

電動揚貨機の最近における進歩

The Recent Development of the Electric Cargo Winches

本間 政治* 立石 貞夫* 橋本 勲一**
大和 利丸** 田中 春雄***

内 容 梗 概

最近輸出造船の活況により船価の低減，性能の向上が叫ばれ，特に電動揚貨機の性能改善，価格低減の問題が活潑に取上げられ，種々新しい試みが行われている。

ウォーム歯車はスパークギヤに比し効率が低いとされていたが，材質および工作法の研究により，スパークギヤに劣らぬ高効率のものができるようになった。

電動機の回転数の高速化により価格の低減がはかられ，特にスパークギヤのもので歯車比切換装置の採用により電動機の定格回転数と無負荷回転数の比を大きくせずとも，軽負荷の鋼索速度を上げることができ，荷役効率を向上することができる。

直流電動揚貨機では従来巻卸の制御方式に，回生制動のものと，電動巻卸足踏制動のものとあつたが，両者の利点を併用した電動巻卸で足踏制動，回生制動併用の方式の採用により巻卸の特性改善を行うことができた。

交流電動揚貨機では，従来は極数変換籠形誘導電動機駆動のもの，整流子電動機駆動のもの，およびレオナード制御のものがあつたが，極数変換巻線形誘導電動機の採用により，安価にして，構造堅牢，突入電流の少ない性能の良いものが完成された。制御方式としても，サーボリフターを利用したCF制御方式により広範囲の速度制御を円滑にすることができ。

〔I〕 緒 言

最近造船界の活況にともない，電動揚貨機の性能改善，価格低減につき種々研究がなされており，ウォーム歯車の機械効率の向上，スパークギヤと歯車比切換装置の採用，電動機の慣性率の減少と制御方式の改良，極数変換巻線形誘導電動機の採用による交流電動揚貨機の進歩，制御装置の別設置による価格の低減と点検の簡易化など，電動揚貨機の最近の進歩は目ざましきものがあり，以下これら最近の進歩につき概説する。

〔II〕 揚貨機の構造概略

電動揚貨機の主要部分である減速装置には一段で大きな減速比がえられ，騒音が少ない点などからウォーム歯車が広く採用されているが，デンマークのトリーゲ社で製作されているスパークギヤ二段減速のものは，第一段歯車の切換による機械的な二段変速機構を併用しているため価格が低廉で我国造船界でも特に注目され，運輸省の提唱により日本造船研究協会のウインチ研究部会でこの種スパークギヤまたはヘリカルギヤを用いた直流電動ウインチの試作，検討が行われて，その結果も一応まとまりすでに実用化の段階に入っている。

現在一般に実用化されている電動揚貨機は，機械的減速方式から分類すればウォーム歯車減速方式とスパークギヤまたはヘリカルギヤによる多段減速方式となるがこれらについてもさらにつぎのように種々の構造のもの

がある。

(1) ウォーム歯車減速方式

(A) ウォームをウォームホイールの上に設けた構造

(B) ウォームをウォームホイールの下に設けた構造

(2) スパークギヤまたはヘリカルギヤ多段減速方式

(A) 歯車切換方式

(a) スパークギヤによる二段減速とし第一段歯車を切換える二段変速方式

(b) 電動機直結部にヘリカルギヤ減速を追加し全体として三段減速とし第二段のスパークギヤを切換える二段変速方式

(B) ヘリカルギヤ二段減速とし歯車の切換はせず電動機のみで変速する方式

〔III〕 ウォーム歯車減速揚貨機

主幹制御器以外の制御装置を機械部分から切離してウインチハウス内に置く別置構造と，制御装置を機械部分と同一の台盤にまとめた一体構造とがある。前者は天候に左右されずに制御装置の点検が容易な上，揚貨機本体が一体構造のものに比し幾分安価にでき，後者はまとまりがよく，艀装に便利であるなどそれぞれの特長をもっているものでいずれの構造をとるかは船主，造船所の意向によつて定められる。

ウォーム歯車はスパークギヤに比し，効率の劣るのが欠点とされてきたが，今回日立製作所で製作した直流な

* 日立製作所日立工場
** 日立製作所亀戸工場
*** 日立製作所亀有工場

らびに交流電動揚貨機では、この欠点を克服することができた。

(1) ウォームをウォームホイールの上に設けた構造

ウォームに直結される電動機の位置が高くなるので一般に制御装置別置構造のものでは電動機下部を端子筐とし、一体構造のものでは電動機下部を抵抗器筐として強制通風により冷却を行い、制御装置を電動機と主巻胴との間にまとめている。

歯車筐内の平軸受の潤滑は歯の噛合面より飛散する油によつて自動的に給油する式方がとられている。

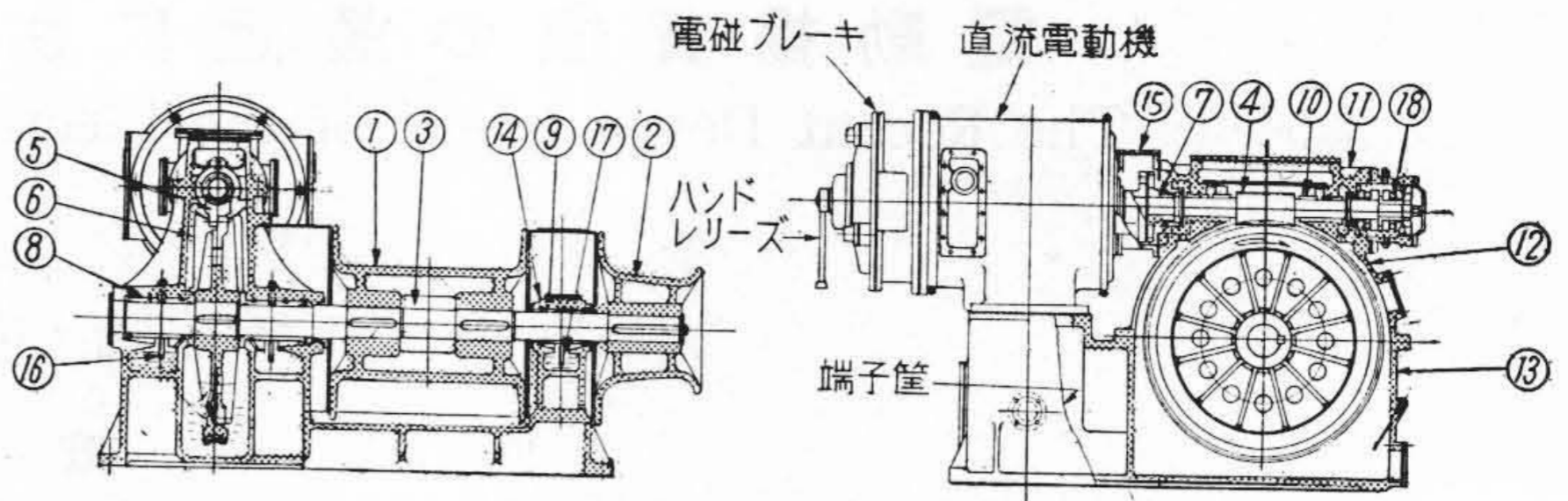
日立 HS 型直流電動揚貨機は別置構造を採用したもので第1図はその構造を示す。

第2図は日立造船株式会社フィリピン向輸出船用に納入した 3 t 20 m/min, 5 t 20 m/min の HS 型直流電動揚貨機の内 3 t 揚貨機の外観で、台盤は強固な鋳鉄製としている。連続運転後の温度上昇も 20°C 以下で機械効率は 86% という高い値に達した。

日立 HC 型直流電動揚貨機は別置構造または一体構造いづれにもできるが停止用の電磁ブレーキのほかに巻下し速度を制御するため足踏ブレーキを併用している。足踏ブレーキは適当なリンク機構によりウォームと電動機との直結用カップリングの内側で制動を掛けるごとくし機械全長の短縮をはかっている。第3図は HC 型電動揚貨機の構造図で、第4図～第5図は名古屋造船株式会社リベリヤ向輸出船用に納入している別置構造の 5 t 100 ft/min, 8 t 90 ft/min HC 型電動ウインチの外観およびウォームと足踏ブレーキ部分を示したもので台盤はいずれも鋼板熔接構造とし重量の軽減をはかっている。

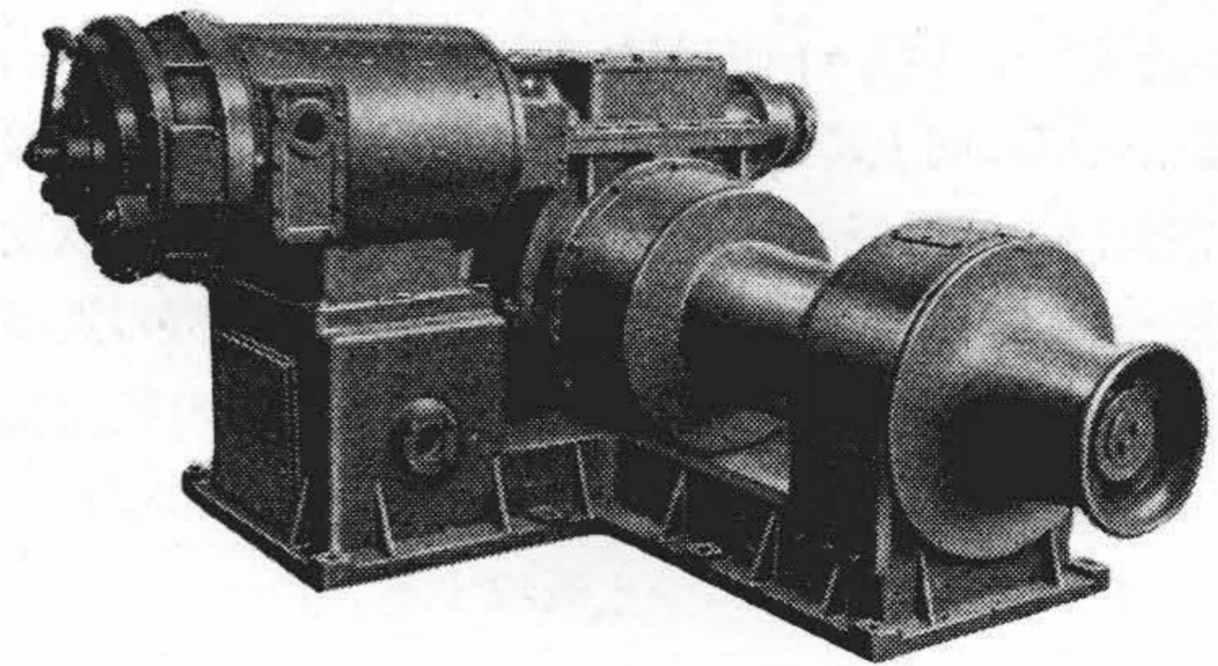
一体構造としては日立交流電動揚貨機にこれを採用し制御装置を機械部分と同一の台盤内にまとめている。第6図はその構造を示す。本機は安価で信頼度の高い誘導電動機で駆動し極数変換と CF 制御を併用したものであり、

第3図 日立 HC 型直流電動揚貨機構造図
Fig. 3. Construction of Hitachi HC Type D.C. Electric Cargo Winch

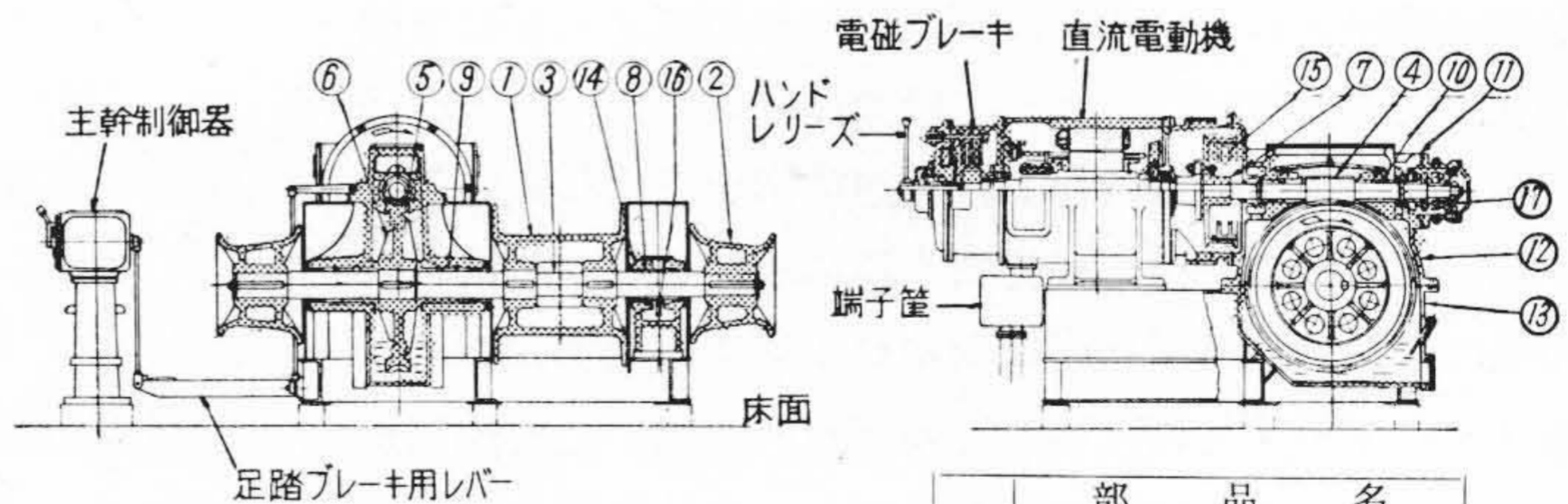


部 品 名	
1	主 巻 胴
2	副 巻 胴
3	ド ラ ム 軸
4	ウ オ ー ム
5	ウ オ ー ム ホ イ ー ル
6	ホ イ ー ル セ ン タ ー
7	カ ッ プ リ ン グ
8	ド ラ ム 軸 受 メ タ ル
9	ペ デ ス タ ル 軸 受 メ タ ル
10	ウ オ ー ム 軸 受 メ タ ル
11	上 部 ケ ー ス
12	下 部 ケ ー ス
13	フ レ ー ム
14	ペ デ ス タ ル
15	カ ッ プ リ ン グ カ バ ー
16	オ イ ル リ ン グ
17	オ イ ル リ ン グ
18	ス ラ ス ト 玉 軸 受

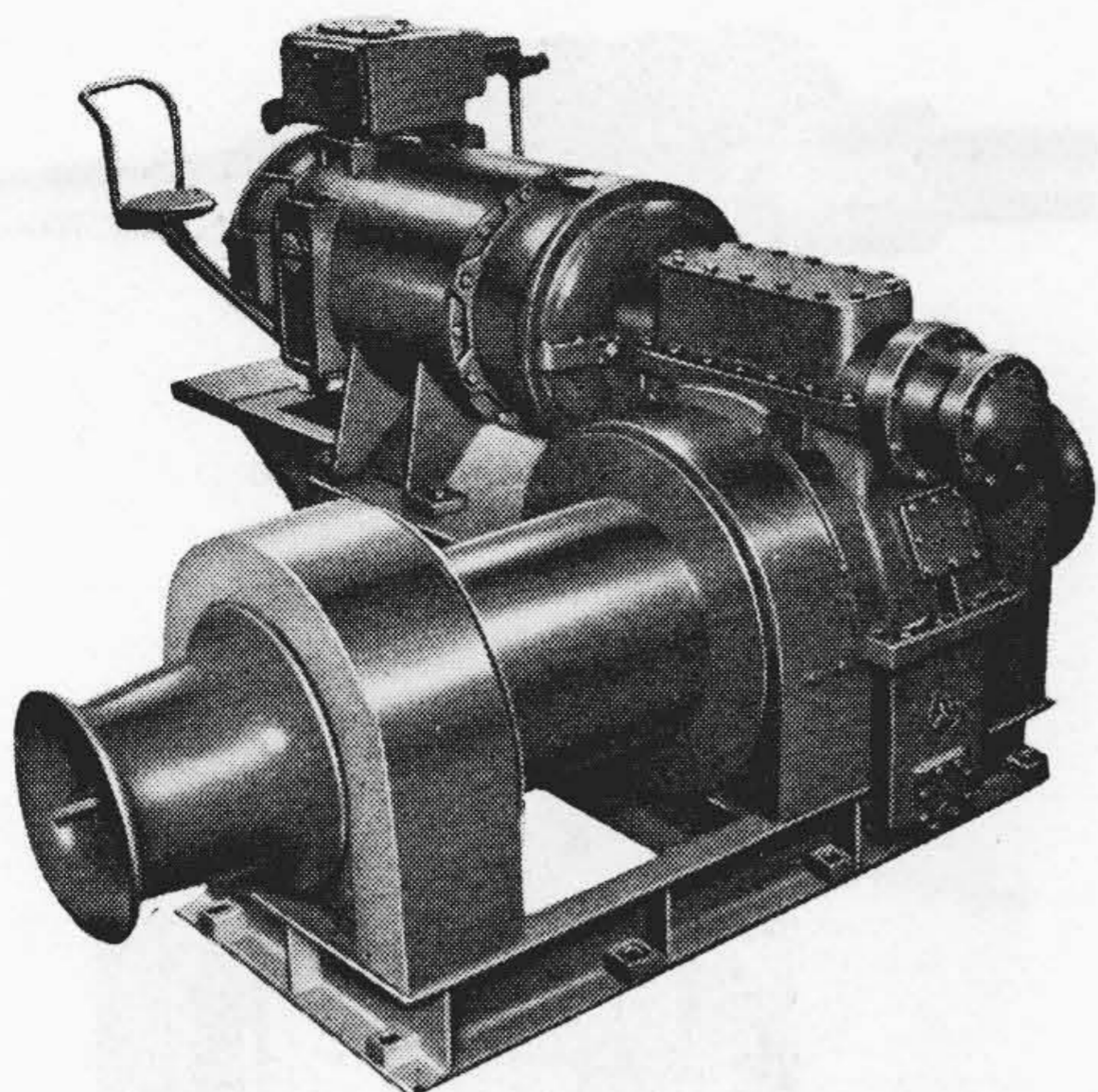
第1図 日立 HS 型直流電動揚貨機構造図
Fig. 1. Construction of Hitachi HS Type D.C. Electric Cargo Winch



