

電源開発株式会社納
25tケーブルクレーン用電気設備
 Electric Equipment for 25t Cable Crane Supplied to
 Electric Power Development Company

横田 馨* 白木 勇*
 Kaoru Yokota Isamu Shiroki

内容梗概

大容量ケーブルクレーンとして日立製作所では、今度電源開発株式会社田子倉ダムにわが国屈指のワードレオナード方式による25tケーブルクレーンを納入した。本報告はこのうち電気設備の概要を述べたものである。作業能率の向上を目ざして巻上電動機の種類により交流式と直流式とにわけられる。小型のものは交流式が多いが、大型のものは直流ワードレオナード方式が推奨されている。

〔I〕 緒 言

水力電源の開発には堰堤、水路、発電所建屋など大規模な土木工事が伴い、作業の確実性と能率向上のため高度の機械化と最適の工法、および利用機械の性能種類を慎重に考慮する必要がある。

このうち堰堤工事は発電所建設の基礎となるもので、コンクリートの性質上バケツ輸送が不可欠なことからケーブルクレーン工法が最大の利器とされている。ケーブルクレーンは巻上および横行用電動機の種類により交流式と直流式とにわけられる。小型のものは交流式が多いが、大型のものは直流ワードレオナード方式が推奨されている。

最近の電源事情の進展とともに、次第に大容量の水力発電所が建設されるようになり、これに伴って大容量高速ケーブルクレーンが採用されるに至った。本報告は最近電源開発株式会

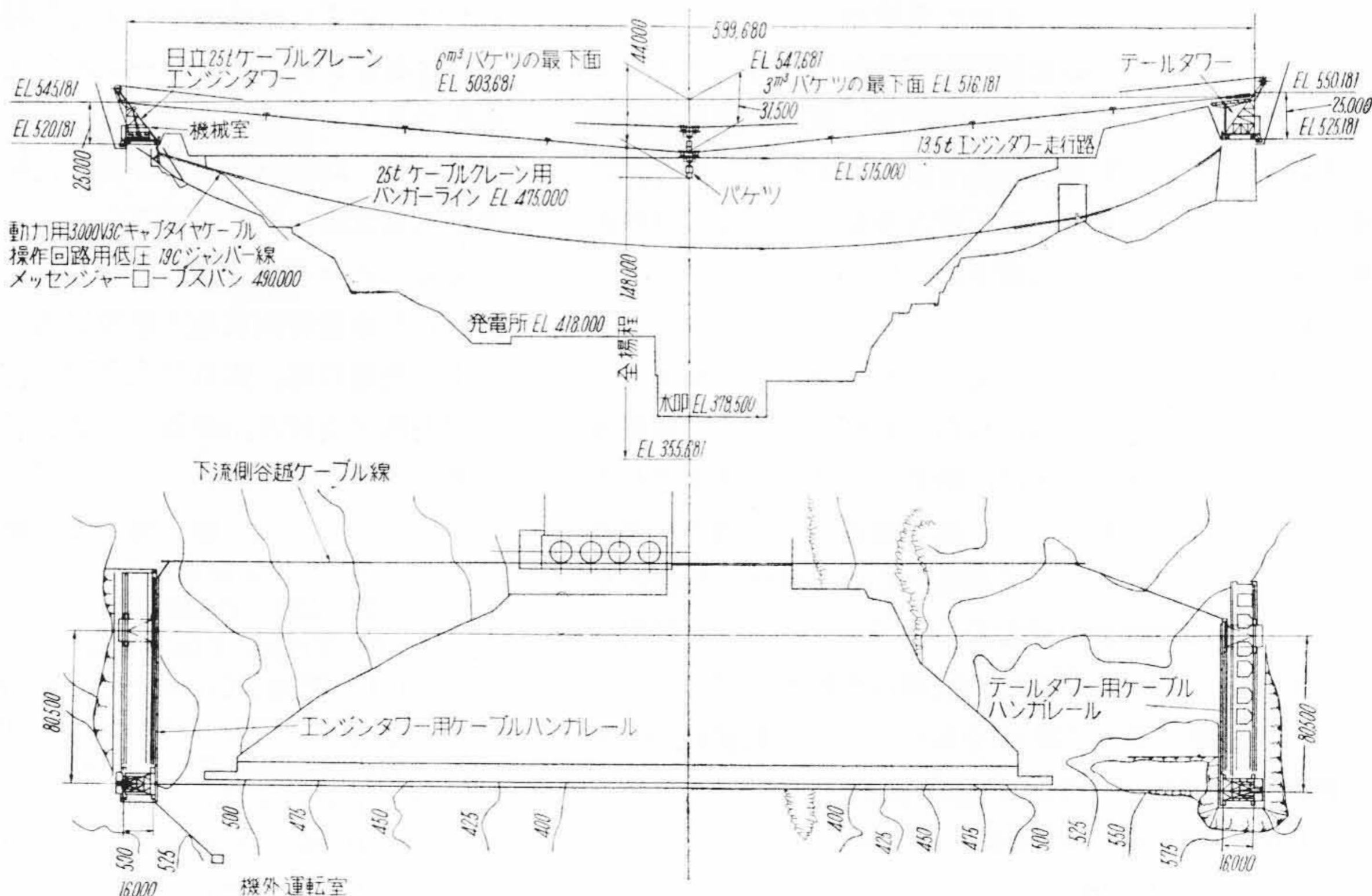
社田子倉ダムに納入したケーブルクレーン電気設備の概要を説明したもので第1図は本ケーブルクレーンの外観を示す。製作にあたり従来の製作実績⁽¹⁾にかんがみ回転機と制御方式に改良を加えた。本設備は第2図に示すような谷

