

八幡製鉄株式会社八幡製鉄所戸畑岸壁
 1,000 t/h アンローダ用電気設備
 Electrical Equipment for the 1,000 t/h Unloader

吉岡孝幸*
 Takayuki Yoshioka

白木勇*
 Isamu Shiraki

北之園英博*
 Hidehiro Kitanozono

内 容 梗 概

近時、海外の安い鉱石を入手するために、鉱石専用船を使用し、大形アンローダを設置して短時間の内に陸揚げを完了する方式が考えられている。本機はそのような目的のために設置されたもので、1,000 t/h 以上もの陸揚げ能力を有し、世界でも有数の高性能を誇る大容量機である。

したがって、その電気設備においても支持、開閉横行などの主要動作はすべて高性能の直流電動機を使用したワードレオナード方式であって、急速加減速、負荷平衡、速度平衡などの自動制御を多数取り入れてアンローダの高速化、および荷役能率の向上を計っている。そのうちでも支持開閉電動機の自動運転方式、剛脚揺脚両走行電動機の揃速運転方式などは特筆すべきものである。

1. 緒 言

八幡製鉄株式会社八幡製鉄所戸畑工場岸壁の 1,000 t/h アンローダについて一昨年末より鋭意設計製作を行ってきたが、昨年(昭和33年)秋には1号機2号機とも据付調整をまったく完了し、好調のうちに稼動にはいっている。

本アンローダは鉱石専用船を対象とした 1,000 t/h 以上もの陸揚げ能力を有する高性能大容量機であって、世界的水準をいくものである。したがって、その電気設備においても、主要動作には HTD、磁気増幅器などを使用した直流ワードレオナード方式を採用し、また、急速加減速、電流制限、負荷平衡など各種の自動制御を多数採り入れて、その高性能を遺憾なく発揮せしめている。

以下その概要について述べ、おおかたの御参考に供する次第である。

2. 設備の概要

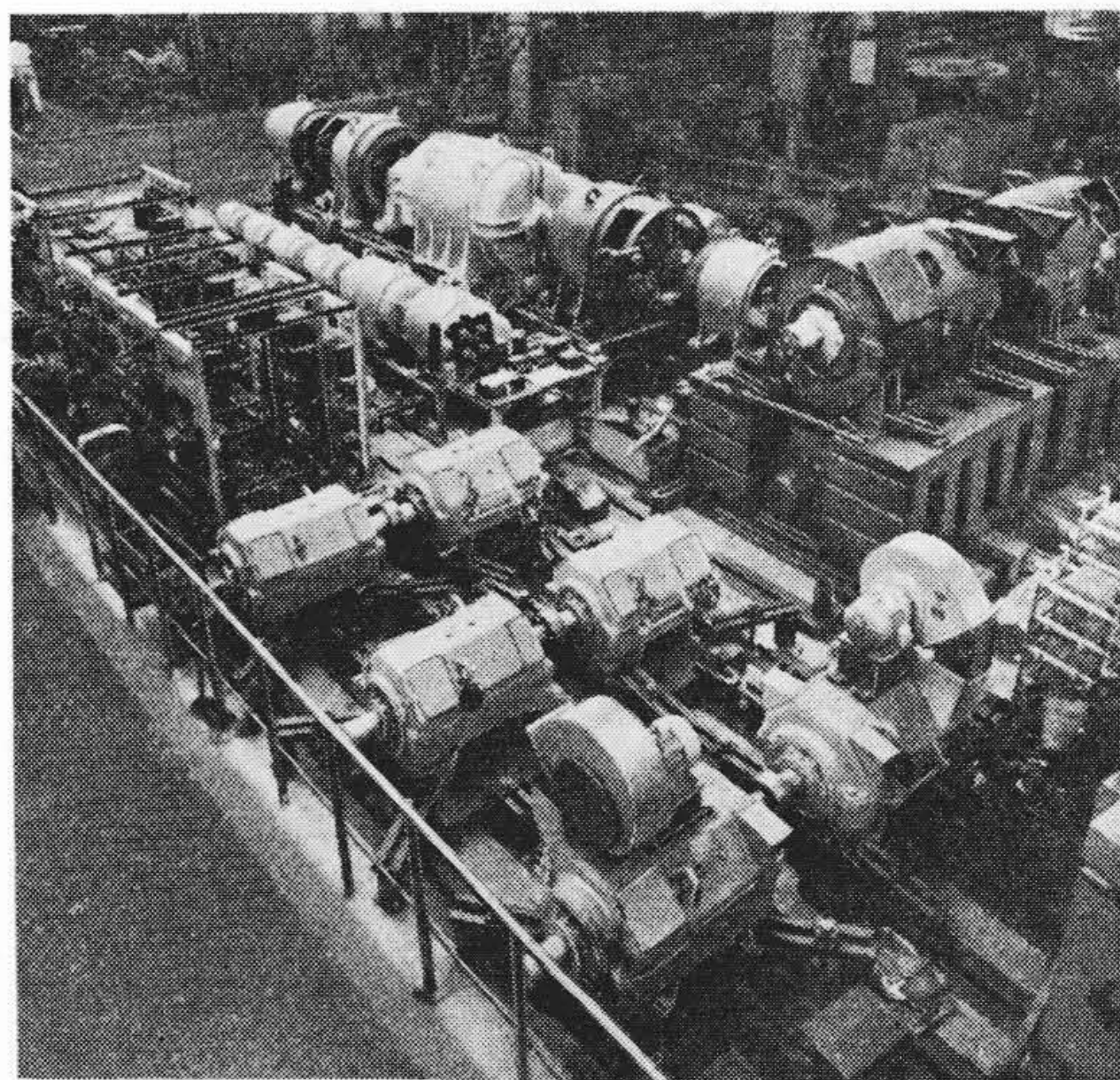
本アンローダの構造は別篇にても述べられるごとく、走行形マントロリー式アンローダであって、大容量機として広く採用されている形式である。また、巻上荷重は 7 m³ バケットの自重および鉱石を含めて 30 t にも達するのでその支持、開閉はそれぞれ 300 kW (400 HP) 直流電動機で駆動される。

