

※ 凍結防止保温厚さ(12時間経過時の内部温度が0℃以上)を算出する ※

【 計算条件 】

初期水温 (θ_{im}) : 3℃ 外気温度 (θ_a) : -10℃

管内水の凍結割合 (f) : 25%

安全率: 25%

表面熱伝達率 (h_{se}) : 12 W/m²·K

管径 (D_i) : 80A

[第1層] 吹付硬質ウレタンフォーム(現場発泡品)

熱伝導率=0.026 W/m·K

【 計算過程 】

12時間(25%の安全率を見込んで16時間)経過後に内部温度を0℃以上に保つ為の保温厚さを15mmと仮定する。

保温材の内径 $D_i=0.0891$ m

保温材の外径 $D_e=0.1191$ m

水の質量 $m_w=5.11491$ kg/m

管の質量 $m_p=8.79382$ kg/m

管内水の定圧比熱 $C_{pw}=4.2$ kJ/kg·K

管の定圧比熱 $C_{pp}=0.46$ kJ/kg·K

初期水度 $\theta_{im}=3$ ℃

t時間後の管内の水の温度(凍結温度) $\theta_{fm}=0$ ℃

外気温度 $\theta_a=-10$ ℃

$$CW=C_{pw} \cdot m_w + C_{pp} \cdot m_p \\ =25.52778$$

熱抵抗 $R_l = \ln(D_e/D_i) / 2 \cdot \pi \cdot \lambda + 1/h_{se} \cdot \pi \cdot D_e$

實際上、保温した配管では表面熱抵抗は除外した方がよいので次式となる。

$$熱抵抗 R_l = \ln(D_e/D_i) / 2 \cdot \pi \cdot \lambda \\ =1.776435 \text{ m} \cdot \text{K/W}$$

$$放置時間 t = (CW \cdot R / 3.6) \cdot \ln((\theta_{im} - \theta_a) / (\theta_{fm} - \theta_a)) \\ =22.7 \text{ 時間} > 16 \text{ 時間}$$

よって当初仮定した保温厚さは正しいと証明される。

【 計算結果 】

[第1層] 吹付硬質ウレタンフォーム(現場発泡品)

平均熱伝導率(λ_m)=0.026 W/m·K

凍結防止保温厚さ=15mm