

日本鉄板株式会社大阪工場納

純国産大型ストリップミル附帯設備用電気機器

平川克巳* 西一郎**

Electric Equipment for Processing Lines of 4-High
Reversing Cold Strip MillBy Katsumi Hirakawa and Ichirō Nishi
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Recently at Hitachi Works, Hitachi, Ltd. have been completed electric drives for the continuous pickling and continuous shearing lines which will compose with other equipment a complete set of 4-high reversing cold strip mill to be delivered to the Shimaya Works of Nippon Teppan, Company.

Since the control is necessarily complicated as the strip speed increases, D.C. driving method using Ward Leonard control system was taken into use in these drives with a few alterations depending on the arrangement of individual mechanical device.

In controlling the continuous pickling line Ward Leonard Control is to be effected in three groups of operations, i.e. welding, pickling and coiling, thereby performing control on the single reverse drive which is needed in welding, or automatic loop control in acid tank. In this case, some proper measure should be taken for the overtorque caused during operation.

As for the continuous shearing line, the Ward Leonard Control may be limited to one operational group, and automatic loop controls are to be provided in the front and rear of the side trimmer thus to reduce error in sheet length and improve trimming efficiency.

Hitachi's electric equipment, as detailed in the article, has been designed and built from the abovementioned view point.

〔I〕 緒 言

熱間圧延により圧延された鋼帯がさらに冷間圧延され所要定尺の製品となるまでには、酸洗、焼鈍、調質、剪断などの附帯設備により、流れ作業的にきわめて能率よく処理される。日立製作所においては別編記載の四重式可逆圧延機の附帯設備として連続式鋼帯剪断機の機械および電気設備と連続式酸洗設備用電気品を日本鉄板株式会社島屋工場に納入した。これらはきわめて好調に運転されているのでこれが概要を紹介する。

〔II〕 連続式酸洗設備

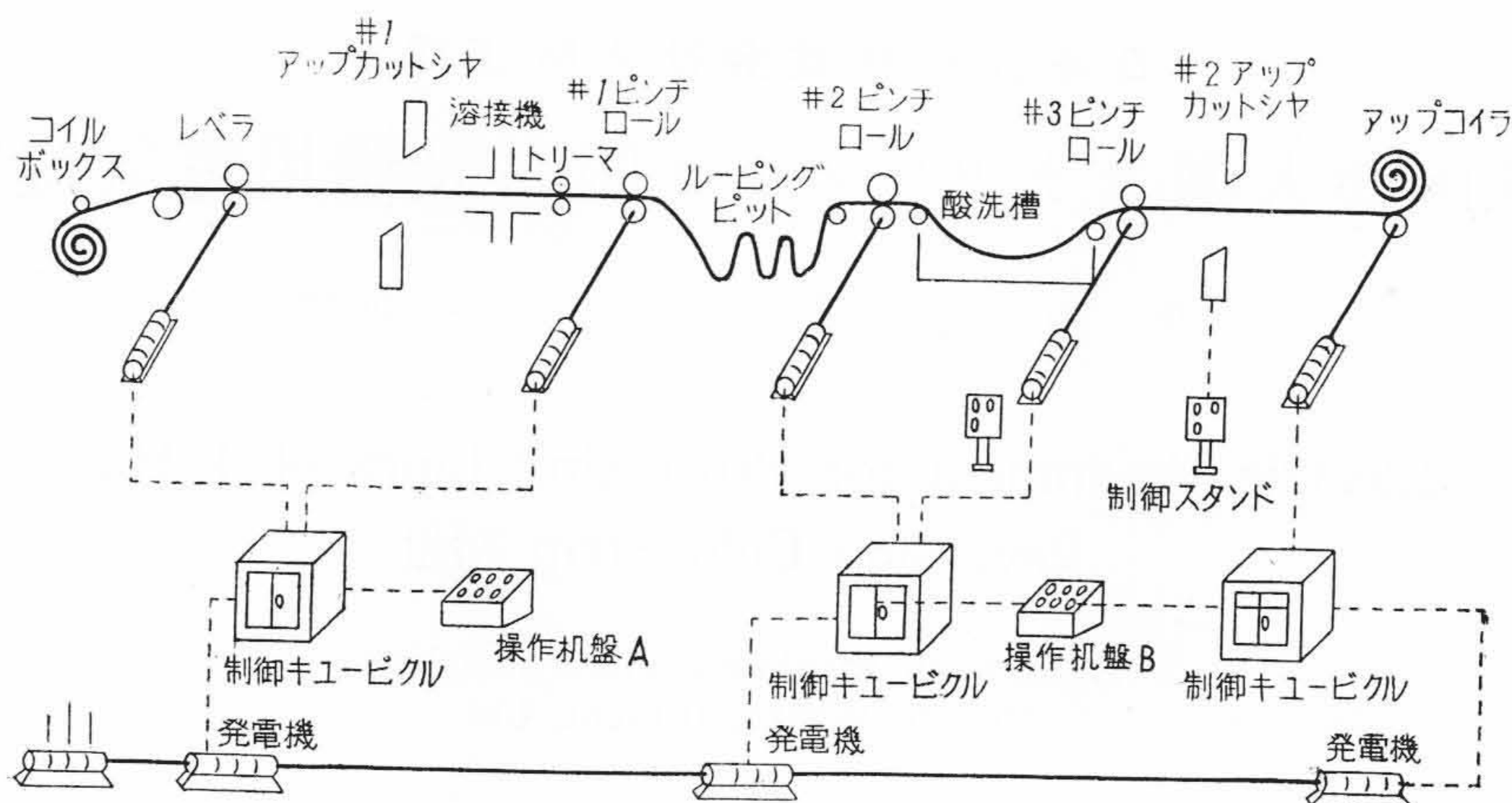
酸洗機は冷間圧延前の鋼帯を酸洗して、表面に附着せ

* ** 日立製作所日立工場

る熱間圧延中に生じたスケールや酸化物または塵埃、油などを除く設備で、バッチ式と連続式とがある。バッチ式は鋼帯を弛るく巻解し円形槽を90°づつ4つに区切り、その中に硫酸、熱湯、油などを入れ交互に所要時間浸漬し酸洗いする方式で、連続式はコイルを無限に溶接しながら連続的に酸洗い、水洗を行う方式である。連続式はバッチ式に較べ高能率であるため最近の新設備はすべてこれが採用される。

