

ポンプ選定資料

ろ過装置選定資料

振動・騒音規制

ポンプ構造

取扱について

耐蝕・耐薬品性

公共建対比表

結線方法

回転機保護方式

周波数・電圧

単位換算表

### 1-1. 用途別配管イメージ

#### 1) 揚水用

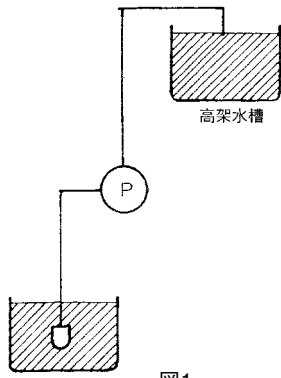


図1

受水槽から高架水槽へ水を揚水させる用途に使用されます。

#### 2) 冷却水用・冷水用

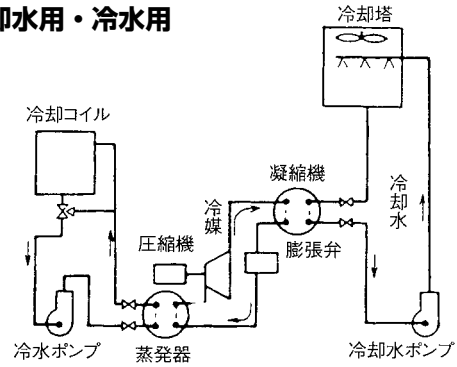


図2

- ①冷却水ポンプ  
冷凍機の凝縮機と冷却塔間の冷却水を循環させる用途に使用されます。
- ②冷水ポンプ  
冷凍機の蒸発器と熱交換器間の冷水を循環させる用途に使用されます。

#### 3) 温水用

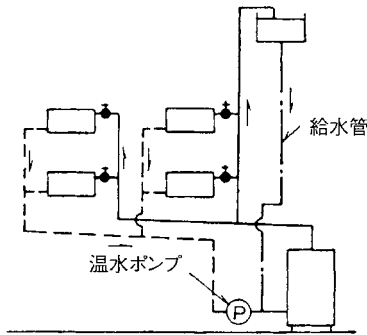


図3

ボイラー等の熱源と放熱器間の温水を循環させる用途に使用されます。

#### 4) 給湯温水循環用

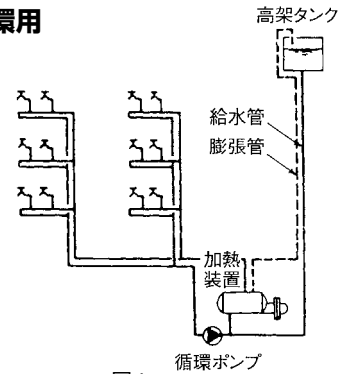


図4

大規模な給湯設備では配管が長く複雑なため、配管抵抗が大きくなり、湯の自然循環ができなくなるので、ポンプで強制循環させる必要があります。その強制循環の用途に使用されます。

### 1-2. ポンプの性能

#### 1) 吐出し量

吐出し量は  $m^3/min$ 、 $l/min$  で普通表わされます。これは 1 分間にポンプが吐出す水の量の事です。吐出し量は揚水量、流量とも言います。  
 $1m^3/min=1000l/min$   
 他に  $m^3/h$ 、 $l/s$  という単位を用いる場合もあります。h は時間、s は秒ですので、それなりの換算が必要です。  
 例：  $0.1m^3/min=6m^3/h$   
 $6m^3/min=100l/s$

#### 2) 全揚程

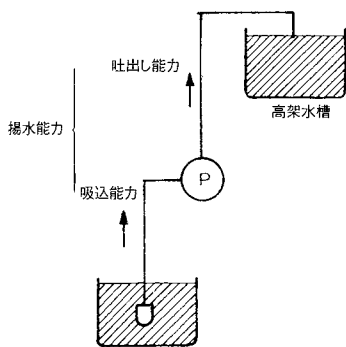


図5

ポンプは水を吸込んで、吐出す能力すなわち吸込能力と吐出し能力が必要となってきます。この吸込能力と吐出し能力を合計したものをポンプの揚水能力（水を揚げる能力）とし全揚程何 m という値で表わします。

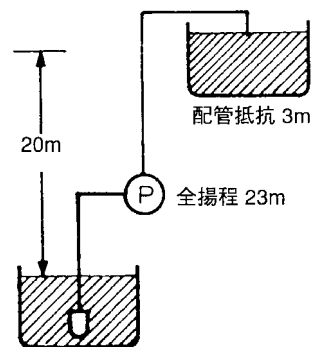
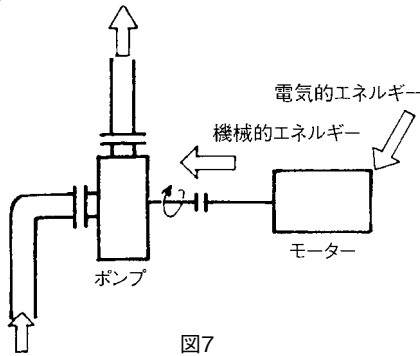


図6

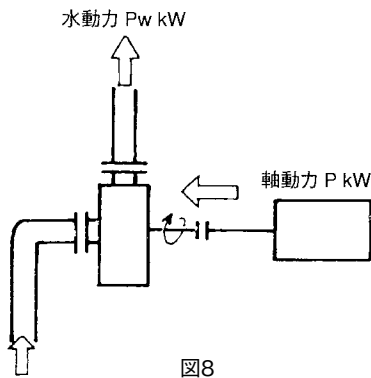
3m の配管抵抗が発生すると、3m 余分に見込めた全揚程のポンプを使用すれば、すなわち  $20+3=23m$  の全揚程のポンプであれば、20m の高さまでの揚水が可能となります。  
 注意：全揚程計算を行なうには他に配管から吐出される水の圧力を考慮に入れなければならない場合があります。

### 3) 軸動力



モーターが回転するエネルギーを出力または軸動力といい、そのエネルギーにより、羽根車が回転し、ポンプは揚水します。

### 4) 効率



$$\text{ポンプ効率} \eta = \frac{P_w}{P} \times 100 (\%)$$

ポンプの効率とは、機械的エネルギーすなわち軸動力 P を、どのくらいの割合で水動力 Pw に変換できるかを表す値です。この値が大きい程、性能が良いと言えます。

たとえば、軸動力 P=10kW、水動力 Pw=6kW であれば、ポンプ効率 η (%) は

$$\eta = \frac{P_w}{P} \times 100 = \frac{6}{10} \times 100 = 60\% \text{ となります。}$$

