U. D. C. 621.771.016.2.024.2：621.647.7

最近のデスケーリングポンプ設備

Recent Descaling Pump Equipment

山　脇　　寿*
Hisashi Yamawaki

要　旨

製鉄所の熱間圧延設備に用いられる水力デスケーリング設備は，高圧ポンプ，アキュームレータを中心とした高圧水設備である。この設備が最も安全，効果的かつ経済的に計画されるためには，設備を構成する機器を，相互に関連させながら，有機的に選定する必要があり，それには各機器の役割，機能の正しい理解が必要である。本文では，最近納入された設備を中心に，デスケーリング設備の概要を述べる。

1. 緒　言

圧延する鋼材の表面に発生するスケールは，加熱炉から出たとき付着している一次スケール，圧延中に発生する二次スケールがあり，そのまま圧延したのでは表面の仕上りが悪くなる。近年のように，自動車をはじめとして，家庭電器製品などのように鋼材の表面がそのまま商品となる製品が増加すると，このスケールを除去して，製品の品質を上げることがきびしく要求される。また，原子炉圧力容器の場合には，このきずが切欠効果として悪影響を与えることが懸念される。高圧噴流水によるデスケーリング（スケール除去）は，この目的のためにははなはだ顕著な効果があるので，熱間圧延設備には不可欠の重要な設備で，熱間連続圧延設備をはじめとして，厚板，形鋼，棒鋼，線材，レール，鋼管などあらゆる分野の圧延設備に採用されている。

表1は日立製作所が納入したデスケーリング設備の一覧表である。圧延設備の大形化とデスケーリング効果に対する要求の高度化

表1　デスケーリングポンプ納入先一覧表
(1952 年 以 降)

納入先(敬称略)	用途	台数	口径 mm	段数	吐出量 m^3/min	吐出圧力 $kg/cm^2 g$	押込圧力 $kg/cm^2 g$	回転数 rpm	原動機 kW	形式	納入年
三菱鋼材（大島）		1	80	9	0.5	47	0.5	3,000	100	輪切形多段タービンポンプ	1952
富士製鉄（釜石）	棒鋼	1	110	8	1	72	1	3,600	250	バーレル形多段タービンポンプ	1954
三菱鋼材（深川）		1	100	16	1	91	1	3,000	280	バーレル形2連成多段タービンポンプ	1954
富士製鉄（広畑）	熱延	1	180	7	3.22	107.6	2.1	3,600	830	バーレル形多段タービンポンプ	1955
八幡製鉄（戸畑）		2	160	10	2.08	105	3	3,600	650	バーレル形多段タービンポンプ	1955
東都製鋼（東京）	棒鋼	1	110	21	0.75	121	1	3,000	350	バーレル形輪切形2連成タービンポンプ	1956
富士製鉄（川崎）		1	130	11	1.5	85	1.5	3.000	350	バーレル形多段タービンポンプ	1956
特殊製鋼（川崎）		1	100	16	1	90	1	3,000	280	バレール形輪切形2連成タービンポンプ	1957
富士製鉄（室蘭）	熱延	2	300×200	7	5.7	105.5	4	3,000	1,400	バーレル形多段ボリュートポンプ	1957
富士製鉄（広畑）	熱延	2	180	7	3.22	105	2	3,600	820	バーレル形多段ボリュートポンプ	1960
三菱鋼材（大島）	熱延	1	100	18	1	100	0.5	3,000	320	バーレル形2連成多段タービンポンプ	1960
日新製鋼（南陽）	ステンレス	1	160	10	2	125	2	3,600	700	バーレル形多段ボリュートポンプ	1960
神戸製鋼（尼崎）	棒鋼	1	130	10	1.7	111	1	3,600	500	バーレル形多段タービンポンプ	1960
八幡製鉄（八幡）	厚板	1	160	6	3	97.8	2.8	3,600	750	水平二つ割多段ボリュートポンプ	1961
日本ウジミナス製鉄（ブラジル）	熱延	2	260×200	6	4.73	95	2.8	3,600	1,120	バレール形多段ボリュートポンプ	1961
富士製鉄（広畑）	熱延	1	210×160	7	3,22	107.6	2.1	3,600	820	バーレル形多段ボリュートポンプ	1962
八幡製鉄（戸畑）	分塊	1	160	10	2.08	105	2	3,600	650	バーレル形多段ボリュートポンプ	1962
富士製鉄（名古屋）	熱延	2	260×200	6	5	110	2.5	3,600	1,400	バーレル形多段ボリュートポンプ	1962
八幡製鉄（戸畑）	熱延	3	200×160	7	3.22	107.6	2.1	3,600	820	バーレル形多段ボリュートポンプ	1962
八幡製鉄（戸畑）	熱延	2	200×160	7	3.22	107.6	2.1	3,600	820	バーレル形多段ボリュートポンプ	1962
日新製鋼（周南）	ステンレス	1	160	10	2	125	2	3,600	700	バーレル形多段ボリュートポンプ	1963
富士製鉄（広畑）	熱延	1	210×160	7	3.22	107.6	2.1	3,600	820	バーレル形多段ボリュートポンプ	1964
富士製鉄（名古屋）	熱延	1	260×200	7	5	110	2.5	3,600	1,400	バーレル形多段ボリュートポンプ	1964
住友金属（小倉）	棒鋼	1	100	12	1	105	1	3,600	300	輪切形多段タービンポンプ	1964
日本冶金（川崎）	ステンレス	1	100×80	8	0.75	141	1	5,600	400	バーレル形多段タービンポンプ	1964
日新製鋼（呉）	熱延	2	260×200	8	6.5	126	2	3,600	1,840	バーレル形多段タービンポンプ	1965
日本鋼管（福山）	熱延	4	260×200	8	6.5	126	2.7	3,600	1,800	バーレル形多段タービンポンプ	1966
八幡製鉄（八幡）	軌条	1	80	8	0.45	80	50	3,600	50	輪切形多段タービンポンプ	1966
八幡製鉄（八幡）	型鋼	1	100	12	1	100	2	3,600	280	輪切形多段タービンポンプ	1966
八幡製鉄（八幡）	厚板	1	250×200	8	4	130	2	3,600	1,350	水平二つ割多段ボリュートポンプ	1966
神戸製鋼所（神戸）	鋼管	1	100	8	1	160	2	5,600	450	バーレル形多段タービンポンプ	1966
住友金属工業（尼崎）	鋼管	1	125	8	1.66	160	2	5,600	820	多段タービンポンプ	1966
八幡製鉄（八幡）	型鋼	1	125	9	2	100	1	3,600	500	多段タービンポンプ	1967
日本鋼管（福山）	厚板	2	260×200	8	6.5	126	2.5	3,600	1,800	バーレル形多段タービンポンプ	1968
八幡製鉄（君津）	厚板	2	200	8	6.5	150	1.5	4,000	2,400	バーレル形多段タービンポンプ	1968
八幡製鉄（君津）	熱延	3	300×250	6	9	155	2	4,150	3,200	バーレル形多段タービンプンプ	1868
住友金属（鹿島）	熱延	5	300×250	5	8.35	140	2.5	4,150	2,600	バーレル形多段タービンポンプ	1968
八幡製鉄（戸畑）	熱延	1	300×250	6	7	150	1.6	3,800	2,600	バーレル形多段タービンポンプ	1968
神戸製鋼（東パキスタン）	厚板	1	125×100	11	1.1	109	1	3,000	350	多段タービンポンプ	1968
川崎製鉄（水島）	熱延	2	300×250	6	8	150	2.5	4,100	2,900	バーレル形多段タービンポンプ	製作中
川崎製鉄（水島）	分塊	1	100×80	12	0.7	150	3	3,600	460	多段タービンポンプ	製作中

