

5 t 張 殻 構 造 ふ 頭 ク レ ーン

5 t Shell Structure Type Wharf Crane

川 勝 康*
Yasushi Kawakatsu

内 容 梗 概

港湾整備の進展にともなって各地のふ頭に雑貨荷役の近代化計画がみられるようになり、高能率のふ頭クレーンの出現が期待されている。

日立製作所が今回試作したふ頭クレーンは、運輸省の港湾整備計画による輸出専用ふ頭を想定して設計されたもので、機体はスマートな張殻構造とし、巻上速度は高能率を発揮できるように3段に変速され、旋回装置にはボールレース方式を採用するなど、多くの特長および新しい試みを実施されている。

1. 緒 言

わが国のふ頭における石炭・鉄石などのばら物の荷役設備は欧米のそれに比べてその色がないほどに発達しているが、輸出品の70%を占める雑貨の荷役設備に至っては、残念ながらほとんど見るべきものがない。

参考のため欧米の、ふ頭における雑貨荷役の現状を述べる。

欧州の港はほとんどが河口港で、その河岸に河筋に平行または斜めにドックを掘り、その周辺に基礎の強固なけい船岸壁を築造してあり、岸壁の直後にこれに平行な鉄道引込線を有し、上屋および倉庫も岸壁に近くこれに平行に設けられているものが多い。

滞船日数についての港間の競争が激しく“早い港”とするために斬新な高能率のふ頭クレーンが林立して船、貨車、上屋または倉庫との間の荷役作業を行っている。

貨物の年間取扱量はロッテルダムが 70,000,000 t、ロンドンが 50,000,000 t、アントワープが 40,000,000 t で、いずれもふ頭1バースにつき5～6台のふ頭クレーンを配置している。

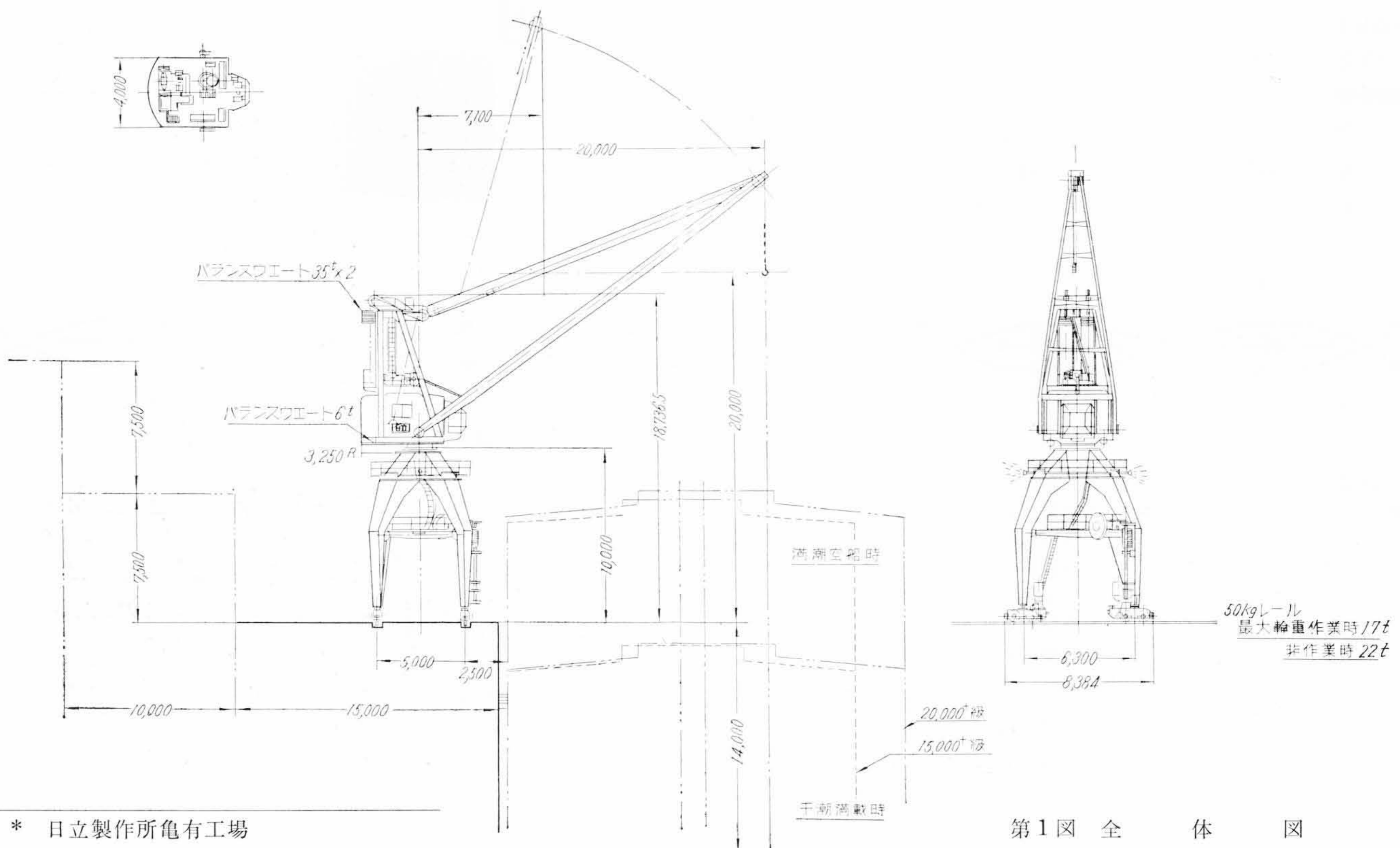
ハンブルグ港は年間取扱量は 30,000,000 t であるが、1バースにつき7～8台のふ頭クレーンを配置し30mに1台の割合になっている。

アメリカの港は岸から垂直に突出した突堤が多いからその幅が制限され、また基礎の強度上クレーンを設けることが困難なためふ頭クレーンはほとんど使用されないで荷役は主として船のデリックによって行われている。

ふ頭上には倉庫はおかず上屋だけが設けられ船のデリックを補助するカーゴマストが備えられている。

荷役の方法はバートニング (Burtoring) 法と呼ばれ、船のデリックによる荷役および船のデリックとふ頭のカーゴマストによる荷役が行われている。この方法でも熟練すれば作業回数が60回/時に達した例も報告されているが、荷役範囲が一直線上に限定されるために非能率で、アメリカの船会社でも不満が多く、10～15年おくりしていると非難しており、船上およびふ頭のクレーンについて種々研究されているのが現状である。

わが国のふ頭で行われている雑貨荷役は多くの場合積込陸揚とも



* 日立製作所亀有工場

第1図 全 体 図

本船とふ頭との直接荷役ではなく、はしけに一度積み替えてのち、はしけから積込みまたは陸揚げする方式が採用されている。

荷役機械は本船のデリックとはしけを対象にした小形のクレーンによって行われている。

わが国のふ頭の雑貨荷役を近代化するためには高能率のふ頭クレーンを配置して本船とふ頭との直接荷役を行わねばならないが、既設のふ頭のエプロンは幅が狭く基礎の強度も十分でないためふ頭クレーンを設置することはむずかしいことが多いゆえ、少なくとも今後新設されるふ頭にはふ頭クレーンを設置できるように計画されなければならないであろう。さいわい運輸省の港湾整備計画も実現される段階となり、横浜、神戸、大阪、名古屋、下関、門司などに輸出専用ふ頭を新設するほか各地に雑貨頭ふを整備し全国に約 160 台のふ頭クレーンが設けられる予定で、これに伴い民間のふ頭新設計画も各地にみられるようになった。

日立製作所では、かねてからふ頭クレーンについて研究中であったが、多年にわたるクレーンおよび電気品の製作経験を基にし、運輸省の輸出専用埠頭をも考慮に入れて高能率でスマートな張殻構造の埠頭クレーンを、このほど同社亀有工場において試作完成したので以下これについて説明する。

