

日立高温高压 8,000 HP 船用タービン

並びに附属装置に就て

久保田 富則*

High Temperature and Pressure Hitachi 8,000 HP Marine Steam Turbine

By Tominori Kubota
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

When a steam engine of high temperature and pressure is applied to shipping, about five per cent of fuel reduction will be effected for every 5 kg/cm² raise in pressure.

The question is that, however, how high temperature and pressure can be usable without involving problems in design, manufacture, and maintenance.

Further, requirements for a reliable turbine should also be met to ensure the safety of the ship.

The 8,000 HP marine steam turbine we accomplished was discussed from many angles before it was designed and manufactured, because not only its shaft horse power was larger than ever but it adopted a steam pressure of 30 kg/cm² G and a temperature of 400°C as against the hitherto used 20 kg/cm² G pressure and 300°C temperature.

Although the steam turbines of today are better than this 8,000 HP turbine as the result of incessant development sharp increases in steam pressure and temperature by 15~13 per cent accompanied many problems that could not be solved only by increasing the strength and others so much.

The S. S. Arabia equipped with this 8,000 HP turbine is in service with very satisfactory results.

The writer welcomes comments from those concerned in the application of high steam pressure and temperature to marine steam turbines.

[I] 緒 言

最近船用蒸気タービンはその構造形式の如何を問わず燃料消費を少しでも減少するために高温高压蒸気を用い熱効率を極度に高めつつある。この事は直接維持費とつながり、船舶の運航採算上経済的であることは論をまたない。然し乍ら高温高压化する為には機械各部の材料の高温に於けるクリープ強度の問題、各部の熱影響の問題

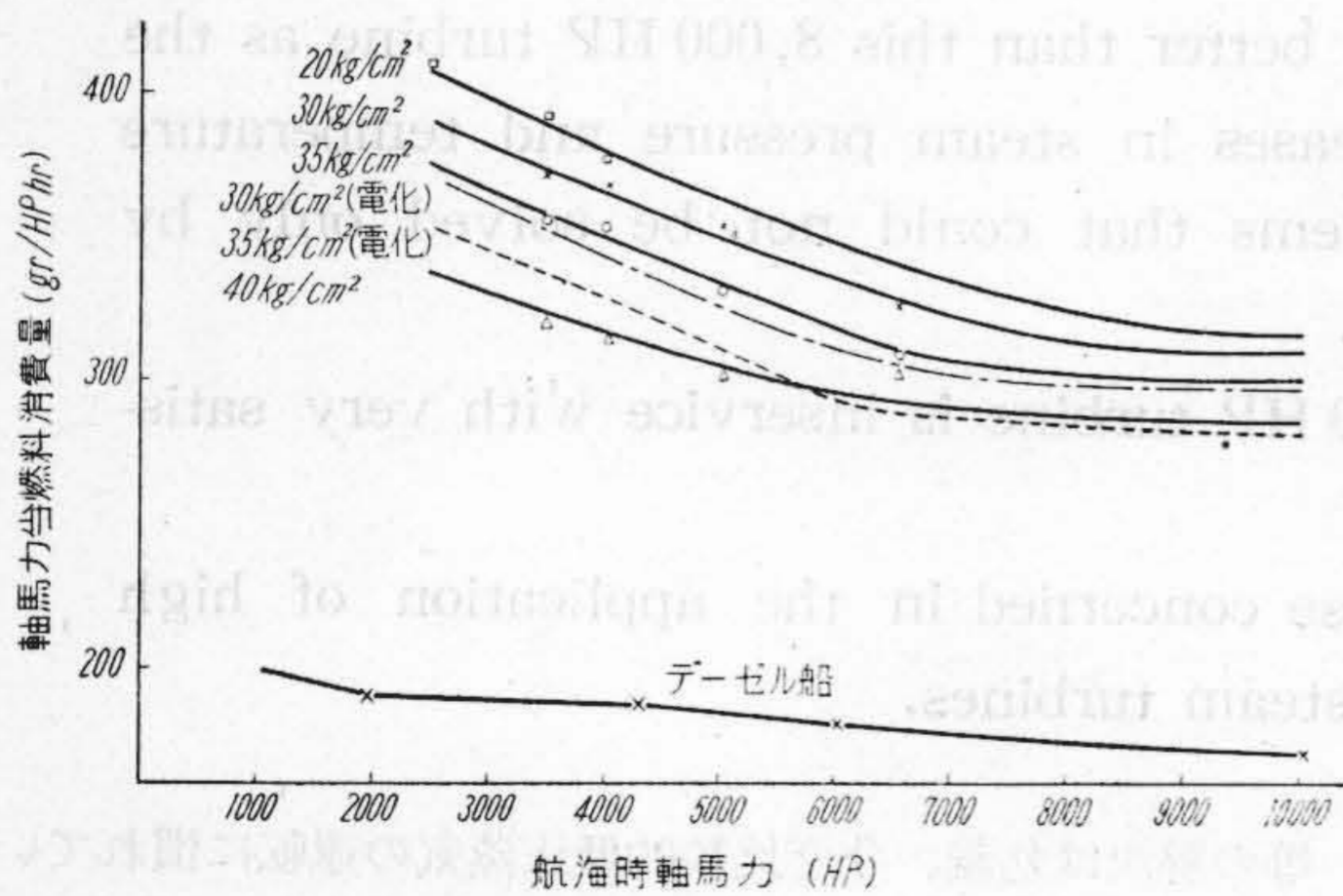
* 日立製作所日立工場

等の解決は勿論、今迄比較的低压蒸気の運転に慣れていた船員の方々が一挙に高温高压蒸気の運転に熟達することを必要とし高温高压化の促進を可成り困難にせしめている終戦後7年目の今日我国経済も復興の途上にあり、その根幹たる我国海運界も第5次造船計画に於て始めて大型油槽船の建造が行われ、8,000 HP 級の主機を装備するに及び主機タービンの高温高压化が討議せられて来た。茲に高温高压化したタービン船の燃料消費量及び大型油槽船に於けるディーゼル船とタービン船との運航経済

比較と、更に終戦後我国最初の 30 kg/cm²G 400°C 高温高圧蒸気を用いた日立 8,000 HP タービン搭載日本油槽船株式会社所有の 12,000 ton 大型油槽船「あらびや丸」のロスアンゼルス向処女航海から第二外洋航海を終了せるを機会に各航海時の実績をも記載し上述の高圧タービンの将来性と今回の日立 8,000 HP タービンの主機補機タービンに関し設計上、製作上特に考慮した点に就て紹介することにする。

〔Ⅱ〕 高温高圧化したタービン船の燃料消費量

第1図はタービン船で高温高圧化した時の軸馬力当燃料消費量を示す。これによつて解る様に高温高圧化することにより熱効率を高くし、燃料消費量を減少せしめ得る。ボイラー、タービン自身の効率改善を計り再熱多段の給水加熱、空気予熱器、節炭機等によるボイラーの熱回収を計ると共に補機電化、その他高温高圧蒸気を有効に利用し、経済性を確立することが肝要である。我社に於ては既に多数の高温高圧蒸気を使用陸用タービンを製作した経験を有しているのであるが、船用と言う特殊性を考慮して本「あらびや丸」に於ては高圧化の第一階段として 30 kg/cm²G 400°C の蒸気を用いた材料その他諸条件を考慮して慎重に設計製作され、補機の選定にも特別の考慮が払われ、燃料消費量の可及的低減を計つた。将来益々高温高圧化される傾向にある時、我社に於けるこの経験は纏て 35 kg/cm²G 425°C 更に 45kg/cm²G 450°C への自信を十分持つに至らしめた。



第1図 タービン船軸 HP 当燃料消費量曲線
Fig. 1. Fuel Consumption Curve for Turbine Ship

〔Ⅲ〕 高温高圧タービン船とディーゼル船の運航経済比較

今後の大型船の主機としてはタービンかディーゼルかと

云う問題が最近真剣に討議されて来た。その為タービンに於てはディーゼルに対抗する為燃料消費量の低減が極めて強い要望となり次第に熱効率の良い高温高圧化に移行したのであるが、普通の荷物船の場合と違って停泊時間の極端に短い油槽船の場合は色々の点に於てタービン船の方が優れていることが分つた。

第1表は 8,000 HP タービンを装備せる大型油槽船と 8,300 HP ディーゼル船との運航優劣比較で、之に依ると総噸数 12,000ton, 速力 14.5ノット、横浜、バーレン航路の油槽船としてタービン船とディーゼル船を比較した場

