

高速広幅ストリップ電気清浄装置の 趨勢について

The Recent Trends of High-Speed Wide Strip Electrolytic Cleaning Line

石井 英雄* 小 鹿 敏 夫* 秦 和 宣*
Hideo Ishii Toshio Ojika Kazunobu Hata

内 容 梗 概

最近わが国において、良質の広幅ストリップの需要が急速に増加する傾向にあり、日立製作所では従来の設備より、一段と進歩改良を加えたわが国最大の高速広幅ストリップ電気清浄装置を富士製鉄株式会社広畑製鉄所に納入し、現在好調裏に稼動している。その概要ならびに、広幅用設備の高速化に伴う諸問題と最近の趨勢について述べる。

1. 緒 言

従来、冷間圧延鋼板の電解清浄はおもにメッキ原板を対象に行なわれていたが、日立製作所では今回最大板幅 1,855 mm、板厚 2.3 mm というわが国最大の電解清浄機を完成した。

本機によれば、従来は、清浄不可能であった摩板、特にレバースミルで冷間圧延された清浄度の悪い、広幅摩板の電解清浄も可能となり、メッキ原板同様の一段とすぐれた表面状況をもった摩板成品の製造が可能となった。

脱脂については、化学反応、電解反応を利用するとともに、ブラシロールおよび、高圧スプレイ噴射による機械的洗浄をも併用している。これらの作業は 600 m/min ないしはそれ以上の高速にて行なわれるため、設備も長くなり、ストリップの巻き戻し、巻き取りを円滑に行なう目的で、ストリップを自動的にセンタリングし、かつテンションリールの巻取位置と自動制御して、巻取コイルの端面をよく整った形状に巻き取るように考慮されている。これら制御装置の設計に当たっては、アナログ解析を行なっている。

また、設備能力を増すため、最近次第に設備が高速化され、したがってハンドリングタイムの短縮が要請され、加減速時間の縮小、取扱コイル重量の増大する傾向にあり、このため、特にコイルの運搬に際しては、ストリップにきずが付かないよう考慮された設備となっている。以下これらについて紹介する。

2. 設 備 概 要

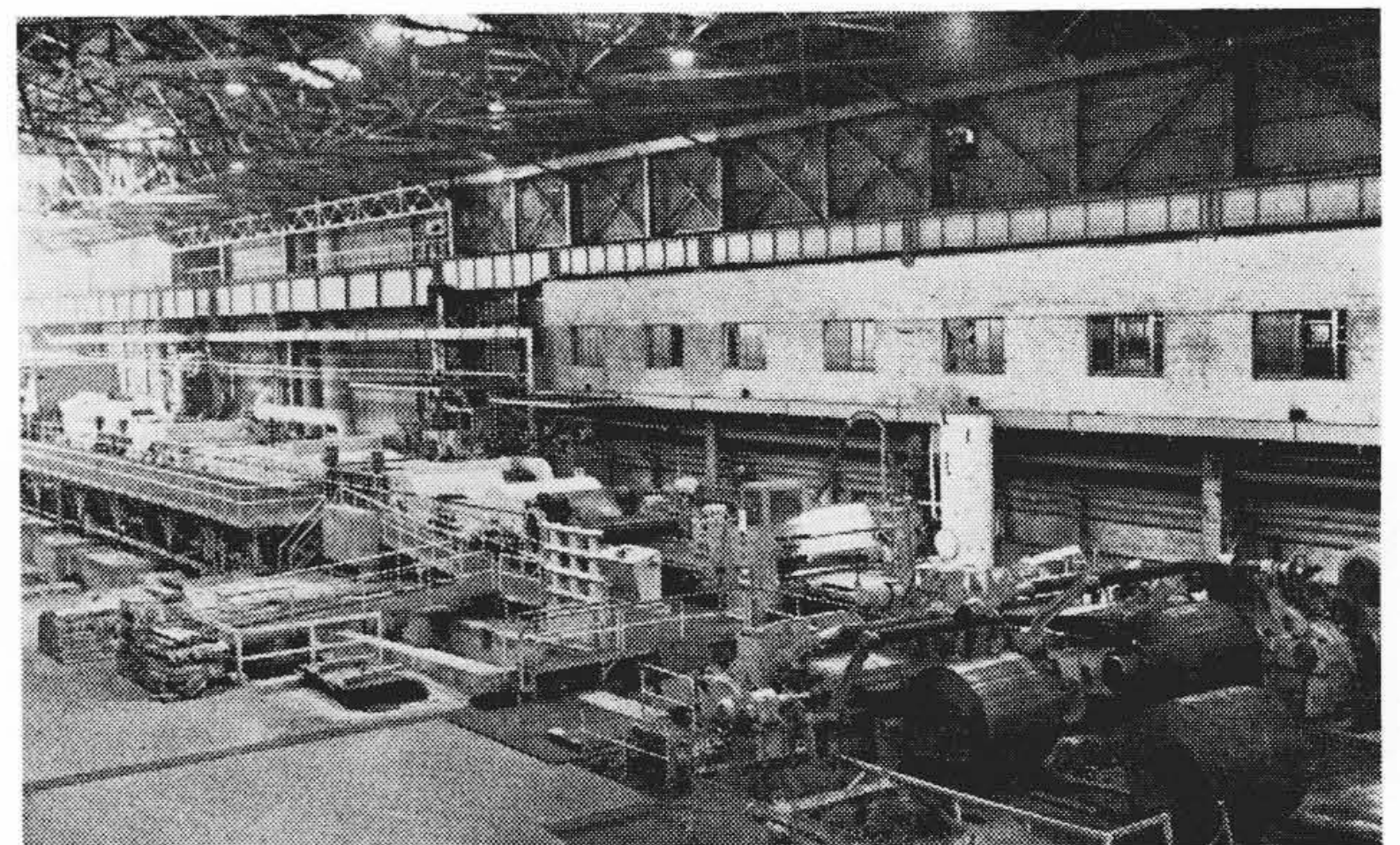
2.1 設 備 配 置

本設備は第2図に示すように、冷間圧延されたストリップコイルをコンベヤにて運搬し、前処理としてストリップコイル先端のオフゲージ部をせん断除去し、ペイオフリールにコイルをそう入する。次にペイオフリールよりストリップを巻き出してダブルシームウエルダにて前のストリップコイルの後端を溶接し、連続したストリップとなし、ホットコースティックタンクおよびスクラップローラにて、化学的、機械的に洗浄し、続いてクリーニングタンクにて電気清浄を行ない、さらにスクラップローラおよびホットリンズタンク内を通して仕上洗浄を行なう。ホットリンズタンク出側には3-タンデムリンガーローラを設けストリップに付着せる水分を十分絞り取り、続いてストリップの上下両面にホットエアを吹き付けて完全に乾燥し、再びコイル状に巻き取り、次の焼鈍設備へコイルを搬送する一連の設備である。