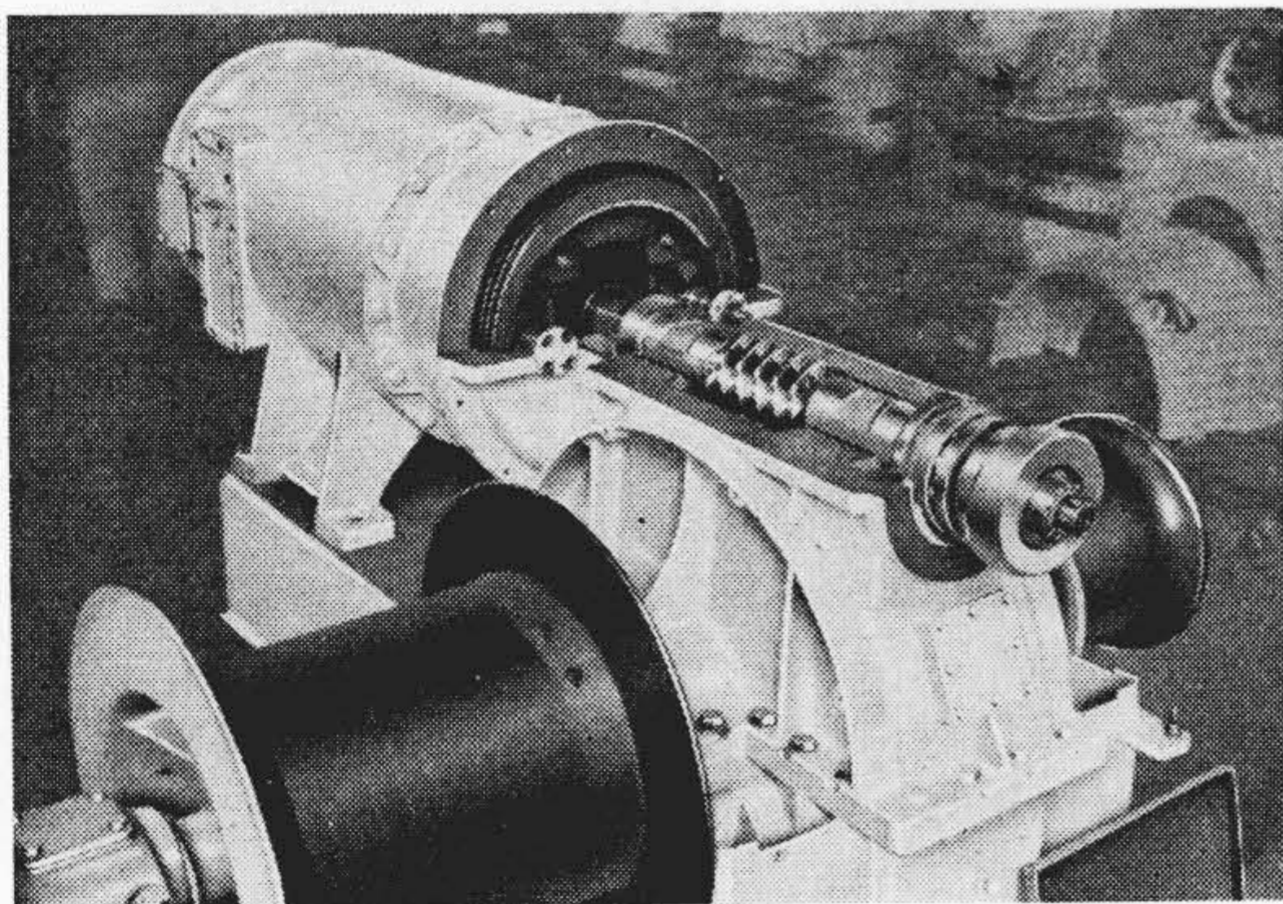
第2図 3 t 20 m/min 日立 HS 型直流電動揚貨機
Fig. 2. Rear View of 3 t 20 m/min Hitachi HS Type D.C. Electric Cargo Winch



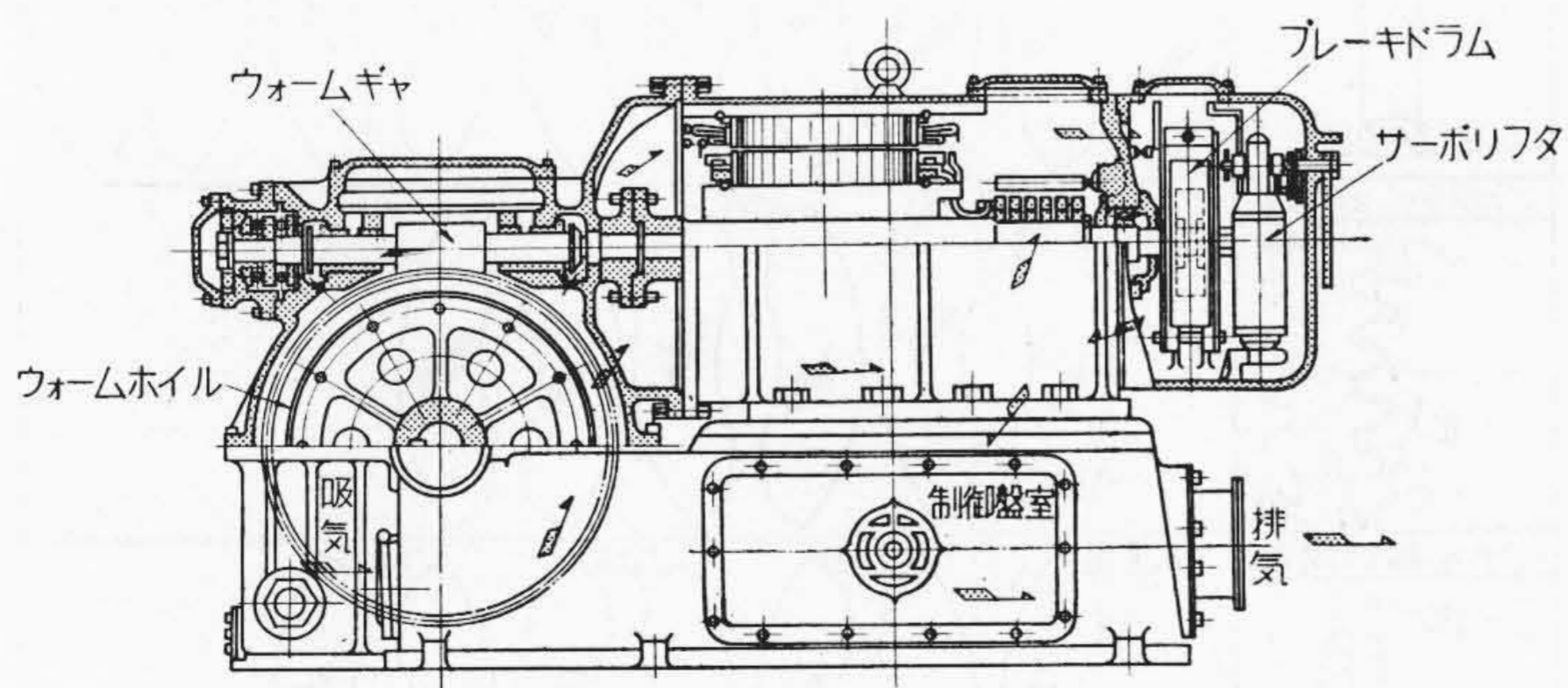
部 品 名	
1	主 巻 胴
2	副 巻 胴
3	ド ラ ム 軸
4	ウ オ ー ム
5	ウ オ ー ム ホ イ ー ル
6	ホ イ ー ル セ ン タ ー
7	カ ッ プ リ ン グ
8	ペ デ ス タ ル 軸 受 メ タ ル
9	ド ラ ム 軸 受 メ タ ル
10	ウ オ ー ム 軸 受 メ タ ル
11	上 部 ケ ー ス
12	下 部 ケ ー ス
13	フ レ ー ム
14	ペ デ ス タ ル
15	足 踏 ブ レ ー キ 用 キ ャ ン
16	オ イ ル リ ン グ
17	ス ラ ス ト 玉 軸 受



第4図 5 t 100 ft/min 日立 HC 型直流電動揚貨機
Fig. 4. 5 t 100 ft/min Hitachi HC Type D.C. Electric Cargo Winch

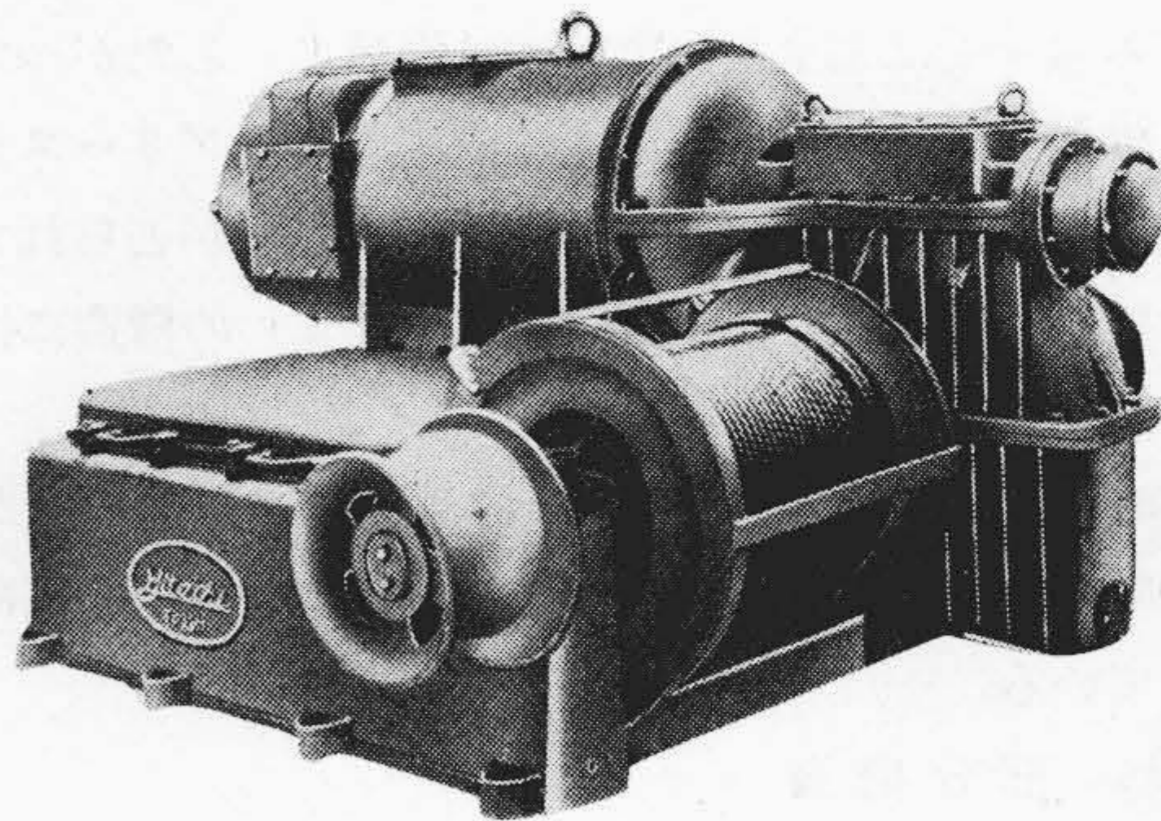


第5図 日立 HC 型直流電動ウインチのウォームおよび足踏ブレーキ
Fig. 5. Worm and Foot Brake of Hitachi HC Type D.C. Electric Cargo Winch

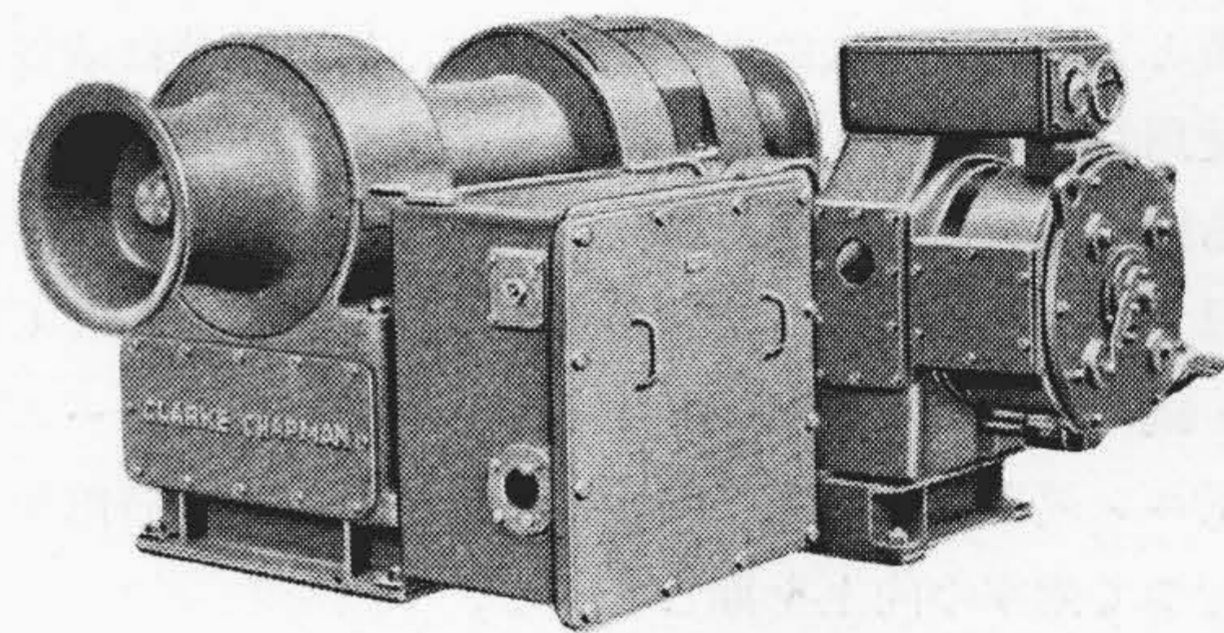


第6図 日立交流電動揚貨機構造図
Fig. 6. Construction of Hitachi A.C. Electric Cargo Winch

永年にわたる試作研究の結果完成をみるに到つたものである。第7図は 3 t 38 m/min 試作交流電動揚貨機の外観を示す。



第7図 3 t 日立交流電動揚貨機
Fig. 7. 3 t Hitachi A.C. Electric Cargo Winch



第8図 Clarke-Chapman 社製電動揚貨機
Fig. 8. Rear View of Clarke-Chapman's D.C. Electric Cargo Winch

試験の結果、機械効率には HS 型、HC 型直流電動揚貨機と同様の高い値を示した。

本機は抵抗器冷却用としてファンをべつに設けているが風の出入口のドアを閉ぢたまゝでは運転できぬようにドアをインターロックしている。風の通路は第6図に示す通りである。接触器筐は簡単に開閉できる鋳鉄製水密カバーを附している。そのほか主巻胴フランジ外周には乱暴な取扱いに対しロープが巻胴より外れぬよう簡単なカバーを附けている。

