

第三十六章 嘴筒 及び 嘴筒構場

(195) 嘴筒送水ノ必要 自然流下ニヨツテ配水方式中ニ所要壓力ヲ與ヘルベク餘リニ水源ガ低イ凡テノ場合ニ於テ、都市給水ニ對スル水ノ嘴筒送水が必要デアル。

上水道嘴筒構場ノ目的ハ充分ナル量ノ水ヲ壓力下ニ置キ、又ハ自然流下ニ依ツテ利用セラレ得ル高サ迄水ヲ揚ゲ、以テ豫期セラレル水ノ凡テノ需要ニ適合セシメントスルモノデアル。此需要水量ハ家事用水量ハ勿論消火用水量其他水量ヲモ含ムモノデアル。

嘴筒構場ハ直接、間接及ビ直間接原則ニテ操作セラレル上水道方式ノ必須ナル部分デアル。直接方式(Direct system)ハ高架貯溜水ヲ有セズシテ水ヲ配水方式中ニ直接ニ嘴筒送水セントスルモノデアル。之ハ嘴筒構場ノ可變操作ヲ必要トシ、此ノタメニ比較的低小ナル構場效率ヲ生ズルモノデアル。間接方式(Indirect system)ハ凡テノ水ガ高地配水池又ハ高架水槽へ嘴筒揚水セラレテ、之カラ水ガ重力ニ依ツテ配水方式中ニ流下セントスルモノデアル。此方式ハ水源ト給水スペキ市トノ間ニ於テ水ヲ高所ニ貯溜シ得ルコトが必要デアル。間接方式ハ構場效率ノ高イコトト從ツテ經濟的デアルト云フ見解カラ大イニ推奨セラレルベキモノデアル。

特ニ小構場及ビ中位ノ大イサノ構場ニ於ケル最モ一般的ノ方法ハ直間接方式(Direct-indirect system)デアル。此場合ニ於テハ水ハ殆ンド一樣ノ割合デ配水方式中ヘ直接ニ嘴筒送水セラレル。需要水量ガ水ガ嘴筒送水セラレル割合ヨリモ少量デアル時ニハ、餘剩水ハ高所貯溜槽ヘ流入スル。需要水量ガ嘴筒場カラ供給セラレル量ヨリモ大デアル時ニハ、水ハ貯溜槽カラモ配水方式中ニ流入スル。此場合ニ於テ貯溜槽ハ平衡池(Balancing reservoir)ト

稱シ得ルモノデアル。

(196) 喷筒揚水ノ基礎原理 喷筒揚水ハ流體ヲ一層高イ所ヘ揚ゲル目的デ流體ニ動力ヲ加ヘル方法デアル。水ヲ揚ゲルニ用ヒル凡テノ考案ハ之ヲ三原則ニ分ケルコトヲ得ル。即チ (1) ばけつと揚水 (Bucket lift), (2) 吸込揚水 (Suction lift), (3) 圧力揚水 (Pressure lift) 之デアル。大抵ノ噴筒ハ吸込ト壓力ト併用シテ操作スル。ばけつと揚水ハ水ノ少量ニ對シテノミ實行セラレルモノデ、此方法ハ上水道工法ニ於テハ殆ンド採用セラレナイ。

吸込ニ依ツテ揚水スル原理ハ空氣が排出セラレタル密閉容器中ヲ或距離、水ガ上昇スルモノデアル。理論上カラ云フト水ハ此方法ニ依ツテ水柱ノ語テ測ツテ大氣壓ニ等シ高サ迄上昇スルコトガ出來ルワケデアル。吸揚程 (Suction lift) ハ 10.2 米 (=34 託) ヲ超過スルコトガ出來ナイ、而シテ實地ニ於テハ之ヨリモ相當ニ小デアル理由ハ吸水管 (Suction pipe) 中ノ摩擦損失ト空氣ヲ完全ニ排出スルコトヲ妨ゲル機械的困難トニ原因スル。製作者ハ $15.5^{\circ}C$ (=60°F) ノ水温ニテ海面ニ於テ吸揚程ノ次ノ限界ヲ推薦シテキル、渦巻噴筒、4.5 米、往復噴筒 6.6 米。地盤高及ビ溫度ノ變化ニ對シテ餘裕ヲ探ラネバナラヌ。摩擦損失ハ注意シテ算定セネバナラヌ。

理論上、高サ h m ヲ通シテ每秒ニ水ノ W/kg ヲ揚ゲル際ニ、噴筒ニ依ツテ爲サレル仕事ハ $Wh \cdot kg \cdot m/sec$ デアル。併シ之ハ噴筒ノ全仕事ヲ示サナイ、何トナレバえねるぎ一ノ或量ハ流速ヲ生ジ又摩擦抵抗ニ打勝ツタメニ費消セラレネバナラヌカラデアル。噴筒 J 效率 (Efficiency) ハ爲サレル仕事ト消費セラレル仕事トノ比デアル。

噴筒ノ効率が既知デアルナラバ、噴筒ヲ操作スルニ要スル馬力ハ之ヲ算定スルコトヲ得ル。例ヘバ 62% ノ効率ヲ有スル噴筒ヲ以テ 60 米ノ高サマデ毎分ニ 2.28 立方米ノ水ヲ揚ゲルタメニ、毎秒ニ噴筒ニ依ツテ消費セラレル仕事ヘ次ノ通り。

$$\frac{2.28 \times 1,000 \times 60}{60 \times 0.62} = 3,680 \text{kg} \cdot \text{m}$$

(水ノ $1m^3$ ハ $1,000 \text{kg}$ トス)

$$3,680 \div 76 = 48.5 \text{H.P.}$$

(1 馬力 = $76 \text{kg} \cdot \text{m/sec}$)

之ハ噴筒ニ適用セラレバナラヌ正味馬力 (又ハ制動馬力、Brake horsepower) デアル。之ハ原動機中ニ起ル工率ノ損失ヲ含ンデ居ラナイ。

(197) 原動機 原動機 (Prime mover) ハ噴筒及ビ其他ノ機械ノ操作ニ對シテ必要ナル動力ヲ發生スルタメニ用ヒラレル裝置デアル。上水道噴筒ノ操作ニ對スル動力ハ蒸氣機關、蒸氣たーびん、電動機、瓦斯機關、でい、一ぜる・えんぢん及ビ水力たーびん等ヲ用ヒテ得ラレル。或ル一定噴筒構場ニ對スル原動機ノ選擇ハ操作ノ信頼性及ビ經濟ノ考慮ヲ基礎トスペキモノデアル。大噴筒構場ハ普通ニ蒸氣デ操作セラレル理由ハ蒸氣ガ其構場デ發生セラレ得ルコト、斯クノ如キ構場ハ外部ノ影響ヲ全ク受ケナイコトト、大噴筒構場ハ此種類ノ動力ニ依ツテ經濟的ニ操作セラレ得ルカラデアル。

電動力、送電設備ノ信頼性、及ビ電動機ヤ渦巻噴筒ノ改善ノタメニ、噴筒構場ニ對スル原動機トシテ電動機が今ヤ廣ク用ヒラレル。之ノ利トスル所ハ煙ヤ塵芥ヲ生ゼズ、操作が靜カデアリ、電動機及ビ噴筒ニ對シテ要スル床面積が小デアルコトデアル。之ノ主要ナル不利ハ送電線ヤ發電裝置ノ事故ノタメニ動力が得ラレナイ可能性ガアルコトデアル。異ナレル發電構場カラノ送電線ヲ相互ニ連絡シ、少ナクトモ別々ノ二線デ構場マデ電力ヲ持ツテ來ル可能性ガ此型式ノ動力ノ信頼性ヲ大イニ増加シタモノデアル。併シ常ニ望マシイコトハ電動噴筒構場ニ於テ他源ノ補助動力ヲ用意シテ置クコトデアル。