2. ふ頭クレーンの特質

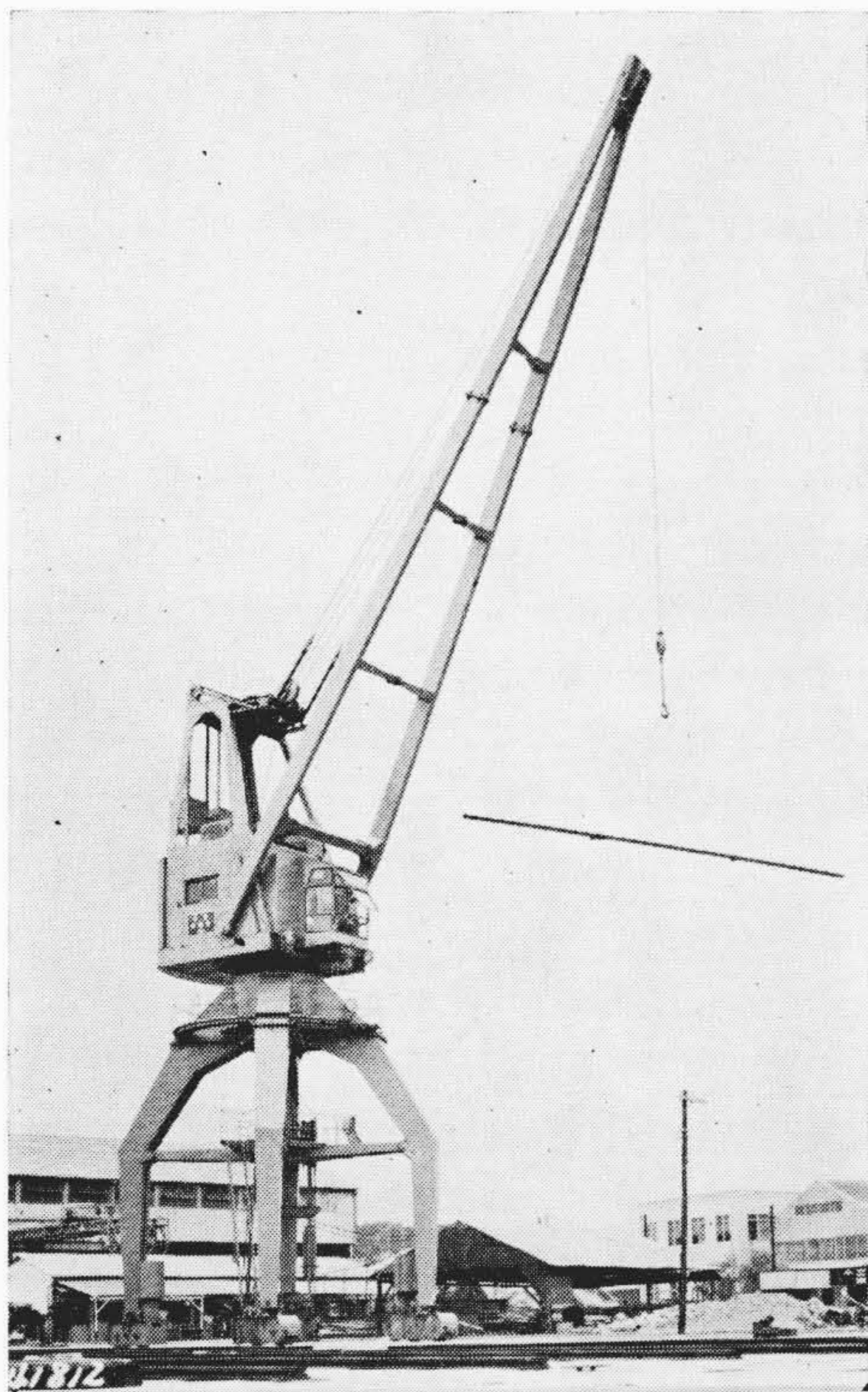
ふ頭の雑貨荷役クレーンの備えるべき条件は次のとおりである。

(1) 荷役能力が大きいこと

ふ頭クレーンの荷役能力は待時間を除いた理論的な計算による作業回数で 60 回/時くらいが普通とされている。このため無荷重および軽荷重のときには巻上速度を高速にできるクレーンが望ましい。

(2) 多数のクレーンが接近して同時作業ができること

埠頭クレーンの能力には限界があるから、荷役の能率を増進するためには 1 ハッチに 2 台以上のクレーンを配置せねばならない。このため引込みクレーンを採用し、その旋回体の後部半径および走行体の広がりをお小さくしなければならない。



第2図 5 t 張 殻 構 造 ふ 頭 ク レ ー ン

(3) 荷役範囲が大きくかつふ頭の交通を妨害しないこと

ふ頭クレーンの荷役範囲はハッチから上屋まで荷役可能なものが望ましくまたクレーンの存在によってふ頭の交通を妨害し貨物の流れを乱してはならない。

(4) 信頼性に富み保守点検の容易なこと

クレーンの故障は滞船日数に影響するので信頼性に富み点検給油修理などが楽に早くできなければならない。

(5) 製作費が安いこと

ふ頭クレーンは構造が簡単で必要最小限度の装備をもち機体が軽く価格が安く、さらに基礎工事費の少なくてすむものでなければならない。

(6) 取扱いが容易なこと

各地に普及して荷役能率を上げるためには取扱いが容易でなければならない。

今回試作したふ頭クレーンは上記の条件を備えた高能率機である。

3. 輸出専用ふ頭の構想

運輸省の港湾整備計画により輸出専用ふ頭が横浜、名古屋、大阪、神戸、下関、門司に合計 20 バースが新設される。それには次のような案も考えられているようである。

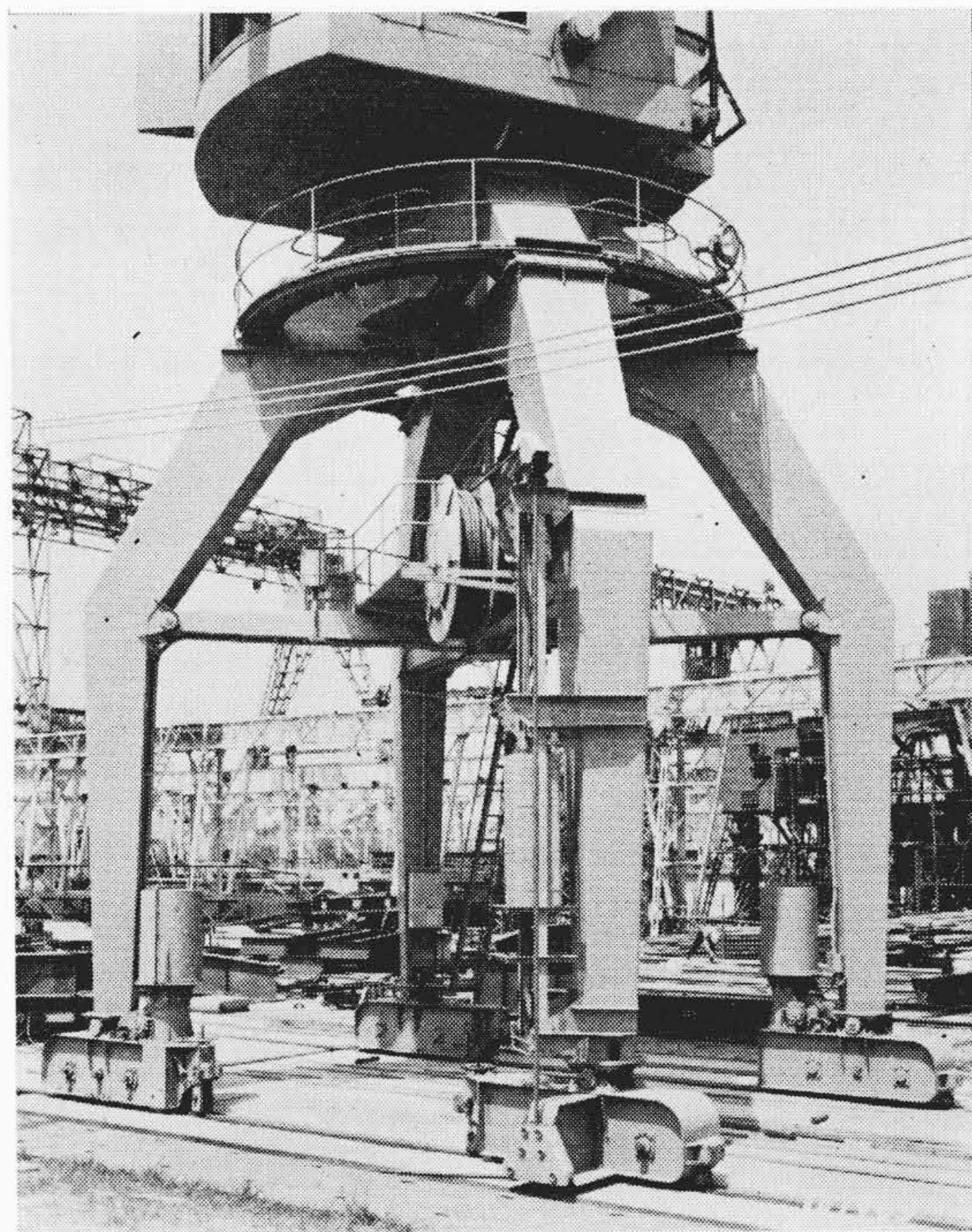
その断面は第 1 図に示してあるが対象船舶は 20,000 t 級までで、1 バースの長さは 200m 幅 150m である。エプロンの幅は 15m でエプロン上には鉄道線路は敷設されず、荷役はふ頭クレーン、ホークリフトトラック、トラックおよびポータブルコンベヤなどで行われる。

