

※ 保冷時の防露対策として必要最小保温厚さを算出する ※

【 計算条件 】

内部温度(θ_i): 10°C 外気温度(θ_a): 26°C

表面熱伝達率(h_{se}): 8 W/m²·K

相対湿度: 85%

管径(D_i): 40A

取付予定保温材

[第1層] 吹付硬質ウレタンフォーム(現場発泡品) 厚さ=算出

0°C ≤ θ ≤ 10°C 0.026

【 計算過程 】

外気温度=26°C 相対湿度 85% の露点温度を求める。

26°C の飽和蒸気圧=3.3637KPa

26°C 相対湿度 85 %の蒸気圧=3.3637×0.85=2.8591KPa

2.8591KPa を飽和蒸気圧とする温度、すなわち露点温度は 23.3°Cを得る。

安全を考慮して表面温度(θ_{se})は露点温度+0.3°C (23.6°C)にとる。

表面温度を次の様に仮定して保温材の平均熱伝導率(λ_m)を求める。

[第1層] 表面温度(θ_{se}) 23.7°C

第1層平均熱伝導率 λ_1

$\lambda_1 = 1 / (10.0 - 23.7) \cdot \int f(\theta) d\theta$ $f(\theta): 23.7^\circ\text{C} \leq \theta \leq 10.0^\circ\text{C}$

=0.026 W/m·K

保温厚さ(d)を求める {nは保温材の層を示す}

$D_0 = 0.0486 \text{ m}$

$D_n \ln(D_n / D_i) = 2 \{ \sum \lambda_n (\theta_{n-1} - \theta_n) \} / h_{se} (\theta_{se} - \theta_a)$ $d = (D_n - D_{n-1}) / 2$

$d_1 = 0.015 \text{ m} = 15 \text{ mm}$

放散熱量(q_l)を求める。

$q_l = 2 \pi (\theta_i - \theta_a) / [2 / (h_{se} \cdot D_n) + \sum \{ \ln(D_n / D_{n-1}) / \lambda_n \}]$

=-4.6 W/m

表面温度(θ_{se})を求める

$\theta_{se} = q_l / h_{se} \cdot D_1 \cdot \pi + \theta_a$

=23.7°C

よって当初の表面温度の仮定値は正しいと証明される。

【 計算結果 】

[第1層]平均熱伝導率(λ_m)=0.026 W/m·K

放散熱量(q_l)=-4.6 W/m

表面温度(θ_{se})=23.7°C

必要最小保温厚さ(d)=15mm