2.2 設 備 能 力

本設備の能力は第1表に示すように最大ライン速度は 610m/min

* 日立製作所日立工場



第1図 電気清浄装置全体(入口側)

第1表 取 扱 材 料 諸 元

項 目	コイル内径 508φ の場合	コイル内径 610φ の場合
板 厚	0.5 ~ 1.6 mm	0.5 ~ 2.3 mm
板 幅	900 ~ 1,270 mm	900 ~ 1,855 mm
コ イ ル 外 径	920 ~ 1,830 mm	920 ~ 1,830 mm
コ イ ル 重 量	5,000 ~ 15,000 kg	5,000 ~ 20,000 kg

であり、また1台のペイオフリールおよびテンションリールにて、コイル内径の異なったものを取り扱えるように製作されている。

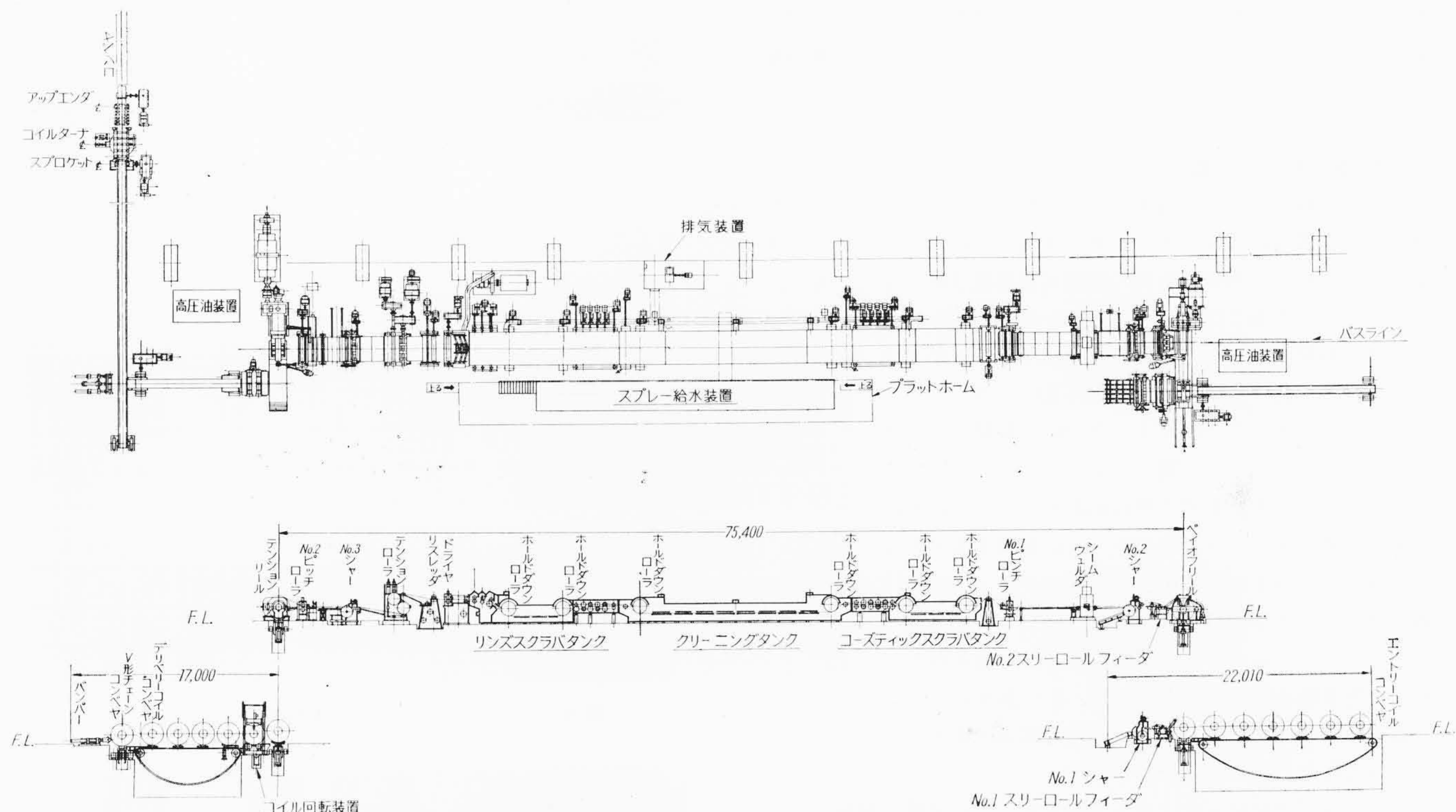
2.3 各機器の構造と特長

電気清浄装置の一般的な設備構造および脱脂機構については、さきに発表⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾したのでその詳細は省略するが、特に高速広幅設備についての特長ある構造について述べることにする。

2.3.1 クリーニングタンク

本機は電気清浄装置における主要機器であり、オルソケイ酸ソーダ (Na_4SiO_4)、カ性ソーダ (NaOH) などのアルカリ性溶液中で、電解反応を利用してストリップの脱脂を行なうものである。

本機は、幅 2,800 mm × 長さ 20,000 mm × 高さ 2,000 mm 程度のタンク内に2本のホールダウンローラを設けてストリップを溶液内に浸漬し、ストリップの上下面に8対の電極を配し、これを2グループに分けて、それぞれ別個のシリコン整流器により電解直流電流を与えて電解反応を行ない、ストリップに付着している油脂類を電解によって発生する水素ガスや酸素ガスの爆発力により、また電解液と油脂類との鹸化作用、乳化作用により除去して脱脂作用を行なうものである。また高速運転中において、ストリップが上下に振動し、電極に接触して短絡したり、ストリップにスクラッチが発生したりすることのないように、各電極に保護装置を設け、電極間にはサポートローラを設けてストリップが直接電極に接触しないようにしている。なお電極に電解生成物が付着



第2図 全体配置図

するのを防止し、清浄効率の向上を図る目的で極性切替を行なうように考慮されている。さらに、電解時に発生したガスがストリップ下面にたまり、実質的に溶液の電気伝導度が低下するのを防止するため、スチームジェットにてこれを除去したりタンク内側面および電極間に絶縁板を設け電解電流効率を高め、脱脂清浄度を高めるよう特に考慮されている。