(2) ウォームをウォームホイールの下に設けた構造

我国においても製作されている例はあるが主として英国の Clarke-Chapman 社の採っている構造で第8図のように制御装置は機械部分の台盤とは別のケースに収納して揚貨機本体に取付けた構造としている。この構造では主巻胴の位置が高くなるので主巻胴の下に抵抗器筐を設けており、前述の電動機下部に抵抗器を収納するのは強制通風による冷却が必要であるの

に対し、抵抗器筐に冷却鰭を多数取付けて自冷却式にできる利点がある。

ウォーム歯面の潤滑は油槽内であるから問題はないが

ドラム軸々受は完全な自動給油は困難で、したがってべつに油溜を設けて随時給油する方式またはグリースガンによつて給油するグリース潤滑方式などがとられている。いずれにしてもこの点は前述の(1)の構造に比較して難点がある。

Clarke-Chapman 社のものは電磁ブレーキのほかに足踏ブレーキを併用しておりこれをウォームの先端に取付けている。

(3) 部分構造

(a) ウォームおよびウォームホイール

ウォームは一般に Ni-Cr 鋼、高抗張力炭素鋼などが使用され、ウォームホイールはそのホイールセンタを鋳鉄製とし、ドラム軸にキー止めとし、歯の部分は燐青銅を使用してホイールセンタに焼嵌めまたはボルト締めとする構造が採られている。

日立製作所においてはウォームには調質した Ni-Cr-Mo 鋼、または Ni-Cr 鋼を使用し、歯切後フレームハードニングを施し、さらにきわめて精度の高い研削仕上げを行つて効率の向上を期している。

ウォームホイールの歯の部分は耐磨耗性のすぐれた特殊燐青銅を使用し、ホイールセンタにリーマ・ボルトで締付ける構造として安全、確実を期している。歯はホブ切り後、第9図に示すきわめて工作精度の高いセレーテッドホブによりシェーピングを行い、さらに啮合面の潤滑および歯当りを良好にするため従来の経験より最適のクラウニングを施している。

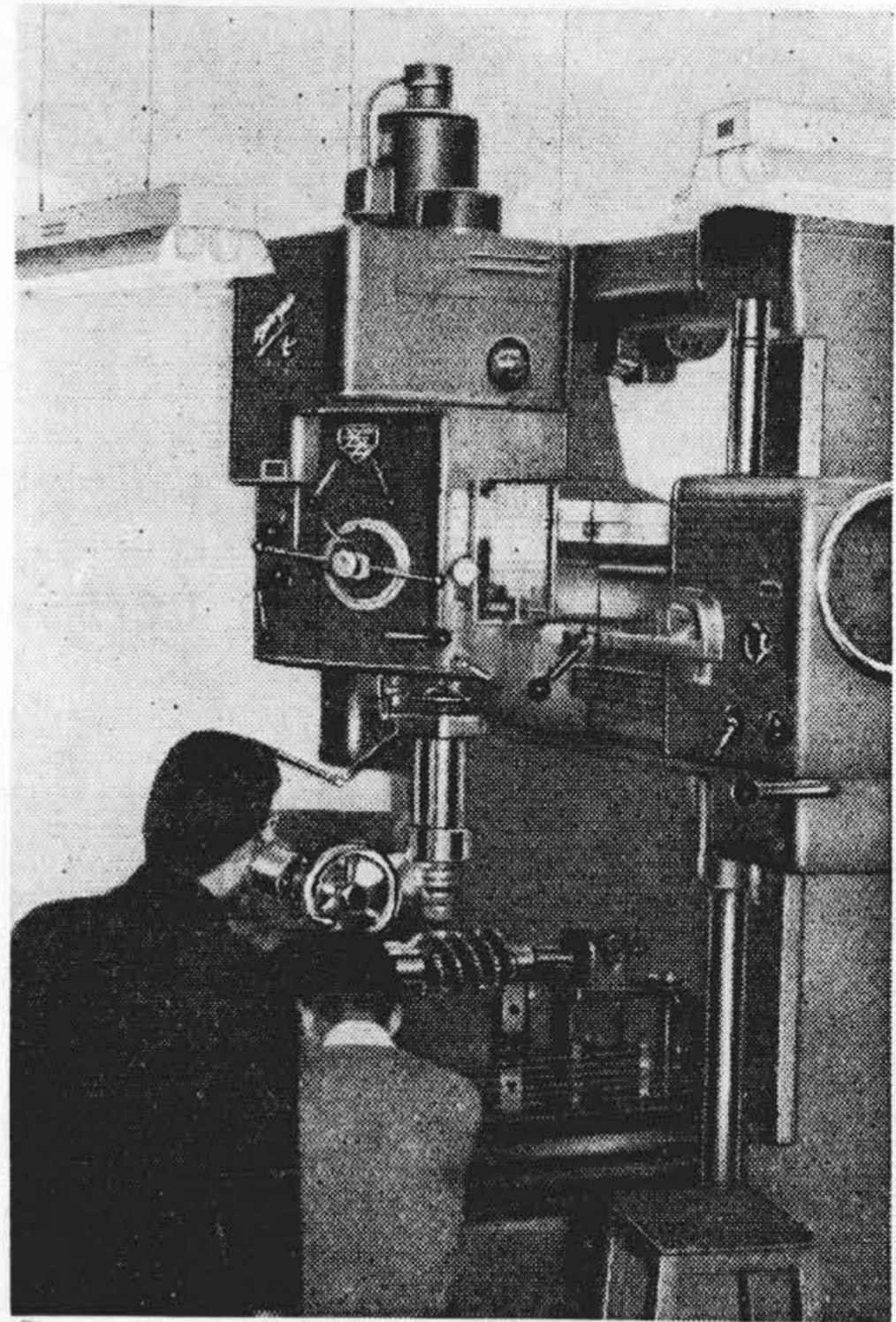
セレーテッドホブの製作にあつてはモジュールの大きいものではサイクリックピッチの測定においてツァイス製万能測定顕微鏡(UMM)の能力以上のものもあり、これに対しては第10図の Sip のジグボラー Hydroptic-6 を使用したが UMM よりすぐれた、高精度の測定が可能であり、その結果としてきわめて精度の高いセレーテッドホブが製作された。

第11図は負荷時も含めて予想される最大限の組立誤差をあたえた場合のクラウニングの効果を調べたもので、啮合中心の偏倚、中心距離の大小、軸間角の変化に対して歯当りがいかに変化するかを紙に転写させた。負荷時には当然歯当り面積は拡大されるがいずれの場合も当りが歯の端部へくることなくクラウニングの効果がよくでている。

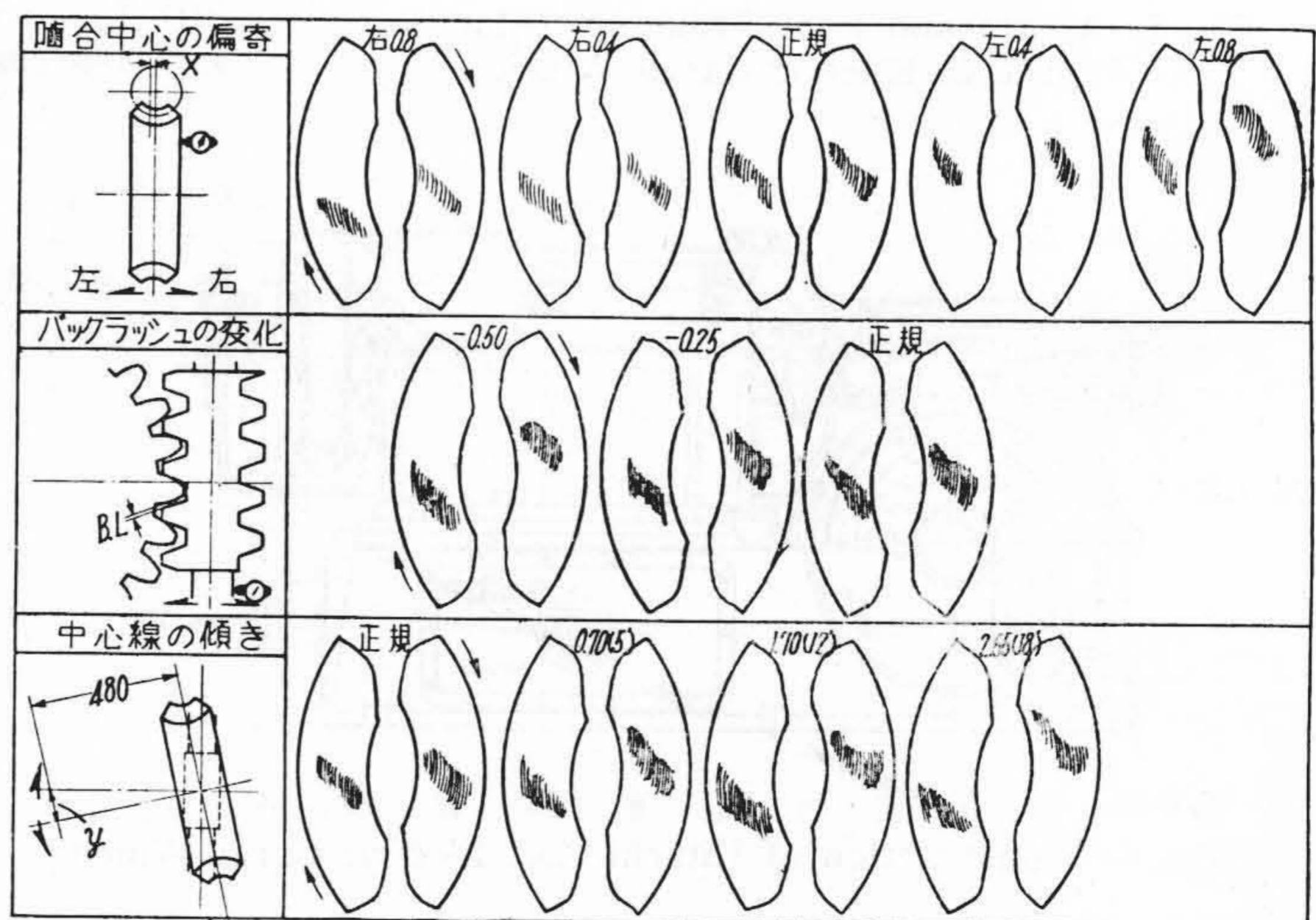
ウォーム歯車に関しては日立製作所



第9図 セレーテッドホブ
Fig. 9. Cellulated Hob



第10図 Sip ジグボラー: Hydroptic-6
Fig. 10. Sip Jig Borer-Hydroptic 6 Used for Inspection of Cellulated Hob



第11図 クラウニングの効果 — 考へうる最大組立誤差に対する歯当りの変化—
Fig. 11. Acting Surfaces for Various Assembling Error of Worm Gearing with Crowning Form

がエレベータそのほか一般機械における多年の経験を活し電動揚貨機用として高い効率がえられるように種々研究し、さらに上記の高精度のホブなどにより歯切した結果、機械部分の効率は 85% 以上という非常に高い効率に達した。これは最初に述べたスパークギヤまたはヘリカルギヤ多段減速の電動揚貨機に比しなんなら遜色はない。

(b) 軸 受

平軸受は一般に高級鉛青銅で製作されているが、最近ウオーム軸受は平軸受にかわつてローラーベアリングも使用されている。スラスト軸受は逆転駆動も考慮して普通ダブル・スラスト・ボールベアリングとしているが最近ではテーパローラーベアリングも使用される傾向にある。

ドラム軸用ペデスタル軸受の潤滑は日立製作所では油輪自冷式を標準として保守の便をはかっているが、外国メーカーでは構造の簡単なグリース給油による潤滑方式が多い。

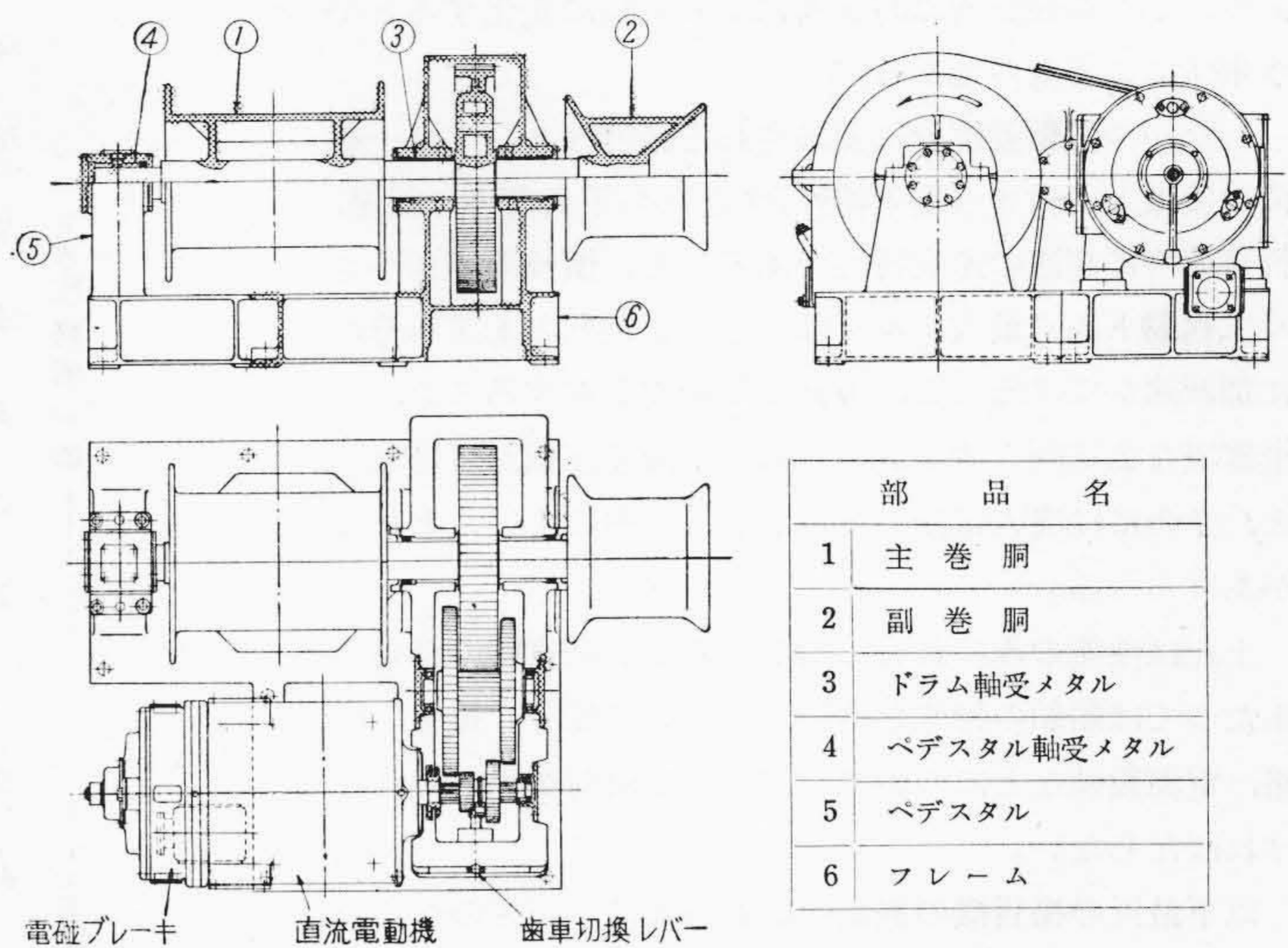
〔IV〕 スパークギヤまたはヘリカルギヤによる多段減速揚貨機

さきにのべたようにトリーゲ社製の電動揚貨機が安価であることから我国で、この機械的二段変速機構併用の方式が再検討されるに到つたものであるがこの方式の利点は第一段歯車切換による速度比変換によつて無負荷時の電動機回転数が定格回転数の 2.5 倍に止まり歯車切換のない場合に比較して電動機速度変化範囲が $1/2$ になるため、電動機の定格回転数をほぼ 2 倍にすることができ電動機も小型にできること、主巻胴と電動機が平行に据付けられるため全体としても小型になり据付面積が少なくてすむこと、および減速機構も幾分安価にできることなどである。

しかし、重荷重、軽荷重で歯車切換をしなければならず、この点ウオーム歯車減速方式のものに比し取扱いが幾分厄介である。

トリーゲ社のものでは電磁ブレーキは電動機主軸と第一段ピニオン軸との直結カップリングを利用したポスト型を採用して全長の長くなるのを抑えている。

トリーゲ型において電動機後部に取付ける円盤型電磁ブレーキを使用するものでは電動機と第一段ピニオン軸との直結にカップリングを取付けると全長がいたずらに



部 品 名	
1	主 巻 胴
2	副 巻 胴
3	ドラム軸受メタル
4	ペデスタル軸受メタル
5	ペデスタル
6	フ レ ーム

第12図 日立 HT 型 直 流 電 動 揚 貨 機 構 造 図
Fig. 12. Construction of Hitachi HT Type D.C. Electric Cargo Winch

