

日本鉄板株式会社大阪工場納
四重スキンパス圧延機用電気設備
 Electric Equipment for Four-high Skinpass Mill Supplied
 to Nihon Teppan Co., Ltd.

藤木勝美* 西 政隆* 岩城秀夫* 白木 勇*
 Katsumi Fujiki Masataka Nishi Hideo Iwaki Isamu Shiraki

内 容 梗 概

日本鉄板株式会社大阪工場には、さきに逆転式四重冷間圧延機およびその附帯設備の機械ならびに電気設備一式を納入したが、今回引続き、これに続く生産工程の重要な一環をなすスキンパス圧延機の機械電気設備を納入し、総合設計の妙味を發揮した。本報告はこのうち電気設備の概要を述べたものである。圧延機は主ロール、テンションロール、ペイオフリール、およびテンションリールよりなり、すべて直流電動機により駆動される。ストリップの張力一定制御はテンションロールでは直列加減圧機による一定電流制御により、またペイオフリールおよびリールではそれぞれの発電機系による定電流制御と電動機界磁系の界磁加減圧機による定電圧制御との両者よりなる定出力制御により行われる。電動機界磁制御系には巻取(巻戻)、追従制御装置を採用し、また、制御増幅器とし400〜磁気増幅器の使用により制御特性の改善を図った。

〔I〕 緒 言

日立製作所は昭和29年に日本鉄板株式会社大阪工場に本邦最初の純国産大型逆転式四重冷間圧延機およびその附帯設備ならびにそれらの電気設備⁽¹⁾を納入し、現在好調裡に運転中である。今回さらに、スキンパス圧延機およびその電気設備を納入し現在好調に運転している。第1図は同工場の生産工程を示す。

本スキンパス圧延機は速度 2,000 ft/min で厚さ 1.6〜0.278 mm, 幅 780〜1,010 mm の極軟鋼ストリップを調質する設備で磁気増幅器による自動制御方式を採用している。以下その電気設備の概要について述べる。

〔II〕 電気設備の特長

本スキンパス圧延機は第2図に示すように、数多くの電動機が使用され、高速で調質を行うため磁気増幅器制御が採用されて電気品にも設計製作上特別な考慮が払われ、種々独特な特長を有している。

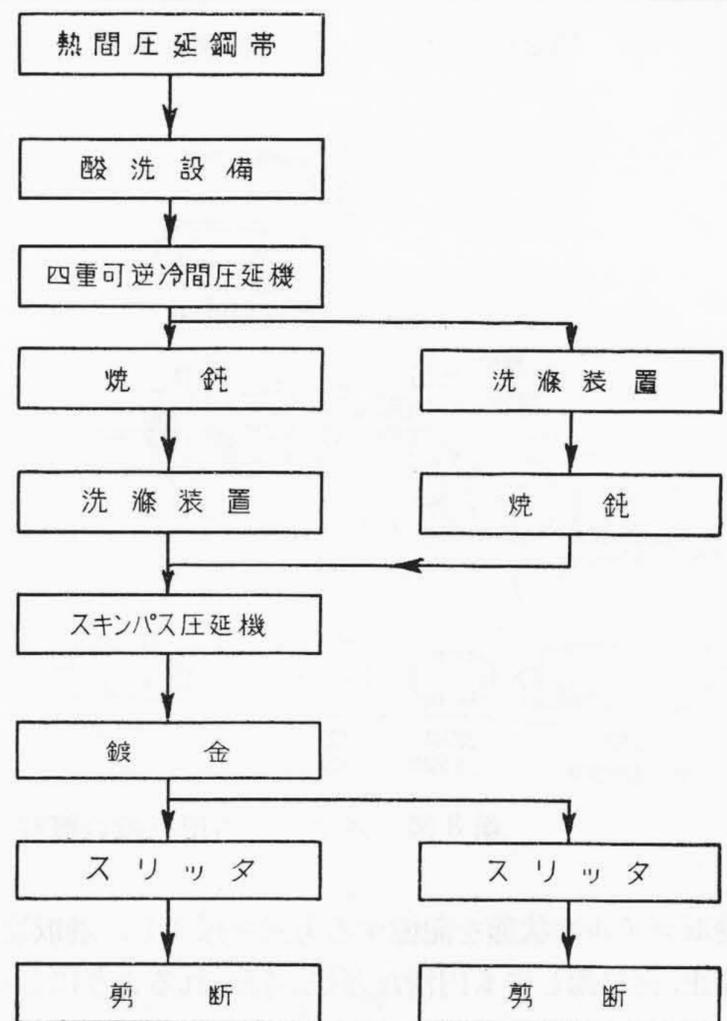
(1) 総合設計の長所が發揮されている

圧延設備として機械品、電気品とも同じ工場設計製作したもので、機械部分と電気部分が一体として完全に調和のとれた製品となつている。したがって現地据付、調整を短時間に行うことができ、総合設計の長所が遺憾なく發揮された。

(2) 直流機の整流が良好なこと

スキンパス圧延機は加減速期間中はいくぶんの張力の変動などは避け得られないので、加減速時間をできるだけ短くすべきである。そのため電動機の回転子の GD² を小さくせねばならない。しかし GD² を小さくすると整流が悪化する傾向にあるが特殊設計を行うことにより、

* 日立製作所日立工場



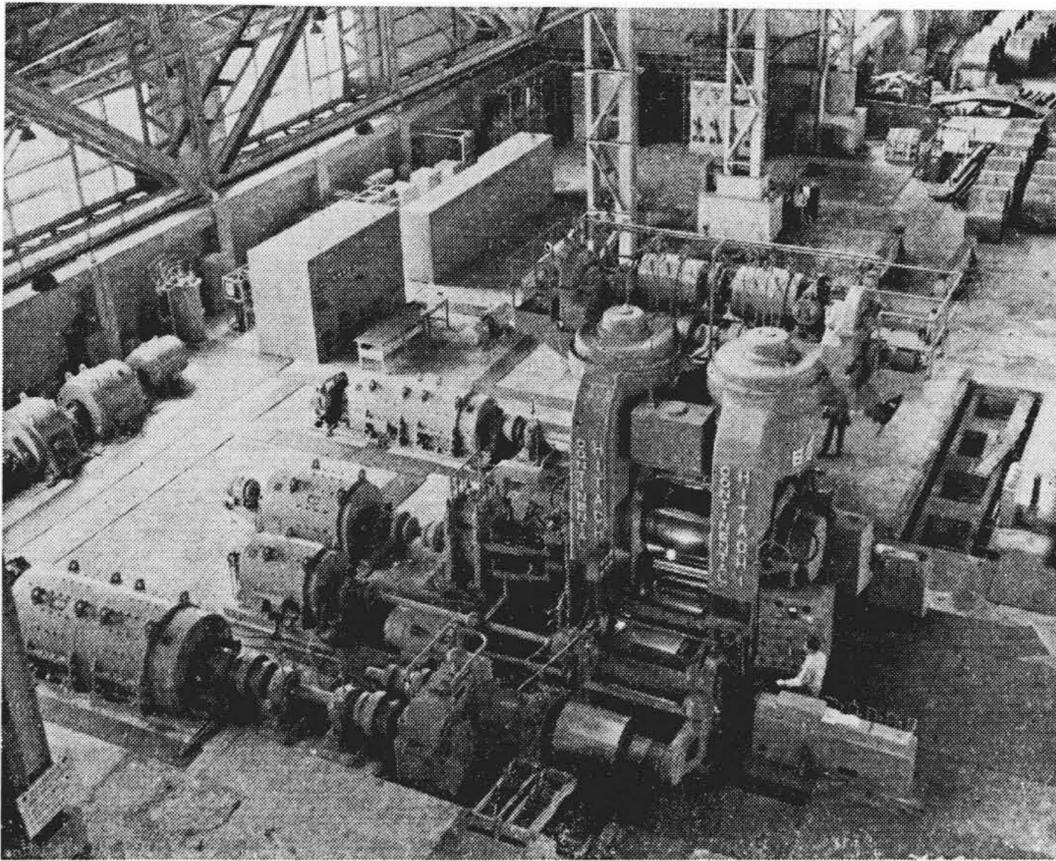
第1図 鋼帯冷間処理工程 (日本鉄板株式会社、大阪工場)

