

アンモニア横型凝縮器の熱伝達に就て

須藤清治* 長谷川 修** 瀧川重幸***

Heat Transfer of Ammonia Horizontal
Shell and Tube CondensorBy Seiji Sutō, Osamu Hasegawa and Shigeyuki Takigawa
Tochigi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Very few references are available for the heat transfer of ammonia condenser both at home and abroad using 30 HP ammonia compressor. The writer made experimental studies and theoretical considerations on various problems concerning horizontal type ammonia condensers which included effects of condensing pressure on the driving power of compressor, effects of cooling water temperatures on condensing relation between the driving power of compressor and cooling water temperatures, relation between heat flowing through rate and cooling water speed, and effects of scales in the cooling pipes on the heat transfer.

[I] 緒 言

冷凍設備を構成する主要機器としては、圧縮機、凝縮器、蒸発器、並びに冷却水ポンプ等があるが、その内で圧縮機やポンプの如く製作工場に於て性能試験や研究を比較的容易に行い得る機械に対しては、製作者側は勿論使用者側も極めて関心が深く、これが進歩改善は相当見るべきものがある。然るに工場に於て試験が困難である凝縮器や蒸発器の性能試験は、外国に於てもその結果の公表されているものは少く、特に我国に於ては皆無といつてもよい程である。その理由として考えられる事は、アンモニア冷凍設備は比較的規模が大きく、工場に於てアンモニア冷凍運転を実施する事が困難である事、又完成された冷凍設備に於て性能試験を行う場合には冷却水量を正確に測定する諸設備がない事などに依るのである。凝縮器に関する小規模の研究資料に関する文献は数多いがこれ等の文献は実際に凝縮器を設計するに当つて殆ど用を為さないのが現状である。

本研究はわが工場内に於て 30 HP アンモニア圧縮機を運転して冷凍試験を行い、模型凝縮器に関する所要の測定をなし、凝縮器の作用を検討すると共に、理論的考察を加え、将来の設計に対して有用なる資料を得ようと