*　日立製作所亀有工場

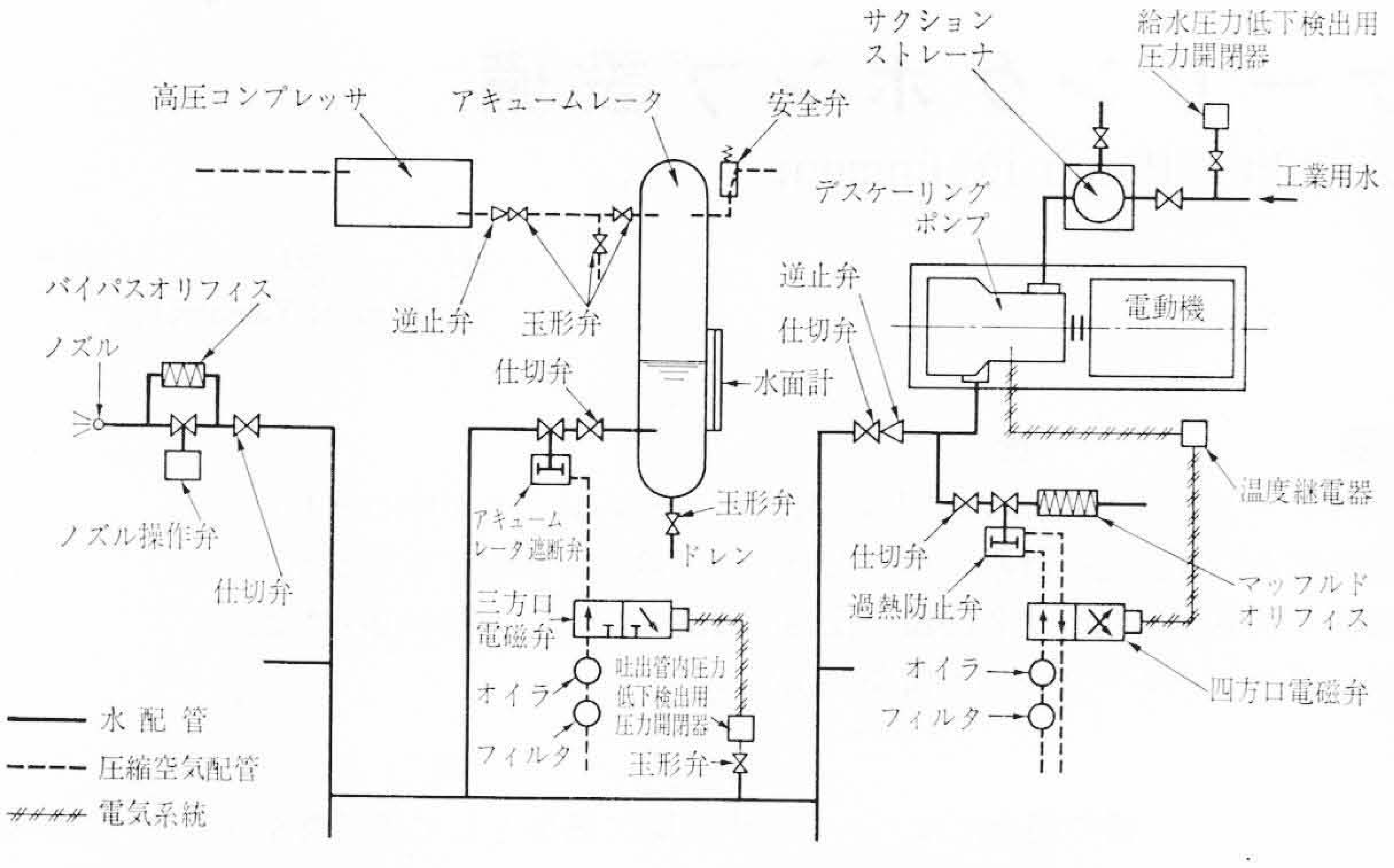

図1 デスケーリング設備系統

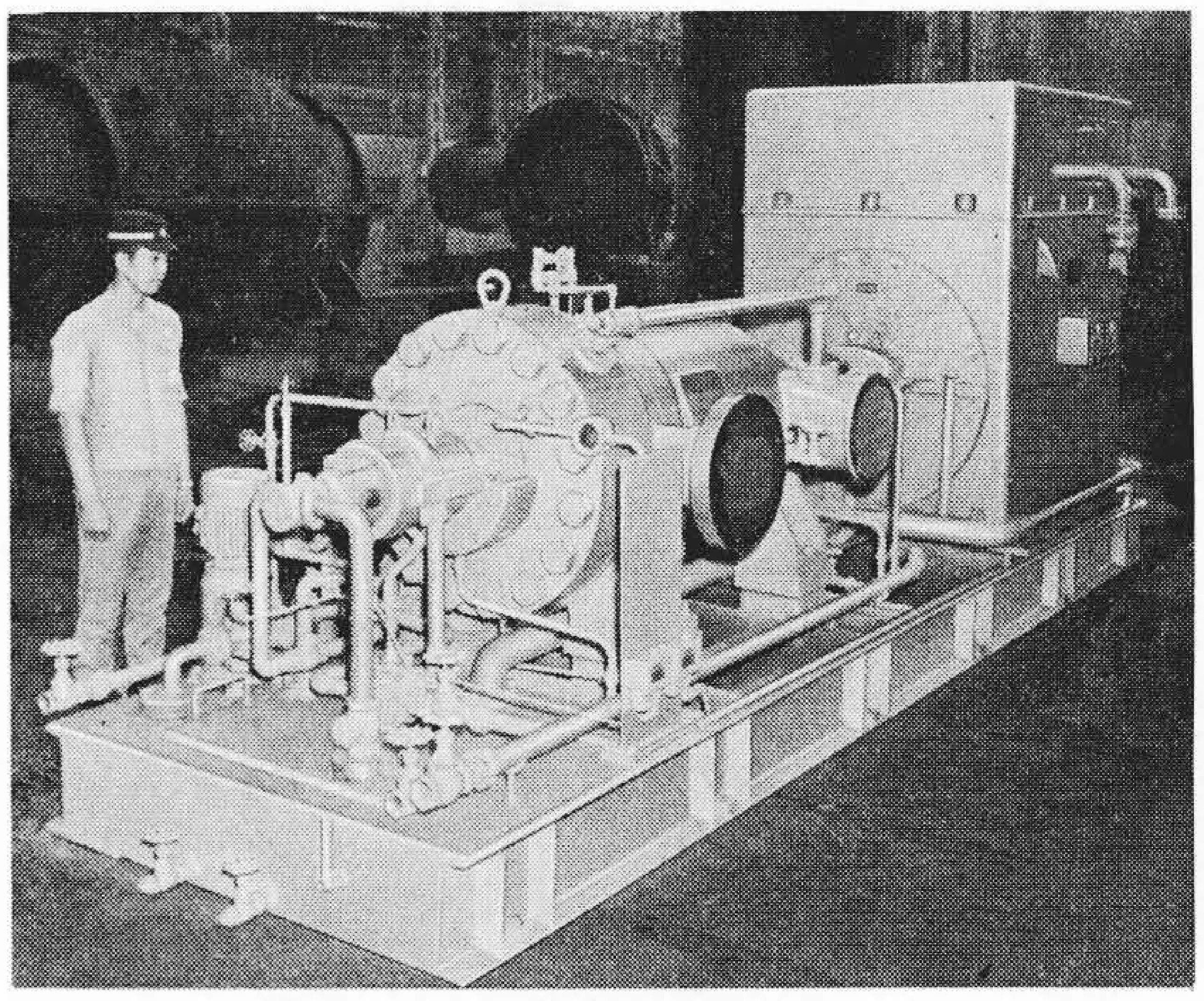

図3 バーレル形多段タービンポンプ

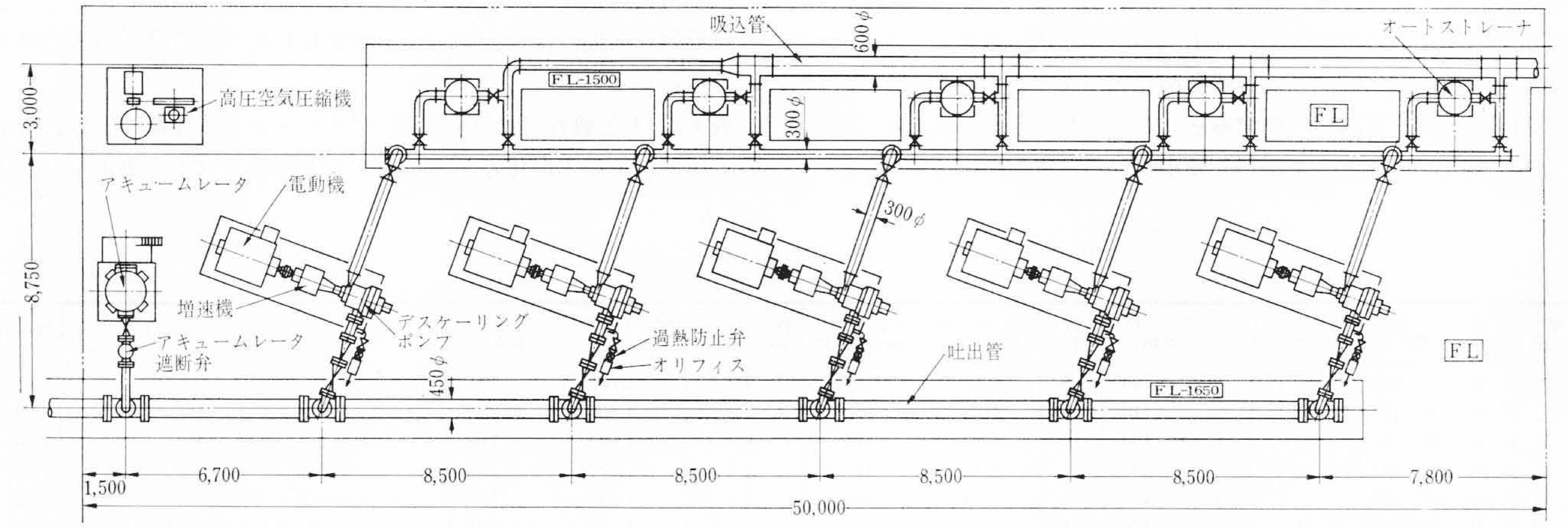

図2 デスケーリング設備配置

により，近年著しく高圧大容量化の傾向がみられる。したがってデスケーリングポンプ設備の計画は，従来とは違った考え方も必要になってくる。

2. デスケーリング設備の構成

図1はデスケーリング設備を構成する機器を含めた一般的な配管系統図である。給水源から導かれた工業用水は，まず設備機器を保護するため，ストレーナによって水中の微細な異物を取り除いて，デスケーリングポンプに必要な圧力で押し込まれる。給水源は一般的には，圧延工場内に設けられたほかの設備と共用のブースタポンプから得られることが多いが，これがない場合は，デスケーリングポンプ用として専用のポンプを設ける必要がある。こうして，デスケーリングポンプで加圧された高圧水は，逆止弁，仕切弁，ノズル操作弁を経て，ノズルから圧延鋼材に噴射される。デスケーリングポンプの吐出口の近くにアキュームレータを接続して，断続する水流の平準化と衝撃の緩和を行なわせる。このほかアキュームレータの空気充てん用の高圧コンプレッサ，各種バルブ，保護装置などが含まれる。ポンプ室の配置の一例を図2に示す。

3. デスケーリングポンプ

デスケーリングポンプは，以前は70 kg/cm^{2}g程度の圧力から用いられたが，最近では100 kg/cm^{2}g以上が普通で，特に大容量の設備では150～170 kg/cm^{2}gの吐出圧のものが使用されている。