第1表 ディーゼル船とタービン船との優劣比較
Table 1. Comparison between High Temperature and High Pressure Turbine Ship and Diesel Ship

項目	ディーゼル船	タービン船	摘要
蒸気状態		ボイラー 30kg/cm ² G 400°C タービン 27kg/cm ² G 385°C	
出力最大経済	8,300B HP 6,500 //	8,000 SHP 6,500 //	
総噸数	12,000	12,000	
重量噸数 (t)	18,217	18,746	
〃 (t)	17,929	18,450	
積高 (t)	16,812	16,506	熱帯、夏期平均
長さ×幅×深さ (m)	165×21.5 ×12	165×21.5×12	
肥係数	0.776	0.776	
速力 (節)	14.5	14.5	
横浜→バーレン距離 (哩)		6620	
所要日数	38	38	
航海予備	4	4	
碇泊日数	8	5	
一航海所要日数	50	47	
可能年間航海数	6.6	7	
建造期間	12ヶ月	10ヶ月	
年間輸送量 (LT)	109,183	113,694	
年間運航費 (%)	100	90	
運賃収入 (%)	100	114	

第2表 8,000 HP タービン計画要目
Table 2. 8,000 HP Turbine Design Specification

タービン

名称	単位	前 進				後 進
		経 済	定 格	最 大		
型 式		復汽筒クロス型横軸衝動式タービン				
初 蒸 汽 圧 力	kg/cm ² G	27 kg/cm ² g (罐に於て 30kg/cm ² g)				
初 蒸 汽 温 度	°C	385°C (罐に於て 400°C)				
復 水 器 真 空	mm Hg	720 (経済 6,500 HP 時、冷却水 24°C)				
軸 馬 力	HP	6,500	8,000	8,800	4,800	
主 軸 回 転 数	r. p. m.	95	102	105	86	
高 圧 ター ビ ン 回 転 数	r. p. m.	4,181	4,490	4,622	3,785	
低 圧 ター ビ ン 回 転 数	r. p. m.	3,209	3,446	3,547	2,906	
タービン 高 圧 段 落 数		カーチス車 1 段 ラトー車 5 段			カーチス車 1 段	
タービン 低 圧 段 落 数		ラトー車 6 段			カーチス車 1 段	
主 蒸 汽 管 口 径	mm	180 φ				
潤 滑 油 所 要 油 量	m ³ /hr	100				
ノズル群番号		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	後進
ノズル弁口径	mm	120φ	120φ	90φ	90φ	
1 段 落 ノズル 数		7	6	4	5	36
使 用 ノズル 弁 数		No. 1	No. 1+No. 2	No. 1+No. 2+No. 3	No. 1+No. 2+No. 3+No. 4	
使 用 ノズル 数		7	13	17	22	36
大 略 軸 馬 力	HP	3,500	6,500	8,000	8,800	4,800

減速装置計画要目

名称	単位	計 画 要 目						
		第 1 段 歯 車				第 2 段 歯 車		
		高 圧 子	高 圧 親	低 圧 子	低 圧 親	高 圧 子	親	低 圧 子
ピ ッ チ 円 直 径	mm	237.575	1,547.636	273.987	1,518.016	430.268	2,907.216	476,783
歯 数		35	228	37	205	37	250	41
モ デ ニ ー ル		5.5		6		10		
歯 幅		230×2+80		230×2+80		490×2+100		
へ り カ ル 角		35°—52'—40.4''				30°—41'—28.96''		
減 速 比		6.514		5.54		6,757	6,098	
全 減 速 比		高 圧 44.015				低 圧 33,783		

復水器計画要目

名称	単位	計 画 要 目
型 式		二折流表面復水器
タービン出力	HP	経済 6,500 HP
上部真空	mm Hg	720 (経済 6,500 HP 時、冷却水 24°C)
冷却水温度	°C	24
冷却水量	m ³ /hr	2580
タービン蒸汽消費量	kg/HP hr	3.25 (経済 6,500 HP 時、冷却水 24°C)
冷却管全長	mm	3730
冷却管寸法	mm	外径 19 φ×厚 1.2
冷却管総数		3660
冷却面積	m ²	800
冷却管内水速	m/sec	1.8
復水温度	°C	34
冷却管取付方法		冷却水入口、出口共、Y式パツキンフエルール付

合タービン船の方がディーゼル船より年間運航費に於て10%減少し、運賃収入に於て14%増加し得ることを示している。タービン船に於ては更に高温高压化されれば熱効率が改善され更に有利になるわけである。何れの場合にせよ一般に機械原動機の進歩改善は使用者側の深い関心と熱意による所が極めて大きく高温高压化の問題も先ず実際に使用して見なければ、その進歩発達も有り得ない。高温高压化に伴う種々の難点は我々製作者側に於て技術的立場から十分検討し万全を期するは勿論であるが使用者側各位に於かれても一層の御支持と御協力を仰がねばならない。