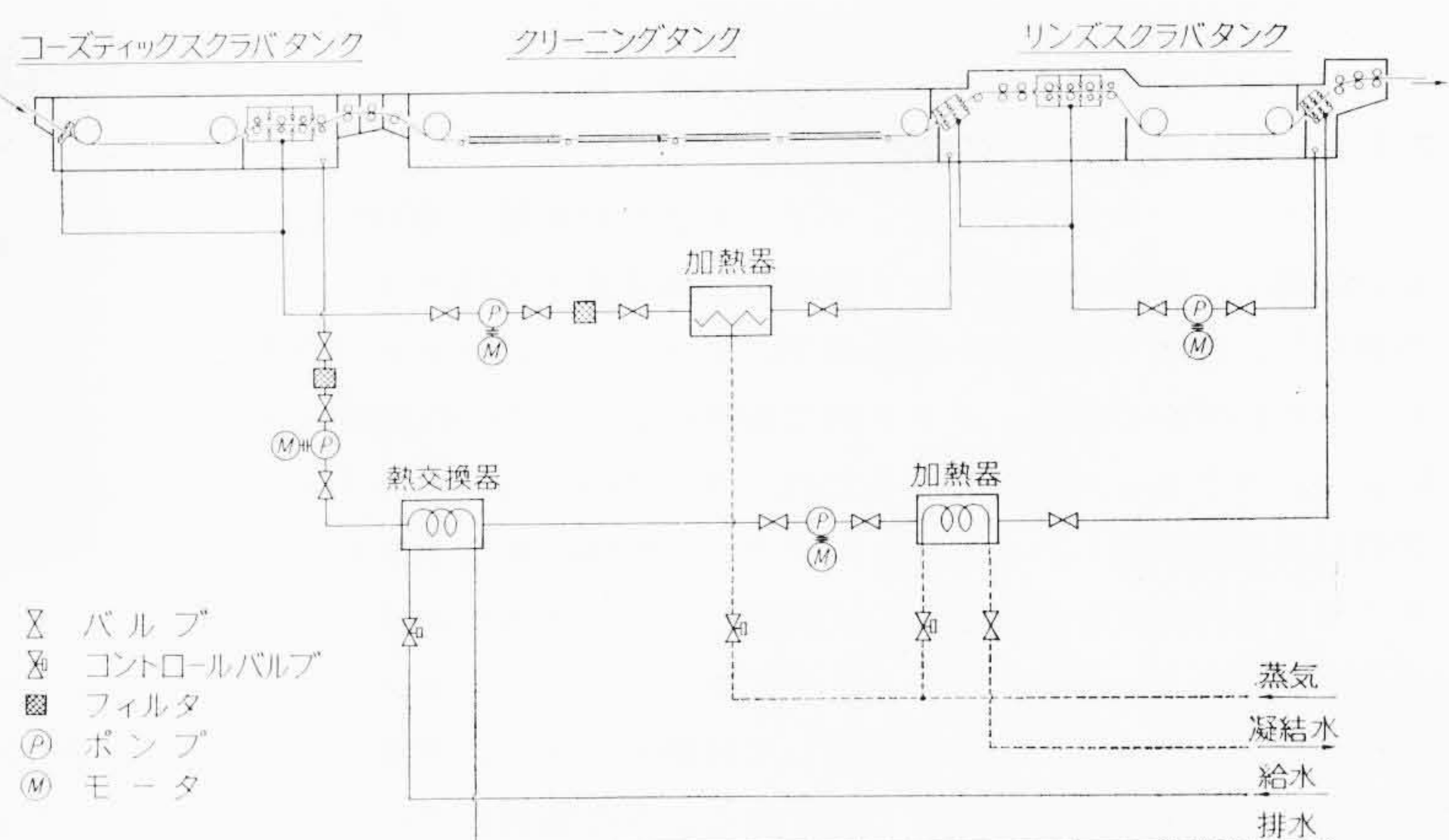
溶液の濃度は、pH を管理することにより、液温はスチーム供給量の自動制御を行なうことにより常に安定した操作をすることができる。

2.3.2 機械的清浄装置

脱脂するために前述の電解脱脂を行なう前後にスクラバローラおよび高圧水噴射により機械的清浄を強力に行なって脱脂清浄が十分行なわれる構造としている。特に電気清浄後の機械的清浄が悪いとストリップに付着した浮遊物が十分除去されずあたかも脱脂清浄が不十分のような観を呈する。最近ではこれら機械的清浄がかなり重要視されるようになってきている。なお、この機械的清浄は脱脂効果に有効であるのみでなく、ストリップ表面に付着している微細な鉄粉の除去にもきわめて有効である。以下スクラバー装置およびスプレー装置について述べる。

(a) 電解脱脂の前と後に、それぞれ4組のローラよりなるスクラバーローラを設け、単独モータ駆動によりストリップの流れと逆方向に回転させながら、ストリップ表面に付着している油脂類および固形物を除去する作用を行なわせる。なお、スクラバーローラは、それぞれ駆動モータの負荷電流を見ながら適切な圧力調整を行なうような構造となっている。

(b) スプレー装置については、常に新しい温水が使用される貫流方式を採用しているため、その清浄効果はきわめてすぐれている。いまその系統を第3図に示す。本図に示すように新しい温水が常にストリップの最終洗浄に使用され、順次その前の洗浄工程にポンプにて給水する方式をとり、排水前に熱交換器



第3図 スプレー系統図

にて、新しい水の加熱に利用し全体としての熱経済性を考慮した構造である。またこの水質はNa, K, Mnなどの不純物、特に蒸発残渣物の少ない水の使用はストリップの清浄効果に非常によい結果を与える。地下水や河川の水をスプレー用水源として使用する場合には、大雨の後など、これら不純物の含有量が多くなるのが普通であり、したがって安定した操作を行なうにはイオン交換器などにより、水質をよくしておくことが望ましい。

2.3.3 ストリップの水分除去

クリーニングタンクやホットリンズタンクなどストリップがタンクより溶液を持ち去らないために、ゴム被覆のリンガーローラにて水分を絞り取る必要がある。特にホットリンズタンクより出たストリップは直ちにホットエアにて乾燥されて、テンションロールに巻き取られるが、脱脂されているため完全に乾燥しなければさびる恐れがある。したがって高速設備ではストリップの乾燥設備が完備されねばならない。ライン速度が高速である場合には、

