

# ストリップ電気清浄装置

## Electrolytic Cleaning Line for Strip

石井 英雄\*      小鹿 敏夫\*      新井 和夫\*  
 Hideo Ishii      Toshio Ojika      Kazuo Arai  
 渡辺 潔\*\*      鈴木 宗伸\*\*  
 Kiyoshi Watanabe      Munenobu Suzuki

### 内 容 梗 概

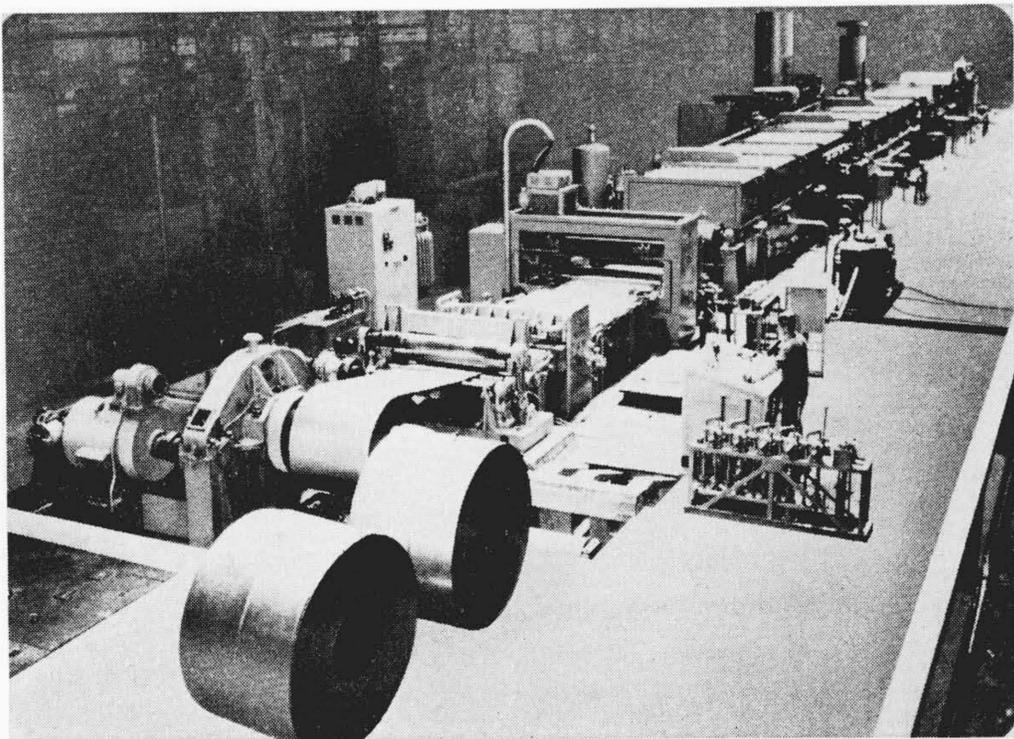
冷間圧延されたストリップに付着している圧延油を取除く電気清浄装置を製作するに当り、われわれは電解脱脂機構についての基礎研究を行い、その研究結果に基づいて純国産技術をもって、本装置の機械品および、電気品の全設備について設計製作を行った。本設備はこの種設備の特長を十分採り入れたもので、最近納入した大同鋼板株式会社杭瀬工場および株式会社大阪造船所横浜工場の装置について、その概要、特長ならびに運転状況について紹介する。

### 1. 緒 言

冷間圧延されたストリップ表面には、圧延油および汚物が付着しており、このまま焼鈍するとストリップ表面に炭化物が付着し、製品価値を低下せしめ、メッキを行う場合、メッキが不完全となるので、脱脂を行うことが必要となる。冷間圧延においては非常に高圧下において圧延されるので、金属表面の微細な穴の中に入り込んだ油脂類をただ化学的や機械的方法で除去することは困難であり、電解反応を利用して脱脂することがきわめて有効である。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、ストリップ表面の微細な穴の中に入り込んだ油脂類は容易に除去され、また電解液と油脂類との鹸化作用が促進され、油脂類は水溶性石けんとなって除去される。

さらに機械的にブラシロールで洗浄を行うこともストリップ表面に付着している油脂類、じんあいなどを除去するのに有効である。なお最終的な水洗については、清浄な水を使用することが案外軽視されがちであるが、これはきわめて大切であり、Na, K, Mnなどの不純物特に蒸発残渣物の少ない水を使用することが有効である。

本設備は上の条件を満たすことはもちろん、長い距離を高速度でストリップを巻戻し、巻取る際の蛇行に伴うコイル端面の不ぞろいを防せぐため、自動コイルセンタリング装置を設けてあり、またタンク内でストリップが破断することのないよう確実に取扱の容易なダブルシームウェルダを製作し、きわめて好結果を得た。