[IV] 8,000 HP タービン計画

第 2 表は 8,000 HP タービン計画要目を示す。

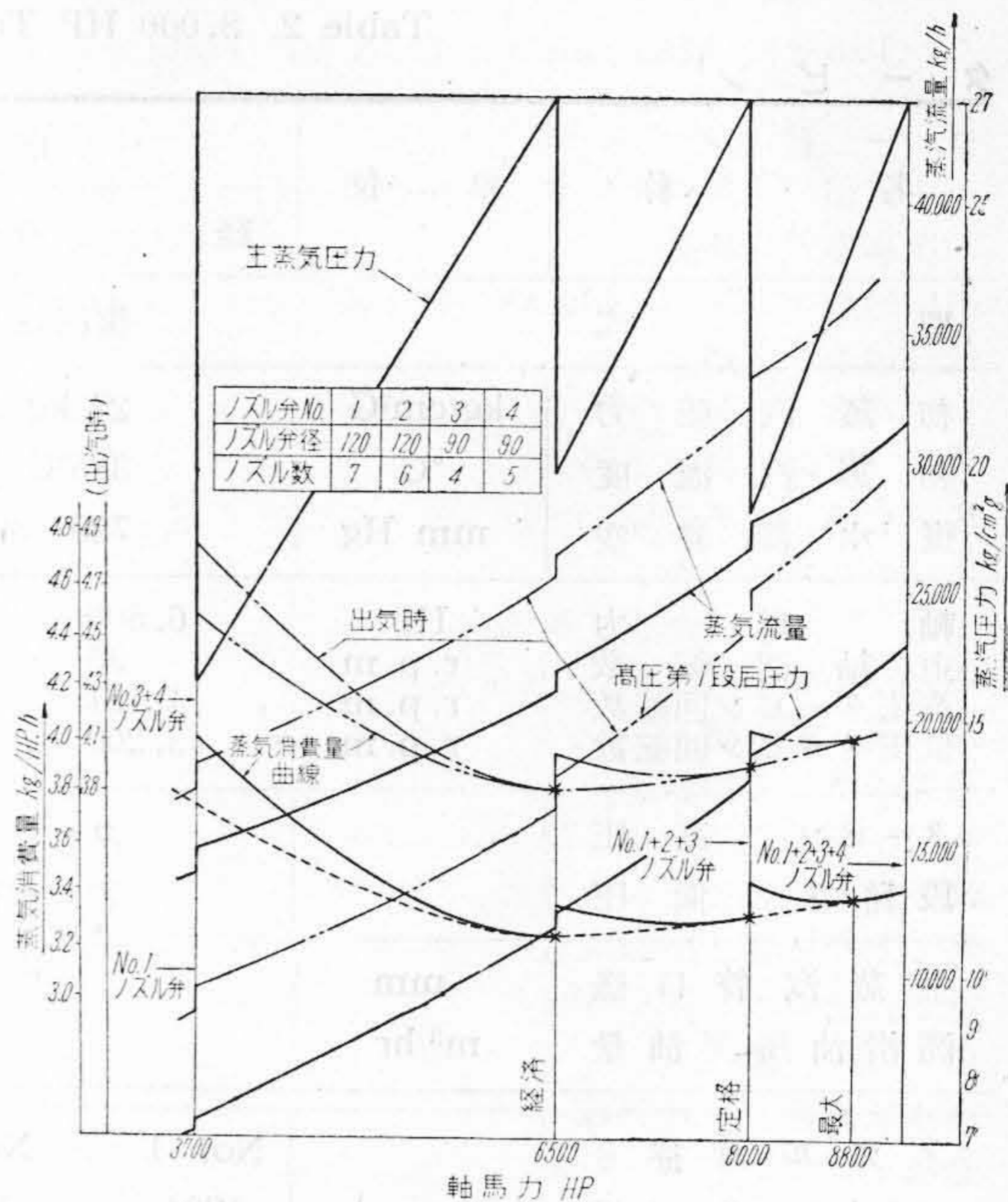
第 3 表は 8,000 HP タービン主要材料を示す。

第 2 図は 8,000 HP タービン計画蒸気消費量を示す

[V] 8,000 HP タービン各機器構造説明

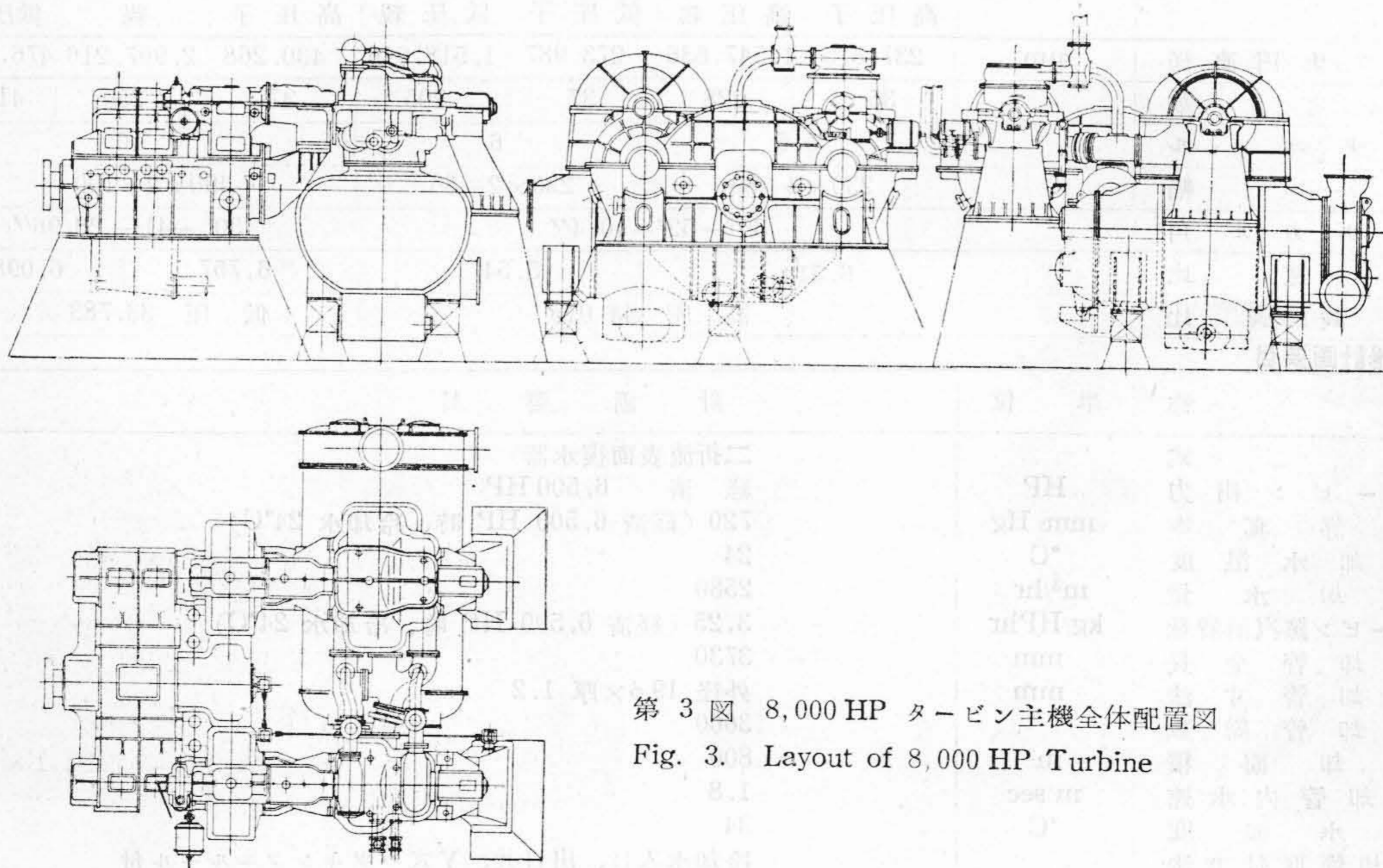
1. 一般構造

第 3 図に本機の全体配置を示す。高压タービンは前進カーチス1段 ラト-5段 後進カーチス1段の削出軸 低压タービンは前進ラト-6段 後進カーチス1段の焼嵌め翼車を用い、パーソンズ係数1,740, 内部効率 84% 蒸気消費量は経済出力時 3.25kg/HPHr で設計され、特に終戦後最初の高温高压蒸気を使用した為最も適切な材料の選択と同時にノズル弁の形状配置には最善の考慮が



第 2 図 8,000 HP タービン計画蒸気消費量曲線
Fig. 2. Steam Consumption Curve for 8,000 HP Turbine

払われている。減速歯車はダブルヘリカル 2 段減速歯車をライネッカー歯切機で精密に工作し、特に歯車材の鍛造工作に就ては大容量の記録品として 5,000 ton プレス



第 3 図 8,000 HP タービン主機全体配置図
Fig. 3. Layout of 8,000 HP Turbine

第 3 表 8,000 HP タービン主要材料
Table 3. Materials for 8,000 HP Turbine

タービン			
高压車室	鋳鋼	咬合接子鞘	鍛鋼
低压車室	鋳鉄	// ボルト	NiCrMo 鋼
高压軸車	Ni Cr Mo 鋼	第 1 段ノズル	不銹鋼
低压軸車	鍛鋼	隔板	鋳鋼及び鋳鉄
// 翼車	NiCrMo 鋼	蒸気漉及びノズル弁本体	Mo 鋳鋼
翼及び翼抑	翼材不銹鋼	油圧操縦弁本体	Mo 鋳鋼
蒸気漉鋼	不銹鋼		
ラビリンスパツキン	鋳鋼(Ni 板櫛歯)		
推力軸受枕	隣青銅(白色合金)		
減速装置			
減速車室	鋳鉄	可撓軸	NiCrMo 鋼
高低圧第 1 段子歯車	NiCrMo 鋼	第 2 段	親歯車心棒
第 1 段及び第 2 段親歯車縁金	鍛鋼		鍛鋼
第 1 段及び第 2 段親歯車殻	鋳鋼		
第 2 段子歯車	NiCrMo 鋼		
復水器			
復水器胴体	軟鋼板		
管板	ネーバルプラス		
冷却管	アルブラック管		