また、横行、走行、俯仰電動機もそれぞれ直流レオナード方式で、いずれも HTD によって制御されている。

そのほか機内運搬設備としてコンベヤカーを従属しており、ブームコンベヤと相まって一連の運搬設備を構成している。コンベヤカーは鉱石の仮揚げの容易化を計るためにアンローダ本体の間にはさんで設置されており、本体と連動運転あるいは単独切離しができるように電氣的に連動されている。

レオナード発電機、HTD、磁気増幅器および接触器

* 日立製作所日立工場



第1図 工場組合試験状況

盤の大部分は主ガード上の機械室に一括して設置されており、マントロへはトロリ線を通して給電される。

支持開閉、横行、走行、レールクランプなど直接荷役作業に必要な操作はマントロ運転室にまとめられており、陸脚運転室にはコンベヤ関係、俯仰運転室には俯仰および走行関係の操作開閉器、制御器などをそれぞれまとめて設置している。

第1表は本アンローダの主要電動機一覧表であって、各運転室においてそれら電動機を自由自在に遠隔操作して、高能率の荷役作業が行われるよう計画されている。第2表はその制御のためのレオナード電源および励磁機セットの一覧表である。

3. 回転機の仕様と特長

第1表に示すように、直流電動機は JEM 600 番形電動機を採用した。ただし支持開閉用 300 kW (400 HP) 電動機のみは枠番が 620 番であるため AISE 規格に準

第1表 電動機一覧表

用 途	台数	出 力	種 別	電 圧 (V)	形 式	定 格	通 風	制 御	枠 番
支 持, 開 閉	2	300kW(400HP)	DC	330/440	EFCO-SP	連 続	閉 鎖, 他 冷 却	可変電圧	AISE# 620
横 行	2	82kW(110HP)	DC	330	EFCO-SP	連 続	閉 鎖, 他 冷 却	可変電圧	JEM# 612
走 行	4	49kW(65HP)	DC	220	TCO-SP ₃₀	30 分	全 閉, 自 冷 却	可変電圧	JEM# 610
俯 仰	1	75kW(100HP)	DC	330	TCO-K ₃₀	30 分	全 閉, 自 冷 却	複 巻	JEM# 612
バケツ 旋 回	1	7.5kW	AC	400	TO-DR ₆₀	60 分	全 閉, 自 冷 却		
レールクランプ	4	4.9kW(6.5HP)	DC	220	TCO-K ₃₀	30 分	全 閉, 自 冷 却	複 巻	JEM# 601
ベルトフィーダ	1	15kW(20HP)	DC	220	EFCO-S	連 続	閉 鎖, 他 冷 却	分 巻	JEM# 606
ブームコンベヤ	1	11kW(15HP)	AC	400	TFOG-KK	連 続	全 閉, 自 冷 却		
ブーム 旋 回	1	5kW	AC	400	TO-KK ₃₀	30 分	全 閉, 自 冷 却		
エプロンフィーダ	1	15kW(20HP)	DC	220	EFCO-S	連 続	閉 鎖, 他 冷 却	分 巻	JEM# 606
コンベヤ 駆 動	1	40kW	AC	400	TFOG-KK	連 続	全 閉, 自 冷 却		
コンベヤ 走 行	1	30kW	AC	400	TO-DR ₆₀	60 分	全 閉, 自 冷 却		

第2表 レオナード電源および励磁機セット一覧表

	用 途	台数	出力 (kW)	種 別	電圧(V)
主機 電動 発電 電	支 持 開 閉	2	330	DCG	330/400
	横 行	1	200	DCG	330
	走 行	1	175	DCG	440
	走 行 駆 動	1	900	3φIM	3,300
N磁 O機 ・セ 1 励ト	支持開閉DCG	2	5	EX	110/220
	支持開閉DCG	2	0.5	HTD	110
	定 電 圧	1	75	EX	220
	定電圧駆動	1	100	3φIM	400
N磁 O機 ・セ 2 励ト	横 行, 走 行	2	3	EX	110/220
	横 行, 走 行	2	0.5	HTD	110
	走 行	1	15	LB	60
	走 行 駆 動	1	25	3φIM	400

扱した。

この形の電動機はすでに各種クレーンならびに圧延補機用として多数納入の実績を有しており、電気的機械的過負荷耐量が大きく、小形で据付保守に便利であり、また慣性モーメントが小さいため、すぐれた制御特性を持っている。

支持開閉用 300 kW (400 HP) 電動機は丸形鋼板製二つ割り継鉄となっている。通風は床上別設置のファンにより、整流子側下部より入気、冷却する強制通風方式を採っている。

そのほかの直流電動機は、8角鋳鋼製、二つ割、ヒンジ付構造の外枠となっており、連続定格のものは、電動

機枠上に通風用ファンを設置したユニットクール強制通風方式を採った。

横行用 82 kW (110 HP) 電動機は2台並列運転されるので、負荷平衡の必要から極力2台の特性を一致せしめた。また俯仰用 75 kW (100 HP) 電動機は若干の分巻界磁を有する直巻特性で、俯仰作業によく適応した速度特性となっている。

支持開閉用 330 kW レオナード発電機は、円滑なバケツ操作を行わしめるために2台の特性が一致するよう特に考慮した。また安定な運転が得られるよう、若干の速度垂下特性を持たせるようになっている。

また主電動直流発電機セットは、地上 30 m のガーダ上に据え付けられ、このガーダがレール上を走行移動するという悪条件にあるため、そのベース構造および振動については特に注意を払った。

各種発電機用励磁機および HTD の設計は、特に意を用い、バケツの開閉状態に応じて、負荷平衡制御、揃速制御、急速加減速時の電流制限など、各種の状態に即応した制御特性となるように回路の検討を行った。