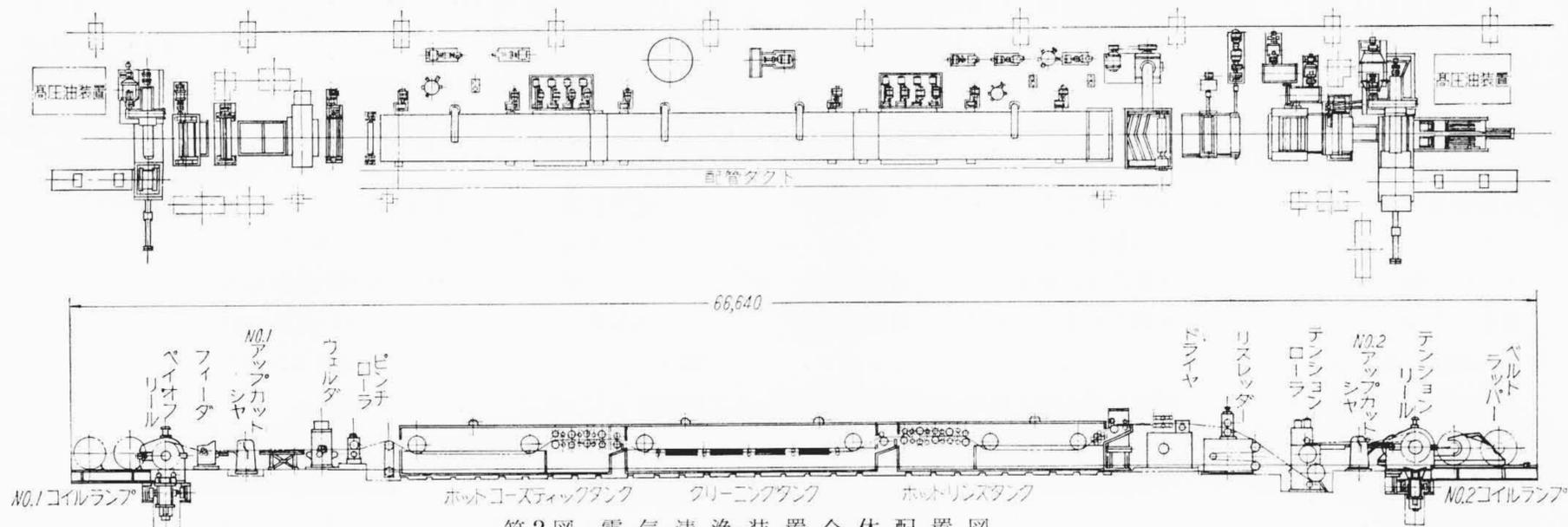
第1図 電気清浄装置外観

電解電源には能率がよく保守の容易なゲルマニウム整流器を使用し、液温の自動制御、pH管理を行い、電気設備として磁気増幅器を採用するなどすぐれた特色をもっている。以下これらについて述べる。

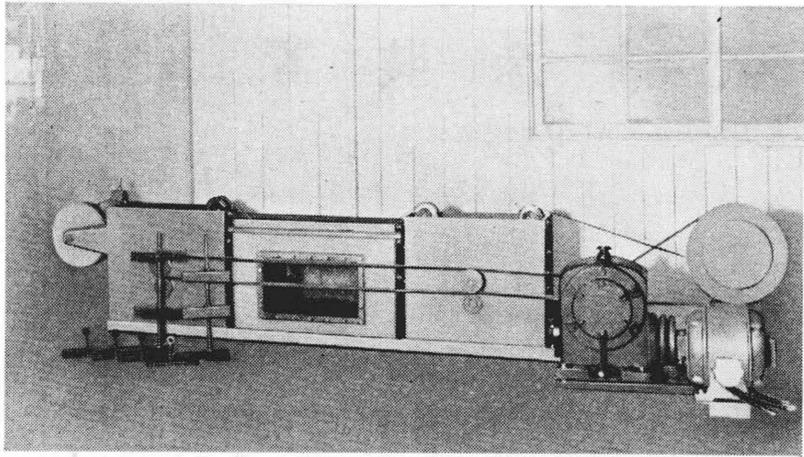
### 2. 設備の概要

#### 2.1 設備配置

本設備は第2図にみられるように、冷間圧延されたストリップコ



\* 日立製作所日立工場  
 \*\* 日立製作所日立研究所



第3図 実験装置

イルを巻戻し、かつコイルの前端と後端をダブルシームウェルダにて熔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パーローラにて予洗し、クリーニングタンクにて電解清浄を行い、スクラパーローラおよびホットリンスタンクにて仕上げ洗浄し、かつストリップの温度を上げてストリップの乾燥を早め、ダブルリンガーローラにてストリップに付着せる水分を絞り取り、続いてドライヤにて完全に乾燥を行ってふたたびコイル状に巻取る作業を行う一連の設備である。

## 2.2 設備能力

本電気清浄装置は、厚さ0.25~1.6 mm、幅1,270 mm、コイル重量15,000 kgの冷間圧延後のストリップコイルを305m/minのライン速度で脱脂処理を行うものである。