ポンプ効率はポンプの種類により異なりますし、1つのポンプでも運転状態によって異なります。

### 5) 動力と効率

ポンプが吐出量 Q を全揚程 H だけ揚水するのに必要な軸動力 S は揚水に有効に利用される水動力 W とポンプ効率 η とによって求める。  
 ポンプを駆動するモーターの容量 M はその軸動力 S にある程度の余裕を付して決定する。  
 以上の関係を式にまとめると次の通りである。

$$W = 0.163 \gamma Q H \text{ [kW]} \quad S = \frac{W}{\eta} \text{ [kW]}$$

$$M = S \cdot \frac{e}{\eta_b} \text{ [kW]}$$

ここに γ=揚液の密度 kg/l (常温清水のとき γ=1)、Q=吐出量 m³/min、H=全揚程 m、η=ポンプ効率、e=余裕率、η<sub>b</sub>=1 としてよい。ポンプ効率 η は右図を参照されたい。A、B 曲線の値はそれぞれ A 効率 B 効率と呼ばれいずれもポンプ関係の JIS から抜すしい、まとめたものである。A 効率はポンプ特性曲線の示す最高効率がこれ以下では日本工業規格 JIS のポンプとして認められない値である。B 効率はポンプ仕様吐出量における最低の効率で仕様を決定するさいはこの値以上で行った方がよい。

#### ●小形うす巻ポンプ効率

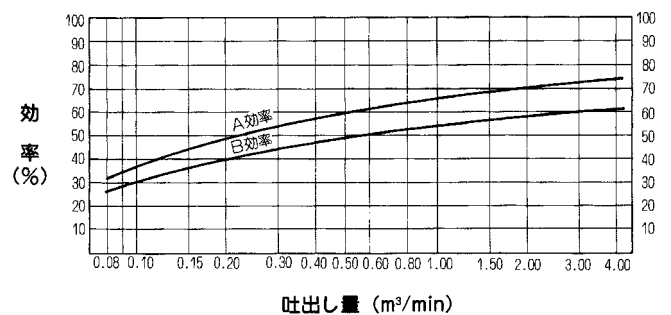
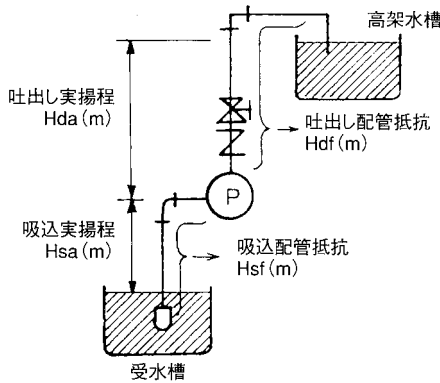


図9

### 1-3. 揚程計算と配管抵抗計算

#### 1) 揚程計算の基本式



全揚程  $H = H_{sa} + H_{sf} + H_{da} + H_{df}$

図10

ポンプの揚程は次のように考えることができます。

- 1) 吸込実揚程=受水槽水面からポンプ中心までの高さ
- 2) 吐出し実揚程=ポンプ中心から高架水槽水面までの高さ
- 3) 吸込配管抵抗=吸込配管の吸込口からポンプ吸込口までの間で発生する配管抵抗
- 4) 吐出し配管抵抗=ポンプ吐出し口から吐出し配管の吐出し口までの間で発生する配管抵抗
- 5) 全揚程=(吸込実揚程+吸込配管抵抗)+(吐出し実揚程+吐出し配管抵抗)

吸込実揚程に吸込配管抵抗を加えたものを吸込全揚程

吐出し実揚程に吐出し配管抵抗を加えたものを吐出し全揚程と言います。

図例

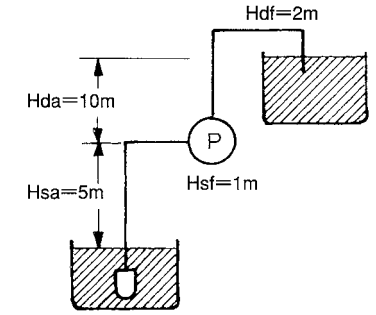


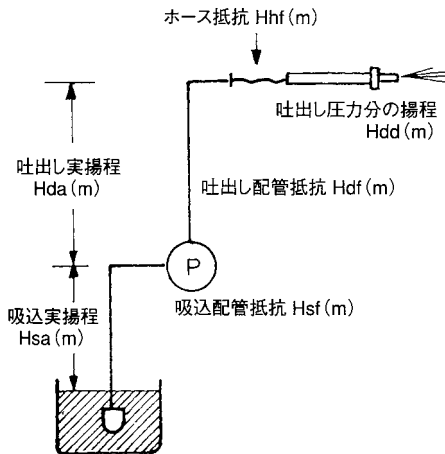
図11

図例計算を行なうと

$H = H_{sa} + H_{sf} + H_{da} + H_{df} = 5 + 1 + 10 + 2 = 18 \text{ (m)}$

#### 2) 吐出し圧力及び、吸込圧力を考慮する場合

##### ① 消火栓ポンプの全揚程



全揚程  $H = H_{sa} + H_{sf} + H_{da} + H_{df} + H_{hf} + H_{dd}$

図12

屋内消火栓のノズル吐出し圧力は0.17MPa以上 0.7MPa以下と消防法で決められています。

全揚程を計算する際には、吐出し圧力分の揚程を加える必要があります。

吐出し圧力 0.17MPa をそのまま揚程に換算すると 102 倍して約 17.3m となりますが、消防法では上記のように吐出し圧力分の揚程として 17m を加えることとされています。

消火設備の吐出し圧力

屋内消火栓ポンプ (1号の場合)

$P_d = 0.17 \text{ MPa} \sim 0.7 \text{ MPa}$

屋外消火栓ポンプ

$P_d = 0.25 \text{ MPa} \sim 0.6 \text{ MPa}$

スプリンクラー

$P_d = 0.1 \text{ MPa} \sim 1.0 \text{ MPa}$

図例

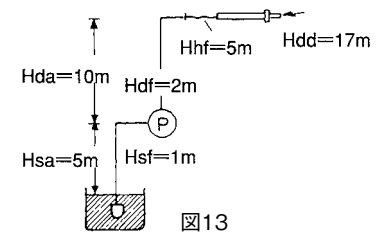
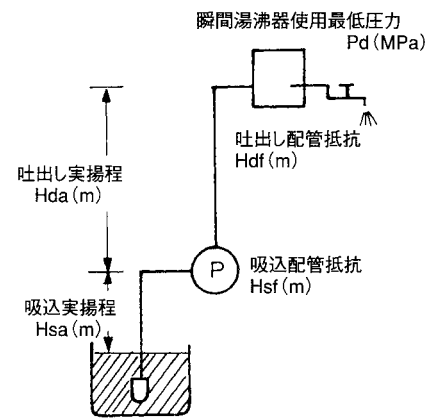


図13

図例計算を行なうと

$H = H_{sa} + H_{sf} + H_{da} + H_{df} + H_{hf} + H_{dd} = 5 + 1 + 10 + 2 + 5 + 17 = 23 + 17 = 40 \text{ (m)}$