4. 操作ならびに制御方式

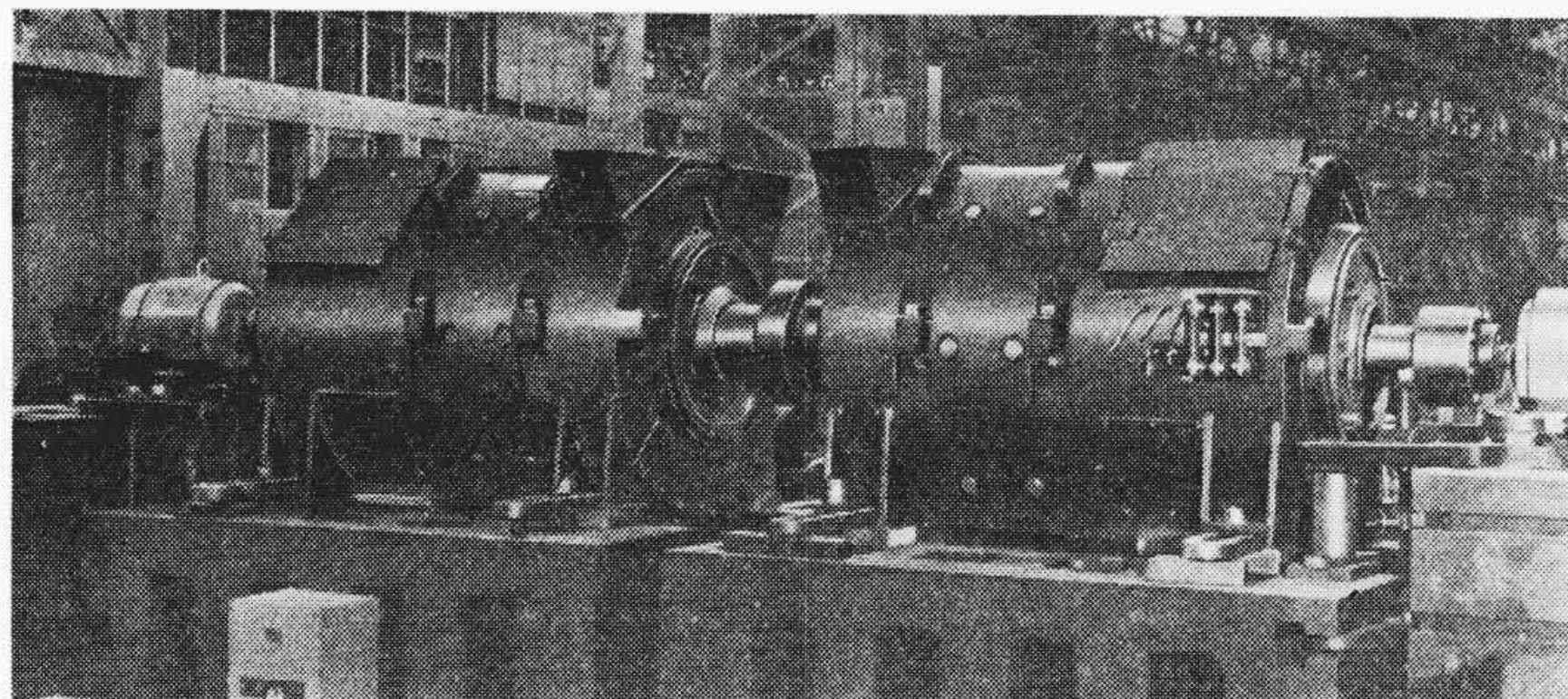
本アンローダは1サイクルわずか46秒もの短時間でもって30 t ものバケツ荷重を軽快に操作し得るよう、その操作ならびに制御方式には特に意を用いた。

第3図は本機の作業線図であるが、支持開閉電動機の加減速時間は1.5秒以下の短時間であって、このような急速加減速方式が採られて初めて46秒の短時間サイクルが可能である。

