

問題 4－1 放熱フィンの設計

図 1 の様に $15\text{mm} \times 15\text{mm} \times$ 厚さ 5mm の立方体の発熱素子の上に、厚み 5mm の板に直径 5mm 高さ 50mm の円柱形の突起が出ているヒートシンクを考える。

素子の発熱量を 0.2W 、ヒートシンク及び素子の熱伝導率は 200W/mk 、放熱面は円柱表面とし熱伝達率は $10\text{W/m}^2\text{k}$ 、周辺温度 20°C とする。

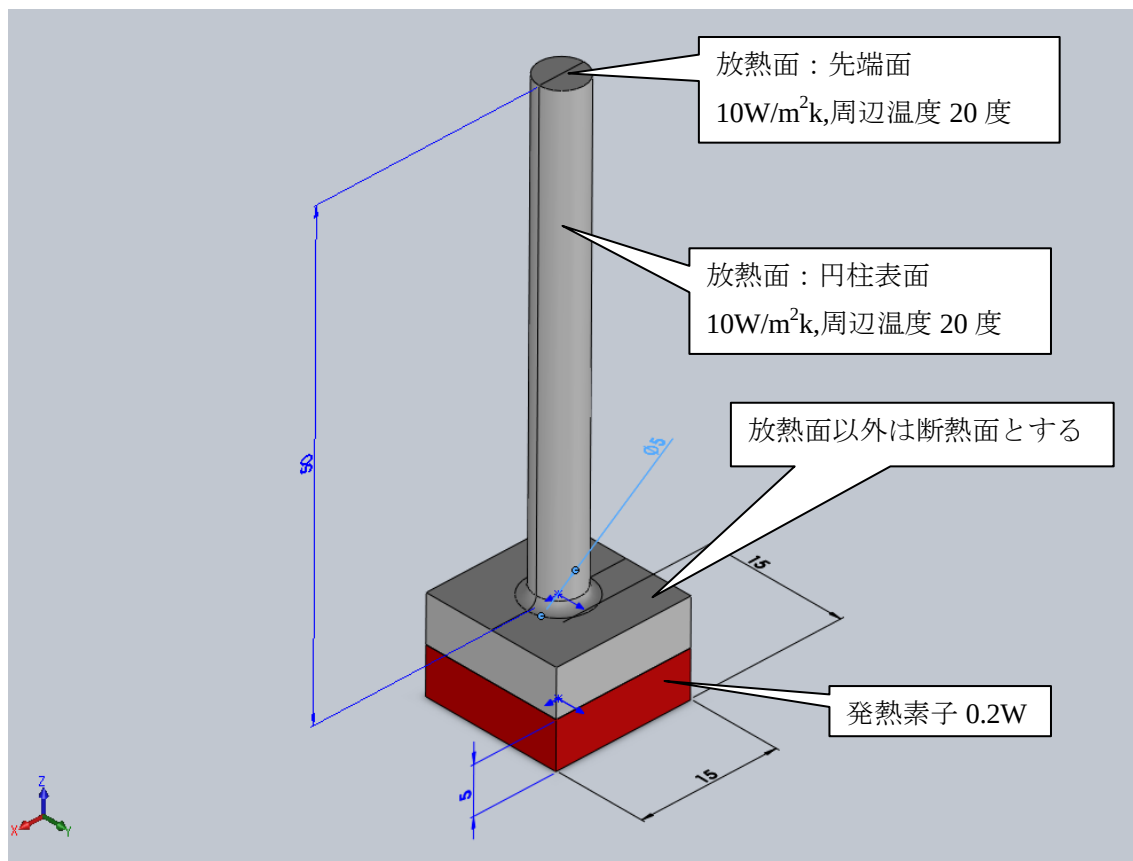


図 1 放熱フィン

(1) 構造解析ツールを使用して定常熱伝導解析を実施し、発熱素子温度及び円筒フィン先端温度を求めよ。温度を求める際は、フィン根元のフィレットは無視しても良い(但し、熱流束を求める場合は、角部のフィレットが必要)。

また、発熱素子とヒートシンクとの接触面に、接触熱抵抗値 $0.005(\text{m}^2\text{k})/\text{W}$ (一般の接触状態)を指定した場合の素子温度を求めよ。

(2) 直径 5mm 、長さ 50mm の円筒部を取り出し、根元断面に 0.2W の熱量を与えた場合の 1 次元熱伝導方程式を立て、先端及び根元での境界条件を用いて、先端温度及び根元温度を計算せよ。また、根元断面と発熱面の間に、接触熱抵抗値 $0.005(\text{m}^2\text{k})/\text{W}$ (一般の接触状態)を想定した場合の発熱面温度を求めよ。

(3) Excel 等で (2) の理論式を入力し、フィン長さ、熱伝達率の組み合わせを変更して素子温度（フィン根元温度）が 40℃以下になる条件を見つけよ。また、フィン効率についてもその変化を求めよ。

なお、フィン効率は、以下で定義される。

$$\begin{aligned} & (\text{フィンによる実際の放熱量}) / (\text{フィン全表面が根元温度と同一とした場合の放熱量}) \\ = & (\text{フィン表面の平均温度} - \text{周囲温度}) / (\text{フィン根元温度} - \text{周辺温度}) \end{aligned}$$

(4) 実際の問題では、流体挙動による熱伝達率の設定が重要となってくる。本問題で設定した熱伝達率及び接触熱抵抗が妥当な値か考察せよ。

(5) 省エネ、騒音、粉塵などにより、なるべく冷却ファンなどは設定したくない。自然空冷で何度まで温度を下げる事が出来るか、熱設計を行え。

EX. 縦置き、横置き、フィンの形状、フィンの配置、トンネル効果、接触熱抵抗の低減、放射率

略解)

(1)

接触熱抵抗なしで、発熱素子 45.73°C 、先端 44.42°C

接触熱抵抗ありで、発熱素子 50.24°C 、先端 44.42°C

(2)

1次元熱伝導方程式の計算結果

- ・フィン先端温度 44.42°C
- ・フィン根元温度 45.72°C (接触熱抵抗ありの場合 50.16°C)

(3)

Excel を用いてパラメータスタディを実施。フィン根元温度は、当然ながらフィン長さ、熱伝達率が大きくなるほど下がる。熱伝達率を上げれば、フィンの長さにより影響を受けなくなり、フィンの長さを短くすることができる。

一方、フィンの効率は、フィンの長さ、熱伝達率が大きいほど下がる。フィン効率と温度低下とは相反する傾向となり、そのバランスが設計上重要となる。

(4)、(5) 略