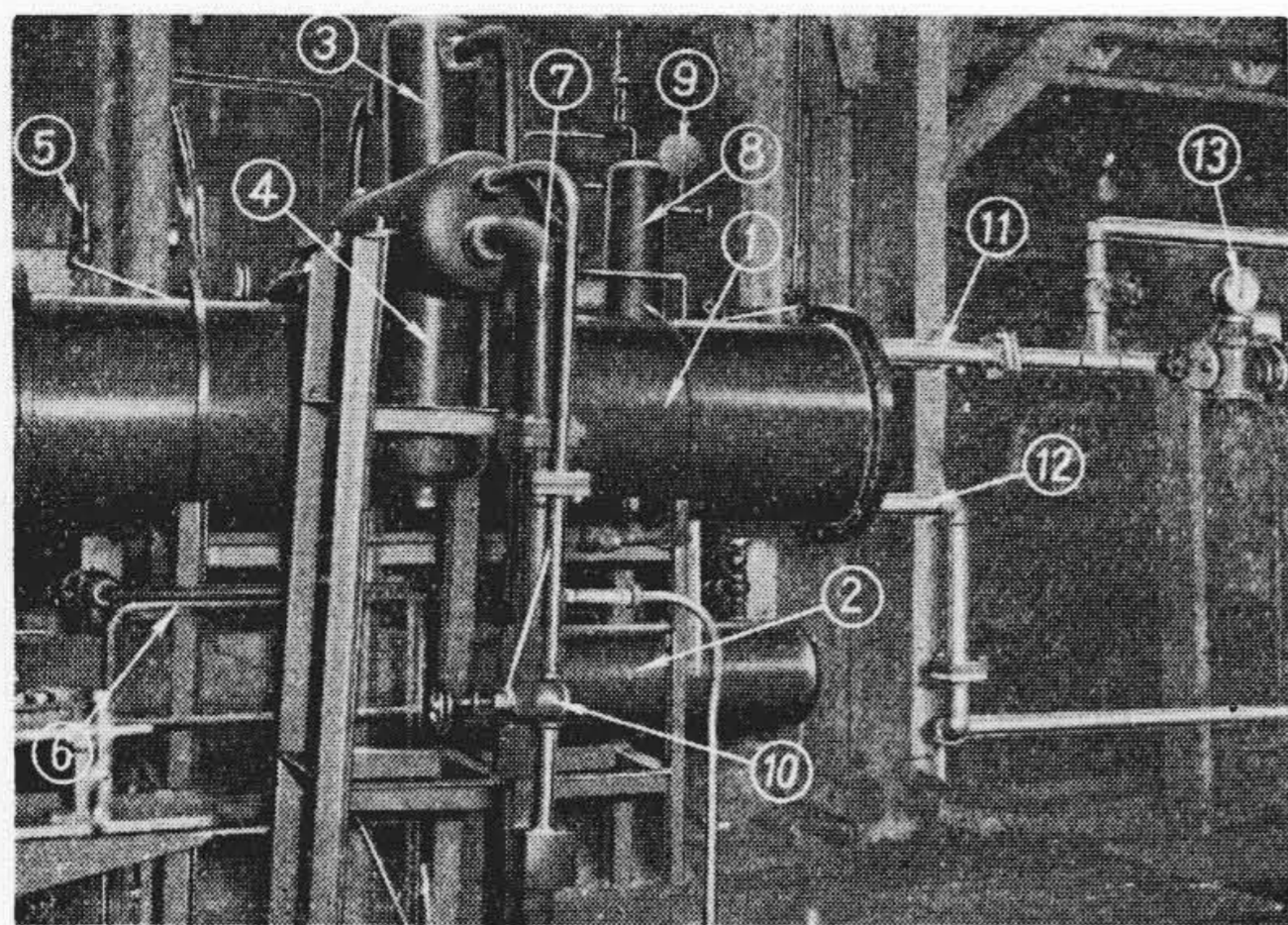
* * * * * 日立製作所栃木工場

企てたものである。

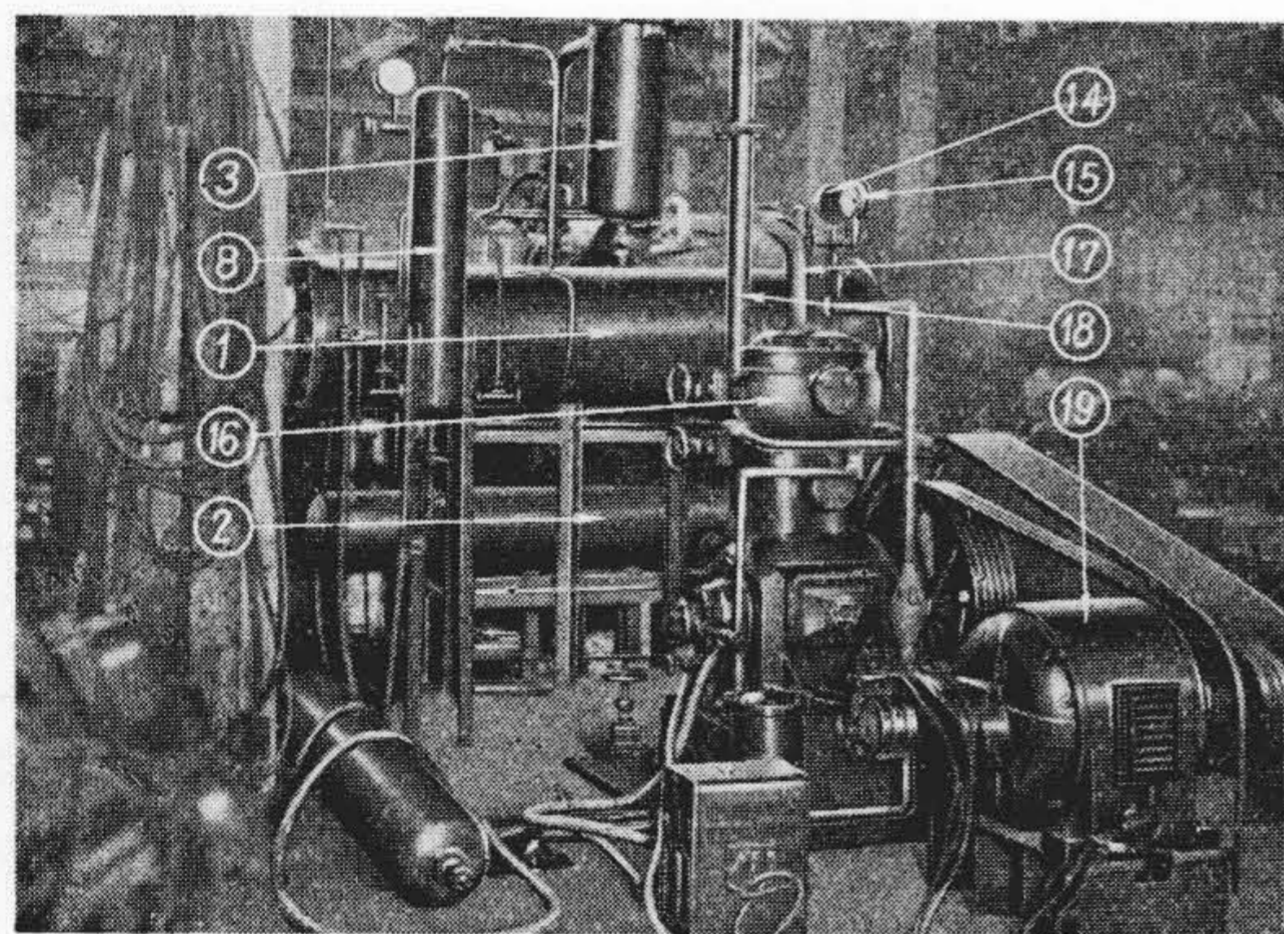
[II] 研究装置

第1図及び第2図(次頁参照)の写真は本研究装置の外観で、写真中の番号は本研究に使用したる下記機器を示している。

1. 凝縮器
2. 受液槽
3. 油分離器
4. 液分離器
5. 凝縮器用安全弁
6. 凝縮器より受液槽への液吐出管
7. 冷却コイルよりの吸入管
8. 不凝縮ガス分離器
9. 不凝縮ガス分離器用連成計
10. 膨張弁
11. 冷却水の出口管
12. 冷却水の入口管
13. 回転式流量計
14. 圧縮機吸入側連成計
15. 圧縮機吐出側連成計
16. 150φAV₂-RO アンモニア圧縮機
17. 圧縮機吸入管



第1図 研究装置(凝縮器側)
Fig. 1. Test Equipment Viewed from Condenser Side

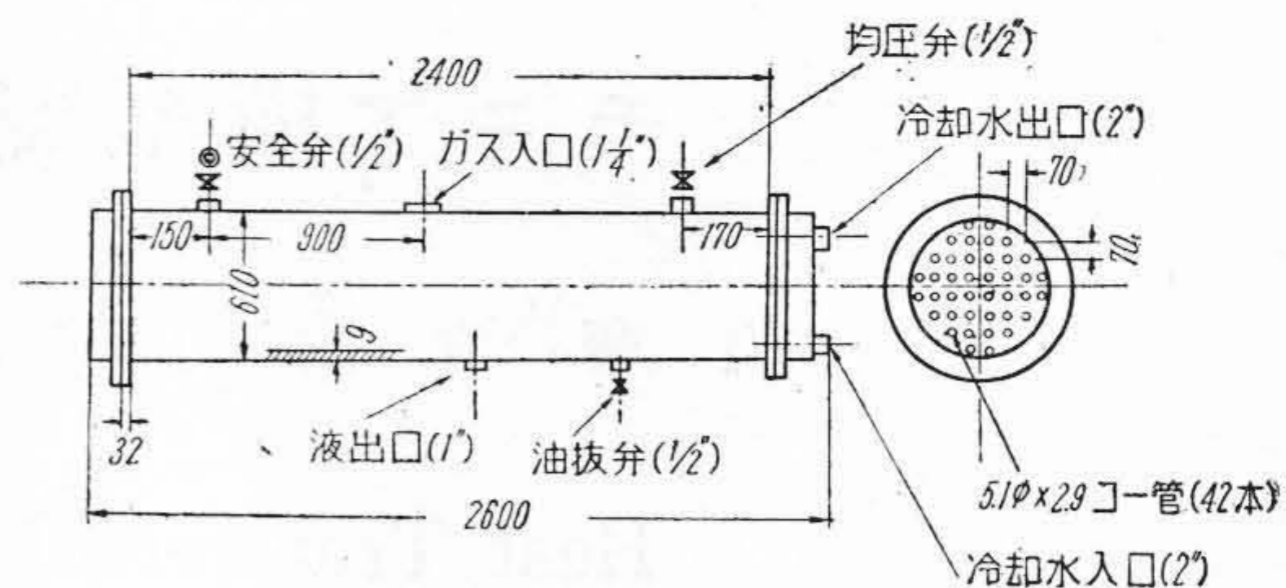


第2図 研究装置(圧縮機側)
Fig. 2. Test Equipment Viewed from Compressor Side

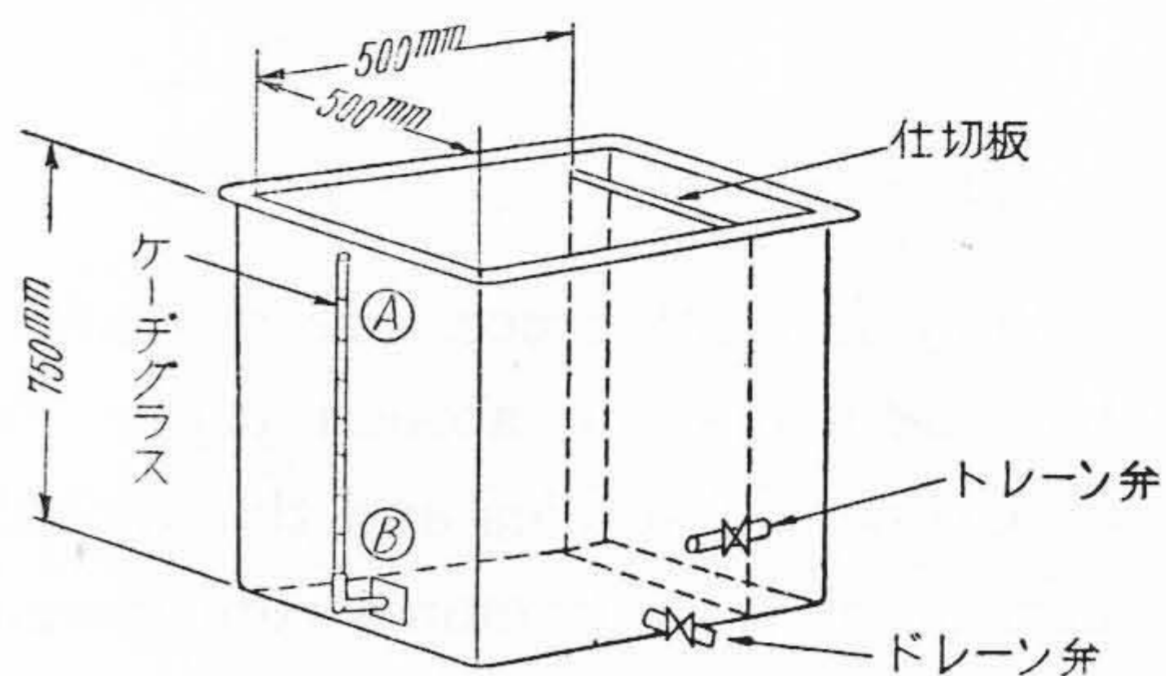
- 18. 圧縮機吐出管
- 19. 30 HP 電動機

(1) 主要使用機器仕様

(A) 圧縮機	
型式	AV ₂ -RO
気筒径	150 mm
衝程	150 mm
気筒数	2
回転数	395 r. p. m.
ピストン押除量	2.08 m ³ /min
電動機	30 HP
(B) 凝縮器(外略寸法第3図)	
型式	横型シエルアンドチューブ
胴外径	610 mm
冷却管有効長	2,400 mm
冷却管外径	51 mm 肉厚 2.9 mm
冷却管数	42 本
冷却水出入口径	2"
有効伝熱面積	15.6 m ²



第3図 試験に使用したる凝縮器
Fig. 3. Ammonia Horizontal Shell and Tube Condenser for Test



第4図 流量測定用タンク
Fig. 4. Measuring Tank

(C) アンモニア受液槽

胴外径	300 mm
長さ	2,400 mm
内容積	0.156 m ³

(D) 流量測定用タンク(外略寸法第4図)

