



ニッシンくんの自習室

(1)

技術教育訓練センター

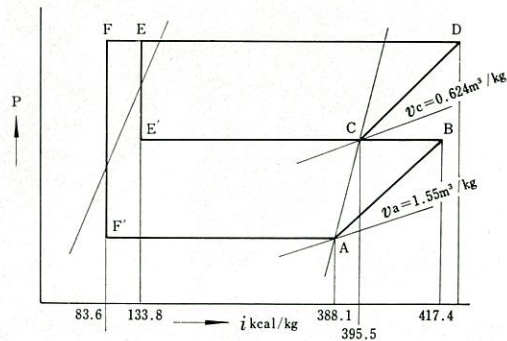
朝井 弥

冷凍関係の実務者、すなわち工事担当者・取扱
い者・サービスエンジニアなどが日常の業務を遂
行する上に必要と思われる事柄を非系統的（断片
的）に簡単な理論づけをして参考に供します。

第一回としては過日行なわれた技術教育中級
（第一回）の試験問題からとりあげました。

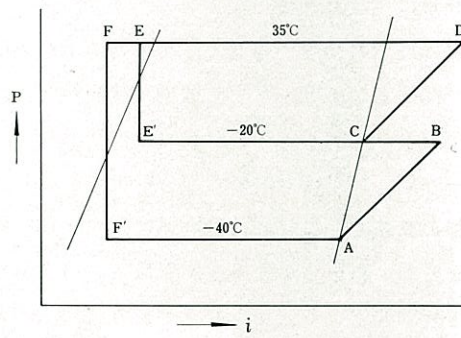
問 2段圧縮，1段膨張のアンモニア冷凍設備
で，凝縮温度 $+35^{\circ}\text{C}$ ，蒸発温度 -40°C と
し中間圧飽和温度を -20°C ，中間冷却器で過冷
却する温度を -15°C までとすると，高段圧縮
機および低段圧縮機のピストン押のけ量 (m^3/h)
をそれぞれ算式を示し，算出せよ。

ただし，高段圧縮機の体積効率を75%，低段圧
縮機の体積効率を60%，設備の冷凍負荷を20日本
冷凍トンとする。（第1図参照）

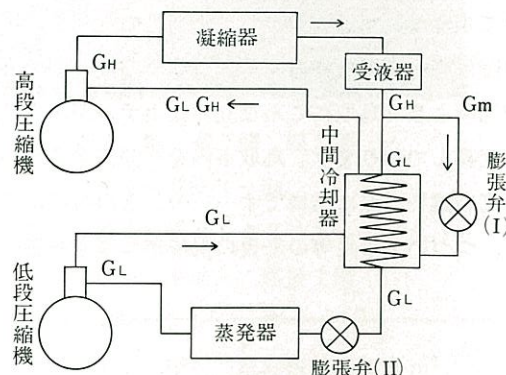


第1図

解説 問題の諸条件の冷凍サイクルをモリエル
線図に，また冷媒の循環系統を連絡図に示すと第
2図，第3図のようになる。



第2図



第3図

高段圧縮機（高段機）に流れる冷媒循環量を G_H
 Kg/h とすれば， G_H は低段圧縮機（低段機）に
流れる冷媒循環量 $G_L \text{Kg/h}$ と低段機よりの吐出
ガスを中間圧力の飽和温度 -20°C まで冷却する
に必要な流量と中間冷却器で液温を -15°C まで
過冷却するに必要な流量との和であるため，つぎ
の関係が成立する。

$$G_H = G_L + G_M \text{ Kg/h}$$

蒸発器に供給される冷媒についてのサイクル
 $ABCDFF'A$ と中間冷却器内へ弁 (I) で絞り膨
張し，そこで蒸発する冷媒についてのサイクル
 $CDEE'C$ との合成サイクルにおいて，低段機の吐
出ガスの冷却過程 BC ，中間冷却器の高圧液の冷
却過程 EF は高段サイクル $CDEE'C$ の蒸発過程
 CE' とバランスする。

