

MACHINERY FOR MARINE SERVICE

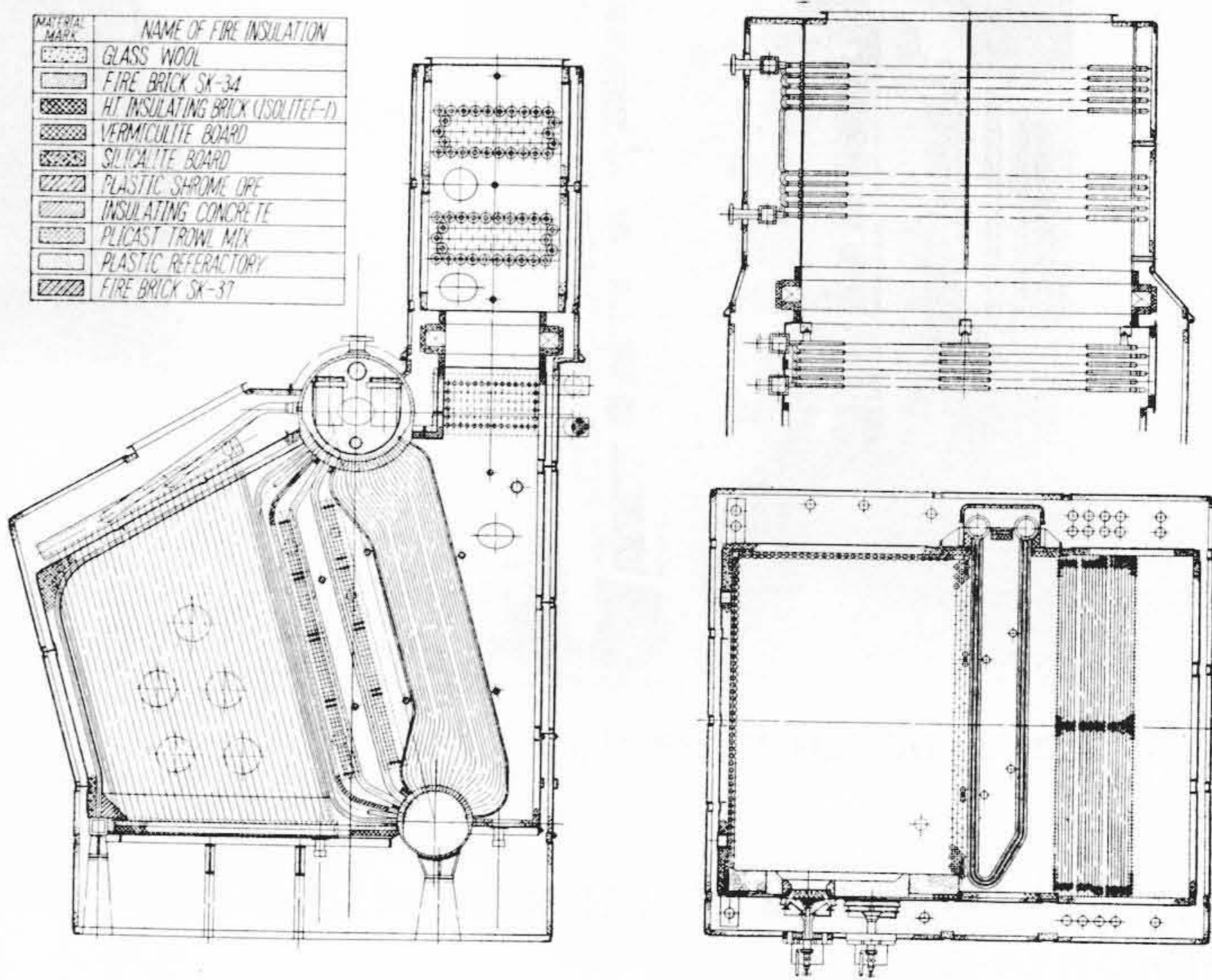
昭和32年度に引き続き、33年度も船用タービン、ボイラは活発な生産を続けた。33年の特長としては船の大形化によって単機あたりの容量が大きくなったことである。

昨年における生産台数は商船用主タービンでは合計7台、出力にして120,000 S HPである。主ボイラでは合計20 缶、蒸発量にして775 t/h である。製作中および設計中のものでは商船用主タービンは合計10 台出力にして171,000 SHP、艦艇用主タービンは2 隻分4 台で出力にして70,000 S HP があり、主ボイラでは商船用は合計16 缶 蒸発量にして687 t/h、艦艇用は2 隻分4 缶、蒸発量にして300 t/h の多きに達している。補機タービンでは主発電用タービンとして合計18 台出力にして約10,000 kW を製作した。

防衛庁納艦艇用 17,500 S HP 主タービンおよび主ボイラは昭和 30 年度艦 “しきなみ” の海上公試運転成績およびその後の就航実績が優秀な成績をおさめており本年も引き続いて 32 年度艦用, 33 年度艦用の 2 隻分を受注し目下製作中である。また 32 年度艦では 280 kW 主発電用タービンを受注することができた。なお商船用, 艦艇用タービン, ボイラとも今後ますます出力の増大が要求されるのでこれに適応するため新しい計画を進めている。船用電気品についても最近の交流化方式の採用にともなって自励交流発電機交流電動ウインチ, 交流揚錨機などの新製品を完成し良好な成績をおさめている。

4.1 船用ボイラ

昭和 27 年に英国 B&W 社とボイラの技術提携を行ってから現在までに約 60 艦の船用ボイラを製作納入したがその大部分は B&W インテグラルファーネス形ボイラである。このボイラの採用によって従来の船用ボイラに比してボイラ効率を飛躍的に上げることが可能となった。一方容積、重量については逆にコンパクトで軽量なものとすることができた。また構造の点においても堅牢で、取扱容易なボイラが製作できるようになった。このために最近の船舶の大形化によるボイラの容量増大、および高温高圧蒸気の採用などに対しても極力容積、重量を少なくして最高の効率を上げうるボイラが計画できるのである。



第1図 19,500 SHP タービン用 B&W インテグラルファース形
船用ボイラ

現在製作中のものでは蒸気圧力 60 kg/cm² g, 温度 460°C 蒸発量 57 t/h のものもあり, 船用としては記録的なものであるがさらに容量が増して高温高压化しても絶対信頼度の高いものを製作する自信がある。B&W インテグラルファーンレスボイラは船用として最も適したものでまた最も広く用いられているものである。