上屋の 1 階は輸入に、2 階は輸出に用いられ、トラックは 2 階にも乗入れられる。2 階の高さは 7.5m 幅 10m、3 階の高さは 15m である。

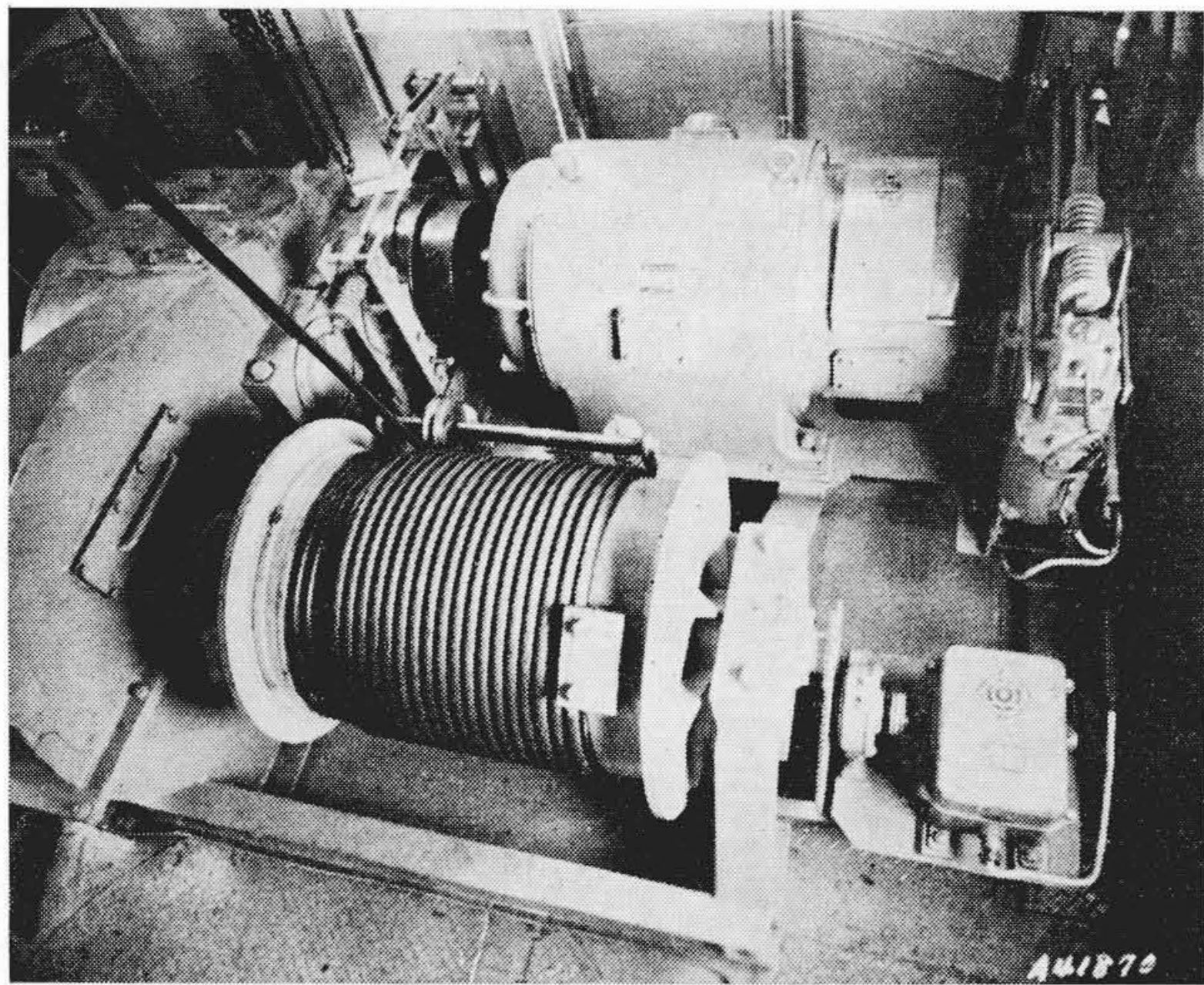
ふ頭クレーンは 1 バースに 4 台または 2 バースに 7 台を基準とし、クレーン能力は最高 120 t/h、平均 60 t/h で年間取扱量は 250,000~260,000 t である。

4. 5 t 張殻構造ふ頭クレーンの仕様と構造

今回試作した 5 t ふ頭クレーンの仕様は次のとおりである。



第3図 走 行 体



第 4 図 巻 上 装 置

巻上荷重	5 t
試験荷重	6 t
旋回半径	最大 20m, 最小 7.1m
揚 程	走行軌条面上 20m, 下 14m
径 間	5 m
速度および電動機容量	
巻上荷重	1.5 t のとき 100 m/min
	3 t のとき 50 m/min 36 kW
	5 t のとき 30 m/min
引 込 み	40 m/min 7.5 kW
旋 回	1.5 r/min 7.5 kW
走 行	30 m/min 7.5 kW × 2
レールクランプ, アンカー, 手動各 2 組	
走行軌条	50 kg
集 電	ケーブル巻取式, 巻取長 50m
電 源	400/440V

構造は第 1 図のとおりである。

形式はいわゆるトブリス形で巻上ロープは巻胴よりクレーン頂部シーブを経てブーム先端シーブに至りこれよりふたたびクレーン頂部シーブにもどりさらにブーム先端シーブに折返しフックに至る。

ブームが最大半径より引込むにしたがい、ブーム先端とクレーン頂部との間の巻上ロープの長さが短縮され、この分だけロープがさがらため荷重は水平に移動するように設計されている。