##### ② 給湯設備の使用圧力が問題となる場合



全揚程  $H = H_{sa} + H_{sf} + H_{da} + H_{df} + P_d \times 102$

図14

瞬間湯沸かし器の最低使用圧力が0.04MPaの場合この値を全揚程計算に加算する必要があります。

使用最低圧力  $P_d$ MPa の m 換算は 102 倍します。

器具の最低圧力 (MPa)

洗浄弁	0.07MPa
一般水せん	0.03MPa
自閉水せん	0.07MPa
シャワー	0.07MPa
瞬間湯沸かし器 (大)	0.05MPa
〃 (中)	0.04MPa
〃 (小)	0.01MPa

注) 洗浄弁は最高

一般水せん最高 0.5MPa

が望ましい。

図例

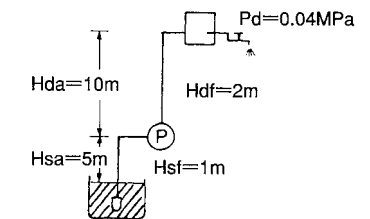
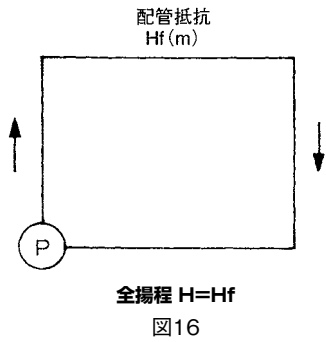


図15

図例計算を行なうと

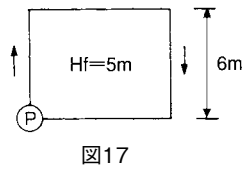
例  $H = H_{sa} + H_{sf} + H_{da} + H_{df} + P_d \times 102 = 5 + 1 + 10 + 2 + 0.04 \times 102 = 18 + 4.08 \approx 22.1 \text{ (m)}$

### ③循環ポンプ



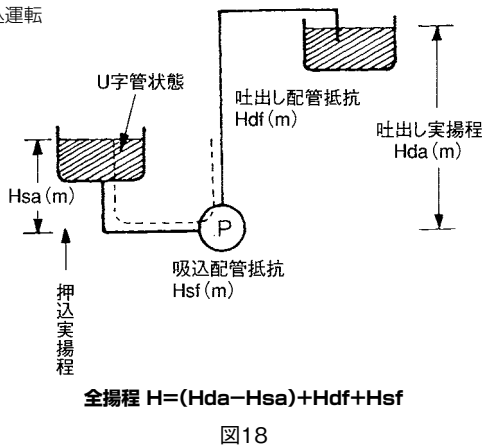
空調用等に用いられる循環ポンプは押し上げた水が自然に落下しポンプにもどってくるので実揚程は考慮する必要はありません。配管抵抗がポンプの必要な全揚程となります。

### 図例



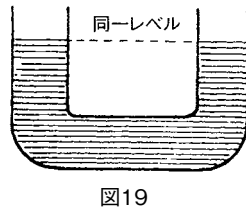
図例計算を行なうと  
 $H = H_f$   
 $= 5$  (m)

### ④押込運転

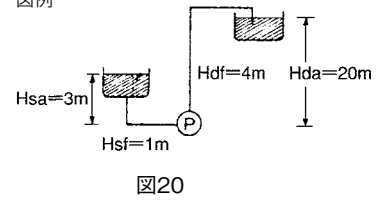


押込運転の場合は押込実揚程だけポンプの能力を小さくできます。

### U字管の原理

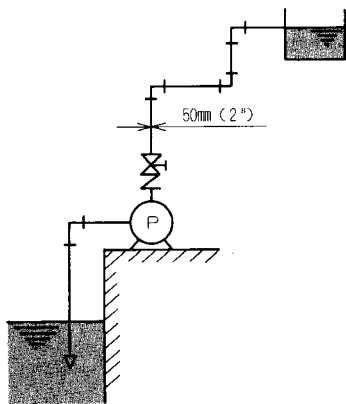


### 図例



図例計算を行なうと  
 $H = (H_{da} - H_{sa}) + H_{df} + H_{sf}$   
 $= (20 - 3) + 4 + 1$   
 $= 22$  (m)

## 3) 配管抵抗の計算例



左図の様な配管系において管径 50mm (2<sup>inch</sup>) 直管部長さ合計 120m・フート弁 1 個・エルボ 4 個・逆止弁 1 個・仕切弁 1 個の時全摩擦損失を求める。送水量は 0.2m<sup>3</sup>/min とし、管は配管用炭素鋼管とする。

直管部の長さ……………120m

配管要素の相当長さ

フート弁の相当長さ 1 個……………8.4m 下表より 逆止弁の相当長さ 1 個……………4.0m 下表より

仕切弁の相当長さ 1 個……………0.39m 下表より エルボの相当長さ 1 個……………2.1m 下表より

4 個 2.1×4=8.4m

配管要素の全相当長さ……………21.19m

管径総管長……………141.19m

すなわちこの配管径では管長 141.19m の直管の損失水頭を求めることにより配管要素を含む損失水頭を得ることが出来る。

次ページ図 22 より 0.2m<sup>3</sup>/min (200ℓ/min) の流量と管径 50mm (2<sup>inch</sup>) との交点から摩擦損失水頭 9m/100m (90mmAq/m) を得ます。

従って管長 141.19m に於ける損失水頭は

$$hf = 9\text{m} \times 1.4119 = 12.707\text{m}$$

すなわち約 12.7m となります。

実際にはこの値に経年変化等を考慮し余裕を持ったものとします。

## 4) 配管抵抗計算の資料

### ①管継手類および弁類の相当管長

表1

呼び径 種別	15 ( $\frac{1}{2}$ " )	20 ( $\frac{3}{4}$ " )	25 (1" )	32 (1 $\frac{1}{4}$ " )	40 (1 $\frac{1}{2}$ " )	50 (2" )	65 (2 $\frac{1}{2}$ " )	80 (3" )	100 (4" )	125 (5" )	150 (6" )	200 (8" )	250 (10" )
90°エルボ	0.6	0.75	0.9	1.2	1.5	2.1	2.4	3.0	4.2	5.1	6.0	6.5	8.0
45°エルボ	0.36	0.45	0.54	0.72	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	3.7	4.2
90°T(分流)	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	3.0	3.6	4.5	6.3	7.5	9.0	14	20
90°T(直流)	0.18	0.24	0.27	0.36	0.45	0.6	0.75	0.9	1.2	1.5	1.8	4.0	5.0
仕切弁	0.12	0.15	0.18	0.24	0.3	0.39	0.48	0.63	0.81	0.99	1.2	1.4	1.7
玉形弁	4.5	6.0	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	24	37.5	42	49.5	70	90
アングル弁	2.4	3.6	4.5	5.4	6.6	8.4	10.2	12	16.5	21	24	33	43
逆止弁	1.2	1.6	2.0	2.5	3.1	4.0	4.6	5.7	7.6	10	12	15	19