船用ボイラの計画条件としては

- (1) 狭い船内へ装備するのでコンパクトであること。
- (2) 重量が軽いこと。
- (3) 取り扱いが容易で故障がないこと。
- (4) 起動性に富み、性能がよいこと。

などがあげられるが B&W、インテグラルファース
形ボイラはこの条件を包含し優秀な成績のもとに運転が
続けられているのである。

商船用としては 19,500 HP 用が完成し就航した。本ボイラの計画仕様は次のとおりである。

形 式……B&W インテグラルファーンネス形

数量..... 2 罐

設計圧力.....51.6 kg/cm² g (735 psig)

蒸汽压力(於過熱器出口) ... 42.2 kg/cm² g (600 psig)

蒸氣溫度(於過熱器出口)…454.4°C(850°F)

蒸 発 量(1 罐当り)…定格時 32.3 t/h (71,000 lbs/h)

最大時 45.4 t/h (100,000 lbs/h)

発生馬力(2 鐘定格時)…19,500 SHP

効 率……

定格時 87.5%

最大時 87.0%

通風方式

強圧通風方式

燃焼方式

重油専焼

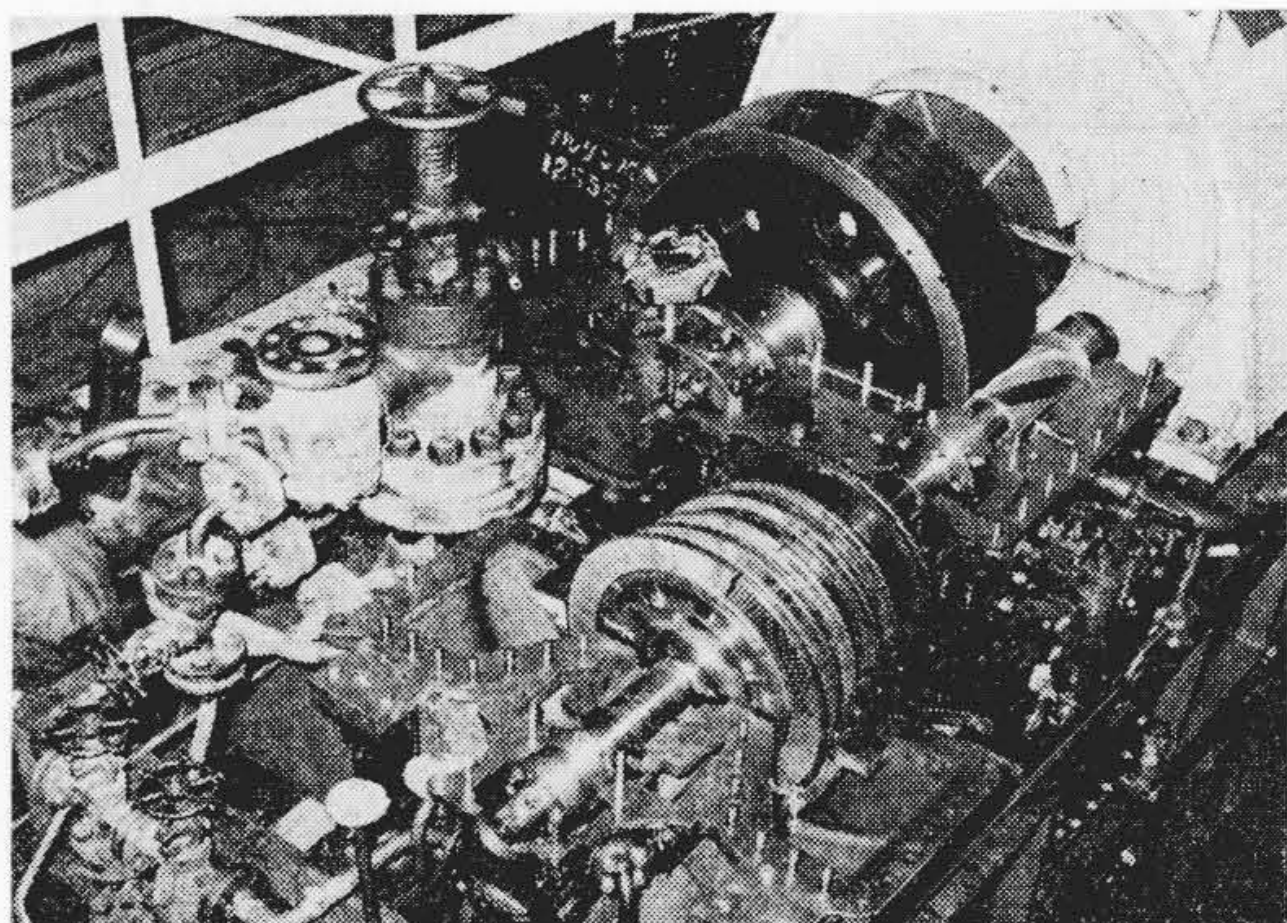
第1図は本ボイラの構造図である。従来の 15,000 SHP 用ボイラと異なるところは形が若干大きくなったことと過熱器をウォークイン形としたことである。これはボイラ管渠の清掃の容易化をはかる目的で過熱器管のコイルの中間へ人間のはいれるだけの空間を作った。

インテグラルファーネス形ボイラの構造に関しては、本誌 1956 年別冊 14 号にて詳細を述べたのでここでは省略する。

4.2 蒸気タービン

33年度も前年度に引き続いて船舶の大形化が進み、特に輸出船タンカーにおいて顕著である。したがって、主機一基あたりの出力も著しく増大してきた。また、蒸気消費量低減のために、さらに高温高压の蒸気を採用する傾向になってきた。日立製作所においても、商船用として、現在の水準では最高出力の 23,000 S HP タービン、および 60 kg/cm^2 450°C の高温高压タービンを受注製作中である。また艦艇用としては、わが国における最初の製品であるロックドトレイン形減速装置付 17,500 S HP タービンが、きわめてすぐれた海上運転成績を納め、この実績に基いて、さらに大出力タービンを鋭意計画中である。

