

予習確認プリント

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

・熱移動の 3 つの基本形態の名称を教えてください。

①

②

③

・熱移動の 3 つの基本形態の内容をそれぞれ詳しく説明してください。

①

②

③

※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 2 回 熱の移動/熱が伝わるしくみ/熱伝達/熱伝導 (教科書 pp. 36~41)

※おおよそ板書の 1 面が, 配付資料の半ページに相当

◎ 前期の学修内容: そのほかには光, 空気, 音

◎ 前期の前半の学修内容

・ 2 回目

・ 3 回目

・ 4 回目

◎ 学修の視点 (建築環境工学の講義全体を通しての進め方, 気をつけたい点)

①

②

③

④ 目標:

0 今日の内容 : 熱の動きを知ろう

1

2

1 熱の動きの基本を知る

(1) ストローとジュースの関係を例に考えてみよう

どれが楽に沢山のジュースを吸い上がることができるか？

⇒一般化 (式の形に)

(2) 熱流が移動する量についても同じように考えることができる

例えば,

(3) 熱の移動の仕方にはどんな種類があるか?

- ・ 固体から熱を奪う場合 を考えると
 - ┆ 固体に固体が接する場合
 - |
 - ┆ 固体に液体が接する場合
 - ┆ 固体に気体が接する場合
 - |
 - ┆ 固体に接するものが何もない場合

(4) 熱の移動の仕方は 3 種類【→補足：配付資料 16 頁を参照】

重要 パターンは 3 つ!! 身のまわりのことをイメージする!!

→身の回りの現象と結びつける!! 思い出す!!

①

②

③

(5) これらを式の形で表すと

熱伝導

対流 (熱伝達)

放射 (熱伝達) 【→補足：配付資料 17 頁を参照】

(補足)

2 熱の移動を邪魔する要因をより詳しく考えてみよう

(1) 全体的な傾向 (教科書 p. 40 を参照)

(2) 特例その 1 : 空気 (教科書 p. 40 を参照)

(3) 特例その 2 : グラスウールなどの断熱材 【→補足 : 配付資料 18 頁を参照】

→詳細な図は配付資料 18 頁を参照

【補足】

1 温度と熱移動 (教科書 pp. 36~43)

2 熱が伝わるしくみ (教科書 p. 36)

熱の伝わり方の概念と原理のまとめ

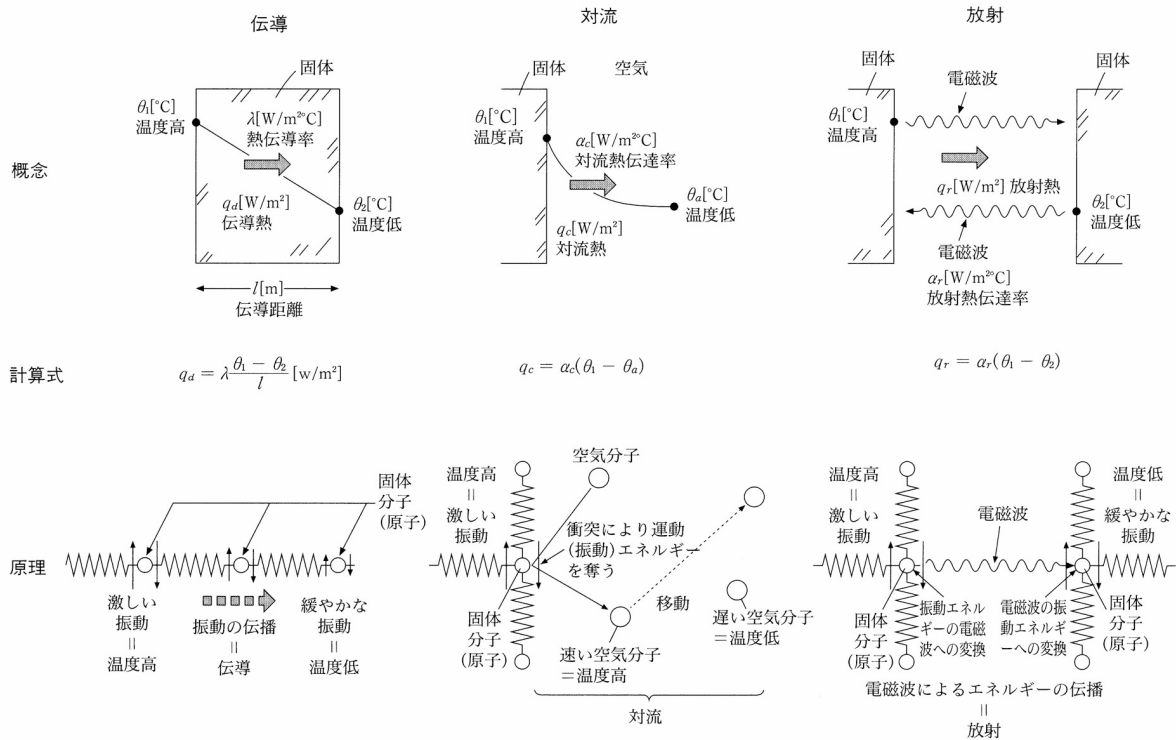


図 熱の伝わり方の概念と原理のまとめ (出典: 参考文献 [1], p. 70)