ホットエアにて乾燥される時間は0.1~0.2秒程度のごく短時間であるので、リンガーローラにてストリップに付着している水分を十分絞り取ることがきわめて重要であり、本設備では3-タンデムリンガーローラを採用して好結果を得た。

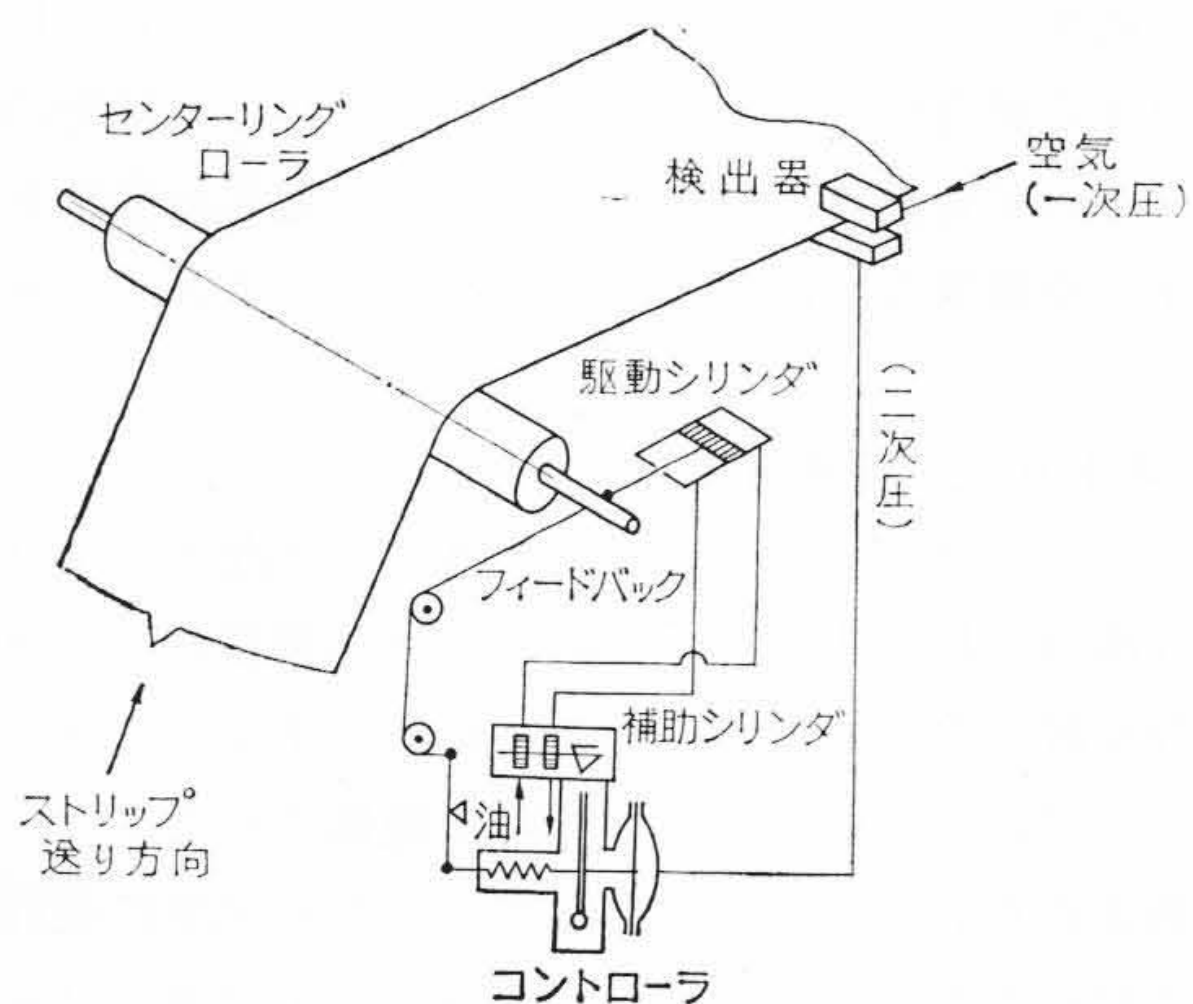
2.3.4 駆動装置

近年、設備がますます高速化される傾向にあり、したがって数分ないし十数分にて1コイルを処理するようになってきて、作業能率向上のため、加減速時間の短縮が重要視されてきた。特に、ペイオフリールおよびテンションリールは機械およびモータのGD²を小さくするよう設計することが大切である。また長い各種タンク内を高速にてストリップが通るため、ストリップがタンク内にて振動を生じ多くのローラとストリップ間にてすべりを生じてストリップにスクラッチを生ずる恐れがあるので、これを防止するためにストリップ張力を一定に制御するとともに、各ローラがそれぞれ単独モータでライン速度に同調駆動されるよう制御されている。またテンションリールにてストリップコイル端面をそろえて巻き取るために、巻き始めに静止張力を与え、かつ加減速中も常に張力を与える必要があり、この張力制御は電流制御によって行なわれている。

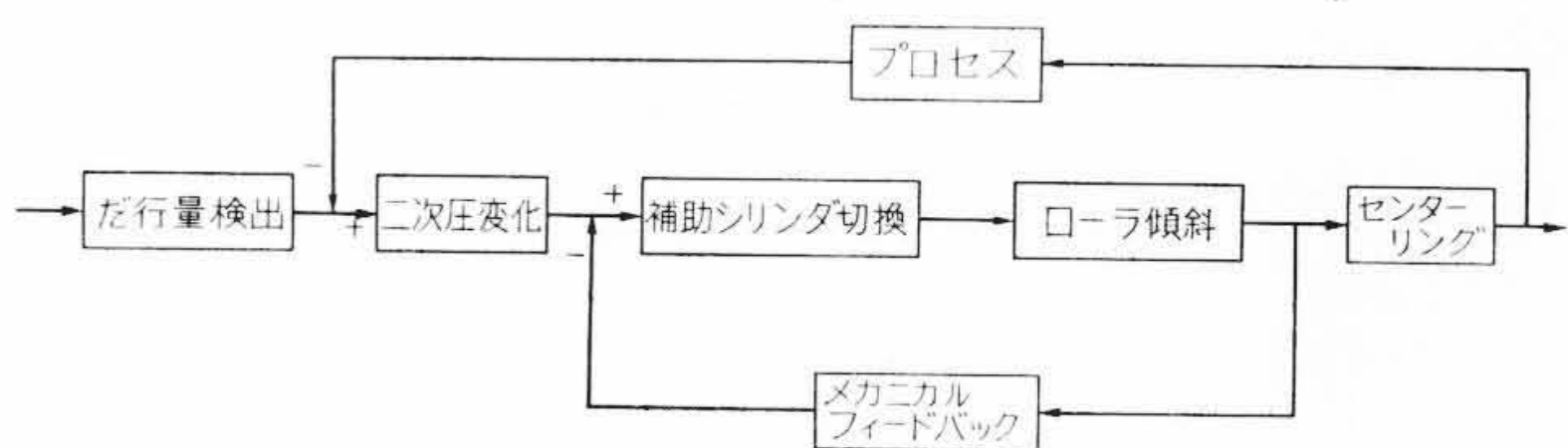
ストリップテンションはストリップコイルの運搬や焼鈍ならびにスキンパス圧延時の作業を考慮して決定されるため、広幅、狭幅ストリップおよび板厚の大小などを考慮するとテンションリールにて巻き取る引張力の最大最小の範囲も大きくなり、場合によっては2モータ方式を採用する場合も必要となる。