GD² の小さい良好な整流特性を有する電動機が完成された。

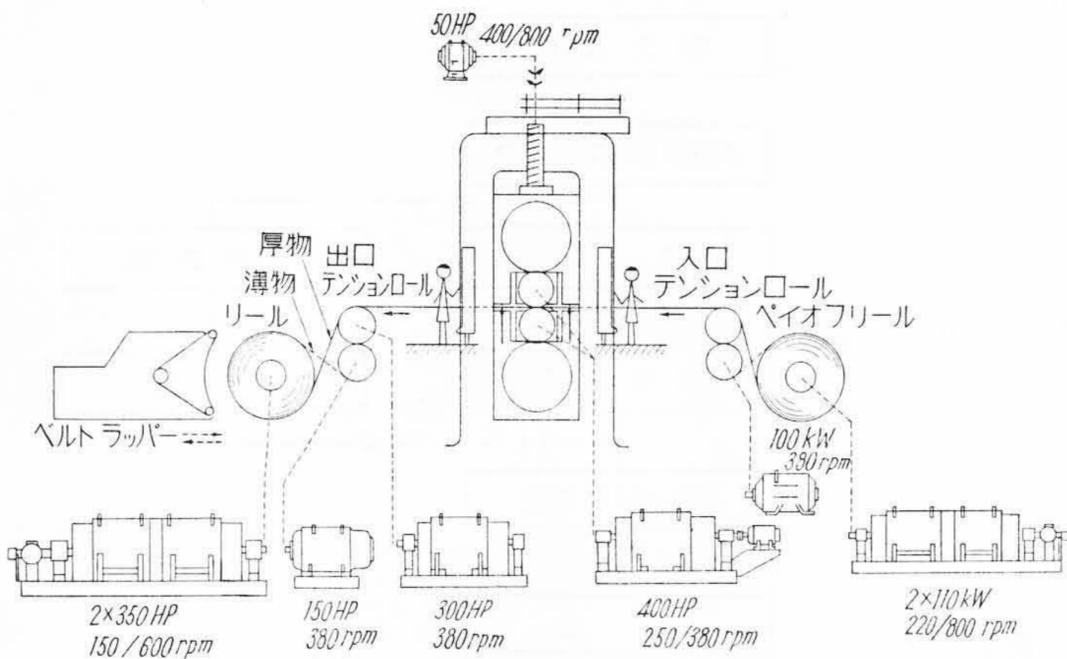
(3) 400 サイクル型磁気増幅器を使用していること

圧延機運転上最も重要な自動制御の性能は、制御方式そのもののほかに、増幅装置の優劣がある。本設備には高増幅率を有し、かつ時定数のきわめて短い保守の容易な400 サイクル磁気増幅器を使用した。

(4) リールの定張力制御に巻取(巻戻)追従制御方式を採用した



第2図 スキンパス圧延機とその電気品の外観



第3図 スキンパス圧延機の概略図

巻取コイルの状態を記憶する方式を採用し、巻取途中で停止、再起動しても円滑な運転が行われるようにした。また、記憶制御方式により精度の高い安定な制御系を得た。

(5) 工場試験および現地調整期間が短いこと

日立製作所は数多くの冷間圧延機の制御より得た豊富な経験と、アナログ演算器の活用とによつて、工場試験ならびに現地調整がきわめて短時間に完了し、安定にして、満足な精度を有する制御を行うことができた。

〔III〕 電気設備の概要

本電気設備は第3図に示すように、パイオフィール、入口テンションロール、主ロール、出口テンションロール上・下、リールをそれぞれ独立の直流電動機で駆動し、

それらの電動機は第4図に示すように3台の発電機と3台の昇圧機により給電し、レオナード方式による加減速を行っている。第1表は回転機の一覧表を示す。

スキンパス圧延機は圧下量きわめて少いで主電動機の馬力は普通の冷間圧延機の数分の一となつている。第5A図は主ロール電動機の世界一トルク曲線である。

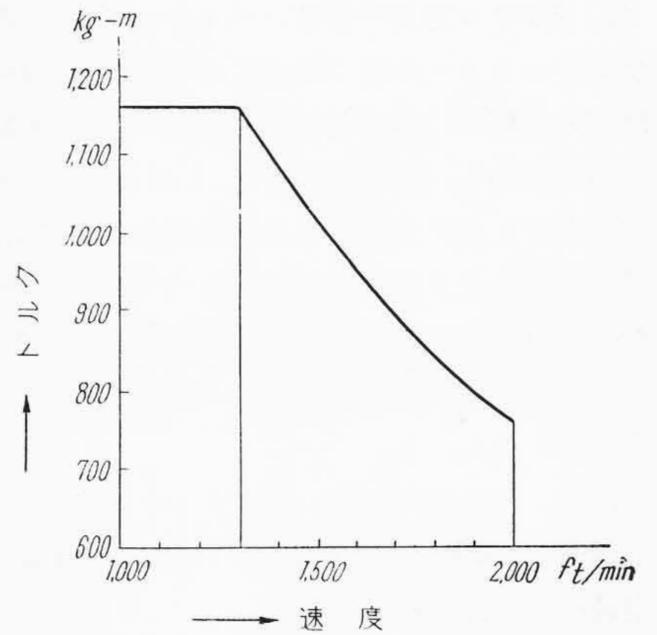
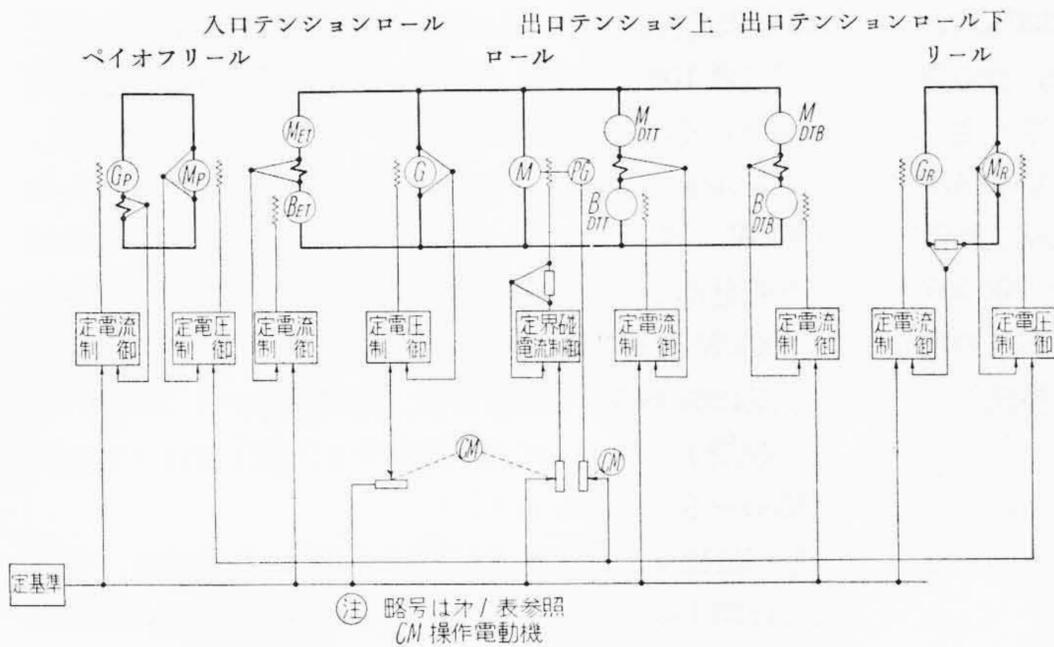
しかしスキンパス圧延機は、主ロールの入口側と出口側の板に大きな張力を与え、かつ均一な調質を行うためこの張力を一定に保つ必要がある。この定張力制御は、スキンパス圧延機において、最も重要な自動制御対象である。テンションロールとパイオフィールおよびリールとともに入口側は4,000kg、出口側は9,420kgの張力を与えることができる。第5B、5C図は、電動機の設定速度と定格張力の関係を示している。なお入口テンションロールは1.0mm板厚以下の場合に使用し、出口テンションロールは1.2mm板厚以下の場合に使用している。

第4図の下方に本設備の最終制御対象と電気的制御対象をかかげたがこれについて説明を加える。

テンションロールは主ロールとの間の板に張力を与えるものであるから、そのテンションロールのトルクを一定に制御すれば定張力制御ができる。したがつて電動機の界磁が一定ならば、電機子電流を一定にすることにより目的を達することが

できるので、電動機の電機子に直列に挿入した昇圧機により、定電流制御している。なお本昇圧機により静止張力を与えることができ、かつ起動の初めや減速の末期のように低速においても十分なる制御を行うことができる。

パイオフィールおよびリールは巻戻し巻取りが行われるにつれて、その径が変化するので、テンションロールと同じ定張力制御でも電気的制御対象を異にしている。リールと出口テンションとの間の張力を T_r とし板の線速度を V_r とすれば、 V_r と T_r の相乗積は巻取動力に等しい⁽²⁾。また、巻取動力は電動機の逆起電力と電流との積に等しい。したがつて板の速度とリール電動機の電圧を比例せしめるように、比例制御を行い、かつ定電流制御を行えば、定張力制御ができる。すなわち第4図に



(A) 主ロール電動機の色度とトルクの関係

名称		パイオフィール	入口テンションロール	主ロール
自対動制御対象	最終制御対象	定張力制御	定張力制御	定速度制御
	電氣的制御対象	定出力制御	定トルク制御	
		定電圧制御 定電流制御	定電流制御	定電圧制御 定電流制御

名称		出口テンションロール上	出口テンションロール下	リール
自対動制御対象	最終制御対象	定張力制御	定張力制御	定張力制御
	電氣的制御対象	定トルク制御	定トルク制御	定出力制御
		定電流制御	定電流制御	定電圧制御 定電流制御

第4図 制御回路

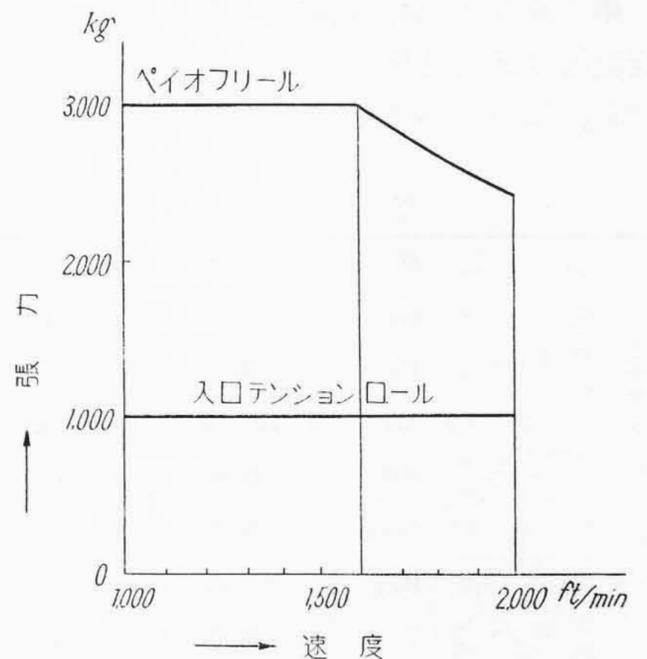
示すようにリール発電機系により定電流制御を行い、かつ電動機の界磁系により主ロールの色度と電圧との比例制御を行つている。