デスケーリングポンプは，水を断続使用するので負荷変動が激しくかつ弁の開閉の際の衝撃的圧力変動が伝わってくるので特に堅ろうでなければならない。選定可能なポンプ形式としては，二重ケーシング（バーレル形）タービンポンプ，一重ケーシング輪切形タービンポンプ，二つ割形多段ポンプなどがある。高圧大容量のデスケーリングポンプには，ボイラ給水ポンプで広く使われている二重ケーシング(バーレル形)のポンプが，圧倒的に有利である。二つ割形多段ポンプでは，圧力の使用限度は150 kg/cm^{2}gと言われており，過酷な使用条件をあわせ考えれば，150 kg/cm^{2}gクラス以上のデスケーリングポンプには，余裕のあるバーレル形を選定したほうが安全であろう。小容量のデスケーリングポンプは，外径も小さいので，一重ケーシング輪切形タービンポンプで堅ろうさに不安はなく，経済的にも有利である。日立バーレル形デスケーリングポンプの外観写真は図3に示すとおりである。この形のポンプは，耐圧設計上最も有利な，単純な円筒形状のバーレル(外ケーシング)と，輪切形タービンポンプ形式の内ケーシングから成っているので，高圧に対してほかの形よりきわめて信頼性が高く，また，配管はバーレルと一体の吐出口，吸込口に接続されるので配管をはずさず，内ケーシングのみを取り出すだけの分解組立によって修理点検ができるので，保守上もすぐれた形式である。

この種高圧ポンプは，高速にしたほうが小形軽量にすることができるが，異物を含んだ水を取り扱うので，軸封部もグランドパッキンを使うことが便利である。このことから制約を受け，大形のポンプでは4,200 rpm前後の速度が限度である。原動機としては，4極電動機と歯車増速機によるもの，および2極電動機直結のものがあ

