

第七章

水ノ衝撃



三一、流速ノ變化ニヨル力、

流量 dQ ノ流體ガ流管 A—B ヲ流レル場合ニ A ニ於ケル速度ガ v_1 ニシテ t 秒間ニ速度ヲ變化シテ、B カラ v_2 ノ速度ニテ流レ出ルモノトスレバ、 t 秒間ニ於ケル運動量ノ變化ハ

$$\frac{dQ \times w}{g} (\vec{v}_1 - \vec{v}_2) \times t$$

デアル、

運動量ノ變化ハ之ヲ起サシメタ力ニ等シイカラ、流體ガ A ガラ B マデ流レテ行ク間ニ流體ニ働イタ力、或ハ流體ガ其ノ周圍ニ及ボス反動力 (R) ハ

$$R = \frac{1}{t} \times (\text{運動量ノ變化})$$

$$= \frac{dQ \times w}{g} (\vec{v}_1 - \vec{v}_2)$$

$$\text{或ハ} \quad = \frac{wdQ}{g} v_1 - \frac{wdQ}{g} v_2 \dots\dots\dots (28)$$

即チ入口 (A) ニ於テ有スル運動量ト出口 (B) ニ於テ有スル運動量ノ「ベクトル」差ガ A—B 間ニ於ケル速度ノ變化ニヨツテ生ジタ力ニ等シイ、

運動量、變化

$$v_1 - v_2 = \Delta t$$

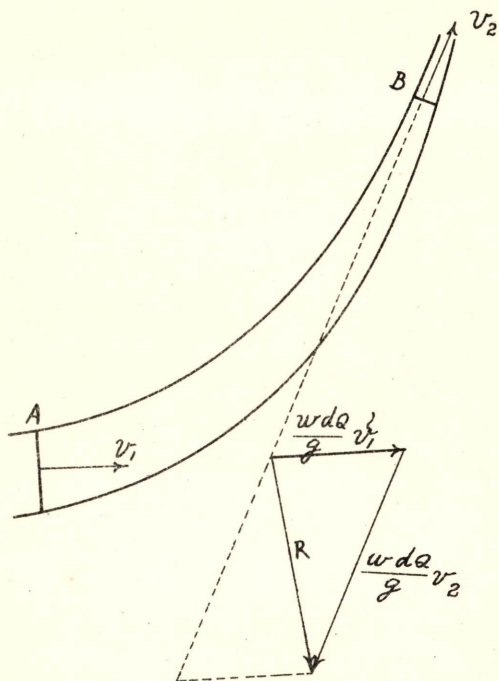
$$f_t = m \Delta t = m(v_1 - v_2)$$

$$\vec{F}_t = m\vec{v}_1 - m\vec{v}_2$$

$$\therefore \frac{dQ \times w}{g} (\vec{v}_1 - \vec{v}_2) = R$$

w 水ノ單位体積、重量

第四十七圖



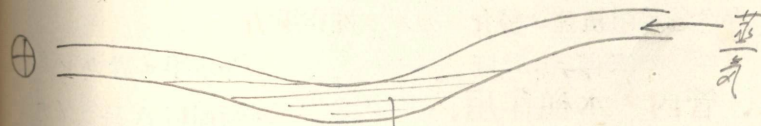
流速ノ變化ニヨツテ生ズル力

三二、管内ノ水槌作用、

(一) 水槌ノ現象、

管ノ中ヲ或ル速度デ流レテ居ル流體ガ、急ニ其ノ流動ヲ遮斷セラレタ時、例ヘバ第四十八圖ノ如ク管ノ一端ニ装置シテアツタ弁ヲ急ニ閉鎖シタ場合等ニハ、水ノ動「エネルギー」ハ仕事ニナツテ現ハレル、其ノ結果、管内ニ瞬間的ニ壓力ノ大上昇ガ起ル、又之

船- 於_て Water hammer



疎水ヲオシヤリ
急激ニ御突
破壊スルニ至ル

トハ逆ニ管ノ中ニ静止シテ居ル流體ガアツテ、其レガ急ニ流動ヲ始メタ時、例ヘバ第五十一圖ノ如キ管ノ一端ニ弁ヲ急ニ開イタ場合等ニハ、瞬間的ニ壓力ノ大下降ガ起ルモノデアル、

斯クノ如ク一聯ノ閉鎖セル器中ニアル流體ガ急激ニ其ノ速度ヲ變化スルト其ノ瞬間大ナル壓力ノ上昇又ハ下降ガ起リ其後周期的ニ壓力ノ上昇又ハ下降ヲ惹起シ、次第ニ其ノ程度ガ微弱ニナツテ遂ニ感得シ得ザルニ到ルモノデアル、

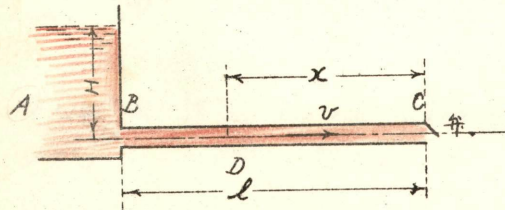
此等ノ現象ヲ水槌ト云フ、

瓦斯體ハ壓縮及膨脹ノ性質大ナルタメ、速度ノ激變ニヨツテ發現スル「エネルギー」ハ自體ノ容積ヲ變化セシムル仕事ニ使用又ハ消費セラレルカラ、從ツテ瞬間的壓力變化ノ作用ハ甚シク緩和セラレルモノデアル、

然ルニ液體ハ壓縮シテモ殆ド體積ヲ變ヘズ、從ツテ「エネルギー」ヲ自體內ニテ消化シ得ナイカラ壓力ノ激變ガアルト、少シモ緩和セラレルコトナク、從ツテ弁ヲ急ニ閉メタリ開ケタリシタ時ニハ甚ダ大ナル壓力ノ上昇又ハ下降ヲ惹キ起シ、爲メニ管又ハ之ニ接續スル機器ガ破裂スルコトサヘ起ルノデアル、

(二) 弁ヲ急ニ閉鎖シタ場合ニ起ル水槌作用、

第四十八圖



水槌作用

今水平ニ置カレタル斷面積 A 長サ l ナル管ノ中ヲ右ナル速度ヲ以テ水ガ流レルト、其ノ運動「エネルギー」ハ $\frac{w}{g} A l \frac{v^2}{2}$ デアル、

[水槌作用]

静圧力 p_0

C, 弁ヲ急ニ閉鎖スル此、附近、圧力大
トイフ B 附近、圧力大トイフ逆ニ流レル

ソノ意味 今各 C, 方、圧力下リ又 B 方

C = 流レル同様 = C 方 B = 流レル B 方 C = 流レル
逆ニ流レル = 静止スル = 至ル

此、作用、液体、ミナラズ固形物ニ見
及ララル 汽車停止、場合

此ノ管ノ外端ニ第四十八圖ノ如ク弁ヲ裝備シ之ヲ急ニ閉鎖スルト、水ハ自分ノ有スル運動ノ「エネルギー」ニヨツテ管中ニ壓縮セラレテ水槌作用ヲ起シ、壓力ガ p ダケ上昇シタトスル、然ルトキハ

$$\text{流體ノ體積彈性係數 (K)} = \frac{\text{壓力 (p)}}{\text{容積歪} \left(\frac{\Delta V}{V} \right)}$$

$$\text{故ニ } p = K \frac{\Delta V}{V}$$

容積歪ニノ量ハ溫度ト壓力ニヨツテ多少ノ相違ハアルケレ共大畧次ノ値ヲ有ス、

$p=1$ 氣壓ニツキ	$\frac{\Delta V}{V} = 0.000044$	水
	$= 0.00011$	「エーテル」
	$= 0.000003$	水銀

從ツテ容積彈性係數ハ

$K = 22,700$	kg/cm^2	水
$= 9,100$	—	—
$= 9,100$	—	「エーテル」
$= 333,000$	—	水銀

ナルコトヲ計算ニヨリテ知ル、

(1) 管ノ材料ガ完全剛體ニシテ延伸セザル場合、

管ノ中ノ水柱ノ長サ初メハ l デアツタモノガ壓縮サレテ Δl ダケ長サガ短縮シタト假定スレバ、壓縮ニヨル容積ノ變化ハ $A \Delta l$ デアツテ容積歪ミハ $\frac{\Delta l}{l}$ デアル、之ヲ上式ニ代入スルト

$$p = K \frac{\Delta l}{l}$$

$$\text{尚 又ハ } \Delta l = \frac{pl}{K}$$

全壓力 pA ガ働イテ長サヲ Δl ダケ短縮スルタメニ爲シタル仕

$$W = \frac{1}{2} m v^2$$

ル

$$v \rightarrow \Delta x = \dots \quad v \rightarrow \Delta x = \dots$$

ル

$$K = \frac{p}{\frac{\Delta V}{V}} \quad [\text{材強巻1 P20}]$$

$$1 \text{ atom} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = \frac{22,700 \text{ kg/cm}^2}{100}$$

管、材料ガ完全剛體ニシテ

$$\text{圧縮} = \text{体積変化} \quad A \Delta l$$

$$\text{全長容積} \quad A l$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{A \Delta l}{A l} = \frac{\Delta l}{l}$$

$$p = K \frac{\Delta V}{V} = K \frac{\Delta l}{l}$$

$$\therefore \Delta l = \frac{pl}{K}$$

$\rho = 0.152 \text{ } \nu \text{ } \text{kg/cm}^3$
 $\nu \rightarrow \text{cm/sec}$
 水 力 學

事ノ量ハ $\rho A \Delta l$ デアルケレ共、 ρ ハ始メカラ其ノ全壓力ヲ現ハスモノデハナク壓縮作用ノ初メニハ零デアツタモノガ次第ニ壓力ヲ上昇シテ終末ニ於テ最大壓力 p トナルノデアアルカラ、此ノ壓力上昇ノ經過ガ時間ニ對シテ直線的デアアルト考ヘルト、壓縮作用中ニ爲サレタ仕事ノ量ハ $\frac{1}{2} \rho A \Delta l$ デナケレバナラス、

然ル時ハ水ノ有ツテ居タ運動ノ「エネルギー」ガ仕事ニ形ヲ變ヘタノデアアルカラ次ノ關係ガ必ズ成立セナケレバナラス、

$$\frac{w}{g} A l \frac{v^2}{2} = \frac{1}{2} \rho A \Delta l \quad \Delta l = \frac{\rho l}{K} \text{ヲ代入スレバ、}$$

$$= \frac{\rho^2 A l}{2K}$$

從ツテ

$$p = v \sqrt{\frac{w}{g} K} \dots \dots \dots (29)$$

例ヘバ清水ナラバ

$$\begin{cases} w = 0.001 \text{ kg/cm}^3 \\ K = 22.700 \text{ kg/cm}^2 \\ p = 15.2 \text{ } \nu \text{ kg/cm}^2 \end{cases} \dots \dots \dots (30)$$

故ニ

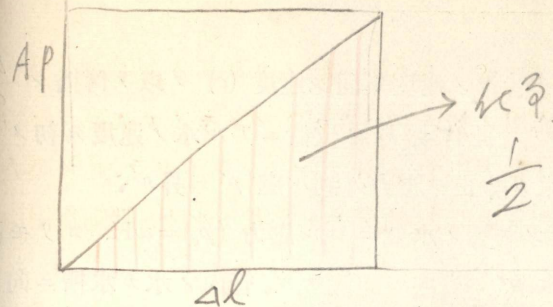
但シ v = 弁閉鎖直前ニ於ケル管中ノ流體ノ速度 (米/秒)
 p = 水槌ノ壓力 (斤/寸²)