前述のようにテンションロール、パイオフィール、リールは定電流制御をしているので加減速のとき、電動機および負荷の GD^2 に対する加減速電流を補償してやらないと板の張力に変化を生ずる。すなわち加速のとき出口側では張力は弱まり入口側は制動機となつてゐるので張力が強まることになる。そのためには適正な補償量だけ出口側では電機子電流を大にし、入口側では小にして張力を一定にする必要がある。ただ加減速電流が張力電流に比して小さければ小さいほど補償の誤差が少くなる。したがつてできるだけ電動機の GD^2 を小さくするよう考慮している。

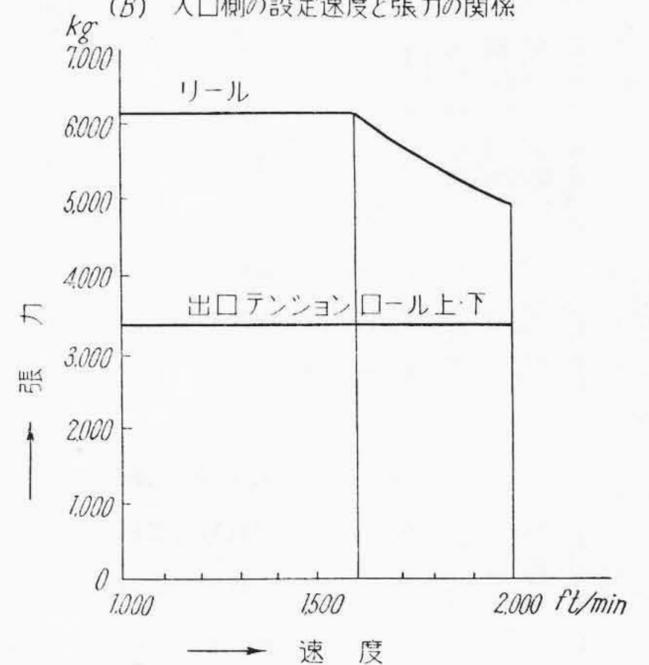
〔IV〕 回転機の仕様と特長

主ロールなど、駆動用直流電動機の仕様は第1表のごとくである。

これら各電動機はすべて連続定格、過負荷容量は125% 2時間 (パイオフィール用 220 kW 直流電動機のみ、125% 2時間、または 140% 1時間)、最大回転力は 200% (パイオフィール用 220 kW 直流電動機のみ 250%)、



(B) 入口側の設定速度と張力の関係



(C) 出口側の設定速度と張力の関係

第5図 電動機の色度—トルク張力曲線

絶縁はB種温度上昇限度は100% 負荷にて 50°C である。冷却方式は、空気を室外よりとり、回転油膜式空気清浄器を通して電動送風機により、風洞より機内に送込み、冷却後は各機器より直接室内に吐出する、いわゆるアッ

プ、ドラフト方式である。ペイオフリール用 220 kW、テンションリール用 700 HP の各直流電動機は、加減速時間の短縮と、加減速電流の減少のため、GD² を小さくする目的から、複電機子型とし、また主ロール用 400HP 電動機とともに広範囲の界磁制御においても良整流特性がえられるよう補償巻線付となつている。また 100 kW および 150HP の直流電動機をのぞくほかのすべての電動機は、電機子巻線に重波巻々線を採用して、整流の改善をはかつた。

なお、以上のほかに、スクリュードダウン用 50HP 直流電動機 (220 V 400/800 rpm Tmax=250% 全閉型30分定格) が2台ある。

第6図は主ロール用 400HP 直流電動機、第7図はリール用 700HP 直流電動機を示す。

第1表に示す直流発電機はスクリュードダウン用 80kW 発電機の30分定格をのぞき、連続定格、過負荷容量は125% 2時間 (ペイオフリール用 200kW 直流発電機は、

125% 2時間、または140% 1時間) 絶縁はB種、温度上昇限度は100% 負荷にて50°Cである。冷却方式は電動機とおなじく、閉鎖池力通風、アップドラフト方式である。主ロールおよびテンションロール用 400 kW、リール用 600 kW、ペイオフリール用 200 kW の各直流発電機補償巻線付にして、整流特性を良くしてある。またリール用 600kW 直流発電機と駆動用 1,000HP 三相同期電動機の軸受は強制給油方式とした。同期電動機は 2,000kVA 三相起動リアクトルにより起動する。第8図は主電動発電機セットの写真を示す。

各種励磁機の詳細仕様は省略するが、その容量、電圧などは第1表に記載した。これら励磁機の内、大半は磁気増幅器で励磁され、その界磁コイルの設計は、磁気増幅器の出力特性と制御回路特性にマッチするよう考慮が払われている。第9図は現地に設置されている励磁機セットを示す。

〔V〕 制御方式

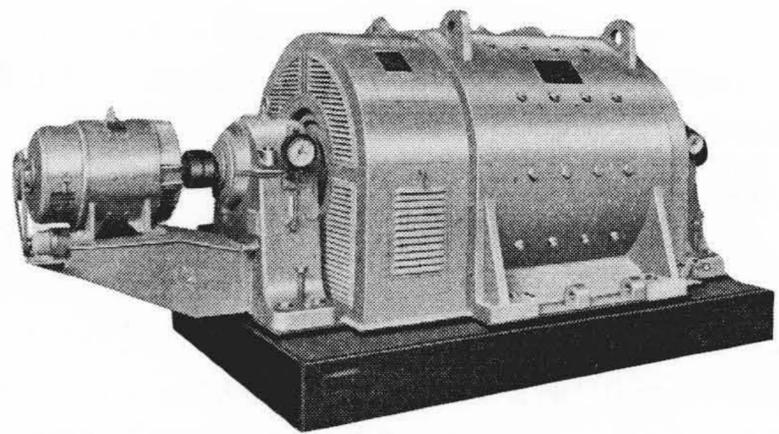
第10図は本機の制御結線図を示している。以下これについては説明を加える。

(1) 基準電源の定電圧制御

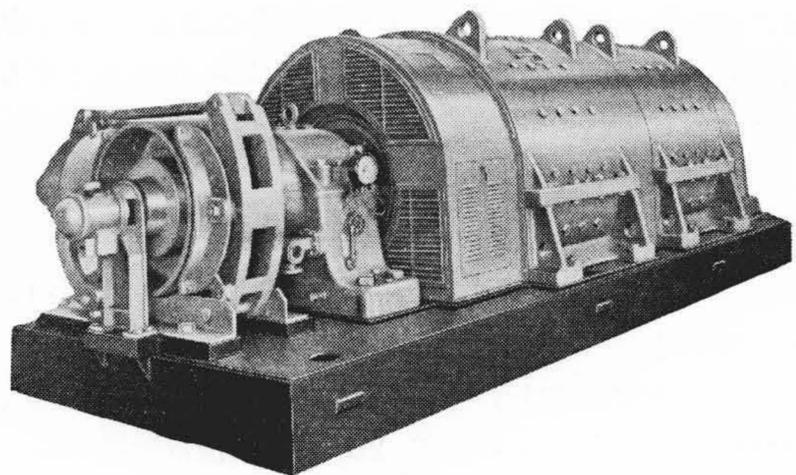
各種自動制御の基準および磁気増幅器電源用として、それぞれ 50kW 220V の励磁機 (CPE) および 20kVA 330V 単相 400~ 交流発電機 (HFG) を設け磁気増幅器

第1表 回転機一覧表

	用途	略号	容量	型式	定格
ペイ オフ リール	発電機	G _P	200kW	EFC ₁ -SPKK	440V 1,200rpm
	発電機用 励磁機	E _P	3kW	FCOA-SP	110V 1,800rpm
	電動機	M _P	2×110kW	EFBL-SPKK	440V 200/800rpm
	電動機用 界磁昇圧機	FB _P	6kW	FCOV-SP	150V 1,800rpm
入 ロ ン テ ン シ ル	電動機	M _{ET}	100kW	EFCO-SP	290V 380rpm
	電動機昇圧機	B _{ET}	80kW	FCOA-SP	250V 1,800rpm
	電動機用 励磁機	E _{ET}	3kW	FCOA-SP	110V 1,800rpm
主 ロ ー ル	発電機	G	400kW	EFB-SPKK	440V 1,200rpm
	発電機用 励磁機	E	5kW	FCOA-SP	110V 1,800rpm
	電動機	M	400HP	EFB-SPKK	440V 250/380rpm
	電動機用 界磁励磁機	ME	10kW	FCOA-SP	110V 1,800rpm
	パイロット 発電機	PG		EFUCO-SP	220V 380rpm
出 ロ ン テ ン シ ル 上	電動機	M _{DTT}	300HP	EFB-SP	440V 380rpm
	電動機用 昇圧機	B _{DTT}	90kW	EFC ₁ -SP	160V 1,200rpm
	電動機用 励磁機	E _{DTT}	3kW	FCOA-SP	110V 1,800rpm
出 ロ ン テ ン シ ル 下	電動機	M _{DTB}	150HP	EFC-SP	440V 380rpm
	電動機用 昇圧機	B _{TDB}	45kW	EFC ₁ -SP	160V 1,200rpm
	電動機用 励磁機	E _{DTB}	2kW	ECOA-SP	110V 1,800rpm
リ ー ル	発電機	G _R	600kW	EFB ₁ L-SPKK	750V 1,200rpm
	発電機用 励磁機	E _R	5kW	FCOA-SP	110V 1,800rpm
	電動機	M _R	2×350HP	EFBL-SPKK	750V 150/600rpm
	電動機用 界磁昇圧機	FB _R	10kW	FCOA-SP	150V 1,800rpm
圧 下	発電機		80kW	EFC ₁ -K ₃₀	220V 1,200rpm
	電動機		50HP	TCO-K ₃₀	220V 400/600rpm
電 源	定電圧励磁機	CPE	50kW	FCO-SP	220V 1,800rpm
	高周波発電機	HFG	20kVA		330V 3,600rpm