2.3.5 自動センタリング装置

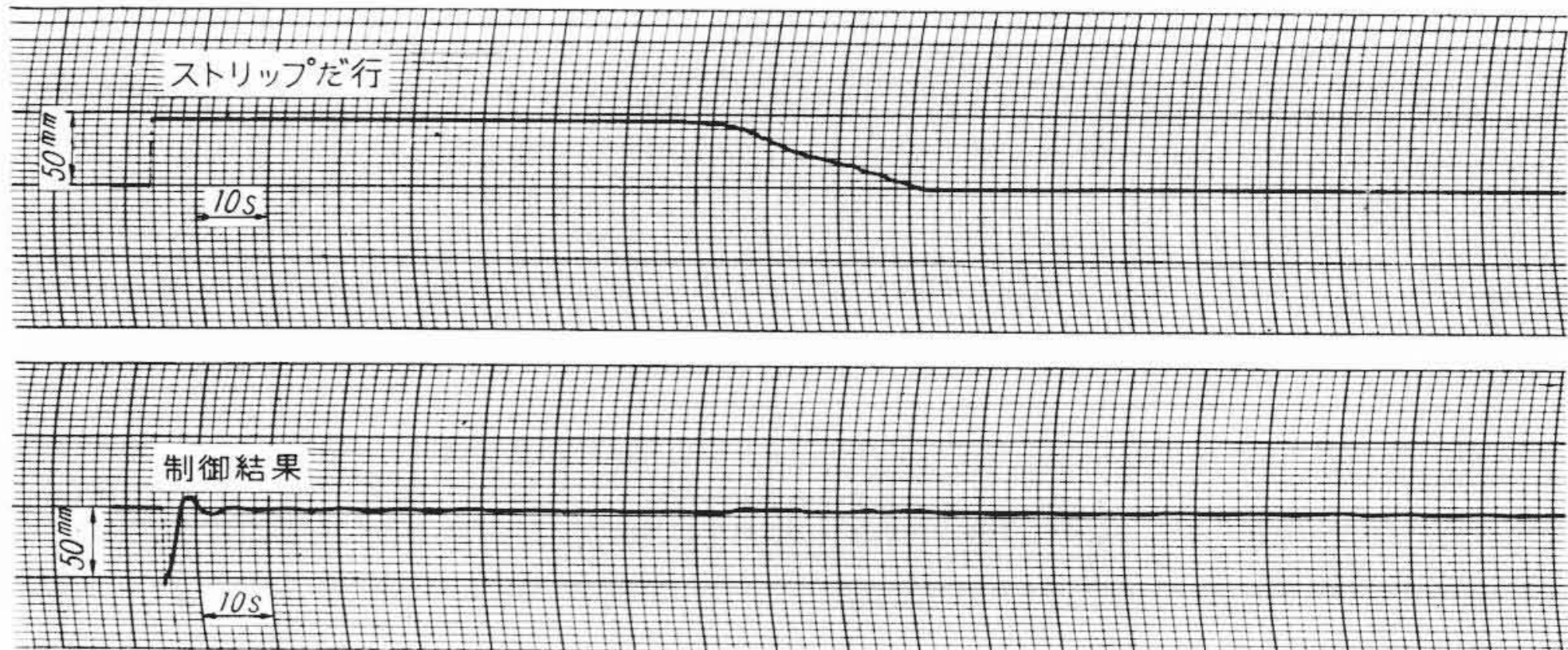
ペイオフリールからテンションリールまでの距離が80m近い長い設備で、途中の各種タンク装置中を高速度で広幅ストリップの巻戻し、巻取りが行なわれるので、ストリップのキャンバや各ローラのわずかの傾き、タンク内で溶液による不均一な抵抗などにより、ストリップがだ行するため、タンク内におけるストリップのだ行量を検出し、クリーニングタンク出側にあるデフレクトローラの保持角度を自動制御にて調整し、タンク内におけるストリップが常にローラ中央にあるようになり、さらに、テンションリールをストリップのだ行に追従して自動センタリングせしめストリップコイル端面を凹凸なく巻き取るように制御している。この自動ストリップセンタリング装置には第4図のような制御系を採用した。この油圧式調節計はいわゆるアスカニヤシステムで、テンションリールにも同様制御法のエッジポジション制御装置を採用した。この自動ストリップセンタリング装置は第5図に示すように、ストリップのだ行量(変位)を空気圧に変換し、油圧ジェ