注) フート弁はアングル弁と同じ。逆止弁はスイング形の場合。

引用文献：空気調和衛生工学便覧より

②各種配管の摩擦損失水頭

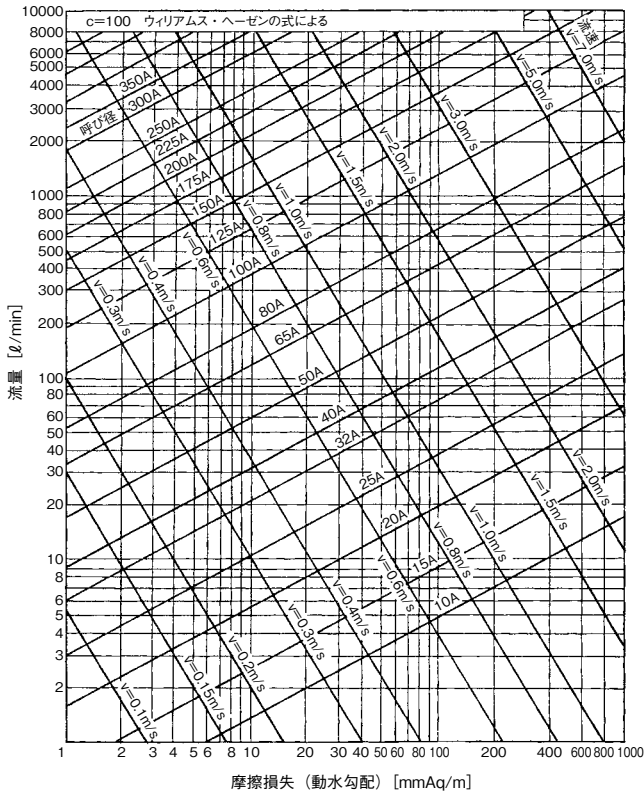


図22. 配管用炭素鋼鋼管 (JIS G 3452) 流量線図 (HAS-S 206-1982)

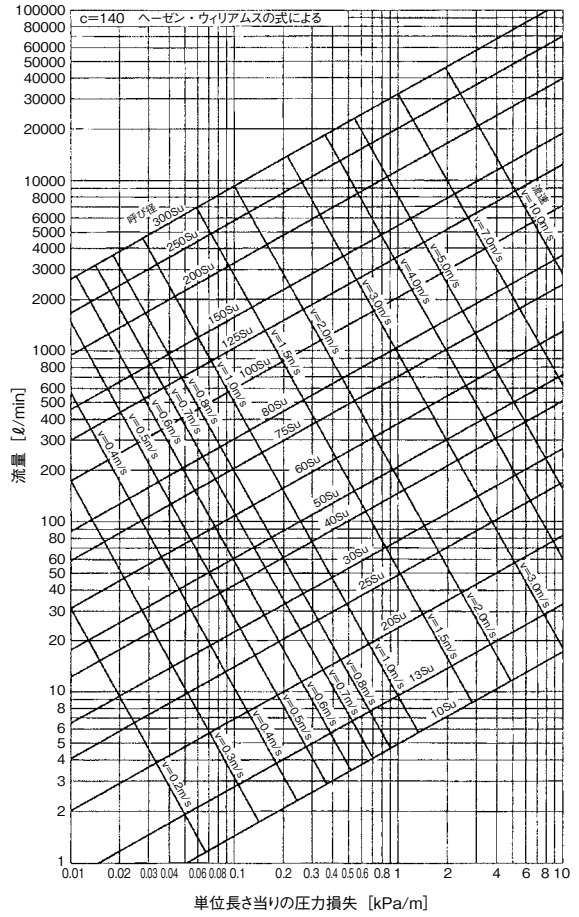


図23. 一般配管用ステンレス鋼管流量線図 (SHASE-S 206-2009)

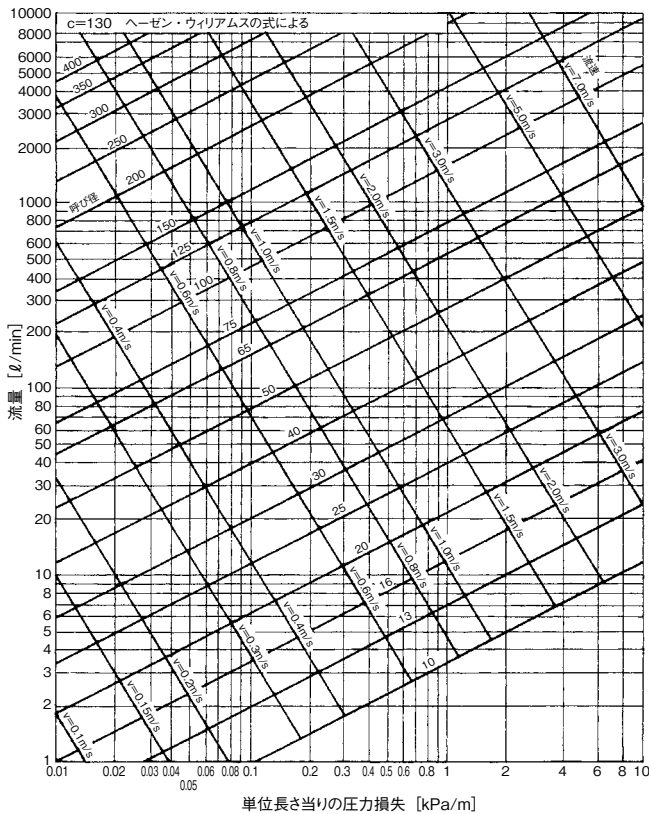


図24. 硬質塩化ビニル管流量線図 (SHASE-S 206-2009)

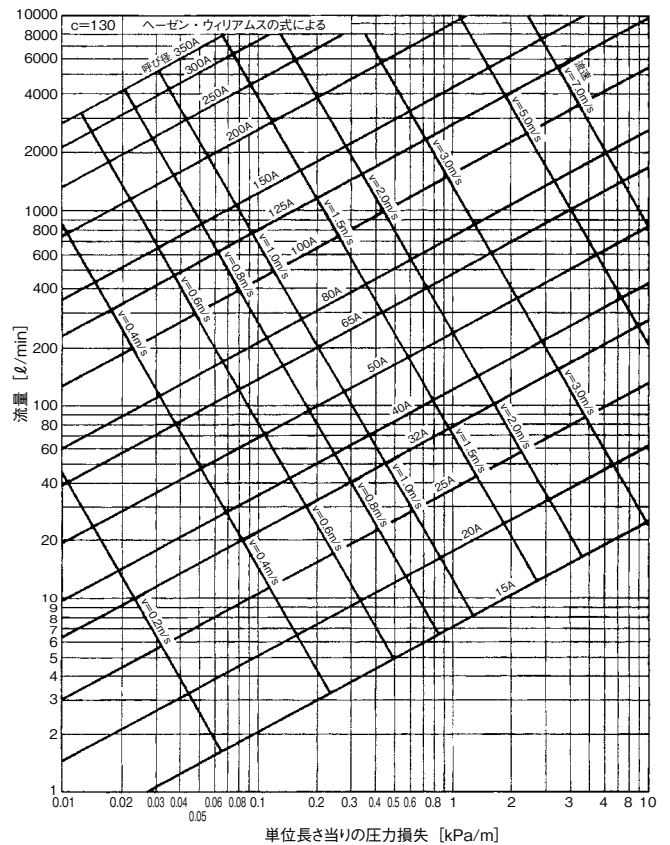


図25. 硬質塩化ビニルライニング鋼管流量線図 (SHASE-S 206-2009)