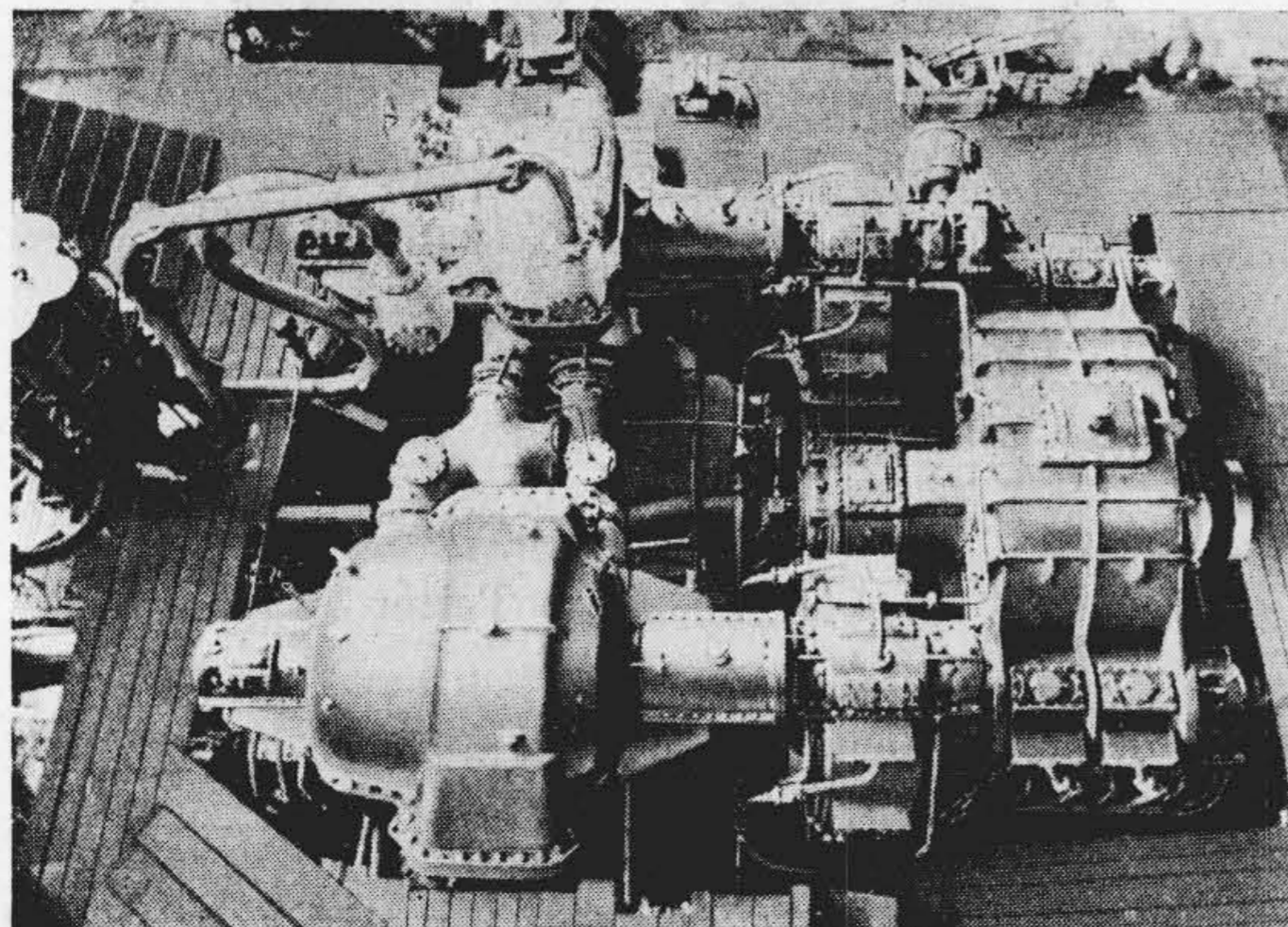
に依り入念に鍛造熱処理されたものを使用している。

更に操縦弁には日立独特(目下特許申請中)の油圧操縦装置を採用し計期的進歩改善を計つて復水器は表面接触式を採用し冷却器は配列は十分なる冷却効果をあげる様考慮されている。

第 4 図は本機の陸上運転中の状況を第 5 図に解放点検中のものを示す。

2. 各部の構造

車室、高压車室は熱膨脹が大きいので特に中心線上に車室及び軸車の中心を保持する為軸方向には水平接手面に於て艀側軸受上に支腕を出し、直角方向には案内キーを設け中心を狂わすことなく自由に熱膨脹出来る構造に



第 4 図 8,000 HP タービン陸上試験中
Fig. 4. Land Test for 8,000HP Turbine

なつている。蒸気圧力及び温度の高い高压艀側外部パツキン櫛歯には耐蝕性耐熱性に最も優秀な純ニッケル板を使用している。

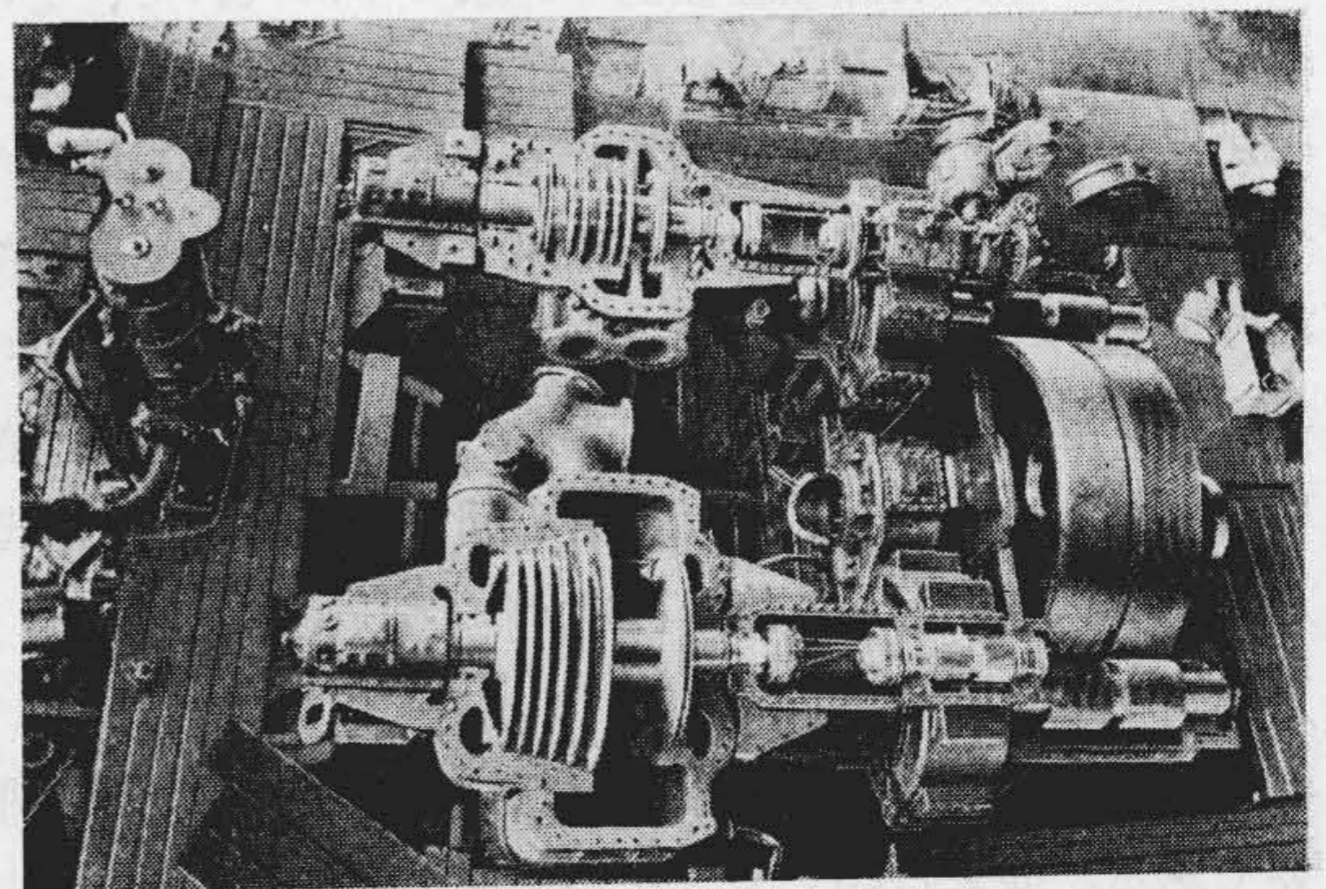
ノズル及隔板、高压第 1 段ノズル及び第 2、第 3 段ノズルは不銹鋼材を削出した組立式ノズルを採用し、蒸気の摩擦損失を減少させ段落効率を高める様考慮されている。第 4 段以後は鋳込式ノズルを採用している。