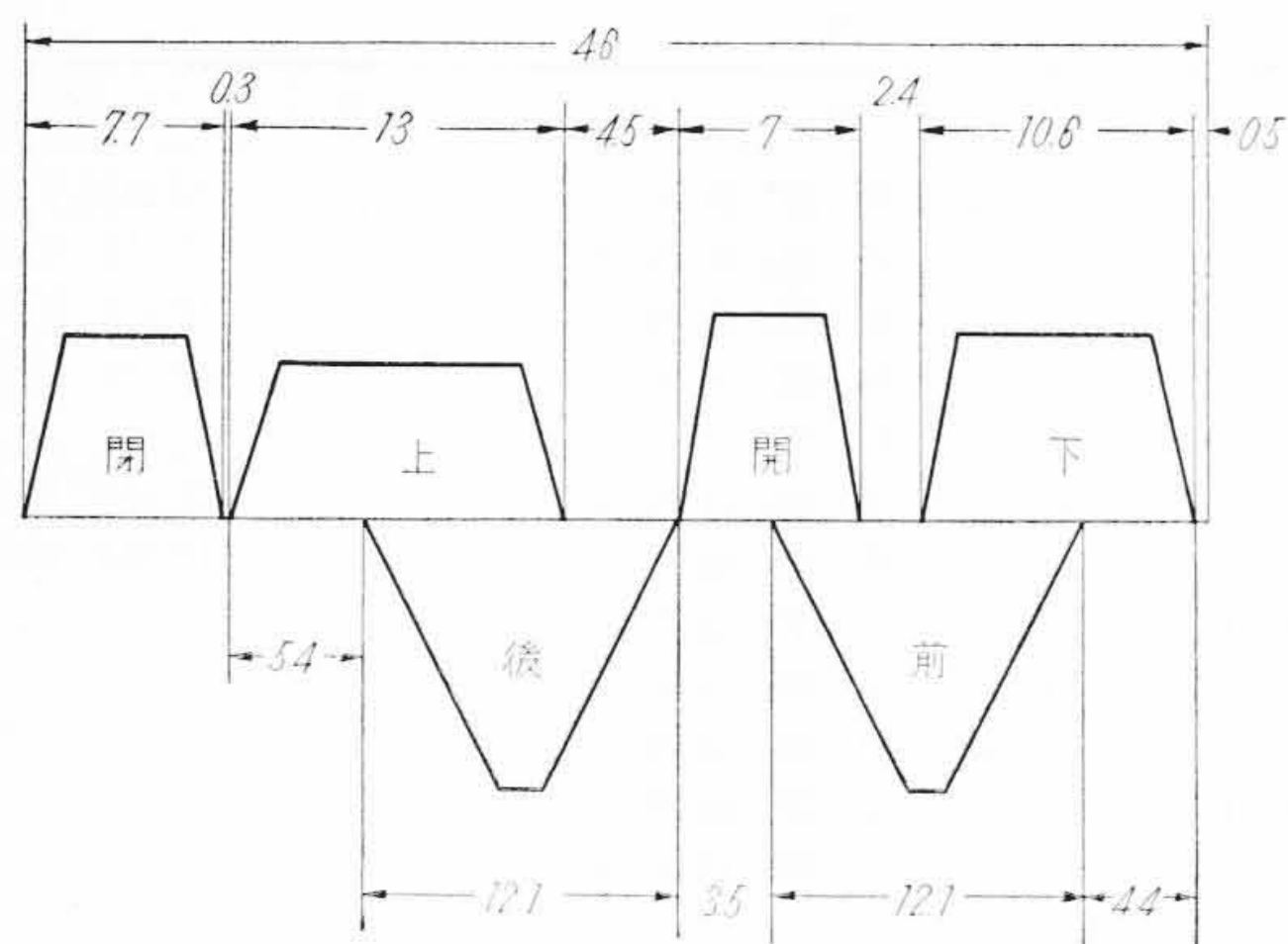
以下本アンローダの各部の操作ならびに制御方式の詳細について述べる。

4.1 支持開閉

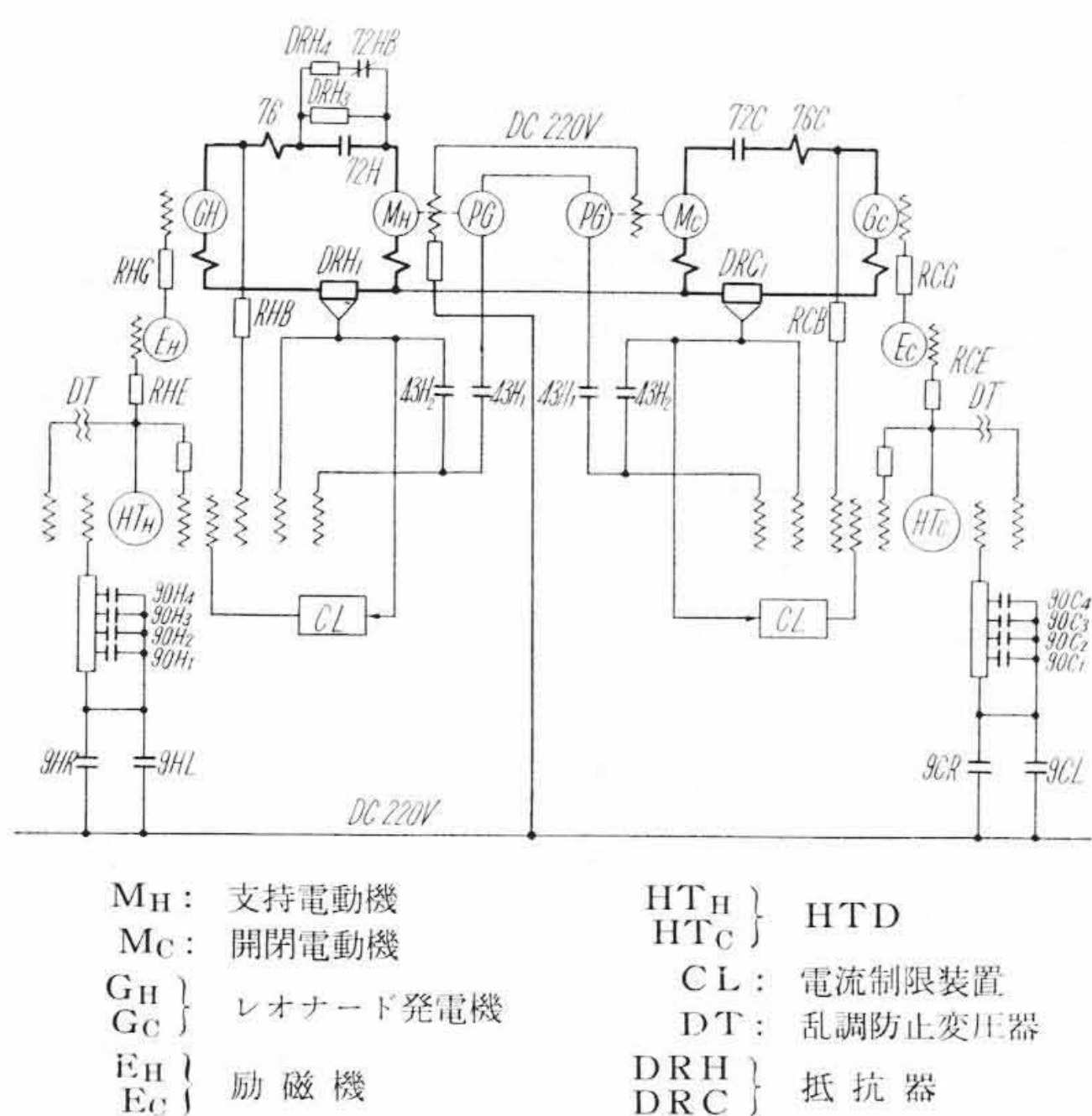
支持開閉は等容量2電動機方式であって、運転手が“閉上げ”の操作を行うと、まず開閉用電動機が起動して鉱石をつ