瓦斯機關ハ操作費ガ大デアルタメニ上水道噴筒ニ對スル主要ナル動力トシテハ屢ハ用ヒラレナイ。併シ之ハ補助用動力ノ甚ダ有用ナル源デアル。此機關ハ數馬力カラ 300 馬力マデノ大イサノモノガ得ラレル。速度ハ普通ニ毎分 720~1,500 回轉デアルカラ、此範圍ノ速度ニ於テ渦巻噴筒ト直結スルニ充分

適當スル。

でいーゼル(Diesel)及ビセミ・でいーゼル・えんぢんハ燃料ニ對シテ原油ヲ用ヒル。之ハ甚だ經濟的デアル。完全でいーゼル油えんぢんハ一正味馬力(又ハ制動馬力)ニツイテ油ノ凡ソ 0.22kg ノ燃料ヲ消費スル。せみ・でいーゼルハ凡ソ之ヨリ 10% 多イ燃料ヲ用ヒル。水頭又ハ速度ノ相當ナル範囲ニ亘リテ消費燃料ニ多クノ差違ハナイ。でいーゼル及ビセミ・でいーゼル・えんぢんハ $\frac{1}{2}$ カラ全速度マデニ於テ満足ニ操作スルガ多クノ負荷ヲ支持セシメテハナラヌ。でいーゼル・えんぢんニ依ツテ運轉セラレル唧筒構場ノ全工程(Overall duty)ハ大ナル三段膨張蒸氣唧筒ヲ除イテハ他ノ型式ニ依ツテ得ラレル工程ヨリモ大デアル。此事實ガ中小容量ノ送水唧筒構場ニ於テ原動機トシテでいーゼル・えんぢんヲ考慮スル價值アラシメルモノデアル。

水力ハ唧筒揚水ニ對スル恐ラク最モ満足ナル動力源デアル。之ハ最モ經濟的デアルガ、其信頼性ハ勿論河川流量ノ準備セラレテ居ル調節法ニ關係スルモノデアル。斯クノ如キ動力ハ唧筒構場ノ位置ニ於テ利用セラレ得ルコトハ屢デハナイ。一年ノ大抵ノ時期中、充分ナル水力ガ利用セラレ得ル場合ニハ、補助動力トシテ蒸氣ヲ用ヒルコトニ依ツテ唧筒揚水ニ於ケル相當ナル經濟ガ得ラレルモノデアル。

(198) 唸筒ノ分類 上水道用唧筒ノ分類ハ、原動機ニ依ツテ供給セラレルえねるぎーヲ水ニ與ヘルニ用ヒラレル方法ニ關シテ、爲サレルヲ便利トスル。即チ(A)ピストン及ビプランヂヤー唧筒、(B)渦巻唧筒、(C)氣揚唧筒デアル。普通ニ用ヒラレル唧筒ノ種々ノ型式ハ次ノ如ク上ノ分類ノ下ニ分ケラレル。

(A) ピストン及ビプランヂヤー唧筒 (Piston and plunger pump)

- (1) 鉛直、三段膨脹、くらんく・えんど・ふらいほいーる唧筒機關 (Vertical, triple expansion crank and flywheel pumping engine)
- (2) 鉛直、こんばうんど、くらんく・えんど・ふらいほいーる唧筒機關 (Vertical compound, crank and flywheel pumping engine)

- (3) 水平、くろす・こんばうんど・くらんく・えんど・ふらいほいーる唧筒機關 (Horizontal, cross-compound crank and flywheel pumping engine)
- (4) 多圓筒膨脹又ハ單一圓筒ヲ有スル水平及ビ鉛直、直働唧筒機關 (Both horizontal and vertical direct-acting pumping engines either with multiple-cylinder expansion or with single cylinder)
- (5) くらんく軸カラ直接ニ又ハ減速裝置ニ依ツテ電動機ヲ以テ運轉セラレル雙聯唧筒又ハ三聯唧筒 (Duplex or triplex pump driven by electric motor either directly from the crankshaft or through reduction gears)
- (6) 減速裝置ニ依ツテ内燃機關ヲ以テ運轉セラレル雙聯又ハ三聯唧筒 (Duplex or triplex pump driven by an internal-combustion engine through reduction gears)
- (7) 深井唧筒、蒸氣動ぶらんぢやー型 (Deep well pumps, steam-driven plunger type)
- (8) 減速裝置ニ依ツテ電動機ヲ以テ運轉セラレル深井往復唧筒 (Deep well reciprocating pumps driven by electric motor through reduction gears)
- (9) 減速裝置ニ依ツテ内燃機關ヲ以テ運轉セラレル深井往復唧筒 (Deep well reciprocating pumps driven by internal-combustion engines through reduction gears)

(B) 渦巻唧筒 (Centrifugal pump)

- (1) 減速裝置ヲ有スル蒸氣たーびん動渦巻唧筒 (Steam turbine driven centrifugal pump with reduction gears)
- (2) 直接ニ又ハ減速裝置ニ依ツテ運轉セラレル内燃機關動渦巻唧筒 (Internal-combustion engine driven centrifugal pump driven directly or through reduction gears)
- (3) 普通ニ直結デアル水平又ハ鉛直電動機動渦巻唧筒、此型式ノ深井唧筒ヲ含ム (Horizontal or vertical electric motor driven centrifugal pump, usually direct connected, including deep well pumps of this type)
- (4) 單流蒸氣機關動、直結渦巻唧筒 (Uniflow steam engine driven, direct connected centrifugal pumps)
- (5) 水力たーびん動渦巻唧筒 (Hydraulic turbine driven centrifugal pumps)

(C) 氣揚唧筒 (Air lift pump)

- (1) 井中ノ水ノ中へ比較的深イ所マデ壓縮空氣ヲ壓入スルコトニ依ツテ、水ヲ揚ゲル方法ヲ利用スル凡テノ装置、是等ハ深井唧筒デアル。

(199) 喷筒機関 (Pumping engine) 喷筒機関ハ蒸氣機関ト喷筒ト一機械トシテ組合セタルモノデアル。此語ハ普通ニハ1日ニツキ少ナクトモ3,800立方米ノ容量ヲ有スル機械ニ適用セラレル。喷筒機関ノ多クノ異ナレル種類が製作セラレテ上水道用途ニ對シテ操作セラレテ居ルガ、喷筒ノ他ノ型式ニ於テ爲サレタル改良ガ、都市上水道喷筒場ニ於テ要セラレル普通ノ用途ニ對シテ他ノ喷筒機械ノ唯一ノ大切ナル競敵トシテ鉛直、三段膨脹及ビこんばうんど・くらんく・えんど・ふらいほいーる喷筒機関ヲ殘シタルモノデアル。大喷筒場ノ容量ヲ增加スルコトが必要デアツタ多クノ場合ニ於テ、蒸氣たーびん勧渦巻喷筒が設置セラレタモノデアルガ、勿論上記型式ノ喷筒機関ガ元來ノ施設ヲ構成セルモノデアル。

(200) 喷筒機関ノ工程 (Duty) 之ハ種々ニ定義セラレテ居ル、即チ石炭ノ100封度ニツキ、又ハ乾燥蒸氣ノ1,000封度ニツキ、又ハ機関ニ與ヘラレル1,000,000 B.t.u. (B.t.u.ハ英式熱量單位ノ略稱) ニツイテ出サレル仕事ノ呪封度 (1,000,000ヲ單位トスル) ノ數トシテ定義セラレル。