この形式は構造簡単で重量軽く後部半径が小さく最も経済的である。

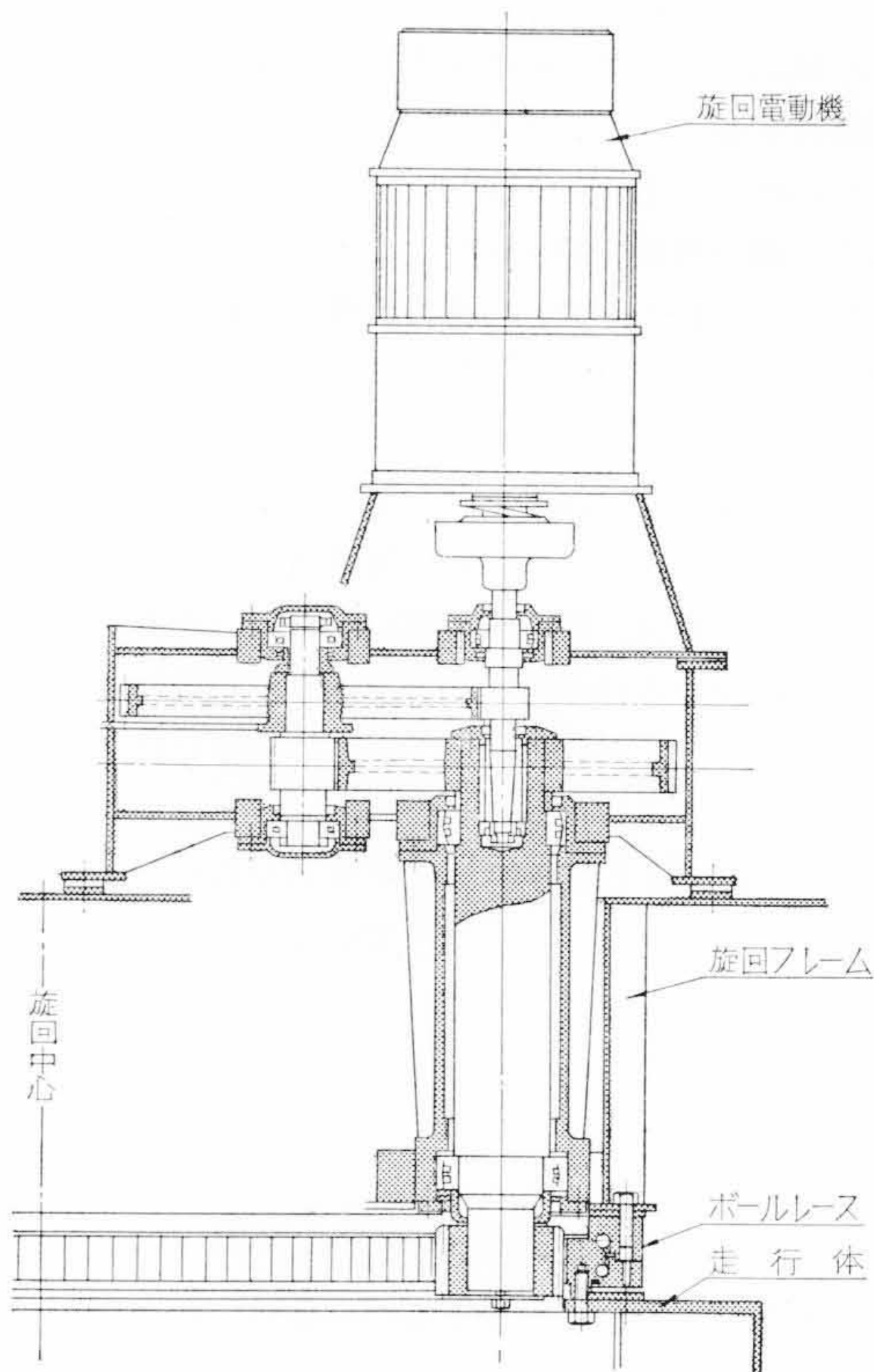
旋回半径は 20,000 t 級の船舶を対象として上屋との直接荷役が可能のように走行軌条面上 20m とした。

5. 特 長

本機は種々のすぐれた特長をもっているがそのうちのおもなものについて述べる。

5.1 鉄構部分—張殻構造の採用

本機の鉄構部分は薄鋼板の溶接構造である。走行門形の支柱は、補強材で補強された薄鋼板より成る中空箱形断面でプレスおよび溶接作業により製作され旋回体をささえる円筒部分に対角に連なり門形を形成している。門形の支柱の中間点には互に対角の支柱を結ぶつなぎ部材がピン継手によって結合され、支柱の曲げモーメントを減少し、垂直荷重による門形の水平方向の開きを少なくし、かつ現地据付けを容易にしている。



第 5 図 旋 回 装 置 説 明 図

ブームの支柱は補強材で補強された薄鋼板より成る中空箱形断面で横のつなぎ部材とともにラーメン構造を形成し横方向の水平力をささえている。いずれもプレスと溶接作業により製作されている。

補強材で補強された薄板を用いて中空箱形断面を構成する構造は、航空機の機体の構造より発達したもので張殻構造と呼ばれる。張殻構造には次の特長がある。

- (1) 部材の全断面が荷重に対して有効に働く合理的な構造であるからトラス構造のように荷重を受ける部材と補助部材が別々にならず、したがって機体の重量は軽くなる。
- (2) トラス構造ではちりや湿気が集って節点に腐食が生じやすいが、張殻構造は表面がなめらかで中空断面であるから腐食も少なく外観がスマートである。
- (3) 表面が平滑で表面積が小さいので塗装も容易で塗料も節約され、風圧も小さい。
- (4) 接合部分が少ないので組立て据付けが楽である。

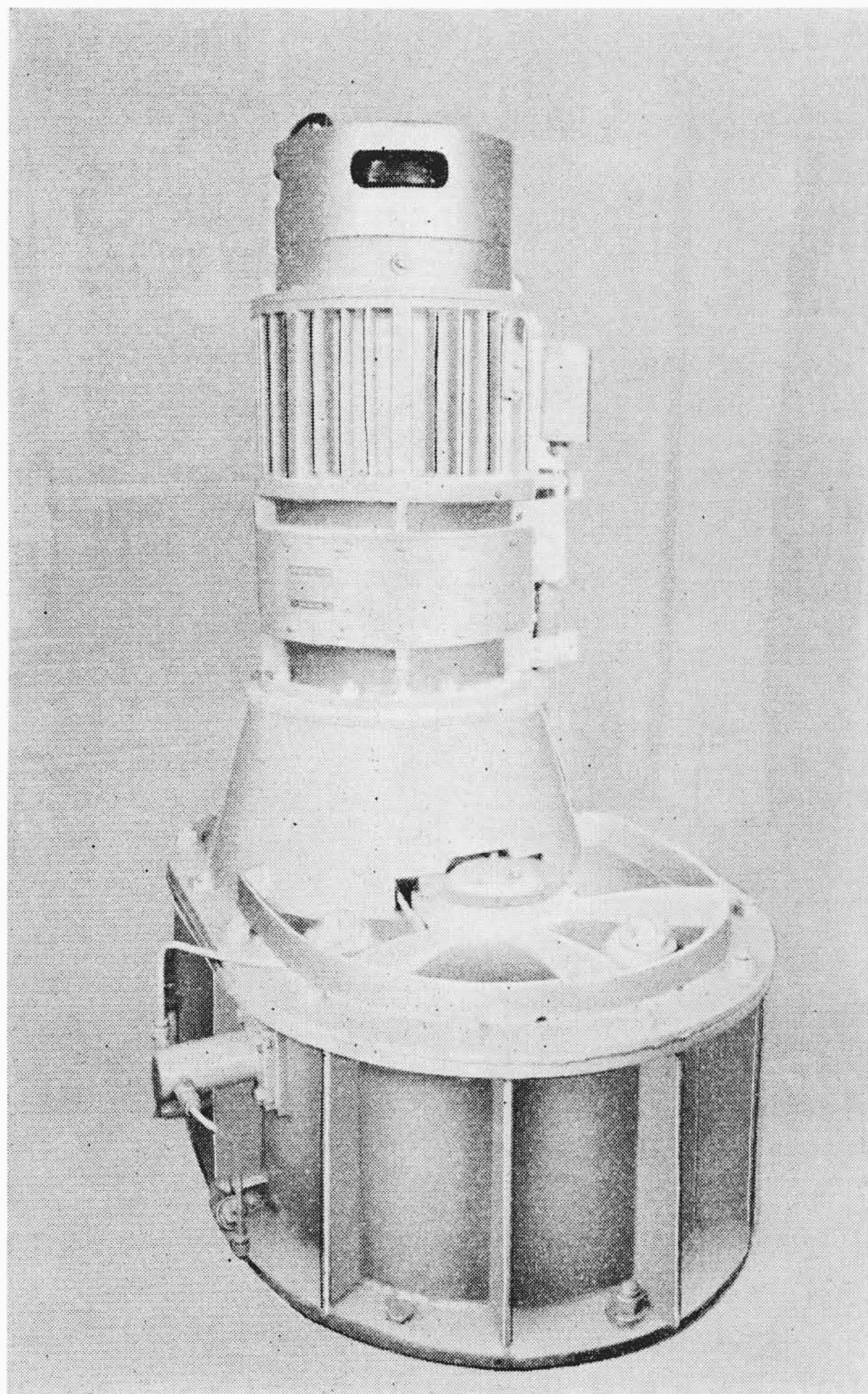
5.2 巻上げ装置—3 段変速の採用

第 4 図は本機の巻上装置を示す。減速装置のうち 1 段目は高低速切換歯車で手動クラッチにより切換え可能である。CF 制御のための CF ブレーキと荷重を保持するための電磁ブレーキを併用し、ロープは 1 本とし回転を防ぐためノンローテイティングロープを採用している。フックには JIS 船用フックを採用し、玉掛しやすく船のハッチに引かからぬ構造とした。