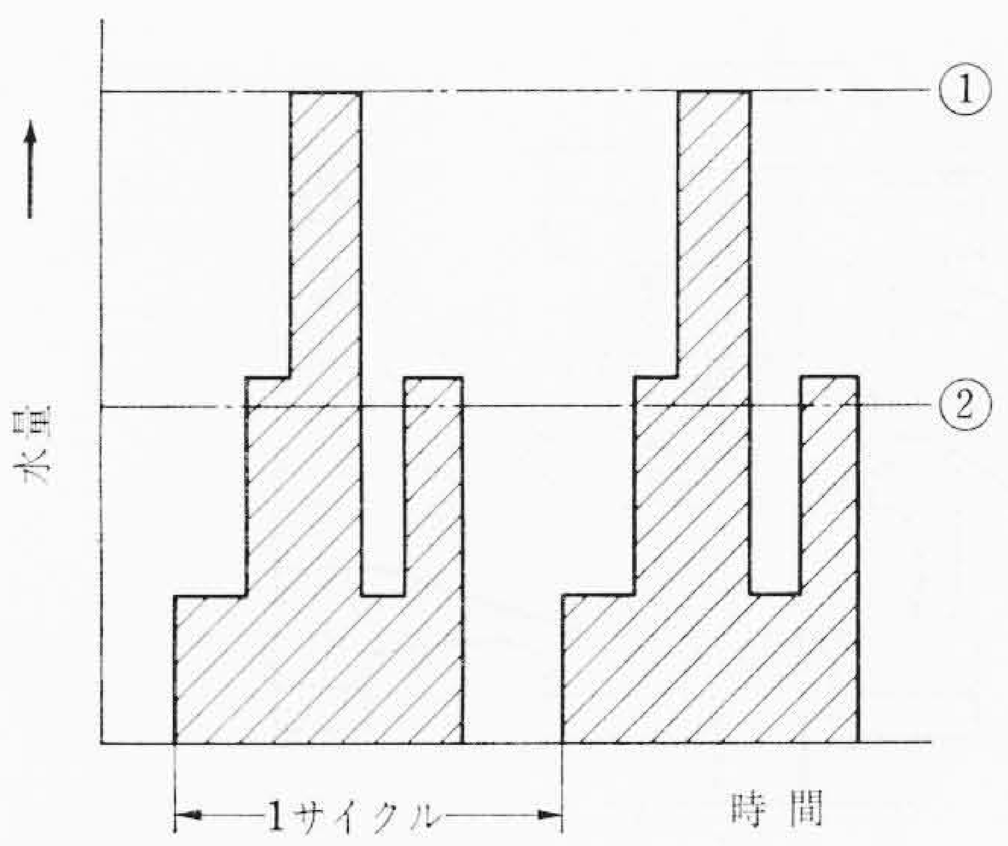

図4　噴　射　線　図

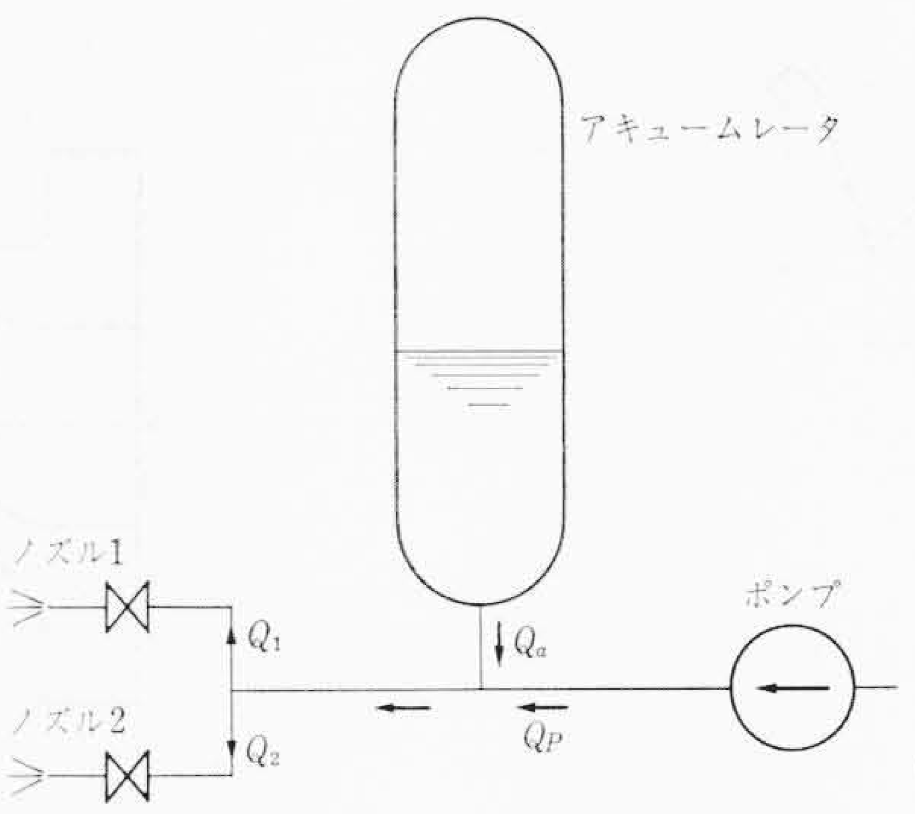

図5　ポンプとアキュームレータの系統

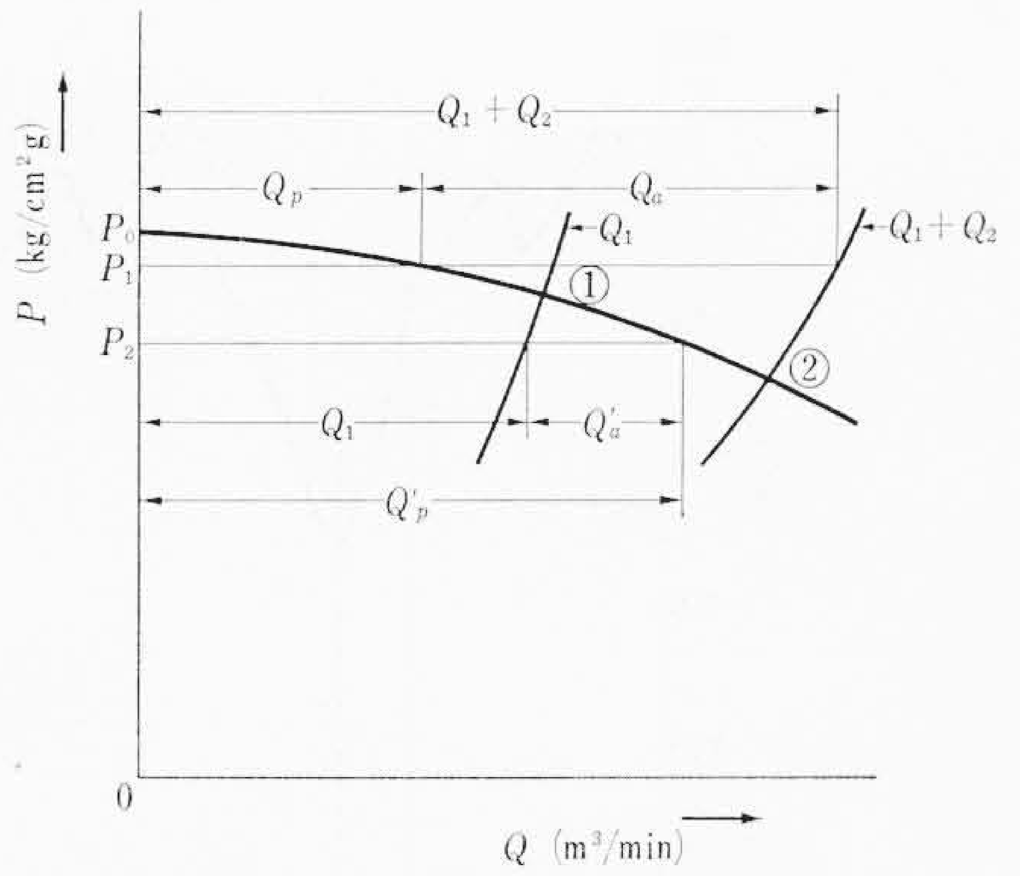

図6　ノズルの特性曲線

る。これらは電動機の巻線形，かご形の別，高速，低速による保守性の難易，価格差，総合的なスペースなどによって選定されるべきである。

小容量のデスケーリング設備では，圧力は大容量設備なみで，吐出量が極端に小さくてよいものであるが，このようなものは遠心ポンプでは不適当で，プランジャポンプの分野になる。

4.　ポンプ容量とアキュームレータ

アキュームレータ（蓄圧器）は吐出管につながる空気-水タンクである。この役割は二つあって，ひとつは噴射の断続によって生ずるウォータハンマの吸収であり，ひとつはポンプ負荷の平均化である。前者より後者のほうが大きな容量を必要とする。

長大な熱延設備ではロールスタンドが10個所くらいあって，そのうちいくつかにノズルが設けられ，その下をスラブが通過するときだけバルブを噴射するが，2〜4枚のスラブが一定の間隔を置いて流れてくるので，多くのノズルが開かれるときもあるし，全く噴射されない瞬間もある。時間と所要水量の関係は一例として**図4**のような噴射線図で表わされる。

この所要水量をポンプのみでまかなうとすれば，図中①の能力のポンプが必要であるが，アキュームレータをつけて余剰時にアキュームレータに貯え，ピーク時にはアキュームレータから補うようにすれば②のポンプでよい。したがって噴射線図とアキュームレータの容量とポンプ容量とを合わせて検討しそれぞれの容量をきめる。

いまデスケーリング設備の系統を**図5**のようなものとし，ノズルは2個所に設けられていてそれぞれQ_1とQ_2の水量が必要であるとする。Q_1とQ_2は圧力によって変わり，圧力の平方根に比例する。これらの特性曲線は**図6**のようになる。

この系統で2個所のノズルを全部閉じてあれば，管の圧力はP_0になっている。ノズルを両方とも開けるとQ_1+Q_2の流量が流れて②点の圧力まで下がるがアキュムーレータがなければきわめて短時間に②になり，アキュームレータがあれば圧力が下がるのに時間がかかる。途中のP_1の圧力においてはQ_pがポンプから吐出されQ_aがアキュームレータから吐出される。また②まで圧力が下がったときQ_2をとめてQ_1だけにすると圧力が上がって①になる。途中P_2の圧力ではポンプはQ'_p吐出するが，アキュームレータにQ'_a流入しノズルからはQ_1だけ噴射する。この圧力変化と時間との関係は**図7**のようになる。

曲　線　ⓐ　　ノズルQ_1のみ噴射のときの圧力降下曲線
曲　線　ⓑ　　ノズルQ_1+Q_2噴射のときの圧力降下曲線
曲　線　ⓒ　　噴射を全部止めたときの圧力上昇曲線
曲　線　ⓓ　　ノズルQ_1のみ噴射のときの圧力上昇曲線