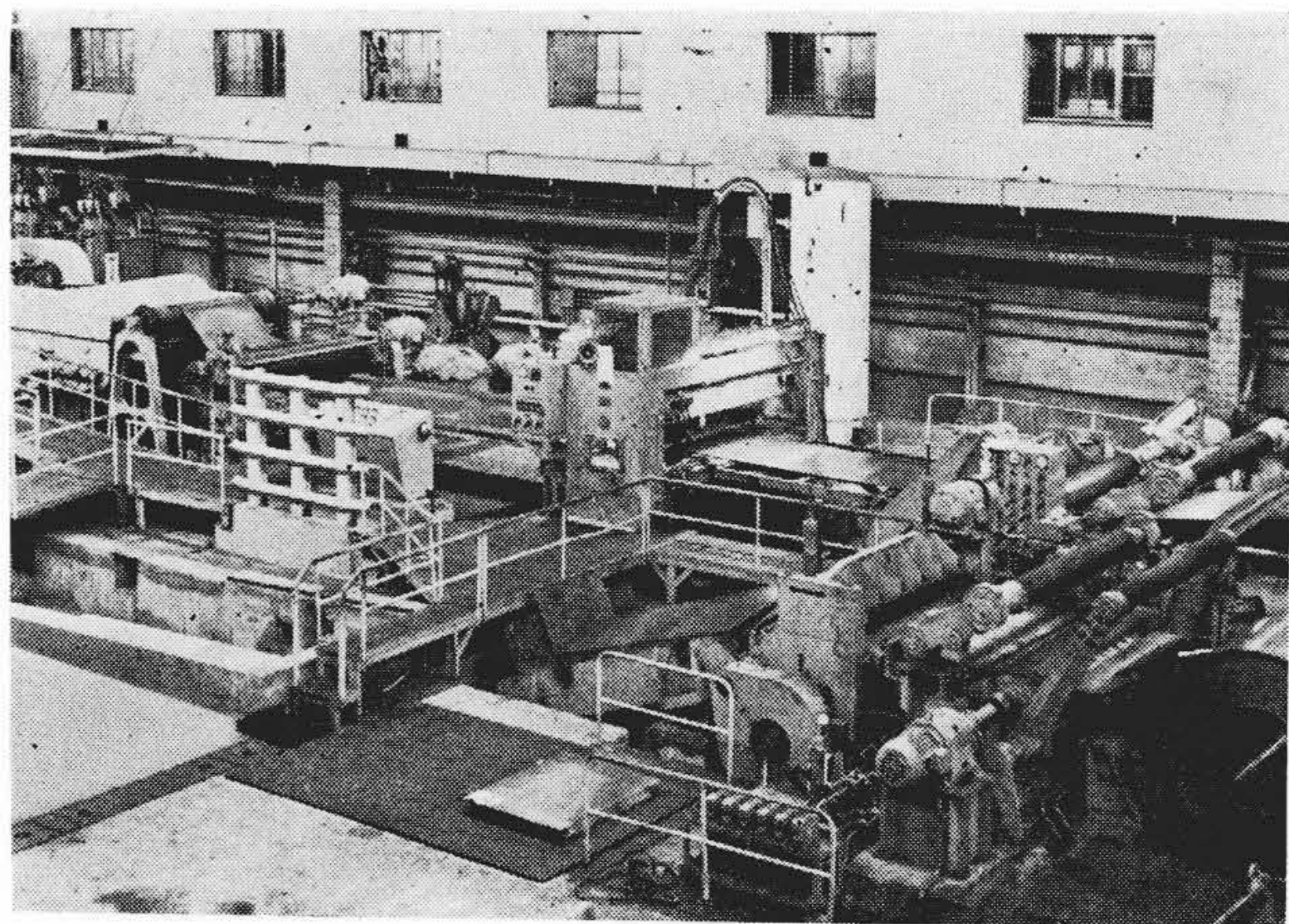
第4図 センタリング装置図



第5図 センタリングシステム図



第6図 センタリング効果解析

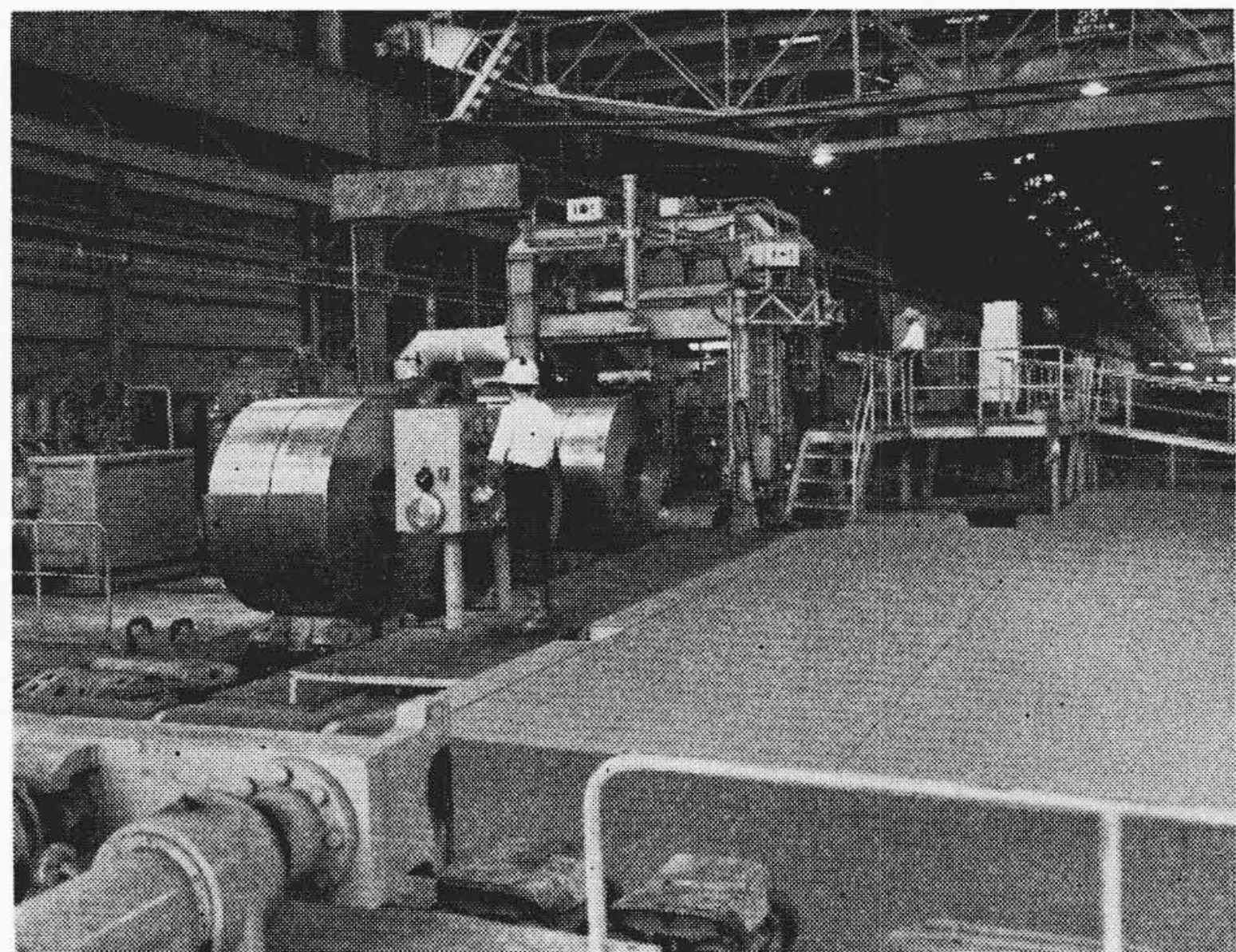


第7図 溶接機前後

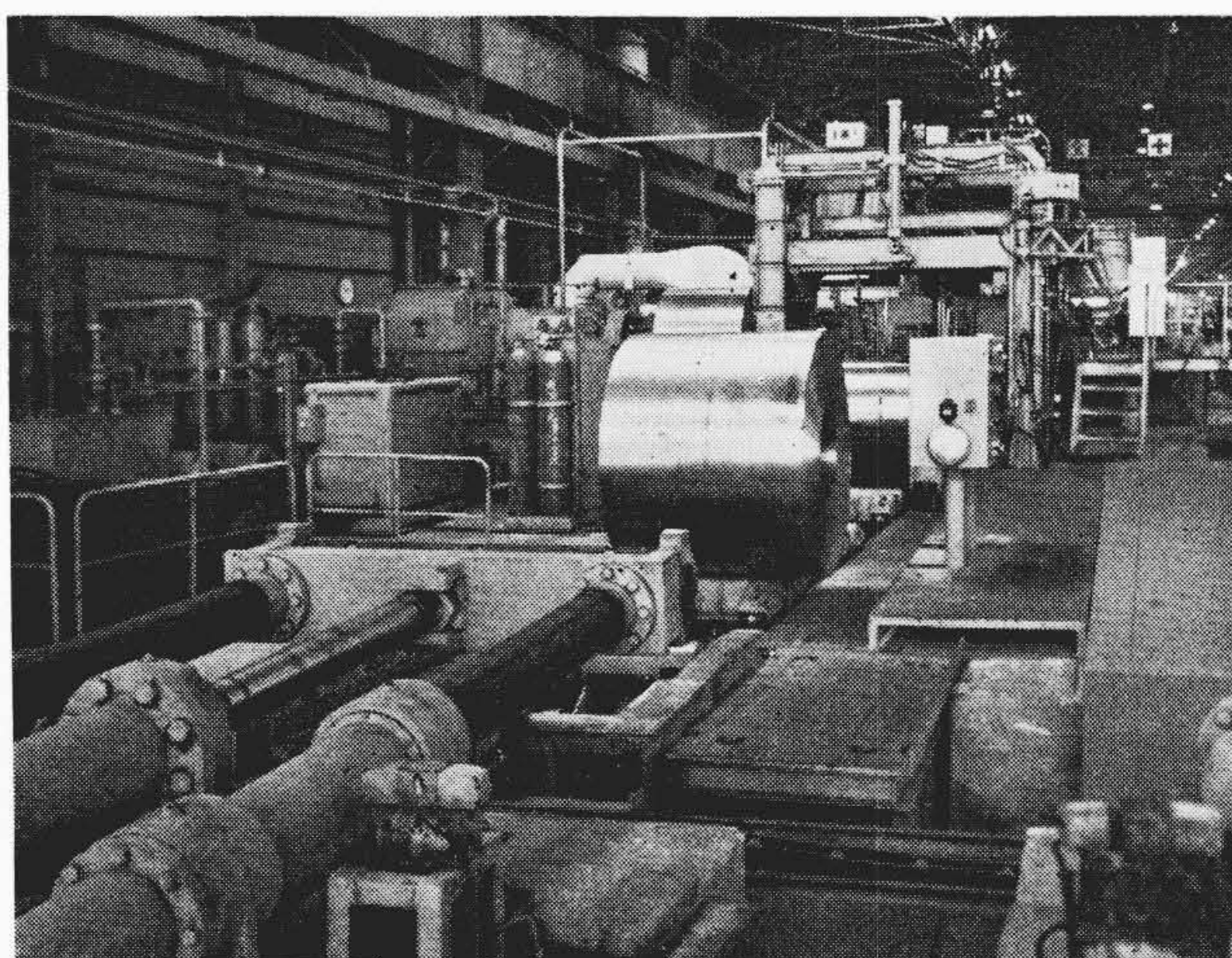
ットパイプ噴射位置を制御し、補助シリンダの切り替えによって操作シリンダを作動せしめ、センタリングローラを傾斜させてストリップのセンタリングを行なうものである。この操作シリンダの移動量は機械的にジェットパイプにフィードバックし制御系全体を比例動作としている。本来油圧式の調節計は積分動作であり、これにマイナーのフィードバックを加えて比例動作としたものであるが、アスカニヤシステムの油圧調節計の特長である高い応答速度を有し、装置が簡単で安定した動作をすることおよびゲインが広範囲に選べるので、このような高速設備においてストリップだ行を小さくする目的には適したものである。たとえば、検出部プロセス特性の時間遅れに比し調節計の時間遅れは数千分の一以下である。またプロセス特性が積分形であるため制御装置のオフセットもほとんど問題とならず本設備のような広範囲の使用状況にも再調整することなく運転を行なっている。以上の制御におけるローラの傾斜によるセンタリング効果、すなわちプロセス特性は板幅、板厚、ストリップテンション、ライン速度などにより変化するものであり、設計および現地調整に当たっては、実測によりプロセス特性を把握し、アナログ計算機により第6図のような解析を行なって制御装置を設定した。本設備は広範囲の使用条件にもきわめて良好な結果を得ている。

