

ニッシンくんの自習室

(5)

技術教育訓練センター

朝井 弥

問題 5 (これは前回のつづきです。1月号を参照の上ご覧下さい)

冷却水温度30°C, 流量 1,000 l/min の水冷凝縮器の冷却面積が 80 m², その熱通過率が 600 kcal/m²h°C で, 凝縮温度と冷却水温度との対数平均温度差が 6.5°C のとき, 冷却水の出口温度は何度になるか。

(解説)

凝縮器において冷媒蒸気が冷却水に吐出す熱量は, 凝縮器入口の冷媒蒸気のエンタルピと凝縮器出口の冷媒液のエンタルピの差であり, 冷媒より冷却管壁を通して冷却水に伝わる。冷媒蒸気より除熱に必要な冷却水の温度上昇度はつぎのように求められます。

冷却水出口温度 t_{wo} - 冷却水入口温度 t_{wi}

$$= \frac{\text{凝縮熱量 } Q(\text{kcal/h})}{\text{冷却水量 } W(\text{l/h})}$$

ただし, 冷却水は清水とし, 比熱は 1 とする。

凝縮器の冷却面積 F が 80 m², その熱通過率 K が 600 kcal/m²h°C, 凝縮温度と冷却水温度の対数平均温度差 Δ_m が 6.5°C と与えられているから凝縮負荷 Q はつぎのように求められます。

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta_m = 600 \times 80 \times 6.5 \\ = 312,000 \text{ kcal/h}$$

冷却水の出口温度 t_{wo} は 30°C, 冷却水量 W は, 1,000 × 60 l/h であるから, 冷却水の出口温度 t_{wo} はつぎようになります。

$$t_{wo}(\text{°C}) = \frac{Q}{W} + t_{wi} = \frac{312,000}{1,000 \times 60} + 30 = 5.2 + 30 \\ = 35.2\text{°C}$$

問題 6 (アンモニア モリエル線図を参照しながら, お読み下さい)

アンモニアの水冷凝縮器で, 冷却水の入口温度が 32°C, 出口温度が 38°C, 冷却水量が 200 l/min 冷却管の熱通過率が 800 kcal/m²h°C, 冷却面積が 10 m² の場合,

- (イ) 冷媒の凝縮温度は何度 C になるか。
- (ロ) 吸入ガス温度 (飽和) が -20°C の単段圧縮機の場合に圧縮温度 (吐出ガス温度) はどの位まで上昇するか。

(解説)

高圧部で冷媒が保有する熱量の大部分は凝縮器で放出され, 凝縮器入口の冷媒蒸気のエンタルピと凝縮器出口の冷媒液のエンタルピの差で表わされます。

(イ) 凝縮熱 Q_c を放出するのに必要な冷却面積と凝縮熱を冷却管壁を通して受取る水側より, Q_c はつぎのように表わされます。

$$Q_c = K \cdot F \cdot \Delta T \quad Q_c = W \cdot (t_{wo} - t_{wi}) \cdot C \cdot 60$$

ただし, K : 冷却管の熱通過率 kcal/m²h°C

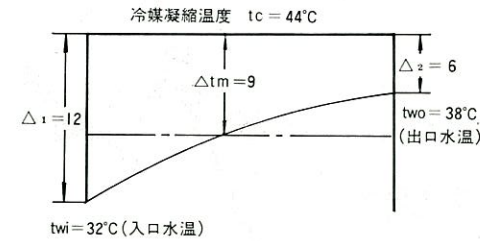
F : 冷却面積 m²

ΔT : 冷媒と冷却水との平均温度差°C

W : 冷却水量 l/min

t_{wo} : 凝縮器から出る冷却水の温度°C

図1 凝縮温度と冷却水温度との平均温度差 ΔT 説明図



t_{wi} : 凝縮器に入る冷却水の温度°C

C : 水の比熱 1 kcal/kg°C

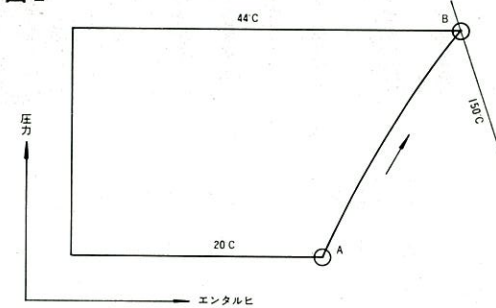
$$K \cdot F \cdot \Delta T = W(t_{wo} - t_{wi}) \cdot C \cdot 60$$

$$\therefore \Delta T = \frac{W(t_{wo} - t_{wi}) \cdot C \cdot 60}{K \cdot F}$$

上式に与えられた数値を代入して計算すると平均温度差はつぎようになります。

$$\Delta T = \frac{200 \times (38 - 32) \times 1 \times 60}{800 \times 10} = 9\text{°C}$$

図2



冷媒の凝縮温度を t_c とすると, t_c はつぎのように求められます。

$$\text{算術平均水温} = \frac{t_{wo} + t_{wi}}{2} = \frac{38 + 32}{2} = 35\text{°C}$$

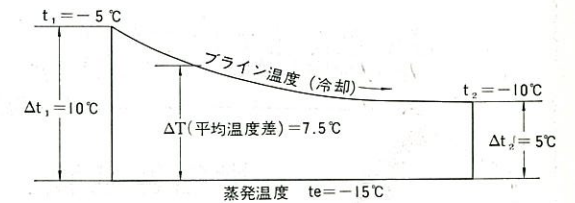
$$t_c = \text{平均水温} + \text{平均温度差} = 35 + 9 = 44\text{°C}$$

(ロ) モリエル線図をみれば, A → B が圧縮過程で, この等エントロピ線に添って上ってゆくと吐出ガス温度は求められます。それは B 点で 150°C と求まります。

問題 6

冷凍能力が 30 日本冷凍トンで, ブラインの入口温度が -5°C, 出口温度が -10°C, 冷媒の蒸発温度が -15°C, 冷却面積が 35 m² のブラインクーラ

図3 蒸発温度とブライン温度との平均温度差 ΔT 説明図



の熱通過率はいくらになるか。

(解説)

蒸発器において冷媒がまわりのものから単位時間に取去的熱量を蒸発器の冷却負荷といい, 冷却負荷を Q kcal/h, 冷却温度を t_r °C, 冷媒の蒸発温度を t_e °C, 伝熱面積 (冷却面積) を F m², ブラインクーラの熱通過率を K kcal/m²h°C とするとブラインクーラで, 冷媒がブラインから取去的熱量はつぎの式で表わされます。

$$Q = K \cdot A \cdot \Delta T \quad \text{kcal/h}$$

ただし, ΔT はブラインと冷媒との平均温度差°Cであります。(1 冷凍トン = 3,320 kcal/h)

$$Q = 3320 \times 30 = 99,600 \text{ kcal/h} \quad A = 35 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = \frac{10 + 5}{2} = 7.5\text{°C} \quad (\text{算術平均値})$$

$$K = \frac{99,600}{35 \times 7.5} = 379.42 \div 380 \text{ kcal/m}^2\text{h°C}$$

なお, 対数平均温度差 ΔT を計算で求めると, つぎようになります。

$$\Delta T = \frac{10 - 5}{2.3 \log_{10} \frac{10}{5}} \div 7.2$$

計算図表で求めると図4のようになります。

また, $\Delta T = 7.2$ として K を求めると

$$394.46 \div 395 \text{ kcal/m}^2\text{h°C} \text{ になります。}$$

図4

