

※ 経済的な保温厚さを算出する ※

【 計算条件 】

内部温度 ( $\theta_i$ ) : 98°C 外気温度 ( $\theta_a$ ) : 20°C

表面熱伝達率 ( $h_{se}$ ) : 12 W/m<sup>2</sup>·K

使用年数 ( $m$ ) : 15 年 年利率 ( $n$ ) : 5% 年間使用時間 ( $t$ ) : 8000 時間

熱量価格 ( $b$ ) : 5 円/1000 W·h 保温厚さ ( $d$ ) m

保温材の施工価格 ( $a$ ) :

$$[\text{人造鉱物繊維保温材}] = 12 d^{\lambda} - K + 200 \text{ 千円/立方メートル} \\ (K=1.00)$$

グラスウール保温板 32K

熱伝導率:  $-20^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 200^{\circ}\text{C}$   $0.0333 + 1.21 \times 10^{-4} \cdot \theta + 6.56 \times 10^{-7} \cdot \theta^2$  (W/m·K)

【 計算過程 】

一年間の総経費  $F$  (円/m<sup>2</sup>) は

$$F = (\text{施工費}) + (\text{放散熱量価格})$$

$$\therefore F = (a \cdot d \times 10^3) + \{b \cdot t \times (\theta_i - \theta_a) / (d/\lambda + 1/h_{se}) \times 10^{-3}\}$$

ここで、施工費 ( $a \cdot d$ ) は年利率 ( $n_1$ ) で  $m$  年後には次式で表される。

$$a \cdot d (1 + n_1)^m$$

また、放散熱量価格は年利率 ( $n_2$ ) で毎年貯金した時の  $m$  年後には次式で表される。

$$\{b \cdot t \times (\theta_i - \theta_a) / (d/\lambda + 1/h_{se})\} \times \{(1 + n_2)^m - 1\} / n_2$$

$$\therefore F_1 = (a \cdot d \times 10^3) \cdot (1 + n_1)^m + \{b \cdot t \times (\theta_i - \theta_a) / (d/\lambda + 1/h_{se}) \times 10^{-3}\} \times \{(1 + n_2)^m - 1\} / n_2$$

$F_1$  において年利  $n_1, n_2$  は異なる値と考えられるが、 $n = n_1 = n_2$  として計算を簡易化する。

両辺を  $\{(1 + n)^m - 1\} / n$  で割り、施工費に対する償却を償却率として  $N$  で表せば次式となる。

$$N = \{n(1 + n)^m\} / \{(1 + n)^m - 1\}$$

従って、一年間の総経費  $F$  (円/m<sup>2</sup>) は次式となる。

$$\therefore F = (a \cdot d \cdot N \times 10^3) + \{b \cdot t \times (\theta_i - \theta_a) / (d/\lambda + 1/h_{se}) \times 10^{-3}\}$$

ここで、 $F$  が最小となるような  $d$  が平面の場合の経済的な保温厚さである。

$F$  が最小となるような  $d$  の値をコンピュータにより算出して行くと

$d = 0.080 \text{ m} = 80 \text{ mm}$  の場合が  $F$  の最小値 (経済的保温厚さ) となる。

以下  $d = 80 \text{ mm}$  なる場合の伝熱式を記載する。

表面温度を次の様に仮定して保温材の平均熱伝導率 ( $\lambda_m$ ) を求める。

[第1層] 表面温度 ( $\theta_{se}$ ) : 23.4°C

第1層平均熱伝導率  $\lambda_1$

$$\lambda_1 = 1 / (98.0 - 23.4) \cdot \int f(\theta) d\theta \quad f(\theta) : 23.4^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 98.0^{\circ}\text{C}$$

$$= 0.04336 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

放散熱量 ( $q$ ) を求める。

$$q = (\theta_i - \theta_a) / [1/h_{se} + \Sigma(d/\lambda)] = 40.5 \text{ W/m}^2$$

表面温度 ( $\theta_{se}$ ) を求める。

$$\theta_{se} = q/h_{se} + \theta_a$$

$$= 23.4^{\circ}\text{C}$$

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 】

表面温度 = 23.4°C

放散熱量 = 40.5 W/m<sup>2</sup>

経済的保温厚さ = 80mm

製品厚さ = 75mm