注) 教科書などによって、用語に若干の違いがある。できれば自分で、幾つか他の教科書を調べて理解を深めて欲しい。

→自分なりに、「熱の伝わり方」のイメージを捉えておこう。

3 熱伝達 (教科書 pp. 37~38)

「3-2 放射熱伝達」(教科書 p. 38) の補足 (出典: 参考文献 [2])

射入した放射を完全に吸収する理想的な物体を完全黒体と言う。完全黒体の単位面積から発散する放射量 E_b [W/m^2] は,

$$E_b = \sigma \cdot T^4 \quad \langle 1 \rangle$$

である。これを、シュテファン-ボルツマン (Stefan-Boltzmann) の法則と呼び、 σ を完全黒体の放射定数またはシュテファン-ボルツマンの定数という。 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ [$\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}^4$] である。

この時、2面 (面 1, 2 とする) 間の放射熱伝達は,

$$\sigma \cdot (T_2^4 - T_1^4) \quad \langle 2 \rangle$$

の形で表される。

これは,

$$\sigma \cdot (T_2^4 - T_1^4) = x \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot \left\{ 1 + \left(\frac{\theta_2 - \theta_1}{2T_m} \right)^2 \right\} \quad \langle 3 \rangle$$

$$x = 0.2 \times 10^{-6} \cdot T_m^3$$

と書ける。

ただし,

$$T_m = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad \langle 4 \rangle$$

$$\theta_1, \theta_2: \text{面 1, 2 の温度 } [^\circ\text{C}] \quad (T = 273.15 + \theta)$$

この時、 $\left(\frac{\theta_2 - \theta_1}{2T_m} \right)^2$ が、1 に対して十分小さいと,

$$\sigma \cdot (T_2^4 - T_1^4) \cong x \cdot (\theta_2 - \theta_1) \quad \langle 5 \rangle$$

と温度差に対して線形化できる (近似できる)。平均温度 T_m が常温の 300K 程度、温度差 $\theta_2 - \theta_1$ が 50K 以下であれば誤差は 1% 以下である。 x の値は常温で 4.0~5.5 程度の値となる。

→ 建築環境工学で扱う常温付近では、対流熱伝達や熱伝導の式と同じ形になる。

→→ ただし、もともとは式の形が異なることは理解しておいて欲しい。

4 熱伝導 (教科書 pp. 39~41)