アキュームレータの作用は，空気の膨張，圧縮によるもので空気の圧力と容積は，$PV^n=\text{constant}$の関係に従う。上記曲線において，

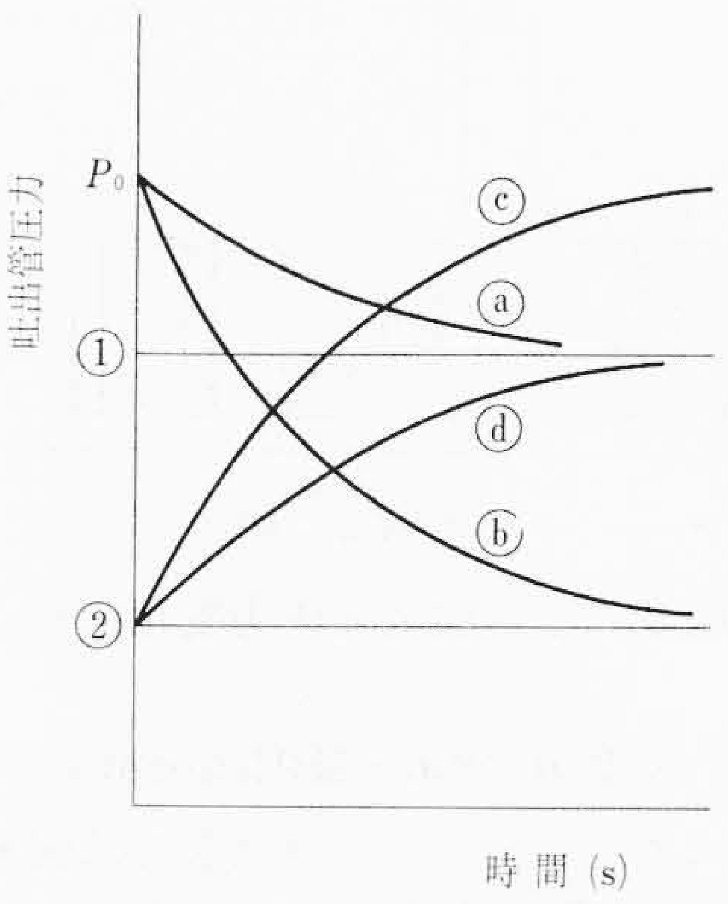

図7　ノズルの圧力-時間曲線

圧力が任意の圧力P_iからP_jまで変化するに要する時間Tは

$$T=\int_{P_i}^{P_j}\frac{P_0^{\frac{1}{n}}V_0}{nP^{1+\frac{1}{n}}q_a}dp$$

である。

nはポリトロープ指数であるが，実際の変化の過程では1.3〜1.05の範囲で変化するので計画上は1.3にとれば安全である。

これらの曲線はアキュームレータの空気量が多いほどねてくる。前述のような噴射線図に対する圧力曲線は上のような曲線を噴射時間で区切ってつなげてゆけば求めることができる。ポンプとアキュームレータの容量をいろいろに仮定して圧力曲線を描き最低圧力が下がりすぎない容量に選定する。

図8，**図9**は実際に計算した例を示したものである。この例では最低圧力を150 kg/cm²gに保つためにはアキュームレータなしでは12 m²/min×150 kg/cm²gのポンプが必要であるが，7.5 m³アキュ