寸法並びに構造は第4図に示す如くであるが、附属せるゲージグラスの二標点 A. B を四等分し、標点 A. B 間を充滿するタンクの容量は 80 リットルである。

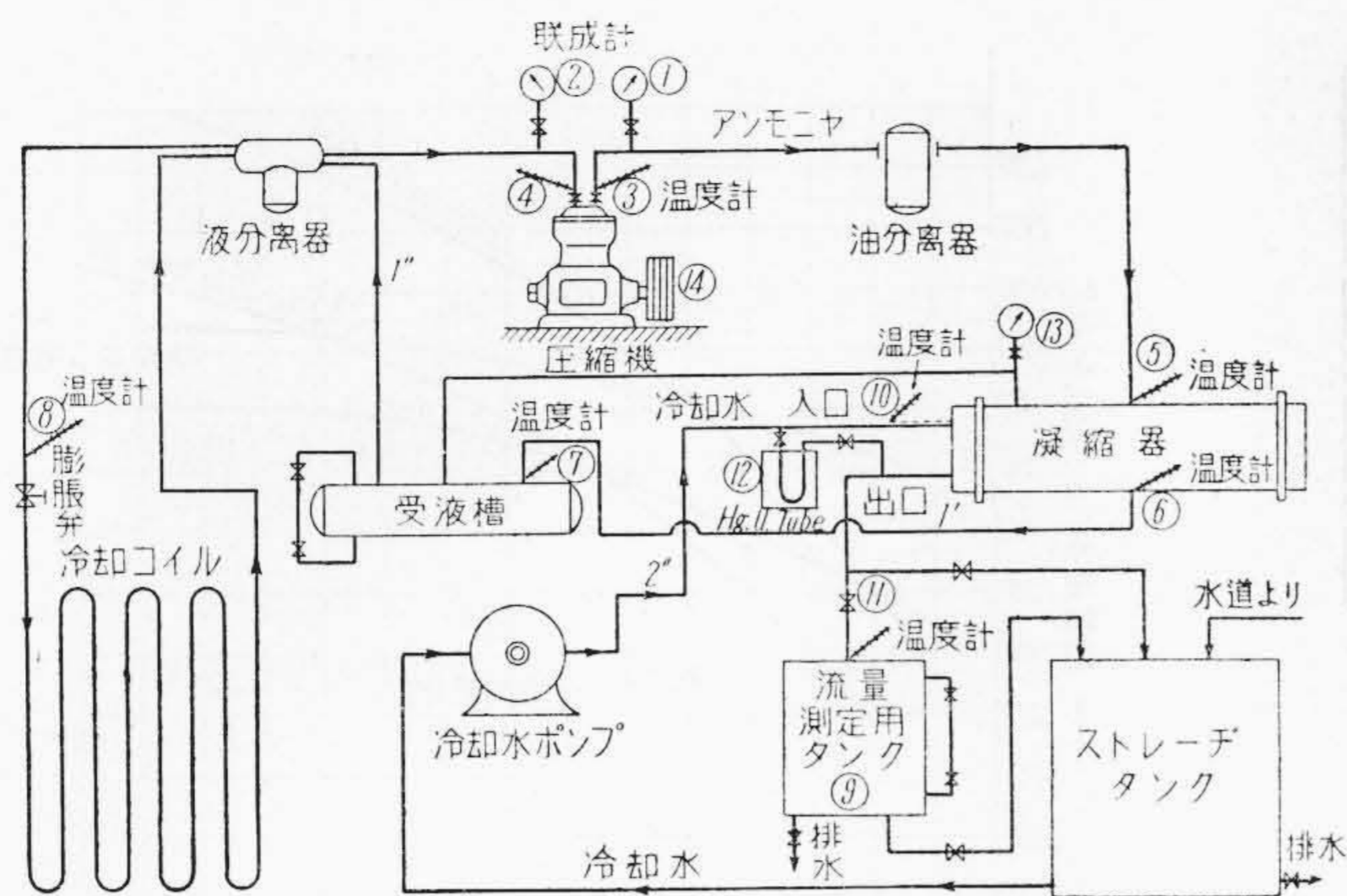
(2) 試験方法

第5図は本実験に於ける系統図を示し、図中の番号は測定箇所を示す。

冷却水量の測定は正確を期するため写真中に示す流量計を使用せず、第4図に示せる貯水量測定用タンクを使用し、ゲージ硝子管に附せる標点 A から B 迄に冷却水を流し込む時間を測定し流量を算出した。

圧縮機の出入口(1)及び(2)に於ける吐出圧力及び吸入圧力はそれぞれ 5" 連成計(目盛 20 kg/cm²~760 mmHg, 10 kg/cm²~760 mmHg)を使用して測定し、冷媒ガス及び液の温度はパイプの外周にパテづけしたる温度計の読みを以てそれぞれの温度とした。

本実験に使用せる凝縮器は既に日立製作所に於て1年6ヶ月使用し、冷却管の内周には約1mm程度のスケールが附着していた。実験の前半はこの汚れた状態のまま試験を行い、実験の後半は内面を清掃し清浄にされ



第5図 試験装置系統図
Fig. 5. Schematic Outline of Test Equipment

た状態で測定を行つた。凝縮器の全伝熱面積は 15.6m^2 であるが、実験を施行するに当つては伝熱面積を二、三段に変えて測定する必要があるので、一部の冷却管には入口に木栓を詰めて冷却水の流通を停止し、その管の伝熱面積を無効にした。かくして冷却管の作用面積 (A) (B) 及び (C) の三段に分けて実験した。

- (A) 有効伝熱面積 15.6m^2 100%
- (B) 有効伝熱面積 10.4m^2 66%
- (C) 有効伝熱面積 5.2m^2 33%

上記の状態に於て、冷媒ガスの吸入圧力を一定 (1.4kg/cm^2) とし、冷却水温度がそれぞれ 17°C , 21°C , 26°C , 31°C , のそれぞれの時に、冷却管の流速を 0.1m/sec より 1.3m/sec までに変化させた場合の第5図中に示せる番号の箇所を就て測定を行つた。

(3) 実験の結果及び検討

(A) 凝縮圧力の動力に及ぼす影響

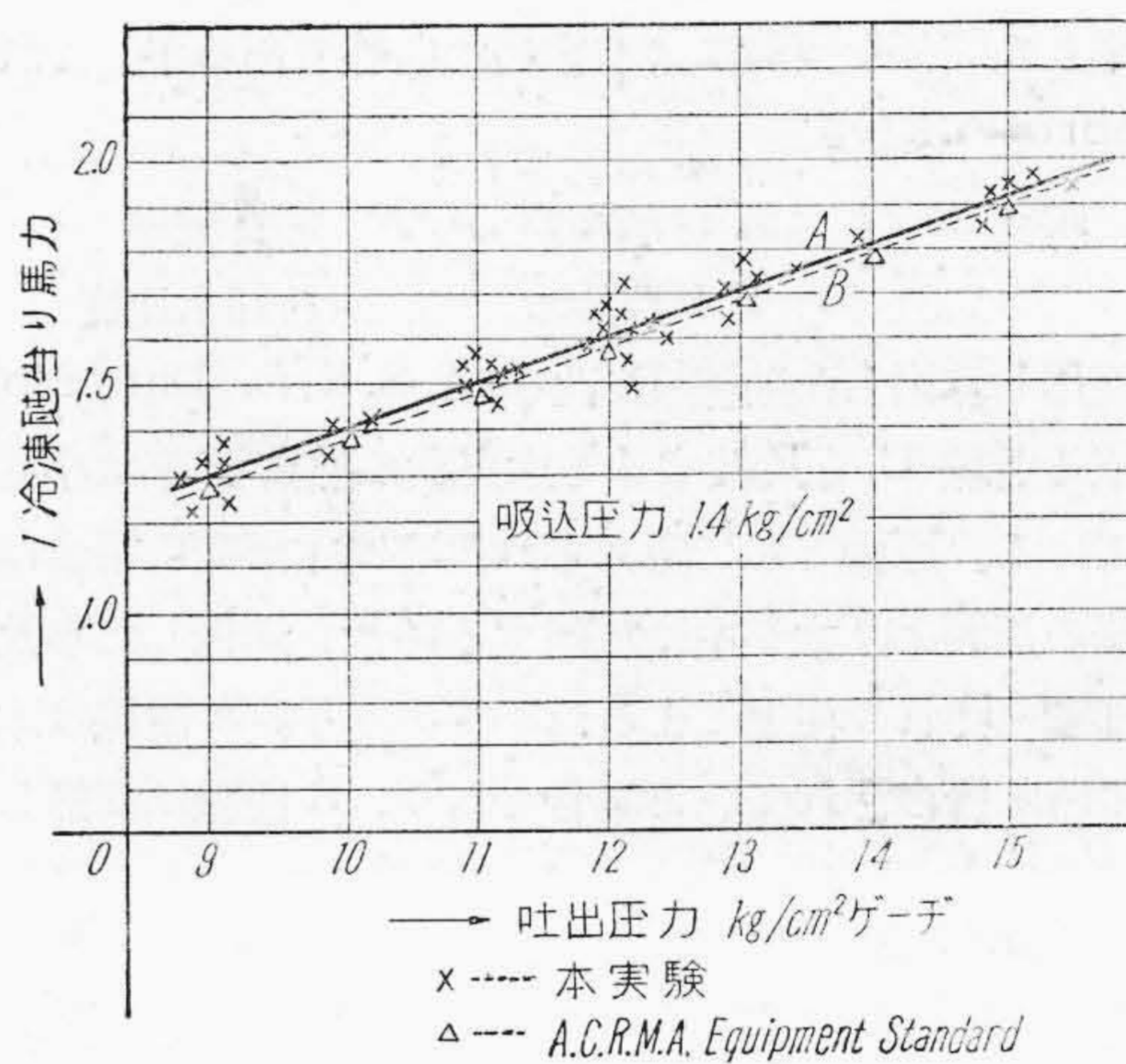
冷凍設備に於て運転上最も重要な要素は冷凍負荷に対する動力の消費量であるが、動力の消費は吸入圧力が一定の場合には吐出圧力に支配される。第6図のA直線は横軸に吐出圧力を盛り、縦軸に1冷凍噸当りの馬力を盛つた場合の実験結果を図示せるものである。同図中の点線で示せるB直線は A. C. R. M. A EQUIPMENT STANDARD の $6'' \times 6'' \times 2$ 気筒の場合の各吐出圧力に対する1冷凍噸当りの馬力直線である。第6図の結果より横軸には前の通り吐出圧力の増加を採り、縦軸に動力の増加の100分率を採れば第7図の如き直線を得る。この図で見る如く、動力の増加は、吐出圧力 1kg/cm^2 の上昇に対し7.2%の増加になる。吐出圧力は此のように動力に及ぼす影響が大であるが、この吐出圧力は凝縮器の凝縮圧力に等しく、而して凝縮圧力は凝縮器の大きさ、冷却水の水量により大きく影響される。