第2図 谷間の概略寸法

* 日立製作所 日立工場



第1図 25tケーブルクレーン外観



間を25 t パッケージが運転するために必要な電気設備でわが国屈指のものである。

なお、これと類似仕様のケーブルクレーン二基を関西電力株式会社黒部第四発電所に納めるべく、目下製作中である。

〔II〕 ケーブルクレーン 電気設備概要

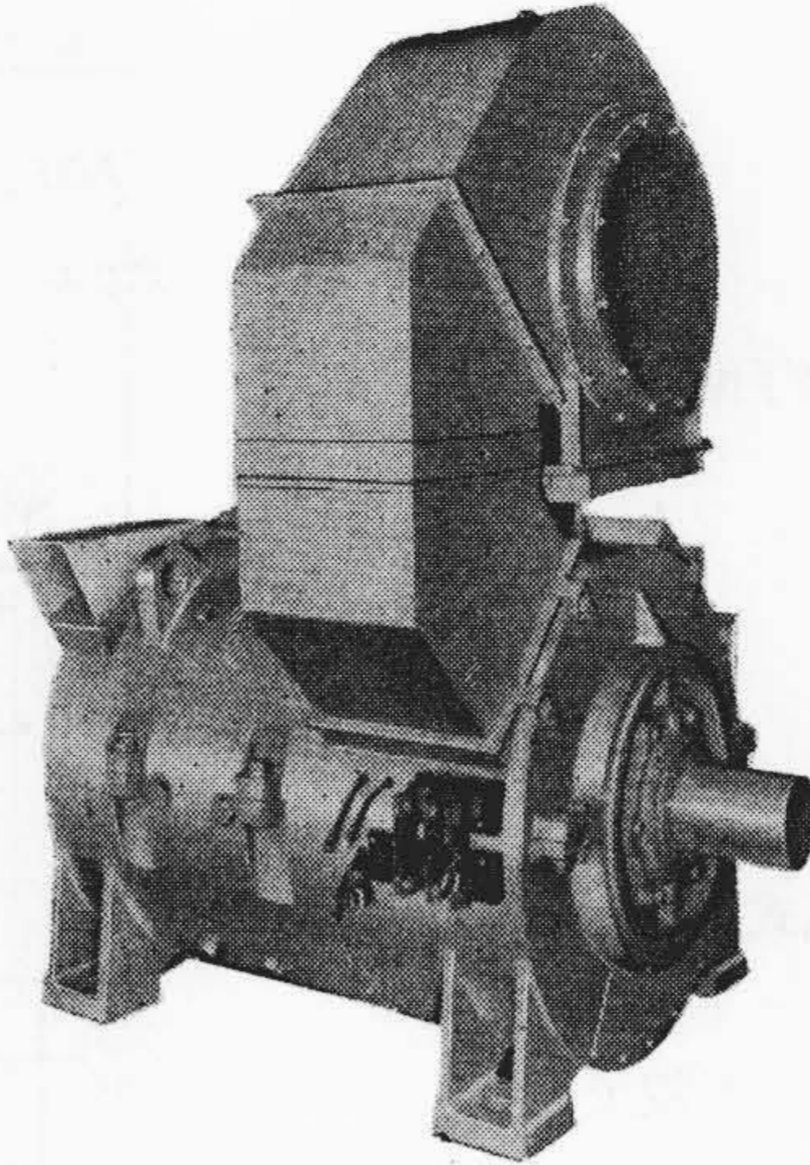
ケーブルクレーン用電気設備には負荷の性質と現場作業の点から、きわめて広範囲な速度制御と良好な速応性、またいかなる場合にもロープその他に過度の衝撃を与えないよう完全な過電流防止装置の必要がある。これらの諸点を満足するものとして回転増幅機 HTD を使用したワードレオナード制御方式を採用した。

ケーブルクレーンに上記方式を用いた詳細な説明はすでに発表されているので⁽²⁾、ここでは省略するが今回の設備の従来のもとは異なる特長点をあげると下記のとおりである。

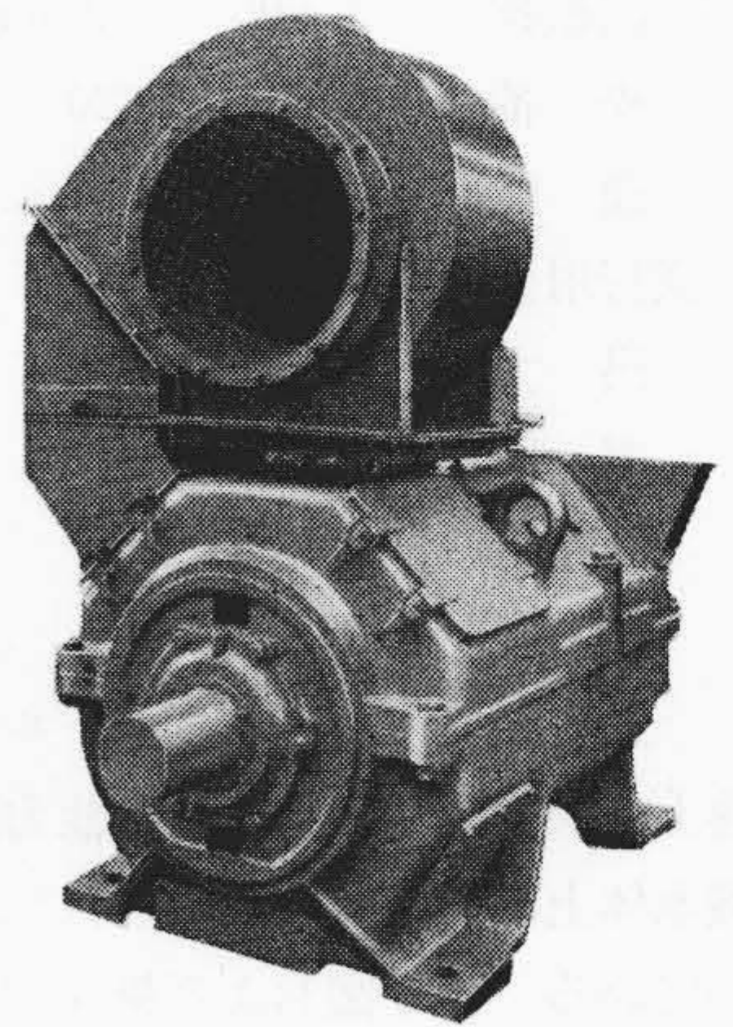
- (1) 各ノッチにおける巻上電動機の数垂下特性を著しく小さくし、作業能率の改善を図った。
- (2) 全負荷運転と空パッケージ運転時には電流制限値の指令を変えて機器の過負荷保護を完全ならしめるよう考慮した。
- (3) 電動機は AISE 規格 (米国鉄鋼協会規格) に準拠し、その慣性を著しく小さくし速応性と過電流防止の改善に努めた。
- (4) 巻上横行共に2台の電動機で駆動されるが、これらの電動機間の負荷平衡は、従来の実績にかんがみ主回路に抵抗を挿入して行い負荷平衡用 HTD を省略して回転機数を減らし設備の簡略化を図った。
- (5) エンジンタワー、テールタワー運転時に生ずる斜行を自動的に調整する設備を設けた。
- (6) 従来主回路の開閉を気中遮断器で行っていたが大容量電磁接触器の開発によりこれを用いた。