(2) 管ノ材料ガ彈性體ニシテ延伸スル場合、

管ノ材料ハ必ズ或ル程度ノ彈性ヲ有シ延伸スルヲ以テ、水ガ壓縮セラレテ壓力ガ高クナルニ從ヒ管ハ膨脹シテ「エネルギー」ノ一部ヲ消化シテ、壓力ノ上昇ヲ緩和スルノデ $p = v \sqrt{\frac{w}{g} K}$ 式カラ計算シテ得タ數値ヨリモ實際ノ水槌壓力ハ低イモノデアアル、

(3) 水槌ノ波動、

水槌ニヨリテ發生スル上昇壓力 (p) ハ局部ニ瞬間的ニ發生スル壓力デアツテ、其ノママ平衡ヲ保チ得ベキ性質ノモノデハナク、從



$$\frac{1}{2} \left(\frac{A l w}{g} \right) v^2 = \frac{1}{2} \rho A \Delta l$$

$$p = v \sqrt{\frac{w}{g} K}$$

實際、水槌壓力、上式ヨリ求メテ $\times 9$ 倍ニ多ク低イ。

(実験式)

$$p = v \sqrt{\frac{\gamma}{g} K_1}$$

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{K} + \frac{d}{4 \pi E (5 - \frac{4}{m})}}$$

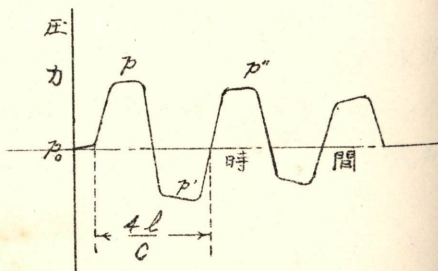
- K : 流體ノ体積彈性係數
- d : 管ノ直径 (内径)
- t : 管ノ厚
- E : Young's modulus
- m : ポアソンノ比

材料彈性係數

ツテ此ノ壓力 (p) ハ音響ノ速度ト同シ速度 (c) ヲ以テ傳播シ $\frac{l}{c}$ 秒後ニ B 端ニ達スル、此時ニ B ノ位置ニアル水ノ速度ガ初メテ零ニナリ全管中ノ水ガ靜止シ壓力ガ到ル處 p ニ昇ル、

然ルニ p ハ「タンク」ノ水嵩ニヨル壓力 (p_0) = wH 、ヨリモ高イカラ管内ノ水ハ水槽 (A) 内ヘ逆流スル、管内ノ水ガ水槽ニ向ツテ移動スルト弁ノ處デハ水ガ張力ヲ受ケ壓力ノ降下ガ起リ p_0 ヲヨリモ低イ壓力 p' トナリ此ノ p' ガ傳播シテ $\frac{l}{c}$ 秒後ニハ B 端ニ達スル、然ル時ハ B 端ノ壓力ハ p_0 ヲヨリモ低クナルカラ水槽 A カラ水ガ管中ニ流入シ管内ノ水ガ弁ニ向ツテ移動スル此ノ時ノ水ノ速度ヲ v' トスレバ運動ノ「エネルギー」ハ $\frac{w}{g} A l \frac{(v')^2}{2}$ デアル此ノ「エネルギー」ノタメニ水ハ再び壓縮セラレテ壓力ガ p'' ニ上昇スル、此ノ p'' ガ最初弁ヲ閉鎖シタ時ト同様ニシテ B 端ニ達シ以下 p ノ場合ト同様ナル經過ヲ辿リ高壓力ト低壓力トガ交互ニ傳播シ管内ノ水ガ移動スル、而シテ水ガ移動スル度ニ摩擦抵抗及渦流抵抗其他音響、振動等ヲ伴フカラ之等ノタメニ「エネルギー」ガ消費セラレ次第ニ壓力ガ低クナリ遂ニ水槌作用ハ終熄スル、

今弁ニ接スル所及水槽ニ接スル所ニテ計測セル壓力ノ變化狀況ヲ圖示スレバ次ノ如シ、



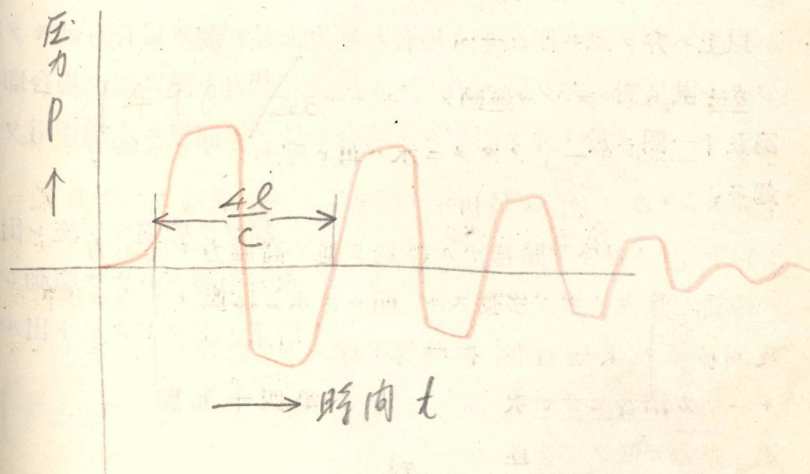
弁ニ接スル所ノ水槌壓力

第四十九圖

$$P = \left(\frac{5l}{l} \right)$$

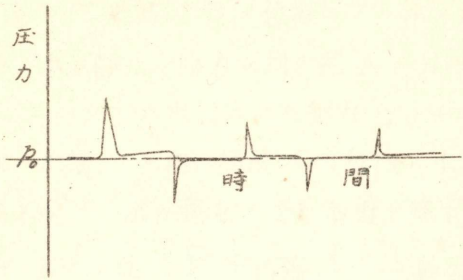
$$A = \frac{\frac{dr}{r}}{\frac{dl}{l}} = \frac{2el}{l} \rightarrow m$$

水槌作用ノ變化曲線



1490 m/sec

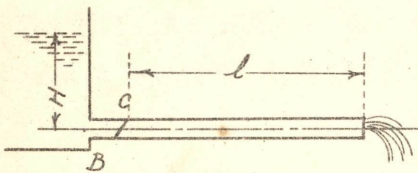
第五十圖



水槽 = 近キ所ノ水槌壓力

以上ハ弁ヲ急ニ閉鎖シタ場合ニ壓力上昇ガ起ル場合ニ就キテ論
 ジタル共反對ニ弁ヲ急ニ開キタル場合ニ壓力下降ガ起ル場合即チ
 第五十一圖ニ於テ弁ヲ閉キタル場合ニ於テモ同様ニ水槌作用ヲ惹
 起ス、

第五十一圖



從ツテ管端カラ流レ出ル
 水ハ平靜デハナク脈動シテ
 所謂「ドクドク」ト出ルノ
 デアル、

(四) 水槌作用ヲ防止スル方法、

弁ヲ閉鎖スルニ要スル時間ヲ Tトスレバ T ガ $\frac{l}{c}$ 秒ヨリモ小
 ナラバ波動ノ現象ハ弁ヲ瞬間的ニ閉鎖シタノト事實上同一デア
 ルカラ水槌作用ヲ起ス、

併シ T ガ $\frac{l}{c}$ 秒ヨリモ大ニナル如ク徐々ニ弁ヲ閉鎖スレバ高
 壓力ノ波動ガ水槽端 B ニ達シタ時ニモ未ダ全管内ノ水ハ或ル速
 度ヲ以テ弁ノ方ニ向ツテ流レテ居ルカラ、水ハ靜止ノ状態トナル

弁ヲ急閉スル + v
 弁ヲ徐々ニ閉鎖スル
 実験式

$$H_r = \frac{n^2}{2} H_0 \pm H_0 \sqrt{\frac{n^4}{4} + n^2}$$

H, l → meter
 v → m/sec
 T → sec

H_r: 水槌 = 管内 最高壓力

$$n = \frac{lv_0}{gTH_0}$$

① 弁ヲ閉鎖時
 壓力低下

H₀: 靜壓力 (水頭 = 3m)

① $T > \frac{2l}{c}$

$T \leq \frac{2l}{c}$ + 1/4 ... 1/2 ... 1/3 ...

② 弁ヲ閉鎖 時間 = 0.5 sec

③ 管壁, 摩擦損失 neglect on

④ 流量係數 = 1 トス

[防止法]

弁ヲ徐々ニ閉鎖ス

⑥ 水槌カ与ヘラレ 壓力 = 村ノ方法

コトナク、從ツテ甚シク壓縮セラレズシテ烈シキ水槌作用ヲ起スコトハナイ、

故ニ液體ノ流動ヲ制止スル弁ノ開閉ハ緩除ニスルコトヲ要スル、

問 題

1. 直徑 20 糎ノ管ヲ 30° 屈折シ之ニ 100 畝/時 ノ水ヲ流ス時管ノ受クル水壓力ヲ求メヨ、 $0.0003377 \text{ kg/cm}^2$

2. 直徑 10 糎ノ管ノ中ヲ 5 米/秒 ノ水ガ流レテ居ル時急ニ管端ニアル弁ヲ閉鎖シタ時ノ水槌壓力ヲ問フ、

~~管ノ厚ヲ何耗以下チレバ破裂スルカ、~~

$$p = 596 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} 1 \quad R &= \frac{\gamma \Delta Q}{g} v (1 - \cos 30^\circ) \\ &= \frac{1 \times 27.8 \times 0.000115 (1 - 0.865)}{9.8} \\ &= \frac{27.8 \times 8.15 \times 10^{-3} \times 0.135}{9.8} \\ &= 0.33 \times 10^{-3} = 0.00033 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

2

$$\begin{aligned} r &= 5 \\ A &= \pi r^2 = 3.14 \times 25 = 78.5 \text{ cm}^2 \\ v &= 5 \text{ m/sec} \\ p &= 15.2 \times 5 = 76 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{水槌力} &= 76 \times 98.5 = 5960 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

第八章 水 力 機

三三、渦卷「ポンプ」及軸流送風機械、

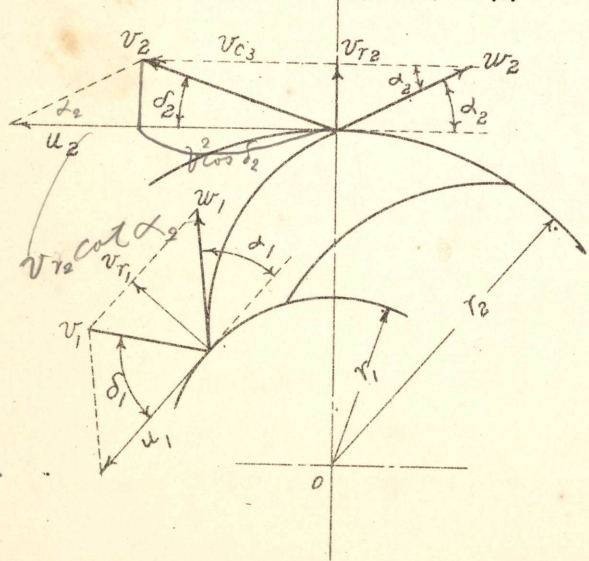
近來補助機械ヲ旋轉化スルタメ直働「ポンプ」及曲肱「ポンプ」ノ代リニ渦卷「ポンプ」及軸流「ポンプ」ガ使用セラルルヲ以テ此種「ポンプ」ノ性能ヲ充分ニ研究シ置クヲ要スルコト愈々切實トナレリ、