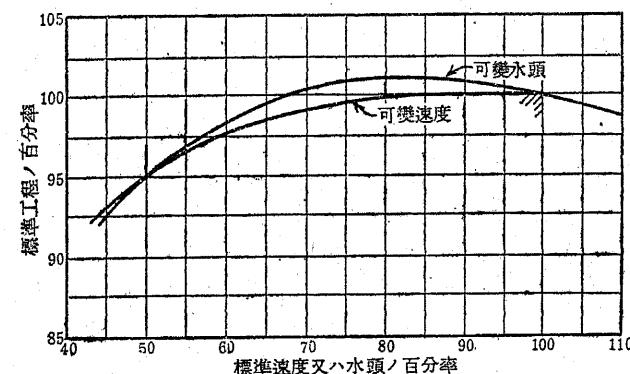
B.t.u. (British thermal unit) ノ定義ハ次ノ通り。水が最大密度ノ點ニ又ハ其近クニ在ル時ニ純粹ノ水ノ1封度ヲ華氏溫度1度上ゲルえねるぎーノ量デアル。此えねるぎーノ量ハ778呪封度デアル。石炭ノ品質ハ差異ガアルカ

第58表 喷筒機械ノ工程

機関ノ種類	1,000,000 B.t.u.ニツキ呪 封度 (1,000,000ヲ單位ト スル)=於ケル工程
蒸汽消火機関	
Silsby rotary	6.5~ 8
Amoskeag.....	6~ 9
Clapp and Jones	7.5~ 14
水平, くろす・こんばうんど	100~130
鉛直, 三段膨脹	110~200
でいーぜる勧往復	150~200

ラ、石炭ノ語ニテ表ハサレル工程ハ嚴格ニ言フト比較的デナイ。5封度ノ絕對壓力ニ於テ機関ニ供給セラレル乾燥蒸氣ノ1,000封度ハ1,000,000 B.t.u.ヲ含有スル。B.t.u.ニテ表ハサレル工程ハ又油機關及ビ瓦斯機關ニ對シテ計算セラレ得ル。喷筒機関ノ一層普通型ニ對スル工程ノ普通ノ範圍ハ第58表ノ通り。

(201) 鉛直三段膨脹噴筒機関 之ハ往復噴筒デアツテ、蒸氣ハ高壓、中壓、低壓ノ三連續汽笛中ニテ膨脹的ニ用ヒラレル。各汽笛中ニ發生セラレル動力ハぶらんぢやー・へつどト蒸氣びすとんトヲ連結スル4個ノ隔釘ノ組ニ依ツテ單勧噴筒ニ傳ヘラレル。此型式ノ噴筒機関ヘ、其耐久性、信頼性、經濟、融通性等ニ依ツテ、甚ダ満足スペキモノデアルコトガ見出サレ居ル。之ハ容量及ビ水頭ノ廣イ範圍ニ亘ツテ經濟的ニ操作スペキ能力ヲ著シク



第216圖 鉛直三段膨脹噴筒機関ノ特性曲線

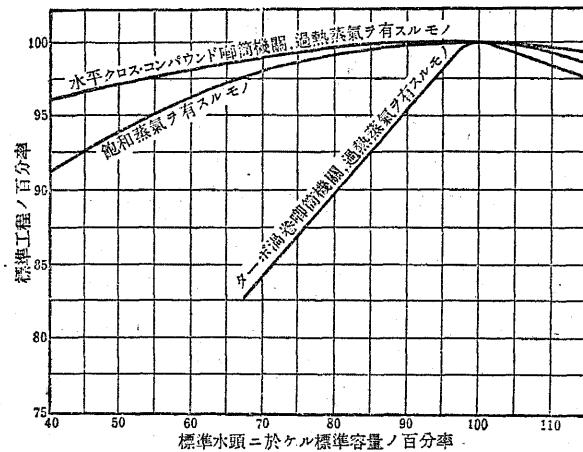
持ツテ居ル。第216圖ハ實際ノ操作狀態ノ下ニ於テ鉛直三段膨脹噴筒機関ニ對スル特性曲線 (Characteristic curve) ヲ示スモノデアル。此型式ノ噴筒機関ヘ700乃至1,600水馬力ヲ要スル噴筒場ニ最モ適當スル。之ハ1日ニツキ152,000立方米ノ容量マデニ於テ製作セラレル。

(202) 蒸氣たーびん勧渦巻噴筒 之ハ鉛直三段膨脹噴筒機関ガ嘗テ設置セラレタル多クノ場所ニ適當スル。蒸氣たーびんト比較スルト鉛直機関

ハ高效率及び高水頭，一層長イ壽命，及ビ補助機ニ對スル低少蒸氣消費量ノ利點ヲ有スル。其不利トスル所ハ一層高イ價格，必要ナル建物面積ガ一層大アルコト，維持費ガ僅少一層大アルコト等デアル。

(203) 水平・くろす・こんばうんど・くらんく・えんど・ふらいほい
一の唧筒機關 之ハ高壓及ビ低壓汽笛カラ成リ，各汽笛ハ蒸氣びすとんヲ有シ，びすとんハ隔釘ノ二組ニ依ツテ水笛中ノぶらんぢやーニ直結セラレテ居ル。汽笛及ビ水笛へくらんく軸トはずみ車(Flywheel)ヲ支持スル重イ粹組ニ依ツテ堅固ニ連結セラレテ居ル。唧筒ハあうとさいど・せんたー・ぱつくど・ぶらんぢやーヲ有スル雙聯，複動型デアル。此機關ハ 35~650 水馬力ノ容量デ 1 日ニツキ 3,800~95,000 立方米ノ機關トシテ發達シテ居ル。此型式ノ機關ノ工程ハ鉛直三段膨脹機關ヨリ得ラレルモノヨリ稍小デアル。併シ之ハ價格ガ一層小デアリ，又第 217 圖ニ示スガ如ク，之ハ唧筒負荷ニ於ケル相當ナル範圍ニ亘リ效率ノ大損失無クシテ操作スル同様ナル利點ヲ有スルモノデアル。

(204) 鉛直三段唧筒 之ハ單動ぶらんぢやー型デアツテ，120°離レテ設ケラレタル三個ノくらんくニ依ツテ操作セラレル。此配置ハ吐出管中ニ



第 217 圖 實際ノ比較特性工程曲線，同一蒸氣及ビ水狀況ノ下ニテ 57,000 立方米水平くろす・こんばうんど唧筒機關及ビ 57,000 立方米たーびん渦卷機關

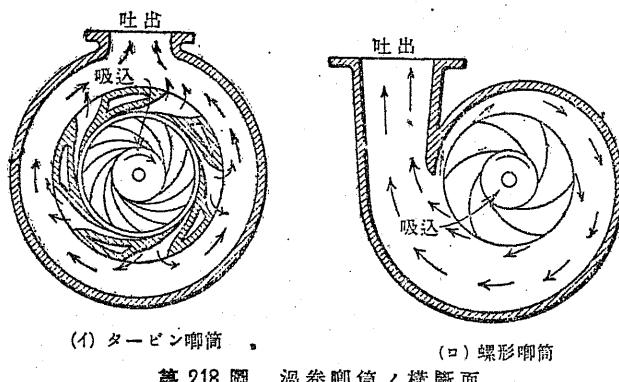
カナリ一様ナル流レヲ與ヘ，衝擊又ハ脈動ヲ著シク無カラメシル。此型式ノ唧筒ハ，動力要求量ガ 200 水馬力ヲ超過セナイ多クノ小唧筒場ニ於テ見出サレル。此唧筒ハ，電動機又ハでいぜる或ハ瓦斯機關ニ直結セラレル時ニハ減速裝置ニ依ツテ操作セラレネバナラヌ。之ハ調帶又ハ鎖傳動ニヨツテ屢操作セラレル。