隔板には厚みに十分の余裕を与え車室と隔板の中心が常に一致して自由に熱膨脹を逃がし得る様な構造になつている。

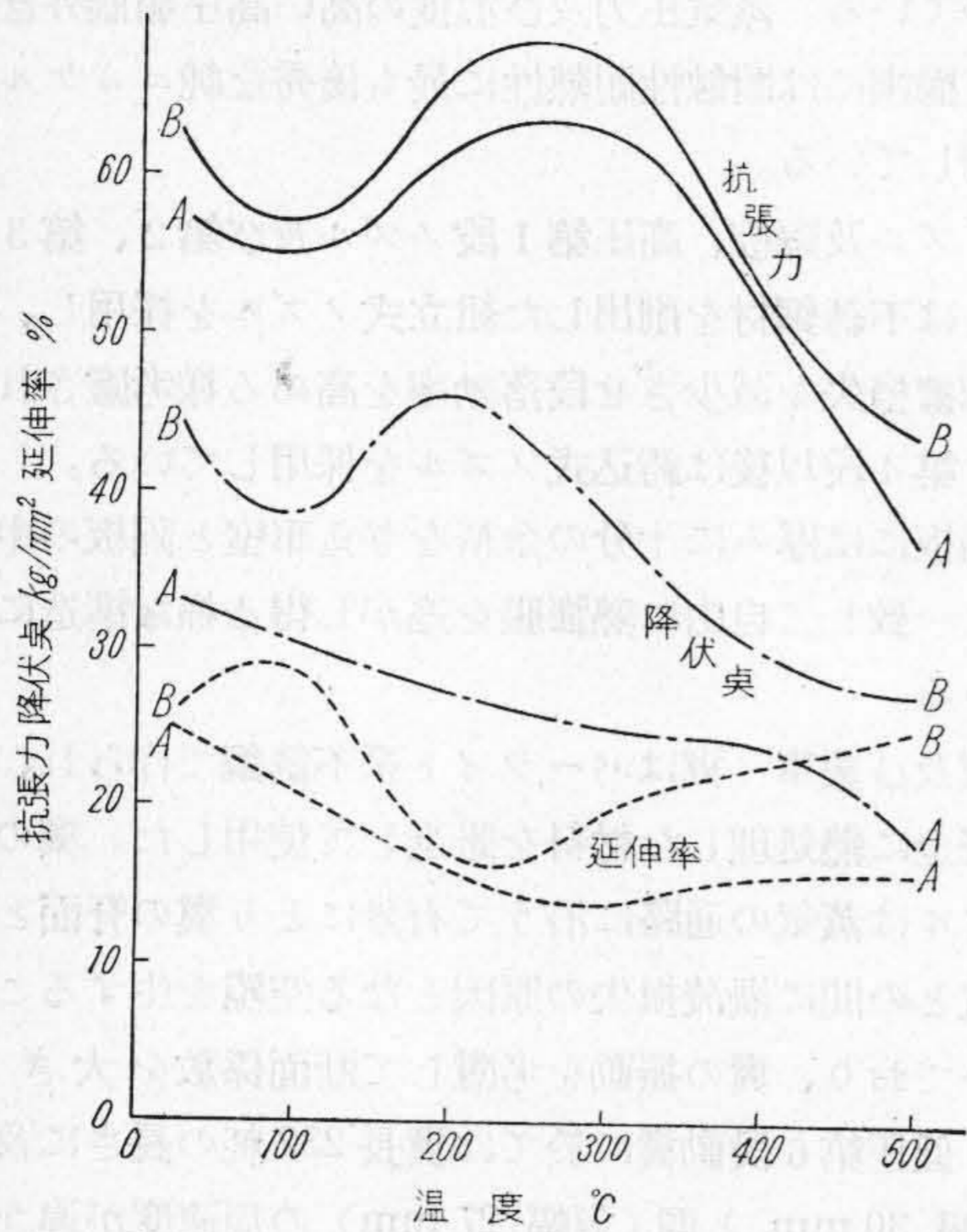
翼及び翼車 翼はパーライト系不銹鋼で作られ、鍛造後完全に熱処理した材料を厳選して使用した。翼のプロファイルは蒸気の通路に沿うて有効にとり翼の脊面と通過蒸気との間に渦流損失の原因となる空隙を生ずることを防いでおり、翼の振動を考慮して断面係数を大きくした。低压第 6 段動翼に於ては翼長 232 耗の長さ及び根(翼幅 30 mm)と頭(翼幅 27 mm)の周速度が違ふ為流入蒸気の相対速度の方向が著しく異なるので捻り翼を採用し、プロファイルの入口角度を之に適合させる様翼長に沿うて変化させている。尙高压翼車心棒は高温蒸気にさらされるので高温曲り試験を行い使用状態と同じ温度状況に於て鍛造工程中の残留応力の為に曲ることがないかを嚴重に検査し材料の適確性を調べている。これら翼車心棒は総て自家で入念に鍛造熱処理を行い、極めて適確な材料を得ている。

咬合接手 タービン減速歯車の咬合接手は日立特許歯車式咬合接手を採用し、船体のローリング空転逆転に応じ、且主機の熱膨脹を十分逃し得る可撓性を有し、更に又特殊の油滓溜り装置が設けてあり、油滓が咬合歯車に行かぬ様に考慮されている。尙材料は回転力を伝達するに十分な強度の鍛鋼材を使用している。

前後進ノズル弁、蒸気漉器、主蒸気に直接曝されるノズル弁、蒸気漉器本体には高温に於ける強度低下少く韌強度の高い抗張力 55 kg/cm² 以上のモリブデン鋳鋼を用



第 5 図 8,000 HP タービン解放中
Fig. 5. Overhaul for 8,000 HP Turbine



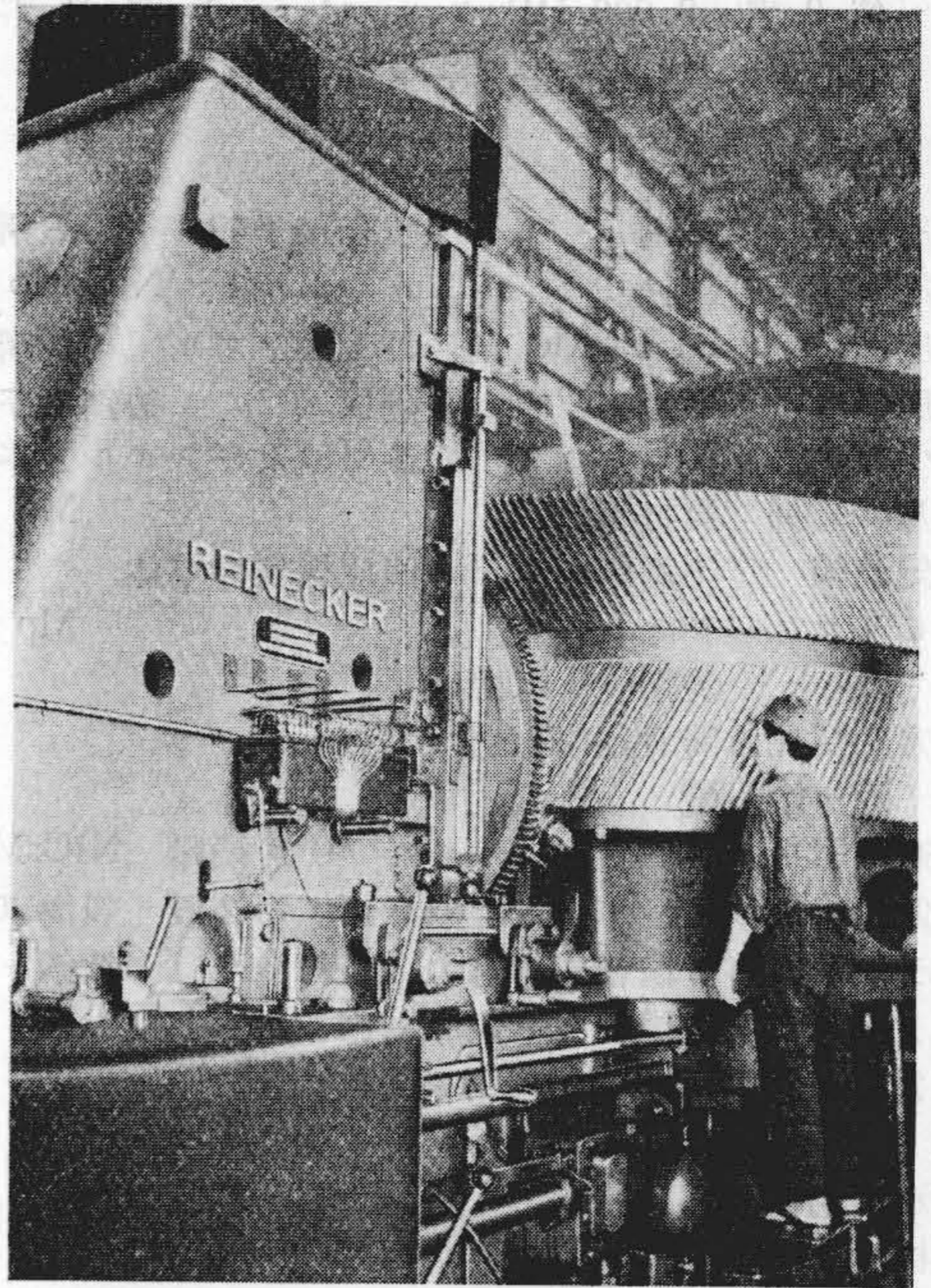
第 6 図 モリブデン鋼高温機械的性質
Fig. 6. Mechanical Characteristic in High Temperature of Molybdenum Steel