## 2.3 機器の説明

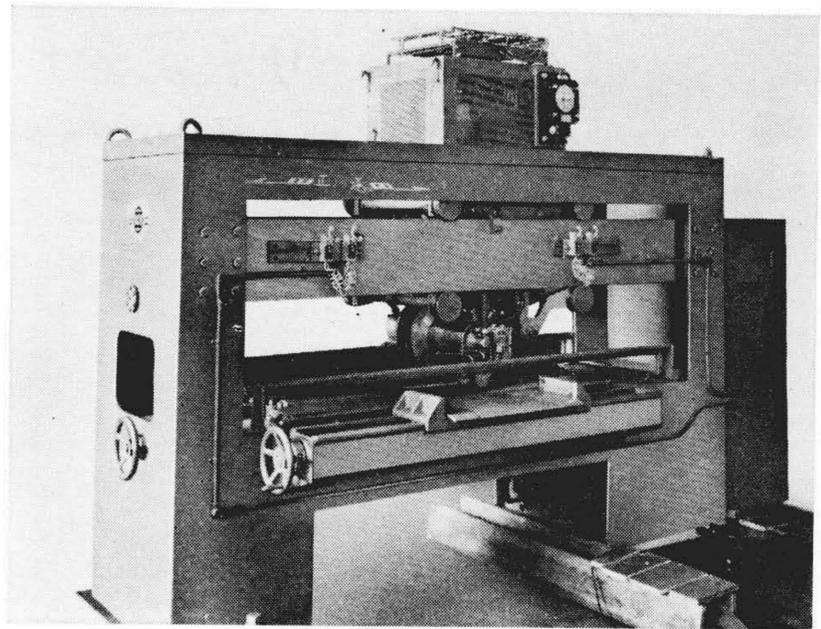
### 2.3.1 クリーニングタンク

本機は、電気清浄装置中での主要機器であり、幅2,000×長さ12,000×高さ2,200 mmのタンク出入口にはストリップを溶液中に浸漬するため、800 mmφ×1,500 mmLのホールドダウンローラ2本を有し、出側にはストリップに付着せる洗浄を絞り取るため、400 mmφ×1,500 mmLおよび250 mmφ×1,500 mmLよりなる硬質ゴム被覆のリンガーローラを設けている。タンク内には、4対の電極を備え、クリーニング作業中にストリップが電極に接触して、スクラッチが発生することのないようにゴム被覆ローラを配し、また万一ストリップが破断した場合でも短絡防止のため電極に特殊保護装置を設け、かつタンク内部側面および電極に絶縁板を取付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を払った構造である。脱脂清浄度の判定法は、現在一般に定量的な測定法がなく、肉眼による判定が行われているが、ストリップを空気中にて650°Cに30 s加熱することにより脱脂された面はあざやかな青色を呈し、脱脂不十分な油脂類の付着面は薄茶色のしま模様もしくは斑点となり明りょうに区別でき、定量的に清浄度を求めることができた。

電気清浄装置においては大電流を取扱うため、電解液は電気伝導度が大きく、電圧低下の少ないことが必要であり、また脱脂作用の点よりpH値が大きく鹼化作用、乳化作用が大きく、表面張力の低いことが望ましく、これらの条件を満たす電解液として、オルソけい酸ソーダ( $\text{Na}_4\text{SiO}_4$ )が非常によい結果を得た。電解時に発生したガスがストリップの下側面にたまり、実質的に溶液の電気伝導度を低下せしめるのを防止するため、スチームジェットでこれを除去する構造とし、また溶液上面に浮ぶ気泡状の浮遊物を除去し、オーバフローバルブの調整により、クリーニング液面を常に任意の位置に一定に保つなど作業の容易な構造となっている。

### 2.3.2 機械的清浄装置

機械的清浄装置は、電気清浄の前と後にそれぞれスクラパーロ



第4図 ダブルシームウェルダ

ーラおよびジェットにより清浄を行い脱脂清浄度を高めている。ストリップの脱脂については電解反応と同様、機械的な脱脂も非常に有効であり、実験結果によると、溶液の濃度、温度、電流密度などの条件が良くてもスクラパーローラを十分に使用しない場合は極度に清浄度が悪く、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、焼鈍を行った時あたかも脱脂されていないかのように斑点などが生じる。

なおスクラパーロールの押付け力は、それぞれ電流計にてモータの電流をみながら適切な押付け力を与えるようにした。

また従来この種スクラパーロールにはもっぱらタンピコ刷子ロールが使用されてきたが、高温のアルカリ溶液が付着するため、耐熱耐アルカリ性のナイロンブラシロールを使用することによりきわめて耐久性があり、清浄効果もよい結果を得た。