送風機械ハ從來「シロツコ」送風機械及「キース」送風機械ヲ主トシテ使用セシガ近來軸流送風機械ノ用途益擴大シ罐室送風機械及甲板通風機械等ニ盛ニ使用セラレルニ至レリ、

三四、扇車ノ理論、

(一) 基本公式、

第五十二圖



v = 扇車ニ入ル
(出ル) 水ノ絶對
速度、
 $u = \omega r$ = 扉車ノ
周速度、
 w = 扇車ノ羽根
ニ對スル水ノ相對
速度、

唧筒、種類

1. 往復ポンプ

{ 唧子ポンプ
咬揚ポンプ
咬鋸ポンプ

2. 旋轉ポンプ

{ 齒車ポンプ
透心ポンプ
軸流ポンプ

3. 放射器

水ハ \vec{v}_1 ナル速度ニテ扇車ニ入ルガ扇車其物ガ u_1 ナル速度デ動イテ居ルカラ $\vec{w}_1 = \vec{v}_1 - u_1$ ノ速度デ水ハ扇車ニ入ルコトニナル、

此ノ水ハ羽根ニ沿フテ外方ニ流レ、出口ニ於テハ \vec{w}_2 ノ速度デ羽根ヲ離レル、扇車外端ニ於ケル羽根ノ周速度ハ $\vec{u}_2 = \omega r_2$ デアツテ、水ハ羽根ト共ニ回轉シテ居ルノデアルカラ水ノ周速度モ亦 \vec{u}_2 デアル、

故ニ $\vec{v}_2 = \vec{u}_2 + \vec{w}_2$ 即チ v_2 ナル絶対速度デ扇車カラ飛ビ出ス、

斯ノ如ク水ハ圖ノ如キ速度線圖デ扇車ニ入り、扇車ニヨツテ速度ヲ附與セラレテ出テ行クモノトスルト何程ノ「エネルギー」ヲ扇車カラ受取ルカラヲ研究シテ見ルト、

扇車ニ入ル直前ニ於テ水ノ有スル絶対ノ巻キ速サハ $v_1 \cos \delta_1$ デアルカラ質量 m ナル水ガ入口ニ於テ有スル角運動量ハ $v_1 \cos \delta_1 \times m \times r_1$ デアル、同様ニ扇車カラ出テ行ク水ノ有スル角運動量ハ $v_2 \cos \delta_2 \times m \times r_2$ デアル、今連續シテ $q \text{ m}^3/\text{s}$ ノ水ガ扇車ヲ通過スルモノトスレバ、此ノ水ガ扇車カラ「エネルギー」ヲ受取ツタ爲ニ増加スル角運動量ハ一秒間ニツキ

$$\frac{\rho q}{g} (v_2 r_2 \cos \delta_2 - v_1 r_1 \cos \delta_1).$$

$\rho =$ 單位容積ノ水ノ重量、

デアル、此ノ一秒間ノ角運動量ノ増加ハ扇車ガ水ニ働キカケテ居ル力ノ moment ニ等シキ故ニ

扇車ノ爲シタ仕事ニ力ノ moment \times 角速度

$$= \frac{\rho q}{g} (v_2 r_2 \cos \delta_2 - v_1 r_1 \cos \delta_1) \omega.$$

$$= \frac{\rho q}{g} (v_2 u_2 \cos \delta_2 - v_1 u_1 \cos \delta_1).$$

扇車ハ毎秒之レダケノ仕事ヲスル、

而シテ一時間ニ容積 q ノ水ガ全然損失ナシニ此仕事ヲ受取リテ
 h ナル水頭ヲ得タトスレバ

扇車カラ水ガ受取ツタ仕事 $= \rho q h$.

扇車カラ水ガ受取ツタ仕事ハ扇車ノ爲シタ仕事ニ等シイカラ、

$$\rho q h = \frac{\rho q}{g} (v_2 u_2 \cos \delta_2 - v_1 u_1 \cos \delta_1)$$

$$\text{即チ } h = \frac{1}{g} (u_2 v_2 \cos \delta_2 - u_1 v_1 \cos \delta_1) \dots\dots\dots (31)$$

若シ水ガ半径方向ニ入ルナラバ $\delta_1 = 90^\circ \quad \therefore \cos \delta_1 = 0$

$$\text{從ツテ } h = \frac{1}{g} u_2 v_2 \cos \delta_2 \dots\dots\dots (32)$$

(二) 基本公式ノ變形、

第五十二圖ニ於テ三角形ノ性質ヨリ、

$$u^2 + v^2 - w^2 = 2 u v \cos \delta$$

之ヲ基本公式ニ代入シテ變形スルト次式ガ得ラレル、

$$h = \frac{1}{2g} \left\{ (u_2^2 + v_2^2 - w_2^2) - (u_1^2 + v_1^2 - w_1^2) \right\}$$

更ニ之ヲ變形スルト

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \left\{ \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} - \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} \right\}$$

水ガ扇車内ヲ通過スル間ニ増加シタ水頭ノ總量ハ h ニシテ之
 ヲ更ニ分ケルト $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$ ハ速度ノ形デ増加シタ水頭デアリ

$\left(\frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} - \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} \right)$ ハ壓力ノ形デ増加シタ水頭デアル、

記憶ニ便ナルタメニ上式ヲ

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} - \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} \dots\dots\dots (33)$$

ト書ケバ

$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$ 絶對速度ノ増加ニヨル水頭ノ増加、

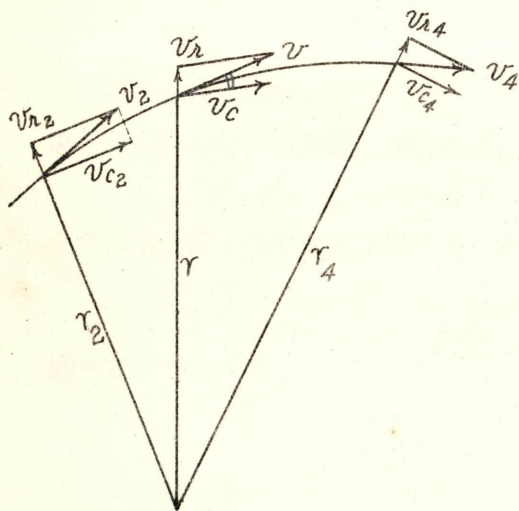
$\frac{u_2^2 - u_1^2}{2g}$ 遠心力又ハ周速度ニヨル水頭ノ増加、

$\frac{w_2^2 - w_1^2}{2g}$ 水ガ扇車ノ羽根ノ間ヲ通過スル間ニ消費セラレル水頭

ト解釋スルコトガ出來ル、

(三) 側壁平行ナル渦形室内ニ於ケル水ノ流れ、

第五十三圖



水ガ扇車カラ v_2 ナル大イサト方向トテ外方ニ飛び出スト、夫レ以後ハ何處カラモ「エネルギー」ヲ與ヘラレルコトハナイ、第五十三圖ニ於テ渦形室ノ入口ニテ v_2 ナル速度デ入ツテ來タ水ハ v ヲ經テ自由渦卷運動ヲ爲シ乍ラ v_4 ニ進ンデ行クモノトスレバ

$$q = 2\pi r_2 b v_{r2} = 2\pi r_4 b v_{r4} = \dots = 2\pi r_4 b v_{r4}$$

b = 渦形室ノ内側幅ニシテ一定、

從ツテ $v_r r = \text{定數}$ (34)

故ニ渦形室ノ半径ガ大キクナルニ從ヒ v_r ガ小サクナリ從ツテ速度水頭ガ壓力水頭ニ移リ變ツテ行クノデアル、

次ニ v_c ハ如何ニ變化シナガラ流レテ行クカト云フニ、流動中

$$v_r r = \text{Const}$$

ニ他カラ「エネルギー」ヲ受取ルコトナク又損失モ無イモノト考

ヘレバ「ベルヌイ」ノ定理ニヨリ

$$\frac{p}{\rho} + \frac{v_c^2}{2g} = \text{定數}$$

之ヲ微分シテ ($\gamma = \rho g$)

$$\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dr} + \frac{1}{g} v_c \frac{dv_c}{dr} = 0$$

$$\frac{dp}{dr} = -\frac{\rho}{g} v_c \frac{dv_c}{dr} \dots \dots \dots (35)$$

又半徑方向ニ dr . 圓周方向ニ l . 軸方向ニ b ナル水ノ微小部分

ヲ考ヘルト、此ノ微小部分ノ遠心力ハ

$$\text{遠心力} = \frac{v_c^2}{r} \left(\frac{\rho}{g} l b dr \right)$$

此遠心力ノタメニ半徑増大スルニ從ツテ壓力ノ増加ヲ生ズ、

即チ遠心力 $= l b \times dp$.

$$\text{故ニ} \quad l b dp = \frac{v_c^2}{r} \times \frac{\rho}{g} l b dr$$

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\rho}{g} \frac{v_c^2}{r} \dots \dots \dots (36)$$

(35式) ト (36式) トヨリ、

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\rho}{g} \frac{v_c^2}{r} = -\frac{\rho}{g} v_c \frac{dv_c}{dr} \quad \text{ヲ得、}$$

$$\text{即チ} \quad -\frac{dv_c}{dr} = \frac{v_c}{r}$$

$$\text{又ハ} \quad -\frac{dv_c}{v_c} = \frac{dr}{r}$$

之ヲ積分シテ

$$\log c = \log r + \log v_c \quad \log c = \text{積分定數}$$

$$c = r v_c$$

$$\text{即チ} \quad r v_c = \text{定數} \dots \dots \dots (37)$$

$$\text{遠心力} = \frac{v^2}{r} \times m$$

$$m = \frac{\rho}{g} l b dr$$

又 $rv_r = \text{定數} \dots\dots\dots (34)$

ナルコトハ既ニ知ル處ナリ、

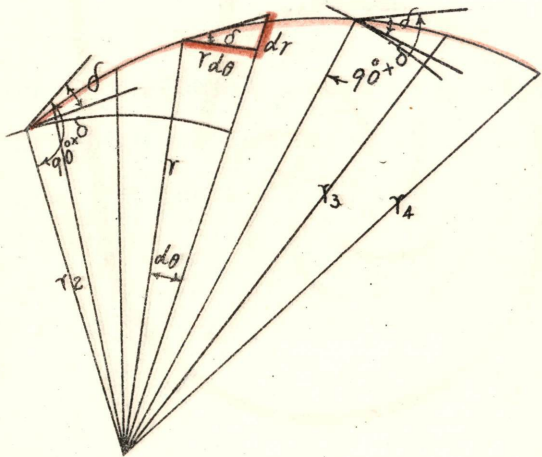
故ニ $rv = \text{定數} \dots\dots\dots (38)$

ナリ

$\delta = \text{一定}$

速力水頭ヲ壓力水頭ニ轉換セシムルタメ漸次 v ヲ小ニスルタ
メニハ r ヲ増大スルヲ要ス、但シ $\delta = \text{一定}$ ナルヲ以テ r ヲ増大
スル際ニハ δ ガ一定ニナル如ク r ヲ増加スルヲ要ス、

第五十四圖



然ル時ハ第五十四圖ノ如キ形トナリ

$\frac{dr}{r d\theta} = \tan \delta = \text{一定}$ ナルヲ以テ

此ノ方程式ヲ解ケバ

$\frac{dr}{r} = \tan \delta d\theta.$

$\log r = \theta \tan \delta + c.$

v カヘント 圧力 ヲマス

$\delta = \text{Const} \rightarrow rv = \text{Const}$



然ルニ $\theta=0$ ナル時 $r=r_2$ ナルヲ以テ (第五十四圖參照)