大形高性能タービンの要求とともに、工作上きわめて高精度を要求せられてきた新鋭歯切盤をはじめ、幾多の優秀な工作機械の新設により、工作精度は飛躍的に向上



第3図 640 kW 発電用タービン

し、日立船用タービンの発展が期待されている。

4.2.1 大形タービンならびに補機タービンの製作と工作機械の整備

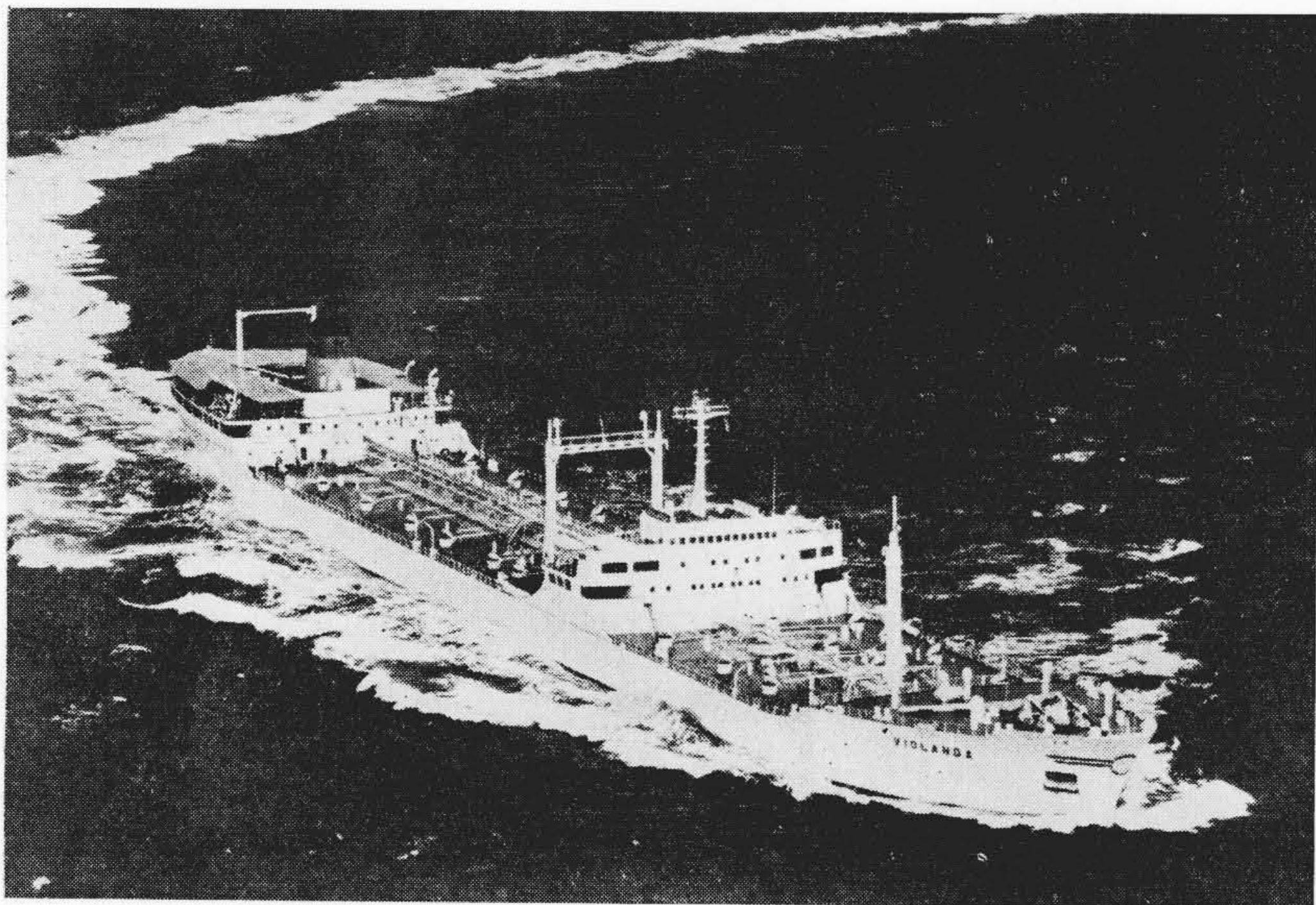
(1) 19,500 S HP タービン

日立船用タービンの記録品、19,500 S HP タービンを搭載したグーランドリス社 47,000 DWT スーパータンカーの海上公試が昨年2月行われ、好成績を納めた。本タービンは、蒸気消費率の低減、取扱保守の容易に特に留意して設計せられたものである。このために、タービンの高速回転の採用、これに伴うタービン翼の高い応力の技術的解決、流体力学的に最も良好な翼形の採用などの日立のすぐれた技術を駆使している。また減速歯車は、タービン回転数の増加により、 90 m/s に及ぶ高い周速を採用しているが、高精度の歯切によって、信頼度を高めている。本形タービンは本機のほかに4台すでに製作完了し1番機以上の好成績を納めるものと期待されている。

(2) 補機タービン

補機タービンも主機と同様に高温高压の蒸気条件が要求せられてきた。特に ESSO 社向 640 kW 発電用タービンは、 60 kg/cm^2 450°C と今までに例をみない蒸気条件となっている。このために漏洩蒸気を極力少なくする努力が払われ、また高温高压に十分耐えるようにタービン車室、蒸気室に特殊の構造を採用している。

船用補機タービンには、小形、信頼度大、取り扱い容易、効率が良いことが要求されるが、日立発電用タービンはこ



第2図 19,500 SHP タービンを搭載せるグーランドリス社バイオランダ号

第1表 アンジュレーション（歯面の波打ち）
測定値の一例

		船側ヘリックス		艀側ヘリックス		B S S 規 格 値
		前進面	後進面	前進面	後進面	
第 2 段 大 歯 車		1	1	1	1	13.8
高 圧 側	第 2 段小歯車	1	0.5	0.5~1	0.5~1	8.4
	第 1 段大歯車	2~3	2	2~3	2~3	7.2
	第 1 段小歯車	1~1.5	1~1.5	1~1.5	1~1.5	5.3
低 圧 側	第 2 段小歯車	1	2	2	2	8.4
	第 1 段大歯車	1~1.5	1~2	1~2	1~2	7.1
	第 1 段小歯車	1.5	1.5	1.0	1.5	5.3