此唧筒ハ $4.2, 7, 10.5 \text{ kg/cm}^2$ ノ水壓ニ對シテ操作スル様ニ作ラレルガ，容量ハ出サレル壓力が增加スルニ從ヒテ一層小トナル。之ハ小，中上水道ニ於テ普通ニ見出サレル狀況ニ最モ適當スル。之ヲ最良ノ效率ニテ操作セシメルタメニハ相當ナル維持工ガ必要デアツテ，其效率ハ設備ノ大イサニヨツテ 65~85% デアル。之ハ休ンデ居ル時，熱量損失ノタメニ間歇式狀況ノ下ニ於ケル蒸氣操作ニハ充分ニ適當セナイ。

渦卷唧筒

(205) 渦卷唧筒 渦卷唧筒ハ水ニえねるギーテ與ヘルタメニ遠心力ノ原則ヲ利用シテ水ヲ揚ゲル裝置デアル。此唧筒ノ主要ナル部分ハ次ノ通り，吸水管 (Suction 又ハ entrance pipe)，之ヲ通リテ水ヘ唧筒ノ中心又ヘ眼ニマデ流レ來ル；羽根車 (Impeller)，之ハ軸ニ取付ケラレタル彎曲羽根カラ成ルモノデアル；氣密唧筒外匣 (Casing)，之ハ羽根車ヲ覆ヒ又一室ヲ供スルモノデ，之ヲ通リテ水ガ吐出口マデ動クモノデアル；吐出管 (Discharge pipe)。

水ハ唧筒ノ中心カラ流入シテ羽根車ノ迅速ナル廻轉ニ依ツテ外方ニ動カサレル。此廻轉ヲ生ズル動力ハ原動機ニ依ツテ動カサレル軸ニ依ツテ唧筒ニ傳ヘラレモノデアル。水ガ羽根車ヲ通リテ動ク時ニ運動えねるギーガ水ニ與ヘラレ，水ヘ附加速度ヲ以テ，而シテ壓力ノ若干増加ノ下ニ羽根車ノ周邊カラ出テ行ク。次ニ水ノ運動えねるギーハ，唧筒外匣中ノ吐出水路ノ横斷面ノ漸次ノ擴大ニ依ツテ，壓力水頭ニ變化セラレル。理論上，唧筒ニ依ツテ出サレ得ル壓力水頭ハ水ガ羽根車ヲ去ル時ノ水J 速度水頭ニ等シ。渦卷唧筒ノ代表的斷面ハ第 218 圖ニ示サレル。



第 218 圖 涡卷唧筒ノ横断面

渦卷唧筒ハ上水道用途ニ用ヒルニ充分適當スル。電動機、瓦斯機關、蒸氣た一びん等ノ發達ガ此型式ノ唧筒ノ用途ノ增加ヲ生ジタルモノデアル。是等ノ發達以前ハ、渦卷唧筒ハ一般ニ實際的デナカツタ理由ハ之ノ操作ニ對シテ要セラレル高速度ガ蒸氣機關カラハ有效ニ得ラレナカツタカラデアル。毎分ニツキ 30,000 回轉マデノ運轉速度ガ用ヒラレタガ、併シ唧筒揚水ニ對スル一層普通ノ速度ハ毎分 400~2,000 回轉デアル。低揚程、高揚程、消防用等ノ狀況ニ適當スペキ渦卷唧筒ハ容易ニ得ラレル。毎分ニ 30~6,500 米がろん (0.114~24.7 立方米) ノ吐出容量ヲ有スル唧筒ハ大抵ノ製作者ニ對スル標準デアル。第 216 圖ニ示サレルモノハ 84 米ノ水頭ニ對シテ 1 日ニツイテ 152,000 立方米ノ容量ヲ有スル。最近ノ高速度原動機ニ依ツテ運轉スルニ渦卷唧筒ガ適當セルコト、操作狀況ノ廣イ範圍ニ對シ之ガ適當セルコト、床面積ヲ要スルコト小ナルコト、價格ヤ維持費ノ經濟的デアルコト等ノタメニ、渦卷唧筒ハ上水道方面ニ於テ急速ニ優秀ナルモノトナリツツアルモノデアル。

(206) 渦卷唧筒ノ分類 **たーびん唧筒**(Turbine pump, 第 218 圖)
(1) ハ羽根車ガ導き羽根(Diffuser)ニ依ツテ圓マレテ居ルモノデアル。導き羽根ノ目的トスル所ハ漸次ニ増加スル横斷面ヲ與ヘントスルモノデアツテ之ヲ通リテ水ガ羽根車カラ外匣吐出水路マデ流レルモノデアツテ、斯クシテ運動えねるぎーカラ壓力えねるぎーニ漸次ニ變化セシメントスルモノデアル。

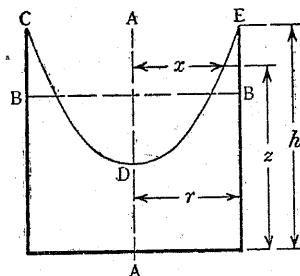
螺形唧筒 (Volute pump, 第 218 圖(ロ)) ハ導き羽根ヲ有セナイ。運動えねるぎーカラ壓力えねるぎーニ變化スルコトハ外匣吐出水路ノ漸次ノ擴大ニ依ツテ行ハレル。此方法ニ於テ羽根車ヲ去ル水ノ速度ハ、水が吐出管ニ接近スルニ從ヒテ、漸次ニ減少スルモノデアル。

渦卷唧筒ノ段 (Stage) ハしりーず (Series) ニ用ヒラレル羽根車ノ數ニ依ツテ決定セラレル。唧筒ハ普通ニ單段又ハ多段 (Single or multistage) トシテ分類セラレル。各羽根車ニ依ツテ發生サレル壓力ハ流入口壓力ト流出口壓力トノ間ノ差ニ等シイカラ、しりーずニ 1 個ノ羽根車ヨリ多クテ用ヒルコトニ依ツテ高水頭ニ對シテ必要ナル壓力ヲ生ズルコトガ出來ル。一段ニツキテノ水頭ハ一般ニ 60 米ニ限定セラレル。

渦卷唧筒ノ詳細ハ之ガ鉛直軸又ハ水平軸ニ乘レルカ、片口吸込 (Single suction) 又ハ兩口吸込 (Double suction) デアルカ、分割外匣又ハ密閉外匣ヲ有スルカ等デアル。大イサハ吐出管ノ直徑 (時又ハ耗) トシテ普通ニ云ヒ表ハサレル。容量ハ一分ニツキガろん、立方米等ニテ與ヘラレル。

(207) 渦卷唧筒ノ理論。渦卷唧筒ノ理論ハ密閉容器中ノ軸ノ周リニ水ガ回轉セラレル時ニ生ズル現象ノ研究ヲ基トスルモノデアル。此方法ニ依ツテ或力ガ發生セラレル。而シテ此力ハ回轉ヲ行フニ用ヒラレルえねるぎーヲ容器中ノ液體ニ移與スル結果生ズル力デアル。水ガ容器ノ中心ヘ流入スルコトガ出來テ周邊上ノ或點ニ於テ流出スルモノトスレバ茲ニ渦卷唧筒ヲ生ズルコトトナル。是等ノ狀況ノ下ニ於テハ唧筒ヲ流過スル水ノ流レハ放射狀デナイガ任意點ニ於テ發生サレル壓力ハ其點ニ於ケル水ノ速度ノ函數デアル。