第2図 支持開閉用 300 kW (400 HP) 直流電動機



第3図 作業線図



MH: 支持電動機
 MC: 開閉電動機
 GH } レオナード発電機
 GC }
 EH } 励磁機
 EC }
 HT_H } HTD
 HT_C }
 CL: 電流制限装置
 DT: 乱調防止変圧器
 DRH } 抵抗器
 DRC }
 RHB }
 RHC }
 RCB }
 RCE }
 RCL }

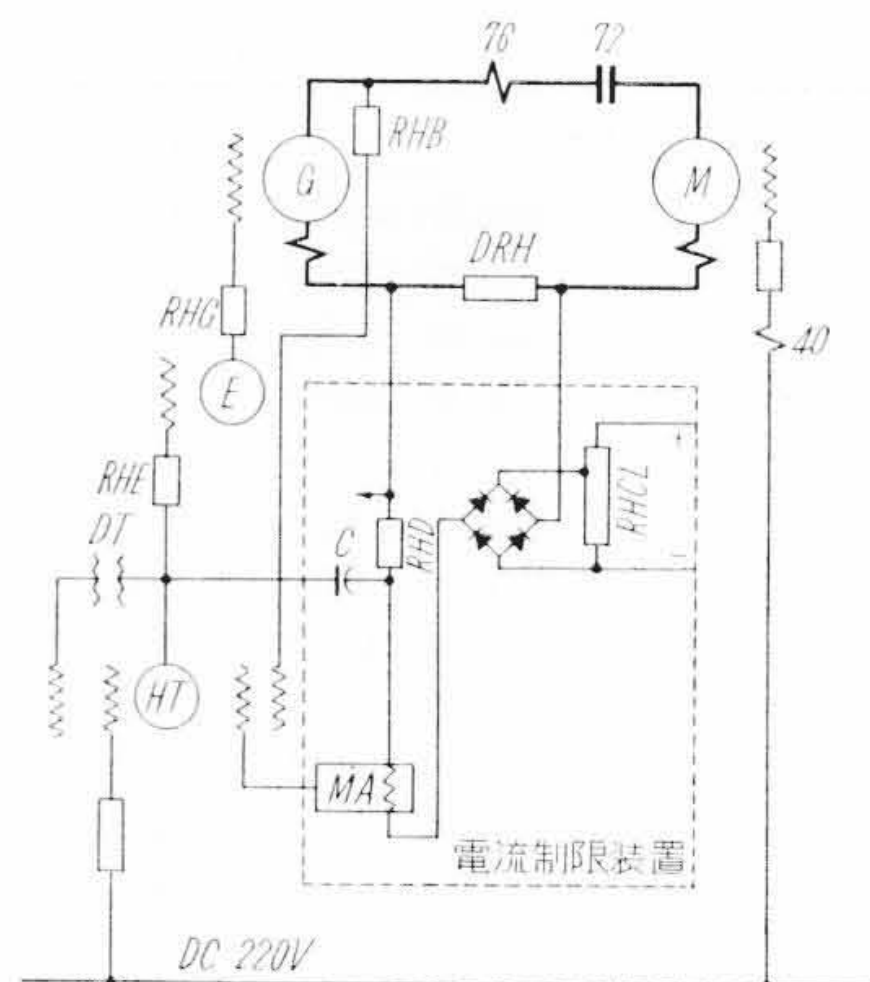
第4図 支持開閉主回路結線図

かみ、鉤石をバケットがつかみ終ると支持開閉両電動機を同時起動してバケットを巻き上げ、適当箇所で行動作を行ってバケットをホッパ上まで移動し、次に“開下げ”の操作を行ってホッパ内に鉤石を開け、ふたたび横行動作を行って鉤石船のハッチ上まで移動し、バケットを巻きおろして1サイクルの運転を終る。この1サイクルの運転中、“閉上げ”“開下げ”は1本の操作ハンドルによって半自動的に操作され、運転の便を計っている。

このバケットのつかみ上下操作において、バケットが鉤石をつかんだ状態では、支持開閉両電動機は等分に負荷を分担し、かつ、同時に上下動作がなされなければならない。そのために、HTDによる負荷平衡回路を設けて負荷の平衡および速度の平衡を保っている。第4図に支持開閉動作の主回路結線図を示す。

4.1.1 急速加減速

単位時間あたりの陸揚能力を大にするためには、電動機に許せる最大限の急速な加減速を行う必要があ



M: 電動機
 G: レオナード発電機
 E: 励磁機
 HT: HTD
 MA: 磁気増幅器
 DT: 乱調防止変圧器
 C: 蓄電器
 DRH } 抵抗器
 RHB }
 RHC }
 RCB }
 RCE }
 RCL }

第5図 電流制限装置結線図

る。本機に採用した電流制限装置を第5図に、またオシロ波形を第6図に示す。今 C-R 回路がないものとすれば、電流制限回路は負荷電流が制限値をこえてから初めて動作を開始するので、電流制限回路の応答時間内に電流はかなりの値まで増加し、加減速電流を完全に制限することはできない。したがって、所望の所定電流変化とは著しく異なった電流波形を生ずることはよく知られている。また、この傾向は加減速度を高めれば高めるほど著しく現れる。