単位 μ

これらの点にすぐれた成績を有し、33年度には640kW形十数台が製作納入された。現在も同形タービンを多数製作中であり、上記高温高圧形発電タービンとともに今後も需要を増大するものとする。

（3）歯切工場の整備

船用タービン用減速歯車は、タービン出力の増大に伴いますます大形化し、同時にタービン性能向上のために歯車周速度は増大している。したがって運転中に生ずる歯車の動的荷重を減少せしめるためには、きわめて精度の高い歯切が必要となる。日立製作所日立工場においては世界最大級に属し、かつ最高性能を有する5m大形ホブ盤および大形シェーピングマシン、大形ターニング、大形研磨盤など一連の諸設備を完成し、さらに全ホブ盤および大形シェーピングマシンを恒温室に納め、一年を通じて温度変化を $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に納め、歯切精度への影響をなくしている。また歯切中の停電事故防止のために40kW発電機を有する停電防止用発電装置を設置している。

これら歯切設備の完備とともに、各種歯車精度測定器の整備を完了した。すなわち他社にさきがけて、大形歯車および小歯車歯形測定器を完成し、引き続きマーズ社のピッチ測定器、NPL形アンジュレーション測定器、組

分けピッチ誤差測定器、アキシヤルピッチ測定器などを購入し、さらにピンチェック法による歯車総合精度の測定を行い、歯車精度の厳重な管理を行っている。

第1表に某社納入の歯車精度測定結果を示す。B.S.S.（英国規格）の歯車精度規格値を大幅に上回る高精度である。この高精度歯切に加うるに、歯車材料のスーパーソニック、サルファプリントおよびダイチェック法による検査、熔接による熱応力を最少にする熔接方法の採用、熔接部のX線およびマグナ検査、歯切後の歯面のダイチェック検査などにより、きわめて信頼度の高い、すぐれた製品を作っている。

4.2.2 艦艇用タービンの海上公試

昭和30年度甲形警備艦17,500 SHPタービン（右舷機1基、左舷機1基）は小形軽量かつ高効率であるとともにその主減速装置にはわが国で最初の「ロックド・トレイン」形2段減速を採用した画期的のものであり、内外注視のもとに陸上および海上公試を完了し無事優秀な成績を収めることができた。

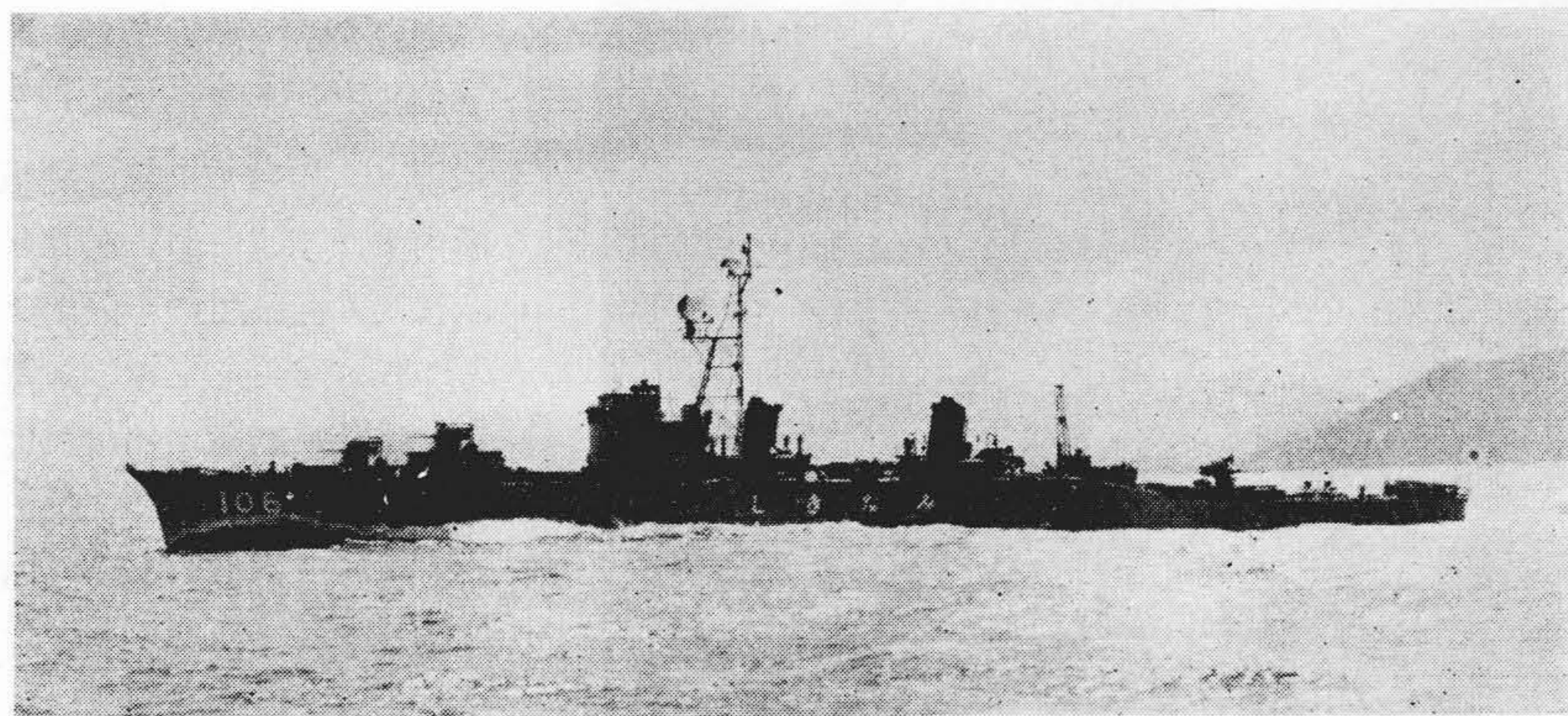
海上公試は昭和32年12月下旬の第1公試に始まり翌年の1月下旬まで約1箇月間ほとんど連続して主タービン関係の公試が行われた。この間巡航基準速力（1,925 SHP 約18ノット）は瀬戸内海の小豆島沖にて、また全力公試（17,500 SHP、約31ノット）は紀伊半島沖に出動して行われた。