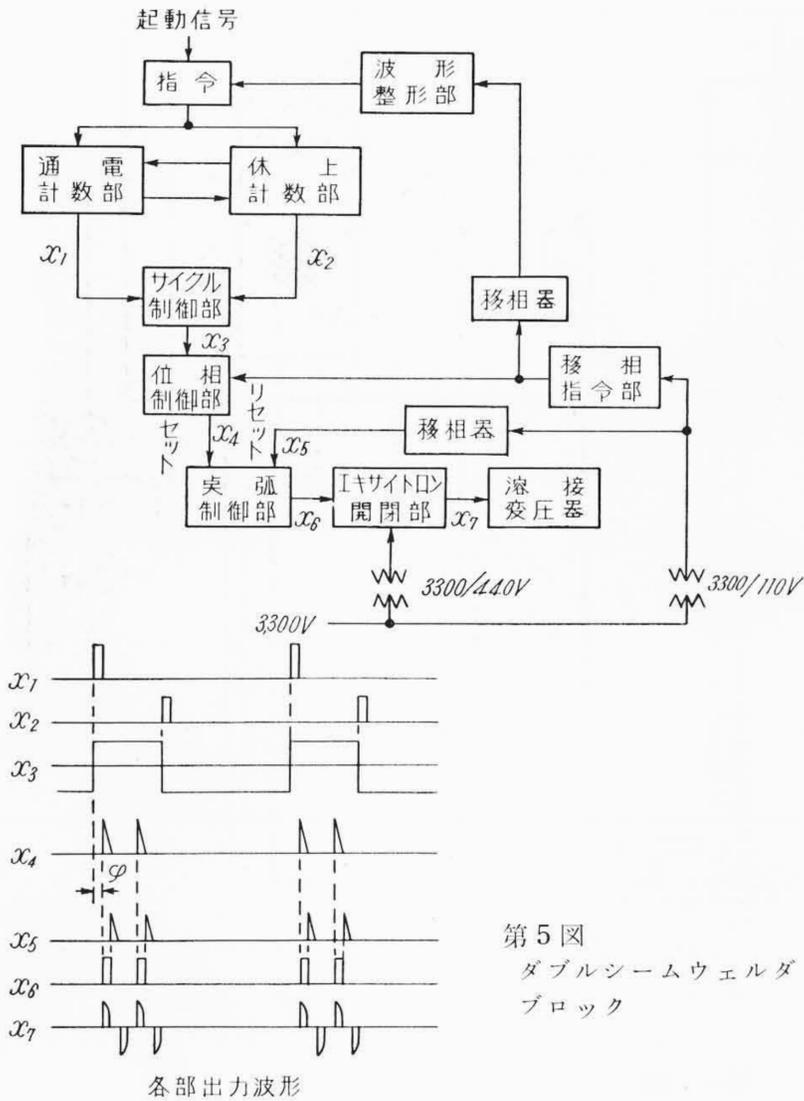
### 2.3.3 ダブルシームウェルダ

作業能率の上から、熔接の信頼性の高いウェルダを使用することが大切である。したがってウェルダについては、各種板厚に対して熔接速度、電極加圧力、熔接電流などの基礎実験を行い、設計製作を行った。本設備にはダブルシームウェルダを採用した。そのおもな特長は、スタートの押ボタン操作のみで、電極加、圧、熔接電流、通電、熔接終了後の走行停止などすべて自動化されており、熔接の事前処理に対しては、サイドガイド装置、ストッパー装置により確実にストリップを保持できて熔接の信頼性が十分である。また電極ローラへの給電機構は特殊ブラシ構造で、軸受部とは分離されているので、加圧力の影響が全然なく、ブラシの摩耗も少なく給電効果が良好であり、下部電極の摩耗に対しては、下部電極を熔接線とは直角方向に可動せしめうる構造なので電極の寿命を長く維持できる。

製品の主要仕様は下記のとおりである。

定格容量	145 kVA
熔接電流	10,000~33,000 A
熔接速度	2,000~6,000 mm/min
熔接能力	軟鋼: 0.25~1.6 mmt

第5図に示すとおりサイクル制御部は計数部よりの信号に応じて矩形波信号を出し、位相制御回路はエキサイトロン点弧位相を設定し、各サイクルの電流値を制御する。点弧制御回路は、前段からの信号に応じてサイクル制御、移相制御を2基のエキサイトロンに指令して制御を行う。本装置は電極速度の設定、電極加圧力の設定、通電、休止サイクルの設定、点弧位相の設定を行うことにより、最適の熔接を行うことができる。



第5図  
ダブルビームウェルダ  
ブロック

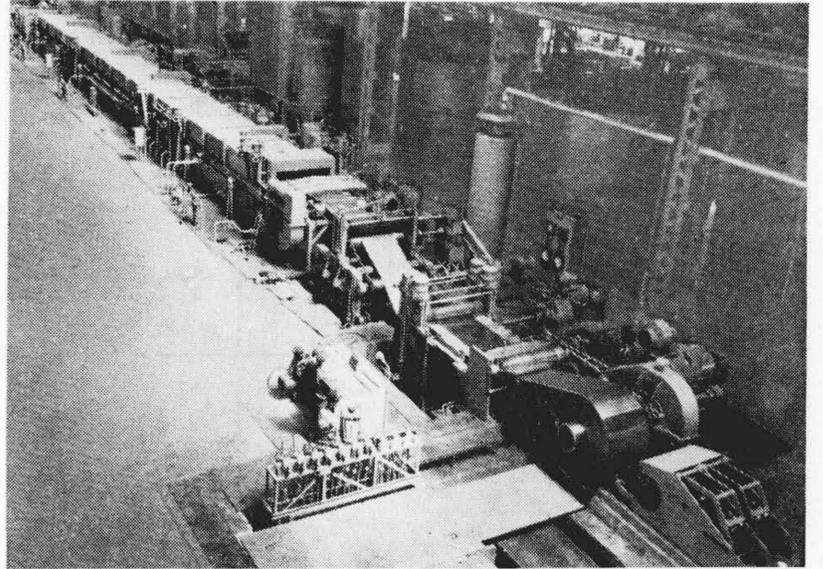
2.3.4 リスレッダ

本設備の各タンク中を最初にストリップを通す場合、すべて自動的に行うため、タンク内両側面に各1条のチェーンを装備し、ドライヤ出側にチェーンの駆動装置を設けて、チェーンを駆動する構造である。通板時にはストリップ先端部にリスレッダバーを取付け、このリスレッダバーを両側に設けたチェーンに取付けて、ストリップを引張ることにより行うものとし、タンク出口に通板用ピンチロールを設けてリスレッダバーがこのピンチロールを通過したところでリスレッダバーをはずし、後はピンチロールで全ストリップを引張り、テンションローラに送る構造とした。したがって通板作業がきわめて容易である。

またチェーンはタンク内にて適当な位置でガイドローラによりガイドされ、かつタンク内では無給油状態となるので、タンク内ガイドローラには、耐アルカリ合成樹脂メタルを使用し、チェーンについてもジョイント部のさびによってフレキシブルティ性を失うことのないように考慮を払ったので運転結果もきわめて円滑に行われている。