長くなるため、電動機主軸端にヘリカルギヤを固定して第一段ピニオン軸に固定したヘリカルギヤと噛合せ全体として三段減速とした構造のものもある。

また、歯車切換を行わずにヘリカルギヤ二段減速で減速比を大きくし電動機定格回転数を上げて変速はウオーム歯車方式と同様に電動機のみで行っているものも試みられている。

第12図はトリーゲ型を採用した日立 HT 型直流電動揚貨機の構造を示す。特長としては (1) 減速方式はトリーゲ社と同じくスパークギヤ二段減速とし第一段歯車の切換による二段変速機構を採っているが歯車軸は同一水平線上に配列し分解作業など、保守をよいならしめている。(2) 円盤型電磁ブレーキを使用しているので第一段ピニオン軸は電動機主軸と共通とし全長を短縮している。(3) 第一段ピニオン軸、中間軸々受はボールおよびローラーベアリングとしていること、軸の撓みは極度に小さくしているので精密な歯切と、ともに歯車の噛合誤差を小さくし騒音発生の防止に意を注いでいる。(4) 溶接構造を大幅に採用し重量の軽減をはかるとともに全体として十分なる強度と剛性をもたせていることなどである。

〔V〕 揚貨機電気部分の概略

揚貨機の荷役能率を上げるためにはまづ定格巻上および巻下速度を上げることが考えられるが、能率を最も大きく左右するものは駆動部分の諸速度特性である。これは荷役そのものが、ある限られた距離の間の往復作業で

あり、また荷役負荷は時と所により大幅に変化するという事情によるものである。

したがって駆動部分に要求される諸特性としては一般荷役機械と同様まづ垂下特性、すなわち重負荷時に低速、軽負荷時に高速の速度特性であること、慣性率が小さくて起動トルク最大トルクは大きく正逆転ともすみやかに加減速ができること、十分な制動力を有すること、円滑確実な広範囲の速度調整ならびに微速運転が可能なこと、さらには突入電流が少いこと、効率のよいことなどがあげられる。

上記は性能のみに着目したのであるが揚貨機の計画にあたっては船舶の特殊事情にもとづいて保守、重量、価格、電源設備などについても総合的な検討が加えられなければならない。

以下最近の揚貨機の電氣的駆動方式についてのべる。

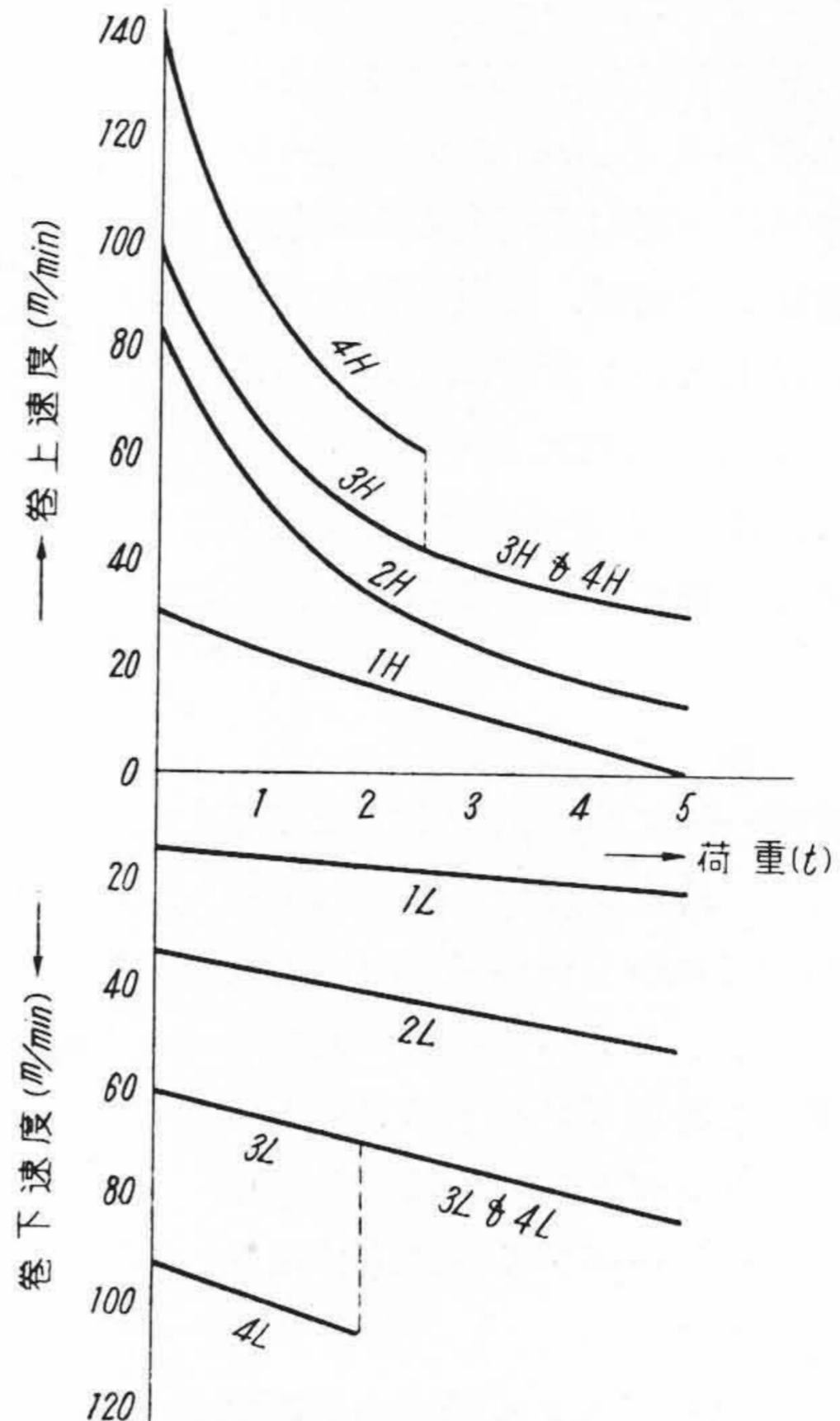
〔VI〕 揚貨機駆動方式の分類

電氣的駆動方式として現在までに実用されているものには、

- (A) 直流電動機を用いるもの
 - (1) 定電圧直流電源をそのまま利用するもの (直流船)
 - (2) 誘導電動機駆動レオナード発電機によるもの (交流船)
 - (B) 誘導電動機を用いるもの (交流船)
 - (1) 極数変換籠形電動機を用いるもの
 - (2) 極数変換の巻線型電動機とし、二次抵抗制御またはこれに機械的制動を附加して速度制御を行うもの
 - (C) 交流整流子電動機を用いるもの (交流船)
- などがある。

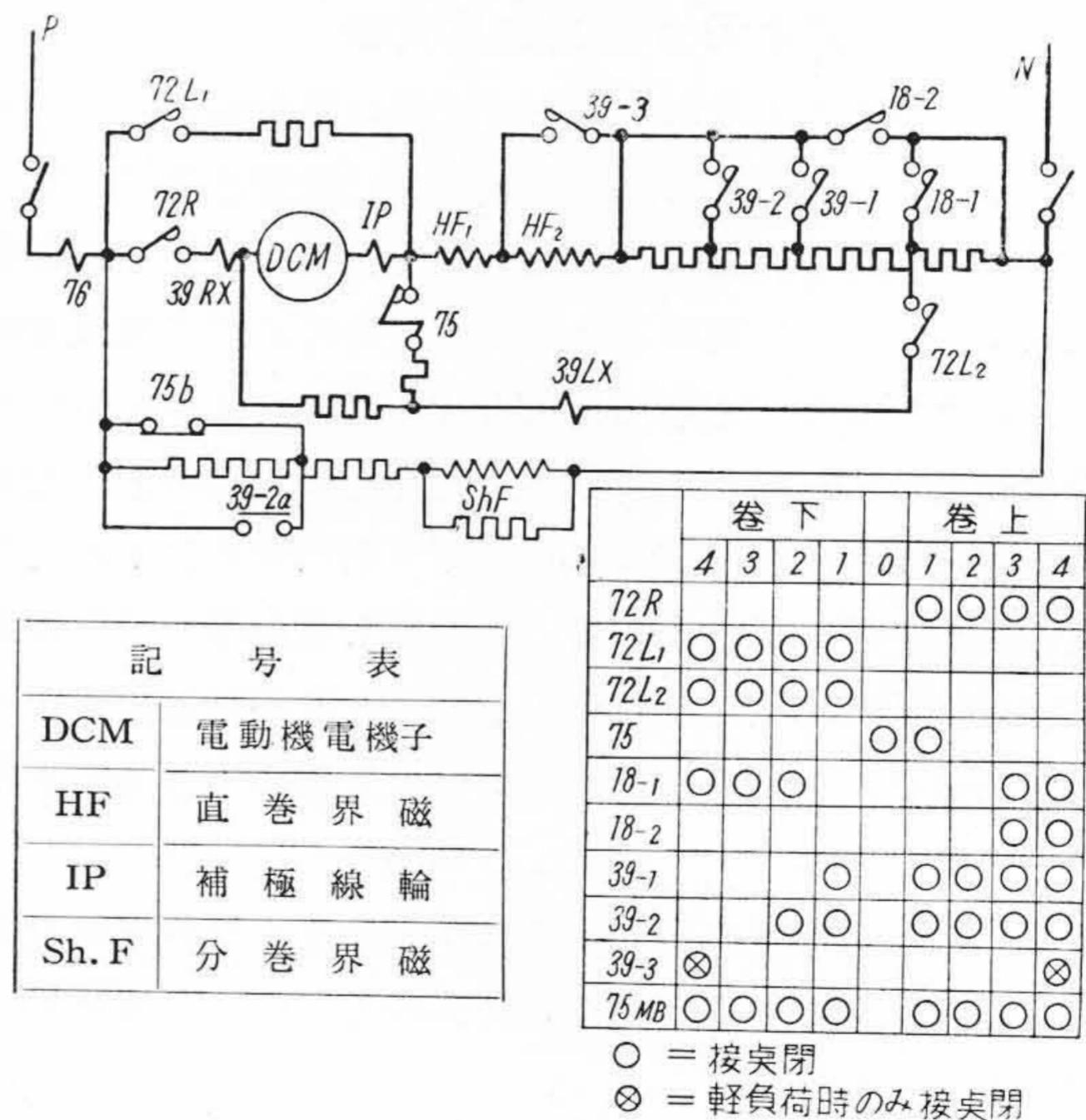
直流電動機は速度特性がすぐれていることはよく知られているが、さらに価格、保守、電源容量などを考慮すると上記(A)(1)すなわち直流配電方式により直流揚貨機とするものが最も有利とされ貨物船など揚貨機が非常に大きな役割を果す船舶では現在ほとんど直流船として建造されることの理由となつている。しかしながら船価低減の立場から船舶の全交流化が強く叫ばれており、内外の各揚貨機メーカーは交流揚貨機の研究に必死となつている現状である。この場合の最も有力な方式としては(A)(2)のレオナード方式および(B)の極数変換方式があげられ数種の試作ならびにその実用化が発表されているが、前者は価格の点で、また後者は性能の点でなお改善の要があるとされている。

日立製作所ではすでに多数の直流揚貨機を製作納入してきたが、さらに最近極数変換、二次抵抗制御およびサ



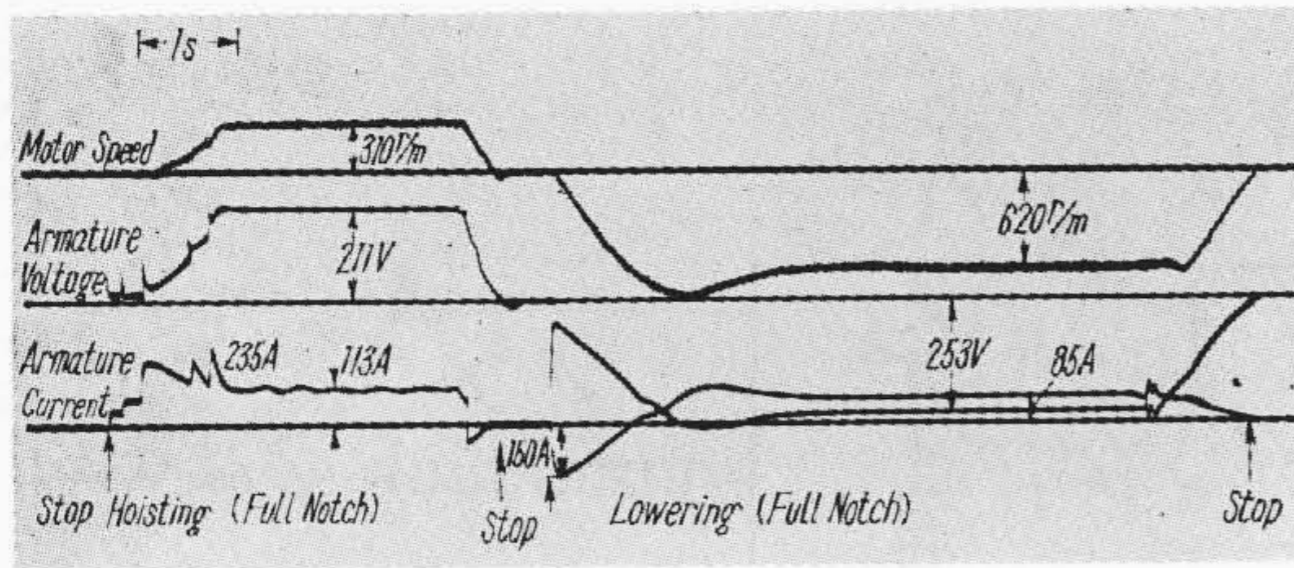
第13図 HS型直流電動揚貨機特性曲線 (5 t 30 m/min)

Fig. 13. Load-Speed Curves of Hitachi HS Type D.C. Cargo Winch

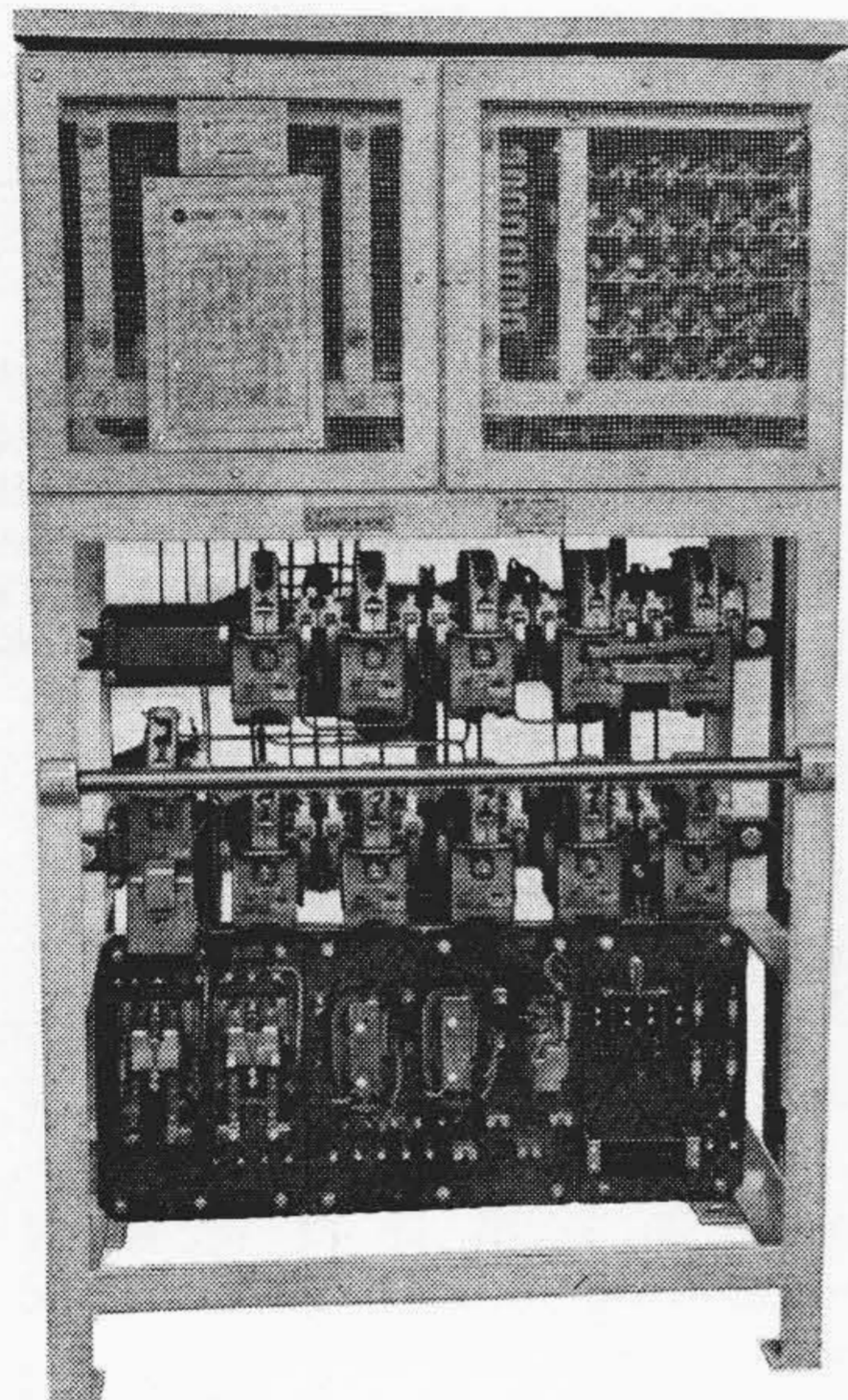


第14図 HS型直流電動揚貨機接続図
Fig. 14. Sequence Diagram for Hitachi HS Type D.C. Cargo Winch

