

〔I〕 原 動 機

PRIME MOVERS

昭和 30 年度は前年度に引続き電源開発用機器および船用機器の設計製作に多忙をきわめ、幾多の記録的製品がつぎつぎと生み出され、こゝに輝かしい成果を見ることができた。

特に今年度に入つての主要な特長は、我国水力開発 5 箇年計画が終りに近づくとともに、政府の緊縮デフレ政策と松永火主水従声明の余波を受けたためか、多額の建設費を要する水力関係の新規受注があまり振わなかつたに反し、火力電源開発は引続き好調を持し、造船界が輸出船により好況を回復するとともに船用関係機器の製作も活況を呈した。

一方、東南アジア、南米などに対する輸出面の開拓も特に強力に行われ、海外技術といささかも劣らない日立技術の優秀性が認められ、少なからざる成果を見た。

まず水車においては、年々記録的機器を製作し続けてきたが、本年度においても、注目の中部電力姫川第三発電所納 13,000 kW カプラン水車がいよいよ運転を開始し、斯界の注視を浴びている。一方フランス水車でも、我国最大容量機たる電源開発佐久間発電所 100,000 kW 水車もいよいよ完成間近く、東北電力八久和発電所 32,000 kW 水車、中国電力潮発電所 20,500 kW 水車など記録的高落差フランス水車もそれぞれ独自の設計に基づく高性能を期待されつゝ、最後の据付調整に馬力がかけられている。中部電力井川発電所納 33,000 kW フランス水車 2 台も、斬新な設計を取入れて鋭意製作中である。また海外向けとして、アルゼンチン国リオ・コラリト発電所納 8,000 kW ベルトン水車、ブラジル国アバニアンダーバ発電所納 5,800 kW カプラン水車各 2 台などもそれぞれ製作中で、プラント輸出の第一陣を承つて、海外雄飛の期待をつなぐものとして注目されている。

一方、火力関係機器もそれぞれ着実に成果を納めてきたが、特に東京電力鶴見第二発電所および新東京発電所用として製作した 66,000 kW タービンおよび 280 t/h ボイラはその圧力、温度および容量などにおいて我国の記録品であり、G. E. 社およびバブコック社と緊密な連携により完成したものである。1 機 1 罐の結合方式が採用され、中央制御による一人制御が可能であるばかりでなく、細部にわたつて記録品の名に恥じない精密な設計が取り入れられて、今後よりいつその高温高压大容量化への第一段階を築くものとして注目すべきものである。タービン発電機の直結運転試験も好成績で終了、その性能の優秀性が立証された。船用タービンおよびボイラも着々成果を挙げつゝあり、日立造船製作の輸出船に

設置される 15,000HP タービンおよびボイラ、6,600HP タービンおよびボイラなどは G. E. 社およびバブコック社と提携後初の船用機器であり、いずれも高温高压で、日立の記録品としてその実績を海外に問うものとして注目される。ボイラでは低質炭利用可能のサイクロンフアーネスボイラの研究開始、E-ミルの製作など新技術の導入と撓まざる研究により常に前進を重ねつゝある。

これらの水、火力機器は、高压、高温、高速の苛酷な運転条件のもとに十分な性能を発揮するを要し、設計製作に当つて難しい問題も少くないが、完備した試験および研究設備、新鋭大型工作機械、優秀な溶接、鋳造、工作、検査技術などを駆使して続々記録品を生みだしつゝあることは日立製作所の総合技術の真価を遺憾なく発揮するものとして誇りとするところである。

以下昭和 30 年度における水車、ボイラ、タービンの技術的成果を紹介する。

水 車

昭和 30 年度中に新たに運転を開始した水車、もしくは製作した水車につきその仕様を第 1 表(次頁参照)に掲げ、以下おもなるものにつきその概略を説明する。

本年度においては、世界でも屈指の高落差カプラン水車として注目を集めていた中部電力姫川第三発電所カプラン水車が運転を開始、フランス水車では期待の電源開発佐久間発電所 100,000 kW 水車が、工場組立も完成し鋭意据付中であり、一方東北電力八久和発電所、中国電力潮発電所などの高落差フランス水車がそれぞれ新機軸を盛り込んだ設計、製作技術により、続々工場完成した。また奥泉発電所などとならんで夫井川開発の一環として計画されていた中部電力井川発電所用 33,000 kW 水車 2 台の受注が決定、各種の新しい試みが採用されており、着々設計製作中である。ベルトン水車では、アルゼンチン国リオ・コラリト発電所横軸ベルトン水車が、我国水車製作技術の真価を国外に問う機会として、関係者の異常な熱意により、工場組立も完成し、現地発送中である。