ポンプ選定資料

各種配管の摩擦損失水頭

振動・騒音規制

ポンプ構造

取扱について

耐蝕・耐薬品性

公共建対比表

結線方法

回転機保護方式

周波数・電圧

単位換算表



## 5) 給水管径の決定について

給水管径を決定する方法には、いろいろな方法がありますが、下表に示したものは、小規模の建物あるいは枝管部分の給水管径を簡略に求める方法として使用されるものである。この表は25mm 管は15mm 管の4.1 本分の水量を流す、つまり15mm 管4.1 本と25mm 管1 本とは流量関係において均等であるという意味である。

表2. 配管用炭素鋼鋼管均等表

枝管 主管	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
15	1										
20	2.2	1.9									
25	4.1	3.7	1								
32	8.1	5.6	2.0	1							
40	12.1	12.1	2.9	1.5	1						
50	22.8	10.6	5.5	2.8	1.9	1					
65	44.0	20.3	10.7	5.4	3.6	1.9	1				
80	69.4	32.0	16.8	8.5	5.7	3.0	1.6	1			
100	140.0	64.5	33.8	17.2	11.5	6.1	3.2	2.0	1		
125	247	114	60.0	30.4	20.4	10.8	5.6	3.6	1.8	1	
150	387	179	93.9	47.7	31.9	17.0	8.8	5.6	2.8	1.6	1

引用文献：空気調和衛生工学便覧より

## 6) 水温と吸上高さの関係

小型ポンプの吸上高さは通常6mとされているが、特に温水の場合に問題となるので、片吸込渦巻ポンプについては最大実吸上高さを下表に示す。

表3

水の温度 (°C)	0	20	50	60	70	80	90	100
理論上の吸上高 (m)	10.336	9.685	9.042	7.894	7.208	5.562	2.926	0
実吸上高 (m)	7.0	6.5	4.0	2.5	0.5	0	-3	-7

## 1-4. 計器による全揚程測定

現場で運転しているポンプの全揚程は、真空計、圧力計、連成計で測定できます。

①真空計→吸込実揚程と吸込配管抵抗を加算した値を示します。

真空計の単位はMPaでmへの換算は次のようになります。

$$x\text{MPa} \rightarrow x \times 102 \rightarrow 102xm$$

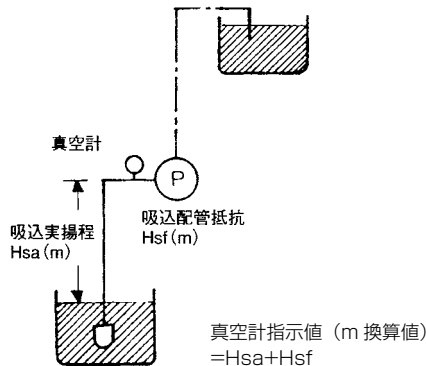


図26

②圧力計→圧力計取付位置以降の吐出し実揚程と吐出し配管抵抗を加算した値を示します。

圧力計の単位はMPaでmへの換算は次のようになります。

$$x\text{MPa} \rightarrow x \times 102 \rightarrow 102xm$$

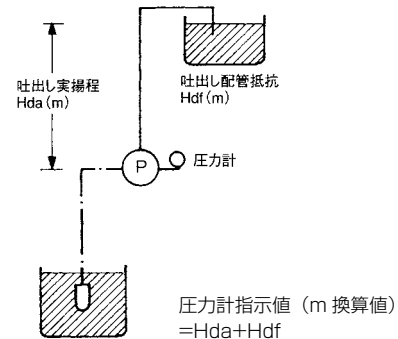


図27

③連成計は真空計と圧力計の両方の機能を持った計器です。

④ポンプの全揚程は図28の配管では

$$H = (Hsa + Hsf) + (Hda + Hdf)$$

$$\text{真空計指示値 (m換算値)} = Hsa + Hsf$$

$$\text{圧力計指示値 (m換算値)} = Hda + Hdf$$

ですので結局以下のようになります。

$$\text{全揚程 } H \text{ (m)} = \text{真空計指示値 (m換算値)} + \text{圧力計指示値 (m換算値)}$$

⑤測定高差による計算値補正

実際には図29のように通常圧力計は真空計よりも高い位置に取付られますのでその補正をしてやる必要があります。取付位置の高差を測定高差と呼び、次の様な全揚程計算となります。

$$\text{全揚程 } H \text{ (m)} = \text{真空計指示値 (m換算値)} + \text{圧力計指示値 (m換算値)} + \text{測定高差}$$

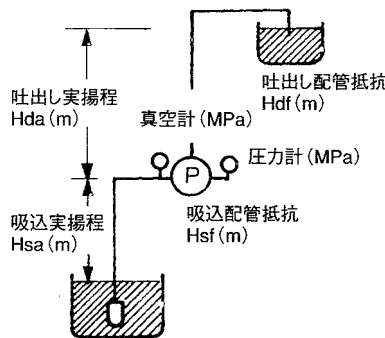


図28

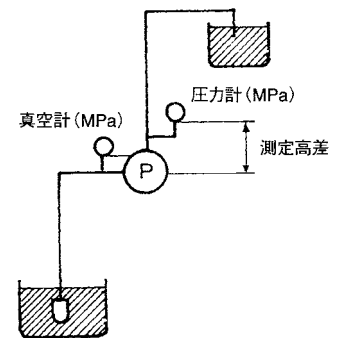


図29

1-5. ポンプ性能の見方

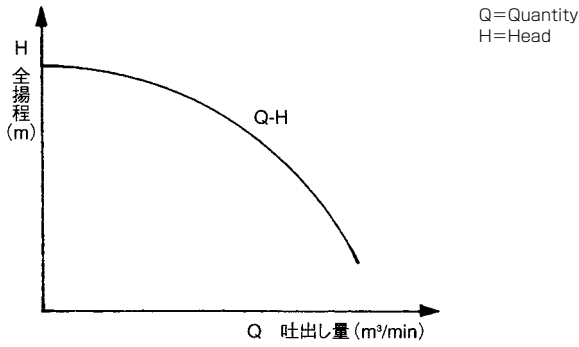


図30

ポンプの性能を表すのに特性曲線というものを用います。そのうちの吐出量と全揚程の関係を表わした曲線を図に示します。吐出量を Q、全揚程を H で表わし、図 30 の曲線を Q-H 曲線と呼ぶことにすると、Q-H 曲線は右下りの曲線であるという事ができます。

