

熱伝達 (伝熱)

作成 2008年9月16日 R-0
都良設計有限会社 設計部

1. 概要

現在エネルギーの利用する多くの場合は熱エネルギーの移動と言う形態を採っている。冷暖房をはじめ、ボイラーや熱交換器等が代表的な利用例であるが、主に熱エネルギーの発生に関しては『燃焼工学』、熱エネルギーの移動を『伝熱工学』、熱の運動や相互作用を『熱力学』と分類し、今回は伝熱の基本を学習する。

2. 伝熱の基本3形態 (熱伝導、熱伝達、放射 (ふく射) 熱伝達)

・ 熱伝導

主に固体内部等の隣接する原子や分子に振動にて熱エネルギーを伝える現象
気体や液体でも熱伝導は生じるが、分子同士の衝突頻度が低い為、固体に比べ少ない

・ 熱伝達

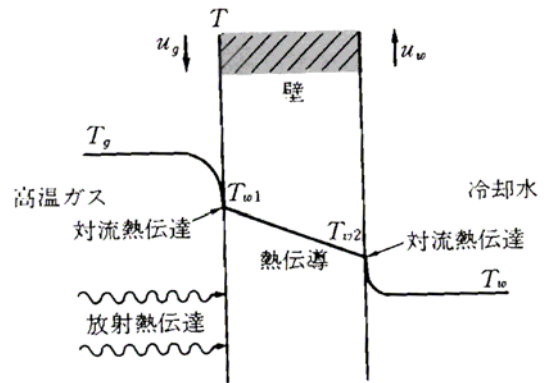
隣接する流体 (気体や液体) と固体間の熱エネルギーを伝える現象
固体内部の熱伝導と比較し運動が伝わり難い為小さい。又、温度差有る程大きくなる。故に、熱交換器等は流速を上げる程、効率が良くなる。(但し圧力損失も多くなる。)

・ 放射 (ふく射) 熱伝達

隣接していない物質間の熱エネルギーを伝える現象
太陽が地球に与える熱エネルギーの形等

・ その他

流体の濃度差に伴う熱移動 (氷に塩を入れると温度が下がる等)



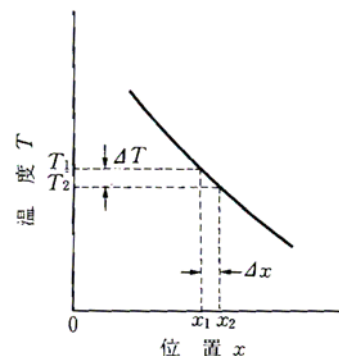
熱移動現象の基本3形態

2. 熱伝導の基本法則

火箸を火中に送入し赤熱しても手元迄熱くならない。これは運動が減衰し位置により温度差を生じる為でこの温度勾配を熱伝達率と呼ぶ

$$\text{熱伝達率}(\lambda) = \Delta T / \Delta x$$

これは物質ごとに定まる物性値である。



熱伝導の生じている温度場

上記は1次元的 (同一断面として考えた場合) の場合の気基本であり一般的には 熱流束(q)として考えます

$$\text{熱流束}(q) = \Delta Q / \Delta A$$

熱流束(q) = 単位面積当たり、単位時間当たりの熱移動量

ΔT = 単位時間当たりの熱移動量

ΔA = 熱が通過する微小面積

$$q = -\lambda \, dT/dx \quad (\text{座標軸と一致させる為---フーリエの法則})$$

付録 主な物質の熱物性値

(条件：標準的には、1気圧、300 Kにおける値)

【固 体】

	密度 [kg/m ³]	比熱 [kJ/(kgK)]	熱伝導率 [W/(mK)]	熱拡散率 × 10 ⁻⁶ [m ² /s]
アルミニウム	2688	0.905	237	96.8
銅	8880	0.386	398	117.0
鉄	7870	0.442	80.3	22.7
ニッケル	8899	0.447	90.5	22.9
鉛	11330	0.130	35.2	24.3
チタン	4506	0.522	21.9	9.25
鋳鉄	7000	0.483	20.1	5.95
炭素鋼	7850	0.465	43.0	11.8
ステンレス鋼	7920	0.499	16.0	4.07
ジュラルミン	2770	0.88	120.0	49.2
黄銅	8530	0.396	121.0	35.8
アルミナ	3890	0.779	36.0	11.89
ガラス	2520	0.80	1.03	0.47
アクリル樹脂	1190	1.4	0.21	0.12
ゴム	860	2.2	0.36	0.19
大理石	2600	0.81	2.8	1.3
レンガ	2050	0.93	0.67	0.35
コンクリート	2400	0.90	1.2	0.57
木材	300	1.3	0.069	0.18
紙	900	1.3	0.06	0.053
グラスウール	32	0.81	0.034	1.29

【液 体】

	密度 [kg/m ³]	比熱 [kJ/(kgK)]	熱伝導率 [W/(mK)]	熱拡散率 × 10 ⁻⁶ [m ² /s]
メタノール	784	2.451	0.166	0.0864
潤滑油	890	1.85	0.145	0.085
水	996.6	4.179	0.610	0.147

【気 体】

	密度 [kg/m ³]	比熱 [kJ/(kgK)]	熱伝導率 [W/(mK)]	熱拡散率 × 10 ⁻⁶ [m ² /s]
空気	1.176	1.01	0.0261	22.07
水素	0.082	14.3	0.18	155.0
窒素	1.138	1.04	0.0260	21.93
酸素	1.301	0.920	0.0263	22.0
水蒸気(400 K)	0.555	2.00	0.0268	24.2
炭素ガス	1.797	0.852	0.0166	10.82

基本公式

$$\frac{\text{熱量 } q[\text{W}]}{\text{熱通過面積 } A[\text{m}^2]} = - \text{熱伝導率 } \lambda [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \frac{\text{温度差 } dT[\text{K}]}{\text{距離 } dx[\text{m}]}$$

例題1

厚さ 100mm の大きな鉄板をがある、手前側の面が200℃反対側の面が192℃で安定している鉄板が150mmなら反対側の面の温度は何度か？、又、熱流速はいくらか？

但し、鉄の熱伝導率は 80W/(mK) とする。

$$T = \frac{T_2 - T_1}{L} x + T_1$$

$$T = \frac{192 - 200}{0.1} 0.15 + 200$$

$$T = 188 \quad ^\circ\text{C}$$

$$q = -\lambda (dT/dx)$$

$$q = \lambda (T_1/T_2)/L$$

$$q = 80 (200-192)/0.1$$

$$q = 6400 \quad \text{W}$$

例題2

厚さ 100mm の大きなグラスウールボードをがある、手前側の面が250℃反対側の面が50℃で安定しているボードが90mmなら反対側の面の温度は何度か？、又、熱流速はいくらか？

但し、グラスウールボードの熱伝導率は 0.034W/(mK) とする。

$$T = \frac{T_2 - T_1}{L} x + T_1$$

$$T = \frac{50 - 250}{0.1} 0.09 + 250$$

$$T = 70 \quad ^\circ\text{C}$$

$$q = -\lambda (dT/dx)$$

$$q = \lambda (T_1/T_2)/L$$

$$q = 0.034 (250-50)/0.1$$

$$q = 68 \quad \text{W}$$