$c = \log r_2$ ナリ、

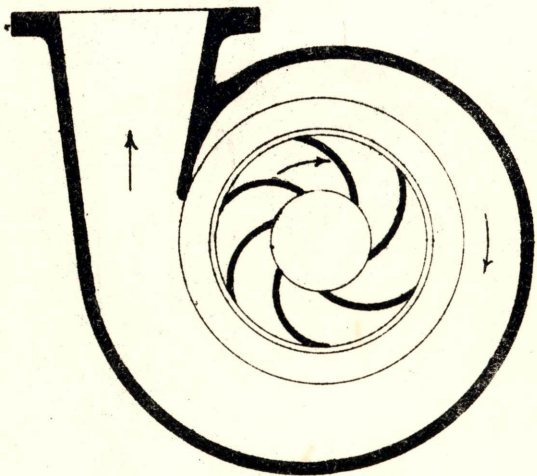
故ニ $\log r = \log r_2 + \theta \tan \delta$

或ハ $r = r_2 e^{\theta \tan \delta}$ (39)

即チ水ノ通路ハ equiangular spiral トナル、

從ツテ渦室ノ形狀ハ側壁平行ナル場合ニハ第五十五圖ノ如キ形
狀トナスヲ要ス、

第五十五圖



渦卷「ポンプ」ノ渦室

三五、渦卷「ポンプ」ノ性能曲線、

(→) 回轉數一定ナル「ポンプ」ノ吐出量ト揚程トノ關係、
扇車ガ理論上發生シ得ベキ水頭ハ、

$h = \frac{1}{g} (u_2 v_2 \cos \delta_2 - u_1 v_1 \cos \delta_1)$ (31)

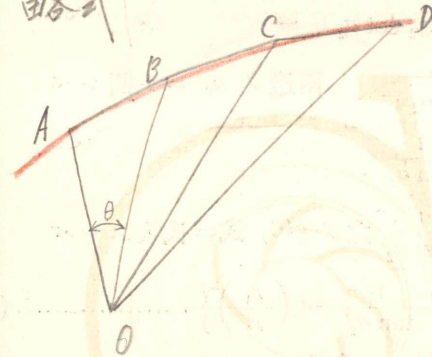
$h = 0 + \square g \dots$

$\theta \rightarrow$ radian

logarithmic spiral

$r = r_2 e^{\theta \tan \delta}$

略式



Characteristic Curve

今 $\left. \begin{aligned} v_2 \cos \delta_2 &= \sigma_2 u_2 \\ v_1 \cos \delta_1 &= \sigma_1 u_1 \end{aligned} \right\} \text{ト置ケバ}$ $u_1 = \omega r_1$ $u_2 = \omega r_2$ $u_1^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 u_2^2$

$u_1 v_1 \cos \delta_1 = \sigma_1 u_1^2 = \sigma_1 u_2^2 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$ 註 $\frac{u_1}{r_1} = \frac{u_2}{r_2} \omega \dots$ 角速度

之ヲ (31) 式ニ代入スレバ $h = \frac{1}{g} \left\{ u_2 v_2 u_2 - \sigma_1 u_2^2 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \right\}$

$\therefore h = \frac{u_2^2}{g} \left\{ \sigma_2 - \sigma_1 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \right\} \dots \dots \dots (40)$

P68

又第五十二圖ヨリ

$u_2 = v_2 \cos \delta_2 + v_{r2} \cot \alpha_2$ $b_2 = 1 - \frac{v_{r2}}{u_2} \times \frac{1}{\tan \alpha_2}$

或ハ $u_2 = \sigma_2 u_2 + \frac{v_{r2}}{\tan \alpha_2}$ 兩邊ヲ u_2 ニテ割レバ

$1 = \sigma_2 + \frac{v_{r2}}{u_2} \frac{1}{\tan \alpha_2}$

$\therefore \sigma_2 = 1 - \frac{v_{r2}}{u_2} \frac{1}{\tan \alpha_2}$ 之ヲ (40) 式ニ代入スレバ

$h = \frac{u_2^2}{g} \left\{ 1 - \frac{v_{r2}}{u_2} \frac{1}{\tan \alpha_2} - \sigma_1 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \right\} \dots \dots \dots (41)$

一定ノ回轉數ニテ運轉セル唧筒ニアリテハ

$u_2 = c' = \text{一定}$ 從ツテ $\frac{u_2^2}{g} = \text{一定} = c^2$ ト置クコトヲ得、

又 σ_1 モ一定ナル常數ト見ナシテ大差ハナク 從ツテ

$\sigma_1 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = K_1 = \text{一定}$ ト考ヘルコトヲ得、

然ル時ハ (41) 式ハ

$h = c^2 \left\{ (1 - K_1) - \frac{v_{r2}}{c' \tan \alpha_2} \right\}$

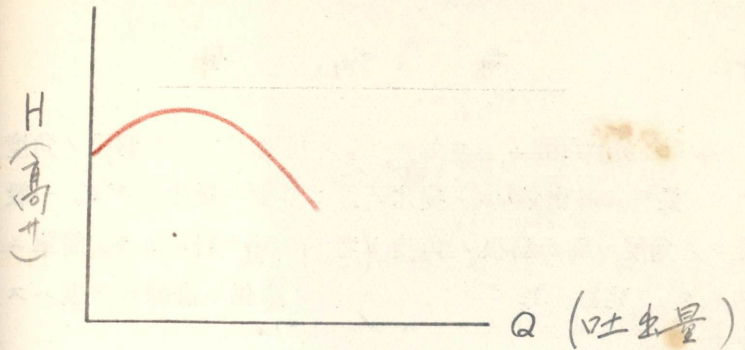
v_{r2} ハ吐出量 (q) ニ正比例スルヲ以テ

$\frac{v_{r2}}{c'} = K_2 q$ ト置ケバ 前式ハ

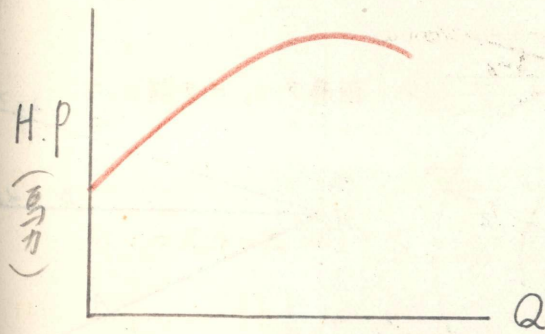
$h = c^2 \left\{ (1 - K_1) - K_2 \frac{q}{\tan \alpha_2} \right\} \dots \dots \dots (42)$

水ノ流量速

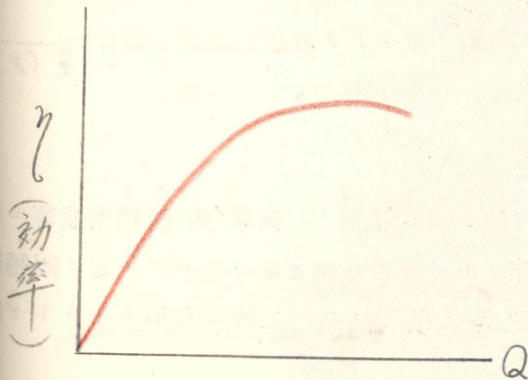
I



II



III

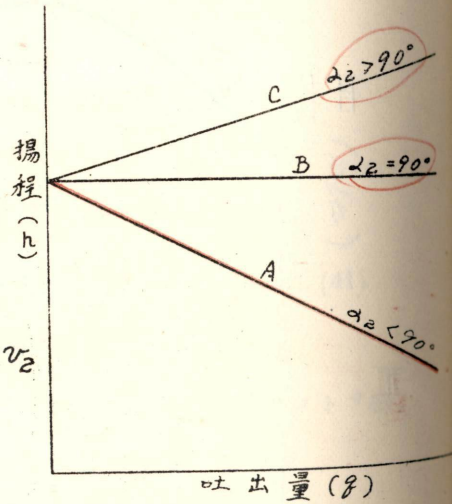
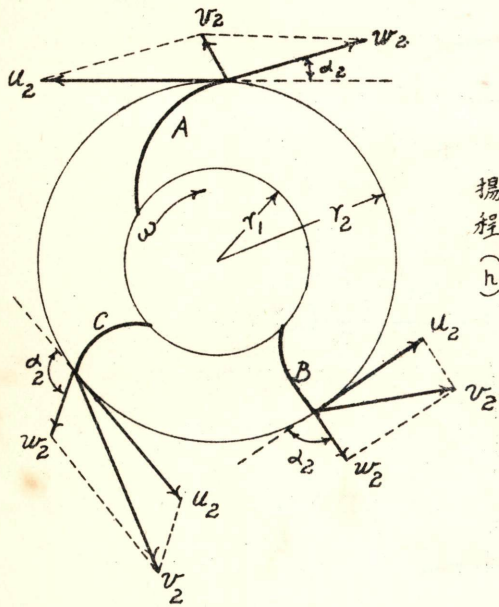


水力学

α_2 は第五十六圖ニ示ス如ク w_2 ノ角度デアツテ羽根ノ角度デハ
 ナイ、從ツテ吐出量 q ノ變化ニ從ヒ多少ハ變化スルガ、一般ニハ
 流レノ角度ハ即チ羽根ノ角度ト考ヘラレテ居ルカラ、簡單ニスル
 タメ α_2 ヲ定數ト考ヘルト、 h ト q ノ關係ハ直線ニテ表ハスコト
 ヲ得、

第五十六圖

第五十七圖



渦卷唧筒内ヲ水ガ流レルニ當ツテハ衝擊、渦、流體摩擦等ニ起因
 スル水頭ノ損失ヲ伴フモノデアルガ「ポンプ」ヲ一定ノ回轉數デ
 運轉スル場合ニハ之等ノ損失ヲ次ノ二種ニ大別スルコトガ出來
 ル、

$$h_i = c' q^2$$

實際ニ於テハ $\alpha_2 \neq 90^\circ$

損失

$$1. h_e = c' q^2$$

$$2. h_l = c'' + c''' (q - q_0)^2$$

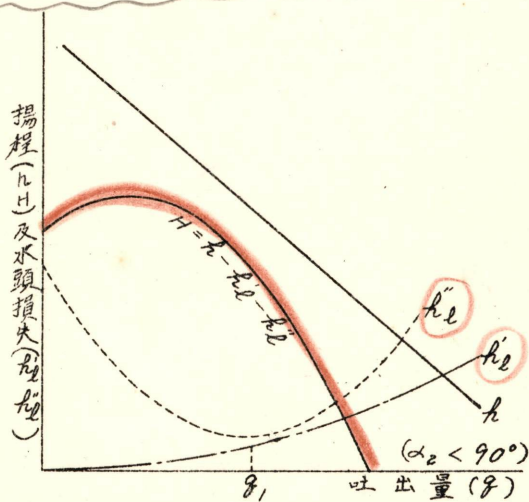
$$h''_i = c'' + c'''(q_1 - q)^2$$

即チ h_i ハ吐出量ガ變化スレバ其ノ量ノ二乗ニ比例シテ變化スル損失デアツテ、 h''_i ハ吐出量ノアル特定ノ量 ($q_1 - q = 0$) ニ於テ最小ニシテ、吐出量ガ夫レヨリ多クテモ少クテモ増加スルモノデアル、