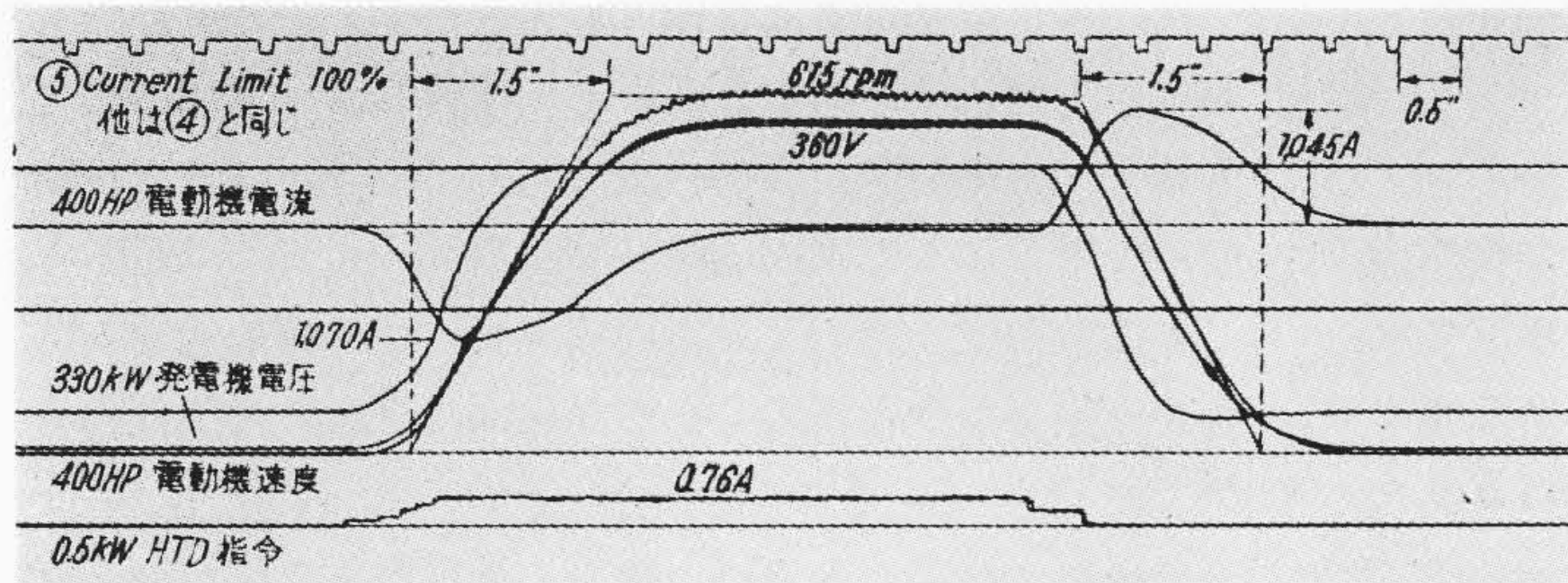
しかるにレオナード制御をする電動機加減速電流は、発電機電圧の時間微分に相対応し、かつ発電機電圧は HTD 電圧の指令に従ってほぼ比例的に変化するから、HTD 電圧の変化によって電動機電流の変化を事前に推知することができる。したがってその時間微分値を電流制限回路に重畳することによって系の時間遅れを補償し、加減速動作開始直後の尖頭電流を抑制し、その後は単なる電流制限回路として動作を継続させるので、加減速電流を許容値一杯に制限することができ、理想的な加減速特性が得られる⁽¹⁾。

第6図のオシログラムに見られるように、明らかにその効果が認められる。

4.1.2 負荷平衡制御および揃速制御

バケットが閉じた状態で上下動作をするときは、2台の電動機が同時に負荷を分担するが、運転中負荷の不均衡があれば、1台の電動機で負荷の不均衡分も負担するか、負荷平衡制御系を必要とする。このために負荷の不均衡が生じた場合には、その差電流を HTD の負荷平衡巻線に加えて負荷の不均衡を自動的に除去する。

また、開き状態の上下動作のとき、2電動機速度が



第6図 電流制限オシログラム

等しくなければ、ロープがたるむかあるいはバケットが閉じるおそれがあるので、両電動機^②の速度を常に一致せしめる必要がある。そのために、それぞれの電動機に直結した指速発電機によって速度の不平衡を検出し、前記同様自動的に速度の不平衡を除去する。第7図は支持開閉両電動機を同時に起動停止した場合の状況およびその制御系の応答度を示すオシログラムである。

4.2 横行および俯仰

横行は HTD、励磁機、発電機によって、2 台の直流電動機をレオナード制御する。正常の運転範囲をこえて横行すると、絶縁トリッパによって約30%まで自動的に減速すると同時に警報を発し、運転者の注意を喚起するようになっている。

俯仰電動機は横行用発電機を切り替えて操作し、巻上時には直巻特性を持たせて起動トルクを大とし、巻上時には分巻特性を持たせて停止操作を容易にしている。

4.3 走 行

走行用発電機は、これを切り替えて走行およびレールクランプの操作に用いる。

走行操作は HTD、励磁機、発電機によって、直流電動機 4 台をレオナード制御する。

電動機は、海脚陸脚にそれぞれ2台ずつ設置してあるが、脚相互の負担する負荷が著しく異なり、また多くの速度不平衡要素が介在するので、1本の連結軸によって両脚の車輪間を機械的に連結するのが普通であるが、このため構造は複雑となりその保守点検にも労を要する。本機ではこの連結軸を排除しセルシンによって、両脚の走行距離差を検出し、磁気増幅器によって純電氣的に両