蒸発器に 1Kg の冷媒液が流入する場合に，中
間冷却器に分流する冷媒液 $X \text{Kg}$ は中間冷却器の
熱バランスとしてつぎのように導かれる。

$$(i_B - i_C) + (i_E - i_F) = X(i_C - i_E)$$

$$X = \frac{(i_B - i_C) + (i_E - i_F)}{(i_C - i_E)} = \frac{(i_B - i_F)}{(i_C - i_E)} - 1$$

$$1 + X = \frac{(i_B - i_F)}{(i_C - i_E)}$$

上式より高段機に流れる冷媒量は低段機の圧縮
蒸気量と中間冷却器で蒸気となった冷媒量の和，
すなわち $1 + X \text{Kg}$ であることがわかる。

低段機への冷媒循環量を G_L ，中間冷却器内へ
絞り膨張させる冷媒量 G_M とすると高段機への冷
媒循環量 G_H はつぎのようにあらわされる。

$$G_H = G_L + G_M = (1 + X)G_L = \frac{(i_B - i_F)}{(i_C - i_E)} G_L$$

$$G_M = G_L \cdot X$$

そこで，問題の解答にはいるわけですが，2段
機の冷凍能力を $R \text{Kcal/h}$ ，冷媒循環量を $G \text{Kg/h}$
ピストン押のけ量 $V \text{m}^3/\text{h}$ ，体積効率を η_v ，冷凍
効果を $q \text{Kcal/Kg}$ ，吸込蒸気の比体積を $v \text{m}^3/\text{Kg}$
とすると高・低段機のピストン押のけ量はそれぞ
れつぎのように算出される。

(イ) 低段機のピストン押のけ量 (V_L)

低段機の冷媒循環量 $G_L \text{Kg/h}$ は

$$G_L = \frac{Q}{i_A - i_F} = \frac{3320 \times 20}{388.1 - 83.6} = 218 \text{ Kg/h}$$

低段機のピストン押のけ量 $V_L \text{m}^3/\text{h}$

$$V_L = \frac{G_L \times v_A}{\eta_{vL}} = \frac{218 \times 1.55}{0.60} = 563 \text{ m}^3/\text{h}$$

(ロ) 高段機のピストン押のけ量 (V_H)

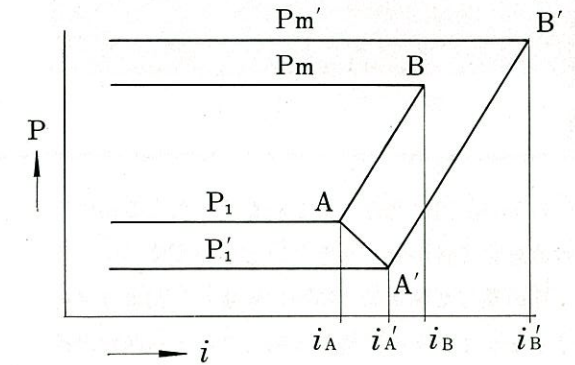
高段機の冷媒循環量 $G_H \text{Kg/h}$ は

$$G_H = (1 + X)G_L = \frac{(i_B - i_F)}{(i_C - i_E)} \times 218$$

$$= \frac{417.4 - 83.6}{395.5 - 133.8} \times 218 = \frac{333.8}{261.7} \times 218 = 278 \text{ Kg/h}$$

高段機のピストン押のけ量 $V_H \text{m}^3/\text{h}$

$$V_H = \frac{G_H \times v_C}{\eta_{vH}} = \frac{278 \times 0.624}{0.75} = 231 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$P_{m'} > P_m \quad P_1 > P'_1 \quad i_A > i_A'$$

$$i_A > i_A' \quad P_{m'} - P_m = \Delta P_m$$

$$P_1 - P'_1 = \Delta P_1$$

$$A_{wc} = i_B - i_A$$

$$A_{wc'} = i_B' - i_A'$$

$$A_{wc'} - A_{wc} = \Delta A_{wc}$$

第4図

追補（第4図参照）

実際の冷媒循環量を求める場合に，低段機の圧
縮効率を考えなければ， $G_M = G_L \cdot X$ でよいが，
低段機の吸入弁，吐出弁の抵抗による圧力降下と
ピストン頂部，シリンダ・吐出弁蓋などからの吸
熱によるエンタルピの増加があるために圧縮はじ
めは A' で圧力は P_1 より ΔP_1 低く，そのエン
タルピは i_A より Δi_A 多い i_A' になる。また，圧
縮終りは P_m より ΔP_m だけ高くせねばならず，圧
縮比は $P_{m'}/P'_1$ ，圧縮シリンダ仕事量は $A_{wc'}$ に
なる。

$W_{c'}$ と理論的圧縮仕事量 W_c の比を圧縮効率
（指示効率といい η_c であらわす。吸入吐出の蒸
気の密度が高くなる程， ΔP_1 ， ΔP_m が大きくな
り， η_c は小さくなる。

問題では i_B のエンタルピが与えられたが実際
の低段機の圧縮仕事量はつぎのようにあらわさ