2.3.6 コイルハンドリング

最近の傾向として、次第に取扱コイルの重量が増大したため、

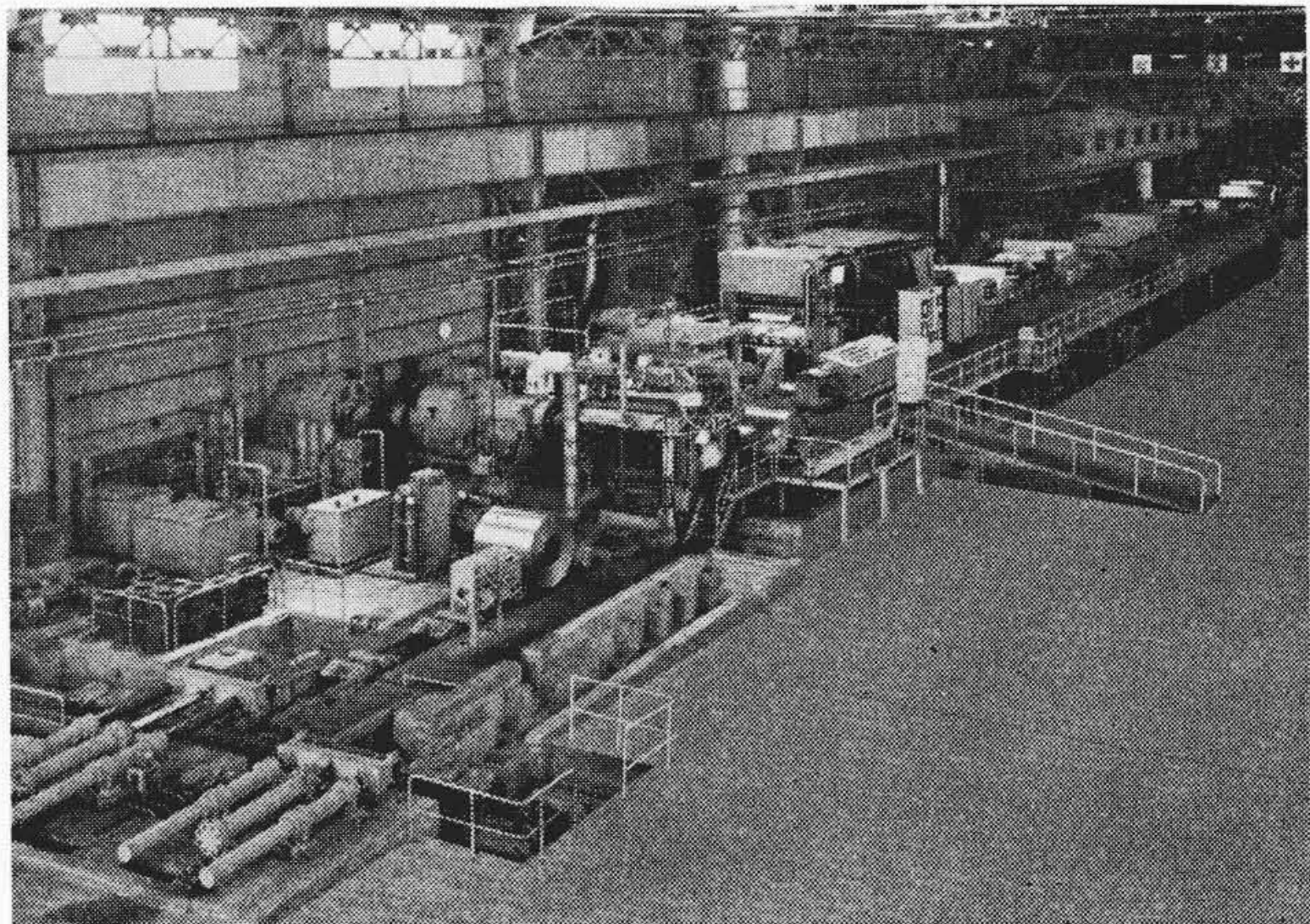


第8図 コイル搬出装置(1)



第9図 コイル搬出装置(2)

コイルを転倒することなく搬送することが要求されている。したがってコイルの運搬にはコンベヤ方式が一般に採用されつつある。また作業能率を向上させる目的で、ライン外にてストリップコイルのオフゲージ部をせん断除去する設備を併置する例が多くなっている。前述の設備では、これらの事項をすべて考慮した構造とし、さらに高性能のダブルシームウエルダを採用してストリ



第10図 電気清浄装置全体(出口側)

ップコイルの溶接処理時間を極力短縮し、コイルハンドリング時間をできる限り少なくするようになっている。

3. 結 言

以上富士製鉄株式会社広畑製鉄所納入設備の紹介を中心に、最近の高速広幅ストリップ電気清浄装置の趨勢について述べたが、特にストリップのだ行、タンク内におけるストリップ通板による液面の傾斜、リンガーローラによるストリップの水分除去とドライヤによる完全乾燥、広幅設備にて狭幅薄物ストリップをも取り扱うための広範囲なストリップ張力の制御、加減速時間の短縮、および円滑なコイルハンドリングと迅速化などについていっそうの進歩改善が要請される。われわれはモデルプラントによる基礎研究と、従来製作してきた設備による貴重な経験に基づき、かつ需要家の密接な協力のもとに、記録的な高速広幅用設備の完成をみた。このことは純国産技術をもって、世界水準を抜くすぐれた設備が製作されることが立証された訳であり、今後とも、需要家との密接な協力のもとに、いっそう改良進歩を加えた設備の製作を期す次第である。

終わりに臨み、本設備の製作に際し、終始一貫してご指導をいただいた富士製鉄株式会社広畑製鉄所の関係各位に対し、深甚なる謝意を表わす次第である。

参 考 文 献

- (1) 石井, 小鹿他: 日立評論 43, 841 (昭36-7)
- (2) 石井, 小鹿: 産業機械 133, 67 (1961-10)
- (3) 梶原, 小鹿: 産業機械 151 (1963-4)



特 許 の 紹 介



特許第406156号(特公昭37-14462)

土 井 俊 雄

チ タ ン ・ モ リ ブ デ ン ・ ニ ッ ケ ル 合 金

この発明は重量比でチタン0.8~8%, モリブデン1~23%, ニッケル76.2~98.2%よりなるチタン・モリブデン・ニッケル合金に関する。

この発明者は先に特許第265760号においてチタン2~8%を含有するチタン・ニッケル合金が常温および高温において極めて大きな抗張力を持つことを明らかにしたが、その後の研究の結果、この合金にモリブデンを添加することによりその機械的性質がさらに改善されることを見出した。

別表にこの発明の合金の機械的性質を示す。同表からこの合金は常温および高温において極めて優れた機械的性質を示すことは明らかであり、例えば電子管、水銀灯等に使用する各種線材、点火栓電極、マニピュレーターのワイヤ、テーパ等に用いて極めて有効である。

特 性 成 分			常 温 特 性						高 温 特 性 (800℃における)	
			75%加工材		300℃, 1時間 焼鈍材		800℃, 1時間 焼鈍材		75%加工材	
			抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)	抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)	抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)	抗張力 (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)
Ti (%)	Mo (%)	Ni (%)								
2.8	—	残	100	2	100	2	50	42	25	21
5.7	—	残	124	2	134	2	72	42	38	42
—	8.0	残	80	2	78	4	57	36	31	24
—	19.0	残	151	2	151	2	99	31	60	30
2.8	15.4	残	135	2	137	2	95	35	65	49
5.7	2.8	残	147	2	159	2	86	40	44	50
2.8	4.7	残	120	2	122	2	63	42	35	30