〔III〕 回転機の仕様と特長

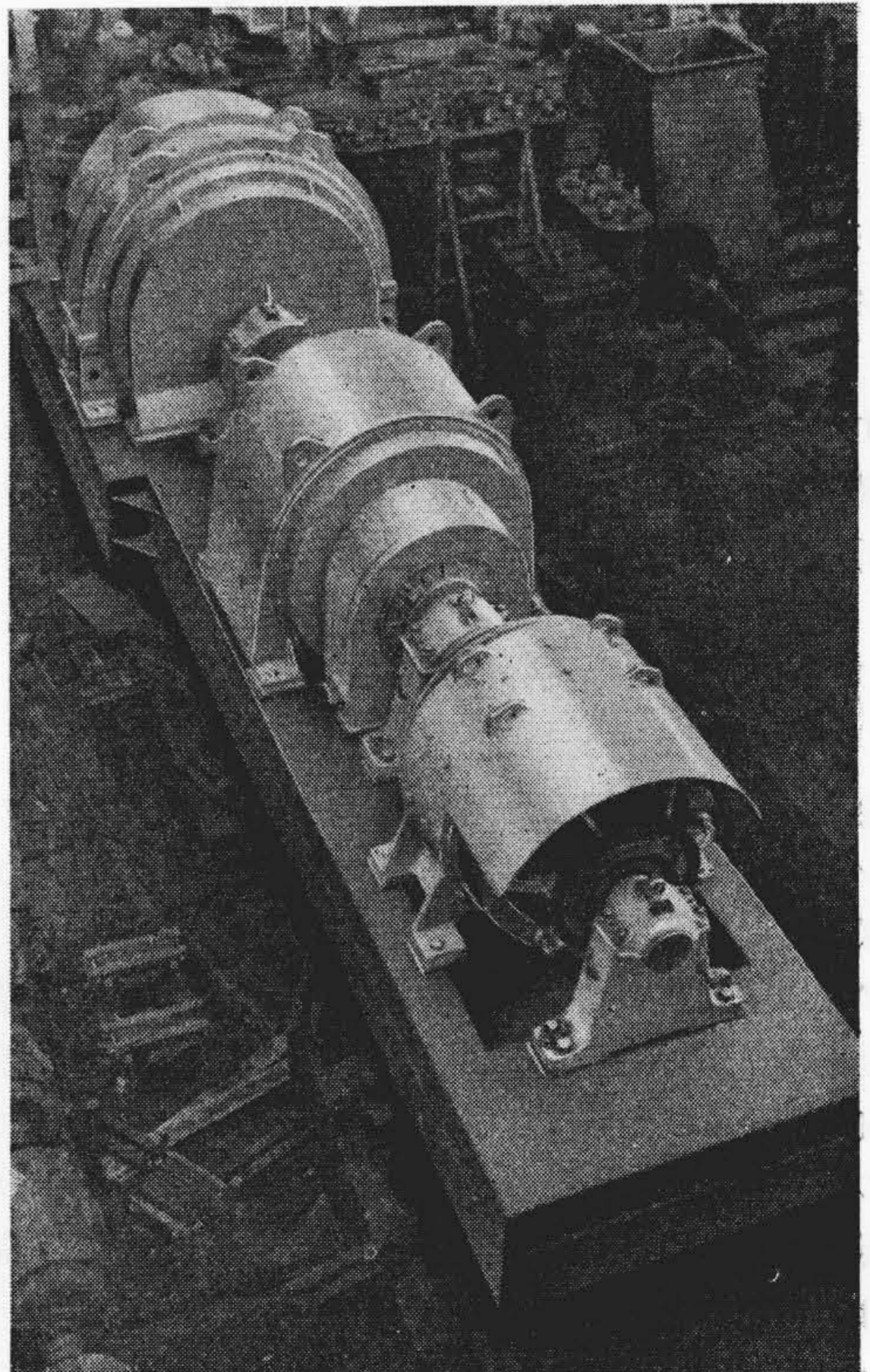
ケーブルクレーン用電動機は巻上および横行ともひんぱんに急激な起動停止が繰り返されるのである。したがって電氣的、機械的に十分頑丈な構造とする必要があることはもちろんであるが、さらに速度を急速かつ広範囲に制御する必要があるため、その所要熱容量を小さくし、また速度指令に対する速応性の点から電動機の慣性モーメントを極力小さくする必要がある。このような観点から米国において広く採用されている圧延補機およびクレーン用直流電動機に関する AISE 規格⁽³⁾⁽⁴⁾に準拠し