(1) 設備概要

今回納入した本設備は第1図(次頁参照)に示すごとく、(1)コイルボックス、(2)レベラ、(3)第1アップカットシャー、(4)溶接機、(5)トリーマ、(6)第1ピンチロール、(7)ルーピングピット、(8)第2ピンチロール、(9)酸洗槽、(10)第3ピンチロール、(11)第2ア



第1図 酸洗装置概略図

Fig.1. Lay Out of the Pickling Line

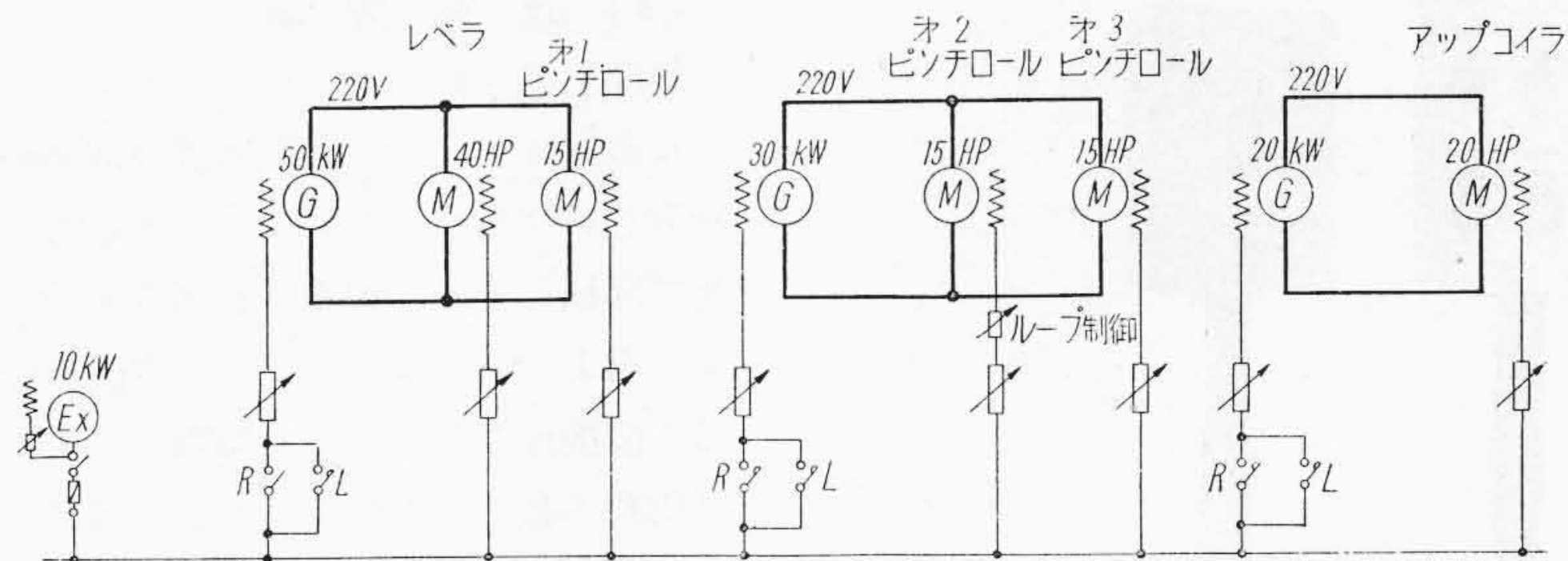
アップカットシャー、(12)アップコイラなどが連続的に一直線に配列されている。コイルボックスは熱間圧延の巻取機に巻かれたコイルを巻解すものであり、レベラは上下に多くのロールを配列したもので、このロールの間を鋼帯を通し表面附着のスケールを除去し、同時に彎曲せる鋼帯を水平にするものである。第1アップカットシャはつぎの溶接のために先行コイルの後端と後続コイルの先端を剪断する装置である。溶接機は弧光衝合せ溶接機でアップカットシャーで剪断したコイルの後前端を溶接する。トリーマは溶接部分の張り出しを削り取り表面を平滑に仕上げる装置である。第1ピンチロールはつぎのルーピングピットにコイルを送り込むために用いるほか、溶接中の鋼帯を固定しまた溶接時逆転しコイル端の衝合せにも使用する。ルーピングピットは溶接中またはコイルボックスに新コイルを補填する間酸洗中のコイルの流れが中断しないために鋼帯を貯える装置で、同時にこゝで水洗するものである。したがって酸洗中の鋼帯速度よりこのルーピングピットに送りこむ鋼帯速度の方を早くしなければならない。第2ピンチロールはルーピングピットより鋼帯を引上げ酸洗槽に送るためと酸洗槽中の鋼帯と第3ピンチロール間で保持するためのものである。酸洗槽は4~5の槽よりなり第1槽より逐次硫酸の濃度を上げ最後の槽は約 100°C の濃硫酸槽で、つぎに冷水および熱湯槽があり表面の酸分を除き、最後に熱風乾燥機により乾燥せしめる。第3ピンチロールは酸洗槽を通して鋼帯を索引するもので第2ピンチロールとの関係速度を調整し槽中のループを一定の張りに保たせる。

第2アップカットシャーはつぎのアップコイラで所定重量のコイルに巻いたとき、または溶接箇所での切断のために用いられる。アップコイラは酸洗い乾燥ずみの鋼帯を所定重量のコイルに巻取る巻取機である。

鋼帯は 1.6~2.3mm 厚、965mm 幅、2.5t コイルを酸洗前 40~120 fpm、酸洗中 27~80 fpm の速度で連続酸洗し、酸洗後 10t コイルに巻取っている。長期停止の場合は第2ピンチロールに楔を入れ、第3ピンチロールで鋼帯を酸液から引き上げた後第3ピンチロールに楔を入れて鋼帯を固定させる。酸槽内から発生する酸性ガスは適当な排気装置により設備外に排出しているので、電気品に対して特に耐酸性の考慮をする必要はない。