第6図 主ロール用 400HP 直流電動機



第7図 リール用 700HP 直流電動機

により自動制御を行つて電圧を一定にしている⁽³⁾。

(2) 主ロールの定速度制御

主ロールは加減速のとき直線的に速度が調整され運転中は電源変動や負荷変動に対しても定速度で運転する必要がある。

速度調整は第11図(a)(b)(c)に示すように0~1,300 ft/minの間は電圧調整により、1,300ft/minより2,000ft/min間は電動機の界磁調整によつて行つており整定速度においては発電機の端子電圧を電動機の界磁を一定に保つよう磁気増幅器で自動制御している。

(3) ペイオフィールの定張力制御

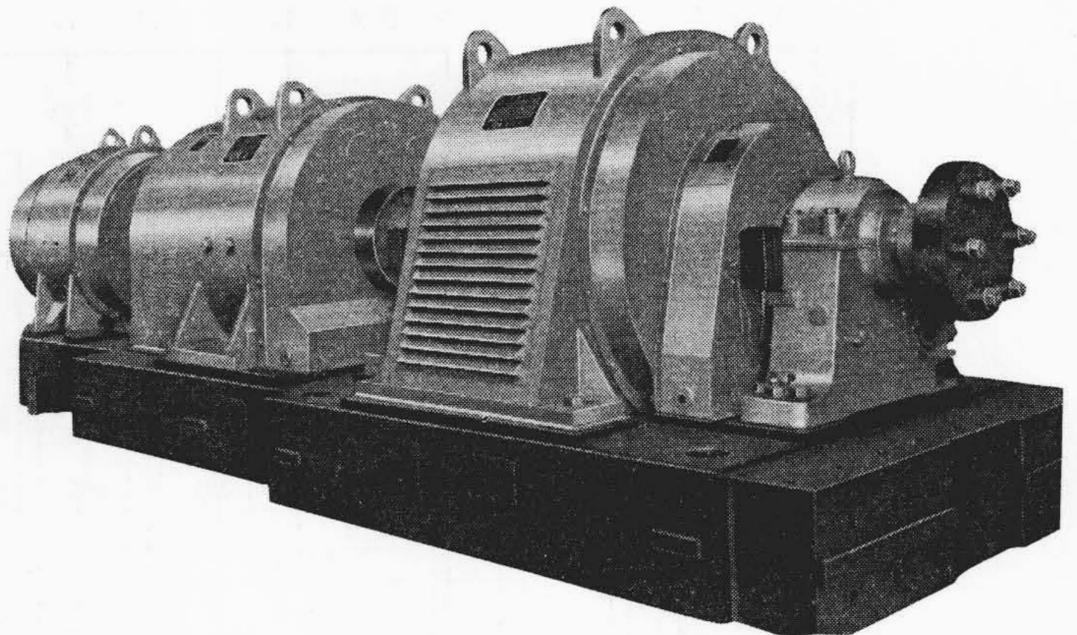
ペイオフィールの速度をあげるときは電圧の上昇後に界磁の減少によつて行つていく方式では加速中電動機の界磁を弱めて速度上昇してゆくの、張力電流が同じでも板の張力に変化を生ずる欠点がある。しかしペイオフィール電動機の界磁を起動前に弱めておき設定速度まで電圧調整により速度上昇を行うようにしかつ定電流制御を行えば加速中張力の変化がないことになる⁽⁴⁾。第11図は設定速度が1,600 ft/minと2,000 ft/minの場合の加速時の各部の理論曲線を示している。

(A) 定電流制御系⁽⁵⁾

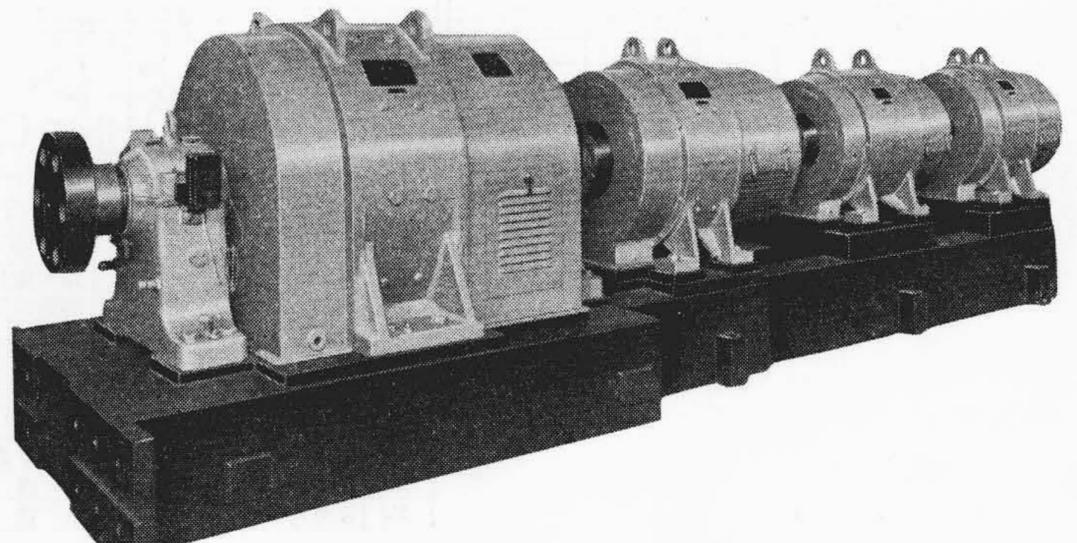
定電流制御は発電機の電圧を変化することによつて行つている。したがつて調質速度の上昇および下降に際して第11図のように発電機の電圧も上昇および下降する必要がある。その電圧の変化は電流制御系にとって2,000%におよぶ大きな擾乱となるので、MA₁, MA₂, MA₃の動作により定電流制御を行うならば高い利得の制御系が必要である。そこで調質速度に比例した電圧を発生するPGでMA₂, MA₃のバイアスを励磁して、補償しMA₁の出力をほぼ一定に保ちながら、発電機電圧を変化できるようにした。これにより安定にして精密なる定電流制御ができる。

(B) 定電圧制御系⁽⁶⁾

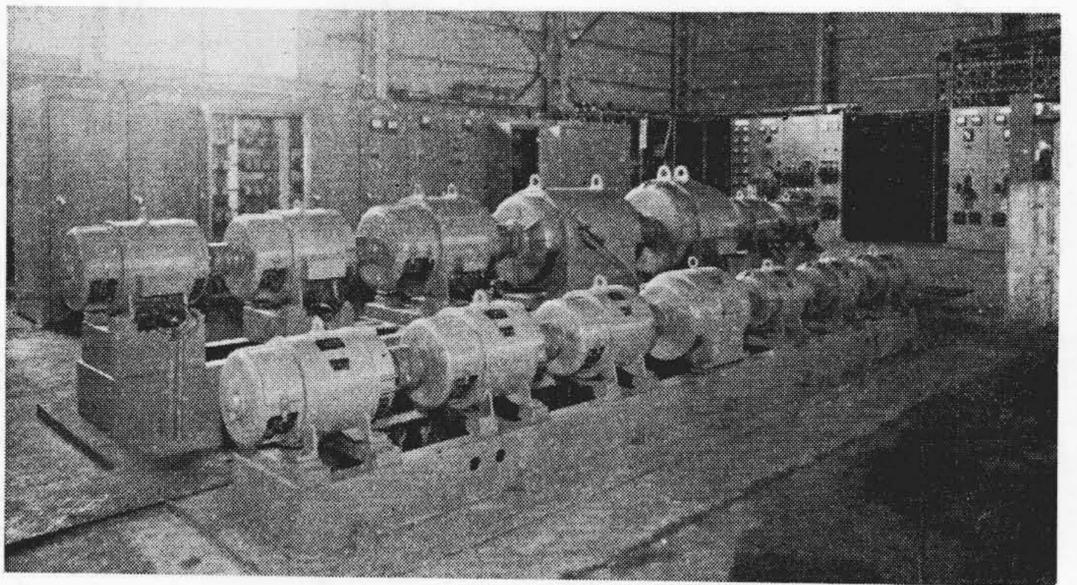
ペイオフィールの電圧を主ロールの速度に比例せしめるため、定電圧制御系の指令をパイロット発電機(PG)の電圧よりとつている。しかしこの指令の値は



第8図(A) 主電動発電機セット (右より 1,000HP 3φ SM-600 kW DCG-200 kW DCG の順)