(B) 凝縮圧力に対する冷却水の影響

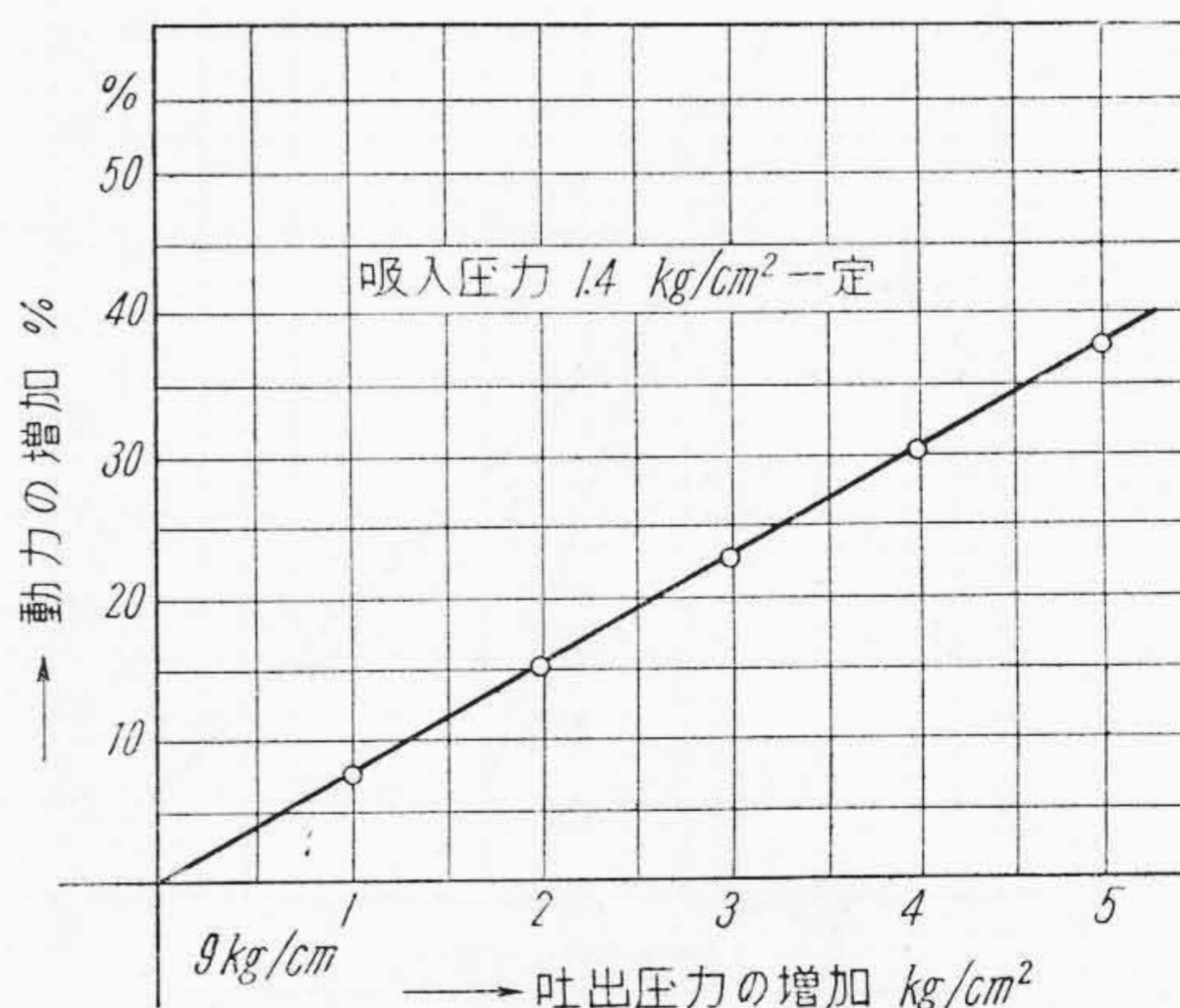
第8図(次頁参照)は1冷凍噸当りの冷却水量と、凝縮温度 T_c と冷却水入口温度 t_1 との差の関係を実験によつて求めた曲線であるが、(A) (B) (C) 曲線は伝熱面積を1冷凍噸当りそれぞれ、 1.05m^2 , 0.82m^2 , 0.42m^2 に変えた場合の温度差曲線である。第9図(次頁参照)は第6, 7, 8図より算出した。冷却水入口温度の変化に対する1冷凍噸当りの馬力並びに動力増加曲線である。

(C) 凝縮器の熱貫流率と冷却水速度との関係

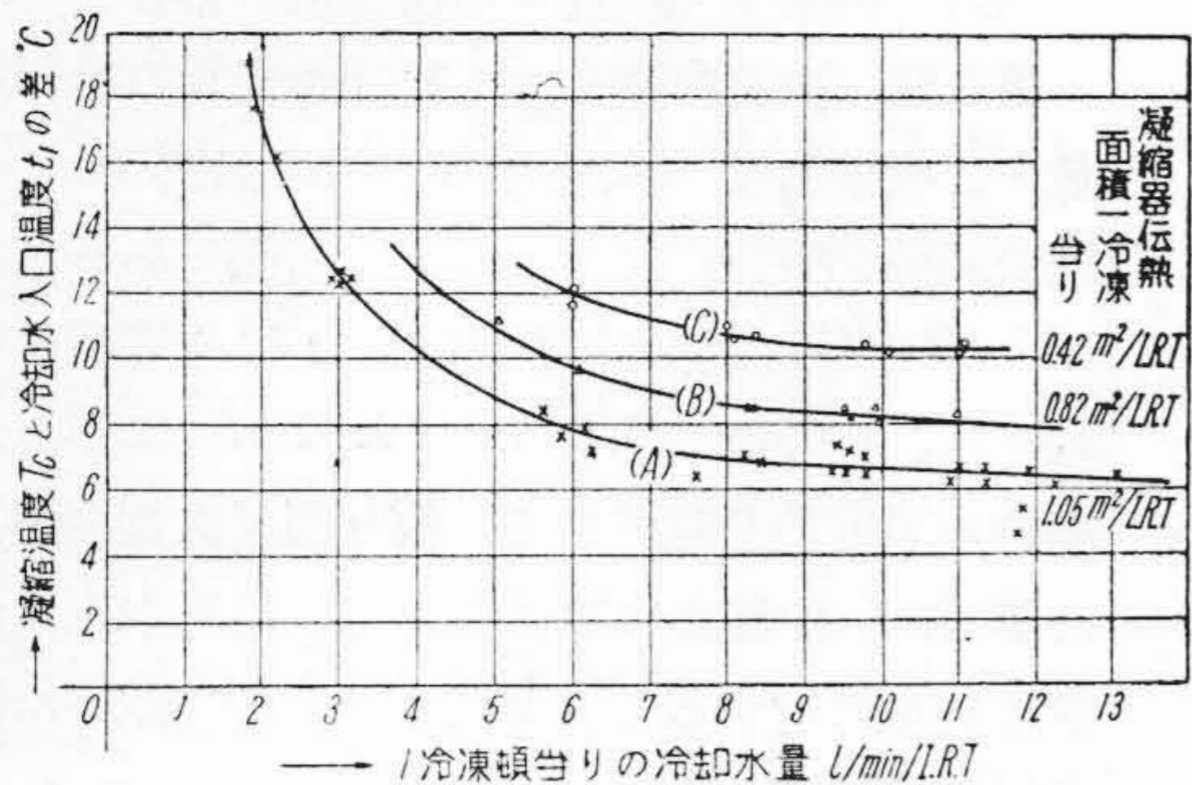
第10図のA, B, 曲線は冷却水速度と熱貫



第6図 各吐出圧力に於ける1冷凍噸当りの馬力
Fig. 6. Actual Compressor Brake Horsepower per Ton Refrigerating at Various Discharge Pressure