(2) 電気設備

第2図に本装置の簡略結線図を示す。図に示すように3群のワードレオナード方式よりなる。第1群はレベラおよび第1ピンチロール、第2群は第2、第3ピンチロール、第3群はアップコイラである。第1群は溶接作業の都合上レベラ、第1ピンチロールそれぞれ単独の正逆運転が可能である。第1群は単独に、第2、第3群は同時またはそれぞれ単独にまた第2群の第2、第3ピンチロールはそれぞれ単独に運転可能である。また第2、第3ピンチロールは酸洗槽内のループを一定にする必要から自動ループ調整方式が用いられる。この方式は槽中のループを検出し第2ピンチロール電動機の電圧制御または界磁制御を行えばよい。今回採用の方式は簡単にダンサロールでループを検出しループの度合により第2ピンチロール電動機の界磁制御を行つた。コイルボックス、アップカットシャーは誘導電動機を使用した。第1表は本装置のワードレオナード直流電動機の仕様を、第2表は誘導電動機の仕様を示す。直流電動機はいずれも閉鎖自冷球軸受型他励磁式で、鋼帯速度比 1:3 に対してはレオナード発電機の電圧制御により行うが、負荷は定トルク特性と考えられるから、低速度でも過熱しないように設計してある。また酸槽中の鋼帯を自動ループ制御し、あるいは各機を速度を協調させるため $\pm 10\%$ の界



第2図 酸洗装置簡略結置図

Fig. 2. Schematic Connection Diagram for the Pickling Line

第1表 酸洗装置直流電動機仕様

Table 1. Specification of D.C. Motors for the Pickling Line

項#	用途	出力 (HP)	電圧 (V)	回転数 (rpm)	型式	定格
1	レベラ	40	220	500/1,500	EFUCO-SP	連続
2	第1ピンチロール	15	220	500/1,500	EFUCO-SP	連続
3	第2ピンチロール	15	220	500/1,500	EFUCO-SP	連続
4	第3ピンチロール	15	220	500/1,500	EFUCO-SP	連続
5	アップコイル	20	220	500/1,500	EFUCO-SP	連続

第2表 酸洗装置誘導電動機仕様

Table 2. Specifications of Induction Motors for the Pickling Line

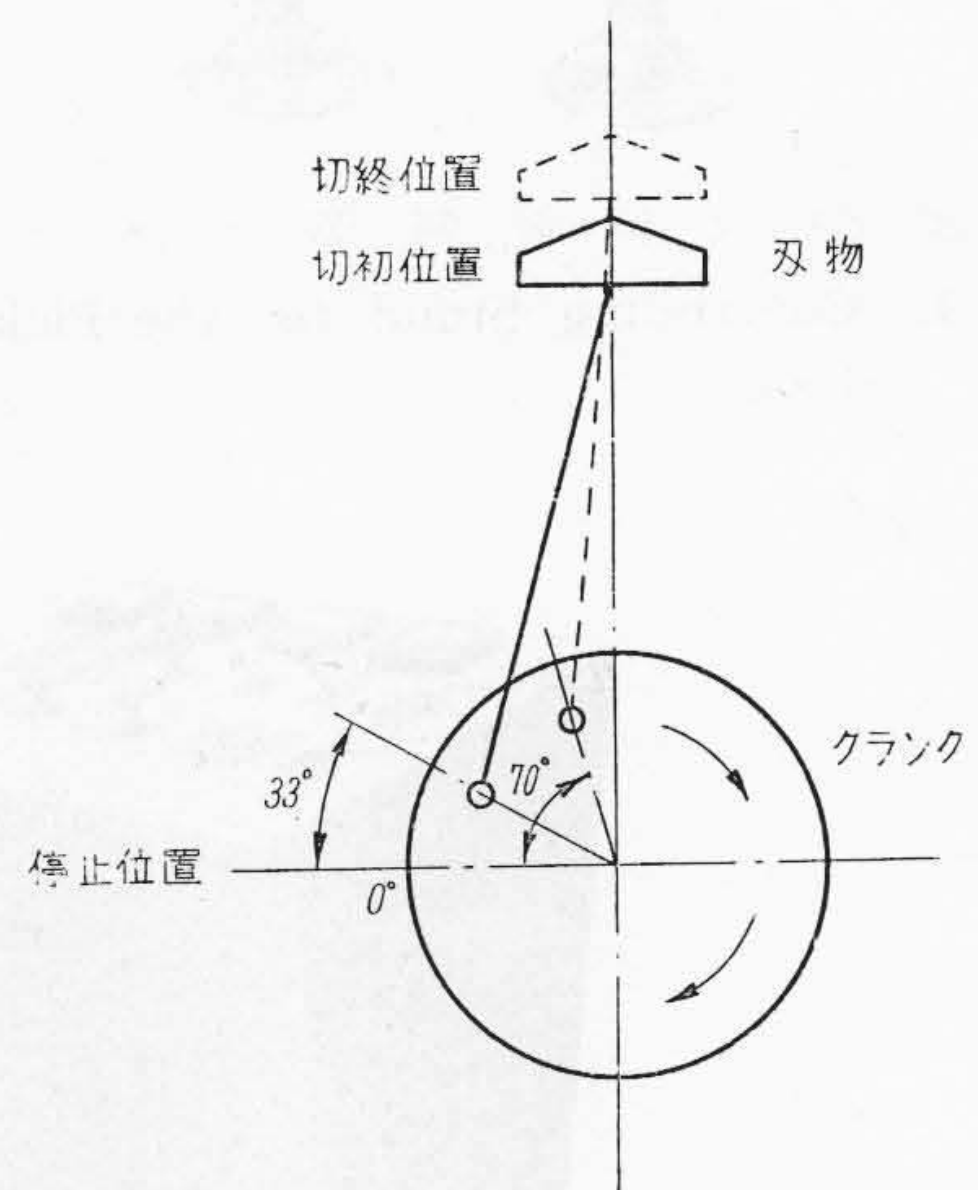
項#	用途	出力 (HP)	電圧 (V)	回転数 (rpm)	型式	定格
1	コイルボツクスローラ	5	220	1,200	TO-K ₃₀	30分
2	第1アップカットシヤー	40	220	1,200	TO-KK ₆₀	60分
3	トリーマ	25	220	1,200	TO-KK ₆₀	60分
4	ドライヤ	20	220	3,600	TFO-KK	連続
5	第2アップカットシヤー	40	220	1,200	TO-KK ₆₀	60分