第8図(B) 主電動発電機セット (左より 400kW DCG-90kW Booster 80 kW DCG-45 kW Booster の順)

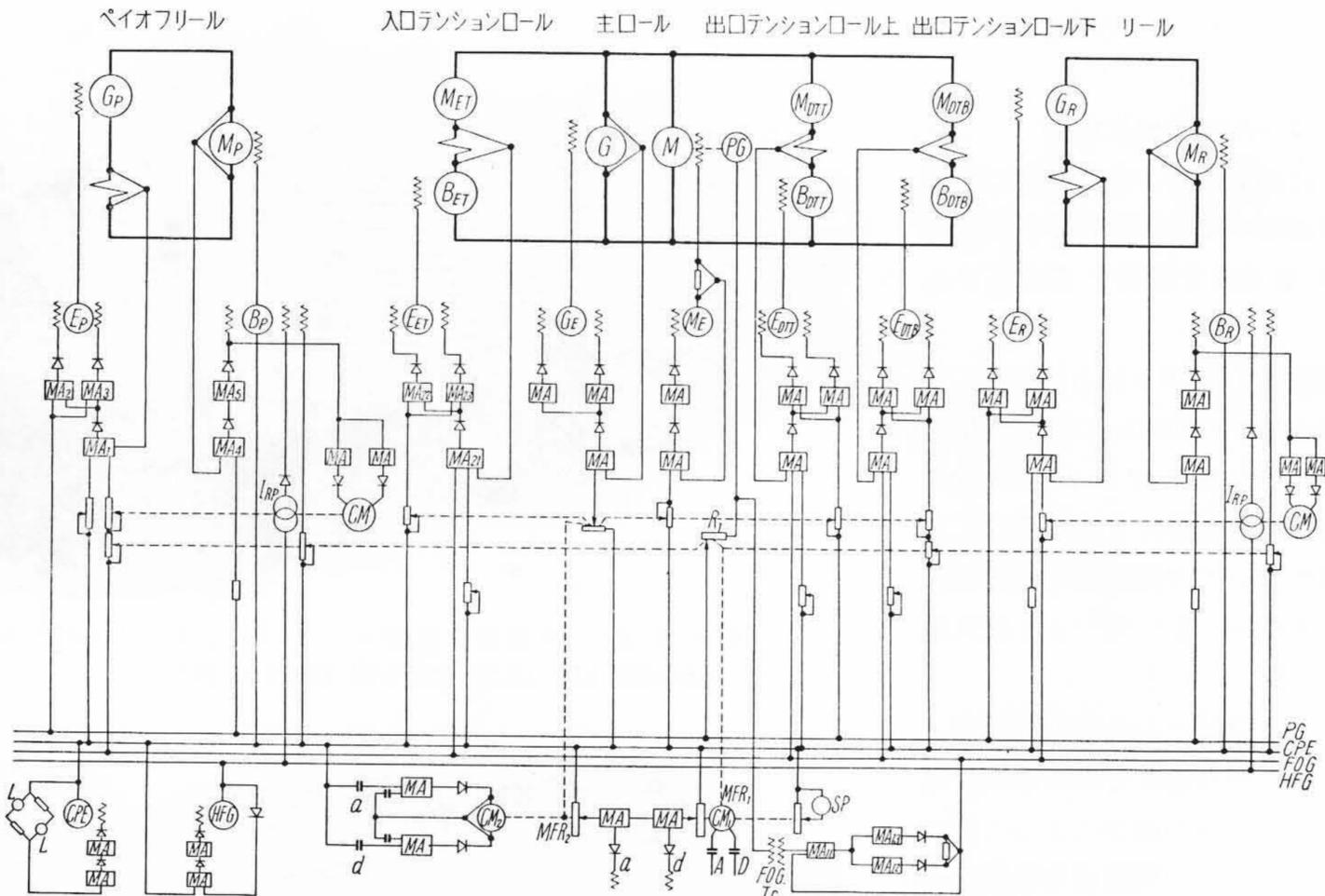


第9図 励磁機セット

前述のように設定速度が1,600 ft/min以上のとき、設定速度で定格電圧となるようにする必要がある。そのため設定用抵抗器MFR₁のR₁を図のようにPGの出力に挿入している。

(C) 巻戻追従制御方式

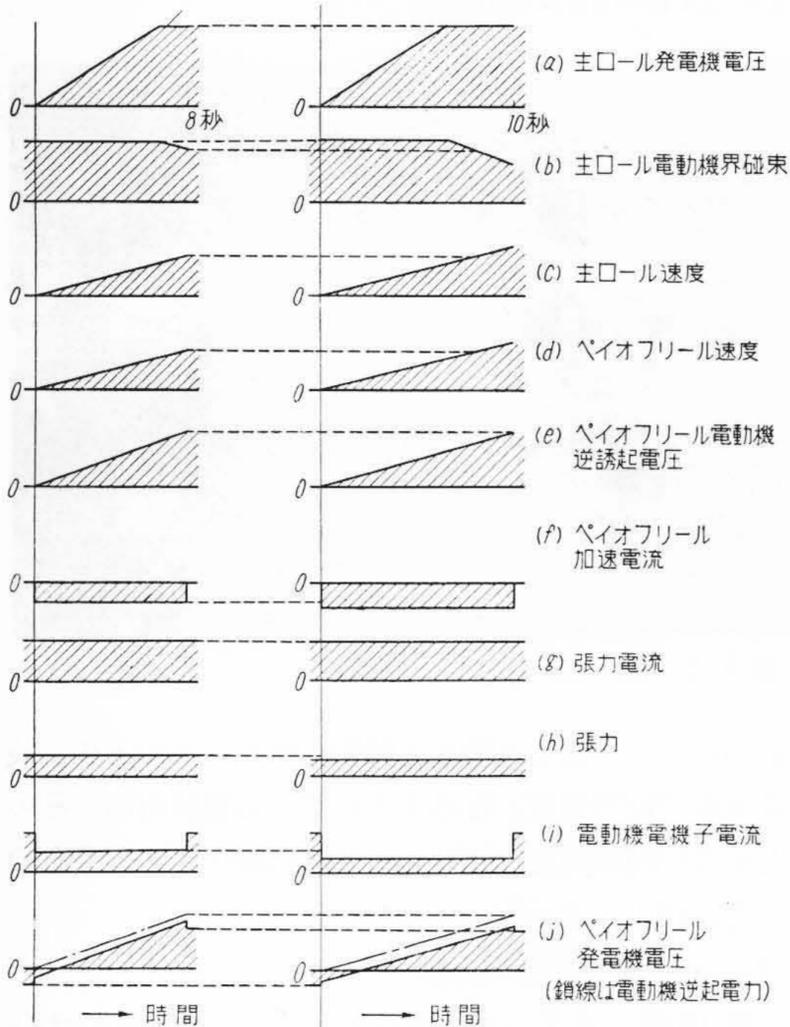
第10図ペイオフィールにおいてMA₄→MA₅→Bp→Mp→MA₄の制御系のみだと巻細りにつれてMA₄



下記外の略号は才 I 表参照

略号	説明	略号	説明
A. a	加速用接触器	CM	操作電動機
D. d	減速用接触器	IR	誘導電圧調整器
MFR ₁	速度設定用抵抗器	FOG. Tr.	微分変圧器
MFR ₂	速度調整用抵抗器		
M	電動機	記号	説明
G	発電機	⊙	ランプ
B	昇圧機	←	セレン整流器
E	励磁機	~~~~	巻線
MA	磁気増幅器	— —	抵抗

(A) 設定速度 1600ft/min のとき (B) 設定速度 2000ft/min のとき



第 11 図 ペイオフリール加速時の現象

第 10 図 制 御 結 線 図

MA₅ の出力が変化する。本方式は MA₅ の出力の変化を検出増幅し、誘導電圧調整器 IRp の操作電動機を回し、界磁昇圧機 Bp の電圧を変化せしめ MA₅ の出力を一定にするよう巻細りを行わしめるものである⁽⁷⁾。したがって巻細りが行われても MA₅ の出力が変わらず、IRp の電圧すなわち角度だけ変化することになるのでコイルの径の変化は IRp の角度の変化に相当する。MA₅ の出力が一定のため停止してもその角度を保ち、電動機の界磁はコイル径に応じた立場に保たれているので、円滑な再起動が可能となる。また IRp の角度と連動して加減速補償量を変化し、再起動および速度調整のとき、定張力の加減速を行うことができる利点がある。

(D) 加減速補償方式

加減速電流は次の諸量について補償を行つている。

(a) ミルの加減速度

ミルの加減速度は主ロールの速度に比例する発電機 (PG) の電圧を微分変圧器 (FOG, Tr) に加えて、その二次出力電圧により検出し、これを磁気増幅器により増幅し加減速補償の指令をして定電流制

御系に加える。

(b) コイルの巻細りの状態

- (i) 電動機軸に換算した GD^2
- (ii) リール電動機の界磁の強さ

これは前述の巻戻追従制御用誘導電圧調整器 IRp に連動した可変抵抗器により (a) 項の出力を変化し (i) (ii) の合成量を補償せしめている。

(c) 設定速度

前述したように設定速度が 1,600 ft/min 以上の時設定値に応じて、界磁をあらかじめ弱めておくと、同じ加減速度で上昇しても加減速電流は大となる。したがって設定用抵抗器 MFR₁ に連動して加減速補償量を変化せしめている⁽⁸⁾。