第3図 300 kW 巻上用
直流電動機



第4図 200 kW 横行用
直流電動機



第5図 1,000 kW 主電動発電機

た直流電動機を採用した。

日立製作所ではこの規格で多数製作しており、今回も過去の経験を十分生かして所期の目的をおさめた。

電動機の仕様は次のとおりである。

巻上用直流電動機 3台 (内1台は予備)
出力 300 kW 600 rpm にて)

- 電 圧 ± 330 V ~ + 528 V
- 回転数 ± 600 ~ + 960 rpm
- 枠 番 AISE # 620
- 通 風 ユニットクール式
- 横行用直流電動機 3 台 (内 1 台は予備)
- 出 力 200 kW
- 電 圧 ± 330 V
- 回転数 ± 600 rpm
- 枠 番 AISE # 618
- 通 風 ユニットクール式

巻上, 横行用電動機は共に他力通風式で, それぞれ電動機本体上に送風機の設置されたユニットクール方式となつている。第 3 図および第 4 図はその外観である。

主電動発電機の仕様は次のとおりである。

- 1 台 700 kW 直流発電機 (巻上用)
± 330 V ~ + 528 V, 750 rpm
- 1 台 450 kW 直流発電機 (横行用)
± 330 V 750 rpm
- 1 台 1,000 kW 三相誘導電動機 同上駆動用)
3,000 V 50 ~ 8 P 750 rpm

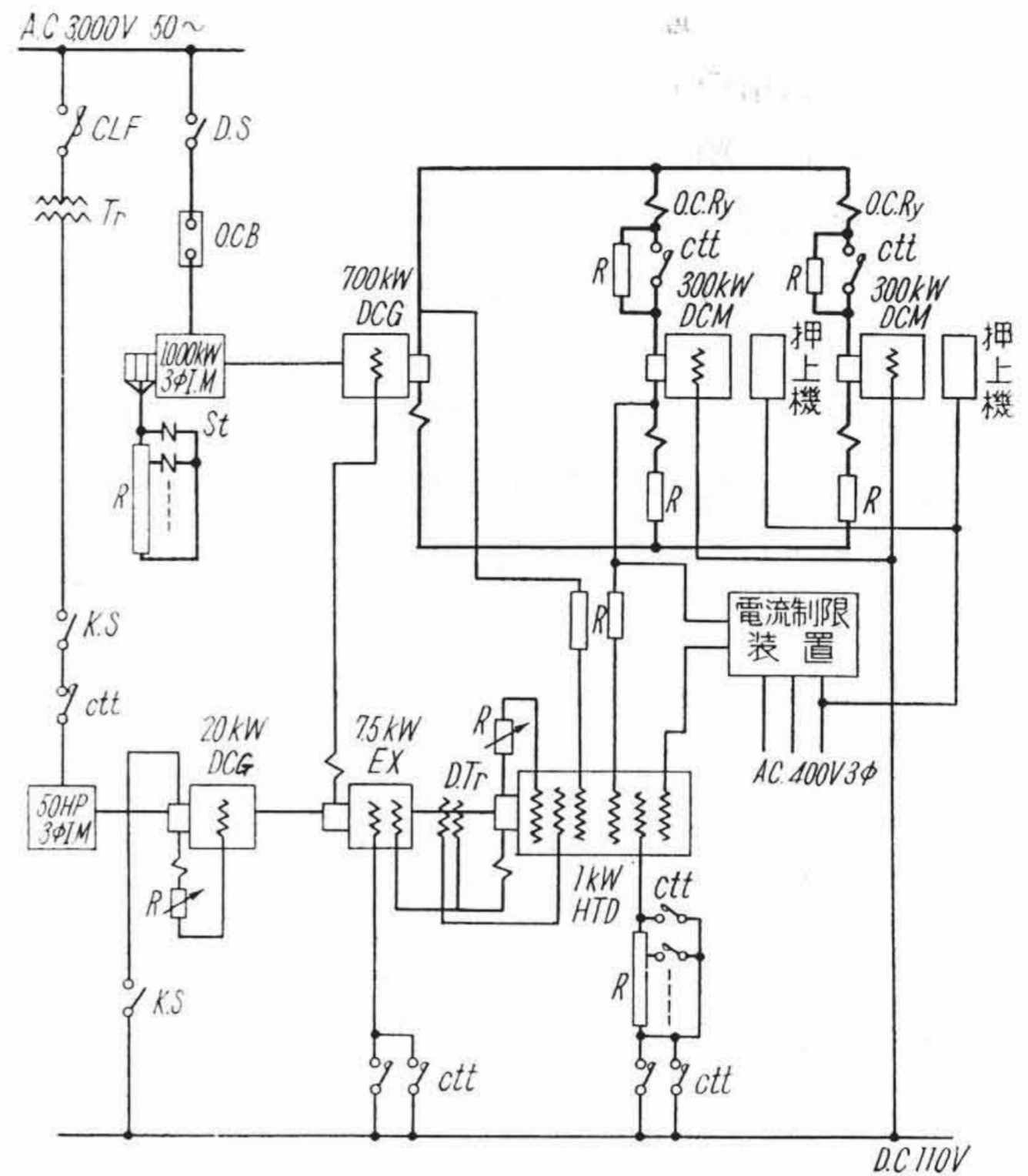
主電動発電機も他力通風方式にして別設置の送風機により通風冷却を行つている。第 5 図は主電動発電機を示す。発電機の界磁時定数は速応性の点で重要な影響を及ぼすので, 極力小さく設計され, また励磁機および回転増幅機 HTD の製作にはアナログ演算器による制御特性の解析結果と, 従来の実績を加味して十分な検討を行つた。