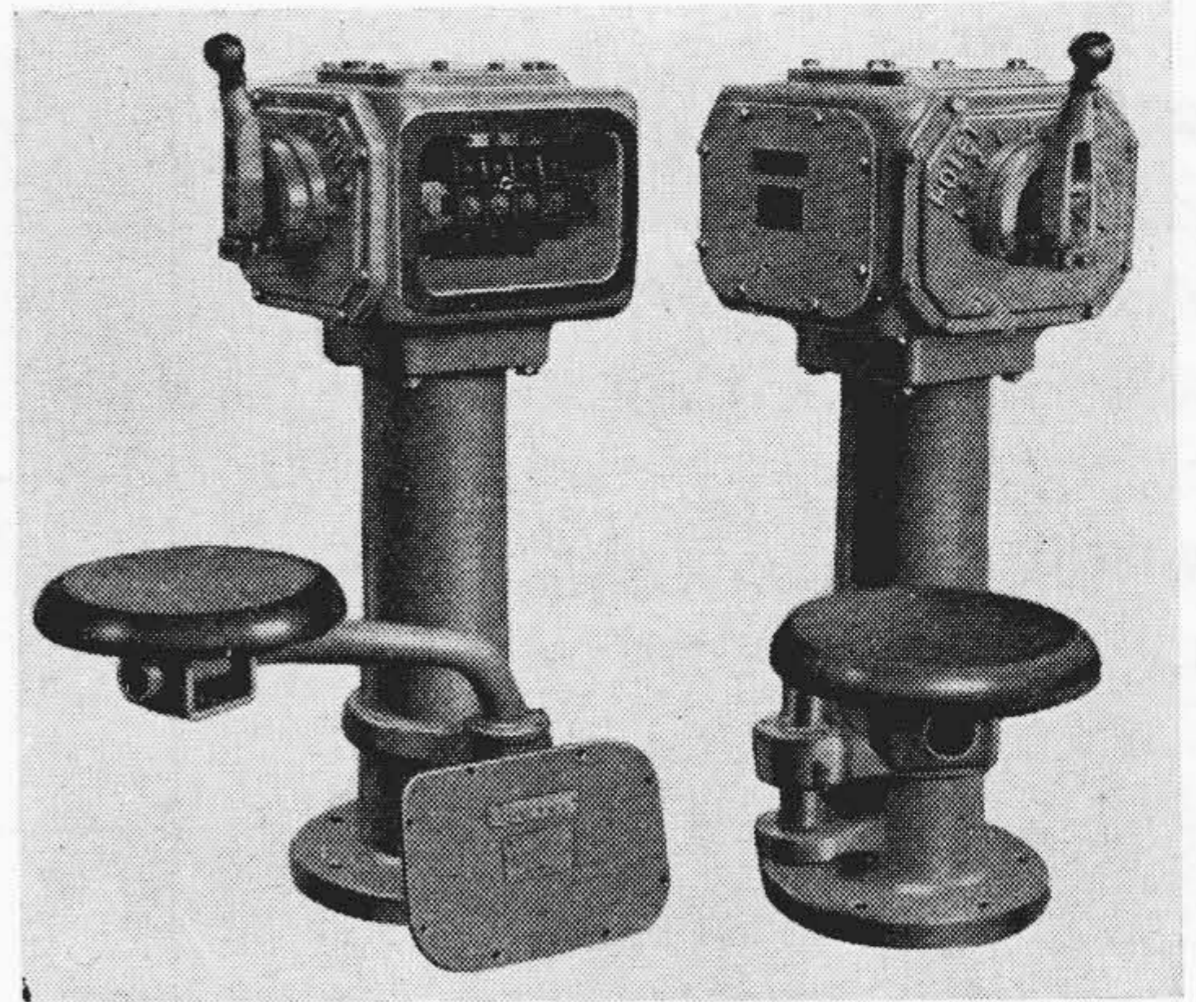
ーポリフターによるCF制御を組合せた誘導電動機駆動交流揚貨機の試作も完成し好結果をえた。



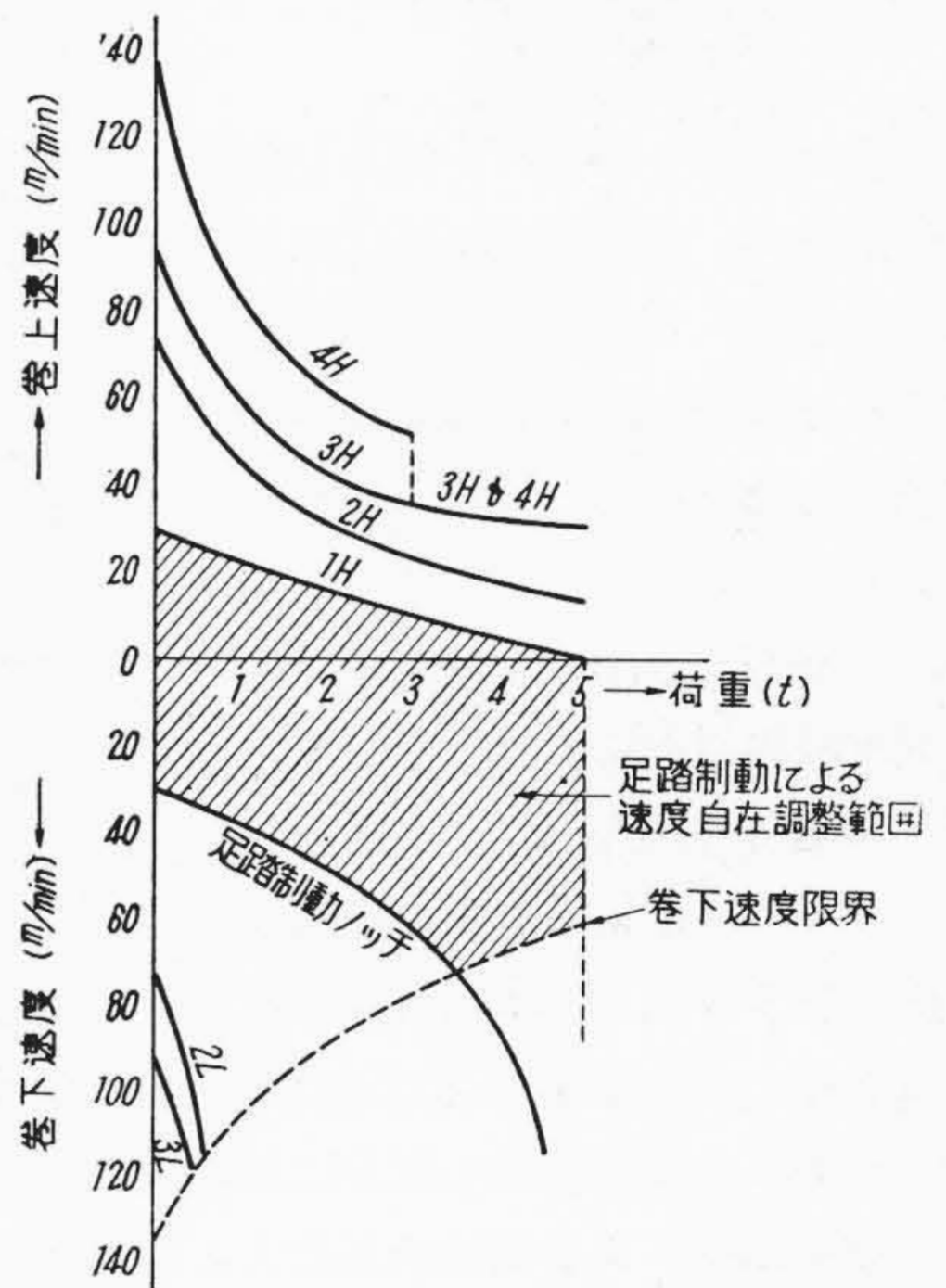
第15図 5t荷重巻上、巻下時のオシログラム (HS型, 5t 20m/min)
Fig. 15. Oscillogram at 5t Load Hoisting & Lowering



第16図 HS型電動揚貨機用制御盤
Fig. 16. Control Panel of HS Type D.C. Cargo Winch



第17図 HS型電動揚貨機用主幹制御器
Fig. 17. Master Controller of HS Type D.C. Cargo Winch



第18図 HC型直流電動揚貨機特性曲線 (5t-30m/min)
Fig. 18. Load-Speed Curves of Hitachi HC Type D.C. Cargo Winch

〔VII〕 HS型直流電動揚貨機電気部分

本揚貨機の負荷速度特性曲線および主回路結線をそれぞれ第13図および第14図に示した。巻上げ時には直巻度のきわめて強い複巻電動機として急峻な垂下特性をもたせ、巻下時には直巻コイルを分巻に接続替えして広範な速度範囲を純電氣的に安定した制動が行われるようにし、巻上巻下とも半負荷附近において負荷選択リレーによる界磁弱めを行つて荷役能率を向上させており直流電動機のすぐれた速度特性を極度に利用している。

保護装置としては過負荷継電器、巻上巻下時の時限継電器および種々のインターロック回路をもちいて完全にフルプルーフとなつている。なお主幹制御器のみによる間接制御であるからこれを対向せしめることにより2台の揚貨機を1人で制御でき、いわゆる喧嘩巻を行うに適している。

駆動用直流電動機としては電機子の GD^2 を小とする

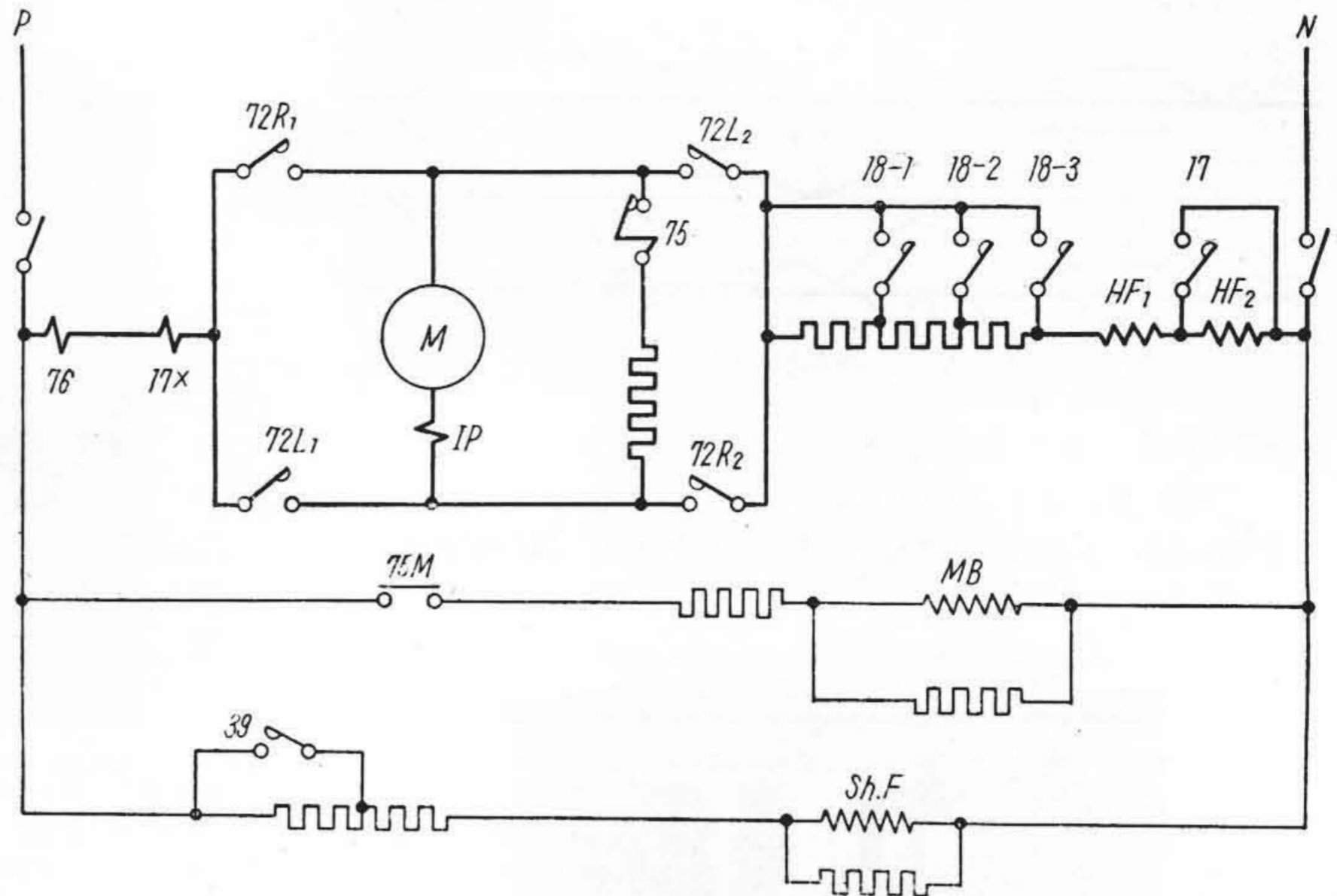
とともに急激な加速、減速にともなう電氣的ならびに機械的な衝撃に対する十分の耐力を有する設計とした。この種直流機としてもつとも問題となるのは巻下げ運転中の減速にともなう整流悪化である。すなわち巻下し運転では電動機は負荷の重量と速度の積に比例した仕事を受けて発電機となり一部の電力を電源に返還し、また一部は抵抗器中に熱として消費させるのであるが、減速期間中にはさらに電動機、機械部分および負荷全部の慣性力に相等する仕事加わるため電動機の過渡発生電力量は瞬時 200~300% に達することがある。したがつて電動機、制御器回路の機械的ならびに電氣的諸定数は計画最大巻下速度、電動機過負荷耐力などを考慮して決定しな

ければならない。

第15図はHS型5t揚貨機の定格負荷におけるオシログラムを示す。加速時間は巻上巻下とも約1秒、起動時突入電流の瞬時最大値は定格電流の約200%である。

第16図に本揚貨機の別置型制御盤を示した。これは本体とはべつにウインチハウス内に置かれるもので防滴型としているが、本体と一体に組まれる場合は完全な防水筐の中におさまられる。

第17図は主幹制御器の外観である。



〔VIII〕 HC型電動揚貨機電気部分

本揚貨機ではまえに述べた通り足踏制動を併用する。負荷速度特性は第18図に示す通りで、また主回路の結線を第19図に示した。巻上の特性は前記HS型と同様であるが、巻下時には加速は巻上と同様の特性で行い加速後足踏制動機により制動をかけながら第18図の巻下速度限界以内にて巻下を行う。

なお安全に巻下を行えるよう足踏制動機をかけると、電氣的制動を附加するようになっている。今全負荷5tを下す場合を考えると標準として定めた200%速度(60m/min)における制動負荷の配分は第20図に示したように2t分を足踏みによる機械的制動力とし残りの3t分を電氣的に制動している。足踏力を変えると電気制動特性にしたがつて巻下速度を制御しうる。

第21図に5t荷重巻上時のオシログラムを示す。定格速度に達するまでの加速時間は約1.2秒である。第22図は同じく5t荷重を巻下たときのオシログラムで、足踏制動と電気制動の併用により急速に停止することができる。この操作により10mのリフトを巻下するときの所要時間は7秒で、ほかの揚貨機の追従を許さぬ高速運転が可能である。