第 219 圖ニ於テ、圓形容器中ノ靜止セル水ノ表面ヲ $B-B$ ト假定スル。若シ容器

第 219 圖 渦卷唧筒ノ理論
ヲ説明スル圖

ガ毎分 N 回轉ノ一定速度ヲ以テ其鉛直軸 $A-A$ ノ周リニ迴轉セラレルナラバ、周邊速度 u ハ毎秒ニツキテ $2\pi rN \div 60$ デアル、 r ハ半徑デアル。此狀況ノ下ニ於テ水面ハ曲線 CDE ニ依ツテ示サレル如クニナル。曲線ノ方程式ヘ次ノ通り。 .

$$z = \frac{x^2 \omega^3}{2\sigma} \dots \dots \dots \quad (1)$$

上式中、 z 及ビ x へ水面上ノ任意點ノ矩形座標デアル。 ω ハ考ヘラレル點ニ
於ケル毎秒ノ一定角速度 (らでいあん) デアル。 g ハ重力ニ基因スル加速度
デアル。

(1) 式ハ拠物線ノ方程式デアルカラ、水面ハ拠物線體ノ形狀デアル。

若シ水ガ $B-B$ ニ於テ氣密覆蓋ニ依ツテ閉込メラレルナラバ、此表面曲線ヘ生ズルコトヲ得ナイガ、壓力が發生スル、此壓力ハ自由表面ガ生ズルコトガ出來ルモノトシテ、任意點ニ於テ横距 z ニ等シイ。之ハ、渦巻唧筒ガ吐出瓣ヲ閉ヂテ操作セラレル時ニ存在スル狀態ニ類似スル。 $x = r$, $z = h$ デアレバ(1)式ハ $h = r^2\omega^2/2g$ トナル。 ω ノ代リニ u/r ノ代入シテ之ハ次ノ如クニナル。

*h*ハ渦巻唧筒ノ遮断水頭(Shut-off head) デアル。斯クノ如クニシテ、明白デアルコトハ、與ヘラレタル一定迴轉速度ニテ渦巻唧筒ニ依ツテ水ガ揚ゲラレル理論高ハ周邊ニ於ケル水ノ速度水頭デアルコトデアル。

渦巻卿筒ニ於テハ、羽根車ノ廻轉ニ依ツテ水ニ運動ガ與ヘラレル。斯クノ如クシテ生ジタル遠心力ハ次ノ通り。

$$F = M\alpha = \frac{W}{g} \cdot \omega^2 r = \frac{W}{g} \cdot \frac{u^2}{r} \dots \dots \dots (3)$$

上式中， F = 遊心力 (kg)

$M = \text{運動物體} / \text{質量}$

$\alpha =$ 角加速度

ω = 角速度 (かくわい)
 (ラディアン/秒)

323

r = 抑制狀態ノ下ニ於テ運動物體ノ通路ノ半徑

u = 周邊速度

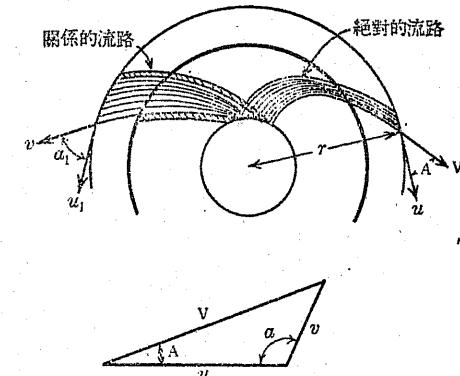
遠心力へ速度ノ自乘ト共ニ變化シ半徑ニ逆比例スル。

今迄ハ唧筒カラ水ハ流出セナイモノト假定シタ。吐出瓣が開カレテ流レガ生ズル時ニハ考慮セネバナラヌ他ノ要素ガアル。流動状態ノ水ハ流入口又ハ羽根車ノ眼カラ周邊ノ方へ動イテ、此點ニ於テ水ハ羽根車ニ關シテシナル速度ヲ有スル。羽根車ハ其周邊ニ於テ絶対速度 u ヲ有スル。水ガ羽根車ヲ去ル時ニ水ノ絶対速度 V ハ u ト

コトノゲえくとる和デアル。

此状態ハ第220圖ニ示サレテ
居リ、此圖ハ又羽根車ニ關ス
ル水ノ流路ト地球ニ關スル水
ノ絕對的流路ヲモ示スモノデ
アル。

羽根車ニ依テ發生サレル捩
力率(Torque)ハ切線力ニ羽
根車ノ半徑ヲ乘ジタルモノニ
等シイ。之ハ次ノ通り。



第 220 圖 漩卷唧筒ヲ通ル水ノ流路

上式中 $T =$ 振力率 ($kg \cdot m$)

A = ユトシトノ間ノ色

W = 每秒ニ排出セラレル水ノ重量

羽根車ニ依ツテ水ニ與ヘラレル工率ハ捩力率ニ角速度ヲ乘ジタルモノニア
ヒ。

$$P = T\omega = (W/g)V \cos A \cdot u \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

羽根車ニ依ツテ發生セラレル理論水頭ハ又次ノ關係カラ決定セラレ得ル。

$$P = Wh$$

(5) 式カラノ P ノ値ヲ代入シテ

$$h' = \frac{V \cos A}{\sigma} u \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

併シ第220圖ニ於ケルうえくとる圖カラ次式ヲ得ル。

$$V \cos A = u - v \cos A$$

双

$$V^2 = u^2 - 2uv \cos \alpha + v^2$$

(6) 中ニ代入シテ

$$h' = \frac{u^2 - v^2}{2\sigma} + \frac{V^2}{2\sigma} \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

之カラ明白アルコトハ、羽根車ニ依ツテ發生セラレル水頭ハ羽根車中ニ發生セラレル壓力水頭ト發出スル水ノ速度水頭トノ和ニ等シコドアル。

上記ノ論述ヲ検察シテ渦巻唧筒ニ於ケル次ノ關係即チ速度ト水頭ト排出量
ト工率トノ間ノ關係ヲ知ル。 $Q \propto N$ = 比例シ, $h \propto N^2$ = 比例シ, $P \propto N^3$
ニ比例スル。與ヘラレタル渦巻唧筒ニ對シテ、水頭ト速度ト流量トノ間ニ或
一定關係ガアル時ニ、最良ノ效率ガ得ラレル。實際ノ狀況ヨリモ寧ロ理想的
狀況ヲ示ス渦巻唧筒ノ理論ヲ誘導スルタメノ或ル必要ナル假定ノ爲ニ、理論
ト實際的事實トノ間ニ齟齬ガアル。實際ニ於テハ羽根車ニ關スル水ノ速度及
ビ羽根車ノ外側緣端ノ線速度ハ \propto ノ平方根ニ比例スルコトガ見出サレテ居
ル。此關係ヲ示スト次ノ通り。

