

Technical Report

株式会社 Noble Engineer

正興 太子 様

2011 年 10 月 5 日

株式会社 Future Engineer

新川 智英

相談案件

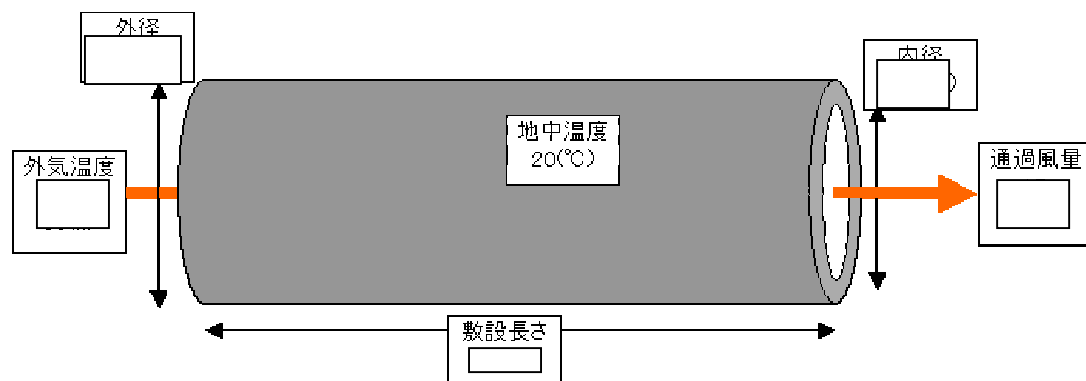
管内通過流体の出口温度算出および、計算プロセスの提示

現象

- 管 $d\phi$ が地中(20°C)に埋設され、その中に外気($T^{\circ}\text{C}$)を導入する。
- 埋設管塩化ビニール管外形 $D\phi$ 、肉厚 $t(\text{mm})$ 、敷設長さ: $L(\text{m})$ 。
- 外気温度 $T^{\circ}\text{C}$ 、60%、通過風量 $v(\text{m}^3/\text{h})$ 。
- 通過風出口温度の算出方法を提示希望。

この概略図を(図表 1)に示します。

(図表 1)



調査結果、説明

円管内壁と、流体との熱伝達率を算出する式を以下に示します。

$$Nu_d = xxxx$$

$$h_d = \frac{Nu_d \lambda}{d}$$

$$Re_d = \frac{ud}{\nu}$$

上式適用可能範囲

$$10^3 < Re_d < 10^7$$

ただし、

Nu_d:ヌセルト数

Re_d:レイノルズ数

Pr:プラントル数

h_d:平均熱伝達率(W/m² K)

λ:空気熱伝導率(W/m K)

d:円管内径(m)

u:流速(m/sec)

d:円管内径(m)

ν:空気動粘性係数(m²/sec)

通過風量 15(m³/h)を円管内流速 0.66(m/sec)に変換した結果、空気温度と熱伝達率、算出に使用した物性値を図表 2 に記します。円管内空気が変化し得る温度範囲(20~32(°C))で、熱伝達率の変化は 3(%)未満であることから今回の案件では、熱伝達率は温度によって、(つまり流れ方向全体わたって)一定として計算可能と判断します。

ただし、

ΔQ :単位時間に、 Δx 間で交換する熱量(W)

T_w :壁面温度(K)

$T(x)$:流体温度(軸方向 x の関数)

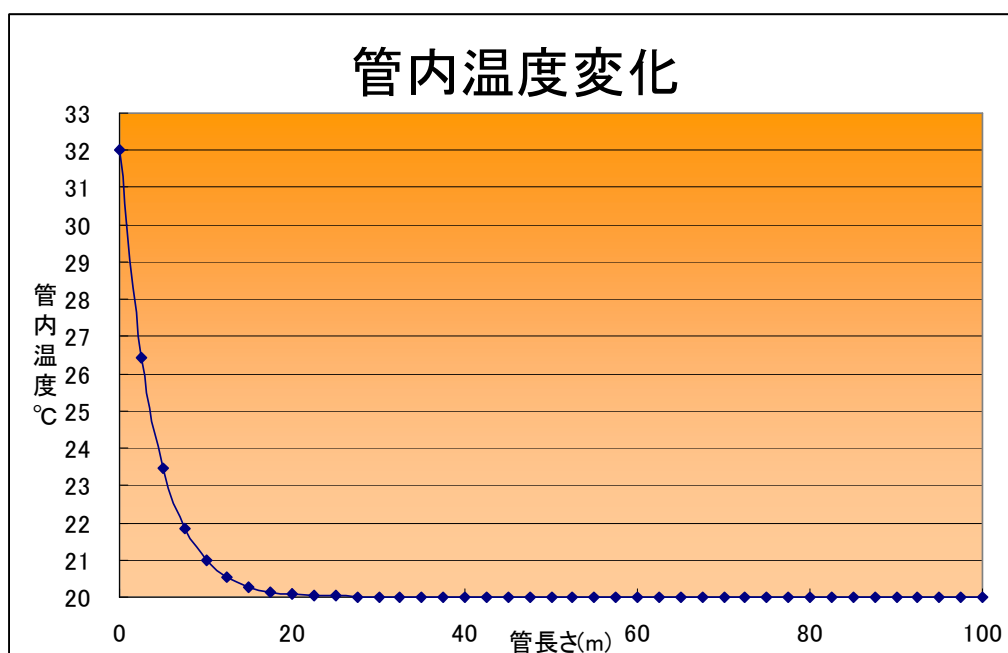
\dot{m} :流体の質量流量(Kg/sec)

c :比熱(J/Kg K)

ΔT : Δx 間での流体の温度上昇値

図中の微分形式の式を互いに積分し、境界条件を代入することにより、 $T(x)$ を求めることができ、それから、出口温度を算出可能です。

(図表 4)



結論

32(°C)の空気は、20(°C)の地中管を 100(m)通過すると地中へ熱が逃げることにより、20(°C)まで下がる。

ここで以下の仮定を用いています。

- ・ 空気は乾き空気として計算
- ・ 計算結果は、定常状態
- ・ 地中温度と管厚全域(5(mm)全域)にわたり、常に 20(°C)

以上