（1）タービンの蒸気消費量測定

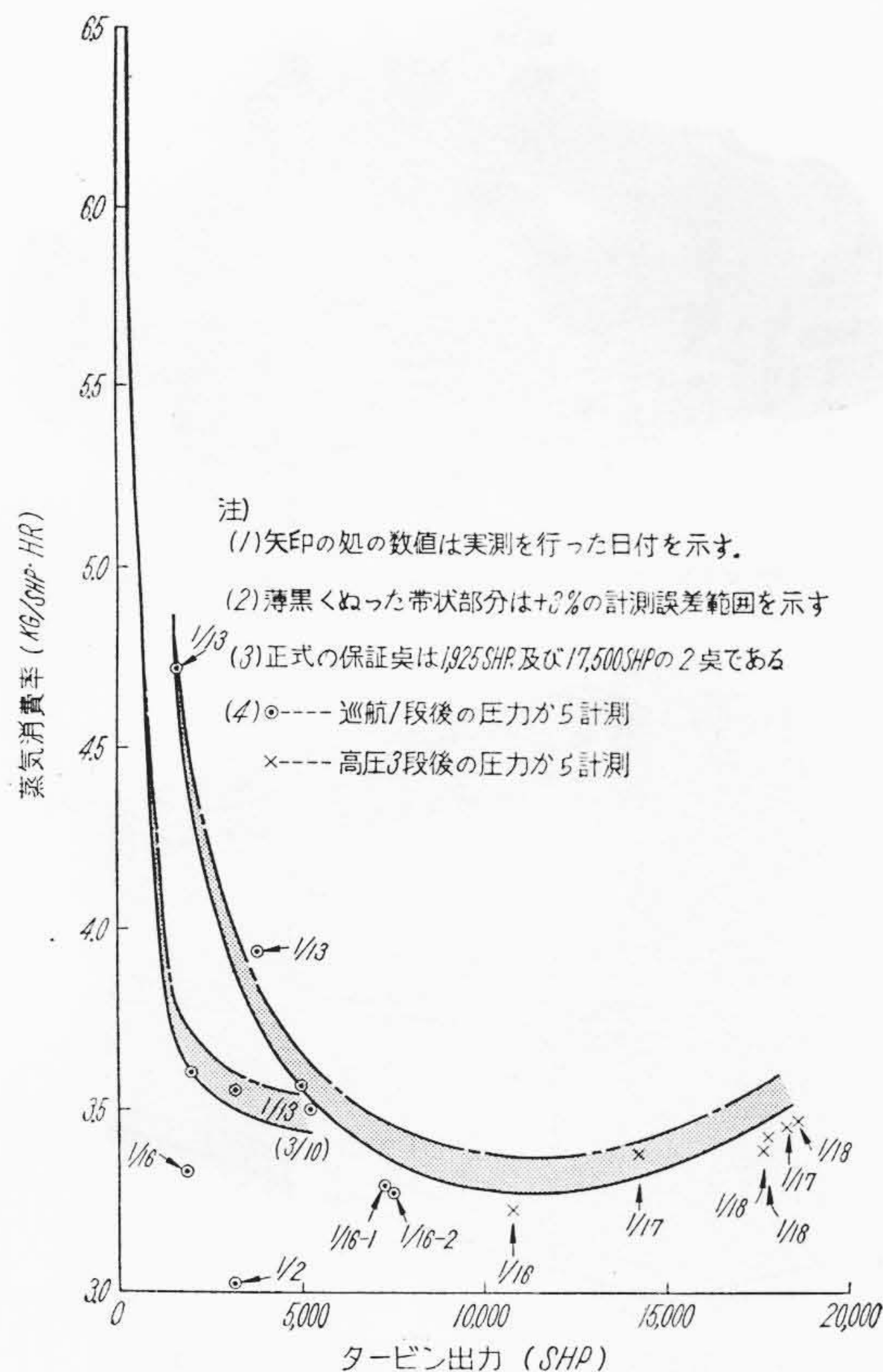
本タービンはタービンの計画点を $\frac{6}{10}$ 全力（10,900 SHP）においてあり、それ以上の出力においては主蒸気は初段ノズルをバイパスして後の段落に導入されるので、ノズル面積をもとにした計測は不可能になる。また $\frac{6}{10}$ 全力までの出力においてもノズル弁がラップして開いていくので、公試のときには特別の装置をつけて、ノズル弁のラップをなくした状態にてノズル面積を基にして蒸気流量を計測した。このとき得られた実測値と設計値をもとにして全力までの圧力対流量曲線を作成しこれにより蒸気消費率を算出した。

この方法は防衛庁の承認を得たもので、理論的にも厳密なものであり、またその結果はボイラ側および艦全体よりみてもこの実測値が正しいことが確認された。

実測蒸気消費率は別紙に示すとおり1,925 SHPおよび17,500 SHPの二つの保証点において、またそのほかの点においても設計値より良い値をうることができた。