脚車輪間の同期運転を行い、斜行やクレーンガードの捻れなどを完全に防止している。第8図に走行関係の概略結線図を示す。

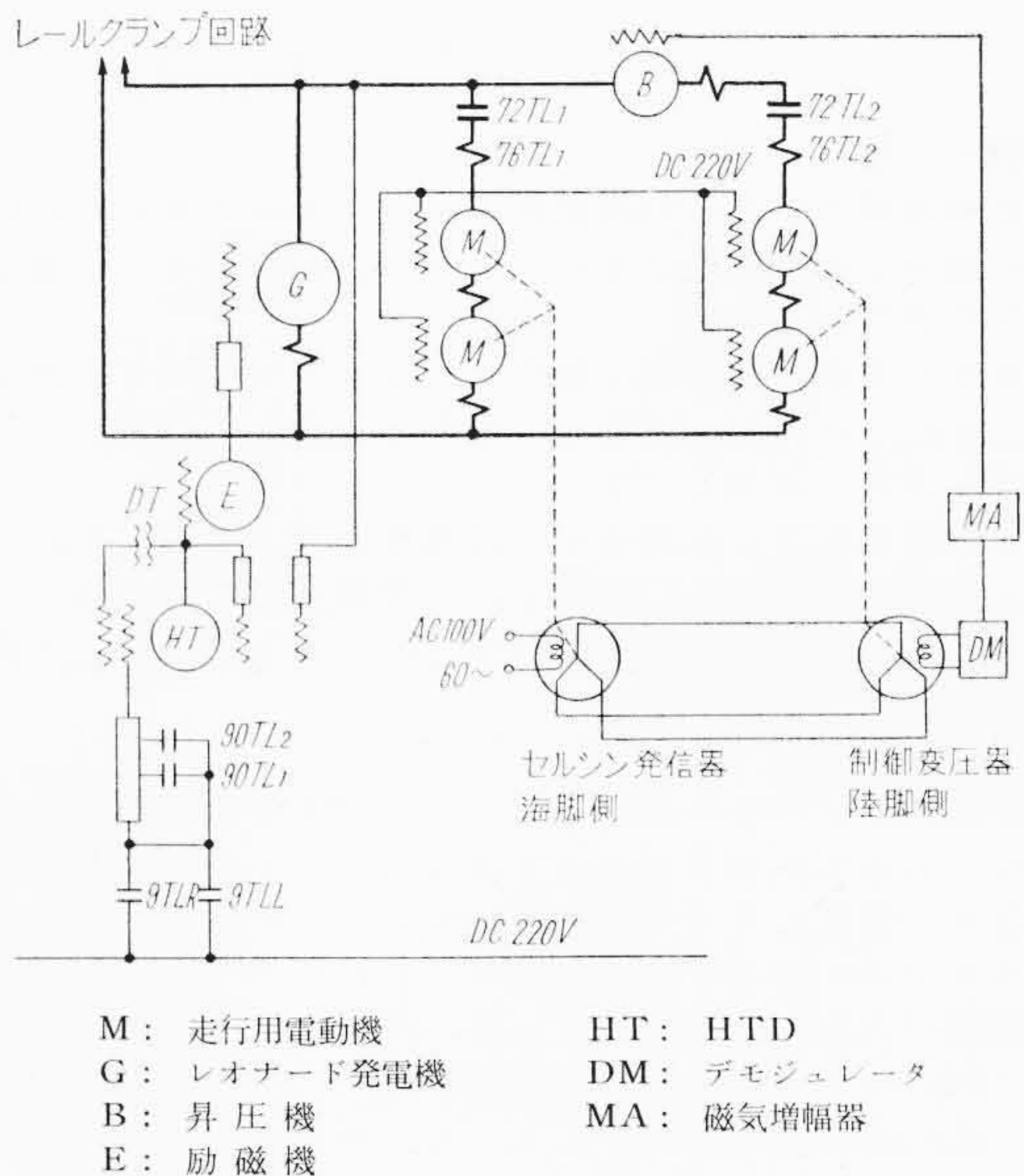
4.4 コンベヤ関係

バケットからホップを経て運搬された
鉛石はエプロンフィーダを経てコンベヤ
で陸脚側ホップに運ばれ、さらにベルト
フィーダおよびブームコンベヤによって
外部に搬出される。

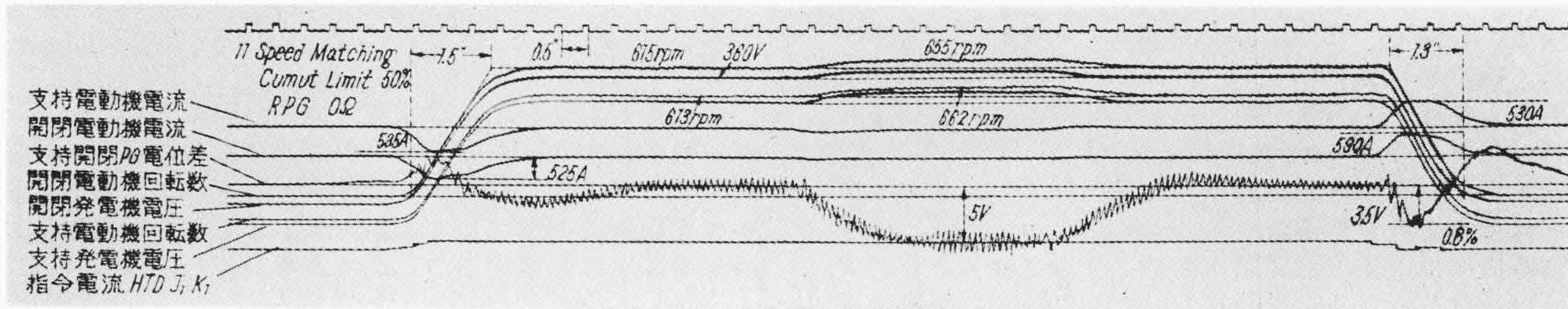
エプロンフィーダおよびベルトフィーダはそれぞれ直
流電動機を使用し、電圧制御および界磁制御によって $\frac{1}{3}$
速度まで速度調整ができ、その間任意の速度で送り量の
調整ができる。

コンペヤカーはトロリ線を介してアンローダ本体の走行と連動しており、切換開閉器により任意に本体より切り離すことができるようになっている。

ブームコンベヤは陸上コンベヤが運転していなければ起動できないようインターロックされており、また機内一連のフィーダ、コンベヤもそれぞれインターロックが



第8図 走行主回路結線図



第7図 支持開閉制御系オシログラム

なされている。もちろん、切換開閉器により単独操作も可能である。

陸上コンベヤは2列設置されているので、ブームコンベヤを旋回してそのいずれかを選択させる。その旋回操作は、開閉器を右または左に操作すると、サーボリフタによってコンベヤシュートが折りたたまれ、しかる後に旋回し、旋回を停止後一定時間経過すると、サーボリフタの電源が遮断されて折りたたみシュートは元の位置にもどるようになっている。

そのほか、各部の動作については、各種の保護継電器、制限開閉器などを用いて、機器の保護、誤操作の防止には万全を期している。

5. 結 言

以上本機の各部の電気設備およびその操作について述

べた。本アンローダは冒頭にも述べたごとく、世界でも有数の大容量機であるとともに、性質および設備の面でも世界的水準をゆく高性能機であって、各所に日立技術の粋を折り込んだ画期的製品である。