なお足踏制動のおもなる目的は第18図特性曲線中に斜線で示したように軽負荷巻上時および各負荷巻下時の低速域における微細な速度調整にあり、停止は主幹制御器を操作して電磁制動機により行う。

〔IX〕 HT型直流揚貨機電気部分

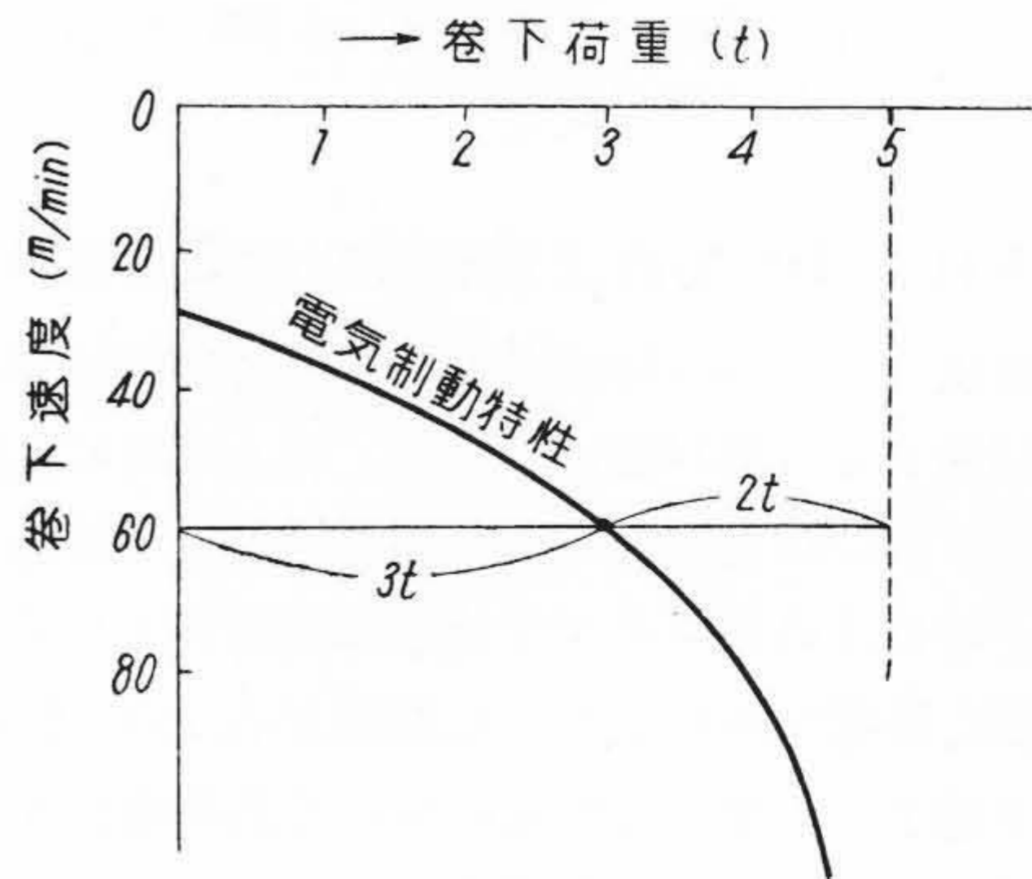
まえに述べた通り本揚貨機はスパーギヤ-2段減速と

	巻下					巻上						
	定踏制動	4	3	2	1	0	1	2	3	4		定踏制動
72R1-2							○	○	○	○		巻上用主接触器
72L1-2	○	○	○	○	○							巻下用主接触器
75						○						制動用接触器
18-1				○			○					加速用 "
18-2			○					○				" "
18-3			○					○				加速用 "
17	○	⊗			○	○				⊗	○	直巻界碰検絡用
39	○				○	○					○	界碰弱×用 "
75M	○	○	○	○	○		○	○	○	○		電磁制動機用 "

- Ⓜ 電機子
- HF1~2: 直巻界碰
- Sh.F: 分巻界碰
- M.B: 電磁制動機
- 76: 過負荷継電器
- IP: 補極線輪

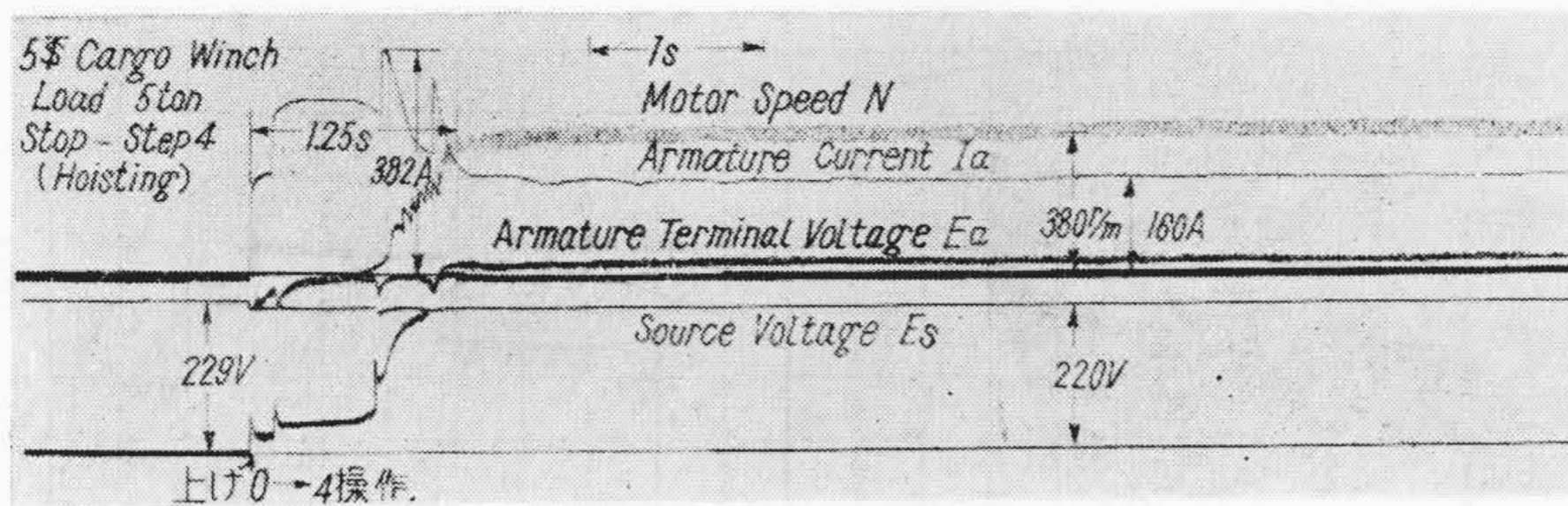
- : 接触器閉路
- ⊗: 軽負荷時閉路

第19図 HC型直流電動揚貨機接続図
Fig. 19. Sequence Diagram for Hitachi HC Type D.C. Cargo Winch

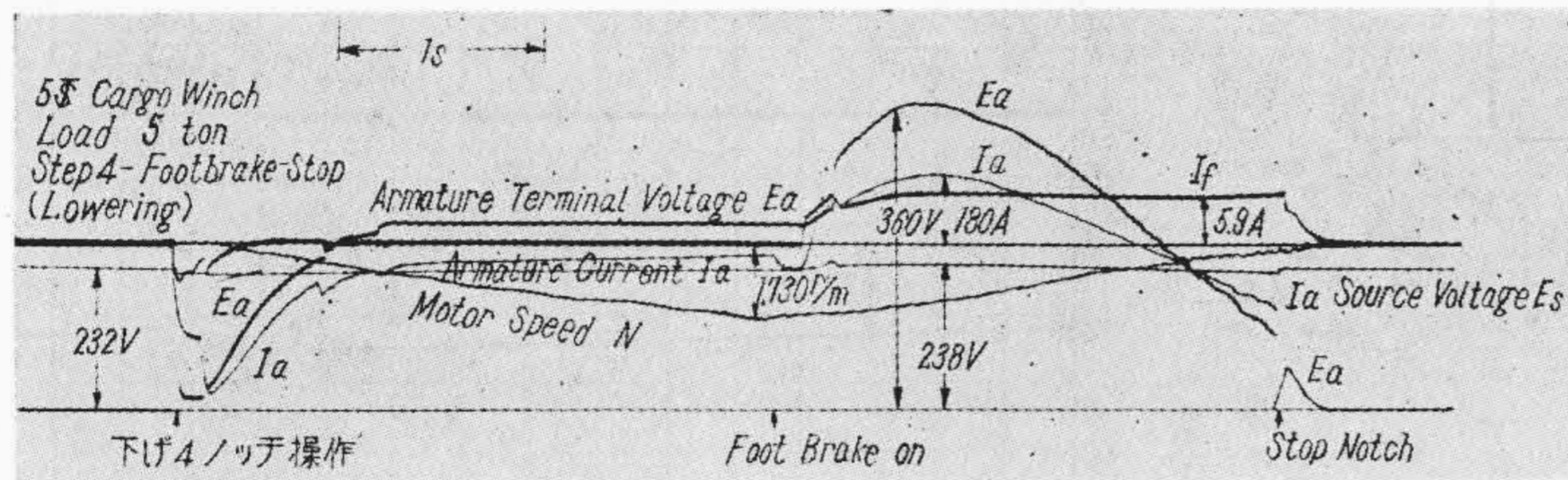


第20図 5t荷重巻下説明図
Fig. 20. Lowering of 5t Load

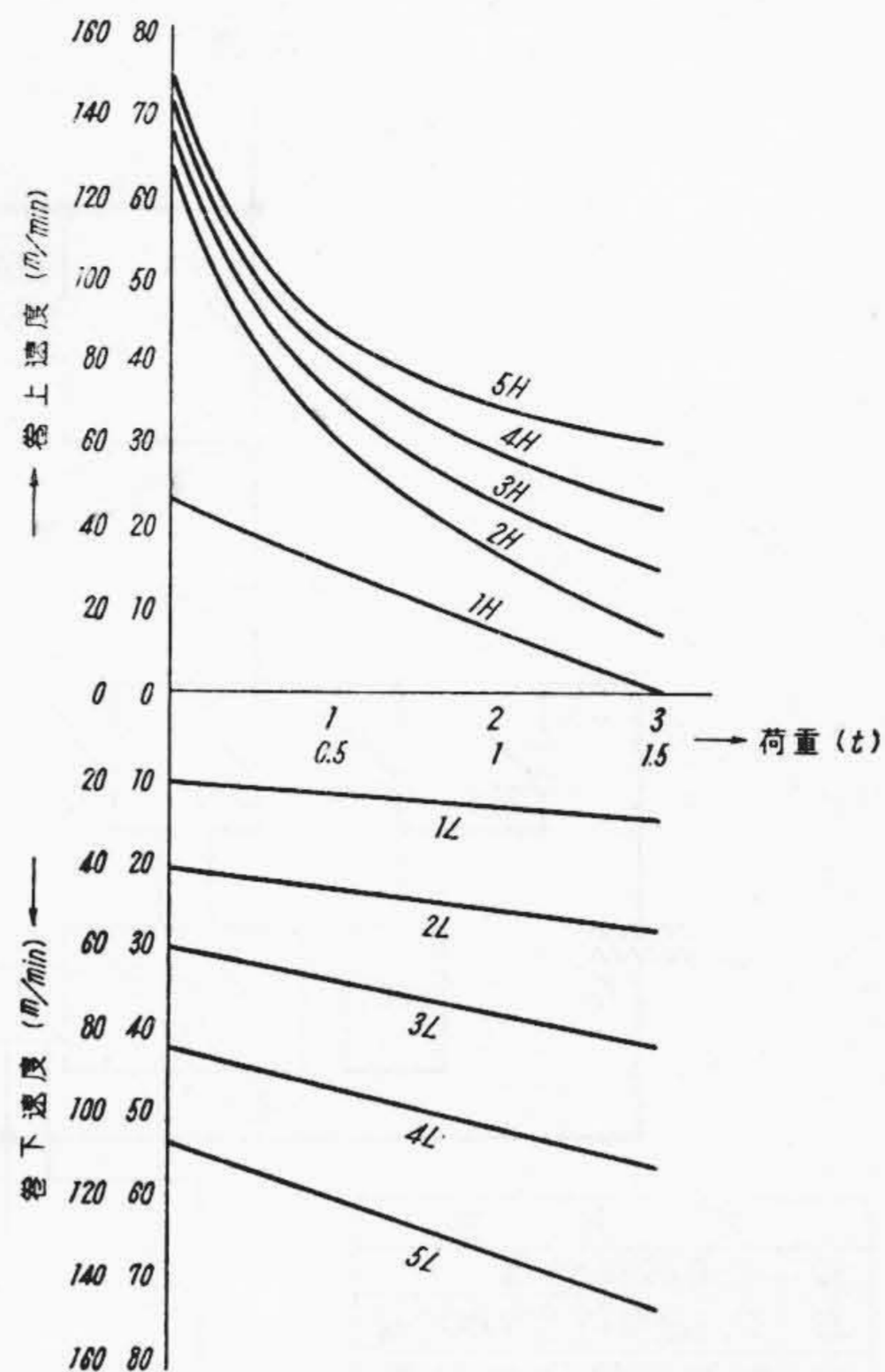
し、軽負荷において歯車比を変換し重負荷時低速、軽負荷時高速として荷役能率を上げるので第23図の特性曲線に示すように電動機自身の垂下特性はゆるくして無負荷速度は250%程度に止め、かつ負荷選択も行っていないが荷役性能は前記HS、HC型に比して決して劣るものではない。



第21図 5t 荷重巻上げ時のオシログラム
(HC型 5t 30m/min)
Fig. 21. Oscillogram at 5t Load Hoisting



第22図 5t 荷重巻下げ時のオシログラム
(HC型 5t 30m/min)
Fig. 22. Oscillogram at 5t Load Lowering

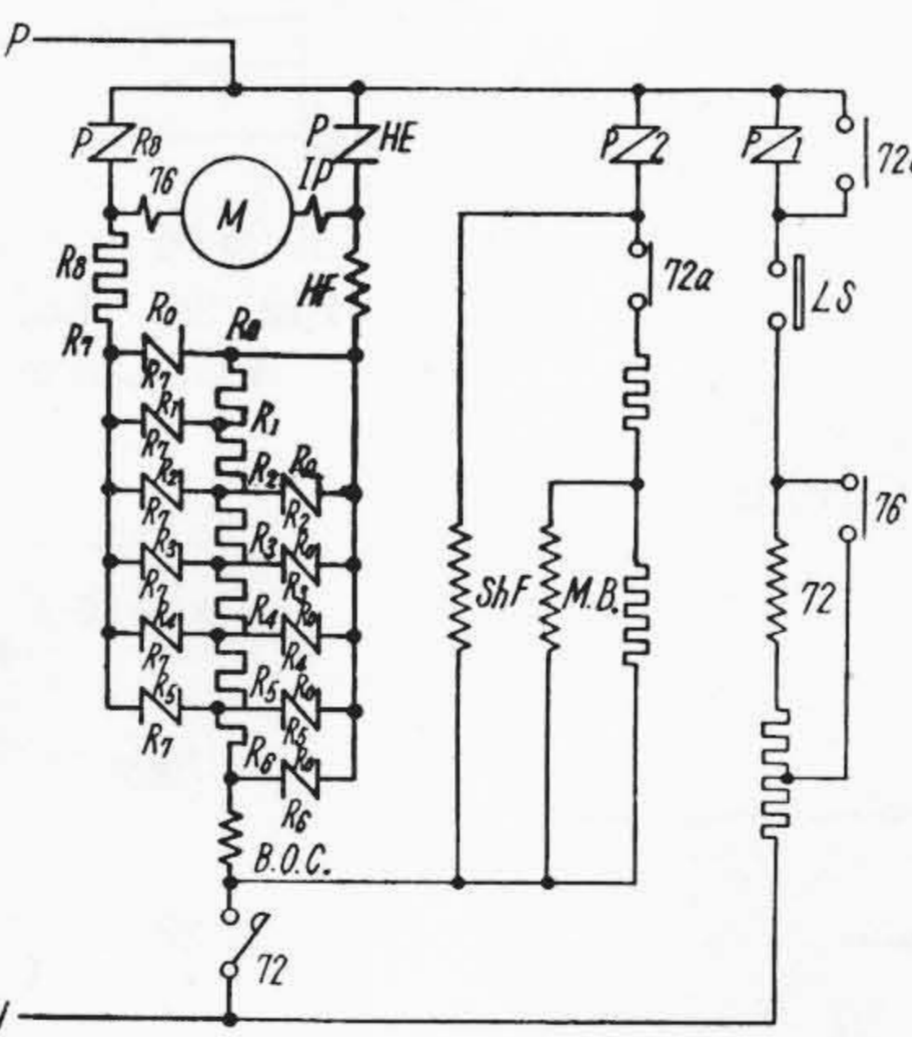


第23図 HT型直流電動揚貨機特性曲線 (3/1.5t 30/60 m/min)
Fig. 23. Load-Speed Curves of Hitachi HT Type D.C. Cargo Winch