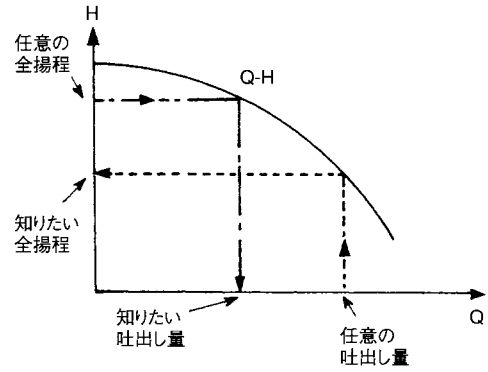


図31

ポンプの特性を表わす Q-H 曲線があれば、任意の吐出量における全揚程を、逆に任意の全揚程における吐出量を知る事ができます。

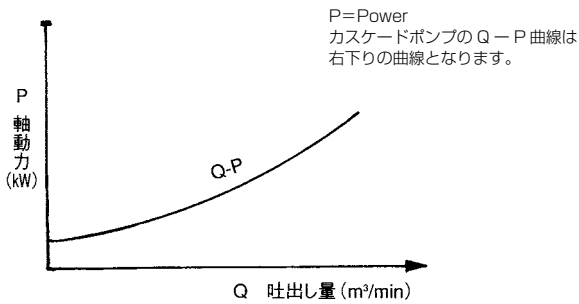


図32

ポンプの吐出量 Q と、その時ポンプが必要とする軸動力 P との関係を図 32 にします。この Q-P 曲線は、右上りの曲線となります。

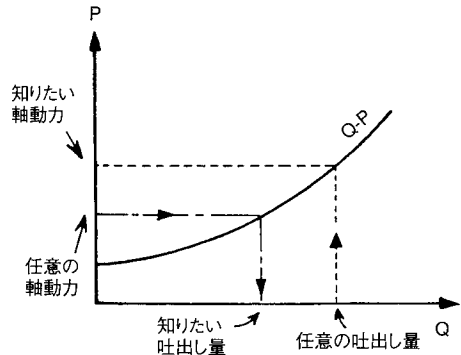


図33

あるポンプの特性を表わす Q-P 曲線があれば、任意の吐出量における軸動力を逆に任意の軸動力における吐出量を知る事ができます。

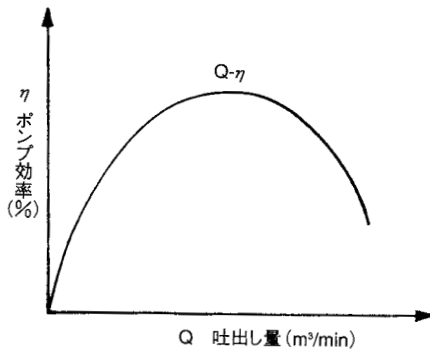


図34

図 34 に吐出量 Q とその時のポンプ効率 η の関係を示します。Q-η 曲線は山なりの曲線となり、ある吐出量において、ポンプ効率 η は最大となります。Q-η 曲線も Q-H 曲線、Q-P 曲線と同様に任意の Q、η のそれぞれの関係がわかります。

ポンプを運転するには、効率最大となる吐出量近くで行なうのが理想的です。

## 1-6. 抵抗曲線

配管抵抗  $H_f = KQ^2$

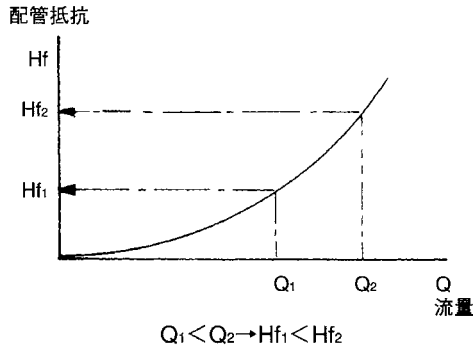


図35

配管抵抗は流量の 2 乗に比例するという関係があります。これを図で示せば左のようになります。  
この曲線を抵抗曲線といいます。式または図 35 から流量が多い程配管抵抗も大きい事がわかります。

K は係数で配管径が大きくなると逆に小さくなります。

ダーシーの公式

$$H_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{u^2}{2g}$$

$$u = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2 \times 60}$$

- Hf : 配管抵抗 (m)
- $\lambda$  : 係数
- L : 配管の長さ (m)
- D : 管径 (m)
- u : 流速 (m/s)
- g : 重力の加速度 (約 9.8m/s<sup>2</sup>)
- Q : 流量 (m<sup>3</sup>/min)

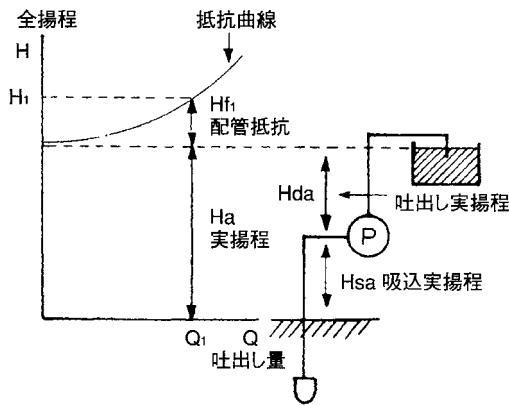


図36

ある現場においてポンプを吐出量  $Q_1$  で運転させる場合必要なポンプの全揚程  $H_1$  は吸入実揚程  $H_{sa}$  と吐出実揚程  $H_{da}$  を加えた実揚程  $H_a$  と吐出量  $Q_1$  が配管内を流れた場合に発生する配管抵抗  $H_{f1}$  を加算した値となるのは前述したとおりです。  
この関係は図 36 のとおりです。

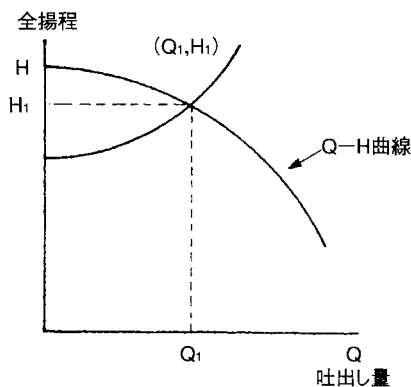


図37

現場において吐出量  $Q_1$  を送水するために必要なポンプの全揚程が  $H_1$  の場合ポンプの  $Q-H$  曲線がこの  $(Q_1, H_1)$  を通るものを選定する必要があります。