(d) 圧下量

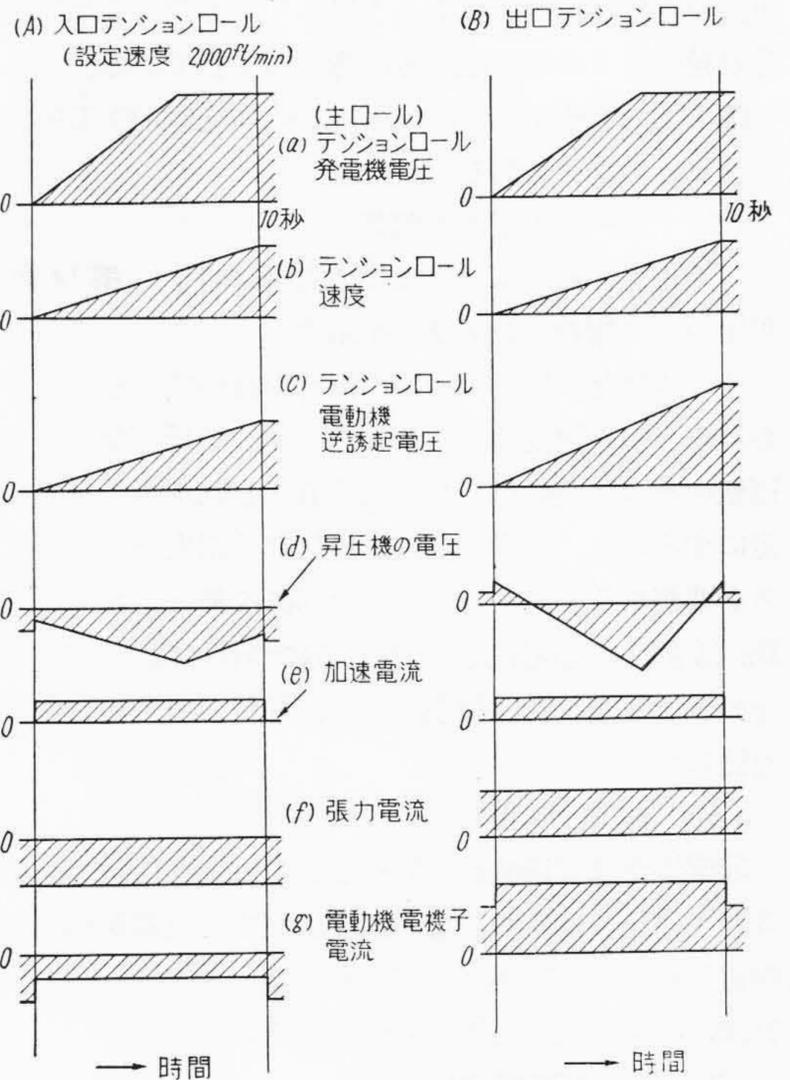
主ロールの加減速度を検出する (a) 項で述べた方式では入口側は圧下量だけ速度が低いので、加減速補償量も圧下量が大なるほど小さい。したがって圧下量の大きいときは圧下補償抵抗器を設け、電圧指令と加減速補償量を連動して手動設定することが必要である。

(E) 静止張力

ペイオフリールの静止張力は定電流制御系の指令設定により、静止張力電流を流すことにより与えられる。

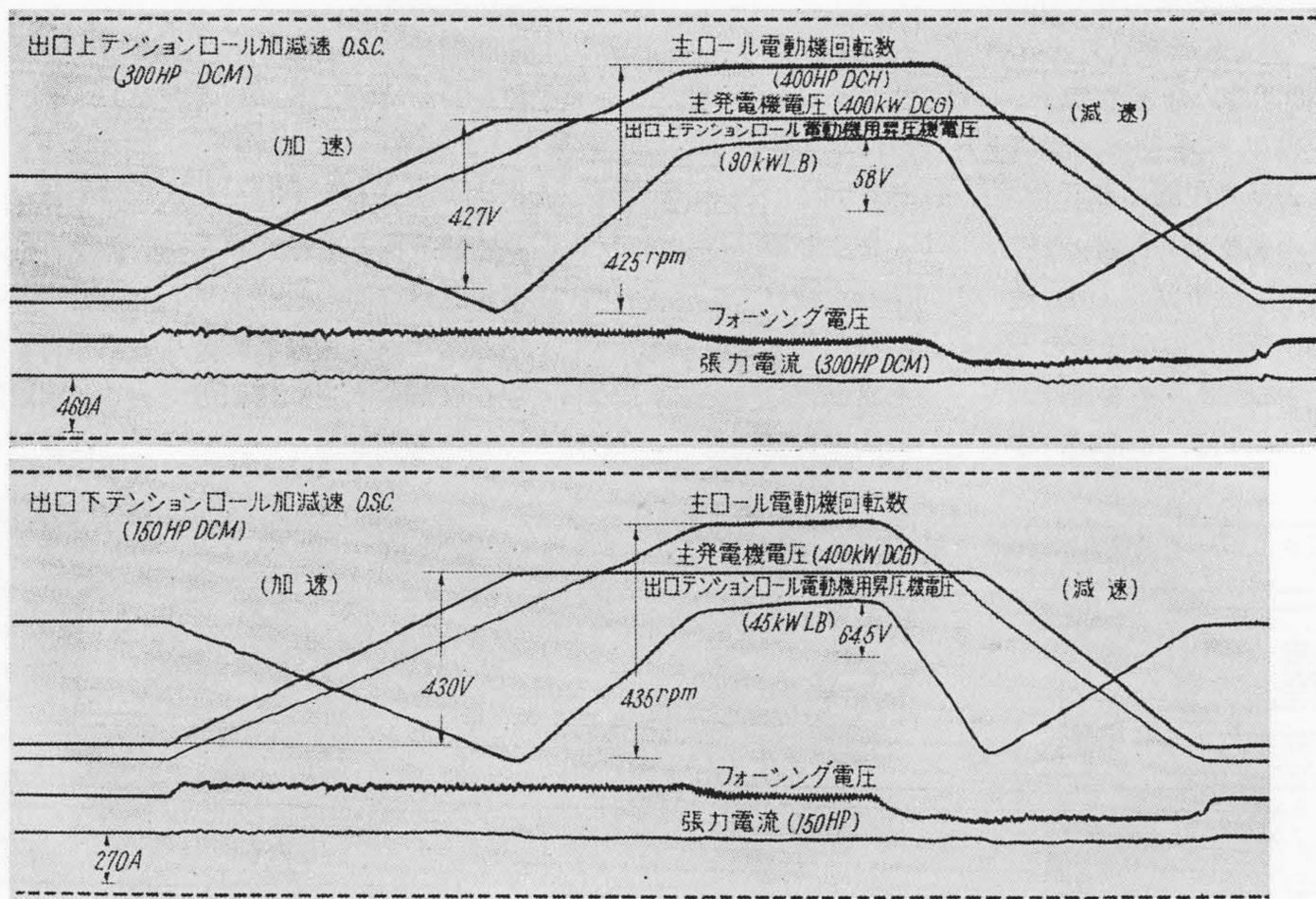
(4) テンションロールの定張力制御

入口および出口テンションロールは、速度全域にわたって一定張力が要求され定電流制御が行われている。



第 12 図 テンションロールの加速現象

第 12 図は 2,000 ft/min まで加速するときの各部の理論曲線である。図に示すように昇圧機の電圧は加速中山形に変化する必要があるが、そのため速度調整用抵抗器 MFR₂ に連動して、磁気増幅器 MA₂₂, MA₂₃ のバイアスをかえて、MA₂₁ の出力に変化を与えないままで昇



第 13 図 出口テンションロール工場試験オシログラム

圧機の電圧を山形にするようにしている⁽⁹⁾。また加減速時の補償はミルの加減速度に応じ補償している。

第13図は出口テンションロール加減速時の工場試験のオシログラムである。

(5) リールの定張力制御

ペイオフリールに準ずるので説明は略す。第14図は現地の出口側のオシグラムを示す。

リールはなお無負荷損失の補償を行つている。すなわち巻取当初の速度は高く巻太るにつれて低くなるので、運転中その無負荷損失が変化する。したがって張力を一定にするには、電動機の入力を無負荷損失分だけ補償する必要がある。リール電動機の界磁に挿入された昇圧機 B_R は巻取当初電圧高く、巻太るにつれて低くなるので、その電圧を定電流制御系に加え、無負荷損失補償の目的を達している。

(6) 非常停止

非常停止は普通減速と同様定張力制御を行いながら、5秒で停止させるもので、速度調整用抵抗器 MFR_2 の操作電動機の速度を速くして急停止せしめている。第15図は、非常停止の現地のオシログラムである。

(7) 板の切断時の保護⁽¹⁰⁾

(A) 出口側で切断した時

リールは板の切断により無負荷となり速度が上昇する。そのため定電圧制御系により、界磁制限値まで界磁が弱まり、界磁の減少はやむ。同時に、定電流制御系により、発電機の電圧は上昇し、電圧制限値で電圧の上昇はやむ。電動機は両制限値で回りつづける。なお速度上昇の保護として、(i) 界磁制限装置 (ii) 電圧制限装置 (iii) 過電圧継電器 (iv) 遠心力開閉器、などが設けてある。出口テンションロールはリール同様速度が上昇しつつ、定電流制御系により昇圧機の電圧制限値まで至り回り続ける。その速度上昇保護として、(i) 電圧制限装置 (ii) 過電圧継電器、(iii) 遠心力開閉器が設けてある。この不具合の現象をのぞくため、板の切断を直接検出するスイッチを設け、リールおよび出口テンションロールは、定電流、定電圧の自動制御回路を