第4図 紀伊半島沖を全力航走中（35,000 SHP）の甲形警備艦「しきなみ」



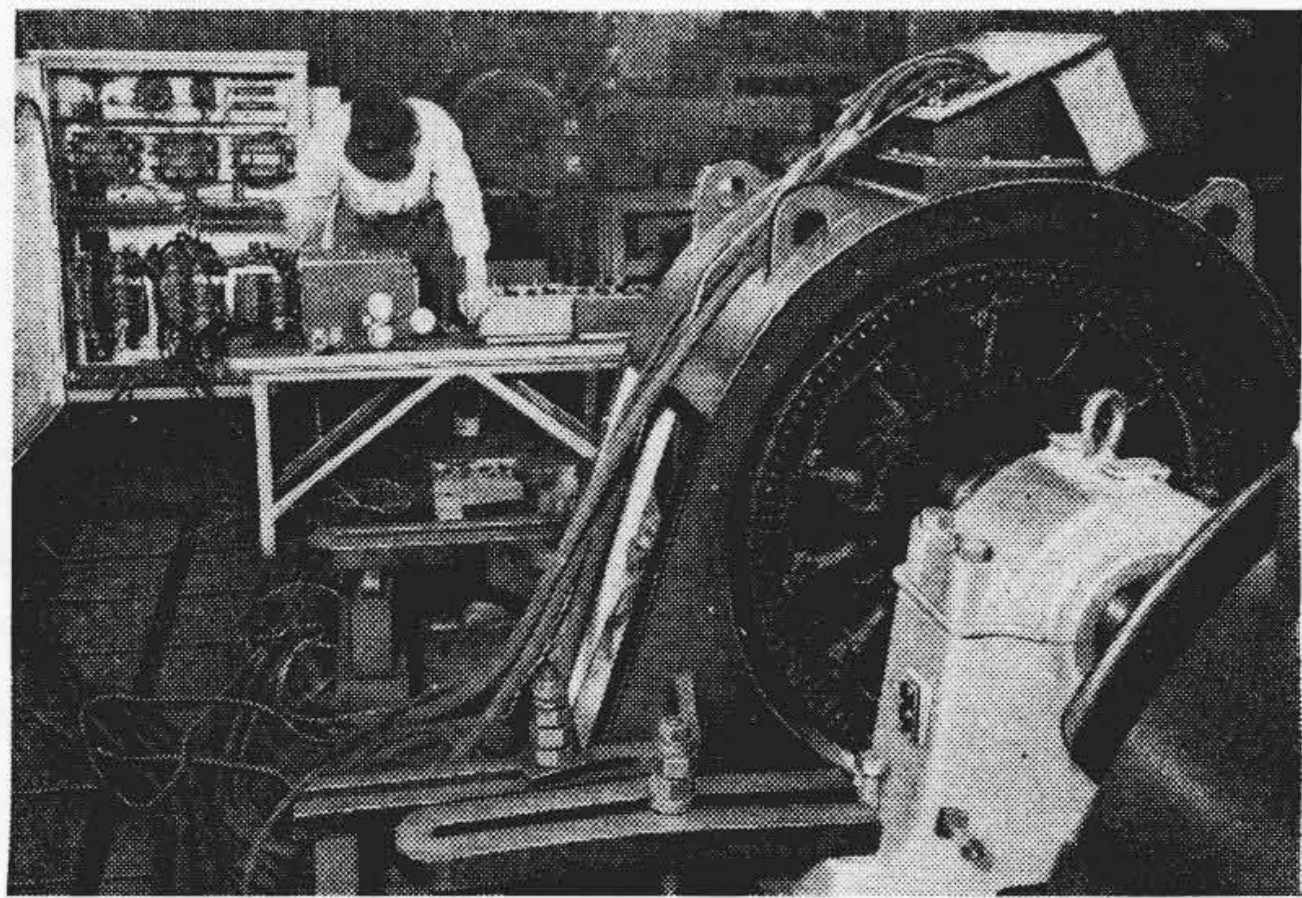
第5図 左舷機の蒸気消費率実測値

(2) 「ロックド・トレーン」形減速歯車の運転実績
「ロックド・トレーン」形減速歯車については、すでに何度も紹介されているので詳細は省略するが、その要点は第1段ピニオンの出力を2個の第1段ホイールに伝え、第2段ホイールは4個のピニオンによって駆動されるので従来の「アーティキュレート」形に比して約半分に近い小形化が可能であり、艦艇用として最も適した歯車であるが設計、製造とも高度の技術を要するのでわが国では実現されなかったものであり本機が日本で最初のものとなる。特に本機は陸上試験時に全力負荷試験を行っており、海上でもまったく心配はなかったのである。事実予想どおりきわめて良好な成績を示し日立技術の優秀性を立証した。

海上公試中は船体のひずみによる影響などについて減速車室の変形を電磁的に精密に計測し貴重なデーターを得たことは将来の進歩に利するところきわめて大であると信ぜられる。

4.3 船用電機品

昨年は新製品として自励交流発電機お



第6図 工場試験中の自励交流発電機
180 kVA 450 V 60~ 231 A 600 rpm

よび性能の良い交流電動ウインチが登場し、貨物船の交流化に大きな進展をもたらした。

今回完成した自励交流発電機は次項に述べるように従来の励磁機つき発電機に比し瞬時電圧降下が格段に少なく、このため起動電流の大きいカゴ形交流ウインチの使用を可能とした点、きわめて意義深いものである。また揚錨機についても、従来の直流方式に代る構造堅牢で操作の簡単な交流揚錨機を完成した。

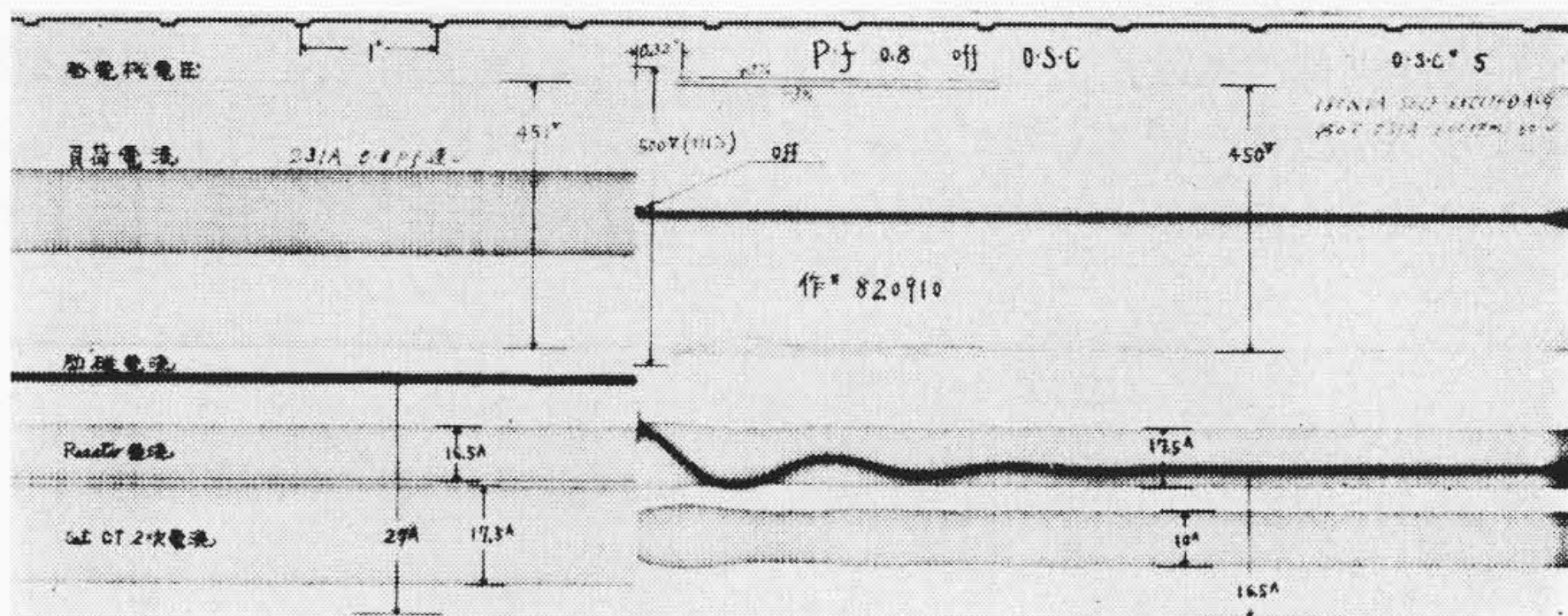
グループスタータは従来単独に設置されていたスタータを集合設置したもので、今後大形船に多く採用される傾向にある。