$$u = \phi \sqrt{2\sigma h}$$

$$v = c \sqrt{2g/l}$$

與ヘラレタル唧筒ニ對シテ、 ϕ ト c トノ一定値ガ最大效率ヲ與ヘルタメニハ
必要トセラレル。普通ノ型式ノ唧筒ニ對シテ是等ノ係數ハ次ノ値ヲ有スル。

流出ガ遮断セラレル時 $\phi = 0.95 \sim 1.09$

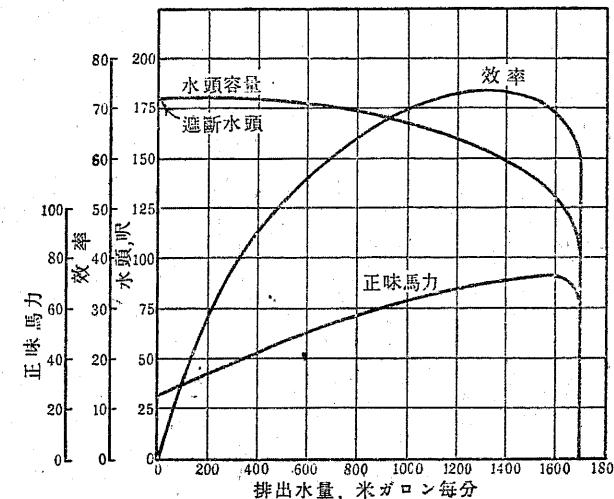
最良效率ニ於ケル流出 $\phi_e = 0.90 \sim 1.30$

最良效率ニ於ケル流出 $c_e = 0.10 \sim 0.30$

一般ニ ϕ ト c トノ値ハ、大イサノミニ於テ異ナレル同一設計デアル卿筒ノシ

一り一すニ於テ、一定デアルト云ヒ得ル。

(208) 涡巻唧筒ノ特性 涡巻唧筒ノ特性 (Characteristic) ハ、唧筒ガ一定速度デ廻轉シテ居ル時ニ、排出水量即チ揚水量ノ種々ノ割合ニ對スル水頭ヲ對應排出水量ノ割合ニ對シテ採リテ得ラレル曲線デアル。之ハ時々水頭容量曲線 (Head-capacity curve) ト稱セラレル。渦巻唧筒ノ選定ニ於テ考慮セラルベキ他ノ大切ナル關係ハ效率ト正味馬力又ハ制動馬力 (Brake horse-power) トデアル。是等要素ニ於ケル變化ヲ示ス曲線ハ是ヲ排出水量即チ揚水量ノ割合ニ對シテ採ルコトニ依ツテ得ラレル。一定廻轉速度ニ於ケル水頭容量、正味馬力、效率曲線ハ第 221 圖ニ示スが如キ圖上ニ普通ニ示サレ、之



第 221 圖 漶卷唧筒之特性曲線

ヲ特性曲線ト稱スル。卽簡ガ水頭、排出水量及ビ速度等ノ定格状態ニテ操作セル時ニハ、74%ノ效率ガ得ラレルコトヲ此曲線ハ示シテ居ル。

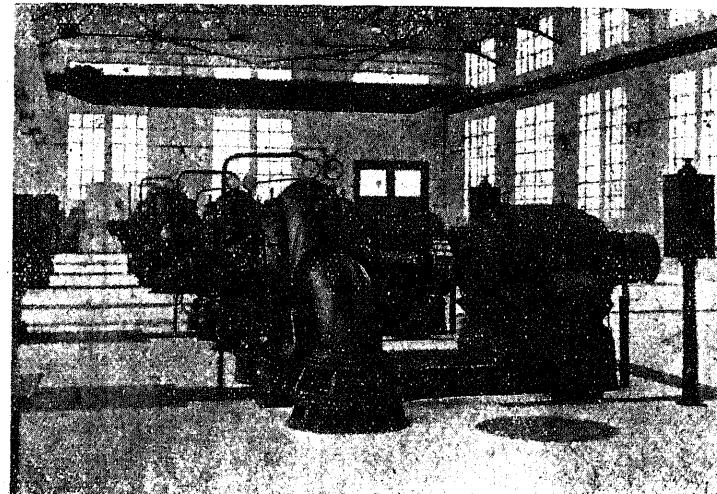
正味馬力（又ハ制動馬力）曲線ハ或廻轉速度ニテ啓筒ヲ運轉スルニ要スル
馬力及ビ操作ノ種々ノ條件ニ對シテ用ヒラレル馬力ヲ示スモノデアル。

(209) 噴筒揚水装置ノ選擇 上水道目的ニ用ヒラルベキ噴筒設備ノ型

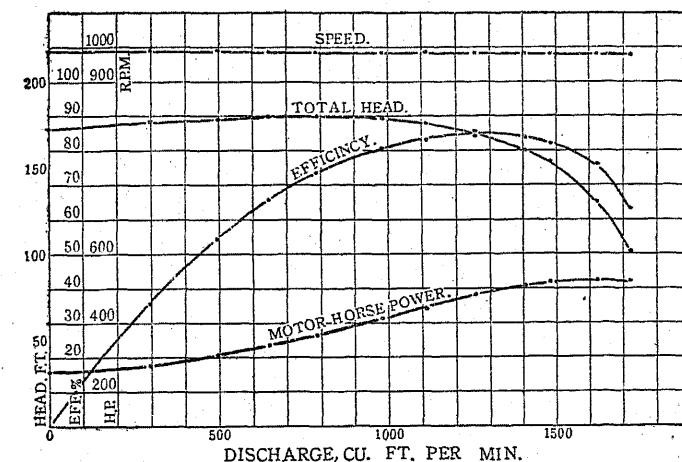
式ハ、遭遇スペキ操作状態ノ注意深キ研究ト利用シ得ル動力及ビ唧筒ノ種々ノ種類ヲ完全ニ研究シタル後ニ、選定スペキモノデアル。上水道唧筒場ニ對スル基礎的要件ハ信頼性ト經濟トデアル。唧筒送水ニテ操作セラレル配水方式ニハ種々ノ型式ガアリ、又唧筒場ガ支持スペキ負荷ニモ廣イ差異ガスル。併シ是等ノ問題ヲ適當ニ考慮シタル後ニ、唧筒揚水ノ水頭及ビ唧筒揚水セラレル水量ノ語ニテ如何ナル操作状態デアルカテ明白ニ述ベルコトヲ得ルモノデアル。與ヘラレタル操作状況ニ満足ニ適合スペキ動力ト唧筒トノ種々ノ組合セガ普通ニ可能デアルカラ、最後ノ選定ハ、比較的信頼性ト經濟トノ見解カラ、利用シ得ル唧筒揚水装置ノ比較ニ依ツテ決定セラレルモノデアル。

信頼性ハ大イニ原動機ニ依ツテ決定セラレル。唧筒ハ種々ノ大イサノモノヲ据付ケテ用ヒラレルノガ普通デアツテ、最大唧筒ヲ豫備シテ二重ニ備ヘテ置ク。此用意ハ唧筒カラ云フタ場合ノ連續的勤務ノ充分ナル保證デアル。

併シ動力ノ種々ノ種類ニハ信頼性ニ若干ノ差ガアル、而シテ唧水揚水装置ノ



第222圖 東京市水道金町淨水場のくち式600耗電動たー
びん唧筒、水量毎分1,350立方呎、全揚程160呎、
速度985 r.p.m. 馬力650



第223圖 特性曲線(第222圖参照)

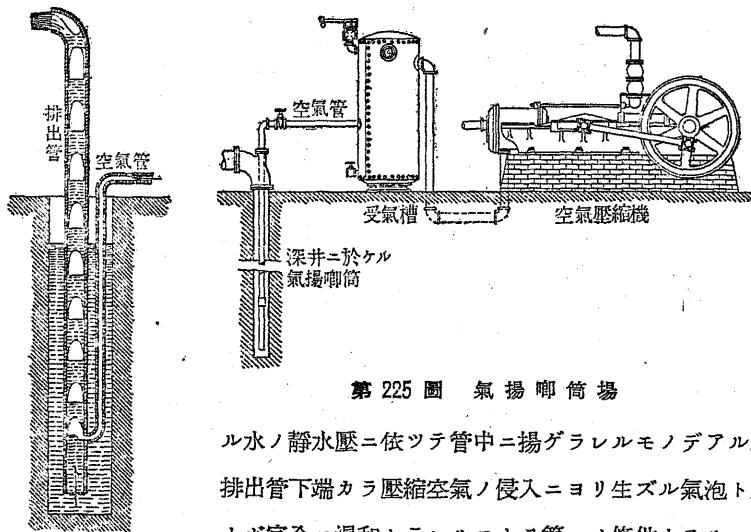
信頼性ヲ評價スルコトニ於テ考慮セラレネバナラヌモノハ此事實デアル。

唧筒揚水装置ノ異ナレル型式ノ經濟ハ同一量ノ仕事ヲ爲ス比較的總工費トシテ定義セラレ得ル。此總工費ハ其價格、減損償却費及ビ操作費ヲ含ムモノデアル。或ル操作状態ニ對スル比較用一般的單位ハ唧筒揚水セラレル1,000,000がろん又ハ1,000立方米ニツキテノ經費デアル。