ポンプ選定資料

ろ過装置選定資料

振動・騒音規制

ポンプ構造

取扱いについて

耐蝕・耐薬品性

公共建対比表

結線方法

回転機保護方式

周波数・電圧

単位換算表



ポンプ選定資料

ろ過装置選定資料

振動・騒音規制

ポンプ構造

取扱について

耐蝕・耐薬品性

公共建対比表

結線方法

回転機保護方式

周波数・電圧

単位換算表

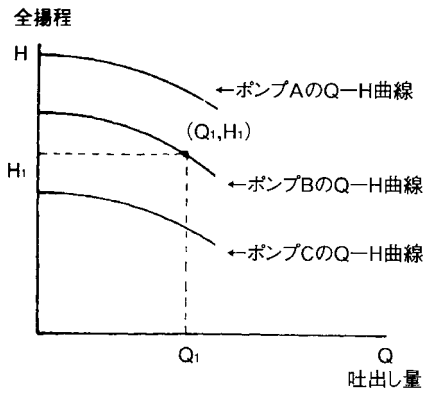


図38

選定図でポンプを選定するという事は計算で求めたある現場に必要なポンプの吐出し量  $Q_1$  と全揚程  $H_1$  で決まる一点  $(Q_1, H_1)$  を通る  $Q-H$  曲線をもつポンプを見つける作業に他なりません。  
 図 38 では  $(Q_1, H_1)$  の点を通る  $Q-H$  曲線をもつポンプ B を選定する必要があります。

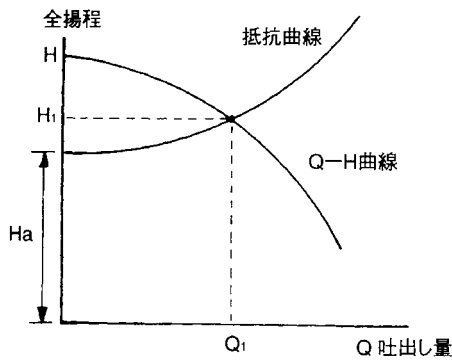


図39

以上の事を別の考え方で表現すると、あるポンプの  $Q-H$  曲線とそのポンプを使用する現場の抵抗曲線の交点の吐出し量  $Q_1$  全揚程  $H_1$  でポンプは運転するとも言えます。

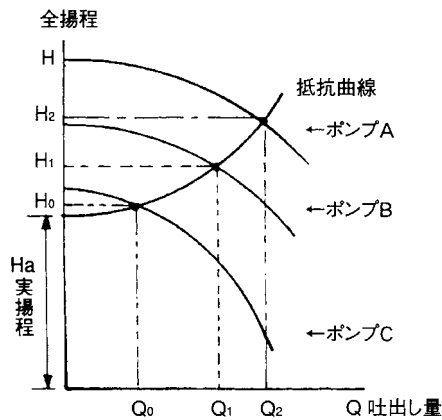


図40

たとえば図 40 のような実揚程、抵抗曲線の現場でポンプ B が吐出し量  $Q_1$ 、全揚程  $H_1$  で運転している場合、この現場にポンプ B より性能の大きなポンプ A を使用すると吐出し量  $Q_2$ 、全揚程  $H_2$  で運転します。すなわち吐出し量が増加します。  
 B より性能の小さいポンプを使用すると吐出し量  $Q_0$ 、全揚程  $H_0$  で運転します。すなわち吐出し量が減少します。

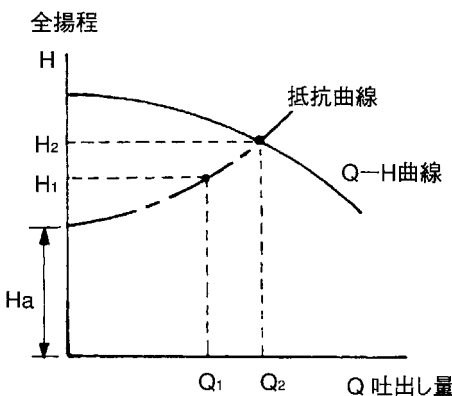


図41

吐出し量  $Q_1$  で全揚程  $H_1$  をもつポンプが必要であった場合に、余裕をみて図 41 のような  $Q-H$  曲線を持つポンプを選定すると、実際には吐出し量  $Q_2$ 、全揚程  $H_2$  の運転点となるため計画していたよりも大きな吐出し量で運転することになります。

## 1-7. 水量調整について

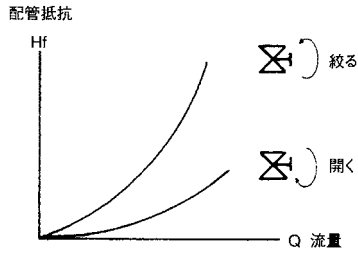


図42

バルブの抵抗曲線も同様に表わす事ができます。あるバルブを絞った場合の抵抗曲線と開いた場合の抵抗曲線を図42に示します。どの流量においても絞った場合の配管抵抗の方が大きくなります。

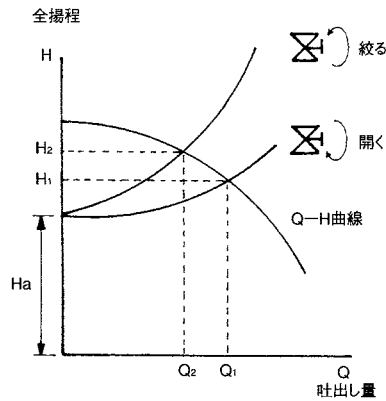


図43

この原理を利用してバルブによりポンプの水量調節を行ないます。ポンプの運転点はそのQ-H曲線と抵抗曲線の交点で決まるという事は前述した通りですが、この抵抗曲線をバルブ操作により変えて、運転点を変化させ、必要な吐出量を得ることが出来ます。