いた。第 6 図はモリブデン鋼の高温機械的性質を示す。4 個のノズル弁は各 7.6. 4. 5 個のノズルを各所要馬力に応じて開閉し蒸気の絞り損失を少く高効率を保たしめる様設計されている。

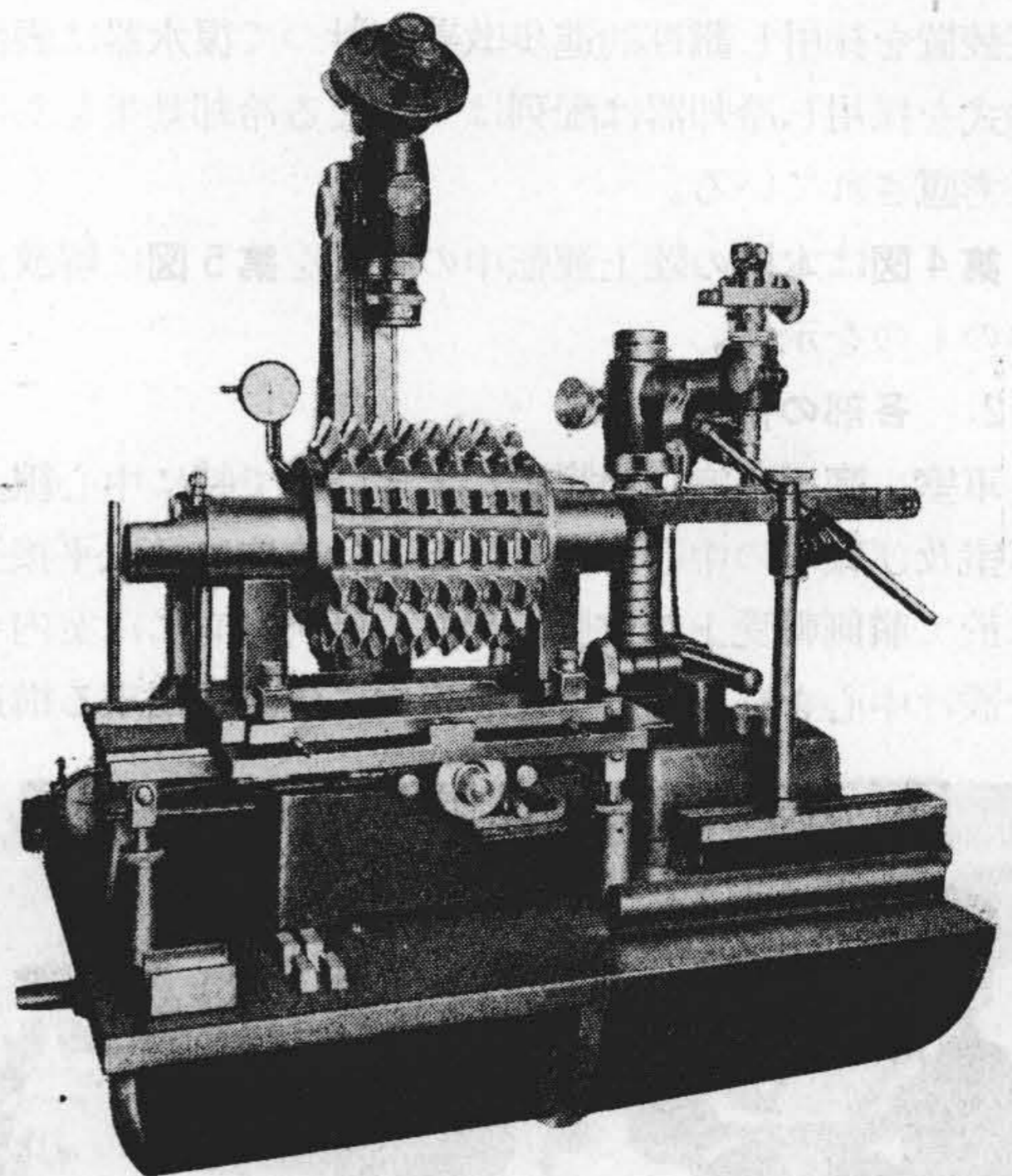
減速装置 減速車室は戦前戦後を通じ日立の記録品であり、輸送限界の制限がある為各部の構造に対し幾多の考慮が払われてある。1 段及び 2 段子歯車は Ni Cr 鋼を用い、1 段子歯車周速 60 m/sec である。1 段親歯車と 2 段子歯車は可撓軸で連結されている。減速歯車の歯切は世界の代表的歯切機械の中で、最も切削誤差の少い而も国内にある歯切機械の中で一番新しいライネッカー歯切盤で入念に歯切を行い、而も歯切に当つては切り初めから切り終り迄昼夜共温度差を 5°C 以内に保温して正確に行う様歯切機械を独立の建家の中に入れて、その中で温度調節を行う設備になつている、歯車噛合にはラッピング装置により理想的なリード修正を行える様になつたので完全なる噛合状態を確保するに至つた。減速歯車の各軸受は単独に開放出来る構造とし、又減速歯車の容積及び重量を軽減する為主推力軸受を船側の 1 段親歯車の間に入れる設計とした。第 7 図は第 2 段親歯車歯切加工中の状態を示し、第 8 図はホブ試験機を示す。

油圧操縦装置

操縦弁は軽快確実なる操縦を行い得る様にする事が肝要である。従来の如く大きなハンドルに依り直接弁を操作する方法は高温高压なる為今回は止め、油圧操作に依り迅速軽快に操縦弁を開閉する油圧操縦装置を始めて採

