



ニッシンくんの自習室

(4)

技術教育訓練センター

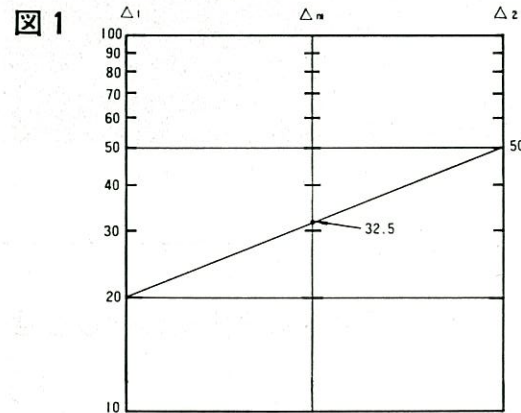
朝井 弥

問3 あるアンモニア冷凍装置で、圧縮機の冷凍能力が5冷凍トン、凝縮器の冷却水入口温度32°C、同出口温度34°C、冷媒の凝縮温度40°C、蒸発温度-18°C、シエルチューブ型凝縮器の冷却管内水速1m/S、とするとき、この凝縮器の伝熱面積(m²)を求めよ。

ただし、冷却水と凝縮温度の対数平均温度差、凝縮器の熱通過率(伝熱率)、放出熱量比(凝縮負荷と冷凍負荷の比)は添付図表を参照すること。

表1 凝縮器の熱通過率(K) Kcal/m²h°C

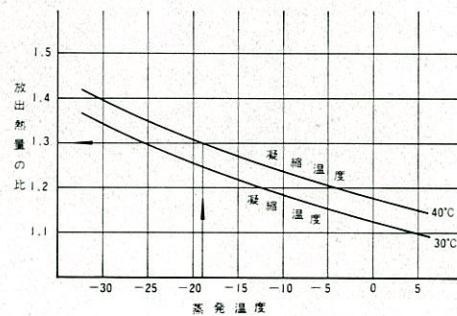
水速m/S	0.5	1.0	1.5	2.0
K	600	900	1100	1150



対数平均温度差を求める計算図表

$$\Delta_m = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{2.3 \log \frac{\Delta_1}{\Delta_2}} \quad \left. \begin{matrix} \Delta_1 = 20 \\ \Delta_2 = 50 \end{matrix} \right\} \text{のとき} \Delta_m = 32.5$$

図2



(解説)

(イ) 水凝縮器で、凝縮器冷却管の伝熱面積をFm²、凝縮器冷却管の熱通過率をKKcal/m²h°C冷媒と冷却水との平均温度差をΔ_m°Cとすると伝熱の式より凝縮負荷 QKcal/h はつぎのようになる。

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta_m$$

(ロ) 凝縮器で、冷媒から単位時間に取り去る熱量を凝縮負荷といい、冷凍負荷との比を放出熱量の比という。冷凍負荷 RKcal/h との間にはつぎの関係が成立し、Q/R は蒸発温度が低くなるほど、凝縮温度が高くなるほど増大し、普通の冷凍サイクルの場合は1.3~1.4位になる。

$$Q = mR \quad Q = R + N$$

mは凝縮温度と蒸発温度により定まる係数で、Nは圧縮所要動力 Kcal/h である。

図3

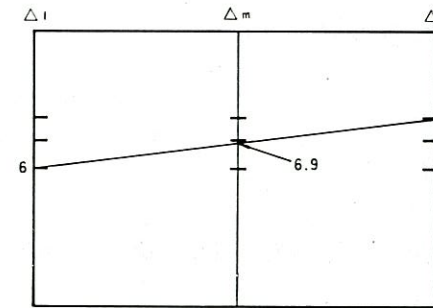
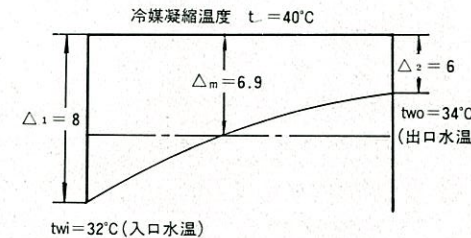


図4



(ハ) 凝縮器の冷却管面で冷媒が冷凍する温度をt₂°Cとし、冷却水の入口温度をt_{wi}、出口温度をt_{wo}とすると、凝縮器の入口における温度差Δ₁=t₂-t_{wi}と出口における温度差Δ₂=t₂-t_{wo}との比Δ₁/Δ₂=3~4の場合は平均温度差Δ_mとして対数平均温度差をとる。ただし、Δ₁/Δ₂<3の範囲では算術平均温度差Δ_{ma}とΔ_mの違いが僅かであるから算術平均温度差を採用しても差支えない。

$$\Delta_{ma} = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} = t_2 - \frac{t_{wi} - t_{wo}}{2}$$

参 $\Delta_{ma} = 40 - \frac{34 + 32}{2} = 7^\circ\text{C}$
考 $\Delta_m = 6.9^\circ\text{C}$ 図表より

(ニ) 上述のことより、与えられた冷凍負荷に対して必要な面積はつぎの式で示すことができる。

凝縮器の伝熱面積 F (m²)=凝縮器で放出する熱量 Q(Kcal/h)÷[熱通過率K(Kcal/m²h°C)×平均温度差Δ_m(°C)]

Kは水速が1m/Sであるから900Kcal/m²h°C

平均温度差は図3より6.9°C、凝縮温度40°C、蒸発温度-18°Cの放熱比は図2よりと1.3求められる。したがって凝縮負荷 QKcal/h と伝熱面積 Fm² はつぎのように求められる。

$$Q = 1.3 \times 5 \text{ (冷凍トン)} \times 3,320 \text{ Kcal/h} = 21,580 \text{ Kcal/h}$$

$$F = \frac{21,580}{900 \times 6.9} = 3.475 \div 3.50 \text{ m}^2$$

問4 凝縮器入口の冷媒ガスのエンタルピ450Kcal/kg、凝縮器出口の冷媒液のエンタルピ150Kcal/kg冷媒循環量100kg/h、凝縮温度40°C、冷却水平均温度33°Cおよび凝縮器の伝熱面積を5.0m²とすると、この凝縮器の熱通過率を求めよ。

(解説)

冷凍サイクルにおいては冷媒が高圧部で吐き出す熱量qKcal/kgは、冷媒が低圧部で吸収する熱量rKcal/kgと冷媒ガスの圧縮に要する仕事量A_wKcal/kgとの和で、つぎのように表わされる。

$$q = r + A_w$$

圧縮機において、冷媒循環量がGkg/hであるとき、高圧部において取出すべき熱量QKcal/hはつぎのようになる。

$$Q = G \cdot q = G(r + A) = R + N$$

このRは冷媒循環量がGkg/hのときに低圧部で吸収する熱量であり、Nは冷媒循環量がGkg/hのときの圧縮動力である。

いま、G=100kg/h q=(450-150)Kcal/kgが与えられているので凝縮負荷は

$$Q = 100 \times (450 - 150) = 30,000 \text{ Kcal/h}$$

となる。つぎに平均温度差Δ_mはΔ_m=(40-33)伝熱面積F=5.0m²であるから、この凝縮器の熱通過率Kはつぎのように求められる。

$$K = \frac{Q}{F \times \Delta_m} = \frac{30,000}{5.0 \times 7} = 860 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$