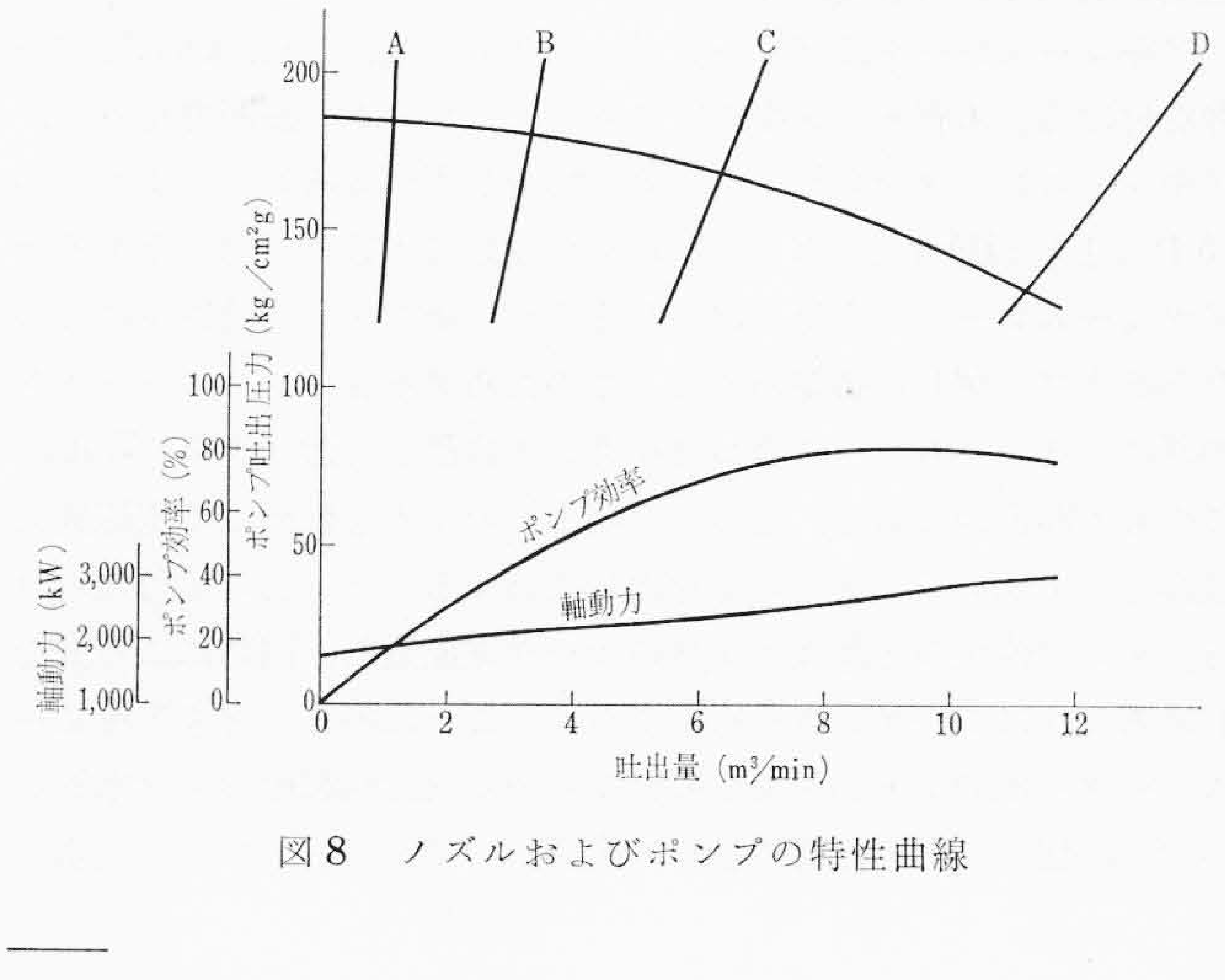

図8　ノズルおよびポンプの特性曲線

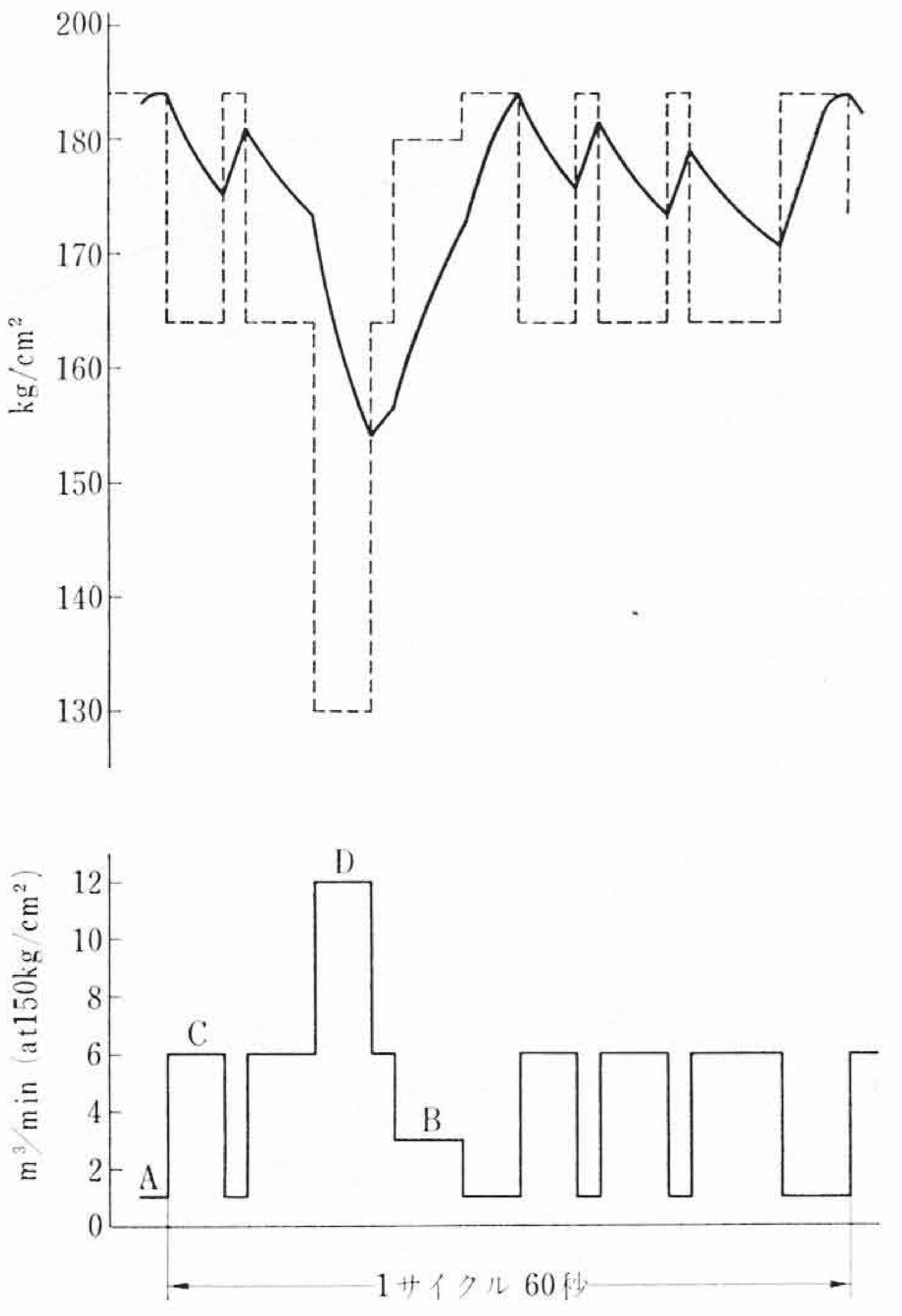

図9　噴射線図と圧力変化回線

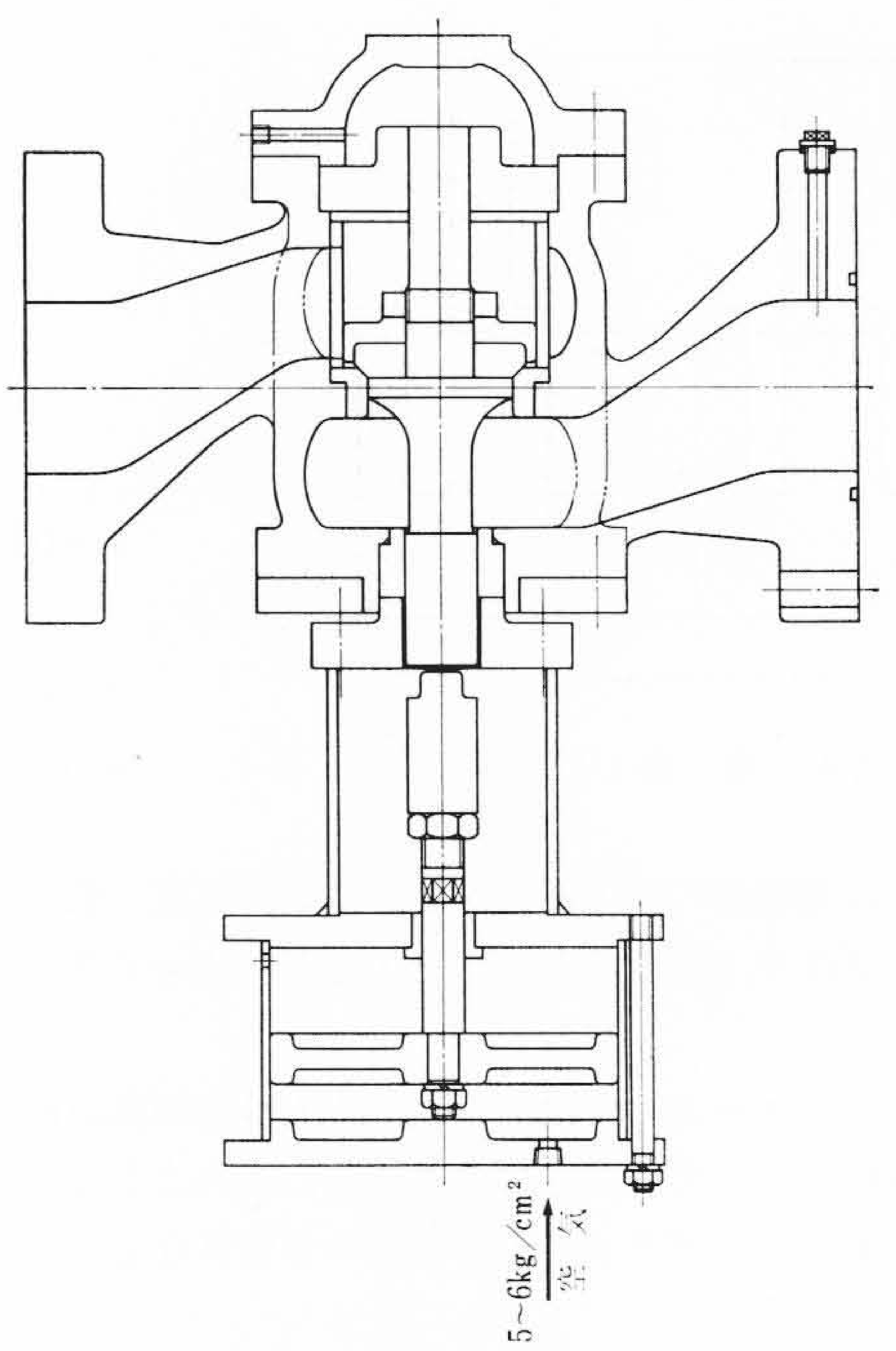

図10　アキュームレータ遮断弁

ームレータをつければ9 m³/min×150 kg/cm²gでよい。また9 m³/min ポンプの場合にアキュームレータなしでは図9点線のように最低圧力が130 kg/cm²g まで下がるが7.5 m³ アキュームレータをつけたことにより154 kg/cm²g にとどまることを示している。

このようなアキュームレータの効果は噴射線図のピークの持続時間が短く高い場合に著しく,長く特に高くない場合は効果がうすい。

5. アキュームレータとアキュームレータ遮断弁

アキュームレータは130～200 kg/cm²g の最高使用圧力でかつ大きいものは10 m³ の容積があるので巨大な圧力容器となる。形状としては，円筒縦形，円筒横形，球形などが考えられるが，製作が比較的容易なこと，場所をとらないことなどから円筒縦形のものが使用される。耐圧200 kg/cm²g，10 m³ のアキュームレータであると内径1,200 mm,肉厚120 mm くらいあり，高さは10 m にもなるが,鏡板，胴板は鋼板をプレスで曲げて作り溶接で組み立てる。

アキュームレータは高圧の気体を内蔵するので通産省の高圧ガス取締法の適用を受ける。この法律では設計上の肉厚の計算式や応力のとり方，マンホールや安全弁などが規制され，製造するときは都道府県または代行者から耐圧検査を受け耐圧証明をもらう必要がある。設置する側では設置報告書に耐圧証明書を添えて都道府県の通産局に届けて許可を受ける。