磁調整範囲が設けられているほか、ルーピングピット内で不規則に、上下重なり合った鋼帯を引出すため、長期停止時酸液から鋼帯と引き上げるため、あるいはループ制御などに基づく過負荷に耐えるよう電動機の最大トルクは 200% としている。

3台の各群発電機は定電圧励磁機とともに共通床盤上で1台の誘導電動機で駆動されいずれも開放自冷型で、その仕様はつぎの通りである。

第1群用直流発電機 50 kW 220V 1,800 rpm
FC₁-SP

第2群用直流発電機 30 kW 220V 1,800 rpm



第3図 アップカットシヤーの機構図

Fig. 3. Mechanism of the Up Cut Shear

FC₁-SP

第3群用直流発電機 20 kW 220V 1,800 rpm

FC₁-SP

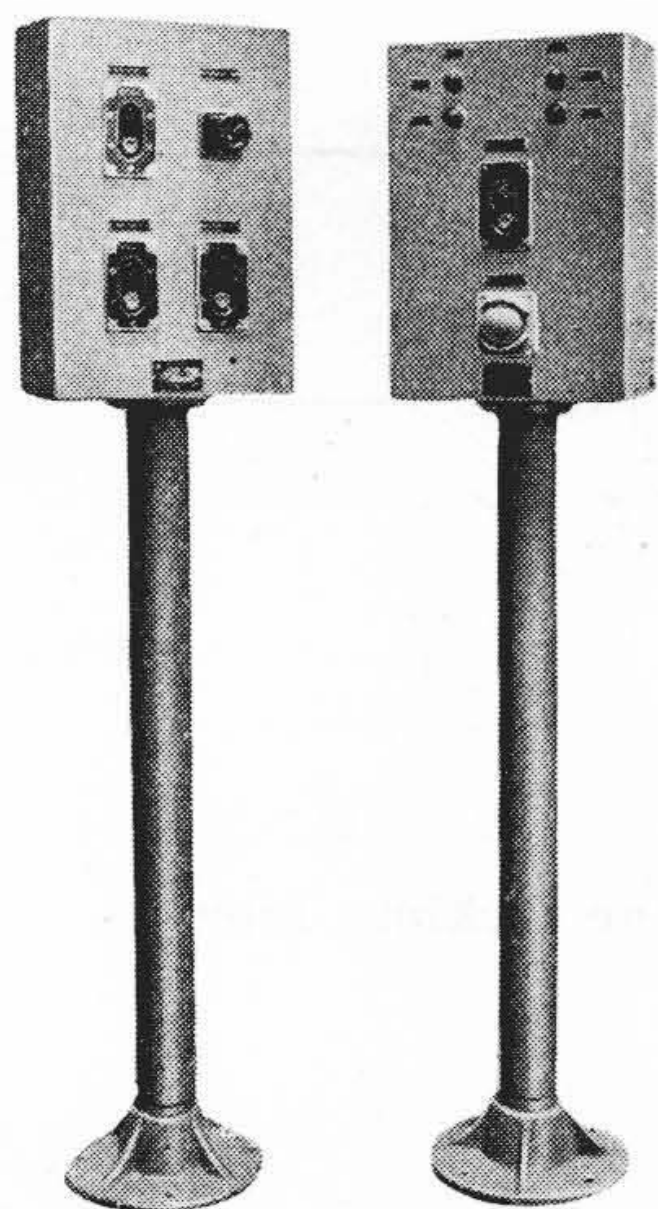
定電圧励磁機 20 kW 110V 1,800 rpm

FC₁-K

駆動用三相誘導電動機 150 kW 3,300V 60~

4P EFU-KK

アップカットシヤーはクランク式構造で、クランク1回転につき1剪断を行うもので、40 HP 三相籠型誘導電動機により剪断時のみ駆動される。剪断位置は第3図に示すように約 33~70°であるから、剪断終了後クランク位置を正しく 0° にしないと次回剪断が正しく行われな。このため起動押釦で駆動された電動機はカム型歯車式制限開閉器により適当位置まで駆動した後電磁制動機により減速し、停止位置前適当位置に来れば再びカム型歯車式開閉器により電源に抵抗を挿入して低速で駆動され、最後に停止位置近くで時限継電器により電磁制動機で正規位置に停止する。