クレーンの能率化は運転に支障のない限り高速化することにより達成されるのが一般であるが、ふ頭クレーンにおいては特に取扱物の大小軽重種々のものを扱う関係上各動作は円滑でなければならない。

本機では巻上装置の速度制御に特に検討を加え、軽荷重およびフック荷重の際の速度をきわめて高速化し作業能率の向上を計った。

これらの速度の選定にあたっては加速時間、巻上距離ならびに各地のふ頭における実際作業の状況、船舶に備えてあるデリックウイ



第6図 旋 回 装 置

ンチの仕様などを十分比較検討した結果次のように決定した。

巻上速度は電流の大きさにより荷重を検出して自動的に極数変換によりフック荷重より1.5 tまでの荷重のとき100 m/min, 1.5 t～3 t荷重のとき50 m/minとし, 着床時はCF制御により約15 m/minまで低速運転が可能のように設計されている。

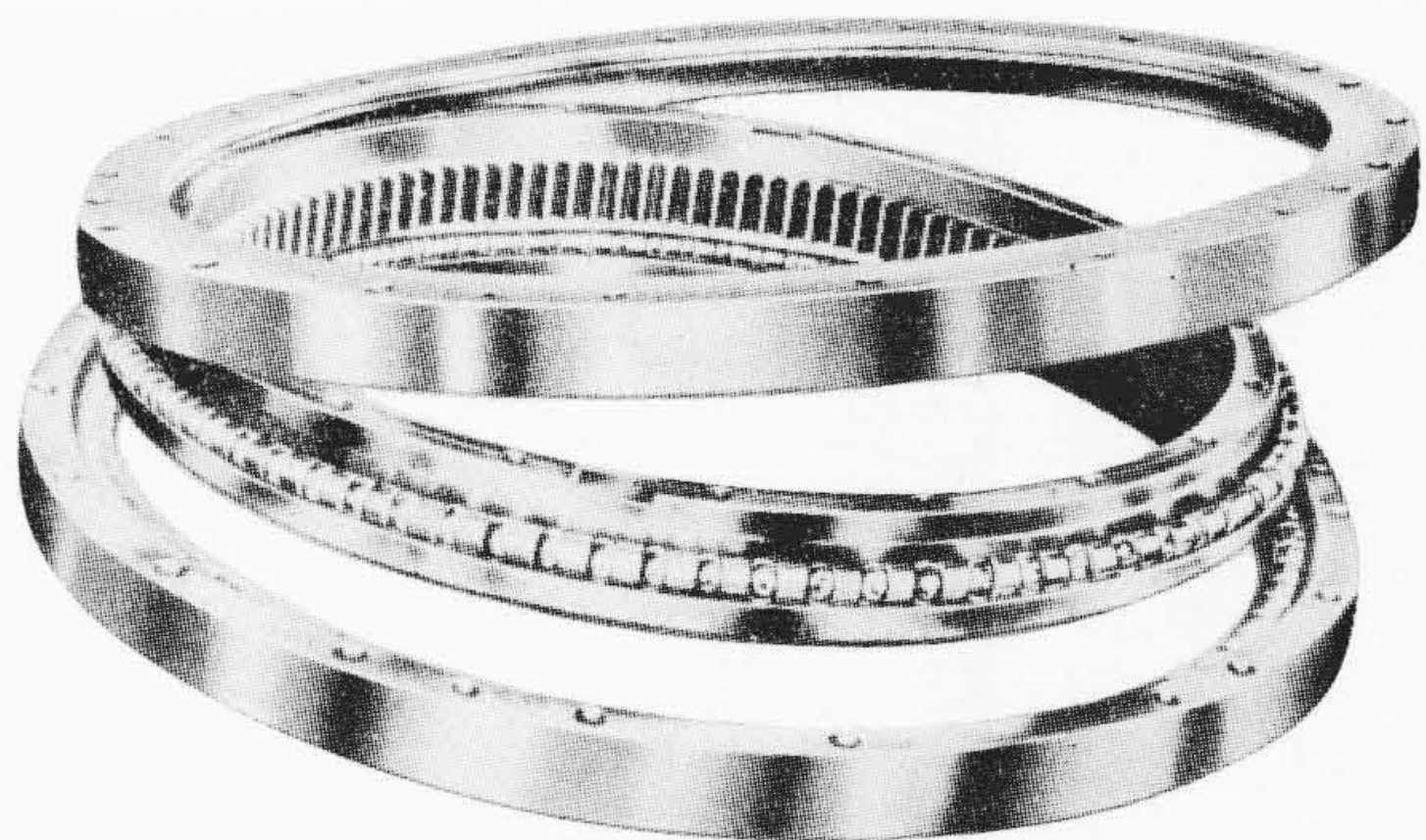
この3種の速度は制御器により任意に得られるとともに電動機の電流を検出して速度の切換えと連動させてあるので電動機の過負荷は自動的に防止されるようになっている。以上の運転は3 t以下についての場合であるが3～5 tの荷重を扱う場合には取扱い回数も少ないので歯車減速装置を手動クラッチによって切換えて30 m/minとして運転できるようになっている。