	巻下					巻上					
	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5
P/R_0											
P/HF	○	○	○	○	○						
R_0/R_0							○	○			
R_0/R_0								○	○		
R_0/R_0									○	○	
R_0/R_0										○	○
R_0/R_0											○
R_0/R_0								○			
R_0/R_0									○		
R_0/R_0										○	
R_0/R_0											○
R_0/R_0											○
P/L							○				
P/L	○										
P/L	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○

- 72: 主接触器
- HF: 直巻界磁
- SHF: 分巻界磁
- LS: 通風孔インターロックスイッチ
- MB: 電磁
- BOC: 吹消線輪
- 76: 過負荷継電器
- Ip: 補極

第24図 HT型直流電動揚貨機接続図
Fig. 24. Connection Diagram of Hitachi HT Type D.C. Cargo Winch



電動機としては定格速度の上昇にともう加減速パワーの増大の問題があるが、特に電機子の直径を小さくしてGD²の切詰めを考慮するとともに加減速時の尖頭電流に対する電氣的耐力も十分として前記HS, HCに比して遜色のない動作特性としている。

第24図は本揚貨機用可逆制御器の結線図で、安価をねらつてドラム型の直接制御方式としている。ただしワンマンコントロールには不適であり、この要求に対しては間接制御方式とする。

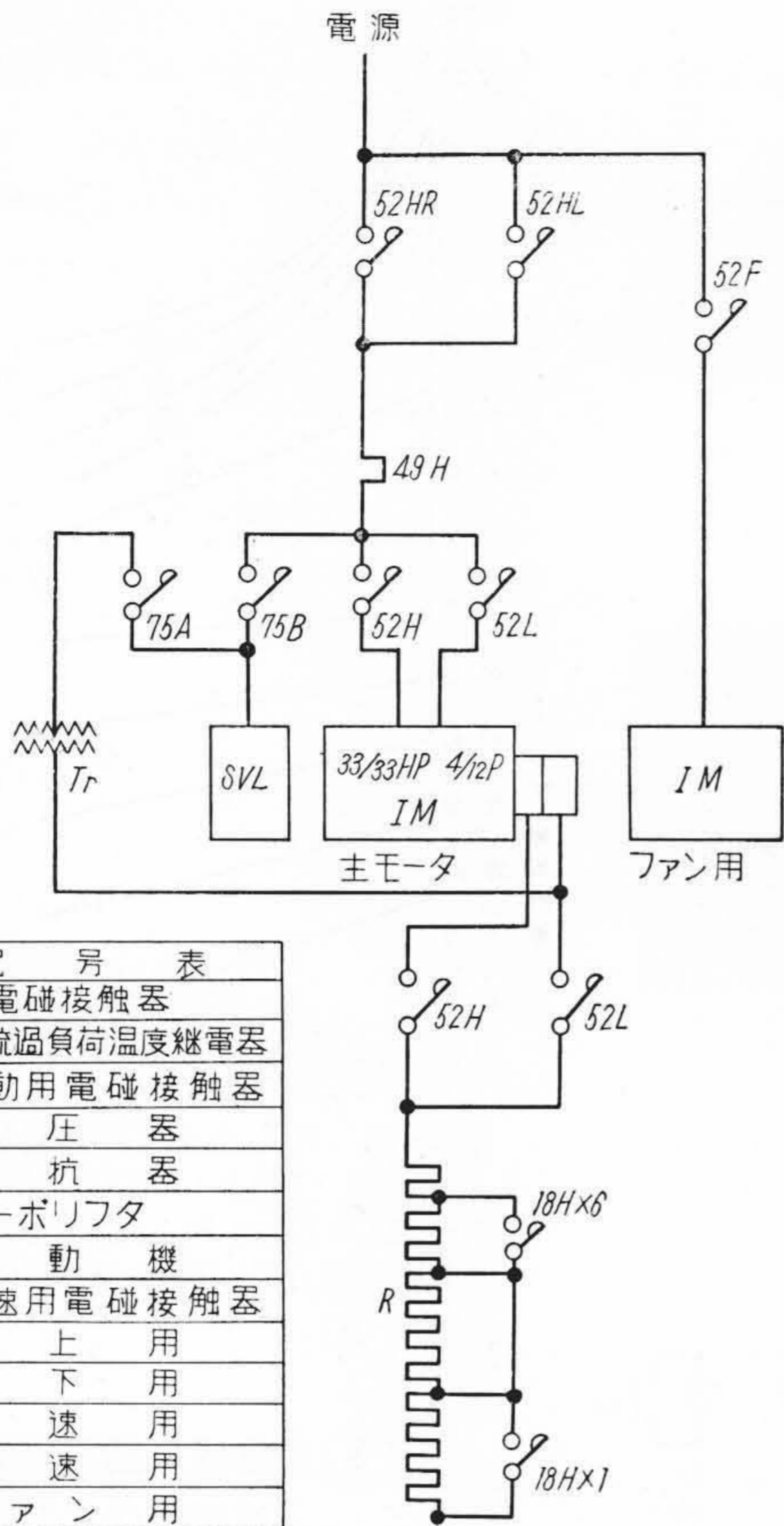
[X] 巻線型誘導電動機 駆動交流揚貨機

駆動用に誘導電動機を用いると構造が堅牢で安価であり保守も簡単であるなどの長所を有するが、速度制御の点で直流電動機に劣ることが一般の通念となつている。日立製作所では、さきに述べた通り巻線型誘導電動機の二次抵抗制御と日立製作所独得のサーボリフタブレーキによるCF制御の採用によりこの難点を解決した。

第1表は今度の試作品の全仕様で、以下この揚貨機用電気品の概要を述べる。

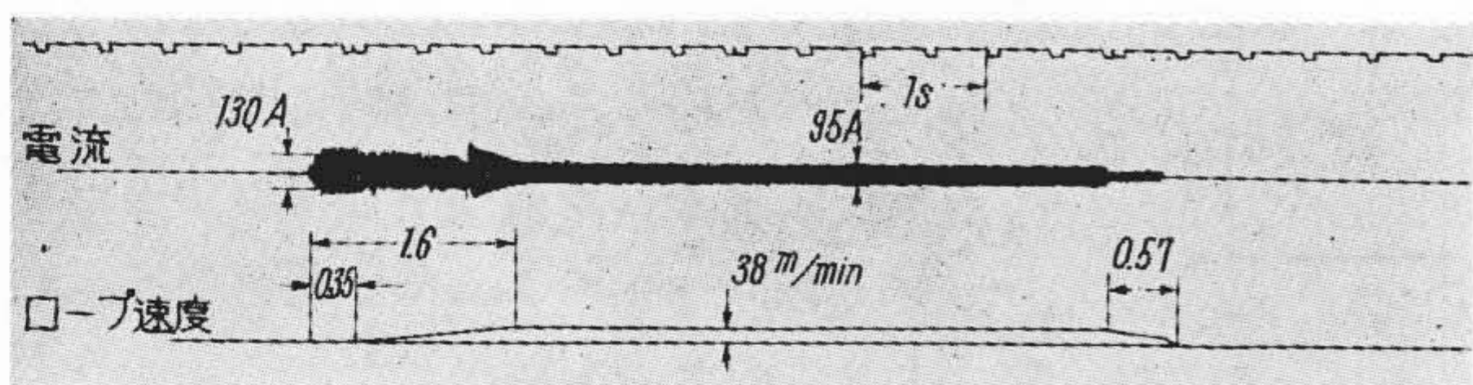
第25図に電動機主回路の単結線図を、また第26図にその速度特性を示した。まず各ノッチの動作を説明すると、

- (A) 巻上運転
 - (i) 1ノッチ 二次抵抗1段短絡の状態で行き12極運転。
 - (ii) 2ノッチ 二次抵抗を順次短絡して行き12極同期速度附近に達する。
 - (iii) 3ノッチ 1.5t 負荷以内のときのみ二次抵

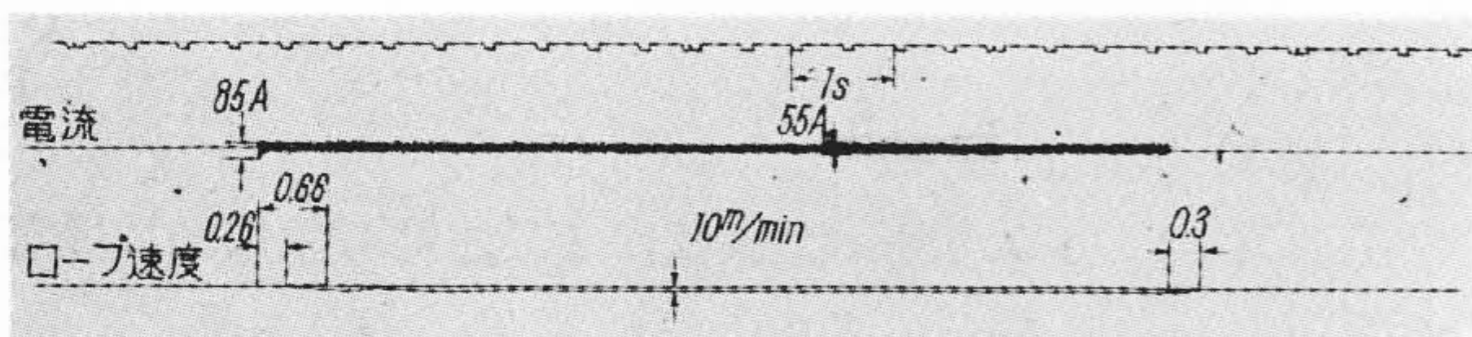


記号表	
52	主電磁接触器
49	交流過負荷温度继电器
75	制動用電磁接触器
Tr	変圧器
R	抵抗器
SVL	サーボリフタ
IM	電動機
18HX	加速用電磁接触器
HR	巻上用
HL	巻下用
L	低速用
H	高速用
F	ファン用

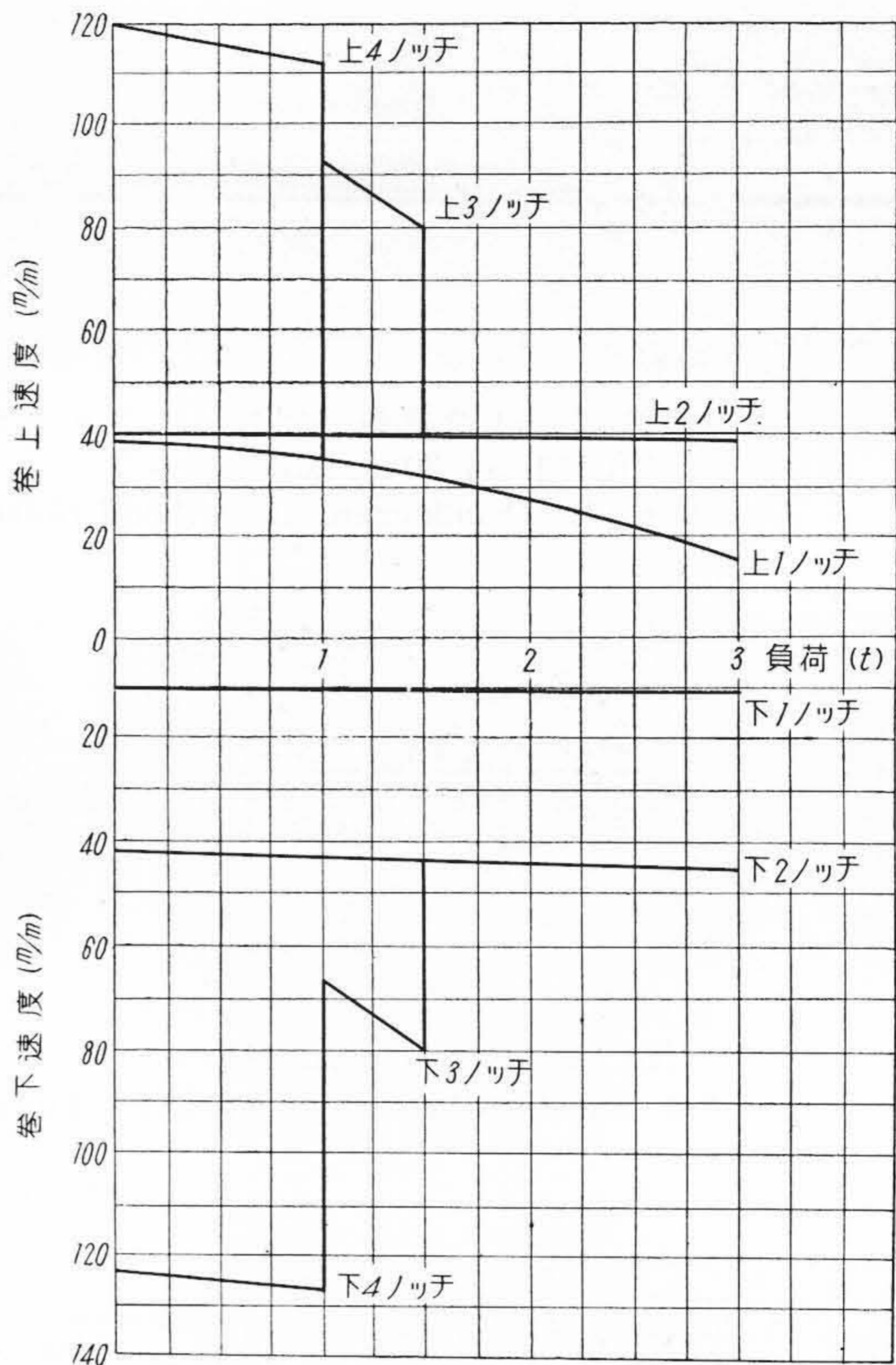
第25図 交流電動揚貨機主回路単結線図
Fig. 25. Skeeton Diagram of Main Circuit for Hitachi A.C. Cargo Winch



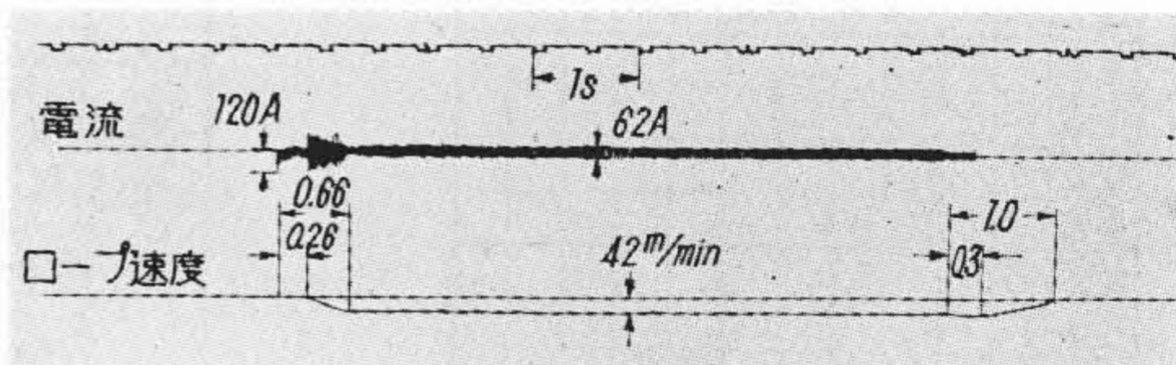
第27図 3t 荷重巻上時のオシログラム
(ノッチ 0→2→0)
Fig. 27. Oscillogram at 3t Load Hoisting
(Notch 0→2→0)