2.3.5 自動コイルセンタリング装置

本設備のように非常に長いラインにおいて高温でストリップを



第6図 電気清浄装置出口側

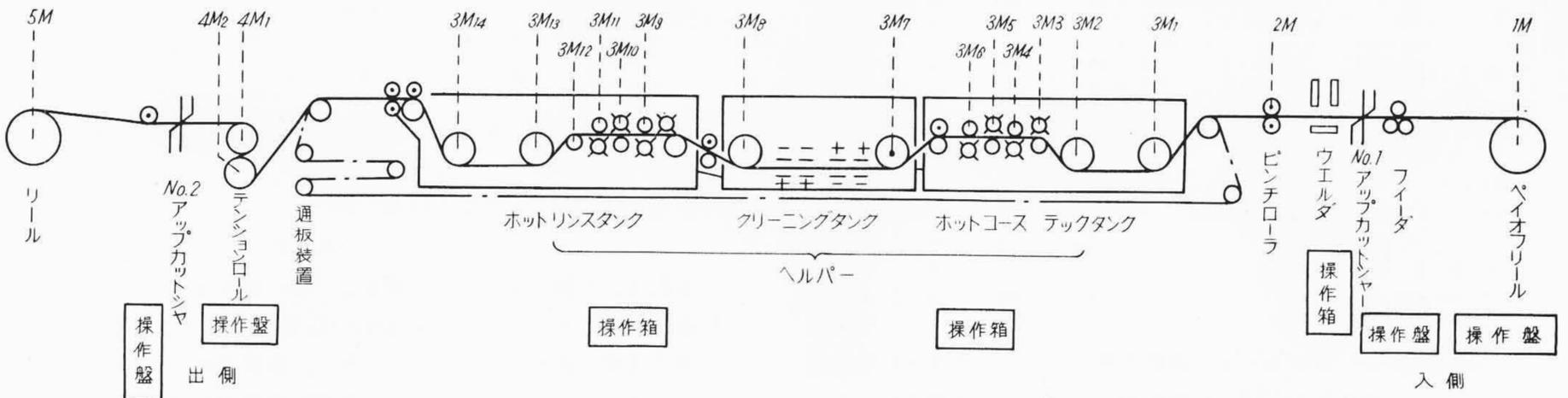
通すとストリップのキャンパーとか各ロールの傾きなどにより蛇行するため、ストリップコイル端面を凹凸なく巻取ることが困難となる。ストリップコイル端面の凹凸が多いと、次の焼鈍工程でコイル端面をいため、スキンプス作業に支障をきたすので端面の凹凸なく巻取ることが必要となる。このためテンションリールは、空気検出ノズルにて巻取るストリップ蛇行を検出し、自動コイルセンタリング装置にて自動的にテンションリールドラム位置を調整する方式を採用した。特にテンションリールドラムを軸方向に移動する構造としたため、電動機をテンションリール本体と同一ベツト上に乗せて同時に移動せしめ、電動機にスラスト荷重の加わるのを防止するとともにストリップコイル巻取りに応じて自動センタリングによる可動部の慣性変動率を少なくし、高精度に自動センタリングを行う構造とした。

2.4 電気設備概要

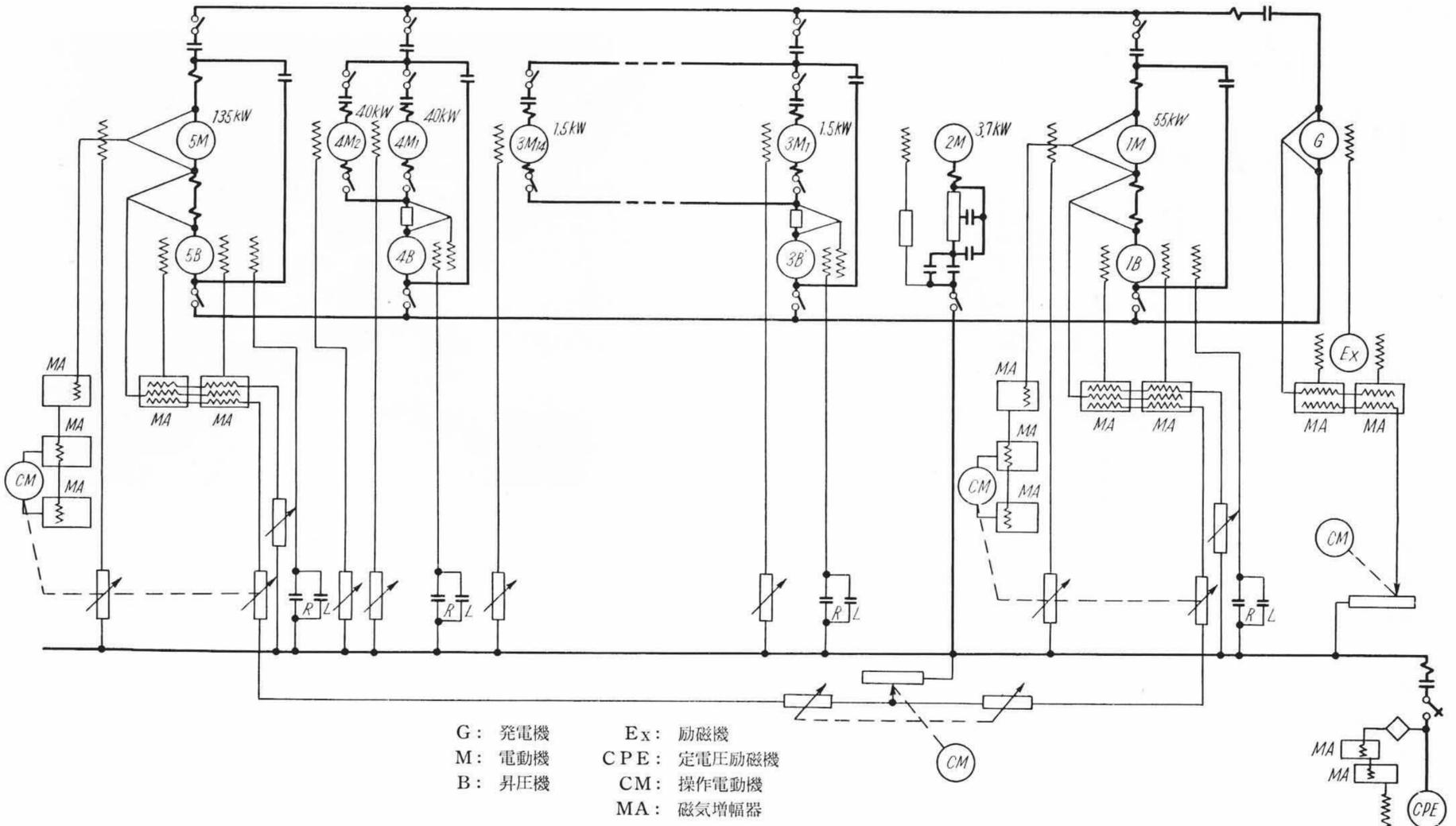
2.4.1 駆動主機

装置の概略図と主回路接続図をそれぞれ第7、8図に示す。ヘルパーローラ、テンションローラは、ロール径の研磨を考慮して界磁調整範囲をとっている。テンションリール、ペイオフリールは巻太り比3のため、1:3の界磁調整範囲を有している。各機の最大回転力は200%とし、テンションリール、ペイオフリールはGD<sup>2</sup>を小さくし、かつ整流を良好とするよう留意した。主要直流電動機を第1表に、補機用誘導電動機を第2表に示す。