此ノ h_i ト h''_i トヲ h カラ減ジタモノガ「ポンプ」ノ實際ニ發生シ得ル全揚程 (H) デアルカラ、 H ト q トノ關係ヲ圖示スルト第五十八圖ノ如ク拋物線ニナル、

第五十八圖

$$H = \text{常数} + (\text{常数} \times q) + (\text{常数} \times q^2)$$



(二) **回轉數一定**ナル「ポンプ」ノ吐出量ト運轉馬力トノ關係、

$$h = c^2 \left\{ (1 - K_1) - K_2 \frac{q}{\tan \alpha_2} \right\} \dots \dots \dots (42)$$

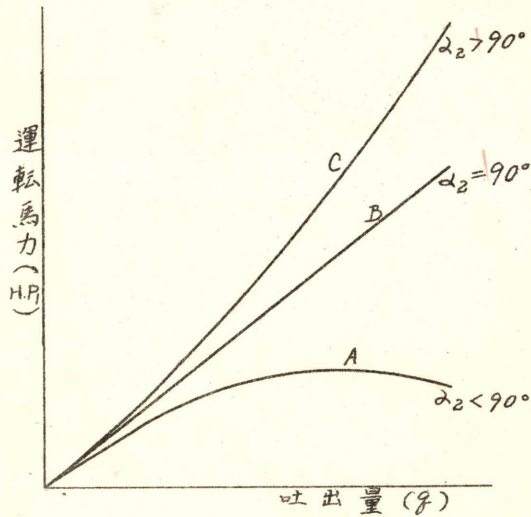
馬力 = $h \times q \times \text{常数}$ 、

今 $c = c^2 \times$ 常數トスレバ

$$H. P. = c \left\{ (1 - K_1) - K_2 \frac{q}{\tan \alpha_2} \right\} \times q$$

故ニ吐出量ト運轉馬力トノ關係ヲ圖示スルト第五十九圖ノ如ク拋物線トナル、

第五十九圖

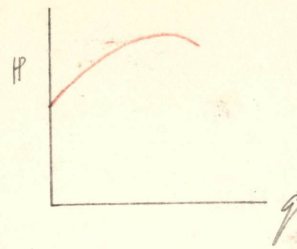


渦卷「ポンプ」ノ損失馬力ハ次ノ二種ニ大別スルコトガ出來ル、

H. P₂ = 摩擦ニ起因スル損失ニシテ吐出量ニ無關係、

H. P₃ = 扇車ノ入口及出口ニ於テ水ヲ搔キ廻スタメニ費消セラレル馬力ニシテ、吐出量ノ増加ニ從ヒ却テ減少ス、

故ニ渦卷「ポンプ」ノ所要馬力 (H. P) ハ之等ヲ加算シタルモノニシテ

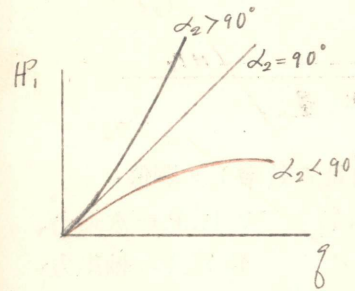


$$h = c^2 \left\{ (1 - K_1) - K_2 \frac{q}{\tan \alpha_2} \right\}$$

馬力 = $h \times g \times$ 常數

$c^2 \times$ 常數 = $C \times$

$$H. P. = C \left\{ (1 - K_1) - K_2 \frac{q}{\tan \alpha_2} \right\} g$$



$\alpha_2 > 90^\circ$ $\alpha_2 = 90^\circ$

H₁ = 實際 = 羽根車 = 与へる馬力

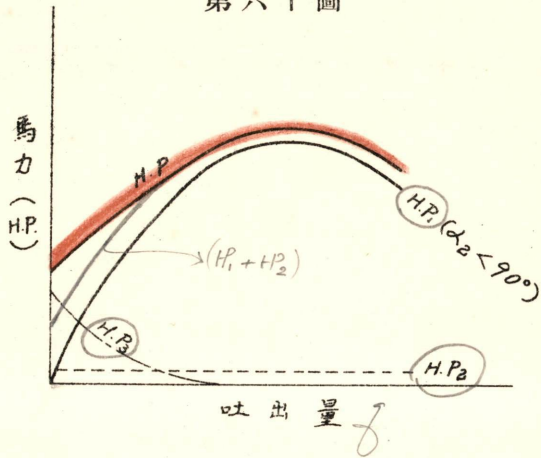
H₂ = 丹校摩擦損失馬力及機械的摩擦損失馬力

H₃ = 扇車ノ入口及出口ニ於テ水ヲ搔キ廻スタメニ費消セラレル馬力
〔羽根、構造、係り里〕

$$H. P. = H_1 + H_2 + H_3$$

$$H.P. = H.P_1 + H.P_2 + H.P_3$$

第六十圖



(三) 回轉數一定ナル唧筒ノ吐出量ト効率トノ關係、

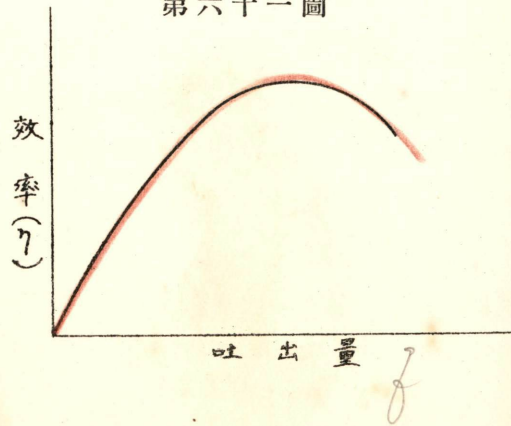
$$\eta = \frac{W.H.P.}{B.H.P.} = \frac{1}{B.H.P.} \times \frac{\rho \times q \times H}{75}$$

W.H.P. = 水馬力、
B.H.P. = 軸馬力、

ρ = 單位容積ノ流體ノ重量、

故 = B.H.P. q . H . フ計測シ計算ニヨリテ効率ヲ求ムルコトヲ得ベシ、

第六十一圖

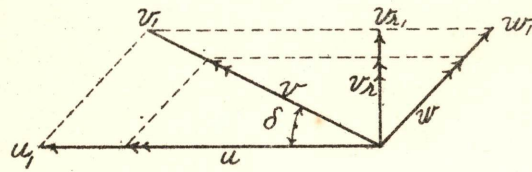


② 効率ハ良好ナルヲ望ムレドモ實際ニ「ホ」ヲ選取スル際...一定揚程ト一定吐出量トヲ選取スルト、之限ヲ居テ揚程ノ変化ヲ受ケルニ吐出量ノ変化ヲ用途ニ依リテ故選取ノ状態ノ変化スル範圍ニ於テハ、平均ハ或ル可ク良好ト唧筒ノノリマシ、ヲアル。

$$1 \text{ 馬力} = 75 \text{ kg-m.}$$

(四) 回轉數ヲ變更セル時ノ性能曲線

渦卷「ポンプ」ノ運轉狀態ガ同ジデアルト云フコトハ第五十二
第六十二圖



圖ノ速度線圖ガ同ジ
デアルカ又ハ第六十
二圖ノ如ク相似形ニ
ナル如ク運轉スルト
云フコトデアル、

今回轉數ヲ N ヨリ N_1 ニ變更セル時、運轉狀態ヲ同一ニスル
ニハ

$$\frac{N_1}{N} = \frac{u_1}{u} = \frac{w_1}{w} = \frac{v_{r1}}{v_r}$$

ニスルヲ要ス、然ル時ハ

$$(1) \frac{v_{r1}}{v_r} = \frac{N_1}{N} \quad q \propto v_r \text{ ナルヲ以テ}$$

$$\frac{q_1}{q} = \frac{N_1}{N} \dots\dots\dots (43)$$

$$(2) \frac{u_1 v_1 \cos \delta_1}{u v \cos \delta} = \left(\frac{N_1}{N}\right)^2$$

從ツテ $\frac{H_1}{H} = \left(\frac{N_1}{N}\right)^2 \dots\dots\dots (44)$

$$(3) \frac{H.P_1}{H.P} = \frac{H_1 \times q_1}{H \times q} \text{ 之ニ (43) 及 (44) 式ヲ代入スレバ}$$

$$= \left(\frac{N_1}{N}\right)^2 \times \frac{N_1}{N}$$

$$= \left(\frac{N_1}{N}\right)^3 \dots\dots\dots (45)$$

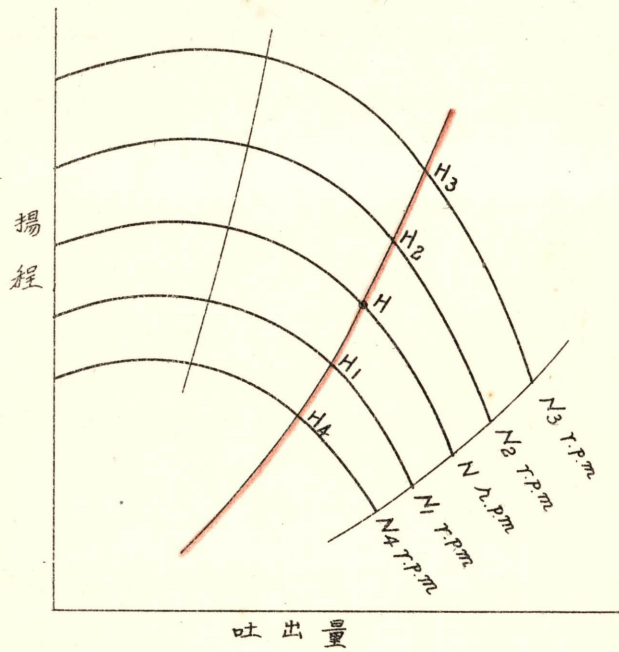
即チ運轉狀態ヲ同一 ^{1元=終了} ~~ニ~~ 回轉數 (N) ヲ變化スル時ハ「ポン
プ」ノ性能曲線上ノ一點ハ同ジ狀態ヲ保チ乍ラ

$$H = \frac{1}{g} \{ u_2 v_2 \cos \delta_2 - u_1 v_1 \cos \delta_1 \}$$

- ① 吐出量ハ回轉數ニ比例シ
 ② 揚程ハ回轉數ノ自乗ニ比例シ
 ③ 馬力ハ回轉數ノ三乗ニ比例シテ變化シ移動スルモノ
 デアル、

(五) 回轉數ヲ變更シタ時ノ揚程曲線群、

第六十三圖



第六十三圖ノ如ク回轉數(N)ヲ N_1, N_2, \dots, N_4 ニ順次變更スレバ同一狀態ノ點ハ H, H_1, H_2, \dots, H_4 ニ移リ曲線 H_3, H, H_4 ハ同一狀態ノ點ヲ連結スル曲線ニシテ拋物線トナル、

又同一運轉狀態ニ於ケル「ポンプ」ノ効率ハ同一デアルカラ H_3, H, H_4 ハ等効率ノ點ヲ連結シタ曲線トモ謂フコトヲ得ベシ、

② 厳密... 比例セズ 大体ニ於テ
 (α カ變化ス)