アキュームレータは高圧コンプレッサで空気を詰め,水面計,安全弁を付ける。本管との途中にはアキュームレータの遮断弁を置く,アキュームレータの空気は水に溶けて少しずつ減るので，1週間か10日ごとに補給する。ポンプを止めたりして本管の圧力が下がるとアキュームレータの空気が出てしまうから圧力が一定値以下になったら必ず弁を閉じる必要がある。このためアキュームレータと本管の間にアキュームレータ遮断弁を置いて自動的に遮断する。図10はこの弁の断面図である。動作は，吐出管の圧力を検出して電磁弁を操作し，下部シリンダに空気を出し入れすることによって行なわれる。ポンプ停止のときはポンプのモータ電源遮断と同時にこの弁をしめるようにシーケンスを組んでおく。これは停止のときアキュームレータの圧力が下がってから弁をしめると次回起動のとき本管がポンプ締切圧に上がる前に遮断弁が開いてアキュームレータに水が

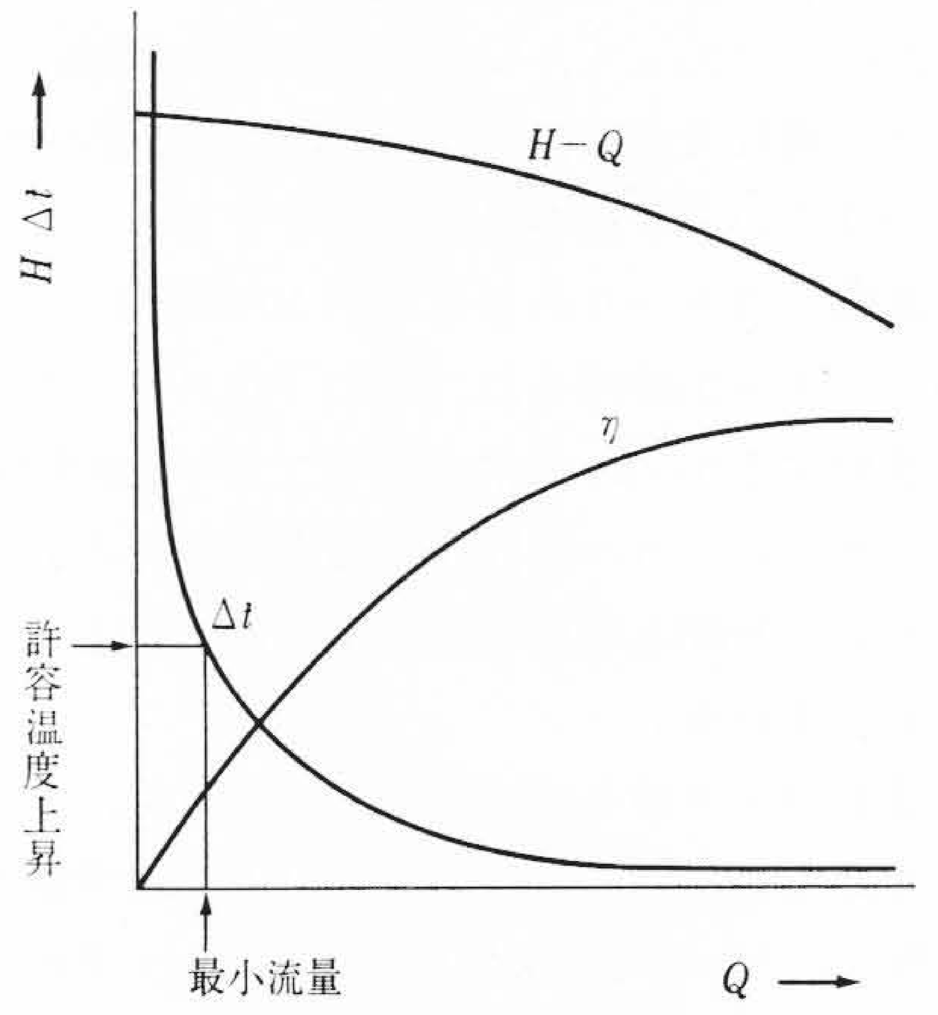

図11　ポンプ特性曲線と温度上昇曲線

流れ込み，このとき流量が急に増して吸込圧力が下がったり起動電流がふえたりするからこれを避けるためである。

6. 過熱防止装置

ポンプの動力損失は大部分熱になって水に加わるものであるが,高圧のポンプを締切近くで運転する場合は水が長い時間かかってポンプ内を通過する上に損失動力も大きいので過熱する。これを放置するとついには，ポンプ内部で最も圧力の低い吸込側の羽根車しゅう動部で水が蒸気となり，かじり付きを起こしてポンプの運転を不可能にする。このためこの装置はポンプの保護装置の中で最も重要なものの一つになっている。

流量Qのときの温度上昇Δtは流量Qのときの効率ηと全揚程Hを用いて

$$\Delta t=\frac{1-\eta}{427\,\eta}H \quad (℃)$$

と表わせる。この温度上昇の意味は水が吸込口から吐出口まで通過する間にΔt℃ 温度が上がるというものであって流量Qが一定ならΔtも一定である。$Q=0$のところでは$\eta=0$であるからΔtは無限大となる。このときはポンプ中の水が入れかわらないから時間とともにいくらでも熱くなる。ΔtとQの関係は図11のような曲線にな

る。許容温度上昇によってポンプ内に確保すべき最小流量が定まる。許容温度上昇はデスケーリングポンプでは15～20℃にとっている。

過熱防止装置はこの最小流量を確保するため吐出側の所要水量がないときに吐出口からバイパスさせる装置であるが次のような種々の方法がある。

(1) 常時放流式　ポンプ吐出口にバイパスを設けてオリフィスで流量を制限し，常にバイパスさせておくもの，動く部分がないので確実であるが，動力が損である。

(2) 過熱防止装置付チェック弁，チェック弁の動きと連動して機械的にバイパスを開閉するもの。

(3) 流量検知式　吐出管の流量を測定して，流量が一定値以下になるとエアでバイパス弁を開くもの。

(4) 圧力スイッチ式　流量が少なくなるとポンプの圧力が上がることを利用して一定圧力以上になるとバイパス弁をエアであけるもの。

(5) 温度検出式　ポンプ中の水の温度が上がったら温度継電器を用いて自動的にバイパス弁を開くもの

このうち流量検知式は高圧のボイラ給水ポンプに用いられているが，流量を測定して確実に作動するのでデスケーリングポンプの場合，作動ひん度が多くなりバイパス弁やオリフイスが早く損耗するおそれがある。圧力スイッチ式は普通ポンプの特性曲線が流量が少ないところでは平に近く，かつその圧力もサイクル変動によって変わるから，圧力スイッチの動作点をかなり流量の大きい点で作動させることになり安全側すぎて損失が大きい。また水圧のショックに対し圧力スイッチが破損しないような対策も必要である。

デスケーリングポンプの場合，圧延サイクル中に短時間最小流量を割る程度では温度上昇は少ないので，温度検出式なら作動ひん度が少なくてすむ。検出はポンプケーシングに付属するバランス管に温度継電器の感温部をさし込んで行なう。バランス管には常にポンプ内部を循環し，最も温度が高められた状態の水が通っているため最も確実な温度検出ができる。

小形のデスケーリングポンプでは常時放流式を用いて経済性を図ることもある。この場合はポンプの吐出量にはバイパス量を加えてポンプの容量を決めておく必要がある。

7. サクションストレーナ

デスケーリングポンプに使用される水は，その多くが一度使用された水を還流させたものである。したがって水中には微粒子が浮遊しそのまま使用すると，設備を構成する機器，特に高速度で回転し細隙(げき)部の多いポンプをいためる。このためポンプの入口に目の細かいストレーナを置きろ過している。しかし細かいストレーナはまたつまりやすいから容易に掃除できる構造とする。一般的には目に詰った微粒子を除く自動洗浄ストレーナが使用される。これは，逆洗ポンプにつながるノズルをろ過網の下流側で回転させ噴流水で微粒子を落し排出するもので，手数がかからない。比較的小容量の設備の場合には，口径も小さくろ過網の取換も簡単にできることから切換式ストレーナを使用する。これは通路が二つあって交互に切換えて掃除する。