上屋の2階から20,000 t級の本船に巻上げおよび旋回運動によって積み込むときに荷重2 tのとき計算上120 t/hの能力を出すことができる。

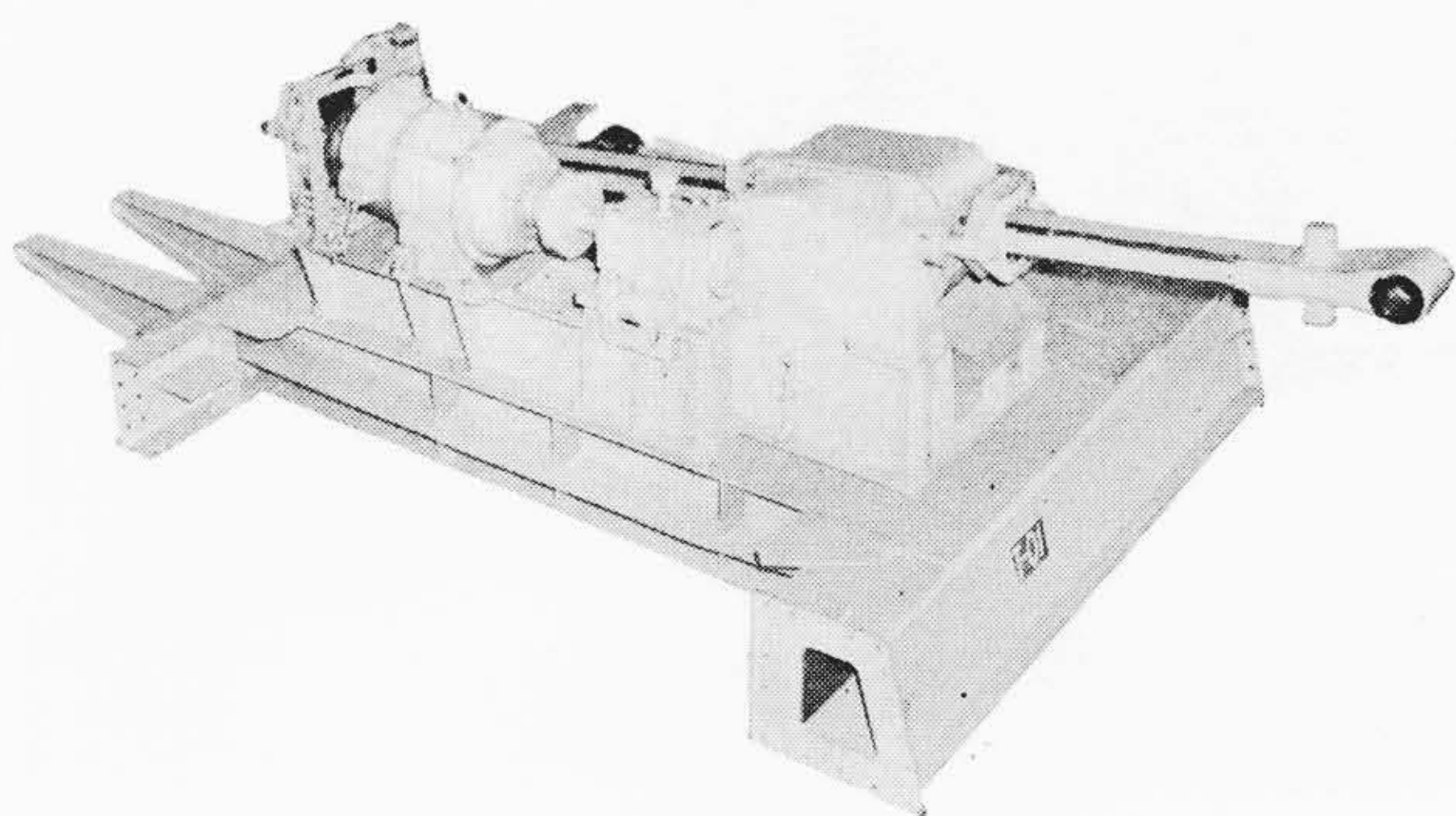
5.3 旋回装置—ボールレース方式の採用

第5図は旋回装置の説明図である。旋回装置は立形電動機を採用してコンパクトな構造とし平歯車減速で効率良く, 暴風時にブームが風下に流されるよう逆転可能としてある。また電動機軸にはフリクションカップリングを備えてブームが船のマストと衝突したときなどの安全をはかっている。

旋回装置はボールレース方式でインナレースは走行体に固定されその内側にはインタナलगヤが切ってある。アウトレースは上下の二部分にわかれ, これが植込みボルトで一体になり旋回体に固定されている。インナレースとアウトレースの間には大小のボールが各1列ならんでいて垂直下方荷重は上列のボールによってささえられ,



第7図 ボ ー ル レ ー ス



第8図 引 込 み 装 置

上向荷重は下列のボールによってささえられている。

旋回体は最終段のピニオンがインタナलगヤとかみ合って旋回するようになっている。

ボールレース方式の特長は次のとおりである。

(1) ボールレースは垂直荷重のほかに転倒モーメントもささえることができるので, 旋回体の重心がボールレースの直径の外に出てもよく, ボールレース直径も比較的小さくてすむので旋回体の後部半径が小さくなり, 多数のクレーンが接近して同時作業ができる。またクレーンの旋回中心を岸壁に近寄らせてクレーンの旋回半径を小さくし, またエプロン上の作業範囲を広くすることができる。

(2) ボールレースに加わる荷重は従来の旋回車輪のとおりに集中荷重とならず分布荷重となるので張殻構造に適し機体重量を軽くすることができる。

(3) 旋回抵抗も旋回車輪方式のときよりも著しく小さく寿命もながい。

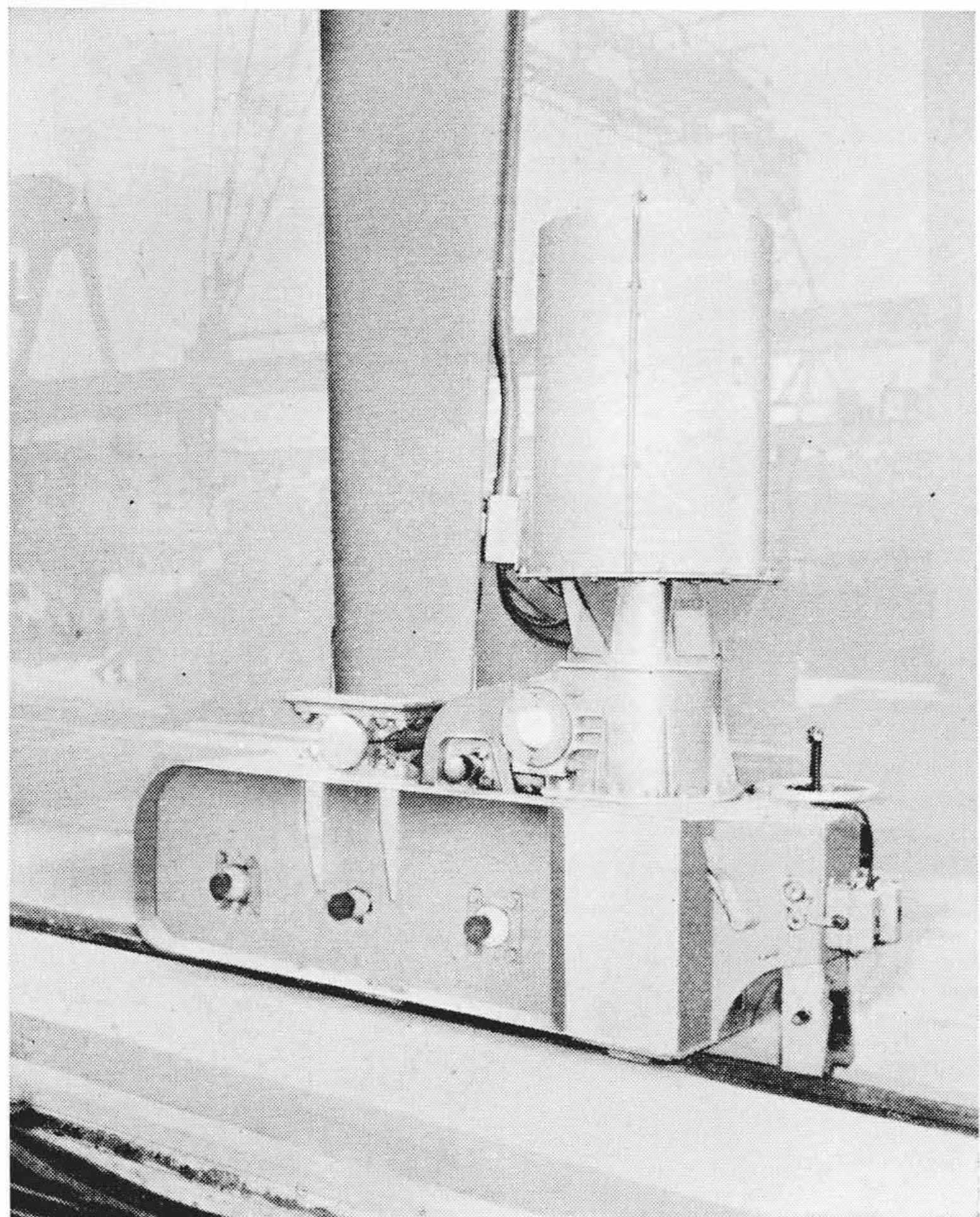
(4) センタポストが必要でないため旋回体への昇降はしごは機体中心に設けることができ, 一たんはしごに上ればクレーンの旋回中でも危険なく昇降できる。

5.4 引込み装置—CF制御の採用

第8図のとおりに1本のラックギヤとピニオンとの組み合わせによりブームの引込みを行うので衝撃が少なく円滑である。起動停止の際には自動的にCF制御が働いて低速になり荷重の振れを少なくしている。

安全装置としては電動機軸にフリクションカップリングを備えてブームが船のマストに引かかったときに運動を停止し, 両端では制限開閉器とともに強力なスプリングバファを設けて衝突エネルギーを吸収している。