第7図 吐出圧力の増加に対する動力増加
Fig. 7. Increase of Brake Horsepower for Increase of Discharge Pressure



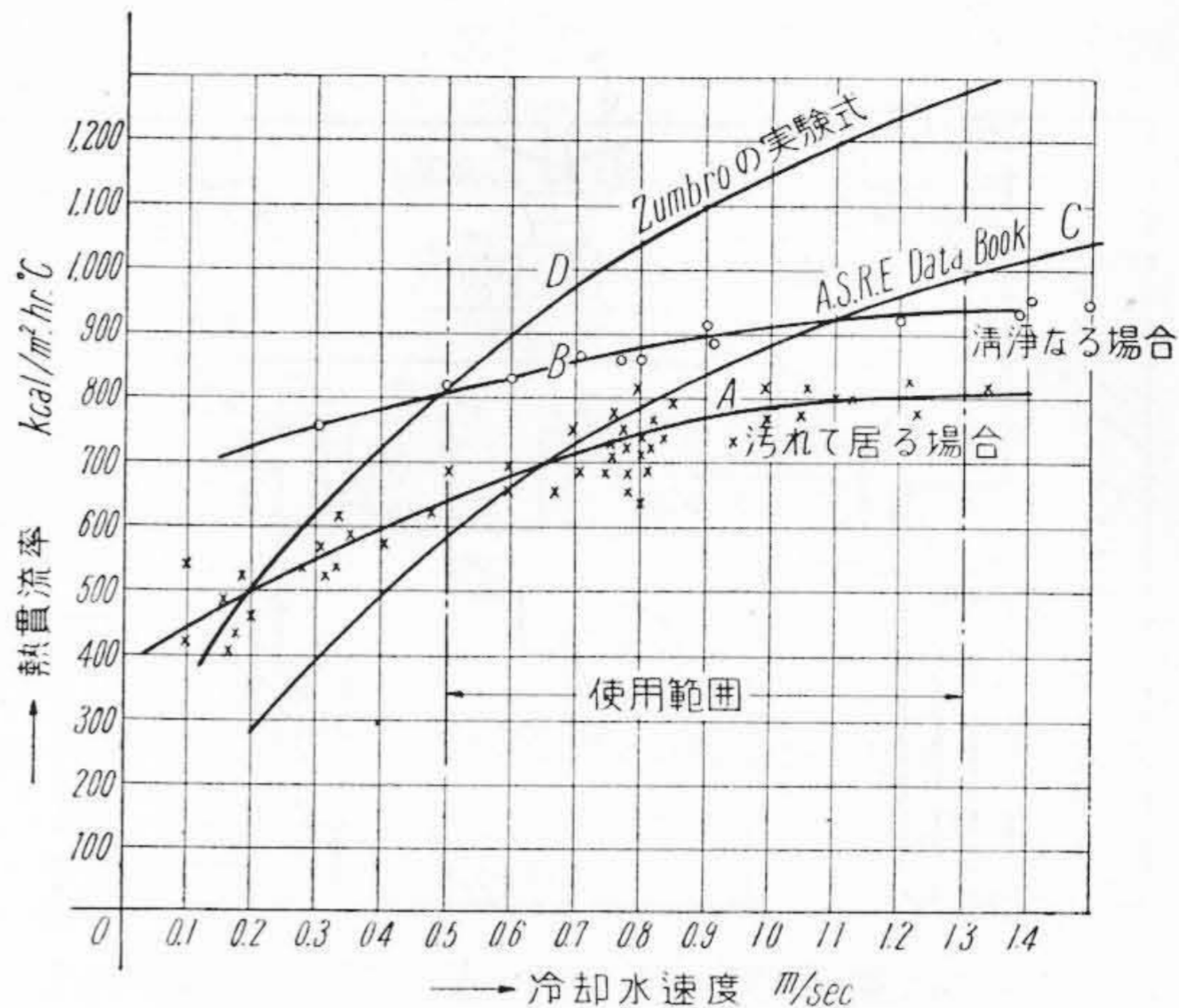
第 8 図 冷却水量に対する T_c-t_1 温度曲線
Fig. 8. T_c-t_1 Temperature Curve at Various Cooling Water Quantity

流率との関係を実験により求めた曲線であるが、これを Zmbro の実験式

$$K=130\sqrt{v} \quad K: \text{Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{°F} \quad \text{熱貫流率}$$

$$U: \text{ft/sec} \quad \text{冷却水速度}$$

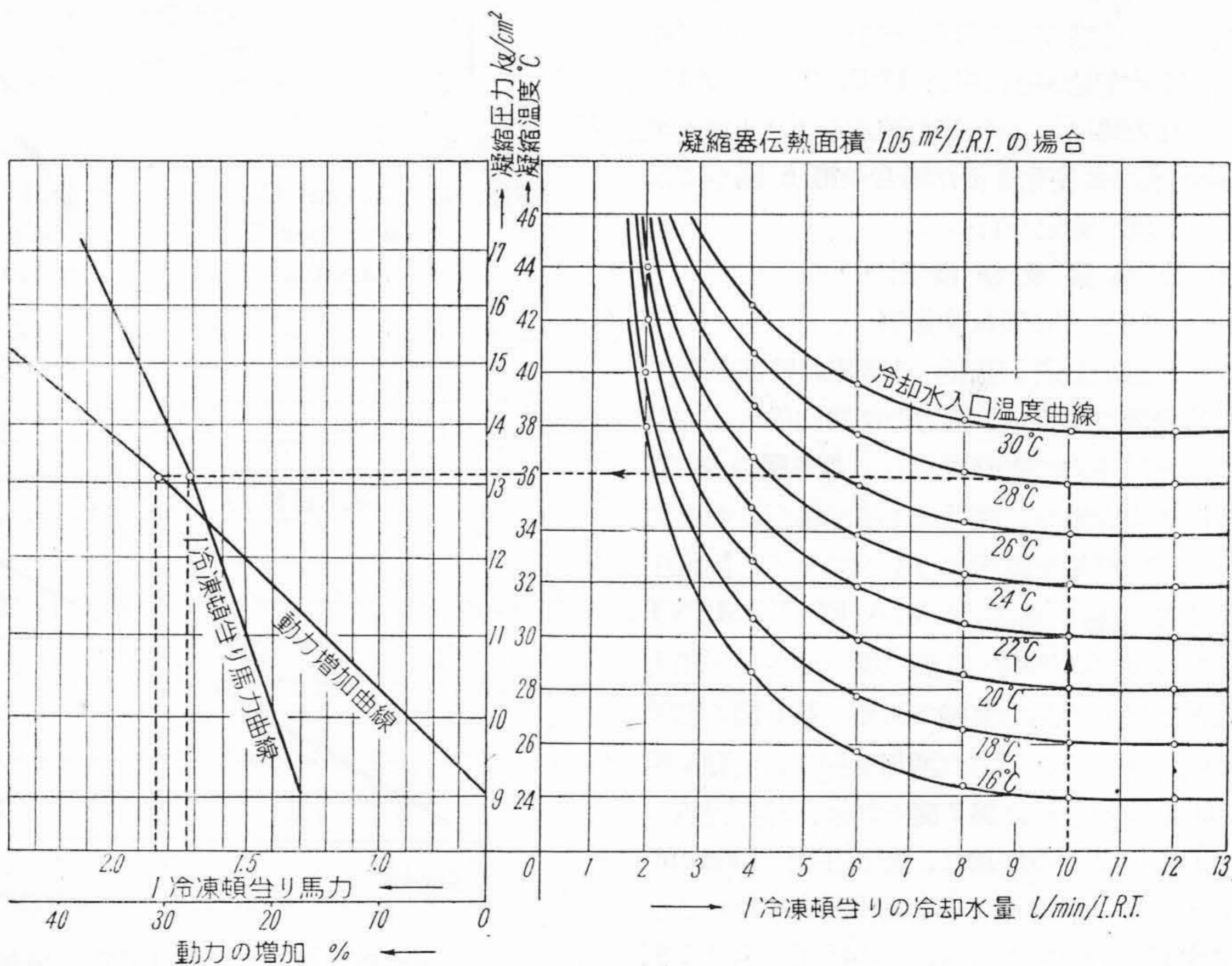
を使用し算出した曲線 D 及び A. S. R. E. Data Book に依る曲線 C と比較すると本実験の熱貫流率は小さく出ている。原因として考えられる事は本研究の場合は凝縮器の周囲より大気中に放熱する熱量を無視した事及び冷却管の汚れの相違によるためであろう。A 曲線は本実験の冷却管の汚れている場合であり、B 曲線は清掃した