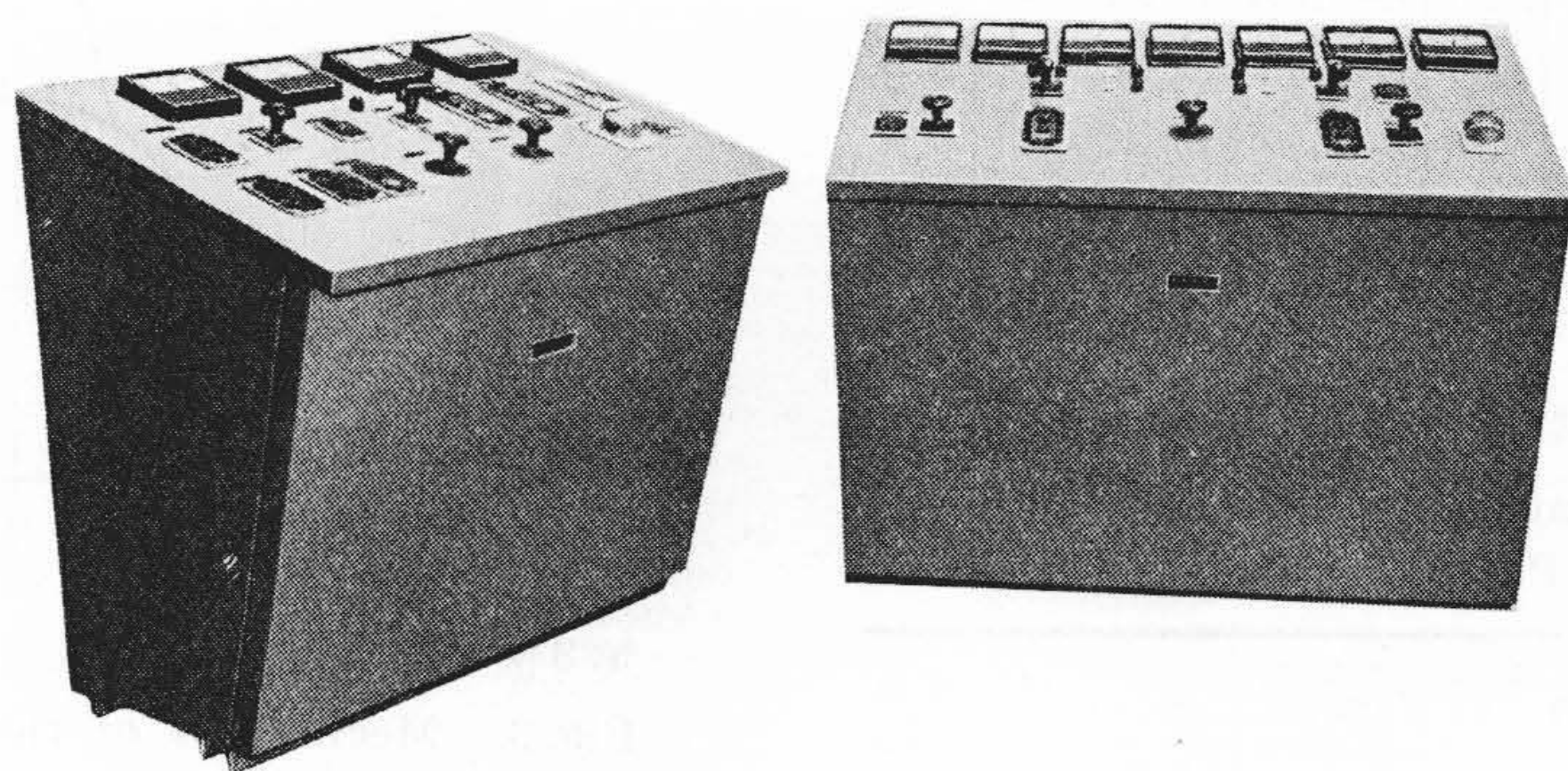


第4図 酸洗装置制御スタンド
Fig.4. Controlling Stand for the Pickling Line

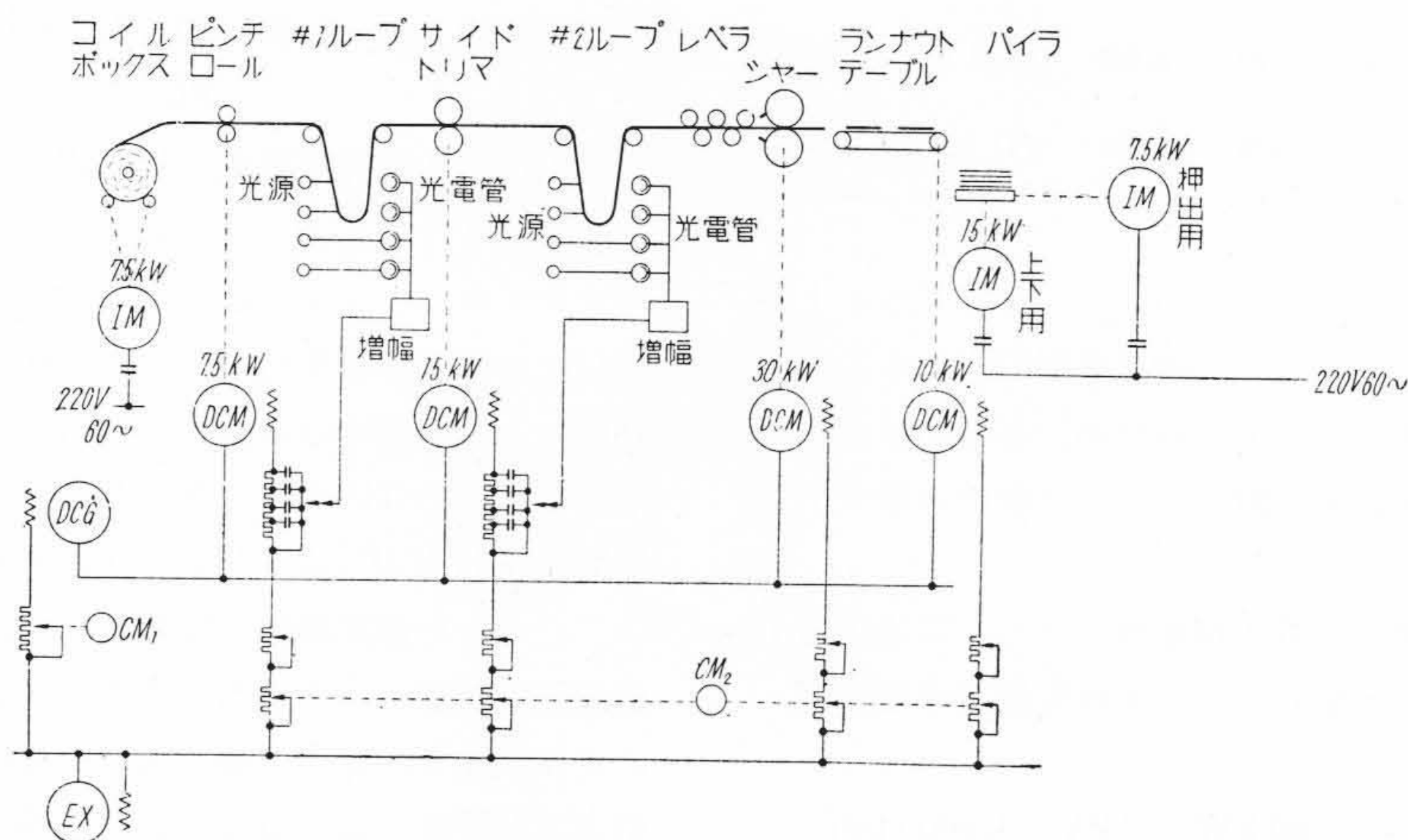
(3) 運転方式

熱間圧延されたコイルをコイルボックスに装填し、コイルボックスローラ駆動用誘導電動機を運転しコイルを巻解しレベラピンチロールへ差込む。レベラはすでに微速で回転しており鋼帯の表面を平滑にしながら送り出す。第1アップカットシャの位置で停止させコイルの先端を溶接ができるごとく切断す。すでに前コイルの後端は切断されているのでこれを溶接機位置まで後退せしめ前コイルの後端と後続コイルの先端を衝合せ溶接する。溶接後はトリマにより溶接出張り部分を削り落とし第1群ワードレオナード発電機電圧を電動操作界磁調整器により上昇せしめコイルをルーピングピット中に貯える。これらの制御はすべて操作机盤Aにより操作できるようになっている。