本機の完成によって、この種クレーンの技術的向上に資する面が多少なりともあるならば、筆者らの望外の喜びである。

最後に本機完成のため、数々の御理解ある御指導と御援助をいただいた八幡製鉄株式会社技術陣のかたがたに厚く御礼申上げる次第である。

参 考 文 献

(1) 特許出願中



特許第244784号

特 許 の 紹 介



田中春雄・早川清

ホ ッ パ の 開 閉 装 置

構 造

この発明のホッパの開閉装置は、スキップカーに自動的に積みこみを行うようにしたもので、次のような構造からできている。

ホッパ1の開閉扉を、操作シリンダ3で開閉する内扉2aと、この内扉に摩擦ピン機構5を介して連結した外扉2bとの二重扉とする。

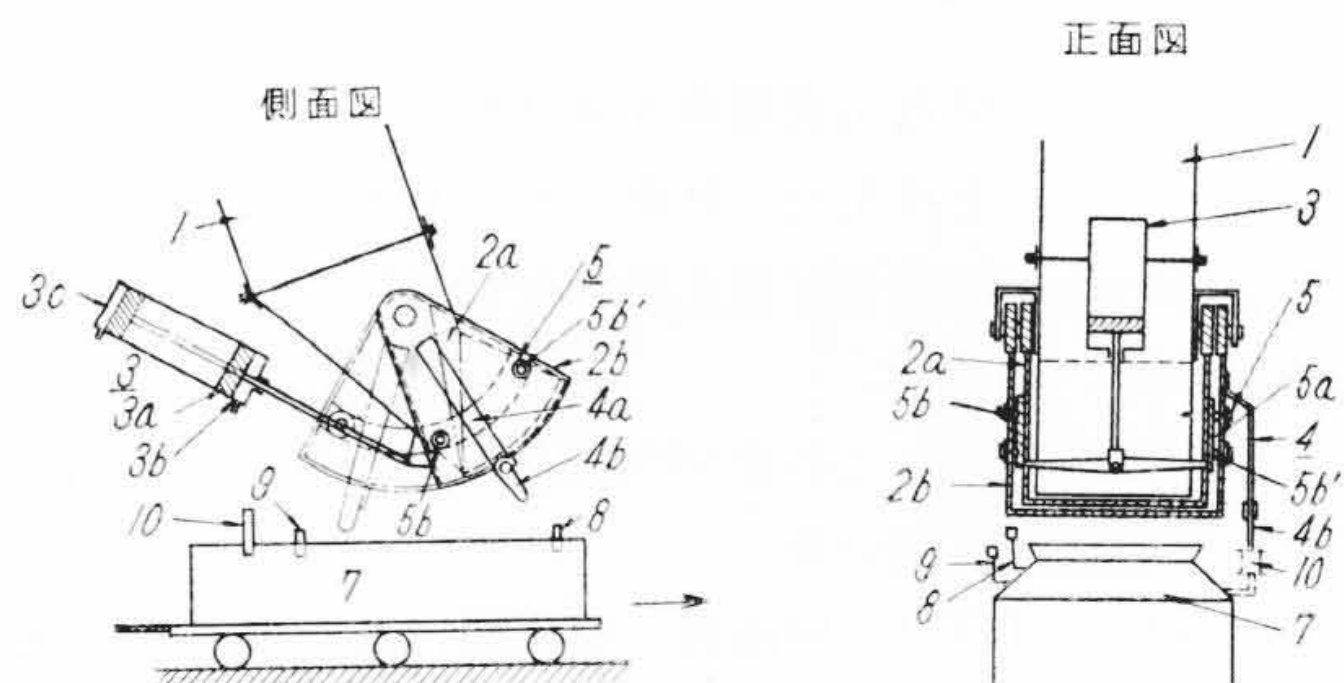
常時は外扉2bが摩擦ピン機構5を介して内扉2aと共に一体的に開閉し、内扉2aの閉鎖が不可能となった非常時には外扉2bのみが内扉2aに対して揺動して閉鎖するように構成する。

作 用

空のスキップカーが降りてくると、所定の位置に設けられてある圧気切替弁がまず常用ストライカ8により作動されて操作シリンダの右側の室3bに圧気が送られ、ピストン3aが引き上げられる。したがって、内扉2aは鎖線方向に開く。このとき、外扉2bは摩擦ピン5b, 5b'により内扉2aに連結されているから内扉2aと一体に同方向へ開く。こうしてスキップカー7への積みこみがはじめられる。積みこみが完了する直前になると、スキップカー7の下方への移動により常用ストライカ9が圧気切替弁を作動して圧気を操作シリンダの左側の室3cに送る。したがって、ピストン3aは押し下げられ、内、外の扉2a, 2bが閉鎖される。このときはもちろん操作シリンダの右側の室3b内の圧気は切替弁を通して排出される。

二重扉が完全に閉鎖され積みこみを終了したスキップカーは巻き上げられる。

常時には以上述べた開閉作動がくり返されスキップカーへの自動積みこみが行われるのであるが、この場合は



非常用ストライカは全然働かない。

今二重扉の閉鎖はじめ、または閉鎖の途中に圧気の低下あるいは操作機構の故障などにより内扉2aの閉鎖が不可能になると、非常用ストライカ10が屈折レバー4bにあたりスキップカーの下方への移動につれ屈折レバー4bを固定レバー4aと一体に反時計方向に揺動させ外扉2bを閉鎖する。このとき各摩擦ピン5b, 5b'は内扉の受け板5aの凹部からぬけ出し受け板5aの平面上を滑動する。このように、非常時には内扉2aに関係なく外扉2bが閉鎖され、ホッパ1内の石炭の落下が防止される。

効 果

扉に固定したレバーは常時の開閉作動においてはストライカにぶつかることがないのでその衝撃による故障を防ぐことができ、常時には操作シリンダにより内外二重の扉を円滑に開閉することができるとともに非常時には外扉を確実に閉鎖することができる。

(富田)