第 10 図 熱貫流率曲線
Fig. 10. Effect of Pipe Condition on Heat Transfer at Various Cooling Water Velocities

後の状態の場合である。

筆者は Zmbro の実験式や Data Book の示す如く冷却水速度が増加すれば熱貫流率は著しく増大するものと考えていたが、実験の結果では図の曲線 A 及び B が示す如く、流速の増加に対して熱貫流率の変化は、C、D



第 9 図 冷却水量、水温と動力との関係曲線
Fig. 9. Effect of Cooling Water Quantity and Temperature on Brake Horsepower

曲線の如く顕著な変化は見られなかつた。

(D) 熱貫流率の理論的検討

冷却管の汚れている場合と、清浄なる場合に就ての熱貫流率の相異は第 10 図に示す如くであるがこれを実験資料に基き理論的に検討すると下記の如くなる。

圧縮機の吐出圧力	P_a	10.17 kg/cm ²
圧縮機の吸入圧力	P_s	1.40 kg/cm ²
圧縮機の吐出温度	T_a	116.0 °C
圧縮機の吸入温度	T_s	21.5 °C
圧縮機の回転数	n	392 r. p. m.
凝縮器ガスの入口温度	T_1	80 °C
凝縮器液の出口温度	T_2	25 °C
凝縮器冷却水量	A	14.5 m ³ /hr
凝縮器冷却水入口温度	t_1	21.3 °C
凝縮器冷却水出口温度	t_2	24.5 °C
凝縮器冷却水出入口圧力差	H	340 mmHg
電動機周波数	f	49.7 ω
電動機電圧	V	170 V
電動機入力	I	17.3 kW

以上の資料より

D_1冷却水の出入口の温度差	°C
T_c吐力圧力に対するアンモニアガスの飽和温度	°C
Δt_m飽和温度と冷却水の対数平均温度差	°C
Q凝縮容量	kcal/hr
k熱貫流率	kcal/m ² .hr °C
w冷却水速度	m/sec

とするならば

$D_1=3.2^\circ\text{C}$ $T_c=27.9^\circ\text{C}$ $Q=46,500$ kcal/hr
 $\Delta t_m=4.82^\circ\text{C}$ $w=0.84$ m/sec となる。

圧縮機のピストン排除量が 2.08 m³/min 容積効率が 75% であるので吸込ガスの比体積をアンモニアモリエル線図より求むれば $v=0.6$ m³/kg なる故、冷媒の循環量を G kg/hr とすると

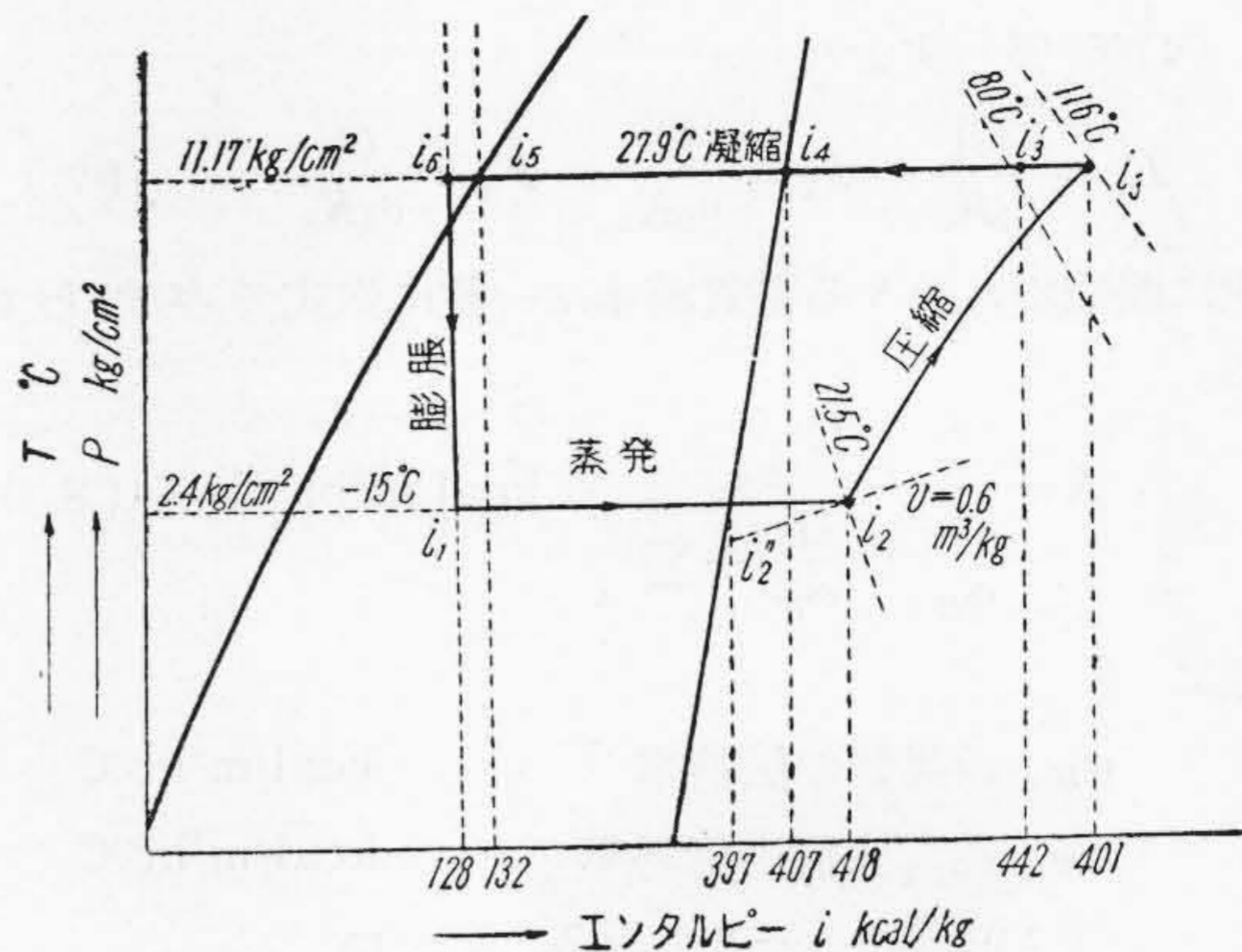
$$G = \frac{2.08 \times 60}{0.6} \times 0.75 = 156 \text{ kg/hr}$$

となる。以上の数値より冷凍サイクルをアンモニアモリエル線図上に表わすと第 11 図の如くなる。モリエル線図上より

凝縮器の入口に於けるエンタルピー $i_3=442$ kcal/kg
 液化し始めたときの エンタルピー $i_4=407$ kcal/kg
 全部液化したときの エンタルピー $i_5=132$ kcal/kg
 凝縮器の出口に於けるエンタルピー $i_6=128$ kcal/kg

以上より

過熱領域に於て冷却水に与える熱量



第 11 図 アンモニアモリエル線図
 Fig. 11. Ammonia Molliers Diagram

$i_3-i_4=35$ kcal/kg11.3%.....(1)
 飽和領域に於て冷却水に与える熱量
 $i_4-i_5=275$ kcal/kg87.6%.....(2)
 過冷却領域に於て冷却水に与える熱量
 $i_5-i_6=4$ kcal/kg1.27%.....(3)
 (1)+(2)+(3) 314 kcal/kg.....100%

$G=156$ kg/hr なる故

凝縮容量 $Q=314 \times 156=49,000$ kcal/kg

実験で求めた凝縮容量の値は 46,500 kcal/kg であるが、之は凝縮器の周囲からの放熱がその原因と思われる。凝縮器の各領域に対して次表の如く仮定すれば

下記の諸式が得られる

領 域	過 熱	飽 和	過 冷 却
項 目			
熱貫流率 kcal/m ² hr °C	K_1	K_2	K_3
凝縮容量 kcal/hr	Q_1	Q_2	Q_3
平均温度差 °C	θ_1	θ_2	θ_3
伝熱面積 m ²	F_1	F_2	F_3