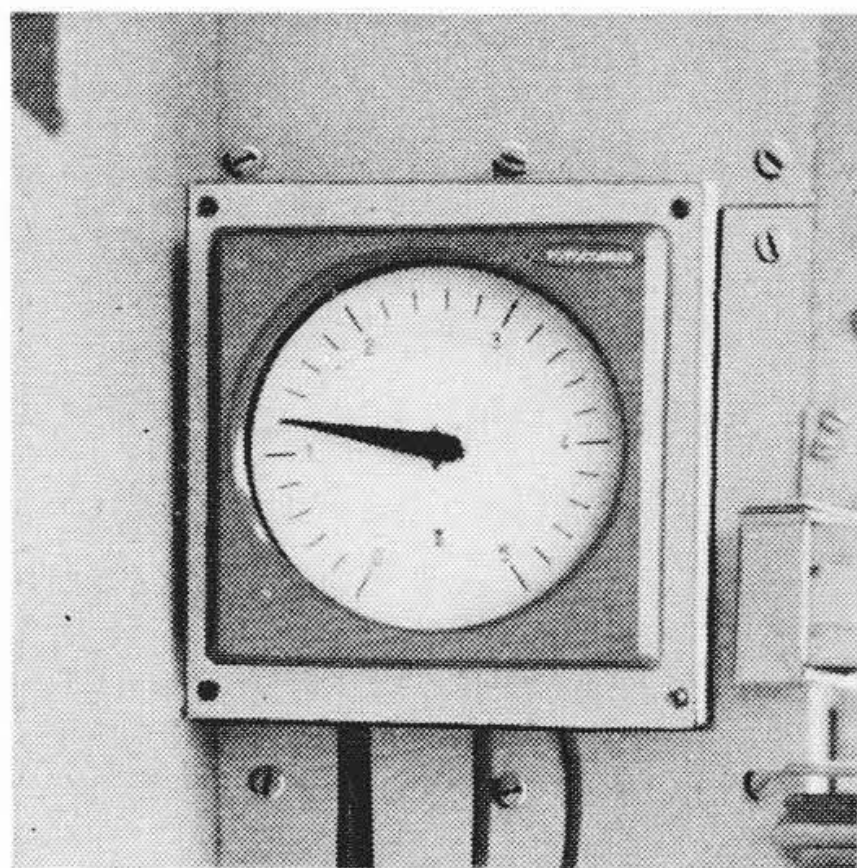
引込み装置の所要動力を少なくするために, ブームの先端よりロープをAフレーム頂部前側のシーブおよび後側のシーブを経て掛け末端に平衡重錘をつるしている。



第 9 図 走 行 装 置



第 10 図 運 転 室



第 11 図 荷 重 計

平衡重錘のロープはブームの先端より A フレーム頂部後側のシーブに掛ける例が多く、このときはブームが最小半径に引込んだときに平衡重錘が勝ち過ぎる欠点があるが、本機の掛け方を採用すれば簡単にこの欠点が除かれる。重錘のロープは末端の部分だけが常にシーブで屈曲されているためこの部分が摩耗することになるが、本機ではこの部分にロープジョイントを設けて鎖を採用してこの部分の寿命をながくしている。

5.5 走行装置—立形電動機の採用

第 9 図のとおり立形電動機よりウォーム歯車を経て平歯車減速により車輪を駆動するコンパクトな構造であるから門形内が広くなりホークリフトなどの通過に便利である。電動機は 2 台としブームの向きによる輪重の変化によるすべりを防ぐため対角に配置してある。

ふ頭では陸側の走行軌条の上をホークリフトトラック類が通過することが多いので陸側の走行軌条の上面を基礎面と一致させ軌条と基礎とのすき間を少なくするため、陸側の車輪はフランジのない円筒形とし手動レールクランプも海側だけに 2 組設けてある。

ブレーキは動作が確実で故障の少ないコーン形の電磁ブレーキを備え、暴風時の逸走を防ぐため陸側海側に各 1 組の手動アンカーを

設け簡単な受台で受けている。アンカーおよびレールクランプは走行装置と電氣的にインタロックされている。

5.6 運 転 操 作

運転室は第 10 図のように視界の広い構造としユニバーサルハンドル付コントローラを設けて 2 本のハンドルによりすべての操作を行うことができる。

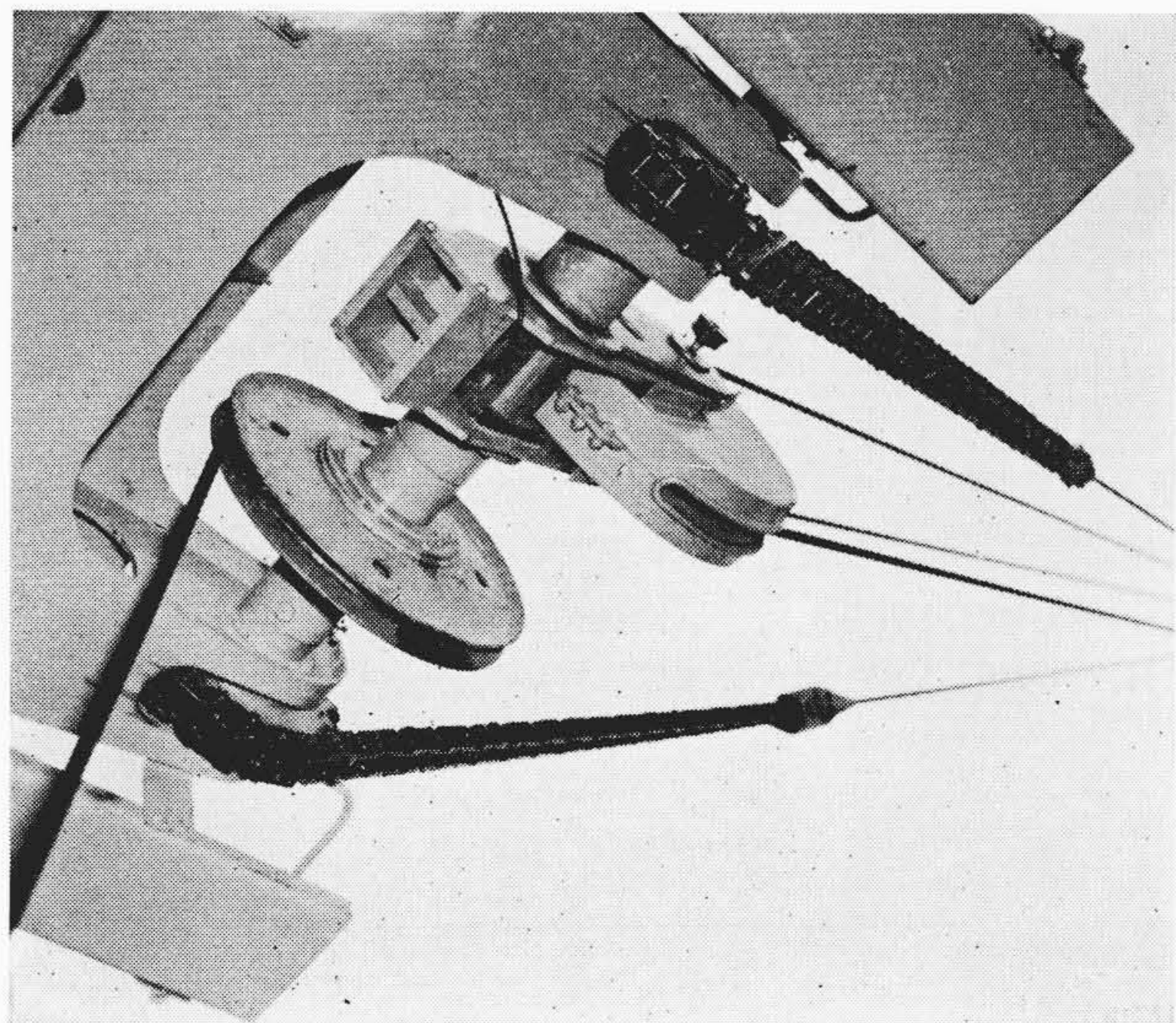
また荷重計および旋回半径指示計を設けて運転の安全をはかり転倒の危険を防止している。