③ 同↓

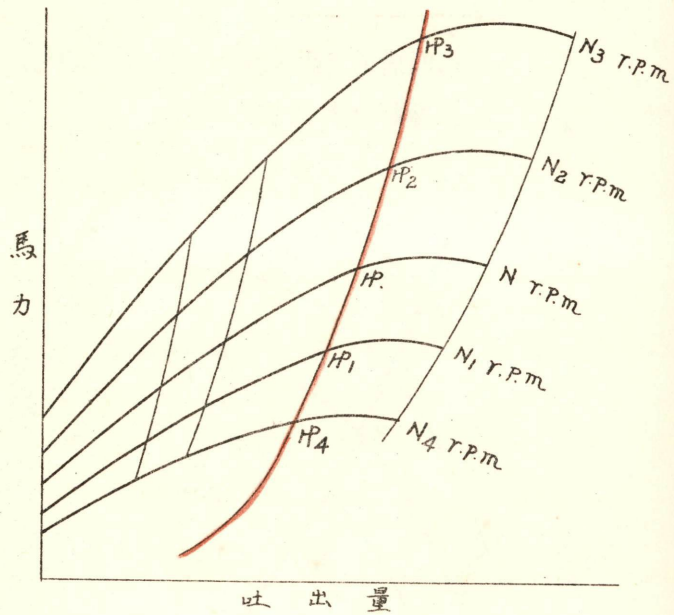
$$HP = HP_1 + HP_2 + HP_3$$

此ノ一部分... 比例セズ
 (機械的摩擦損失)

○ 揚程、吐出量、2乗ニ比例ス

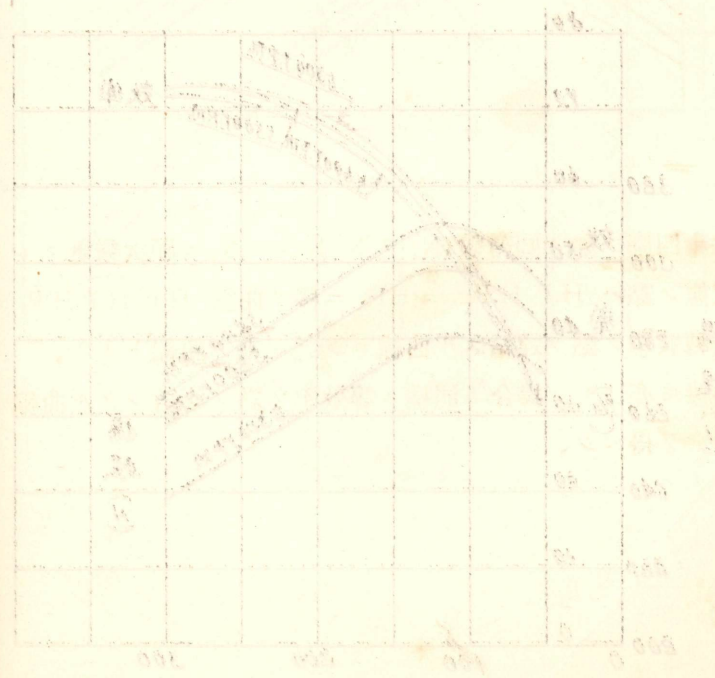
(六) 回轉數ヲ變更シタ時ノ馬力曲線群。

第六十四圖



第六十四圖ノ如ク回轉數(N)ヲ N_1, N_2, \dots, N_4 ニ順次變更スレバ
 同一狀態ノ點ハ $H.P_3, H.P_1, \dots, HP_4$ ニ移リ曲線 $H.P_4, H.P, H.P_3$ ハ
 同一運轉狀態ノ點ヲ連結スル曲線ニシテ **三乘ノ曲線**トナル。

本曲線モ亦 (一)ノ場合ト同様ニ等效率ノ點ヲ連結シタル曲線ト
 謂フコトヲ得ベシ。

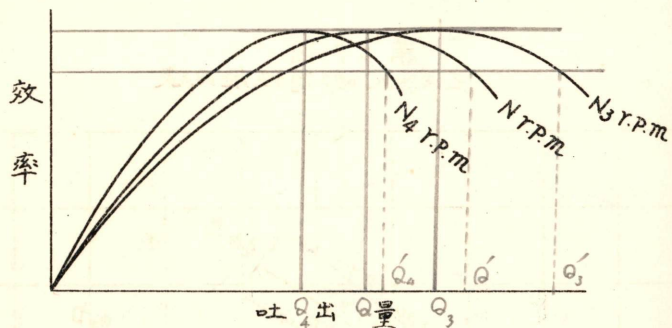




$$\frac{Q}{Q'} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_3}{Q_4}$$

(七) 回轉數ヲ變更シタ時ノ效率曲線群、

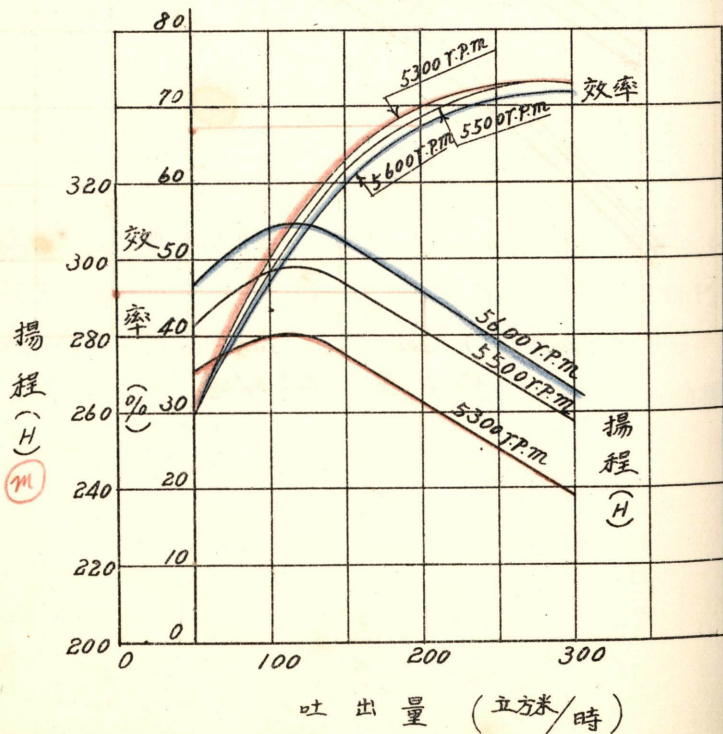
第六十五圖



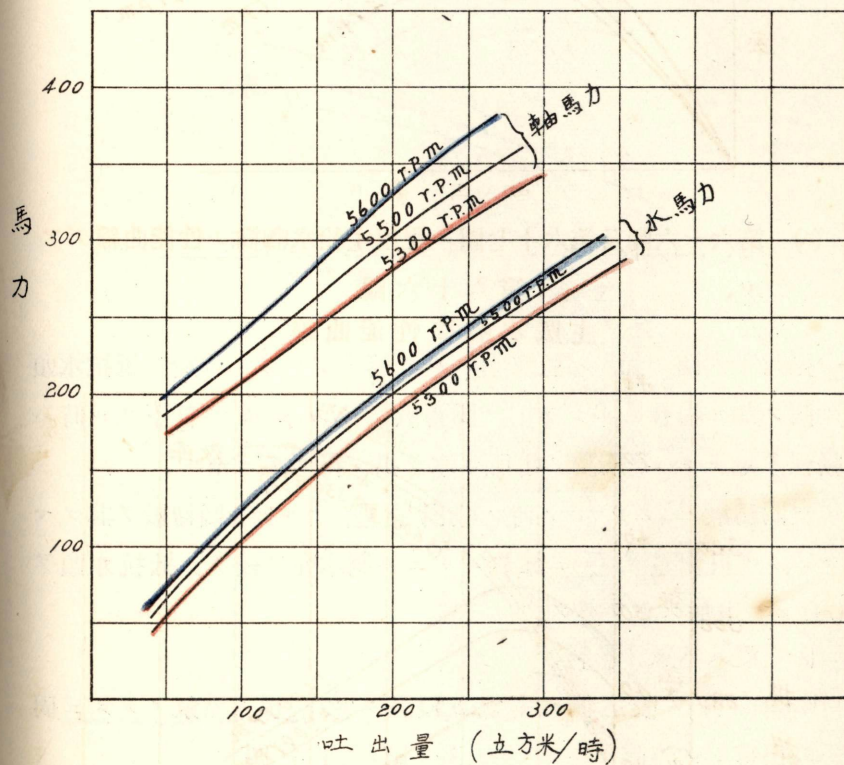
(八) 第六十六圖及第六十七圖ハ現用主給水唧筒ノ性能曲線デア

ル、

第六十六圖
主吸水唧筒性能曲線



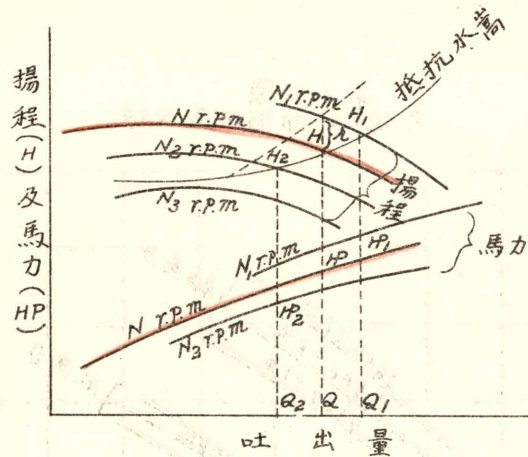
第67圖
主給水唧筒性能曲線



$$\frac{215}{330} = 65\%$$

(九) 性能曲線ノ使用法、

第六十六圖



第六十六圖ノ如キ特性ヲ有スル渦巻「ポンプ」ニ於テ抵抗水頭ガ圖ノ如キ場合「ポンプ」ノ回轉數ガ N_3 r.p.m. ニ低下スル時ハ揚程不足トナリ、所要ノ場所ニ水ヲ揚ゲ得ザルニ至ル、

又回轉數 N_1 r.p.m. ノ時ノ吐出量 Q_1 ナル時、回轉數ヲ其ノママニシテ吐出量ヲ Q ニ減少スルニハ制水弁ヲ絞リテ抵抗水頭ヲ

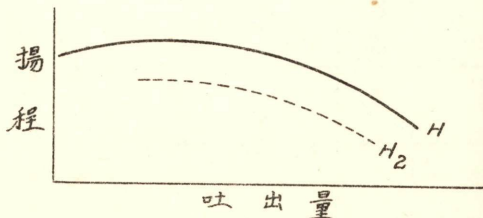
(r) ダケ増加スルヲ要ス、

㊦ 浸入空氣ノ影響、

「ポンプ」ノ吸込側ニ空氣ガ浸入スルト、混入空氣ノタメニ同

一吐出容積ノ流體ノ重量ガ減少スルタメ規定ノ吐出壓力ヲ保持スルユトガ出來ナクナリ揚

第六十七圖



㊦ 水中ニ空氣ヲ入ルニイカ

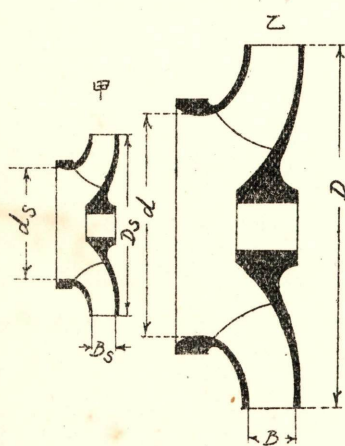
程曲線ハ第六十七圖ノ如ク H カラ H_2 ニ低下シテ來ル、少量ノ空氣浸入モ甚シク揚程曲線ヲ變化セシメ尙效率ヲモ相等ニ低下セシムルコトハ渦卷唧筒ノ整理操縦上注意ヲ要スル點デアル、