「熱伝導率」(教科書 pp. 39~40) の補足

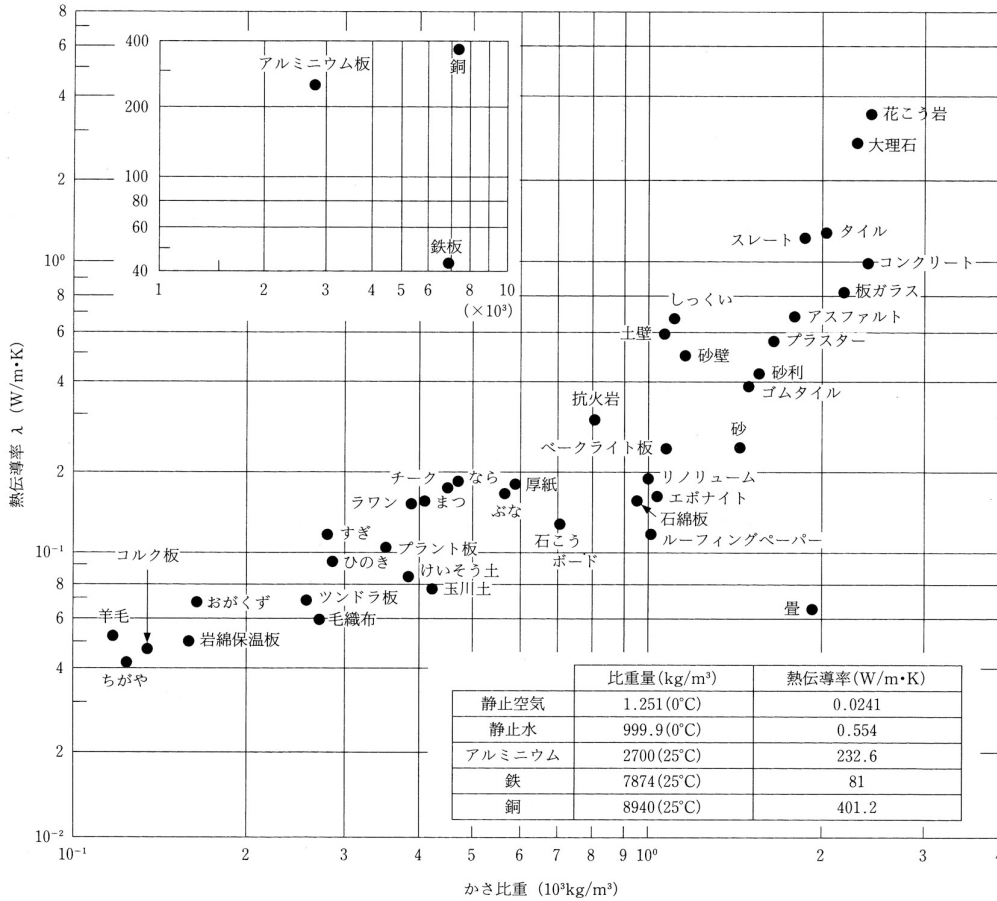


図 代表的建材の熱伝導率 (出典: 参考文献 [3], p. 42)

→熱伝導率と (かさ) 比重の関係を理解しよう。重くなると熱を伝えやすい。

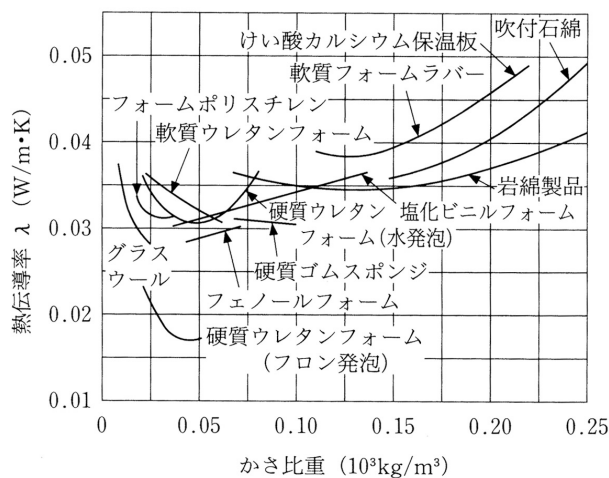


図 代表的建材の熱伝導率 (出典: 参考文献 [3], p. 43)

→かさ比重の値が小さい範囲 (0~0.05×10³=50kg/m³程度) に注目して、いわゆる「断熱材」の熱伝導率との関係を理解しよう。この範囲「だけ」は、重くなると熱を伝え「にくい」。

【参考文献】 (順に, タイトル, 編著者名, 出版社, 発行年月, 価格, ISBN。[] 内は熊本県立大学学術情報メディアセンター図書館所蔵情報)。

- [1] 『図説テキスト 建築環境工学』 (加藤信介・土田義郎・大岡龍三, 彰国社, 2002 年 11 月, ¥2,400+税, ISBN: 4-395-22127-0) [和書 (2 F), 525.1||Ka 86, 0000310578]
→第 2 版あり (2008 年 11 月, ISBN: 978-4-395-22128-8) [和書 (2 F), 525.1||Ka 86, 0000320417]
- [2] 『エース建築工学シリーズ エース建築環境工学 II-熱・湿気・換気-』 (鉾井修一・池田徹郎・新田勝通, 朝倉書店, 2002 年 3 月, ¥3,800+税, ISBN: 4-254-26863-7) [和書 (2 F), 525.1||H 82, 0000263289]
- [3] 『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 (2 F), 525.1||Ka 86, 0000275620, 0000308034]

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

外気温度を θ_o [°C]，建物の屋外側表面温度を θ_{so} [°C] とする時，屋外側の放射熱伝達率 α_{or} [W/m²·K] は，下記のように表すことができる。

$$\alpha_{or} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_0 \cdot c_b \cdot \left\{ \frac{\left(\frac{\theta_{so} + 273.15}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_o + 273.15}{100} \right)^4}{\theta_{so} - \theta_o} \right\}$$

ただし， ε_0 ：屋外側の放射率 [N. D.] (=1.0)， ε_1 ：建物の屋外側表面の放射率 [N. D.] (=0.9)，

c_b ：黒体の放射定数 [W/m²·K⁴] (=5.67)

また，屋外の風速を v [m/s] ($v \leq 5$ m/s) とする時，屋外側の対流熱伝達率 α_{oc} [W/m²·K] は，強制対流とみなし，ユルゲスの実験式によると，下記のように表すことができる。

$$\alpha_{oc} = 5.8 + 3.9 \cdot v$$

- 1) 外気温度が 10°C，建物の屋外側表面温度が 20°C の時，屋外側の放射熱伝達率を求めよ。
- 2) 屋外の風速が 3m/s の時，屋外側の対流熱伝達率を求めよ。
- 3) この時の総合熱伝達率を求めよ。