荷重計は第 12 図のようにクレーンの A フレーム頂部の巻上ロープのシーブに働く巻上ロープの張力の合力をロードセルに設けたひずみ計により測定し表示するもので、鋼索の方向の変化による影響を避けるためシーブは浮かしてある。

5.7 保 守 点 検

- (1) 各装置はブロック構造であるから組立据付けはもちろん、故障の際の交換もすみやかに行うことができる。
- (2) 旋回体の主要部分は集中給油方式であるから容易に給油できる。
- (3) 機械室には修理用チェーンブロックを備え、後部のとびらを開きビームを機外に延長すれば簡単に修理部品を地上に下すことができる。
- (4) 各装置には原則としてころがり軸受を採用し、歯車は高精度に工作し必要に応じて熱処理を施し、オイルバス式であるから強度が十分で耐久性が大きい。
- (5) 一般にこの種のクレーンではロープの交換およびブーム頂部のシーブの給油の際には、別にデリックを設けてブームを地上まで倒さねばならぬことが多い。

本機ではフック上部に受金具を装着してフックをブーム頂部まで巻上げてブームをささえ引込みのギヤラックをはずして巻胴を静かに巻下し方向に回転させればブームは地上まで倒せる構造としてあるから、ロープの交換にも別にデリックを必要とせず、またシーブはローラベヤリングを採用して給油回数を減らしてあるのでシーブ



第 12 図 ロ ー ド セ ル

の給油も同時に危険なく行うことができる。

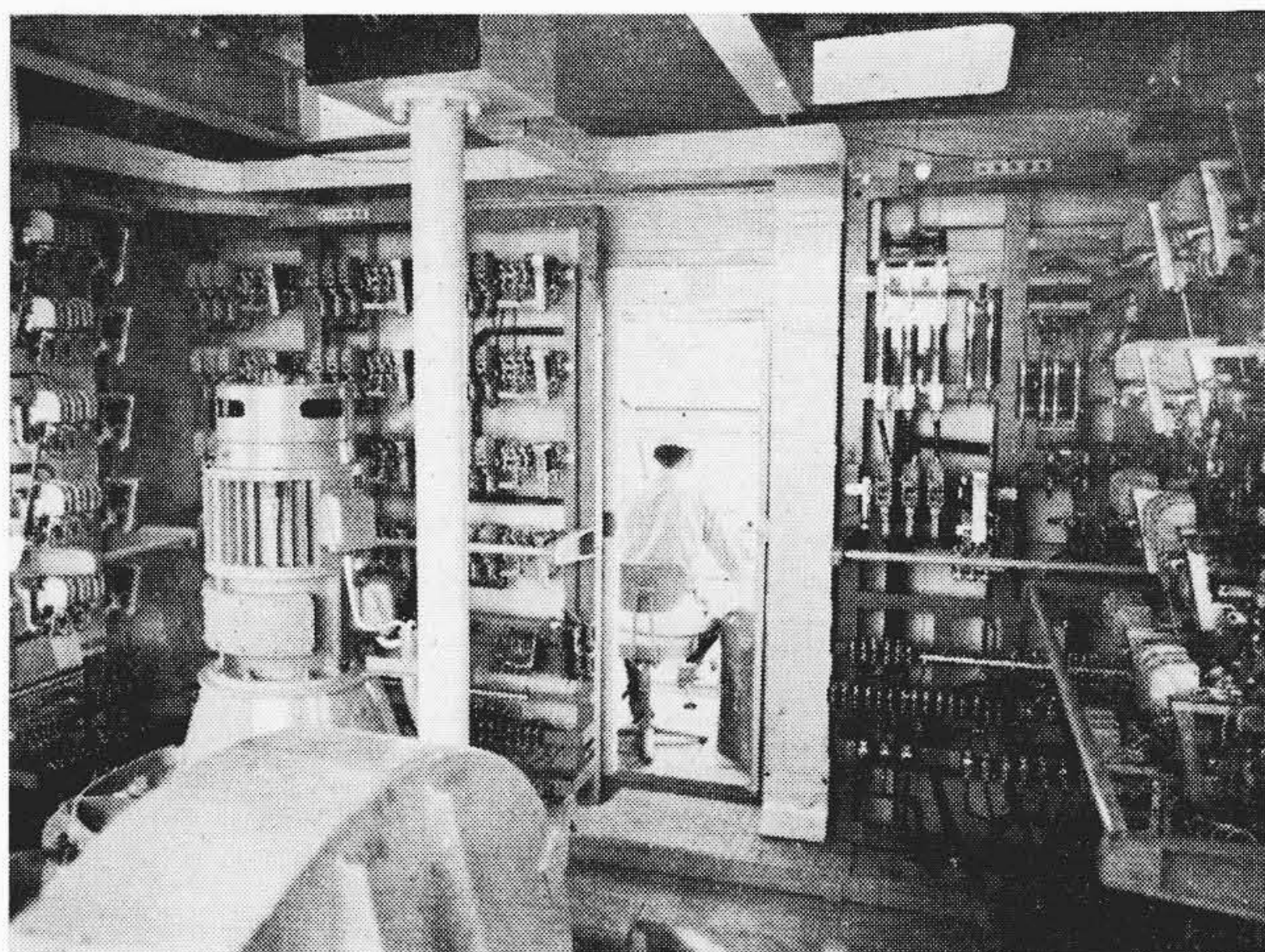
5.8 電 気 品

本機に用いられた電気品のうち、巻上電動機は36kWのクレーン用巻線形誘導電動機で6極と12極の極数変換を行うため GD^2 を特に小さく設計してある。

走行、旋回電動機は立形としてコンパクトに配置し、走行ブレーキは特殊なコーン形としてある。

各制御盤は前面結線形を採用して機械室床面を小さくすると同時に保守点検を容易にしてある。

集電はケーブル式でケーブル巻取装置は重錘式とし巻取長さは50mであるから100m走行可能であり、走行距離が長いとケーブルが細くなるよう電源電圧に400V級を採用している。



第 13 図 制 御 盤

6. 結 言

日立5t張殻構造ふ頭クレーンは機体が張殻構造で、旋回にボールレース方式を採用するなどの特長を有するが、本機の最大の特長は、巻上速度が3段変速で高能率を発揮することである。

なお、本機は輸出専用ふ頭だけでなく一般の雑貨荷役にも使用でき、また用途に応じて巻上荷重、旋回半径および各速度の変更設計も可能である。

本機の製作および運転の経験と使用者諸賢のご助力によりさらに研究改善を続け、この種のクレーンが全国に普及し雑貨荷役の近代化が推進されることを期待してやまない。

参 考 文 献

- (1) 大西：日立評論 別冊 No. 30
- (2) 野口尚一：物資の機械的取扱 30 (昭-30日刊工業新聞社)
- (3) Parratte Fördern und Heben 6, 894 (Sep. 1956)



特 許 の 紹 介



特 許 第 255762 号

栗 田 健 太 郎

変 圧 器 巻 線

この発明は、図に示すように巻線内部の導体間に珪素鋼板のような強磁性体をそう入したことを特長とする。

変圧器の短絡時には大きな電流が巻線に流れ、そのため巻線に大きな機械力が発生する。これは巻線を流れる電流により生ずるろうえい磁束と、その電流との相互作用により発生するものであるが、この発明により巻線の導体間に強磁性体、たとえば珪素鋼板を、これには電流が流れないように部分的にそう入した構造とすれば、図に点線で示すように、ろうえい磁束はこの珪素鋼板に吸収されて、巻線内部のろうえい磁束分布は各巻線内で軸方向に向くようになり、しかも電流の流れている巻線導体部分の磁束密度は小さくなり、電流の流れていない珪素鋼板の部分に磁束を集中する形とすることができる。

すなわち磁界を軸方向に強制的に方向づけることにより、磁界の半径方向成分を非常に小さくすることができるので、巻線の軸方向に発生する機械力を著しく小さなものとすることができ、したがって巻線の機械的強度を十分に高めたと同様な効果を取めることができる。

(滑 川)