本装置の次の工程には焼鈍炉およびスキンプスミルがあり、清浄を完全に行うとともに、コイルは適当な堅さに巻き、耳をそろえなければならぬ。このためテンションリール、ペイオフリールの張力制御をする一方、自動センタリング装置を付加して万全を期した。コイルをうまく巻くため巻始めに静止張力を与える必要があり、張力制御は電流制御により行っている。



第7図 電気品装置概略図



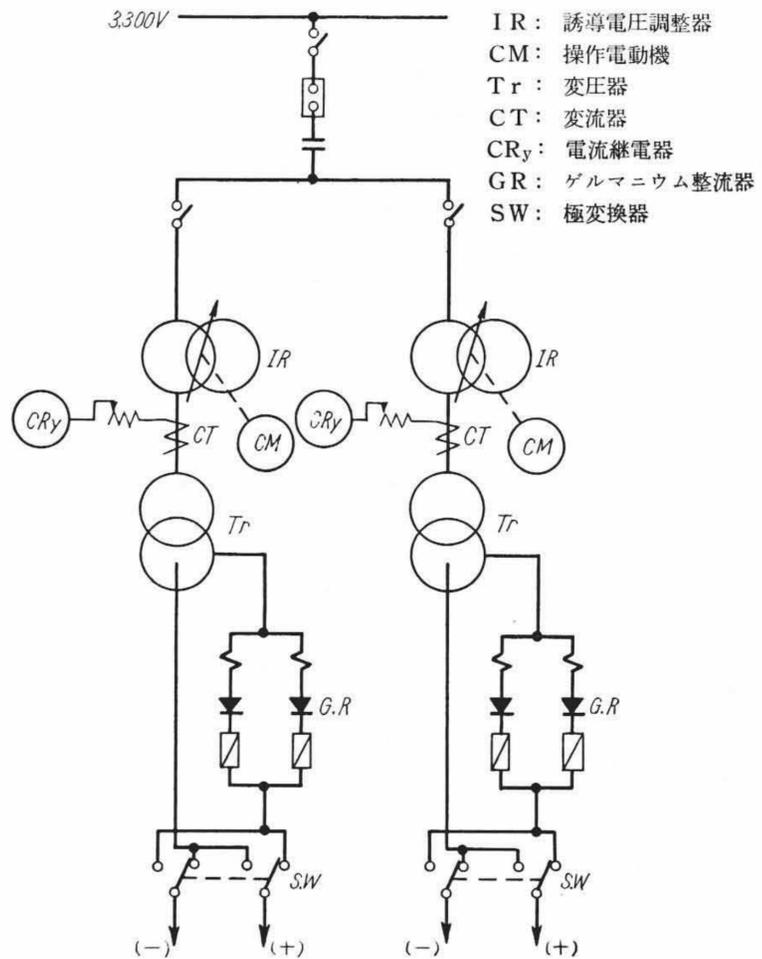
第8図 主回路接続図

第1表 直流電動機一覽表

符号	機械名称	電動機定格			運転特性		昇圧機	
		出力 (kW)	電圧 (V)	回転数 (rpm)	鋼帯速度 (mpm)	電動機回転数 (rpm)	符号	出力 (kW)
1M	ペイオフリール	55	220	450/1,400	305	460/1,380	1B	12
2M	ピンチローラ	3.7	110	1,200	15	1,195	—	—
3M <sub>1-14</sub>	ヘルパー	1.5	220	1,200/1,400	305	1,200	3B	6.5
4M <sub>1-2</sub>	テンションロール	40	220	1,200/1,400	305	1,200	4B	20
5M	テンションリール	135	220	290/875	305	290/870	5B	35

第2表 誘導電動機一覽表

機械名称	用途	電動機定格			
		出力 (kW)	電圧 (V)	周波数 (Hz)	回転数 (rpm)
給油ポンプ	ペイオフリール	0.75	220	60	900
	テンションロール	0.75	220	60	900
	テンションリール	0.75	220	60	900
送風機	ペイオフリール	0.75	220	60	1,800
	テンションロール	0.75	220	60	1,800
	テンションリール	0.75	220	60	1,800
スプレイポンプ	No.1スクラバNo.1	19	220	60	1,800
	No.1スクラバNo.2	19	220	60	1,800
	No.2スクラバNo.1	11	220	60	1,800
	No.2スクラバNo.1	11	220	60	1,800
	ホットリンスタンク	11	220	60	1,800
高圧油装置	ペイオフリール	19	220	60	1,200
	テンションリール	19	220	60	1,200
排気ファン ドライヤ	No.1~No.4	11	220	60	1,800
		40	220	60	1,200
		3.7	220	60	900
		3.7	220	60	900
		2.2	220	60	30
通板装置	No.1~No.4	11	220	60	1,800
フィード		3	220	60	1,200

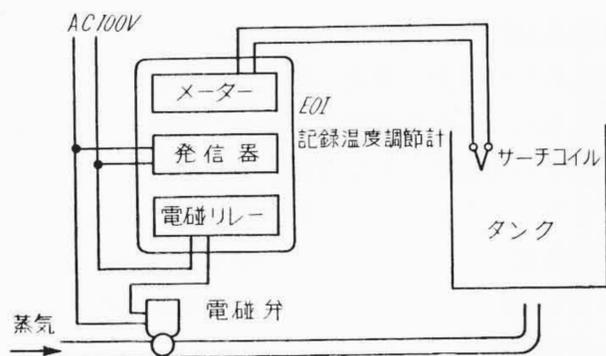


第9図 電気清浄装置電源主回路接続図

合に発電機としても使用される。

テンションリール、ペイオフリールは巻太り、巻細りに対し操作電動機を応動させて界磁を調整し、常に鋼帯速度に比例した逆起電圧に補正する。また加減速時には、張力に応ずる電流のほか、加減速電流を調整しなければならない。加減速補償量は巻太りに応じて変るので、この補償指令は巻太り補償用界磁調整器と連動している。