開き、かつ主回路を開路して、発電制動により、急停止せしめている。主ロールおよび入口側は非常停止同様張力制御しながら急停止せしめている。

(B) 入口側切断時の保護

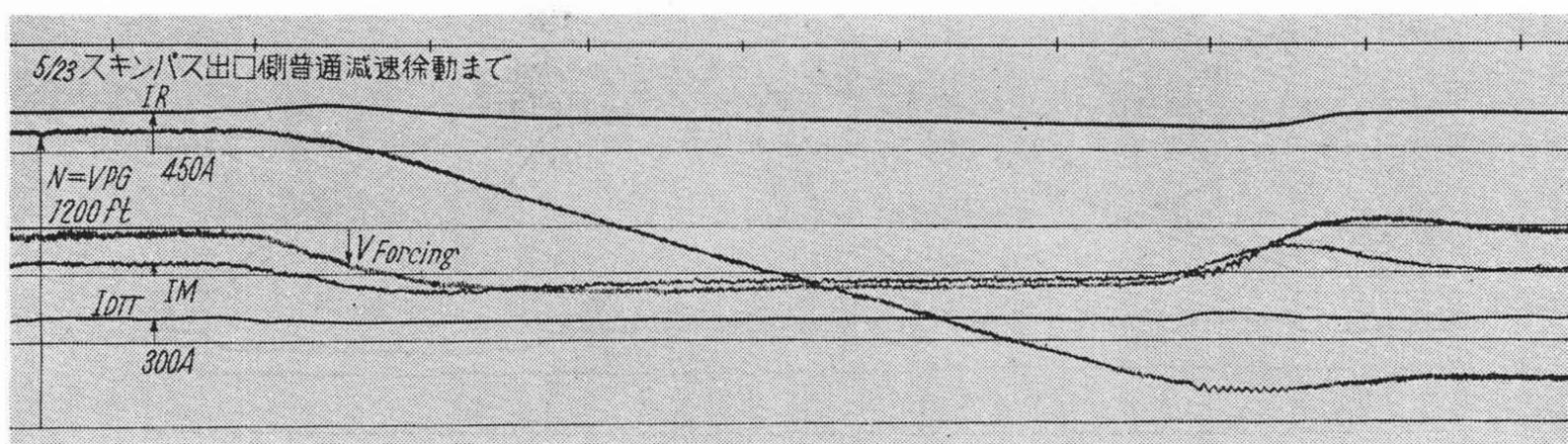
入口側で切断した時は、出口側のものは前述の出口側の切断と同様となることはいうまでもない。ペイオフリールは板により回されず、速度が落ち、続いて逆転し速度上昇する。すなわちこの間定電圧制御系により電動機界磁が界磁制限値まで強まり、ついで定電流制御系により電圧は次第に低下し、ついに逆電圧が発生し、逆電圧制限に至つてその速度で回り続ける。入口テンションロールは、ペイオフリール同様速度下降し逆転する。すなわち定電流制御系により、電動機の端子電圧は低下すべく昇圧機は逆電圧制限値まで上昇し、主ロール発電機の電圧が低い時は、電動機は逆転することがある。これらの不具合をのぞくため、入口側の切断時は、前記同様のスイッチにより、全部の定電圧定電流自動制御回路を開きかつ主回路を開路して、発電制動で急停止せしめるようにしている。

(9) 運転操作

ペイオフリールにコイルを挿入すると、ペイオフリール以外を徐動速度で回しておき、ついで、ペイオフリールを速度調整器により、主ロールの速度まであげて板を通し、リールにベルトラップの助けで巻取る。数巻巻取ると張力制御回路を閉じ加速する。途中停止の時は、停止時静止張力を与えるようにしている。コイルの終りに近づくと、徐動速度まで減速し、あと数巻きのところで張力制御回路を開き、主ロールとほかを揃速しながら巻取完了停止せしめるようにしている。

〔VI〕 結 言

以上日本鉄板株式会社大阪工場に新設されたスキンプラス圧延機用電機設備の概要と運転上の諸特性について述べた。本設備は磁気増幅器により各種の自動制御を行っており現在好調のうちに運転中である。本設備の完成にあたり、御指導御鞭撻をいただいた日本鉄板株式会社大

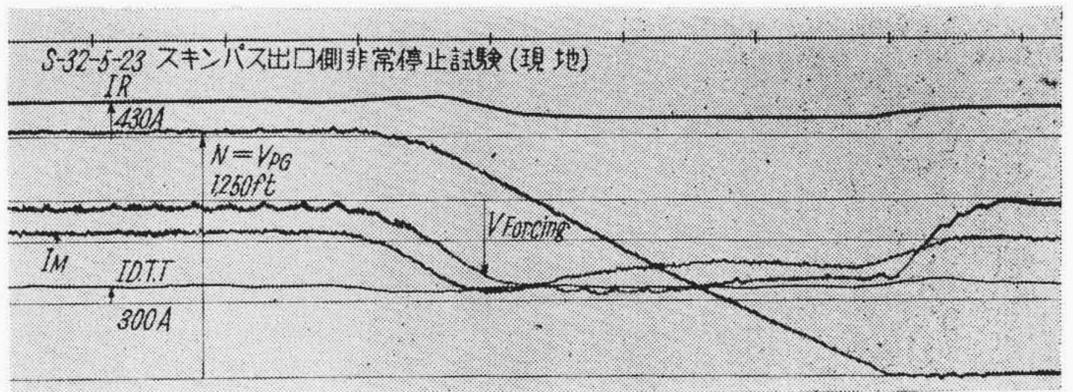


第14図 出口側の現地オシログラム

阪工場，川口課長，佐々木課長，岩崎課長，ならびに日立製作所関係者に厚く感謝の意を表す。

参考文献

- (1) 山本：日立評論 37, 894 (1955年)
- (2) 田附，西：日立評論 別冊8号 35 (1954年)
- (3) 泉，藤木：日立評論 別冊8号 122 (1954年)
- (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) 実用新案申請中



第15図 出口側の非常停止オシログラム(現地)

製品紹介

水撃防止装置

日立製作所で現在用いられている水撃防止装置にはつぎの三通りの標準様式がある。これらはいずれも配管中にチェック弁を使用する場合に適用されるもので比較的簡単な方法であらゆる場合の水撃を確実に防止することができる。このほかに別にチェック弁と制水弁を1個の主弁におきかえて直接主弁を油圧によつて制御する方式もある。

(1) バイパス緩衝装置付チェック弁
(実用新案第 437959~60号)

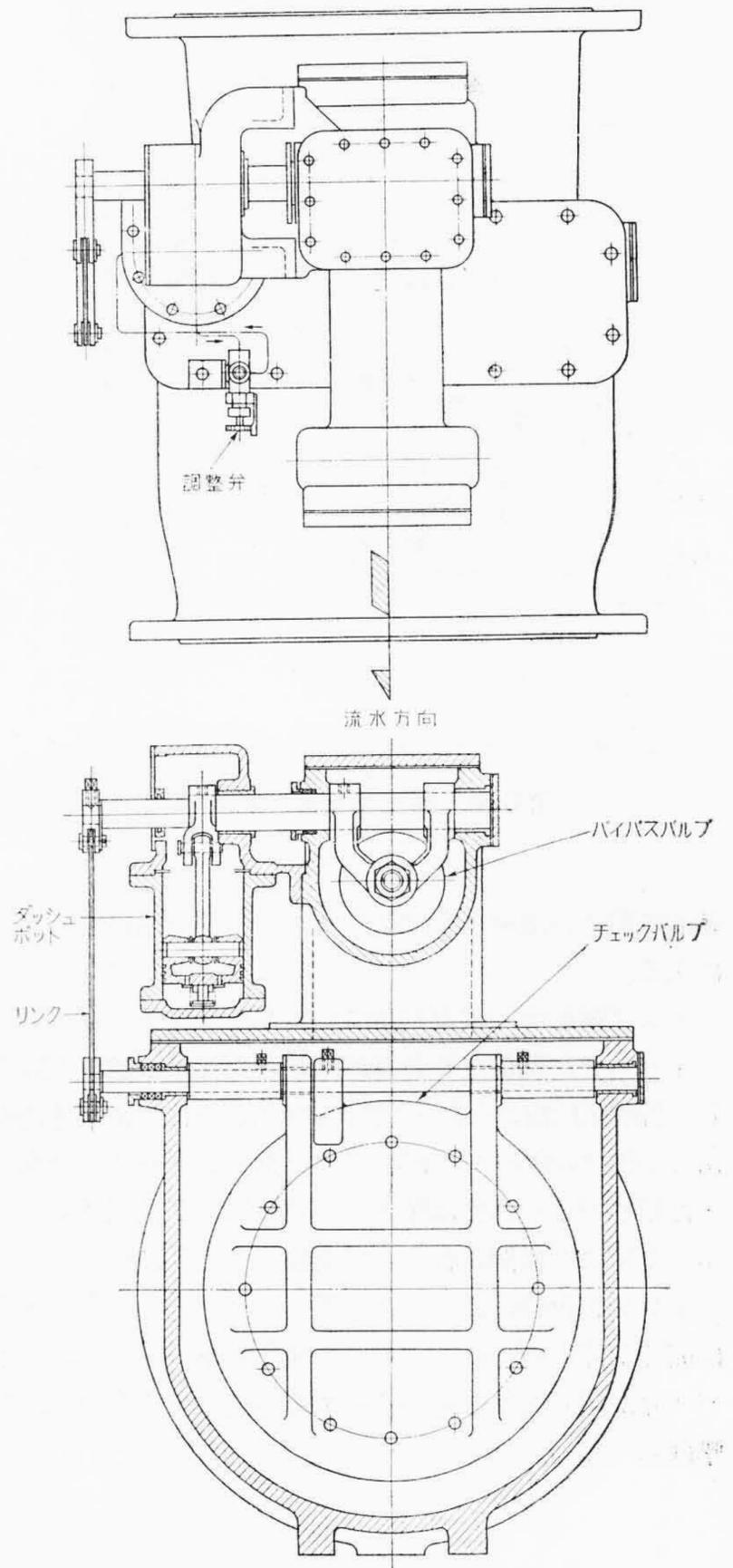
主として中型，大型の比較的低揚程のポンプ（ほぼ全揚程 80m 以下）に適用し構造簡単で経済的である。第1図にその構造を示す。主チェック弁にバイパスおよびバイパス弁を設け，ポンプ運転時に主弁が開くと同時にバイパス弁もリンクにより開かれる。