8. ノズル操作弁

ノズルの噴射を断続させるための操作弁をノズルヘッダの根本におく。この弁は迅速に作動し遠方から操作できることが必要で，数10秒に1回開閉しなければならないからきわめて過酷な条件にさらされる。開閉時間が長いとそれだけ水量の損失が大きく，圧力の低下をまねき圧延の途中でアキュームレータ遮断弁を閉弁させることも起こる。また必要でないときまで圧延鋼材に高圧水を噴射させ冷しすぎると品質に悪影響を与える。しかし逆に開閉時間が短くなりすぎるとウォータハンマの原因となり配管に強烈な衝撃を与え機器破損の原因となる。弁の開閉の時間と圧力上昇との関係は簡単には次式で表わされる。

(1) 急閉鎖$\left(T_0 < \dfrac{2L}{a}\right)$の場合

$$\varDelta H_{\max} = \frac{aV_0}{g}$$

ここに，T_0: 弁閉鎖時間 (s)

L: 管長 (m)

a: 圧力波の伝ぱ速度

$\varDelta H_{\max}$: 最大上昇圧力水頭 (m)

V_0: 弁開時の管内平均流速 (m/s)

(2) 緩閉鎖$\left(T_0 > \dfrac{2L}{a}\right)$の場合

$$\varDelta H_{\max} = \frac{LV_0}{gT_0}\,\frac{1}{1-\dfrac{L}{aT_0}}$$

ノズル操作弁の開閉時間T_0が，圧力波が管を往復する時間$2L/a$より早い((1)急閉鎖の場合)と強いウォータハンマを起こす。デ

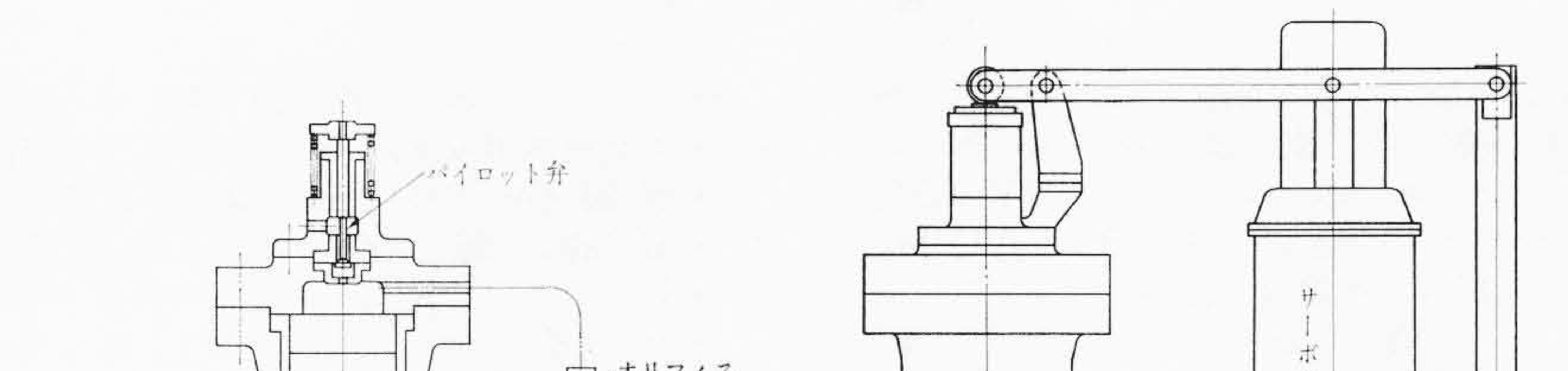

図12 ノズル操作弁

スケーリング設備の場合 $2L/a$ はたかだか0.5秒以内であるから，T_0 は0.5〜1.0秒にしておく。

ノズル操作弁にはオリフィスで流量を制限したバイパスを設け，弁閉のときにも少量の水が流れるようにする。これは閉弁時にノズルから管内に残存している水が流出して空気がはいると噴射時に激しい衝撃が起こり，噴射のタイムラグがまちまちになるから常時満水して衝撃を防ぐためのものである。図12はノズル操作弁の断面図を示したものである。ノズル操作弁はサーボリフタによってパイロット弁を操作し水圧を利用して弁の開閉を行なうものである。開閉時間の調整はオリフィスにより行なわれる。

9. 高圧空気圧縮機

高圧空気圧縮機はアキュームレータへ空気を充てんするためのものである。充てん後は空気の水中への溶け込みなどによって消費しただけの空気量を補給する。吐出圧力をポンプの最高吐出圧力と同じ値にしておくとどんな場合にでも補給ができて便利である。容量はアキュームレータへの最初の充てん時間を基準にして選ぶのであるがだいたい8〜12時間以内で充てんできるようにする。圧縮機の自動運転ということも考えられるが，アキュームレータの中の空気の量を，容積×圧力という形で測定しなければならず複雑になる。一方運転ひん度は，一週間に一度程度であるから，簡略化して手動で運転するほうがよいと考える。

10. 配　管

ポンプは高速なので要求NPSHは高く，流量の急変で吸込圧力が下がることもありストレーナの詰まりも考えて，所要NPSHいっぱいに計画せず，1〜2 kg/cm²g の押込圧力をもたせる。貯水槽から吸い上げる場合にはブースタポンプで押込圧力をもたせる。口径は流速が大略2〜3 m/s となるように選ぶ。この吸込配管が長大であると流量の急変の際にウォータハンマが起こってストレーナが破損したりするから好ましくない。空気だまりを防ぐために配管施工の際上りこう配にする。

主ポンプの吸込側には圧力スイッチを設けてモータとインタロックし，吸込側圧力が十分でないと起動できないようにし，運転中に吸込圧力が低下するとモータをトリップさせる。この圧力スイッチは流量急変による圧力変動で動作して困る場合もあるので，タイマで作動をおくらせ，真に長く続く圧力低下であることを確認後動作させるようにする。

吐出管はノズル操作弁の開閉の際激しい振動を起こすことがある。ノズル操作弁の開閉時間を，圧力が管を往復する時間 $2L/a$ より大きくしてもなおらない場合があるが，この場合はむしろエア抜きの不完全，配管支持の弱さなどが原因となる。これを避けるため，吐出管をできるだけ地上またはダクト内をはわせる。吐出管は圧延機器の間を縫って配管されるため，高低の差ができやすいので，できる限り上りこう配にしてエアだまりができにくいようにする。

吐出管の口径は速くとも5 m/s の流速となるように選び，ポンプの最高吐出圧力によってスケデュール管のクラスを決定する。

11. デスケーリングポンプの運転

ポンプの起動は一般には吐出弁を閉じて行ない，全速になってから弁を徐々に開くのであるがこれは吐出側に圧力のない状態でポンプの回転を上げてくるとオーバロード側になって加速が進まず，起動できないからである。しかしデスケーリングポンプは先が行き止りになっているので吐出管を完全に満水しておけば吐出弁全閉と同じ状態になる。したがって注意深く計画すれば起動時に吐出弁の操作が不要になる。この吐出弁はスルースバルブで200 mm 前後の口径になると操作が非常に困難になるが最近のようにだんだんと人手が少なくなり，自動運転が進んでくるとこの吐出弁の操作は障害になる。

吐出弁の全開起動は，起動トルクが若干増えるので，かご形電動機の場合にはトルクの大きい2重かご形を採用するのが望ましい。

12. 結　言

以上デスケーリング設備について主要機器の考え方を述べた。日立製作所では国内のほとんどの大形圧延工場にデスケーリング設備を納入しているが，この実績に，さらに，日々に進歩する高圧ポンプ設備の技術を加えて，今後予想される設備合理化のための大容量化，自動化に応じられる態勢を十分に整えておきたいと考えている。

第31巻　日　立　第4号

目　次

・グラフ/圧力容器の旅
・解説：東京湾の潮流を調べる
　　シンクロスコープ(V-153)
　　ミニコンピュータ(HITAC-10)
・ハイライト/上野東天紅の透明エレベータ
・今月の招待席/救助艇(新明和工業)
・ルポ/長距離カーフェリー
・カラースポット/海綿鉄
・解説(ルポ)：玉鋼から海綿鉄へ
・解説：超高圧電子顕微鏡
・PRコーナ
・サイエンスジョッキー

発行所　日立評論社　東京都千代田区丸の内1丁目4番地
郵便番号 100
取次店　株式会社 オーム社書店　東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
郵便番号 101
振替口座東京20018番