運転中テンションロールの速度変化は、張力の変化として現われるから母線電圧を一定に自動制御してほぼ一定速度とし、かつIR降下を補償している。昇圧機は各セクションの単独寸動の場



第10図 タンク液温制御回路

第3表 運転操作一覧表

操作場所	機	操作	分 掌
入側操作機 主としてペイ オフリールの 操作	補	機	ペイオフリール給油ポンプ, 高圧油装置, ピンチロール, フィーダ, コイル捲出, アスカニヤ制御装置
	主	機	ペイオフリール切換, 張力(入切)寸動ライン—徐動, 保持, 停止, 非常停止
出側操作機	補	補	テンションリール給油ポンプ, 高圧油装置, テンションロール給油ポンプ, スプレイポンプ, スクラバ, 排気ファン, ドライヤ, 通板装置, アスカニヤ制御装置
	主	機	ヘルパー, テンションロール, テンションリール切換および寸動, ライン寸動, テンションリール, 張力(入切), ペイオフリール, テンションリール張力調整, ライン—運転, 徐動, 保持, 停止非常停止,
	清浄装置		極性切換え, 電流調整, 自動, 手動切換え
ホットコース ティック操作箱			No.1 スクラバブラッシ, ヘルパー, 通板装置, ペイオフリール(正, 逆徐動)
ホットリンス タンク操作箱			No.2 スクラバブラッシ, リンスヘルパー, クリーニングヘルパー寸動
ウェルダ 操作箱			ウェルダ, フィーダ寸動
電気室(高圧)	高圧電源		MGセット, EXセット, ゲルマ電源, ウェルダ電源
電気室(低圧)			DCMファン, CPE電源, ライン監視

第4表 保護一覧表

機器名称	保 護, 警 報
MGセット EXセット	過電流, 過負荷, 低電圧
ウェルダ	過電流, 過負荷 水銀整流器, バイアス電圧異状 水銀整流器, ウェルダ変圧器温度上昇
ゲルマニウム 整流器	過電流, 過負荷 ゲルマニウム素子の保護—過電流: 1サイクル以内で遮断し, 限流特性を有するハイラップヒューズを使用している —異状電圧: サージアブソーバで保護
低 圧 補 機	過負荷
直 流 機	過電流 直流発電機—過電圧 テンションリール, ペイオフリール—過速, 昇機過電圧
警 報, 表 示	給油ポンプ, スプレイポンプ故障, 水素ガス異状

過電流などの事故の際は、全回路を開き発電制動および電磁制動により急停止せしめている。

2.4.2 クリーニング電源設備

鋼帯の表裏を均等に清浄するため2基を正負交互に配置している。電極は鋼帯清浄度、電極の汚れに応じてその極性を切換えうるができる。電流密度および液温は清浄度に密接な関係があるためそれぞれ電流制御、液温制御を行っている。主回路接続を第9図に、液温制御回路を第10図に示す。

主要機器の仕様は下記のとおりである。

ゲルマニウム整流器	DC 0~20T 4,000A AC 3,300V
整流器用変圧器	93.5/132kVA 3相 6~ 5,950V/DC 20V相当
誘導電圧調器	52kVA 3相 6~ 3,300V/3,300±3,300V

2.4.3 運転操作および保護

以上述べた各機器の操作場所とその分掌を第3表に、保護警報一覧表を第4表に示す。運転時の操作器具および計器はこれらを出側操作盤に集中し、作業人員の減少ならびに操作の軽便を図っている。

3. 設備の特長

本設備は上述のとおり基礎研究により、脱脂清浄度の定量的測定法を確立し、アルカリ溶液の鹸化および乳化作用、表面張力など電解脱脂機構を解明し、発泡状況や電解電流の流れ状態を調べ、あるいは機械的洗浄についても検討し、この研究結果に基づいて、設計製作されたものであり、漸新なアイデアが各所に織込まれている。また機械的、電気的あるいは電気化学的問題について研究し、それに基づいて設計製作されたため、組合わせた製品は調和のとれた日立総合技術の特長が遺憾なく発揮されたものとなっている。以下おもなる特長を略述する。

(1) 電解電源として効率がよく保守が容易なゲルマニウム整流器を使用し、かつ極性切替えを行い、電極に電解生成物の付着を防止し清浄能力の向上を図っている。

(2) クリーニングタンク内には、耐熱耐アルカリ性の特殊絶縁材料を使用しており、われわれはモデル実験によって、電解電流効率および所要電圧を、隣り合う電極間距離と上下の電極間隔の関数として求めた。実際製品においてはこれら距離間隔を運転に便利にし、かつ電気的に電極配置を理想的な位置に配置するとともに、電極にも特殊絶縁法を採用し、電解電流効率の高い装置とし、万一ストリップがタンク内にて破断した場合に電極部にて短絡することのないような構造となっている。

(3) 各タンクの液温はこれを自動制御とし、かつタンクの保温を行っているから、スチームの消費量が少なく済み経済的である。またホットコースティックタンク、クリーニングタンクにおいてはタンク内にて発生する泡が外部に漏れないよう特に考慮を払った構造としたのできわめて好結果を得た。