米國しかご上水道ノ新唧筒場ノ設計ニ關シテハ種々研究ノ結果蒸氣た一びん動渦卷唧筒ガ最モ經濟的デアツテ、此組合セガ三段膨脹唧筒機関位ニ信頼シ得ルモノト考ヘラレ、又他ノ機関ヨリモ一層信頼シ得ルモノト考慮セラレタルヲ以テ、之ガ選定セラレタモノデアル。

氣揚唧筒

(210) 氣揚唧筒(Air lift pump) 此方法ハ鉛直管中ニ於テ水ト空氣トヲ混交スルコトニ依ツテ水ヲ揚ゲントスルモノデアツテ、水ト空氣トガ混交スルコトニ依ツテ水ヨリモ輕イ混合物ヲ生ズルカラ、之ガ管ノ下端ニ於ケ



第 224 圖
操作ノボーザー
(Pohle) 方式

ル水ノ静水圧ニ依ツテ管中ニ揚ゲラレルモノデアル。排出管下端カラ壓縮空氣ノ侵入ニヨリ生ズル氣泡ト水トガ完全ニ混和セラレルコトハ第一ノ條件トスル。即チ排出管中ニ於テ氣泡ガニリテ生ズルガ如キハ最モ忌ムベキ現象デアツテ概ネ低速度ニ基因スルト雖、ふーと・びーすノ構造ニモ亦重大ナル關係ガアル。

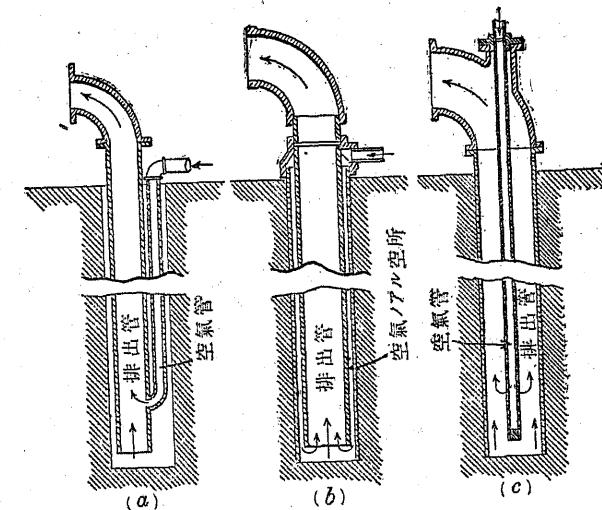
本装置ハ空氣壓縮機、受氣槽、空氣管及び排出管ヨリ成ル。空氣管ノ端ニハふーと・びーす、排出管ノ上端ニハでいすちやーぢ・へつどガアリ、空氣管ヲ水中ニ送リ込ム装置ニ依ル分類ハ次ノ通り。

(A) 内管式 空氣管ヲ排出管ノ中央部ニ下シタモノデ揚水量ニ比シ井側小ナル場合ニ使用セラレル。排出管ト空氣管トノ大イサニハ大體次ノ關係ガアル。

$$\text{排出管面積} = \text{空氣管面積} \times (10 \sim 15)$$

(B) 外管式 排出管ノ外側ニ空氣管ヲ添ヘ水中ニ浸シ排出管ノ下部カラ空氣ヲ吹込ムモノデ本式ノ標準型デアル。

此唧筒ノ效率ハ甚ダ小デアツテ例外ノ場合ニ於テノミ、之ハ 50% ニ達スル。高サルヲ通シテ水ノ 1 立方呎ヲ揚ゲルニ要スル大氣圧ニ於ケル空氣ノ容



第 226 圖 空氣管ノ異ナレル配置

積 v (立方呎) ハ效率ニ關係スル。30% ノ效率ナレバ、之ハ凡ソ $v = h/20$ デアツテ、40% ノ效率デアレバ凡ソ $v = h/25$ デアル。

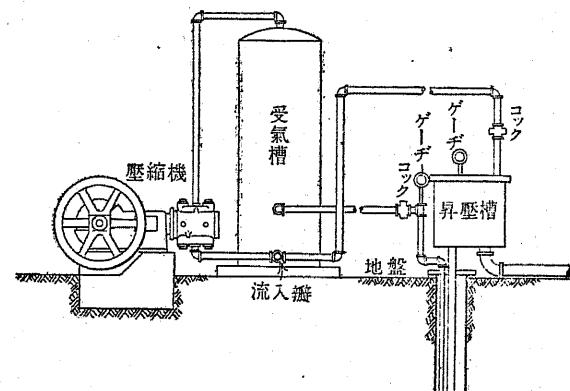
必要デアルコトハ排出管ノ下端ハ、自由水面以上揚程ノ高サヨリモ、井中ニ水面以下一層大ナル深サニ在ルベキコトデアル、從ツテ井戸ハ甚グ深ク造ラレルコトナル。

之ニ反シテ井戸ハ往復唧筒又ハ渦巻唧筒ニ對シテ要セラレルヨリモ直徑遙ニ一層小デアツテ、單位長ニツキテ井戸ヲ構築スル建設費ハ遙ニ一層小デアル。

けりー (Kelly) 氏ハペあーそーる (Pearsall) ニ於ケル試験ニ於テ 9.93 % ド 41% トノ間ノ效率ヲ得タ。しやーろつてんべるぐニ於テちよつせ (Jossé) 教授ハ $3\frac{1}{16}$ (78 粑) 直徑ノ排出管、 $1\frac{9}{16}$ (40 粑) 直徑ノ空氣管、24.6 呎 (7.38 米) の揚程、毎秒 0.177 立方呎 (0.005 立方米) の水量、毎秒 0.309 立方呎 (0.0088 立方米) の空氣ヲ有スル唧筒カラ 44.9% の最大效率ヲ得タ、而シテ毎秒水ノ 0.253 立方呎 (0.0072 立方米) ナ揚ゲル時ニ單ニ 10.6% の效率ヲ

得タガ、毎秒ノ空氣ハ此時 0.177 立方呎 (0.005 立方米) デアツタ。

ゼー・えす・おーうえんす (J. S. Owens) 氏ハ、一ノ氣揚唧筒カラ
 $\frac{\text{水馬力}}{\text{空氣馬力}} = 66\%$ ノ効率ヲ得タガ、此唧筒ハ 6.625" (166 粋) 直徑ノ管ヲ通シ
 テ水ノ 69.2 立方呎 (1.96 立方米) ノ揚ゲタモノデアル。毎分ノ自由空氣ノ容
 積ハ 199 立方呎 (5.64 立方米) デアツタ。揚程ハ 105 呎 (3.15 米) デアツタ、
 管ハ 156 呎 (46.8 米) 水中ニ沈入セラレタモノデアル。試験中ニ得ラレタ最
 小効率ハ 52.5% デアツタ、此時ニハ毎分水ノ 82.5 立方呎 (2.35 立方米) ノ揚
 ゲ、毎分ノ自由空氣ノ容積ハ 296 立方呎 (8.4 立方米) デアツタ。