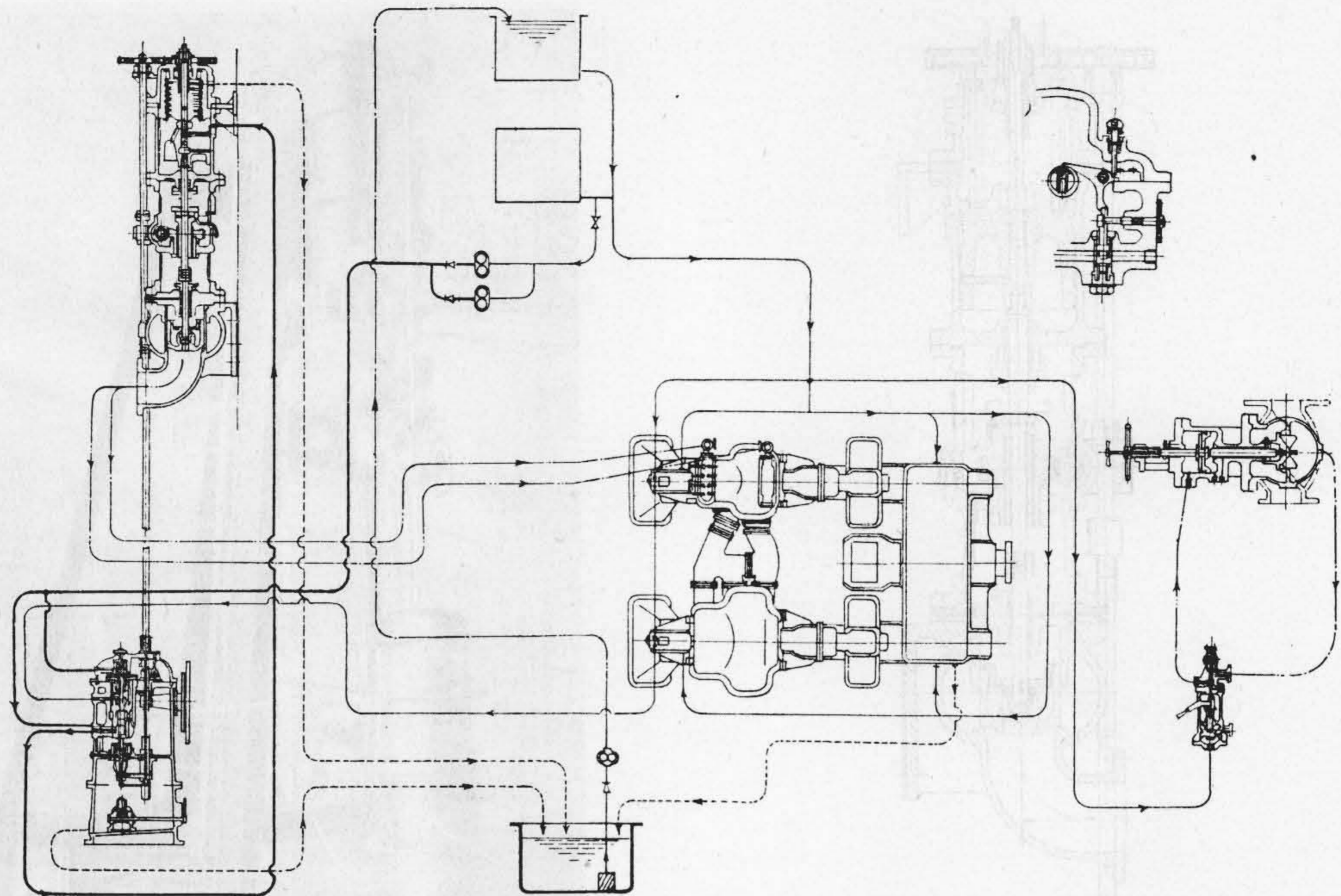


第 7 図 減速 2 段親歯車歯切加工中
Fig. 7. Gear Cutting for Secondary Reduction Wheel



第 8 図 ホブ試験機
Fig. 8. Hob Tester

用した。之がため吐出圧力 5 kg/cm²G の小型電動油圧ポンプを装備してあるが、停電其の他の事故によりこのポンプが停止した場合、或はタービンが過速して非常调速機が作働した場合、更に主タービン潤滑油圧が低下した場合等は何れの場合でも操縦弁が閉鎖される様に設計



第 9 図 タービン主機調速装置系統図

Fig. 9. Schematic Diagram for Governing Device of Main Turbine

してある。

小型電動油圧ポンプ系統の事故の場合に備えて操縦弁を油圧操作より手働操作に切替運転が出来る様な切替クラッチ装置を付け完璧を期している。

第 9 図は本装置を取入れたタービン主機の調速装置にして第 10 図は油圧操縦弁断面図、第 11 図は単独試験中の油圧操縦弁である。

復水器

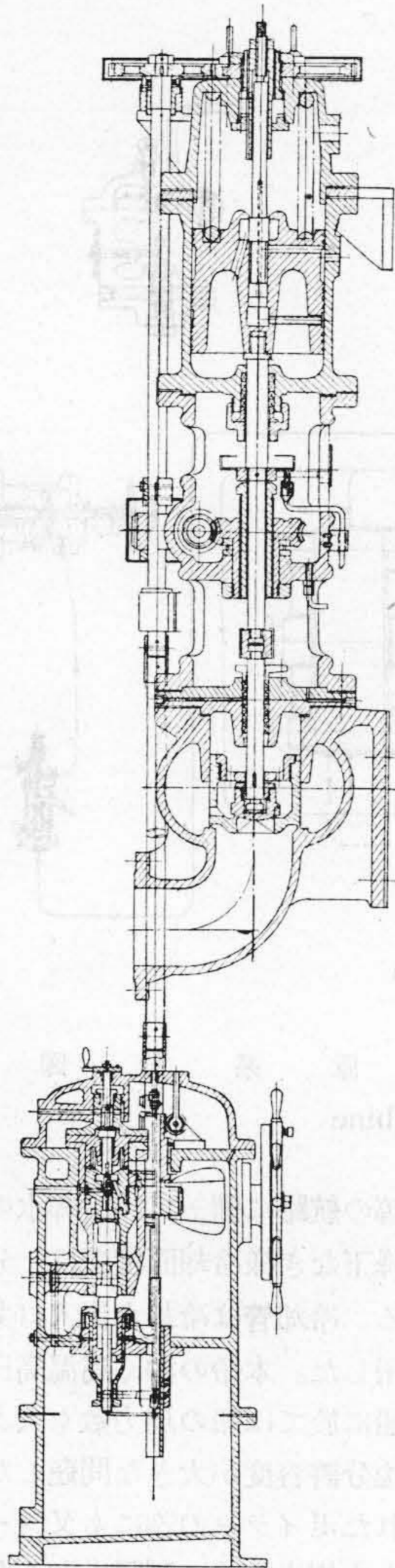
復水器胴体は鋼板製丸型とし、冷却管の配列は十分なる冷却効果をあげる様排気の分布と管渠の空所を最適になる様考慮すると共に、タービンの過負荷運転又は印度

洋あらびあ海等の航路に備えて、冷却水の温度上昇に対しても真空の降下なき様冷却面積には十分の余裕をつけて計画している。冷却管は冷却水出入口共熱膨脹に対して衛帯式を採用した。本船の如く高温高压の蒸気を使用するタービン船に於ては船の馬力数も大きくなり、復水器の復水中の塩分許容度が大きな問題となつて来た。これは高压化されたボイラーの為にも又タービンに送られる蒸気の性質上も相当厳格に制限を加えなければ折角の高温高压化による熱効率の向上を阻止する一因となり得る。本船に於て衛帯式を採用したのはこの点を十分考慮の上更に取扱の便を計つたためである。然も運航実績に

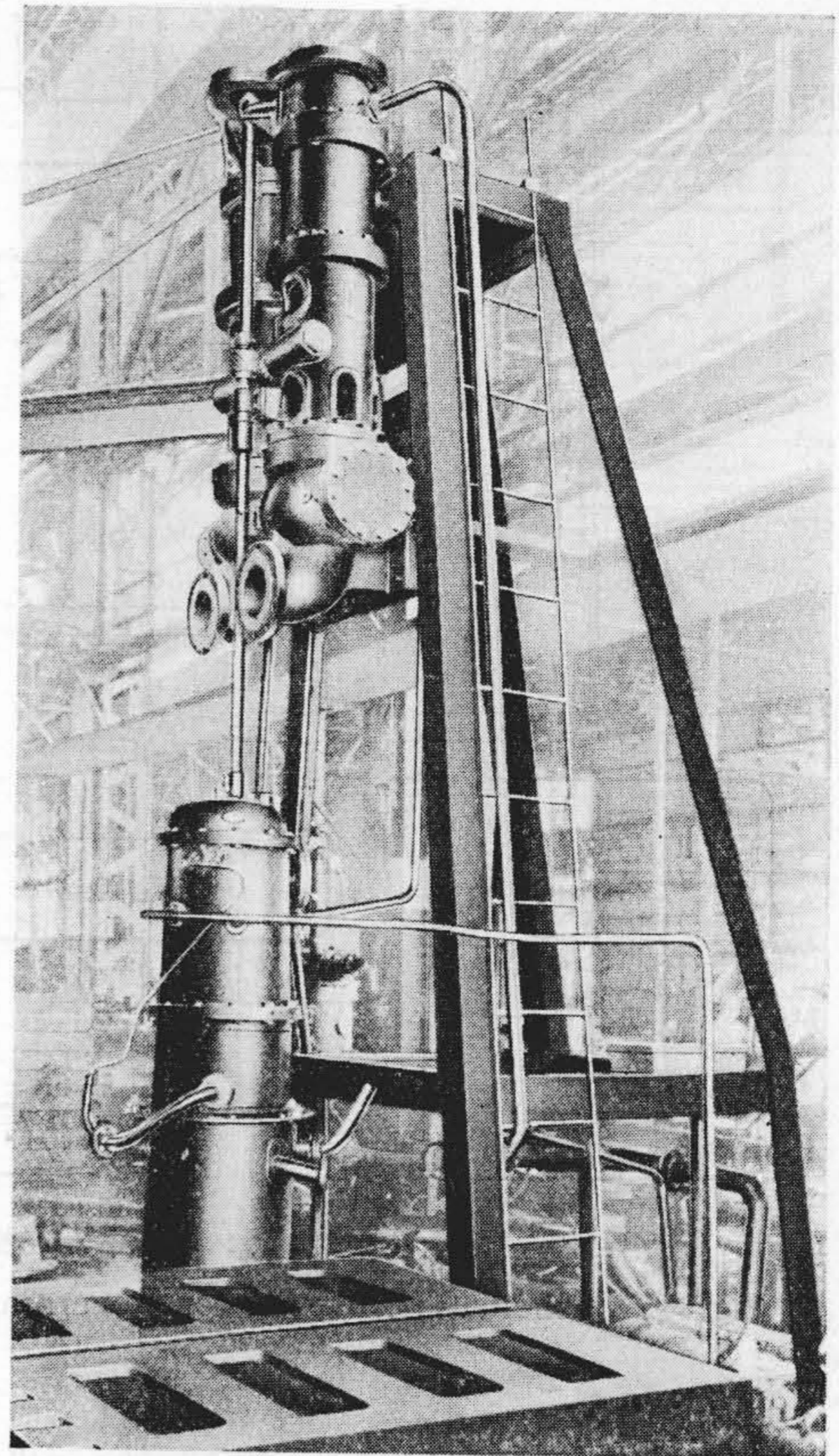
第 4 表 一般 運 転 状 況

Table 4. General Performance at Sea

		発 着 地	日 時	航 海 数	主軸回輪数 (毎分)	実測速度 (ノット)	主機馬力 (HP)	発電機出力 (kW)
1	第一次往	東京— —サンペドロ	26— 3 月 16 日 10.00 3 月 31 日 20.00	5,050	90.2	14.2	5,830	290
2	第一次復	サンペドロ— —下津	4 月 1 日 7.30 4 月 19 日 7.30	5,272	91	12.7	6,100	295
3	第二次往	大阪— —ラヌタヌラ	5 月 1 日 16.00 5 月 18 日 19.20	6,480	94.4	14.8	6,384	313
4	第二次復	ラヌタヌラ— —下松	5 月 19 日 16.20 6 月 7 日 16.00	6,408	95.2	14.3	6,757	298