三六、比較回轉度、

Specific speed

(一) 或ル「ポンプ」又ハ扇車ノ比較回轉度トハ、其ノ扇車ト全ク相似形ノ適當ナル大イサノ扇車ヲ假想シテ、此假想扇車ヲ一米ノ揚程ニテ毎分一立方米ヲ吐出シ、然モ全ク同一ノ状態デ運轉シ得ルヤウニ假想扇車ヲ製作シタモノトシテ、其假想扇車ノ回轉數ヲ前者ノ比較回轉度ト稱スル、

第六十八圖



乙扇車ハ甲扇車ト全ク相似形ニシテ大イサハ a 倍ナリ、

$$\text{即チ } d = ad_s$$

$$D = aD_s$$

$$B = aB_s$$

(1) 甲ノ扇車ヲ N_s ニテ回轉スル時ハ

揚程 $(H) = 1$ 米

吐出量 $(Q) = 1 \text{ 米}^3/\text{min}$

ナリ、次ニ

新型機

之ヲ防止スルニ 密閉給水装置ヲ用フ

designer ... 必要

同一狀態 相似形ノ如ク

吐出量

毎分何立方米

(2) 甲ノ扇車ヲ水ノ速度線圖ガ N_s 回轉ノ場合ト相似形ニナル如ク N 回轉ニテ運轉スレバ

$$\text{揚程}(H) = 1 \times \left(\frac{N}{N_s}\right)^2$$

$$\text{吐出量}(Q) = 1 \times \frac{N}{N_s}$$

(3) 乙ノ扇車ヲ N 回轉デ運轉スルト各部ノ寸法ガ甲扇車ノ a 倍ニナツテ居ルカラ、水ノ速度線圖ハ (2) ノ場合ノ a 倍ニナル、

從ツテ

$$\text{揚程}(H) = \left(a \frac{N}{N_s}\right)^2 = a^2 \left(\frac{N}{N_s}\right)^2 \dots\dots\dots (a)$$

$$\begin{aligned} \text{吐出量}(Q) &= \text{水ノ通過スル面積} \times \text{水ノ速度} \\ &= a^2 \times a \frac{N}{N_s} \\ &= a^3 \frac{N}{N_s} \dots\dots\dots (b) \end{aligned}$$

(a) 式ト (b) 式トヨリ a ヲ消去シ整理スレバ

$$N_s = N \frac{Q^{\frac{1}{3}}}{H^{\frac{1}{4}}} \dots\dots\dots (46)$$

ヲ得、

此ノ時 N_s ヲ 乙扇車ノ比較回轉度 ト云フ、

(一) 馬力回轉度、

第六十八圖ノ如ク乙扇車ト全ク相似形ニシテ適當ナル大サノ扇車甲ヲ假想シテ全ク同ジ状態デ運轉シ、所要馬力一馬力デー米ノ揚程ヲ得ル時、甲扇車ノ回轉數ヲ乙扇車ノ馬力回轉數度ト稱ス、

(二) 比較回轉度ノ利用法、

N_s ハ實驗ノ結果ヲ整理シ、種々ノ統計ヲトリ、設計ニ使用スル係數ヲ整理スル場合等ニ利用セラル、

$$H = a^2 \left(\frac{N}{N_s}\right)^2, \quad a = H^{\frac{1}{2}} \times \frac{N_s}{N}$$

$$Q = H^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{N}{N_s}\right)^3 \times \frac{N}{N_s} = H^{\frac{1}{2}} \times \frac{N_s^2}{N^2}$$

$$N_s^2 = \frac{Q N^2}{H^{\frac{1}{2}}}$$

$$\therefore N_s = N \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

比較回轉度 = 比速度
比回轉數
水量回轉度

馬力回轉度

$$N_s = N \times \frac{HP^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

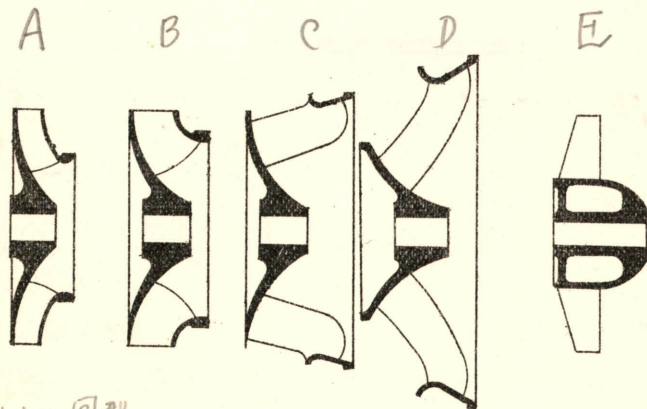
現今採用セラレテ居ル N_s の値ハ大凡次ノ如シ、(米單位ニヨル)

「タービン」「ポンプ」	125~350
輻流型「ポンプ」	200~600
混流型「ポンプ」	400~900
「プロペラー」型軸流「ポンプ」	1,000~2,200

既ニ前項ニテ知ル如ク比較回轉度 $N_s = N \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$ ナルヲ以テ N 及 H ガ同一ナル場合ニハ Q ガ増加スルニ從ツテ N_s ガ大キクナル、即チ N_s ノ大ナル唧筒ハ吐出量が大キク、水ノ通路面積ガ廣イ扇車ヲ有シテ居ル、

第六十九圖ハ N_s ノ増加ニ伴フ扇車ノ形狀變化ヲ示スモノデアル、

第六十九圖



N_s 増加ニ伴フ

輻流型

↑
型流混

軸流型

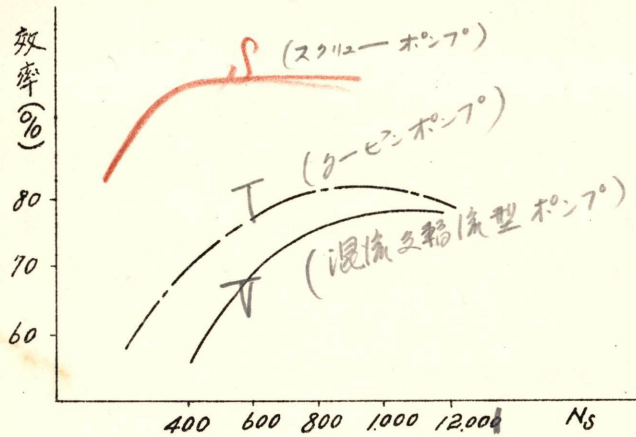
→ ポリマー「ポンプ」

軸流ポンプ、水ヲ引クニ良シ

N_s 変化ニ伴フ扇車ポンプノ變換

(四) N_s と「ポンプ」効率との関係、

第七十圖



第七十圖ニ示ス如ク N_s ガ低過ギル時ハ摩擦損失多キタメ効率悪ク又 N_s ガ高過ギル時ハ水ノ亂レ運動著シク渦流ノタメニ効率低下ス、

「ポンプ」ノ効率ハ N_s ノミニヨツテ定マルモノデハナク揚程 (H) ニ適當シタ N_s ヲ撰定スルヲ要スルハ勿論ニシテ尙 H 及 N_s 同一ナル場合モ吐出量ニヨリテ効率ニ差異アルハ既ニ述ベタル通ナリ、

三七、唧子「ポンプ」、

唧子ヲ以テ水ヲ汲ミ揚ゲル「ポンプ」ニハ曲肱「ポンプ」ト直動「ポンプ」ノ二種類アリ、

(一) 曲肱「ポンプ」、

唧子ノ速度、第七十一圖ニ示ス通り正弦曲線ニ類似スル曲線ナ

唧子ポンプノ種類

大体、この

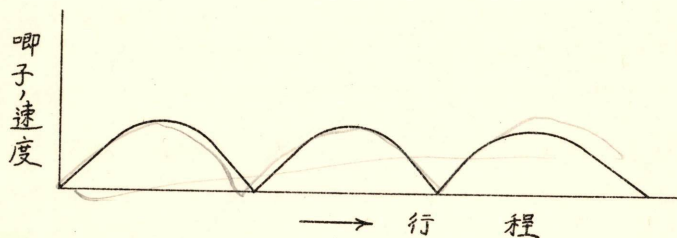


唧子ポンプ

1. 曲肱ポンプ
2. 直動ポンプ

ルヲ以テ常ニ正或ハ負ノ加速度ヲ有スルコトヲ知ル、從ツテ之ニ
 連絡スル管内ノ水ハ唧子ニ追從シテ運動スルタメ速度ノ變化大ニ
 シテ水槌作用ヲ伴フコト多キヲ缺點トス、

第七十一圖

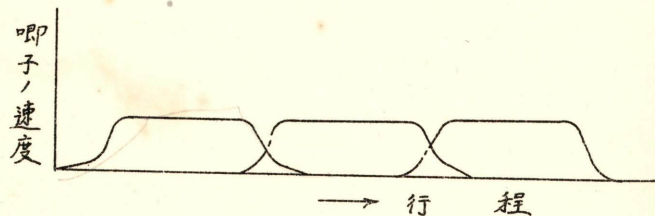


(二) 直動「ポンプ」

唧子ノ速度第七十二圖ニ示ス通り行程ノ大半ヲ通ジテ、殆ド一
 定ナルヲ以テ之ニ連絡スル管内ノ水ノ速度モ變化少ク從ツテ水槌
 作用ハ曲肱唧筒ヨリモ輕微ナル利點アリ、

然レ共唧子ノ行程長ガ抵抗ノ多少ニ應ジテ若干變化スルコトト
 蒸氣ノ膨脹性ヲ有效ニ利用シ得ザルタメ不經濟ナルヲ缺點トス、

第七十二圖

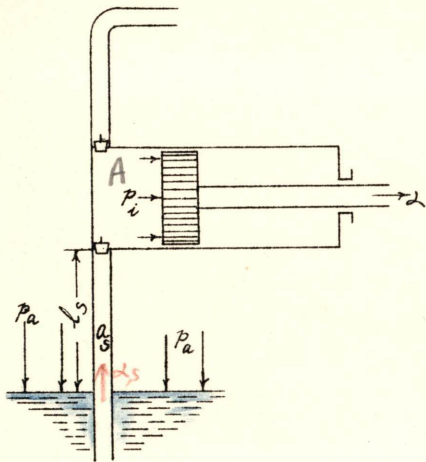


水 = 收流 = 水槌作用

「クランク」の平滑な收流

(三) 唧子唧筒ノ作動、

第七十三圖



- A = 筒ノ斷面積
 a_s = 吸入管ノ斷面積
 a = 唧子ノ加速度
 a_s = 吸入管内ノ水ノ加
 速度
 p_i = 唧子ノ面ニ於ケル
 壓力
 p_a = 「タンク」面ニ於ケ
 ル壓力
 l_s = 吸入管ノ全長