カ プ ラ ン 水 車

中部電力姫川第三発電所用 13,000 kW カプラン水車
本水車は適用落差が 55m に達し、現在運転中のものとしては本邦最高、世界でも 5 指に屈する記録品であり、中落差領域へのカプラン水車の進出の試金石としてその運転成果は斯界の注目を受けていたが、昭和 30 年 7 月

第1表 昭和30年度における日立水車納入の新設発電所
Table 1. Electric Power Stations Where the Operation of Waterwheels Supplied by Hitachi Has Been Started in 1955

既納品の運転を開始せるもの

納先	所名	P (kW)	H (m)	Q (m ³ /s)	N (rpm)	型式	台数	備考
台湾電力	銅門	7,700	157.6	5.57	600	FSS-V	3	
富山共同	葛山	13,300	158.0	9.5	600/500	FSS-V	2	
北陸電力	桑島	16,000	105.0	17.28	514	2FSS-H	1	
中部電力	姫川第三	13,000	55.0	26.5	333/400	PMS-V	1	運転中の本邦最高落差カプラン水車
高知県電	永瀬	11,700	88.6	15.0	360	FSS-V	2	
電源開発	西吉野第二	14,000	77.4	20.0	360	FSS-V	1	

新製品の据付中のもの

東北電力	大池第一	4,800	56.5	9.8	429	FSS-V	1	
東北電力	大池第二	10,800	136.25	9.2	600	FSS-V	1	旧伊南川水車1台を改造移設
電源開発	佐久間	100,000	135.0	82.2	167/200	FSS-V	2	本邦最大容量フランシス水車
三重県	宮川第一	14,600	121.84	13.55	514	FSS-V	2	
東北電力	八久和	32,000	267.6	13.4	500	FSS-V	1	設計落差 (289 m) は本邦最高
中国電力	潮	20,500	278.65	8.31	600	FSS-V	2	
山口県	佐波川	2,040	57.18	4.26	720	FSS-V	2	
関西電力	大里	385	53.52	0.863	1,215	FSS-H	1	

工場にて製作中のもの

アルゼンチン国	リオコラリト	8,000	292.0	4.18	375	P ₁ N ₂ -H	2	
ブラジル国	アバニアンダバ	5,800	18.5	35.9	257	PMS-V	2	
中部電力	井川	33,000	89.4	42.4	257/214	FSS-V	2	
北海道電力	飽別	7,200	71.5	11.8	500	FSS-V	1	
九州電力	雄川	8,000	111	8.3	600	FSS-V	1	
関西電力	殿山	17,000	70	27.5	400	PMS-V	1	世界最高落差カプラン水車
鳥取県	小鹿第一	4,000	221.6	2.16	900	FSS-V	1	

官庁試験も終りいよいよ営業運転に入った。この水車は8枚羽根のランナが使用され、多くの模型試験により効率、空洞現象性能の優秀な翼型が採用されている。高落差であることとそれに伴う構造上の諸点より、ランナボックス、ランナブレードおよび操作機構などは大きい力を受

けるため、 γ 線、抵抗線歪計、光弾性試験など最新の設備を駆使してそれぞれの強度について検討されている。また使用水が多量の土砂を含むため、流水に接する部分の材質の選定にも考慮が払われている。