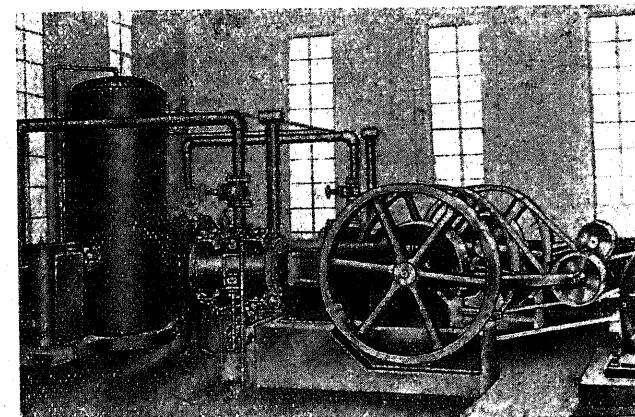


第 227 圖 昇壓槽式氣揚法

氣泡ガ井戸ヲ通リテ昇ルニ從ヒテ、水ニ依ツテ與ヘラレル氣泡ニ及ボス壓力
 ハ減少シ、從ツテ氣泡ハ膨脹スル。併シ之ハ尚内壓力ノ或量ヲ保持スルモノ
 ノデ、此事ハ若シ井戸カラ流出シタ後、水ガ水平管ノ相當長ヲ通リテ壓入セラ
 レネバナラヌナラバ特ニ然リデアル。最近ニ昇壓槽 (Booster tank) ト稱ス
 ル考案ガ氣泡中ノ殘留壓力ヲ利用スルタメニ完成セラレタ、即チ空氣ヘ此槽
 中ニ集メラレテ、空氣ノ殘レル膨脹力ハ井戸カラ續ケル吐出管中ノ水ニ附加
 壓力ヲ與ヘルベク利用セラレル。加フルニ昇壓槽中ノ空氣ヘ相當ナル速度ヲ
 以テ井戸カラ流出スル水ノ運動えねるぎーニ依ツテ更ニ壓縮セラレル。昇壓

槽ヲ用ヒルコトニ依ツテ、氣揚裝置ハ高架水槽又ハ他ノ水槽マテ附加水頭ヲ
 通シテ排出水ヲ揚ゲルタメニ操作セラレタ。昇壓槽カラ空氣ヘ時々空氣壓縮
 機ニ返サレルノハ、之ハ外氣ヨリモ冷タイカラデアル。

氣揚唧筒ノ主要ナル利點ハ其容量大ナルコトデアル。之ヲ設備スルコトニ
 對シテ狀況ガ適當シテ居ルナラバ、氣揚唧筒ハ何レノ他ノ型式ヨリモ小ナル



第 228 圖 大阪府豊中市上水道水源地ばるそん式
 氣揚裝置機械室

孔ノ井戸カラ一層多量ノ液體ヲ排出スル。之ノ主要ナル理由ハ井戸ノ殆ンド
 全横斷面積ガ水ノ流レニ對シテ利用セラレルコトヲ得テ、作用ガ殆ンド連續
 的デアルカラデアル。氣揚式ニ依ツテ排出シ得ル量ハ井戸ノ容量ト唧筒揚水
 費ニ依ツテノミ限定セラレル。又深井唧筒ノ多クハ單働デアルガ、其排出量
 ハ許容びすとん速度ニ依ツテ限定セラレ、此速度ハ普通ニ毎分ニツキ 30 米
 ノ超過セヌ。(此制限ハ渦巻深井唧筒ニハ適用セラレナイガ、渦巻深井唧筒ハ
 其操作法ニ依ツテ生ズル他ノ制限ニ依ツテ影響セラレルモノデアル)。氣揚式
 ハ、タトヘ之ガ永久的ニ設置セラレル様ニ計畫セラレズトモ、井戸ノ容量ヲ
 試験スル望マシイ方法ヲ與ヘルモノデアル。

氣揚唧筒構場ノ維持費ハ、其レガ簡單デアルタメニ甚ダ低少デアル。操作

ハ非常ニ簡単デアツテ，裝置ノ壽命ハ殆ンド無限デアル。壓縮機氣管カラ運
バレテ來ル油ヲ以テ空氣管及ビふーと・ピーすガ閉塞スルナラバ，是等ヲ取
外シテ掃除スル。併シ此事が起ルコトハ稀デアツテ，若シ起ルトモ，其經費
ハ機械唧筒ヲ取替ヘ又ハ修理スル經費ト比較スレバ小デアル。

井戸が廣イ面積上ニ散在スルカ又ハ動力構場カラ遠イ様ナ狀態デアル場合
ニハ，氣揚式ハ蒸氣動唧筒ヨリモ決定的ナル利點ヲ有スルモノデアツテ，若
シ後者が用ヒラレルナラバ，各井戸ヘ別々ノ機關ヲ備ヘネバナラヌガ，此事
ハ長イ蒸氣供給管ヲ通シテ多クノ凝縮損失ヲ生ジ又相當ナル裝置費ヲ要スル
モノデアル。又散在唧筒場ヲ有スル場合ハ此種類ノ構場ノ監督費が大デアル。
氣揚唧筒ニ於テハ傳送損失ハ遙ニ一層小デアツテ，井戸ノ所ニ於ケル監督ヲ
必要トセヌカラ動力構場中ノ辦ニ依ツテ，井戸ヲ操作シ又ハ調節スルコトガ
出來ル。

水ガ家用ニ用ヒラレテ其中ニ鐵ノ如キ不純物ガアル場合ニハ，水ノ曝氣
ニ依ツテ鐵ハ酸化セラレテ除去セラレルカラ，給水ガ改善セラレルコトトナ
ル。

信頼性ニ關シテ云ヘバ，氣揚唧筒ハ突然ノ停止又ハ破壊ヲ生ズルコトハ無
イ。

不利トスル所ヲ述ベルト次ノ通り。其主要ナル不利ハ前述ノ如ク効率ガ小
デアルコト，井戸ノ深サノ大ナルヲ要スルコト，長イ水平距離ニ水ヲ運ブコ
トヲ必要トスル狀況ニハ適當セナコトデアル。併シ此唧筒ヘ効率低小デア
ルニモ拘ハラズ，全氣揚式構場ハ或場合ニ於テハ他ノ唧筒方式トカナリ匹敵
スル工程ヲ發生スルモノデアル。

氣揚唧筒ハ，甚ダ小距離，揚水スルコトヲ除イテハ淺井又ハ淺池ニ用ヒル
コトガ出來ナイ理由ハ水中ニ在ラネバナラヌ唧筒ノ全長ガ大ナル百分率デア
ルカラデアル。之ガ氣揚唧筒ノ用途ヲ主トシテ深井ニ限定スルモノデアル。

水ノ曝氣法ハ屢有利デハアルガ，或狀況ノ下ニ於テハ之ハ不利デアル。斯

クノ如キ場合ニ於テハ氣揚式ハ宜シクナイ。例ヘバ之ハ恐ラク排出管ノ鏽ヲ
促進シ，又或場合ニ於テハ鹽類堆積物ヲ生ジ，之ガ特ニふーと・ピーす中ノ
水路ヲ閉塞スル。空氣ガ藻類ノ過剰生育ヲ生ズルト云フ説モアル。

第224圖ニ於テ排出管ノ底部ト排出管ノ上端排出口迄ノ鉛直距離ヲ L ト
シ，井中ノ自由水面ト排出管底部トノ間ノ鉛直距離ヲ H （即チ沈入深）トス
レバ，有用揚程 $(L-H)$ ガ H ヨリモ小デアルナラバ最良ノ結果ガ得ラレ，
 $H/(L-H)$ ノ比ハ $H = 30$ 米ナル時ノ4ヨリ $H = 90$ 米ナル時ノ1マデ變
化スルモノデアル。

—[完]—