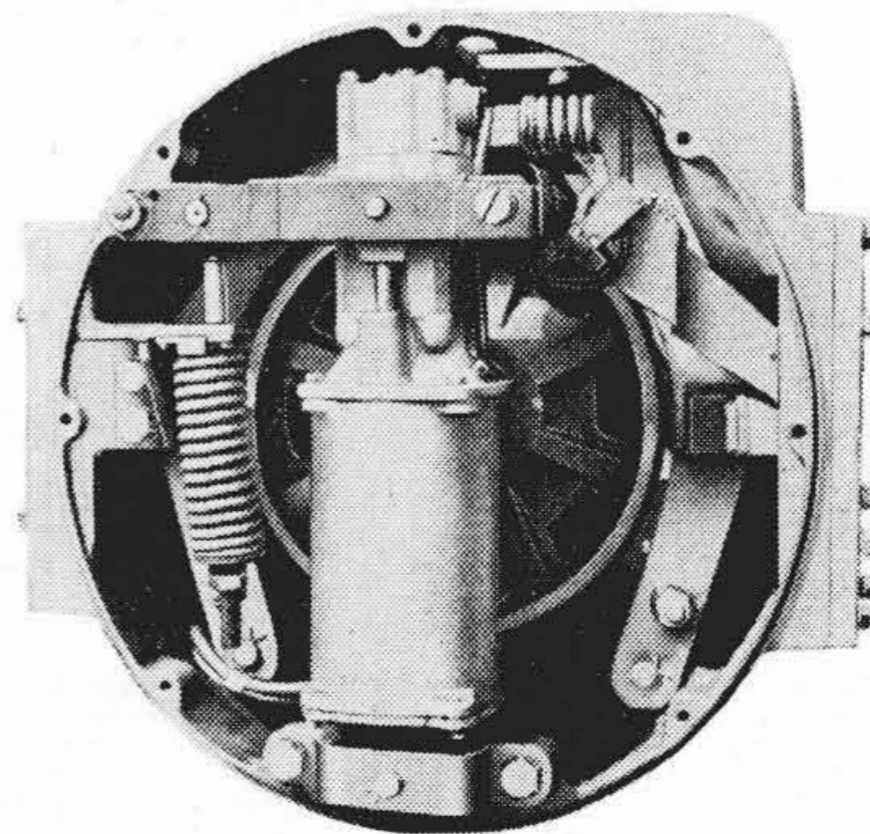
第29図 3t 荷重巻下時のオシログラム
(ノッチ 0→1→0)
Fig. 29. Oscillogram at 3t Load Lowering
(Notch 0→1→0)



第26図 交流電動揚貨機特性曲線
Fig. 26. Load-Speed Curves of Hitachi A.C. Cargo Winch



第28図 3t 荷重巻下時のオシログラム
(ノッチ 0→2→0)
Fig. 28. Oscillogram at 3t Load Lowering
(Notch 0→2→0)



第30図 サーボリフターブレーキ
Fig. 30. Servolifter Brake

第1表 試作交流電動揚貨機仕様
Table 1. Specification of Hitachi
A.C. Cargo Winch

巻上機	鋼索張力 (t)	3	1.5	1.0
	鋼索速度 (m/min)	38	80	114
	巻 胴 (mm)	400D×600W×700F		
	鋼 索	20φ×200m		
	歯 車	ウォーム 12 モジュール, 3 条, Ni-Cr 鋼 (表面焼入, 研磨)。ウォームホイール歯枚数 67, 磷青銅。減速比 3:67		
制 動 機	サーボリフターブレーキ			
電動機	型 式	EFMO-DR		
	出 力 (HP)	33-33		
	極 数	12-4		
	電 圧 (V)	220 (440V に改造可能)		
	周 波 数 (Hz)	60		
	定 格 (min)	120		
	冷 却	他 冷 式		
機 冷 却 用 フ ァ ン	型 式	AP-M		
	出 力 (HP)	3/4		
	風 圧 (mmWG)	40		
	風 量 (m ³ /min)	40		
制 御 装 置	①	制御盤および二次抵抗器は機体に自蔵する。		
	②	主幹制御器は別置型とする。		
	③	操作は電圧継電器による自動起動方式である。		
	④	巻下はサーボリフターにより CF 制御を採用している。		
	⑤	通風口が開いているときのみ運転が可能になるよう互鍵する。		

第2表 電動機定格試験結果
Table 2. Test Data of A.C. Motor

出 力 (HP)	33	33	
極 数	4	12	
全負荷特性	電 流 (A)	80.5	96.2
	効 率 (%)	85.7	88.9
	力 率 (%)	93.5	75.5
	滑 り (%)	2.6	2.8
最 大 出 力 (%)	317	228	
最 大 ト ル ク (%)	400	310	

抗挿入の状態での4極運転。

- (vi) 4ノッチ 1t 負荷以内のときのみ二次抵抗を順次短絡して4極同期速度附近の運転となる。

巻上運転中サーボリフターは電源に接続されブレーキは常に弛められた状態になつてい

る。

(B) 巻下げ運転

- (i) 1ノッチ 二次側全抵抗を挿入しかつサーボリフターを電動機二次側に接続して CF 制御の状態での12極同期速度の約 30% の低速運転を行う。
- (ii) 2ノッチ 二次抵抗を順次短絡して12極同期速度となる。
- (iii) 3ノッチ 12極で二次抵抗を挿入する。なお 1.5t 以上のときは電流リレーにより3ノッチおよび4ノッチは投入されない。
- (iv) 4ノッチ 上4ノッチと同様。

動作特性のオシログラムを第27図、第28図および第29図に示した。これらよりあきらかなように定格 3t 荷重巻上および巻下時の起動時間はそれぞれ 1.6秒および 0.66秒で直流揚貨機に対して遜色なく、また加速最大電流は定格値の約 150% で普通の籠形誘導電動機の起動電流 400~500% に比しきわめて少い。

電動機は上述せるように4極、12極、2段速度、巻線型であるが、回転子は特に GD² を小さくし、はげしい起動、停止、逆転に耐えるだけの十分な機械的強度をあたえてある。第2表は電動機の定格特性を示し、効率、力率ともによく大きな停動回転力を有する。

CF 制御の採用は本機の大きな特長の一つであるが、上記巻下1ノッチの運転で述べたようにサーボリフターを電動機の二次側に入れてブレーキの力を変化させ巻下時の低速運転を行うためのもので、特性曲線(第26図)およびオシログラム(第29図)に示すようにきわめて安定な低速巻下特性がえられている。第30図にサーボリフターブレーキの内部構造を示した。

[XI] 結 言

以上最近の電動揚貨機の進歩について概略を述べたが、性能改善、価格低減に種々新しい試みが行われ、すでに実用化している。

特にウォーム歯車の効率の向上は目ざましきものがあり、また極数変換巻線形誘導電動機を使用した交流揚貨機が完成し従来の直流揚貨機に劣らない特性のものが出てきた。

今後さらに性能改善をはかり関係各位の御批判と御援助を期待しているしだいである。終りに臨み、種々御指導を賜った、船主および造船所の各位に厚く謝意を表すものである。

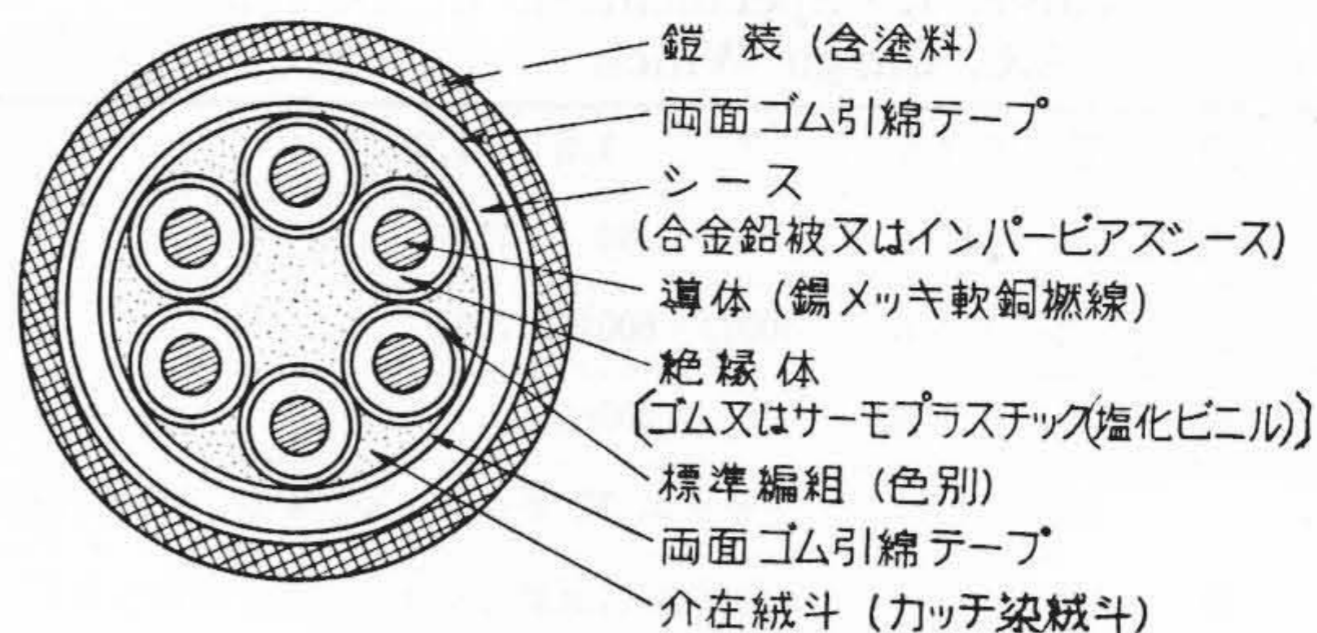
船内通信ケーブル

Interior Communication Cables

船内の通信回路たとえば火災警報、テレグラフ、テレモータ、信号回路、制御回路などに使用するケーブルを総称して船内通信ケーブルという。このケーブルは従来300V以下の回路に使用されたがAB規格では1955年度版から600Vまでの回路に使用できるよう絶縁厚さを変更している。

構造は第1図に示す通り、それぞれ識別を施した所要絶縁線心を介在とともに撚合わせ、シースならびに外装を施したものである。

絶縁体にはゴムまたはサーモプラスチック（塩化ビニル樹脂）を、またシースは鉛またはサーモプラスチック（塩化ビニル樹脂）合成ゴムのいずれかが使用される。なお耐熱、耐焰型船内通信ケーブルとして絶縁体にサーモプラスチック（塩化ビニル樹脂）およびアスベストを併



第1図 船内通信ケーブルの構造例
Fig. 1. Construction of Interior Communication Cables

用したものもある。

線心の識別はAB、NK規格においては色糸編組により行い、ロイド、ノルスケ規格においては連続的に数字を印刷した綿テープまたは色別テープを使用する。このケーブルは多心のものが多いので線心の識別はきわめて重要である。第1図にAB、NK規格船内通信ケーブルの構造断面の一例を示す

船内電話ケーブル

Marine Telephone Cables

船内で使用される電話ケーブルには無電池式電話ケーブルおよび共電式電話ケーブルの二種がある。

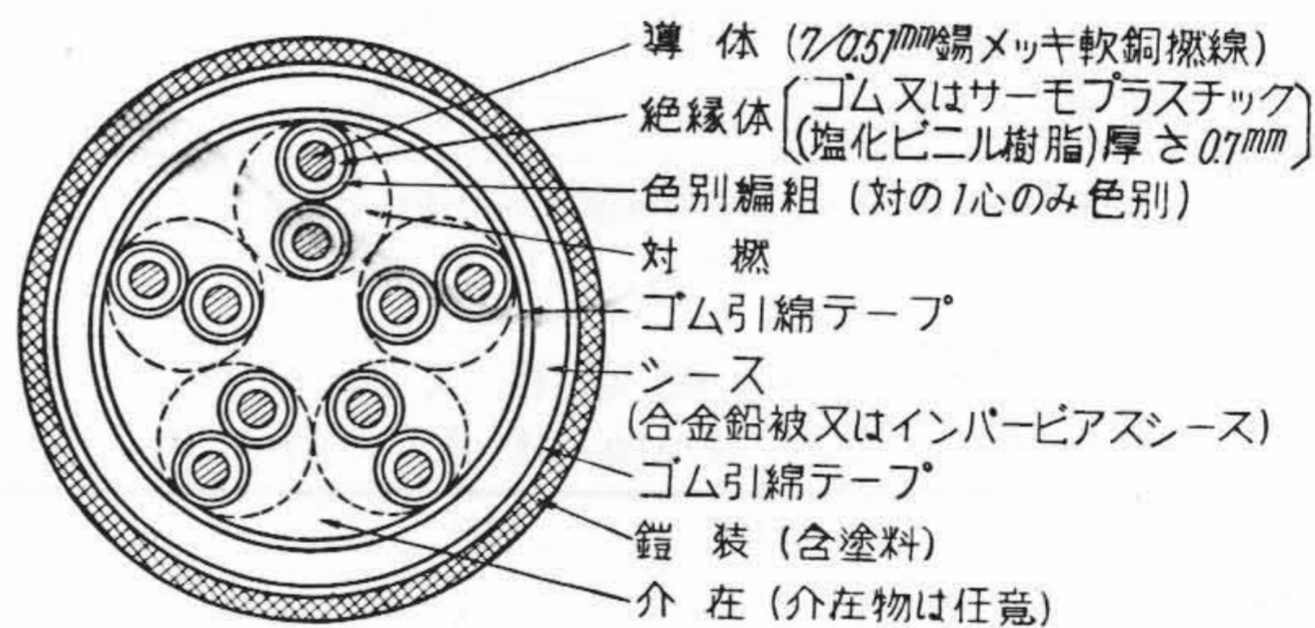
(1) 無電池式電話ケーブル

無電池式電話ケーブルは船の運転上重要な回路に使用するもので、その構造は7/0.51mmの錫メッキ軟銅撚線にゴムまたはサーモプラスチックを0.7mmの厚さに絶縁し、それぞれ識別編組を施した後対撚り集合するもので、その構造詳細は第1図に示す通りである。

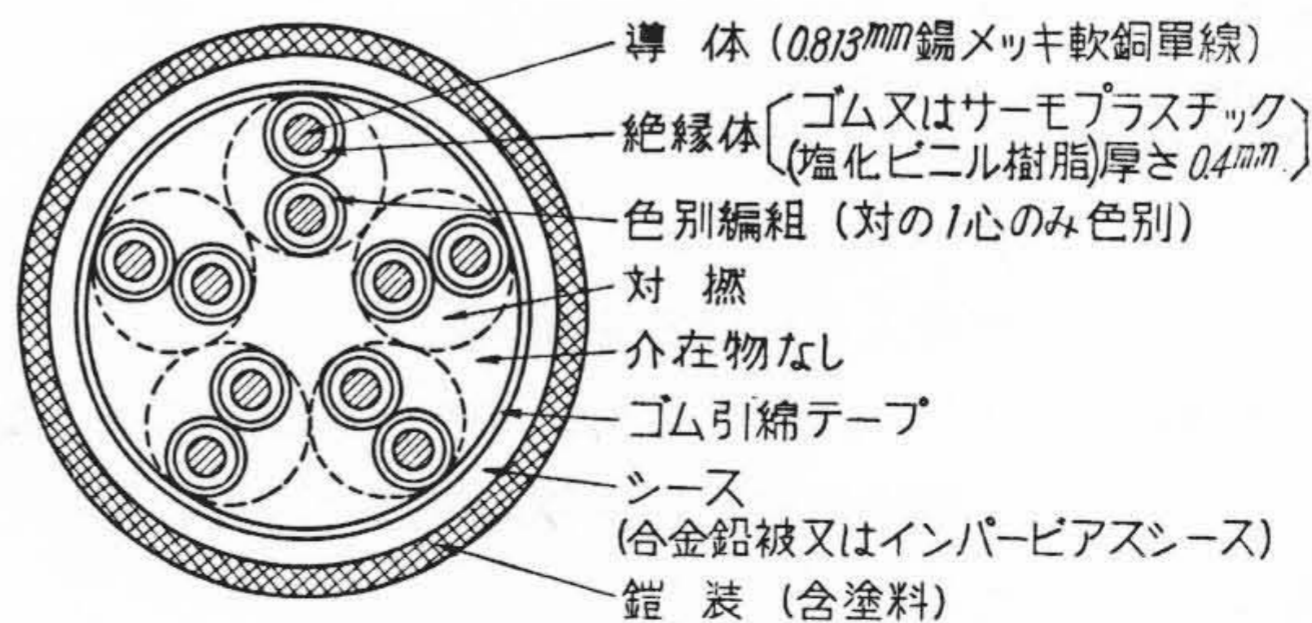
線心識別は色糸の編組をもつて行い、対の1心は白を除く規定の色別が施される。

(2) 共電式電話ケーブル

共電式電話ケーブルは旅客室用電話など船の運転に関係のない回路に使用するもので、その構造は0.813mmの錫メッキ軟銅単線に、ゴムまたはサーモプラスチックを0.4mm厚さに絶縁し、それぞれ識別編組を施した後、対撚り集合するもので、その構造詳細は第2図に示す通りである。



第1図 無電池式電話ケーブルの構造例
Fig. 1. Construction of Telephone Cables



第2図 共電式電話ケーブルの構造例
Fig. 2. Construction of Inter-Cabin Telephone Cables