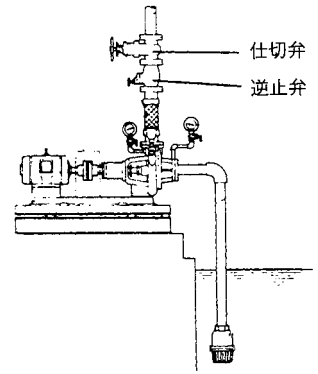


図44. 配管例

## 1-8. ポンプ性能と羽根車の関係

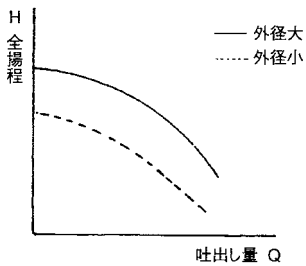


図45

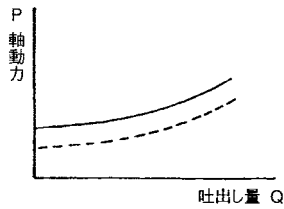


図46

(1) 羽根車の外径  
羽根車の外径が大きくなりますとポンプの吐出量、全揚程、軸動力もそれにつれて大きくなります。

計算例

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

D1 D2 : 羽根車外径  
Q1 Q2 : 吐出量  
H1 H2 : 全揚程  
P1 P2 : 軸動力

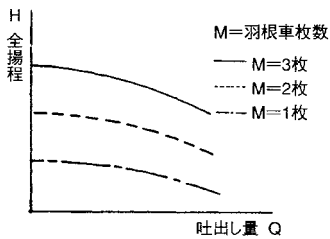


図47

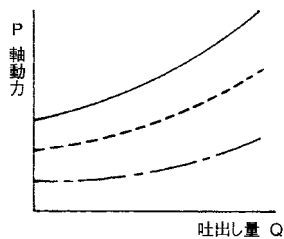


図48

(2) 羽根車の枚数  
羽根車を2枚以上直列に組合わせたものを多段ポンプと言いますが、その羽根車枚数に比例してポンプの全揚程、軸動力も大きくなります。

$$Q_1 = Q_2$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

M1 M2 : 羽根車枚数  
Q1 Q2 : 吐出量  
H1 H2 : 全揚程  
P1 P2 : 軸動力

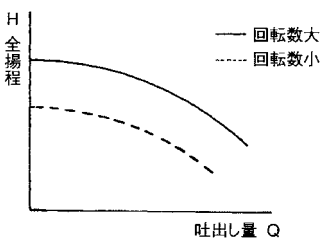


図49

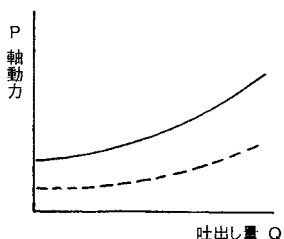


図50

(3) 羽根車の回転数  
羽根車の回転数が大きくなるとポンプの吐出量、全揚程、軸動力もそれにつれて大きくなります。可変速ポンプはこの性質を利用して回転数を増減しながら吐出量を一定に保ちます。また60Hz用ポンプを50Hz地区で使用すると性能不足となり、また50Hz用ポンプを60Hz地区で使用すると馬力オーバーするのにも上記の性質があるからです。

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$$

N1 N2 : 回転数  
Q1 Q2 : 吐出量  
H1 H2 : 全揚程  
P1 P2 : 軸動力

ポンプ選定資料

過装置選定資料

振動・騒音規制

ポンプ構造

取扱いについて

耐蝕・耐薬品性

公共建対比表

結線方法

回転機保護方式

周波数・電圧

単位換算表

### 1-9. ポンプの並列運転と直列運転

#### 1) 並列運転

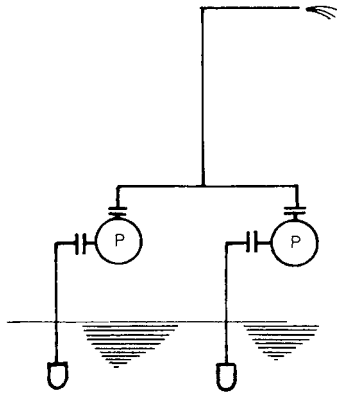
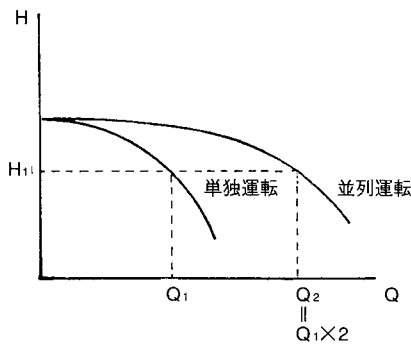


図51

ポンプを図 51 のように配置して 2 台同時に運転する方法を並列運転といいます。これに対しポンプ 1 台の運転を単独運転といいます。単独運転時の Q-H 曲線と並列運転時の 2 台のポンプの性能を総合した Q-H 曲線の関係は図 52 のようになります。すなわち同一全揚程  $H_1$  について吐出量  $Q_1$ 、 $Q_2$  を比較すると並列運転時  $Q_2$  は単独運転時の  $Q_1$  の 2 倍となっているといえます。

実際にはポンプ運転点は抵抗曲線と Q-H 曲線の交点で決まりますので図 53 のように単独運転した場合に  $Q_1$  の吐出量であったとしますと、並列運転の場合  $Q_2'$  の吐出量となります。図から明らかなように  $Q_2' < Q_2$  の関係があり、単独運転時の水量の 2 倍が並列運転時に出るわけではなく実際は 2 倍よりも少ない吐出量となっています。



2 台のポンプの性能は同一とします。

図52

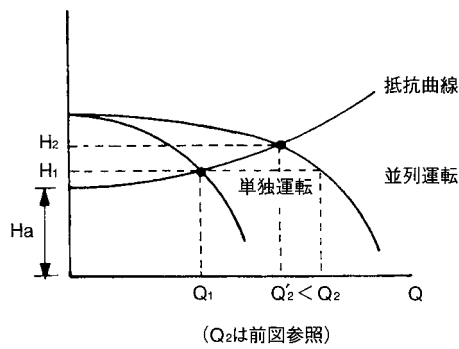


図53

#### 2) 直列運転

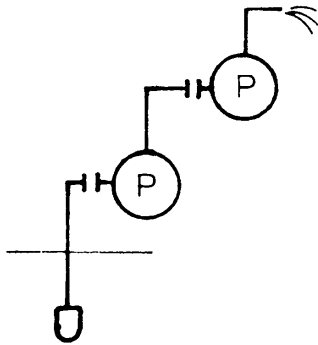


図54

図 54 の様に配置した場合は同一吐出量  $Q_1$  において全揚程  $H_1$ 、 $H_2$  を比較すると直列運転時の  $H_2$  は単独運転時の  $H_1$  の 2 倍となっています。

実際にはポンプ運転点は抵抗曲線と Q-H 曲線の交点で決まりますので図 56 のように単独運転した場合に  $Q_1$  の吐出量であったとしますと、直列運転の場合  $Q_2$  の吐出量となります。

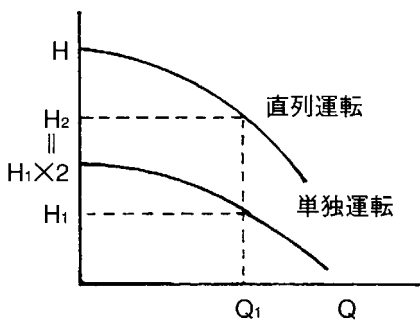


図55

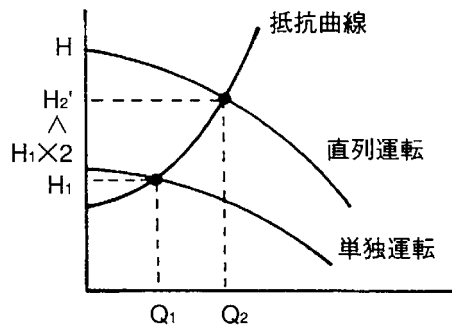


図56