一方第2, 第3群のワードレオナードセットは同時に電動操作界磁調整器により発電機電圧を上昇せしめ所定速度で酸洗を行う。アップコイルで所定重量に巻取られ



第5図 酸洗装置用制御机
Fig.5. Controlling Desk Board for the Pickling Line



第6図 連続剪断設備見取図
Fig.6. Schematic Arrangement of the Continuous Shearing Line

第 3 表 剪 断 設 備 電 動 機 表

Table 3. Motor List for the Continuous Shearing Line

項#	用 途	出 力 (kW)	電 線	電 圧 (V)	周 波 数 ($\sim$)	回 転 数 (rpm)	極 数	型 式	定 格
1	ピンチロール	7.5	D.C.	220	—	600~1,000	—	EFUCO-SP	連 続
2	サイドトリマ	15	D.C.	220	—	600~1,000	—	EFUCO-SP	連 続
3	レベラおよびフライングシャー	30	D.C.	220	—	600~1,000	—	EFUCO-SP	連 続
4	ランアウトテーブル	10	D.C.	220	—	600~1,000	—	EFUCO-SP	連 続
5	コイルボックス	7.5	A.C.	220	60	900	8	TO-DR ₆₀	60 分
6	パイラ上下	15	A.C.	220	60	900	8	TO-DR ₆₀	60 分
7	パイラ押出	7.5	A.C.	220	60	900	8	TO-DR ₆₀	60 分

ると第2, 第3群は一度停止し第2アップカットシャで切断し, アップコイラのコイルを他へ移し再び第2, 第3群を起動してつぎのコイルの巻取作業をはじめる。第2, 第3群の操作は操作机盤Bにより行われ, A, B両操作机盤の操作は互に他の操作机盤と無関係に行われる。第4図に制御スタンド, 第5図に操作机盤を示す。

〔III〕 鋼 帯 連 続 剪 断 設 備

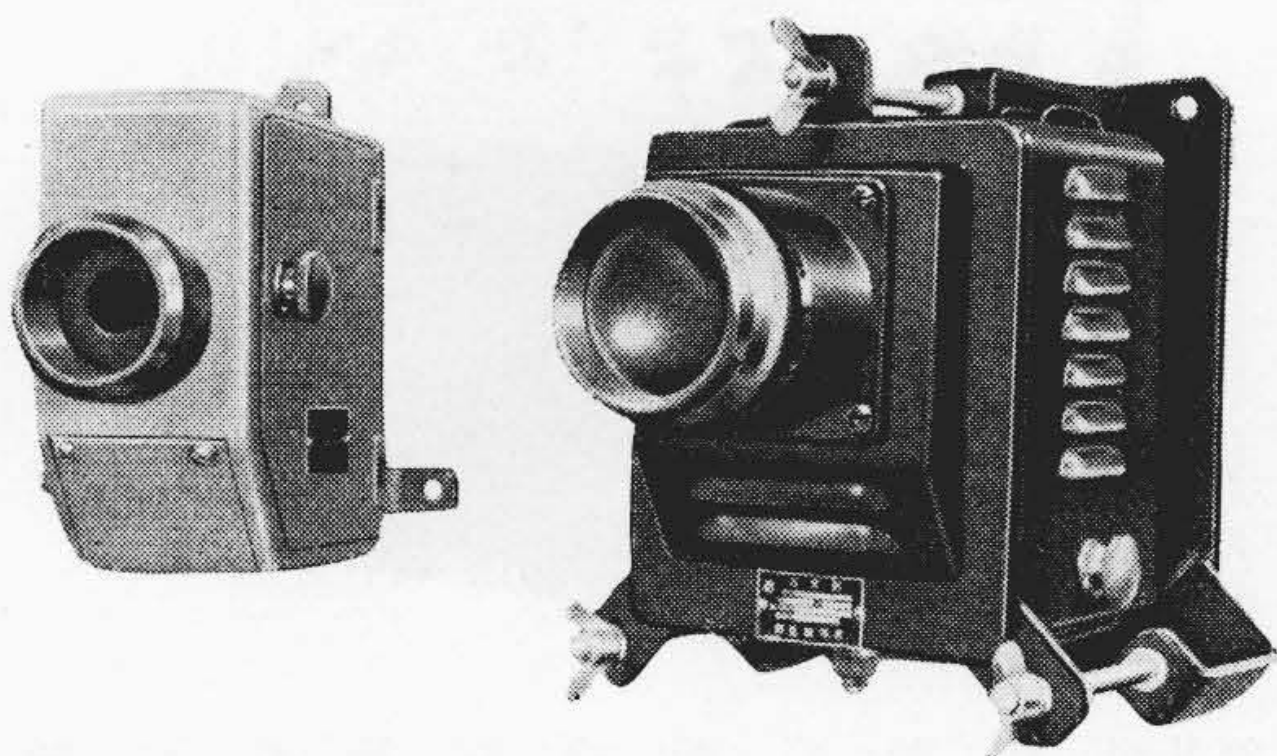
本設備は別編記載四重可逆冷間圧延機により圧延された 0.29~0.8mm, 10t コイルを, 剪断速度 260fpm で長さ 5~12 ft の定尺に剪断する設備である。