$Q=Q_1+Q_2+Q_3=49,000$ kcal/hr

$F=F_1+F_2+F_3$

$Q_1=K_1F_1\theta_1=G(i_3-i_4)=5,460$ kcal/hr(4)

$Q_2=K_2F_2\theta_2=G(i_4-i_5)=4,290$ kcal/hr(5)

$Q_3=K_3F_3\theta_3=G(i_5-i_6)=624$ kcal/hr(6)

冷却水量は伝熱面積全体を通じて一定であるから冷却水の 3 領域に於ける温度上昇は各領域の伝熱量に比例する。故に (1) (2) (3) より各領域に於ける冷却水の温度上昇の状態図は第 12 図(次頁参照)の如くなる。

以上の冷却水温度状態より各領域の対数平均温度差を求むれば下記の如くなる。

$\theta_1=19.5^\circ\text{C}$ $\theta_2=5.12^\circ\text{C}$ $\theta_3=5.04^\circ\text{C}$

(4)(5)(6) 式より

$$F_1 = \frac{Q_1}{\theta_1 K_1} \quad F_2 = \frac{Q_2}{\theta_2 K_2} \quad F_3 = \frac{Q_3}{\theta_3 K_3} \quad \dots (7)$$

次に凝縮器に於ける熱貫流率は一般に次式で与えられる。

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \frac{1}{\alpha_W} + \sum \frac{\delta}{\lambda}} \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C} \quad \dots (8)$$

茲に

α_H : 冷媒側の伝熱率 kcal/m²hr[°]C

α_W : 冷却水側の伝熱率 kcal/m²hr[°]C

δ : 油膜スケールの厚み m

λ : 油膜スケール等の伝熱率 kcal/m²hr[°]C

次に (8) 式を用いた各領域に於ける熱貫流率 K_1, K_2, K_3 , を求め (7) 式より伝熱面積 F_1, F_2, F_3 , を求める

a. 過熱領域

α_H の値はアンモニアに対しては Bosh の与えた次式より求める。

$$\alpha_H = 22.0 \lambda^{0.25} C_p^{0.75} \frac{G^{0.75}}{d^{1.75}} \quad \dots (9)$$

λ : アンモニアの平均温度に於ける熱伝導度 kcal/mhr[°]C

C_p : アンモニアの与えられた温度圧力に於ける比熱 kcal/kg[°]C

d : 冷却管外径 m

Bosh のテーブルより

$\lambda = 0.022$ kcal/mhr[°]C

$C_p = 0.64$ kcal/kg[°]C

$\therefore \alpha_H = 109$ kcal/m²hr[°]C となる。

α_W の値は Schack の与えた次式より求める。

$$\alpha_W = 2,900(1 + 0.014 t_{fe}) W^{0.85}$$

t_{fe} : 水の平均温度

W : 水の平均速度

$$\therefore \alpha_W = 2,900(1 + 0.014 \times 24.32) \times 0.84^{0.85} = 3,360 \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$$

スケールの平均厚みが 1 mm であるので A. S. R. E. Data Book より

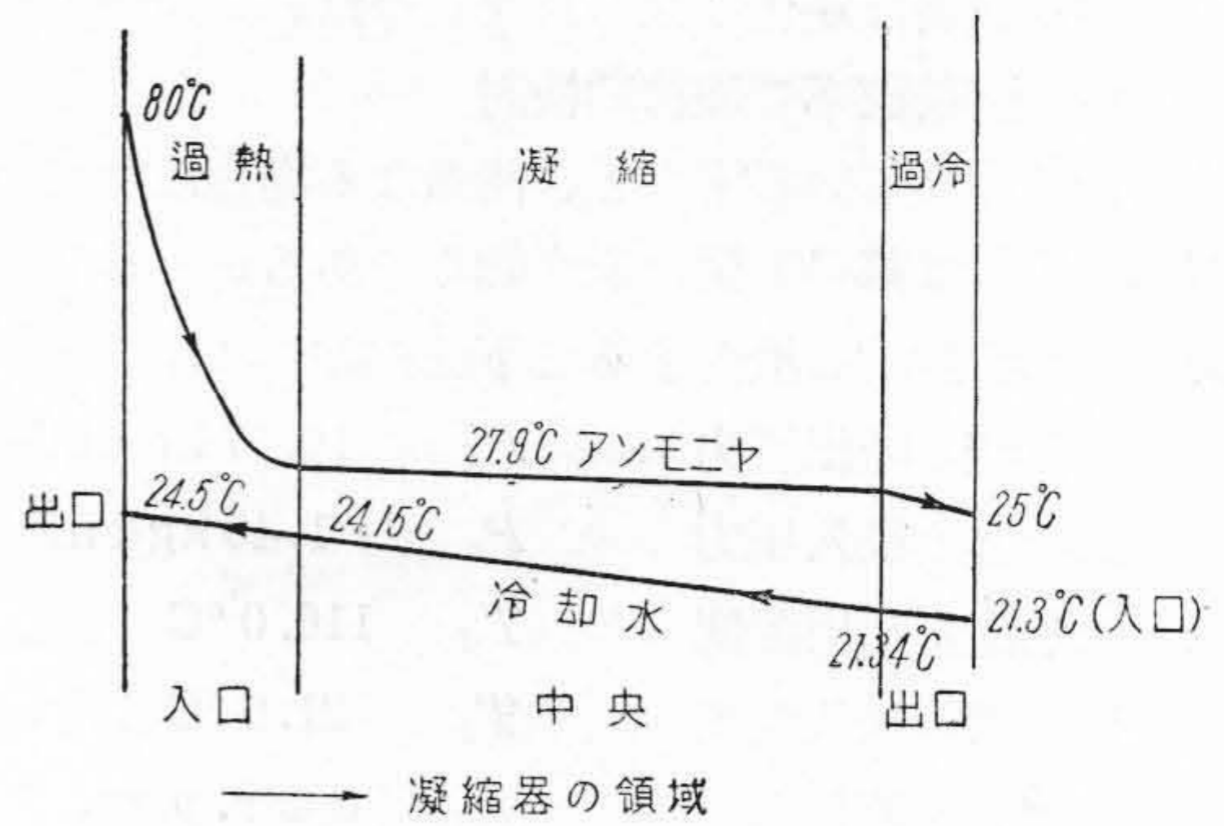
スケールの $\lambda = 1$ kcal/m²hr[°]C とすると(8)式より

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{109} + \frac{1}{3,360} + \frac{0.001}{1}} = 95.6 \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$$

$$\therefore F_1 = \frac{5,460}{95.6 \times 19.5} = 2.93 \text{ m}^2$$

b 飽和領域

アンモニアに対して水平管に於ける凝縮する蒸気に対して Nusselt は次式を与えている。



第 12 図 温度分布図
Fig. 12. Temperature Chart

$$\alpha_s = 2,600 \sqrt{\frac{A}{d\theta}}$$

$$A = \frac{r\gamma^2\lambda^3}{\eta}$$

d : 冷却管の水の濡らす径 m

θ : 凝縮膜両面の温度差 [°]C

r : 蒸発の潜熱 kcal/kg[°]C

λ : アンモニア凝縮液の熱伝導度 kcal/m·sec[°]C

γ : アンモニア凝縮液の比重 kg/m³

η : アンモニア凝縮液の粘性係数 kg·sec/m²

α_s : 飽和領域の冷媒側の伝熱率 kcal/m²hr[°]C

上式より $\theta = 7^\circ\text{C}$ とすると

$$\alpha_s = 5,680 \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$$

水に対しては

$$\alpha_W = 2,900(1 + 0.014 \times 23.2) \times 0.86 = 3,310$$

kcal/m²hr[°]C

$$\therefore K_2 = \frac{1}{\frac{1}{5,680} + \frac{1}{3,310} + \frac{0.001}{1}} = 676 \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$$

$$\therefore F_2 = \frac{42,920}{676 \times 5.12} = 12.4 \text{ m}^2$$

c 過冷領域

アンモニアに対しては Bosh の式より

$$\alpha_c = 22.0 \lambda^{0.25} C_p^{0.75} \frac{G^{0.75}}{d^{1.75}}$$

アンモニア液に対して

$\lambda = 0.43$ kcal/mhr[°]C

$C_p = 0.93$ kcal/kg[°]C

$d = 0.051$ m

$\therefore \alpha_c = 300$ kcal/m²hr[°]C となる

水に対して Schack の式より

$$d_W = 2,900(1 + 0.014 t_{fe}) W^{0.85} = 3,240 \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$$

$$\therefore K_3 = \frac{1}{\frac{1}{300} + \frac{1}{3,240} + \frac{0.001}{1}} = 217 \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$$

$$\therefore F_3 = \frac{620}{217 \times 5.04} = 0.568 \text{ m}^2$$

以上の結果より全体の伝熱面積

$$F = F_1 + F_2 + F_3 = 15.8 \text{ m}^2$$

実験に使用したる凝縮器の伝熱面積は 15.6 m² であるから理論的計算より出した値 15.8 m² とほぼ等しいことが判る。アンモニアモリエル線図より求めた凝縮容量は 49,000 kcal/hr であるからこの理論的伝熱面積 15.8 m² より熱貫流率 K を求めれば

$$K = 645 \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C} \text{ となる}$$

従つて第 10 図による実測値と大体一致する事が分る。

[IV] 結 言

本研究は同一の凝縮器に対して、種々異つた条件の許に測定した結果である。これを以てアンモニア横型凝縮器全体の特性であると断定することは出来ないが、少くとも相似形の横型凝縮器の有する特性と見做す事は出来る。実験の結果として次の事がいえると思う。