このほか 800 kVA 交流発電機をはじめ、交流および直流船計約 10 隻分の発電機、電動機、制御器類を製作納入した。これらの電機品はここ数年来の製作実績に基づき標準化が進み、コストの引下げと同時に短納期で製作できる態勢が整った。

4.3.1 自励交流発電機

最近金属整流器の信頼度の増加に伴い、発電機自身の電圧および電流を合成整流して励磁する自励交流発電機が開発され、特に船用主発電機として次の理由から全面的に採用される気運にある。

(1) 瞬時電圧降下が小さく船内のほとんどすべての電動機をカゴ形電動機の直入起動とすることが可能であり、さらに堅牢安価なカゴ形電動機駆動のウインチ



第7図 180 kVA 自励交流発電機的全負荷遮断時のオシログラム

を採用することができる。

(2) 整流子を有する励磁機が不要で保守点検も容易となり、回転機の軸方向寸法が小さい。

第6図は工場試験中の180kVA自励交流発電機を示し、全負荷遮断時のオシログラム第7図に示すように瞬時電圧変動率は従来のものに比し格段に小さく、また整定電圧変動率も原動機速度変動率0~4%、負荷力率100%~80%遅れの範囲で全負荷電流変動に対し1.5%以内で自動電圧調整器付のものと同等以上の性能を有し、電圧加減、並列運転なども従来の交流発電機と同様に簡単に行うことができる。

4.3.2 交流電動ウインチ

日立造船、佐野安ドック（いずれも船主は山下汽船）納の極数変換巻線形誘導電動機駆動式3tおよび5t交流ウインチを約40台製作した。本機は極数変換、二次抵抗制御およびサーボリフタ・ブレーキを利用したCF制御の採用により広範囲の速度制御を円滑に行うことができる。

ウォーム歯車減速式で歯車には高精度の歯切加工を施しており騒音、振動はなく、荷重試験後の温度上昇も25°C以下で納入後の実際の苛酷な荷役にも耐摩耗性のすぐれていることが実証された。

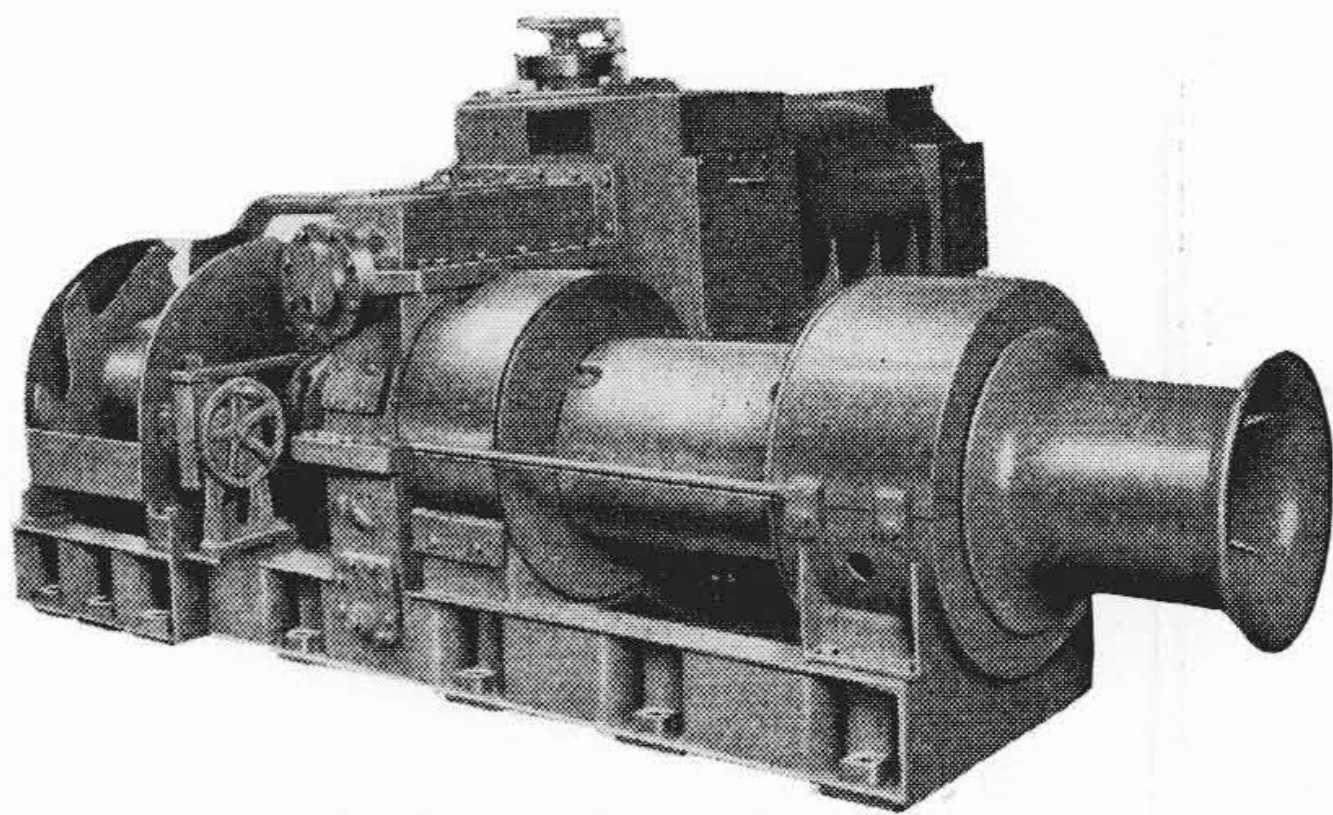
電動機回転部のGD²はきわめて小さく、適切な制御方式の採用と相まって加速時間は従来の直流ウインチと変らない特性を得た。なお、主巻胴軸とクラッチで嵌脱されるトッピング装置を備えており荷役能率は一段と向上させることができる。第8図は3t交流ウインチの外観を示す。