第6図はこの設備を示す図で, コイルボックス, パイラ上下, パイラ押出用以外はすべて直流電動機を用い, これらを1台の直流発電機でレオナード制御している。レベラとシャーは機械的に連結され, 剪断長はシャーの歯車比によりきまり駆動速度に無関係であるが, レベラで鋼帯とロールの間に張りがあると定尺に誤差を生じる。またトリマーで耳切を歩留りよく行うためにはその前後で鋼帯が張つてはいけない。これらのためトリマの前後にループを設け, 自動ループ制御を行う必要がある。

コイルボックスのロール駆動はコイル前端をピンチロールまで送り込む時に用いられるもので, 剪断中は過速クラッチにより機械連結が解かれるとともに誘導電動機の駆動は停止される。

各機の仕様は第3表に示す通りで, 直流電動機は閉鎖自己通風球軸受型他励磁式で 600~1,000rpm の界磁調整範囲を有する。剪断設備用直流電動機は運転状態で過負荷がかかることなく, またループ制御による界磁調整も速応性を必要としないので, 一般の工業用直流電動機となら異なるところはないが, ループ制御を行う電動機の界磁調整範囲は前記速度範囲より若干広くする必要がある。また一般に鋼帯厚みが薄くなると剪断速度を上げるから, 負荷の性質は定出力特性と考えられる。

レオナード電源用直流発電機は定電圧励磁機とともに誘導電動機で駆動されいずれも開放型自冷式でその仕様



第7図 ループ制御用投光器(右)と光電増幅器(左)

Fig.7. Light Source (Right one) and Photo-Amplifier House (Left one of Picture) for the Loop Control

はつぎの通りである。

直 流 発 電 機 125 kW 220V 1,200 rpm
FC₁-SP

定 電 圧 励 磁 機 7.5 kW 110V 1,200 rpm
FC₁-K

駆動用三相誘導電動機 150 kW 3,300V 60 $\sim$
6P S-KK

運転中の鋼帯送り出しはピンチロールにより行う方式であるから, ペイオフ駆動のようにコイルの巻細りを考慮する必要はなく定速運転でよい。またランナウトテーブルのベルト速度は剪断前の鋼帯速度より早くしなければならぬが, これは歯車比であらかじめ計画されているから, 発電機の規格速度は同じであつてもランナウトテーブル駆動用電動機のみ他の電動機より早くする必要はない。

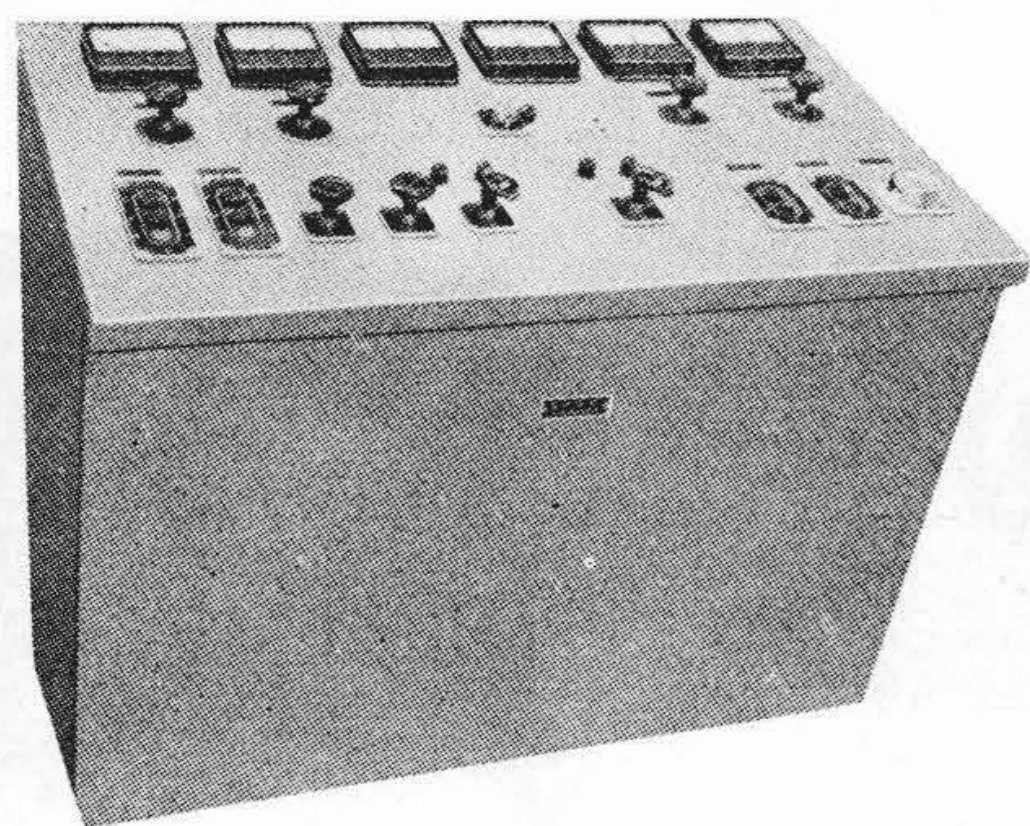
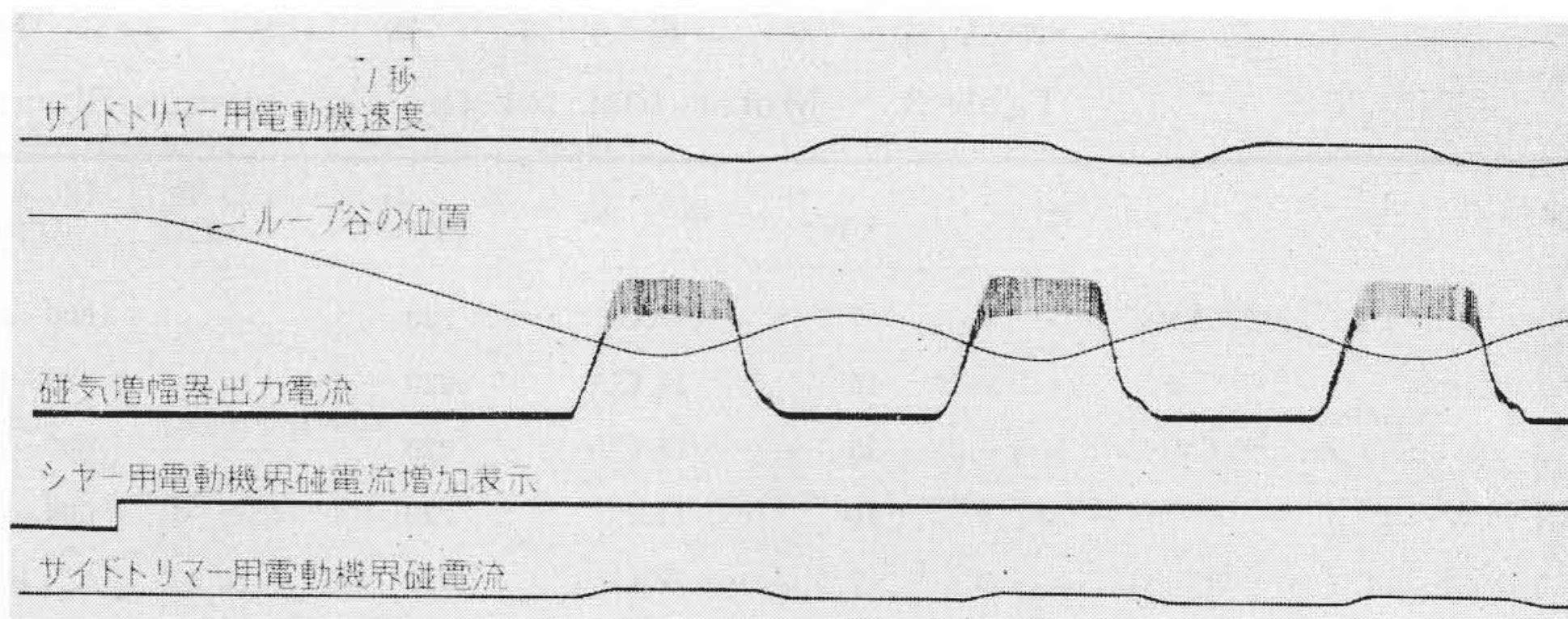
ループ制御はシャー駆動電動機の色度を基準としサイドトリマー, ピンチロール各駆動用電動機速度を調整して行う。これはシャー速度をできるだけ一定に保つて定尺誤差を防ぐためである。制御機構は第6図に示す通りルーピングピットの一例に上下4箇の投光器を配列し, 他側の対応する位置に4箇の光電管を設置した。この設備は理論的には上下各2組でよいわけであるが, 動作の