第 10 図 油 圧 操 縦 弁 断 面 図
Fig. 10. Sectional View of Oil Pressure Control Valve



第 11 図 油 圧 操 縦 弁
Fig. 11. Oil Pressure Control Valve

〔VI〕 航 海 実 績

前述せる如く戦後最高の 30kg/cm²G 400°C と云う高温高圧蒸気を使用し熱効率を高めた。

日立 8,000 馬力タービンを始め、二胴型高圧ボイラー 2 基、400 kW 発電機用タービン 2 台、碇泊用 80 kW 発電機用タービン 1 台を装置し、機関室の主要機器を殆ど日立製品で埋めた本「あらびあ丸」は 26 年 3 月 16 日ロシアンゼルスに向つて処女航海に就いたが、その運転成績は

於ては誠に満足すべきものであつた。

第 5 表 主 機 タ ー ビ ン 運 転 状 況 及 び 性 能
Table 5. Performance of Main Turbine at Sea

		タービン馬力 (HP)	タービン入口 圧力 (atg)	タービン入口 温度 (°C)	復水器真空 (mm Hg)	復水温度 (°C)	蒸気消費量 (kg/hr)	Water Rate (kg/hr. HP)
1	第一次往	5,830	26.2	365	730	23	21,700	3.75
2	第一次復	6,100	26.2	352	730	25	23,900	3.99
3	第二次往	6,384	27	(355)	730	37	24,270	3.73
4	第二次復	6,757	27	(355)	730	39.3	26,300	3.9
備考	計 画 値	6,500	27	(355)	720	34	出汽 6,500 HP 時	3.92

第6表 燃料消費量
Table. 6. Fuel Consumption

		油 質	低位発熱量 kcal/kg	比 重	燃料実測値 t/day	補正せる燃料消費量 t/day
1	第一次往	日 本 油	9,200	0.926	53.8	50.15
2	第一次復	日本油及米油	8,500	0.997	53.9	50.10
3	第二次往	米 油	8,500	0.997	46.9	43.25
4	第二次復	ラストヌラ油	10,000	0.926	52.7	49.15
計 画 値					10,000 kcal/kg 6,500 HP hr	50.00

各方面の注目の的となつていた。従つて一航海終る毎にその運転状況を詳細に調査して来たが、特に第二次航海に於ては日立より技師を乗船せしめて航海中の運転状況を調査した。その結果各機共極めて優秀な成績で6カ月間で延47,000 哩を走破して、益々快調の航海を続けている。以下は第一次、第二次航海に於ける運転成績である。

1) 一般運転状況

第4表に一般運転状況を示す。

2) 主機タービン

主機タービンは第一次航海より極めて好調で太平洋或は印度洋の悪条件にも拘らず、高い信頼度を示した。

第5表は主機タービンの運転状況を示す。表中の蒸気消費量は噴口前の圧力温度より計算したものであるが、蒸気消費量は計画値より下廻つて、本タービンの性能が極めて優秀であることを示している。

第6表は燃料消費量を示す。これは航海中測定せる消費量を6,500馬力時に換算したもので何れも計画値以下にあることを示している。

3) 油圧操縦弁及び補機タービン

油圧操縦弁は本船に於て初めての試みであつて其の操縦方法に不慣れであつたにもかかわらず然も操作は極めて軽快で指一本で自由に運転出来、又本操縦弁に取付けた

各種の安全装置も確実に作動するので各方面の賞讃を受けている。発電用タービンは400kW, 80kW 共好調で主機タービンと共にその信頼性を高く評価されている。

[VII] 結 言

以上各項目について詳述せる如く、終戦後の記録品として各方面の注目をあびた日立船用8,000HPタービンは主機及び補機共計画値以上の性能をもつて運転されている。高温高压タービン船としての高性能は日立の船用機関に対する設計製作技術慎重なる研究と相まつて、その信頼性を遺憾なく発揮し、本船に次いで第5次造船計画に於ては各社共競つて30kg/cm²G 400°Cの蒸気を採用し今後一層高温高压の蒸気を使用した大型タービン船への需要が増大しつつある傾向にあり現在日立に於ては同型の大型油槽船で米国の Carras 社納のタービンを製作完了した。

然しこれ等は言わば30kg/cm²G 400°Cの蒸気状態のタービンとしての初期の作品であり、この「あらびあ丸」の実績に基いて尙一層優秀な性能を持つた8,000HPタービン及び10,000HPタービンを目下製作中である。

尙本稿執筆に際し御指導御鞭撻下された樋熊常雄氏に深謝申げたい。

高 速 度 鋼

日立製作所冶金研究所長 小柴定雄 著
工 學 博 士

(誠文堂新光社刊)

A列5判 230頁 美装クロス箱入

販 賣 日 立 評 論 社 定 價 250 圓 十 32 圓

昭和 27 年 3 月中に於ける日立製作所社外投稿一覽

投 稿 誌	題 名	所 属	執 筆 者 名
電 気 学 会 誌	珪素鋼板鉄損試験法の検討	日立研究所	島 史 朗
応用物理学会誌	三段レンズ電子顕微鏡による電子解析について	中央研究所	小泉喜八郎
九州炭鉄技術連盟	堅坑巻上機に於ける光電管式歪計による巻鋼の振動応力の測定	龜有工場	石橋重遠
日本化学会誌	Das Holzol の書評	日立工場	日月紋次
名古屋商業会議所月報	総合技術について	名古屋営業所	木村章介
真空技術研究会	フローメーターによる漏洩試験について	中央研究所	近藤尙太郎
誠文堂新光社	電子顕微鏡及びその応用	中央研究所	森戸聖
電線工業会	企業利油	本店電線部	川原茂彦
通運荷役研究所	各種運送装置の構造と特長	龜有工場	赤木進
マネージメント	押上機	龜戸工場	橋本勲一
日本化学会誌	収着水の誘電的性質の研究(其の 4)	中央研究所	黒崎重彦
精機学会誌	日立電線工場紹介	電線工場	久本方
燃料便覧	質量分析器	中央研究所	神原豊三
機械学会誌	人孔のある扁平鏡板の応力	日立研究所	大内田久
熱管理協会	鋳型乾燥炉の熱構算	{ 龜有工場	須藤利孝
		{ 龜有工場	南郷忠勇
		{ 北海道電力江別 発電所	浅野誠一
機械学会誌	65t/hr 水管汽罐の性能試験結果	{ 日立工場	三代勘三郎
		{ 日立工場	小玉美芳
		{ 北海道電力江別 発電所	浅野誠一
火力発電研究会	65t/hr 汽罐性能試験について	{ 日立工場	三代勘三郎
		{ 日立工場	小玉美芳
金 属	Cr 鋼の熱処理	{ 日立研究所	小野健二
		{ 日立研究所	根本正
		{ 日立研究所	鶴田四郎
工業化学雑誌	熱天秤による高分子物質の研究(其の 5)	{ 日立研究所	飯島貞善
		{ 多賀工場	小林清三郎
工業化学雑誌	アセトンホルムアルデヒド樹脂の収量について	{ 日立研究所	鶴田四郎
		{ 日立研究所	飯島貞善
		{ 多賀工場	小林清三郎
機械学会誌	架構翼の振動に関する実験(其の 1)	{ 日立研究所	小堀与一
		{ 日立工場	横田一郎