制御方式はワンマンコントロール、電磁間接制御とし、簡潔な接続で発電制動巻下し運転時の回生電流を適当に制限している。制御装置はウインチ本体に組込む一体形としたもののほかデッキハウス内に設置され主抵抗器と接触器を一体の枠組にまとめ点検の容易な配置とした二様式がある。

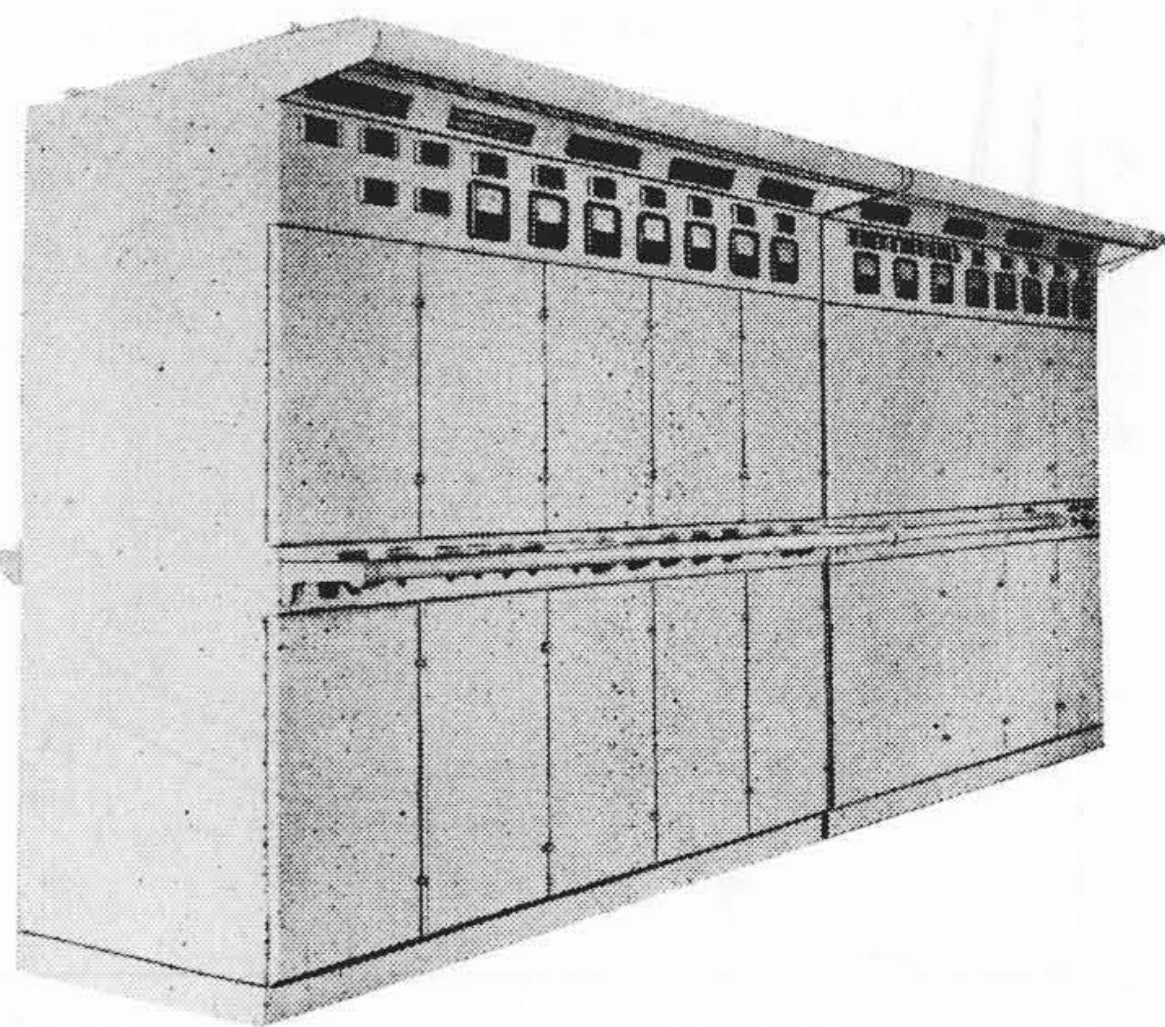
このほか交流レオナード制御5t電動ウインチ、7t繫船機を製作した。

4.3.3 グループスタータ

それぞれの補機電動機用起動装置ユニットを、用途ごとにシキリ板で区分したグループとして配置し、集中制御ならびに監視を行うものである。各ユニットには直入または減電圧起動によって、電源スイッチ、電磁接触器、



第8図 3t×30m/min 交流電動ウインチ



第9図 グループスタータ

補助接触器、熱動過電流継電器、タイマー、起動補償器などを備え、裏面の扉把手により電源スイッチを操作し、これを開路しなければ表面および裏面の扉が開けないようになっている。とくに新しい試みとしては、主および補助発電機の切換によって必要の補機電動機の起動を行わせるのに従来は現場の各個押ボタンによっていたものを本グループスタータでは、ドラム式多接点モートルタイマーを使用することによって能率よく、しかも円滑に順序起動を行うことができる。

4.3.4 交流揚錨機

船舶に使用される揚錨機は従来直流機によって操作されていたが、船用電気品の交流化をはかるため誘導電動機を用いた交流揚錨機が製作された。

二重速度巻線形電動機を用い、CF制御によって適当な運転速度が選ばれまた起動時、ストール時の過電流は自動的に制限されるようになっている。