第8図

自動ループ制御のオシログラム

Fig. 8.

Oscillogram Showing Automatic Loop Control



第9図 連続剪断設備操作机盤

Fig. 9. Controlling Deskboard for the Continuous Shearing Line

安全を期するため4組としたもので、実際運転の結果は2組で十分動作した。第7図(前頁参照)に示す投光器は集光レンズにより光束を平行に発射し、光電管は投光器による光束以外の外光を防ぐため筒の奥底に設け、光電管収納箱には光電流増幅用の電子管増幅器とともに収納してある。電子管増幅器の電源は別設置とし、セレン整流器および定電圧放電管を用いて電圧変動を防止した。増幅された光電流はさらに磁気増幅器4台によりおのの電力増幅され、これにより対応する電動機界磁の界磁抵抗器用継電器を動作させて界磁の強さを調整する方式とした。ループが正常値のときは4本の光束中上の2本が鋼帯で遮光されるように設定すれば、もしループが減少すると上の光束が受光され、それに対応する界磁抵抗が採入されて電動機は増速し、ループを増すよう動作する。第8図は工場モデル試験におけるループ制御のオシログラムで、電動機速度は振動することなくきわめて安定に動作している。

起動に当つては、ピンチロール、サイドトリマー、シャ-、ランナウトテーブルの順に各機単独につぎつぎと徐動し、鋼帯が全系統に通った後電動界磁調整器により発電機電圧を上昇して全電圧に達する。ついで電動機の界磁と同じく電動界磁調整器で一斉に弱めれば鋼帯速度はさらに上昇して全速に達する。したがって 150 fpm までは電圧制御、150 fpm から 260 fpm までは界磁制御

となつていたので、界磁制御では各電動機速度を同一割合で調整しうよう各界磁を1台の操作電動機で制御している。さらに各電動機速度を微細調整するため別箇の手動界磁調整器を設けている。この微細調整器はループの量を正規に設定するにも役立つものである。停止は起動と逆の操作を行い、最後は微動速度で剪断を終了する。

本設備では板厚選別機構を備えていないが、これを設ける場合にはシャ-の前方にフライングマイクロメータを設け、増幅機、タイマーにより選別用テーブルを動作させてシートを各パイラールに送ればよい。

非常停止の場合は各電動機を母線から切離して発電制動用抵抗器に接続し、急速に停止する。電動機の最大負荷は非常停止の際かゝると考えて差支ない。

操作机盤は全系統につき1台設けられ、起動、停止、昇降速用操作開閉器、徐動、非常停止用押釦、微細速度調整用界磁調整器、ループ制御の自動手動切替開閉器、計器などを備えており、その外観を第9図に示す。

〔IV〕 結 言

最近の薄鋼板製造においては能率を増大するためにあらゆる加工工程は鋼帯の状態で連続的に処理し最後に連続剪断機にかけて定尺の鋼板とする。連続酸洗機ならびに連続剪断機はその規模により機械設備に多少の相違があり電気設備もそれに応じ変化させなければならない。特に鋼帯速度が早くなれば高級な制御を必要とする。すなわち、酸洗機では溶接、酸洗、巻取など3群程度のレオナード制御による各箇直流駆動方式とし、溶接作業のための可逆単独運転、酸槽中の自動ループ制御などを行うほか、運転上生じる過大トルクに対し考慮する必要がある。剪断機では1群のレオナード制御方式とし、定尺誤差を少く、耳切りの歩留りをよくするためサイドトリマーの前後に自動ループ制御を設ける。

終りに臨み御指導を頂いた日本鉄板株式会社大浜技師長、岩崎技師、日立製作所日立工場稲木設計部長、山本、泉両課長に感謝の意を表する。