(1) 凝縮圧力は伝熱面積と冷却水量とに大きく影響

され、然も圧縮機の所要動力に及ぼす影響が極めて大きい。

(2) 熱貫流率は主として冷却水速度に大きく左右されると思うが、筆者の実験では Zmbro の実験式程に顕著ではない。

(3) 実際の使用状態と現場にて清掃し得る程度の冷却管の清浄状態では熱貫流率は約 150~200 kcal/m²hr °C 程度の差がある。

終りに本研究遂行に関して御指導下さつた、伊達工場長、栗本、吉田課長ならびに種々協力された試験課の諸氏に対し感謝の意を表明する。

参 考 文 献

- (1) Schack : 応用伝熱論
- (2) Bosh : 工業伝熱論
- (3) A. S. R. E : Refrigerating Data Book
- (4) Henry, B. Powuall : Application of Heat Transfer Data to Practicol Designe of Hrizontal Shell and Tube Condenser Refrigerating Engineering Vol 39 (1940)
- (5) M. Hirsh : Die Kältemachine

「日立評論」測定特集号

本誌では本年度より定期刊行の「日立評論」普通号の他に、第2回別冊として特集号を発行することとなり今回別冊 No.1 として「**気体機関係特集号**」—圧縮機・送風機・冷凍機—を刊行いたし御手もとに御届けしました。引続き近日別冊 No.2 として「**測定特集号**」をお贈り致します。

内容は日立製作所が誇る測定技術の成果と、測定機器に関する各種研究論文を収録、下記の通りの 14 篇、すべて全日立の技術陣の精鋭をすぐつての論文揃い、本文約 190 頁、写真図面 250 余図をおさめた“測定図鑑”でもあります。発行は 12 月下旬の予定です。何卒本誌同様御愛読下さい。

尚本誌定期購読者には必ず本社から御送附申上げますが、別冊のみ御希望の方にも特集号のみ分売も致しますから、至急予約御申込み願います。

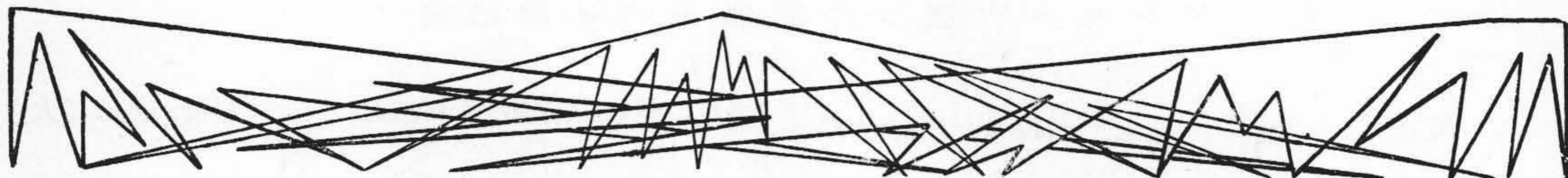
◇ 内 容 ◇

- ◎巻 頭 言.....日立製作所中央研究所長 菊 田 多 利 男
- ◎水 車 実 験 室.....日立製作所日立研究所 山 崎 卓 彌
- ◎平衡蒸気法による絶縁紙中の微量水分と誘電特性の同時測定.....日立製作所日立電線工場 { 内 藤 正 之 枝 藤 春 郎 史 郎 島 逸 平
- ◎チセリウス装置.....日立製作所多賀工場 黒 羽 逸 平
- ◎電子顕微鏡.....日立製作所多賀工場 大 沼 嘉 朗
- ◎分光光電光度計.....日立製作所多賀工場 麓 義 治
- ◎質量分析装置.....日立製作所多賀工場 肥 後 八 郎
- ◎X線電源用高抵抗分圧器について.....日立製作所亀戸工場 草 谷 晴 之
- ◎相互較正法による音響機器の絶対感度の測定.....日立製作所戸塚工場 西 山 静 男
- ◎超音波探傷機について.....日立製作所中央研究所 { 高 田 昇 平 安 藤 文 雄 堂 千 代 吉 中 村 信 夫 木 村 伸 武 藤 寛
- ◎絶対比色法による鉄鋼の化学分析.....日立製作所安来工場 { 高 田 昇 平 安 藤 文 雄 堂 千 代 吉 中 村 信 夫 木 村 伸 武 藤 寛
- ◎ブラウン管に於ける螢光図形の写真撮影について.....日立製作所茂原工場 武 藤 寛
- ◎低圧病量計による真空漏洩測定法.....日立製作所中央研究所 近 藤 彌 太 郎
- ◎高分解能電子顕微鏡廻析装置.....日立製作所中央研究所 光 石 知 国

東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番地
(新丸の内ビルディング 7 階)

日 立 評 論 社

誌代特集号 1 冊 100 円 16
(振替口座東京 71824 番)



Vol. 35

日立評論

No. 1

“昭和27年度に於ける日立技術の成果”

—新年特集増大号—

本誌恒例の新年特集号は「日立評論」(総まくり号)として愛読者諸兄よりの御好評を賜り復刊以來益々その内容の充実とともに、体裁、製本、印刷技術なども、愈々“工学技術研究誌”としての眞面目を發揮し、毎年誌界のベスト・セラーズとなつています。

就中、1953年度の新年特集増大号は“昭和27年度に於ける日立技術の成果”として、編集局は年來の経験と蘊蓄を傾けて半歳前から全日立の技術陣を総動員しての準備を完了、本文450頁、写真図面800枚に及ぶ膨大なる“日立技術年鑑”の集大成であります。特に本年は下記の通り内容により、その機種分類を簡潔に、本文論文の記述も明確に、文章も平易に統一致しました。

尙印刷活字の鮮明な点、写真、図面製版の精密性など高級印刷技術の粹を競うて他誌の追随をゆるさぬ出来栄えを自負して、責任編集の実践につとめています。亦発行期日は、本年末には完成、新春1月早々愛読者諸兄のお手許にお贈りするため奔命しています。何卒相不変御指導と御鞭撻を頂き、その発行日を御期待願います。

目 次

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| [I] 原 動 機 | [XII] 掘 削 機 械 |
| [II] 回 転 電 氣 機 器 | [XIII] 鉦 山 用 機 械 |
| [III] 静 止 電 氣 機 器 | [XIV] 印 刷 機 及 び そ の 他 特 殊 機 械 |
| [IV] 配 電 盤 及 び 制 御 装 置 | [XV] 化 学 装 置 |
| [V] 家 庭 用 電 氣 機 器 及 び 工 作 用 電 氣 機 器 | [XVI] 冷 房 及 び 冷 凍 装 置 |
| [VI] 電 装 品 そ の 他 自 動 車 用 品 | [XVII] 理 化 学 機 械 |
| [VII] 通 信 機 器 | [XVIII] 鉄 道 車 輛 |
| [VIII] 照 明 及 び 電 子 管 | [XIX] 電 線 |
| [IX] 圧 縮 機、送 風 機 及 び ポ ン プ | [XX] 絶 縁 材 料 及 び 炭 素 製 品 |
| [X] ロール機及びロール | [XXI] 鉄 鋼 製 品 |
| [XI] 運 搬 荷 役 機 械 | |

東京都千代田区丸ノ内1ノ4
(新丸ノ内ビルディング7階)

日立評論社

新年特集増大号誌代特価
1冊 ¥100 ㊦ 28
(振替口座東京 71824 番)