(4) クリーニングタンクにて電気洗浄を行うとともにブラッシロールおよび高圧スプレー噴射による機械的洗浄を強力とし、脱脂清浄が十分行われる構造とした。特にスプレー噴射液については全設備について貫流方式によるものと、各タンク内の循環方式によるものがあるが、本設備では両者の併用により熱経済性を考慮するとともにアルカリ液を No.1 スクラバに噴射して清浄効果を高めている。なおスプレー噴射液は、フィルタにてろ過しているのでノズルのふさがることなく信頼性が高い。

(5) ホールドダウンローラおよびスクラバーバックアップローラはそれぞれ単独直流電動機にて駆動し、ヘルパーローラとなし、加減速時および運転中にストリップとローラ間にてスリップを起こさず、ストリップにスクラッチが発生しないように考慮されている。なおそのほかガイド関係にも特にスクラッチ防止に意を用いた構造にしてある。

(6) 60m近い設備全長にわたってストリップの蛇行をできるだけ少なくするため、ローラ形状ならびに配置を考慮し、さらにテンションリールおよびペイオフリールには自動コイルセンタリング装置を設け、ストリップの蛇行をすみやかに検出し、テンションリールの巻取位置を自動的に調整することにより円滑な作業にて端面のととのったコイルを巻取ることができる。

(7) 通板装置用チェーンには、特殊構造のジョイントを使用しているためスクラバーローラ組替え時に簡単にして迅速にチェーンの取はずし、組立てができる。

(8) 電解により発生する水素ガスおよび酸素ガスをファンにて

屋外に排気するとともに水素ガス含有量を検を出し、爆発の危険を未然に防止するようにしてある。

(9) 熔接信頼性のすぐれたダブルシームウェルダによりストリップコイルの熔接を行うので、通板中に熔接部にてストリップが破断することなく能率的な作業を行うことができる。

なお、ダブルシームウェルダにはエキサイトロンを使用しており、工程の遊び時間を少なくして、能率をあげており安全で操作、保守の容易な装置とした。

(10) 電気設備中、増幅器として磁気増幅器を採用しているので増幅度、時定数の点で優秀で調整も容易であり、静止器であるため構造堅ろうで保守が簡単である。

4. 運転結果

現在運転結果は、張力量による速度変化、運転中および加減速中の張力変化も所定量以内に収まり、ストリップはほとんど振動することなく安定な状態で通板され、スクラッチの発生もなく、かつ均一に清浄されたストリップをうることができ、また通板中に熔接部よりストリップの破断することなく、作業能率もよくきわめて好調である。

5. 結 言

以上、電気清浄装置についての基礎的考察と今回大同鋼板株式会

社および株式会社大阪造船所へ納入された設備に関して述べてきたが、細部にわたり周到な調査、研究を基礎に、設計、製作され据付け試運転はもちろん営業運転に入るまで機械、電気、電気化学関係者が一体となって総合された力を十分に発揮し、なんら外国技術に頼ることもなく、きわめて清浄効果のよい設備の完成をみたことは、わが国最初のことである。この種の設計製作では、欧米に比し遅れていると思われていたわが国の技術水準は欧米諸国に十分太刀打ちできることが立証されたといえる。

なお、現在この貴重な経験に基づき、富士製鉄株式会社向として、はるかに高速の広幅ストリップ用電気清浄装置を鋭意製作中である。

最後に、本設備製作の機会を与えられ、かつ終始一貫して熱意あるご援助をいただいた大同鋼板株式会社杭瀬工場および株式会社大阪造船所横浜工場の関係各位に対し、深甚なる謝意を表わす次第である。

参 考 文 献

- (1) J. B. Mohler: Iron Age 76, 59 (1955)
- (2) M. Morris: Metal Finishing 52, 63 (1955)
- (3) F. Hightower: Metal Progress 68, 99 (1955)
- (4) F. Hightower: Plating 43, 359 (1956)
- (5) 田島: 表面処理ハンドブック 69 (昭 30)
- (6) 押切: 金属 (別冊) 27, 76 (1957)
- (7) J. W. Hensley & R. D. Ring: Plating 42, 1137 (1956)
- (8) H. W. Lynn & M. D. Banghman: Iron & Eng. (Feb. 1957)
- (9) 西, 北之園: 日立評論 別冊 34 50 (1960)

Vol. 43 日立評論 No. 8 (次号予告)

圧延機小特集

- ◎連続式条鋼圧延設備
- ◎2,032mm幅調質圧延設備
- ◎大形中形圧延設備
- ◎四重熱間粗圧延設備
- ◎四重熱間粗圧延設備用電気品
- ◎普通論文
- ◎確率対応法の効率について
- ◎高感度ガスクロマトグラフ
- ◎両方向性高速度遮断器の開発について

- ◎反撓起動单相誘導電動機のトルク特性
- ◎スプライン軸の光弾性実験
- ◎熔接Iビームの疲れ強さに及ぼすフィレット形状の影響
- ◎自動車冷房装置用アルミ鍍付小形熱交換器について
- ◎バス冷房について
- ◎ワイヤスプリングリレー生産における統計的手法の応用
- ◎中容量PABXクロスバ交換機の標準化
- ◎日立ビジコン7038の特性
- ◎架橋ポリエチレン電線における架橋反応と特性

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸の内1丁目4番地 振替口座 東京71824番  
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 振替口座 東京20018番

1961 日立 No. 7

- ◎巻頭言.....鳥居鉄也
- ◎わが家は日曜大工一家
- ◎電線百話(7)泡とガスの話
- ◎2本針で美しい模様縫が
- ◎新しい照明施設
- ◎ハイライイト
- ◎床の美容師フロアポリッシャ

- ◎冷たい水の旨さはまた格別
- ◎明日への道標
- ◎エレクトリックエアークリーナでいつもきれいな空気を
- ◎自動車の中のニッカロイ
- ◎高圧モートルの運転に最適の高圧電磁接触器の話
- ◎日立だより

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸の内1丁目4番地 振替口座 東京71824番  
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 振替口座 東京20018番