[IV] 制御方式と制御装置

(1) 巻 上

巻上はさきに説明した理由により HTD を用いたワードレオナード方式を採用し電圧制御による速度制御方式を採用した。巻上主回路接続を第 6 図に示す。

2 台の主電動機は直流電源より一定励磁され, 発電機は励磁機を通して HTD 制御される。HTD 制御界磁は直流母線より電動機速度制御用抵抗器を経て励磁されるもので発電機に電圧階段を与えるものである。第 1 の帰還界磁は発電機の電圧を負帰還している。第 2 の帰還界磁は発電機出力電流, すなわち負荷電流が一定値以上流れた場合, 電流制限装置の作用により帰還界磁巻線に電流が流れ HTD 出力電圧を急激に低下させ電動機の過負荷を防止する。第 3 の帰還界磁は負荷電流による主回路電圧降下を検出して電流が流れれば流れるほど発電機電圧を低下させ適当な垂下特性が与えられる。第 4 の帰還界磁には制御系の擾乱を防止する目的から乱調防止用変圧器が入つている。このようにすることによりトルクを自動的に調整しケーブルクレーンに過大な力が加わることなく, また主幹制御器を操作してノッチを急に進めて



- | | |
|------------------|-------------------|
| CLF : 限流可熔器 | I. M : 誘導電動機 |
| ctt : 接触器 | O.C.B. : 油入遮断器 |
| D. S. : 断路器 | O. C. Ry : 過電流継電器 |
| DCG : 直流発電機 | R : 抵抗器 |
| D. Tr : 乱調防止用変圧器 | Tr : 変圧器 |
| DCM : 直流電動機 | St : 起動器 |
| EX : 励磁機 | HTD : 回転増幅機 |
| K. S. : 双形開閉器 | |

第 6 図 巻上主回路接続図

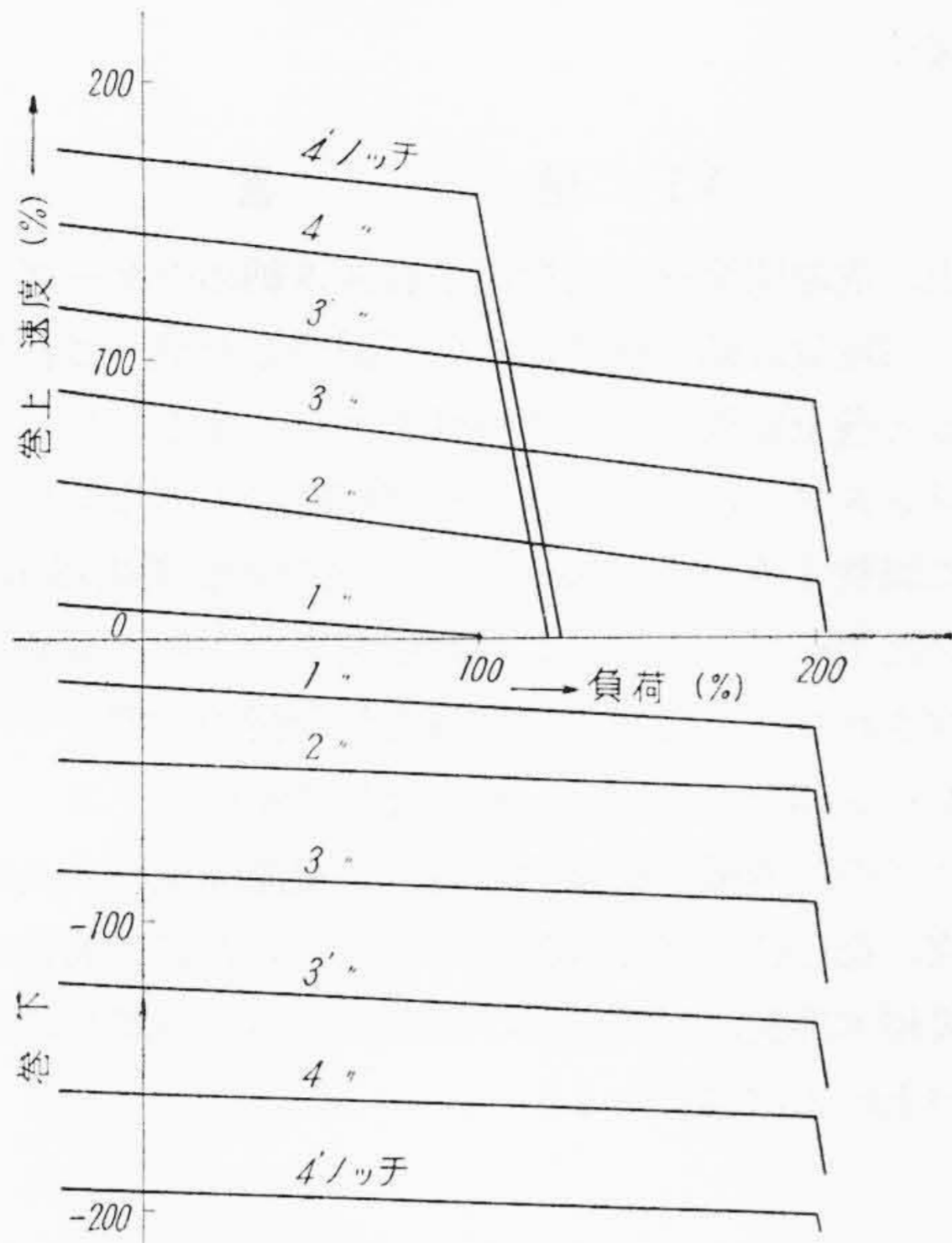
も大きな加速電流が流れず円滑なる加速ができる。

主幹制御器は 4 ノッチよりなり, 巻上第 1 ノッチは寸動運転, 第 2 ノッチは材料運搬, 第 3 ノッチは全負荷運転, 第 4 ノッチは空バケツ運転用である。第 1 ノッチの寸動運転は広範囲な負荷に対して一定低速運転が要求される関係から, 垂下特性を小にすることが必要である。また空バケツ運転は作業能率向上の点より, 高速であることが望ましい。このように各ノッチに対して適切な速度が得られるように設計されている。