第七十三圖ノ如キ唧子「ポンプ」ニ於テ唧子ヲ a ナル加速度ニ
 テ右ニ移動スル時、唧子ニ水ガ追付イテ運動シ筒内ニ常ニ水ガ充
 満シテ居ルタメニハ吸入管内ノ水ハ

$$a_s = \frac{A}{a_s} a$$

ナル加速度ヲ以テ唧子ニ向ヒテ移動スルヲ要ス、

此ノ吸入管内ノ水 $\left(\frac{w}{g} l_s a_s\right)$ = a_s ナル加速度ヲ與フル力 (F) ハ

$$F = \frac{w}{g} l_s a_s \times a_s \quad \text{之ニ上式ノ値ヲ代入シ}$$

$$= \frac{w}{g} l_s a_s \frac{A}{a_s} a$$

此ノ F ハ「タンク」ノ水面ノ處ニ作用スル壓力ト「ポンプ」唧
 子ノ處ニ於ケル壓力ノ差 $(4p)$ ニヨツテ生ズルノデアルカラ

$$a_s \Delta p = \frac{w}{g} l_s a_s \frac{A}{a_s} a.$$

壓力差 (Δp) ヲ水頭ニ換算スルト、

$$h_a = \frac{A l_s a}{a_s g}$$

故ニ唧子ノ加速度 a ニヨリ Δp 又ハ h_a ガ上式ノ數値ニ達シタル時管内ノ水ハ動キ初メル、

既ニ水ガ移動シ初メルト摩擦抵抗其他ニ起因スル水頭ノ損失 ($h_f = \sum f \frac{v_s^2}{2g}$) ガ生ズル、更ニ水ヲ h_s ダケ汲ミ上ゲルノデアルカラ位置ノ水頭モ考ヘニ入レナケレバナラス、從ツテ之等ニ打勝ツダケノ有效水頭 ($h = h_a + h_f + h_s$) ガ吸入側ニ出來タ時初メテ水ハ「タンク」カラ吸入管ヲ經テ唧筒ノ中ヘ連續シテ流レ込ムノデアル、

$$\text{即チ } h = \frac{A}{a_s} \frac{l_s}{g} a + \sum f \frac{v_s^2}{2g} + h_s \dots\dots\dots (47)$$

壓力差ニ換算スルト、

$$p_a - p_i = \frac{A l_s}{a_s} \frac{w}{g} a + w \sum f \frac{v_s^2}{2g} + w h_s \dots\dots\dots (48)$$

$$p_i = p_a - w \sum f \frac{v_s^2}{2g} - w h_s - \frac{A l_s}{a_s} \frac{w}{g} a \dots\dots\dots (49)$$

第 49 式ヲ見ルニ a ガ正ナレバ p_i ハ常ニ p_a ヨリモ小ニシテ「タンク」水面ガ大氣ニ接スル場合ニハ大氣壓以下トナル、尙第 48 式及第 47 式ニ於テ明カナルガ如ク、壓力差ニヨル有效水頭ガ所要水頭 (h) ヨリモ小ナレバ吸入管内ノ水面ハ唧子ノ處ニ達セズ、從ツテ水ト唧子トノ間ニ空洞ガ出來ル、即チ行程ノ初メニハ唧子ノ加速度 (a) ガ大ナルタメ空洞ガ出來ルガ、行程ノ末期ニナリ唧子ノ速力ガ減少スルト水ハ唧子ニ追ヒ付イラ會合スル、此ノ兩者會合スル時ニハ必ズ兩者ノ加速度差ニ起因スル衝擊力ガ發生

唧子ポンプ、 Total head.

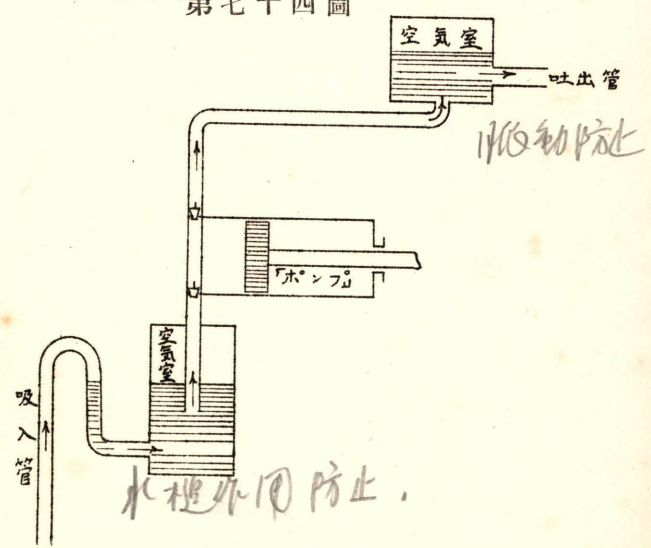
スルノデアルガ「ポンプ」ノ毎分行程數ノ調節ガ拙劣デアルト甚シク大ナル衝撃ヲ生ジ大ナル音響ト震動ヲ惹起ス、之ガ啣子「ポンプ」ノ取扱上不便ナル點デアル、

(四) 空氣室

啣子「ポンプ」ニ於テハ上述ノ如ク吸入行程ノ當初空洞ヲ生ジ、從ツテ水ガ啣子ニ追付キタル時ニハ其ノ加速度差ニ質量ヲ乗ジタル量ダケノ力ニテ啣子ヲ衝撃シ、水槌作用ヲ惹起スル缺點ヲ有スルヲ以テ之ヲ緩和スルタメ、空氣室ヲ設ケル、

第七十四圖ノ如ク吸入側ニ「ポンプ」ニ極ク接近シテ空氣室ヲ設ケルト吸入行程ノ初メニ啣子面ノ壓力ガ下ルト直グニ水ハ空氣室カラ「ポンプ」ノ中ヘ押シ流サレル、此ノ場合ニハ位置ノ水頭及抵抗等ノ水頭ガ少ナルタメ微小ナル空氣壓力デモヨク水ヲ啣子ニ供給スルコトガ出來ルタメ空洞ノ發生程度ヲ輕減スルコトガ出來ル、

第七十四圖



スルノデアルガ「ポンプ」ノ毎分行程數ノ調節ガ拙劣デアルト甚シク大ナル衝撃ヲ生ジ大ナル音響ト震動ヲ惹起ス、之ガ啣子「ポンプ」ノ取扱上不便ナル點デアル、

毎分送る油量、石ノ吸動防止
噴油ニ変化、煙ヲ出ス。

無煙噴火
吸動防止
(空氣室)

スルノデアルガ「ポンプ」ノ毎分行程數ノ調節ガ拙劣デアルト甚シク大ナル衝撃ヲ生ジ大ナル音響ト震動ヲ惹起ス、之ガ啣子「ポンプ」ノ取扱上不便ナル點デアル、

又唧子ノ速度ハ第七十一圖及第七十二圖ニ示ス通りデアルカラ此ノ唧子ニヨツテ壓シ出サレル水ノ速度ハ之ニ伴ツテ變化シ吐出管内ノ水壓ハ脈動スルコトヲ免レス、之ガ唧子唧筒ノ缺點デアル、吐出壓力ノ脈動ヲ緩和スルタメニ第七十四圖ノ如ク空氣室ヲ吐出側ニ設ケテ居ル、

空氣室ハ容積大ナル程衝擊及脈動ヲ緩和スルニ有利ナルハ勿論ニシテ同一容積ニ於テハ水面ノ廣イ方ガ長サノ大ナルモノヨリモ效力良好デアル、既製「ポンプ」ニ於テハ出來ル限リ水面ヲ低ク保持シテ空氣容積ヲ全幅ニ活用スル如ク心掛ケナケレバナラス、

三八、水壓蓄勢機、

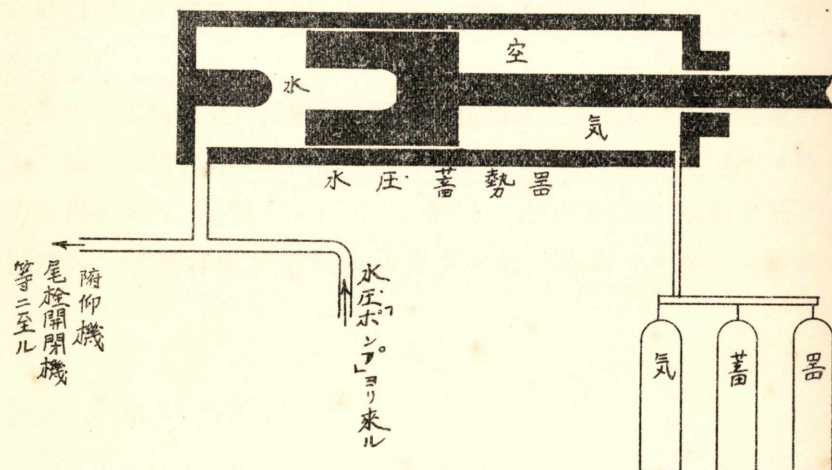
砲塔内ノ諸水壓機械ハ發砲ノ直後短時間極メテ多量ノ高壓水ヲ要スレ共、次發裝填後ハ單ニ旋回機及俯仰機ヲ運轉スルノミナルヲ以テ少量ニテ足ル、

故ニ多量ノ高壓水量ヲ要セザル間ニ、水壓唧筒ノ餘分ノ力量ヲ利用シテ、圖ノ如キ水壓蓄勢器ノ中ニ水壓ヲ送り、空氣ヲ壓縮シテ勢力ヲ蓄積保存シ置キ、發砲直後砲塔内ニテ多量ノ水ヲ要スル際、之ヨリ水ヲ送出シテ水壓唧筒ヲ援助シテ唧筒ノ吐出量不足ニヨル水壓降下ノ程度ヲ緩和ス、

水壓蓄勢器ハ空氣室ノ一種ニシテ吐出管内ノ壓力ガ蓄勢器内ノ空氣ノ壓力ヨリ高キ時ハ水ハ此ノ中ニ流入シ、發砲直後ノ如ク砲塔内ニテ多量ノ水ヲ消化シ水壓唧筒ノ力量之ニ及バズシテ吐出管内ノ水壓ガ低下シテ蓄勢器内ノ壓力以下ニナル時ハ空氣ガ膨脹シテ水ヲ吐出管内ニ押シ出シ、以テ吐出管内ノ水壓力ヲ整一ニ保持

スル作用ヲナスモノデアル、

第七十五圖



問 題

1. 渦卷唧筒ガ砂泥或ハ小石等ヲ含メル港灣浚渫及埋立ニ使用セラルルハ何故カ、

2. 減速ノ際送風機械ノ蒸氣加減弁開度ヲ其儘放置シテ使用噴燃器數ヲ次第ニ減ジ遂ニ空氣圍戸ヲ全部閉鎖スル時ハ送風機械ノ回轉數ハ如何ニ變化スルカ、

3. 渦卷唧筒ノ公試運轉ニ於テ

吐 出 量 = 0.3 噸/分

揚 程 = 60 米

電働機ノ入力 = $\begin{cases} 220 \text{ V.} \\ 20 \text{ A.} \end{cases}$

電働機ノ效率 = 95 %

ナリキ、

唧筒ノ効率ヲ求ム、

4. 某艦ノ電働汚水唧筒ニ於テ、

回 轉 數 500 *r. p. m* ノ時

吐 出 量 0.3 噸/分

揚 程 60 米

電働機ノ電流量 20 A.

ナリキ、

揚程ヲ 80 米ニ増加スルニハ約幾「アンペヤ」ノ電流ヲ供給スルヲ要スルカ、

5. 唧筒ノ吐出弁ノ開度ヲ調整シテ吐出量ヲ加減スル時ハ如何ナル不利アリヤ、

水力學參考書

水力學

松本春吉

問題

水力學

宮城吾五郎

理論

水力及水力機械

〃

實用渦卷唧筒

上田富三郎

見學

廣工廠

荏原製作所

2.5 円 2.0 円 0.8 円 3.0 円

第四十七期生徒

上村 嵐

整理 番号	
寄贈者 名	上村 嵐
寄贈 年月日	40.5.24
巻 一 番	1/89