれど、高気密と高断熱は別々の現象

ポイント: 気密性 → 空気は動く (断熱性能を考える際には、壁は動かず)

空気が動くとうなるか? 何が起こるか?

空気は

- ① 熱エネルギーを移動させる (運ぶ)
- ② 水分 (水蒸気) を運ぶ (結露が生じる可能性も) → 結露は第7回目 (06/02) で学修予定
- ③ 汚染物質を運ぶ (空気環境は後期で学修)
- ④ 音を伝える (音環境も後期で学修)

つまり、「高気密」とは「できるだけ空気を動かさない」ということ

空気を止めると (気密性を高めると),

メリット: 熱エネルギーが移動しない

例: 冬に, 室内から屋外に熱エネルギーが移動しない → 省エネ

デメリット: 水分を運ばない → 結露が生じる (第7回目 (06/02) で学修予定)

デメリット: 汚染物質を運ばない

→ シックハウス症候群: 室内に汚染物質がとどまる

(汚染物質: 建材, 接着剤, 塗料などに含まれる化学物質など)

→ 改善策: 計画的な換気を考える ← 不必要な換気はしない (省エネの観点から不必要に空気を動かさない)

※ 法律で 24 時間換気が決められている

メリット: 音を伝えない (遮音)

注意 壁の断熱・気密性能をあげると(よくすると)

→室内の温熱環境を考える際には、窓から入ってくる日射の影響が「相対的」に大きくなる(窓からの日射による室温の上昇の度合い(割合)が「相対的」に大きくなる)

→窓の断熱性もあげたい(高めたい,よくしたい),しっかり考えたい

【【補足】】-----

② 室温と熱負荷(教科書 pp.44~51)

3 断熱性能(教科書 pp.48~51)

「3-1 外断熱と内断熱(教科書 p.48)」の補足

「壁の熱貫流率に対して」は定常状態の時の話、
一方、「それぞれの特徴」は非定常状態の時の話、
と考えれば理解がしやすいかもしれない。

→非定常の場合は、熱容量の問題(教科書 p.49 を参照)を考える必要が出てくる。

「3-2 熱容量と断熱性(教科書 pp.49~50)」の補足

p.49 の①の場合は、「冷暖房運転を『行うとき』の熱容量による差異(比較的短い間の室温の変化)+断熱性能」

p.50 の②の場合は、「冷暖房運転を『行わないとき』の熱容量による差異(1日の室温の変化)+断熱性能」、
と考えれば理解がしやすいかもしれない。

→①の場合は、特に、間欠運転(つけたり、きったり)の時の話

別の角度から「断熱性能向上の意義」を挙げると

1) 暖冷房定常負荷の削減

2) 立上がり・立下がり特性の向上

同一熱容量の場合、断熱性能を向上させると、短時間で設定室温に到達する(立上がりが早い)。熱損失係数が小さく、到達時間も短いので、立上がり負荷は小さい。また、暖房停止後の室温低下が穏やか(立下がりが穏やか)である。間欠運転でも、室温変動が小さいと言える。

3) 室内温熱環境向上

高断熱の居室における上下温度差は、通常の断熱施工の居室における上下温度差の半分程度である。また、断熱性を向上させると、室内の気温の変動は外気温の変動よりも小さくなる。

【参考文献】(順に、タイトル、編著者名、出版社、発行年月、価格、ISBN。[])内は熊本県立大学図書館所蔵情報)。

[1]『環境工学教科書 第二版』(環境工学教科書研究会編著、彰国社、2000年8月、¥3,500+税、ISBN: 4-395-00516-0) [和書(2F), 525.1||Ka 86, 0000308034]

→第3版あり(2020年2月、ISBN: 978-4-395-32146-9) [和書(2F), 525.1||Ka 56, 0000387929] [電子ブック, 5000001065]

建築環境工学 I(第5回目) [火曜日・08:40~10:10・中講義室2]

2026.05.19
環境共生学部・居住環境学専攻
辻原万規彦

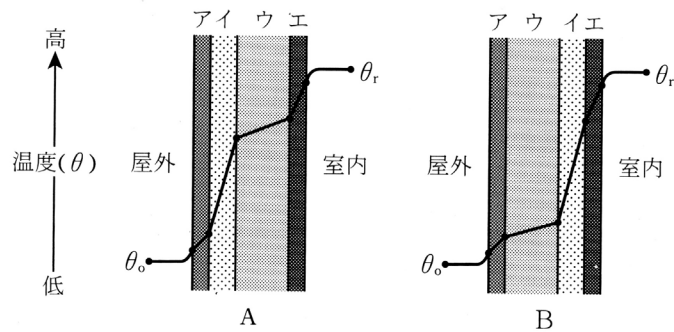
復習プリント

学年: _____ 学籍番号: _____ 名前: _____

今日の講義の内容を, 自分なりに, 整理してください。まとめてください。

学年: _____ 学籍番号: _____ 名前: _____

図は、冬期の定常状態にある外壁A, Bの内部における温度分布を示したものである。図中のA, Bを構成する部材ア~エの各材料とその厚さは、それぞれ同じものとする。



次の文章は正しいか、それとも誤っているか、それぞれ理由を示して述べよ。

1) AとBの熱貫流率は等しい。

答え:【正しい】、【誤り】

理由

2) ウの熱容量が大きい場合、BはAに比べて冷暖房を開始してから冷暖房の効果が表れるまでに時間を要する。

答え:【正しい】、【誤り】

理由

3) ウはイに比べて熱伝導率が高い。

答え:【正しい】、【誤り】

理由