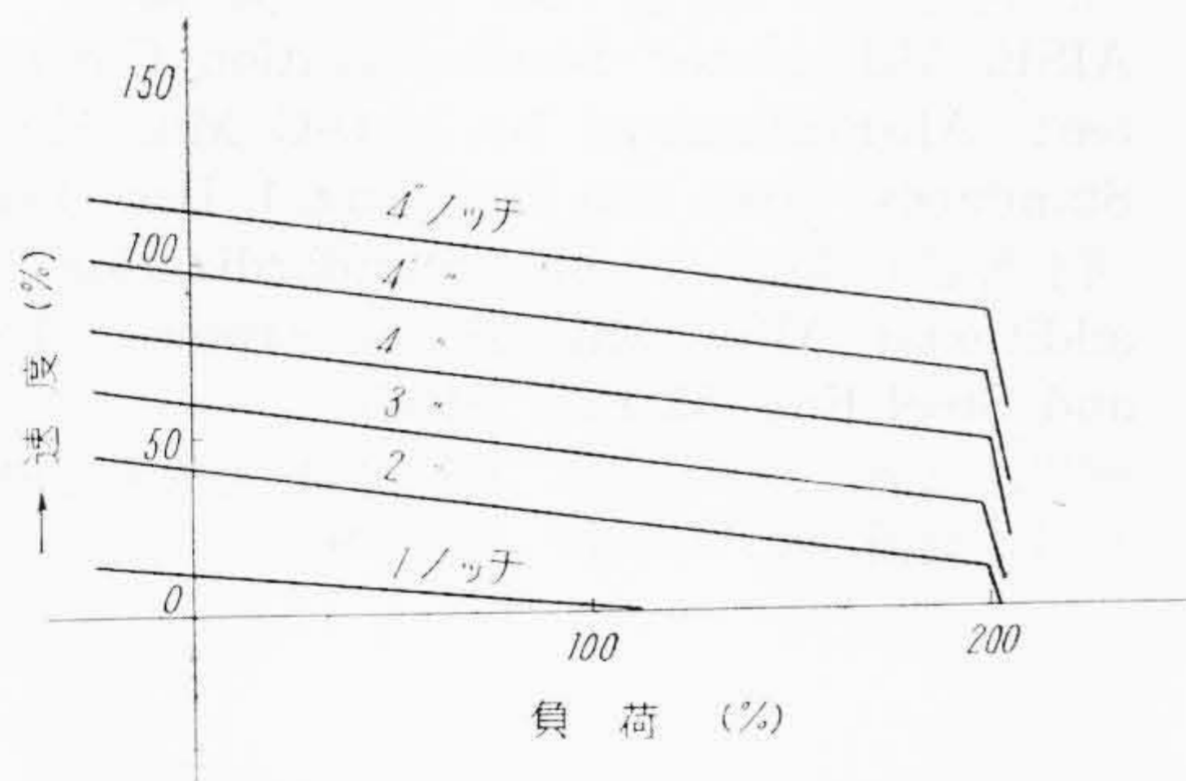
前述のように安全なる運転を行うために, 電流制限を行つているのであるが, これは主電動機速度の大なるほど, 制限値を小にすることが, 電動機より要求される。したがつて 4 ノッチにしたときには, 自動的に電流制限値を低い値に切り替えることにより電動機保護に万全を期している。

第 7 図は上記の点を考慮した巻上特性を示したものである。なお主幹制御器を 3 ノッチ, あるいは 4 ノッチにしたとき時限継電器により第 7 図中 3' ノッチあるいは 4' ノッチのような特性が自動的に得られ加速を円滑にしている。