ポンプ運転中，電源が急に切れた時には主弁がバイパス弁と関係なく急速に閉じ，大部分の逆流を阻止し，逆流の1部はバイパスを通るがダッシュポット付バイパス弁の働きにより緩慢に止められるから，異状圧力上昇は起らない。

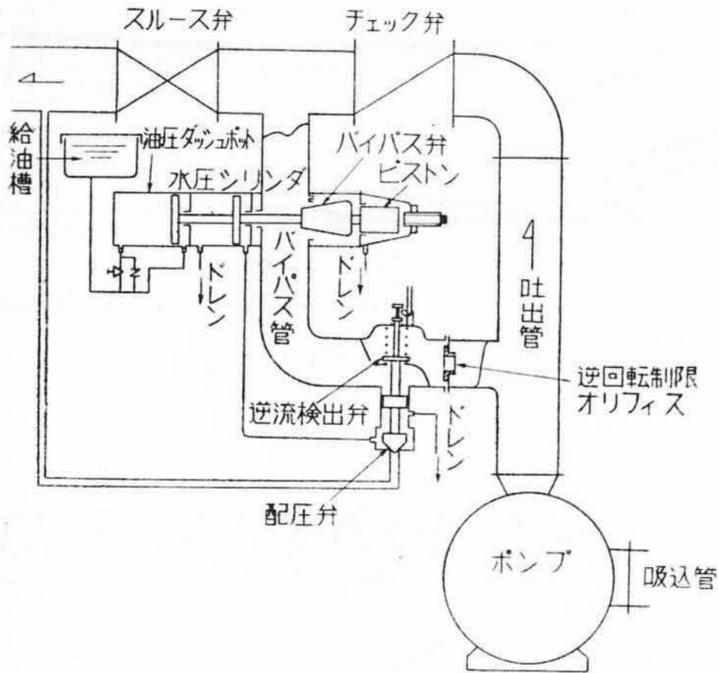
バイパス弁がその抵抗のために主弁が開いた時にも閉鎖したままにならぬよう主弁がバイパス弁を伴つて開くようになっているからバイパス弁が開かないということとはまつたくない。また配管および設備状況に応じて，バイパス弁の閉鎖時間および逆流量はリンクおよびダッシュポットにより適宜調整できるようになっている。

(2) 緩閉バイパス式水撃防止装置
(主として全揚程 80 m 以上)

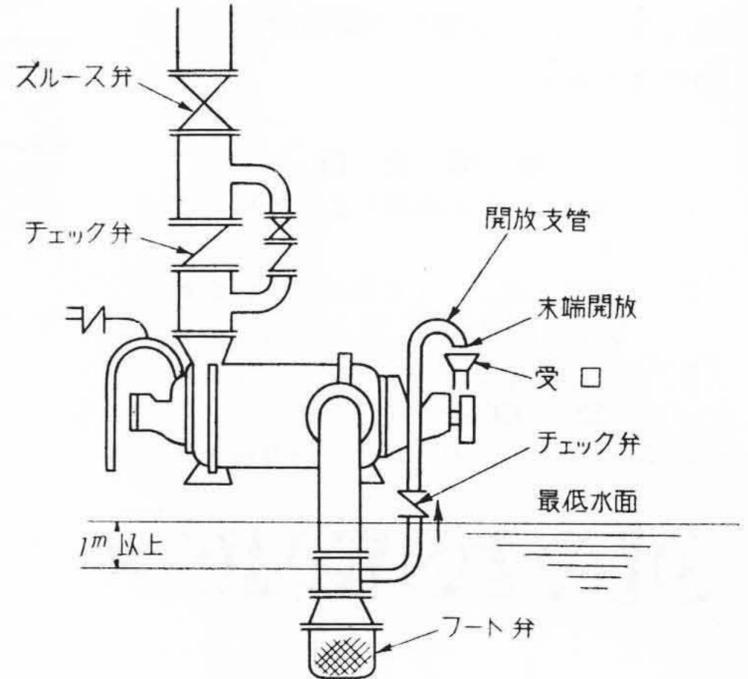
主として中型，小型の比較的高揚程のポンプ（ほぼ全揚程 80m 以上）に適する。第2図に示すように，ポンプ吐出管のチェック弁に並列にバイパス管があり，吐出スルース弁を閉じてポンプを起動するとバイパス弁は自



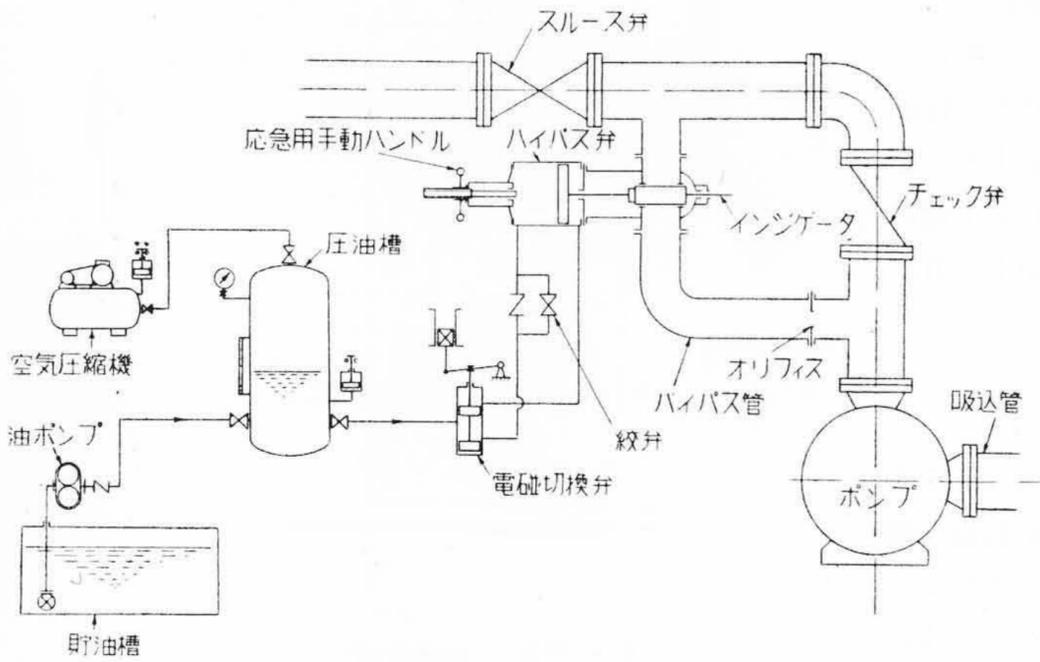
第1図 バイパス緩衝装置付チェック弁



第2図 緩閉バイパス式水撃防止装置



第4図 フート弁を存する場合の吸込管



第3図 油圧制御緩閉バイパス式水撃防止装置

注：フート弁付きで上記装置をつける場合にはポンプ吸込側に第4図のような手段を講ずる必要がある。

フート弁の上部の主管に開放支管（直径は吐出管のバイパス径と同じ）を設け、管端をポンプの上部に開放し支管にはチェック弁を設ける。開放支管のチェック弁は吸込水面が低下した時にも、ここから空気の流入するのを防ぐものである。

動的に開き逆流検出弁は閉じスルース弁を開いて、運転に入る。

ポンプ運転中、電源が急に切れた時にはチェック弁がバイパス弁に関係なく急速に閉じ、大部分の逆流を阻止し、逆流の1部はバイパス管に流れる。それにより逆流検出弁が働き、配圧弁を作動し、水圧シリンダへ吐出管水圧が作用しバイパス弁は閉方向に動き出す。油圧ダッシュポットにより緩閉されるので異常圧力上昇は起らない。

ポンプ起動時にはポンプ水圧によりバイパス弁は確実に開くが停電の時になんらかの偶然の事故により、バイパス弁が閉じなくともバイパスの逆流が続くだけで、水撃は起らない。

配管および設備状況に応じてバイパス弁の閉鎖時間と逆流量はダッシュポットおよびオリフィスにより適宜調整ができる。

バイパス弁および配圧弁は外部より点検と手動操作が可能な構造としてある。

(3) 油圧制御緩閉バイパス式水撃防止装置

ほぼ80m以上の高揚程で坑内水のような水質の悪いところに適当である。第3図に示すように原理は前述の2の装置と同じであるが、バイパス弁を停電時電磁弁操作で油圧により駆動するようになっていてから水質が悪く土砂を含んだり腐蝕性のある液に対しても制御部分になんらの支障を起ささないところに特長がある。