運転は運転室, 機械室のどちらでも行える。主幹制御器を運転ノッチに入れば押上機はゆるみ電動機は主幹



第7図 巻上特性



第8図 横行特性

制御器ノッチに応じた速度まで回転して荷を運ぶ。

(2) 横行および走行

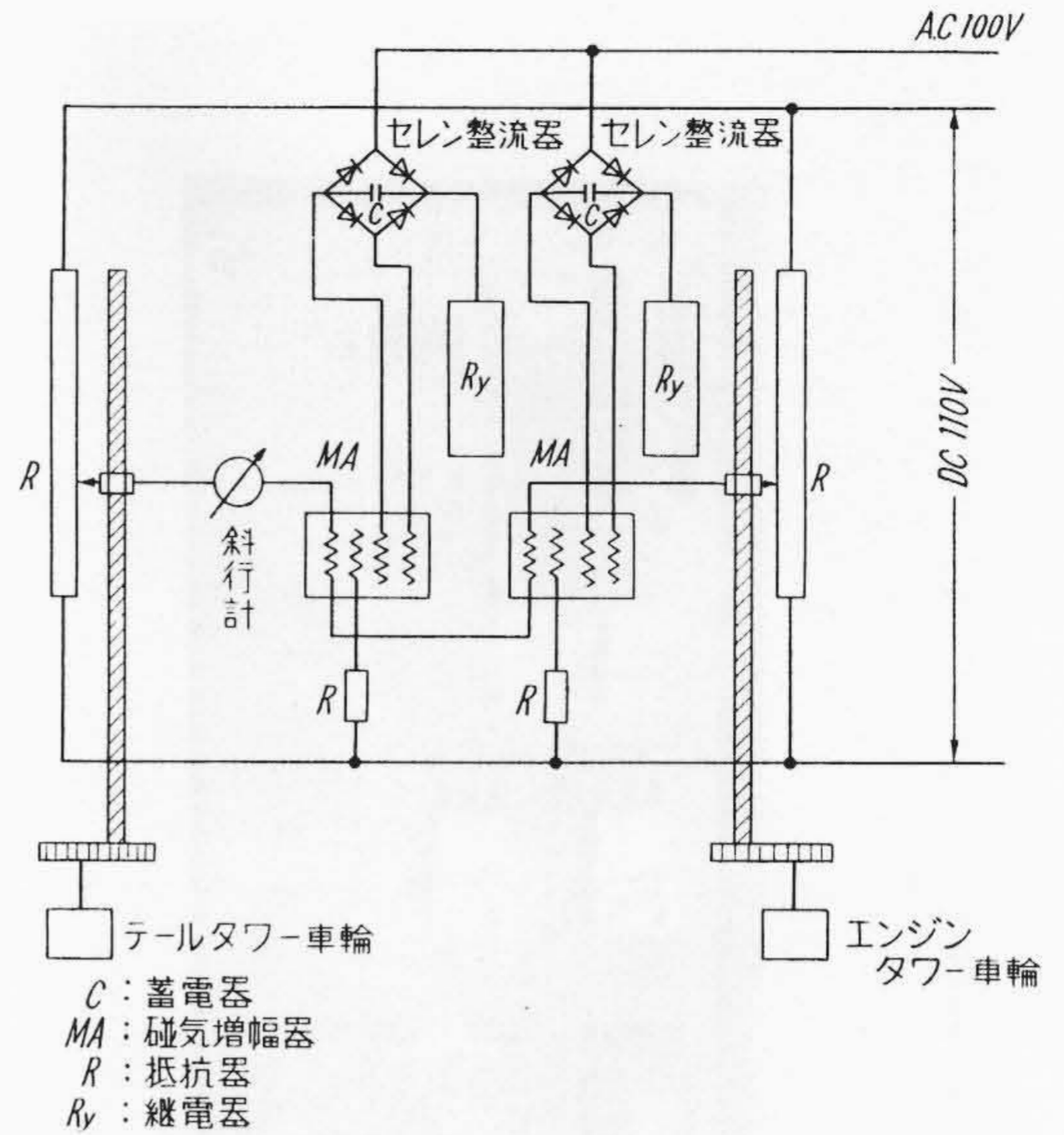
横行は負荷変動が大きいので HTD にわずかな垂下特性をもたせたワードレオナード方式を採用している。巻上と同様、主幹制御器を1～4ノッチに入れることにより HTD 制御界磁電流を調整して第8図に示すような横行特性をもたせている。

走行は従来のケーブルクレーンと同様にエンジンタワー、テールタワー共に低圧誘導電動機にて駆動される。切替器によりエンジンタワー、テールタワーの単独走行、同時走行が可能である。

(3) 保護装置

運転中になんらかの異常現象が起つた場合に対する保護は十分にしておかなければならない。下記の場合は押上機が動作して電動機は停止する。

- (1) 過負荷のとき
- (2) 電動機界磁電流がある値以下になつたとき



第9図 斜行補正装置接続図

- (3) 非常停止用開閉器を開いたとき
 - (4) 巻下時 120%以上の速度になつたとき
 - (5) 過巻上、過巻下、過横行、過走行したとき
- 調整その他のため特に過巻上、過巻下、過横行運転をしたいときは足踏開閉器により運転することができる。

[V] 付属設備

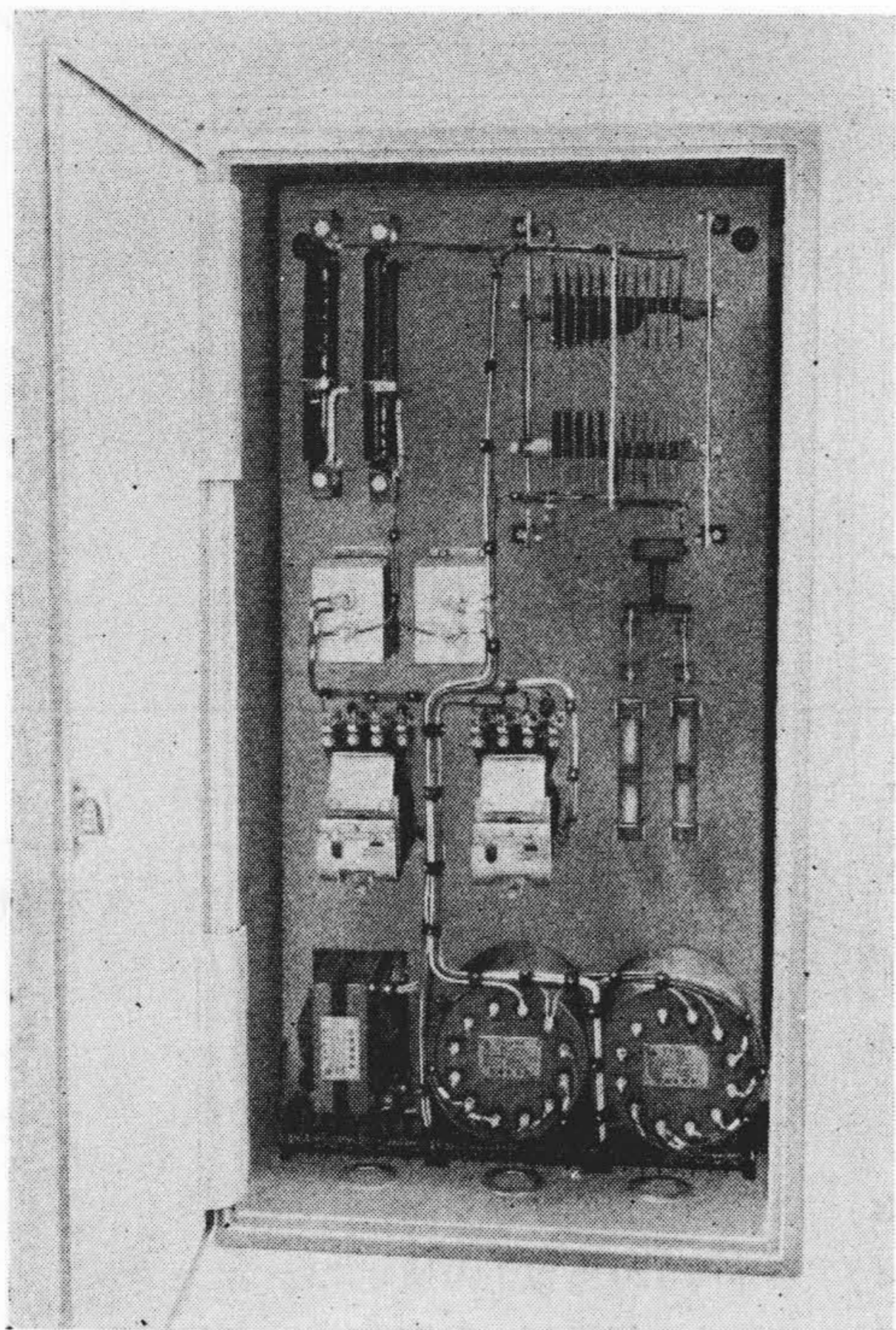
ケーブルクレーンは運転範囲が広く、しかも山間の谷間に設けられることが多いので運転室からエンジンタワー、テールタワー、コンクリート打設点、コンクリートミキサーなどにおける作業状況やバケツの位置を見ながら運転することができない場合が多い。このような状態では十分な作業能率をあげることができないので下記のような設備を設けて操作を便ならしめるとともに能率の向上を図っている。

(1) 斜行補正装置

エンジンタワーとテールタワーとが、まちまちに走行すれば両塔間に張られたロープに過大な張力を発生するおそれがある。両塔間の走行に差が生じたとき、これを自動的に補正するのが本装置である。本装置は第9図に示すように摺動抵抗器の摺動子が両塔の走行車軸により駆動されエンジンタワー、テールタワー間に走行距離の差が生ずると差電圧が生じ、磁気増幅器の制御巻線に電流が流れ継電器を動作させて過走行側の塔駆動用誘導電動機を停止させ斜行を自動的に補正する。補正完了後はもとの状態に自動的に復帰して走行を続ける。第10図は斜行補正装置の内部を示したものである。

(2) バケツ位置表示

バケツの高さと横行位置とを運転者に示すために巻上



第 10 図 斜行補正装置内部

および横行のドラム回転により、セルシンを動作させて位置を表示するような装置である。また運転者、作業場、塔間の連絡のためにインターホーンを設け作業能率の向

上を図っている。

[VI] 結 言

以上、電源開発株式会社田子倉ダム納めのケーブルクレーン用電気設備の概要について説明したが、これを要約すると巻上電動機の垂下特性を著しく小さくし、またエンジンタワー、テールタワー運転時に生ずる斜行を自動的に調整する方式を採用し、従来の回転増幅器 HTD を用いたケーブルクレーンの運転能率をさらに高めるべく製作されたことである。本報告が今後の大容量ケーブルクレーン開発の一つの資料になれば幸いである。

終りにのぞみ種々御協力を賜った電源開発株式会社関係各位、ならびに終始御指導をいただいた日立製作所日立工場稲木部長、泉副部長、田附、桧垣、両課長に厚く御礼申上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 高根, 立石: 日立評論 電動力応用特集号 別冊 No. 8 35 (昭 29)
- (2) 西, 角村: 日立評論 36, 1109 (昭 29)
- (3) AISE. Mill Motor Standardization Committee: AISE-Standard No.1. D-C Mill Motor Standards. Iron and Steel Eng. 1. Dec (1947)
- (4) 同上著者: Report on Standardization of additional AISE Mill Motor Frames. Iron and Steel Eng. 55 Fed (1956)
- (5) 前川, 三浦, 藤木, 西: 日立評論 電動力応用特集号 別冊 No. 8. 137 (昭 29)

日 立
Vol. 19 No. 12

目 次

- ◎電 気 と 僕
- ◎し き も の の 歴 史
- ◎冷 蔵 庫 よ も や ま 話
- ◎シ ョ ー ル ル ーム (カ ラ ー ラ ンプ)
- ◎新 し い 色 彩 照 明
- ◎小 都 市 の 簡 易 水 道 備
- ◎新 し い 照 明 設 備
- ◎明日への道標 (大阪造船の 3,200 HP 圧延機)
- ◎日 立 だ よ り
- ◎甲 型 警 備 艦 “し き な み” の 晴 れ 姿

誌 代 1 冊 円 60 (〒16)

発行所 日立評論社
東京都千代田区丸ノ内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の1
振替口座 東京 20018 番

日 立 造 船 技 報
Vol. 18 No. 4

目 次

- ◎船用熱交換器の圧力降下について
- ◎小形掃海艇の船体応力およびたわみの測定
- ◎アーク・エア・ガウジングの基礎実験
- ◎デリックブームの設計法について
- ◎330 トン型まぐろ漁船の冷凍設備の比較
- ◎軸馬力計の改良に関する研究
- ◎モノポールマシンについて
- ◎製 品 紹 介
- ◎特 許 ・ 新 案 紹 介
- ◎日立造船技報総目次 (昭和 32 年度)

本誌につきましての御照会は下記発行所へ御願致します。

日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町60