単床式コンクリートバーレル方式が採用され、親発電所の姫川第二発電所より電力線搬送により遠方監視制御ができるよう考慮されている。

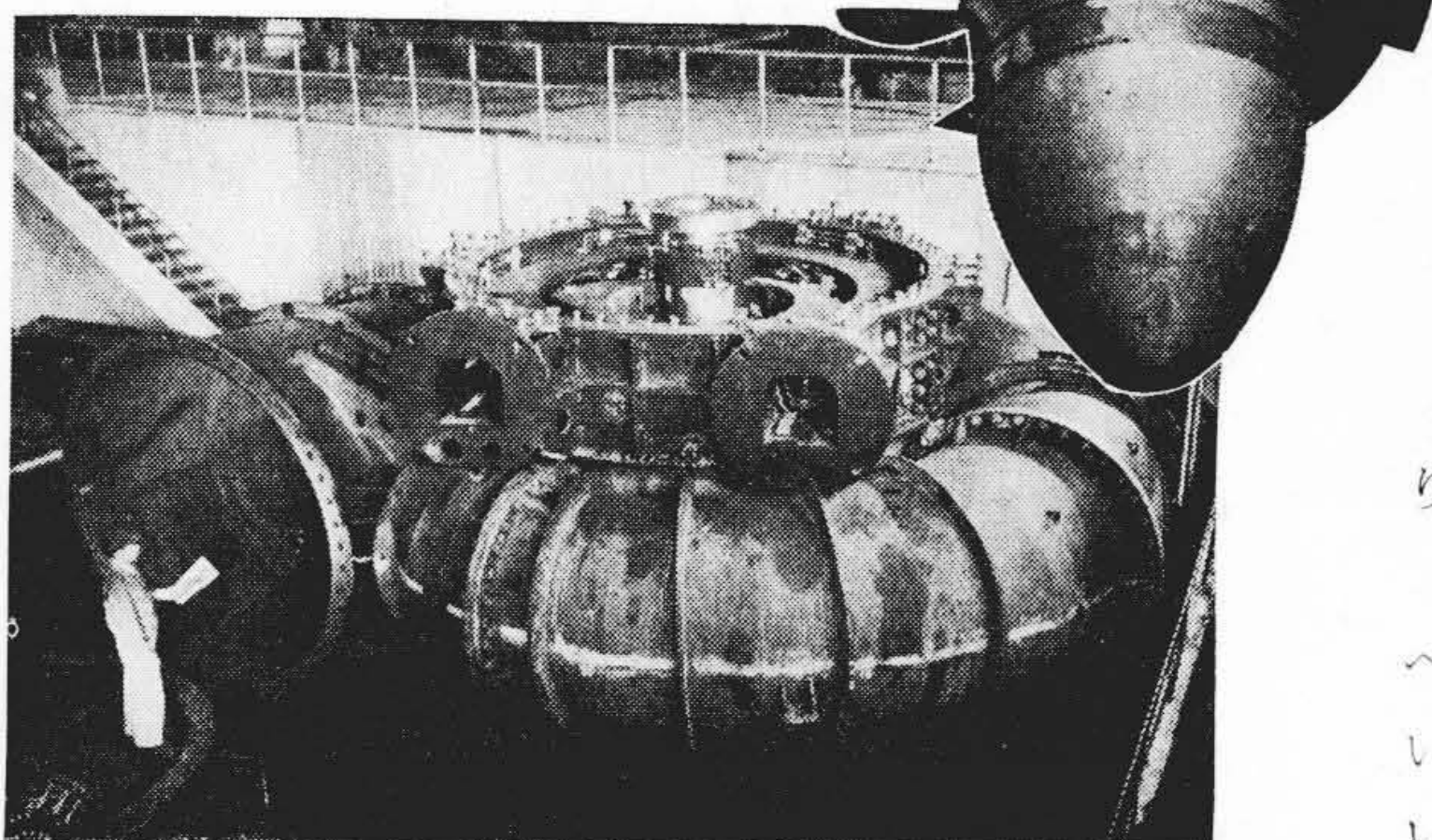
その他のカプラン水車

カプラン水車は今後さらに高落差領域への進出が期待され本名、姫川第三発電所の経験に加えて幾多の模型試験により技術的検討が加えられて、自信をうるに至っている。30年10月受註決定した関西電力殿山発電所用17,000kW水車は最高落差70mに達し、フランスのBort-Rhue発電所とともに、世界最高落差を誇るカプラン水車として注目を浴びており、従来の経験を生かして鋭意設計製作中である。

ブラジル国アバニアンダバ発電所納水車はブラジル国へはさきにマカブ発電所用水車を納入、好成績を納めているので、同国向第二陣として、その成果を期待されている。

第1図 13,000kW カプラン水車とそのランナ

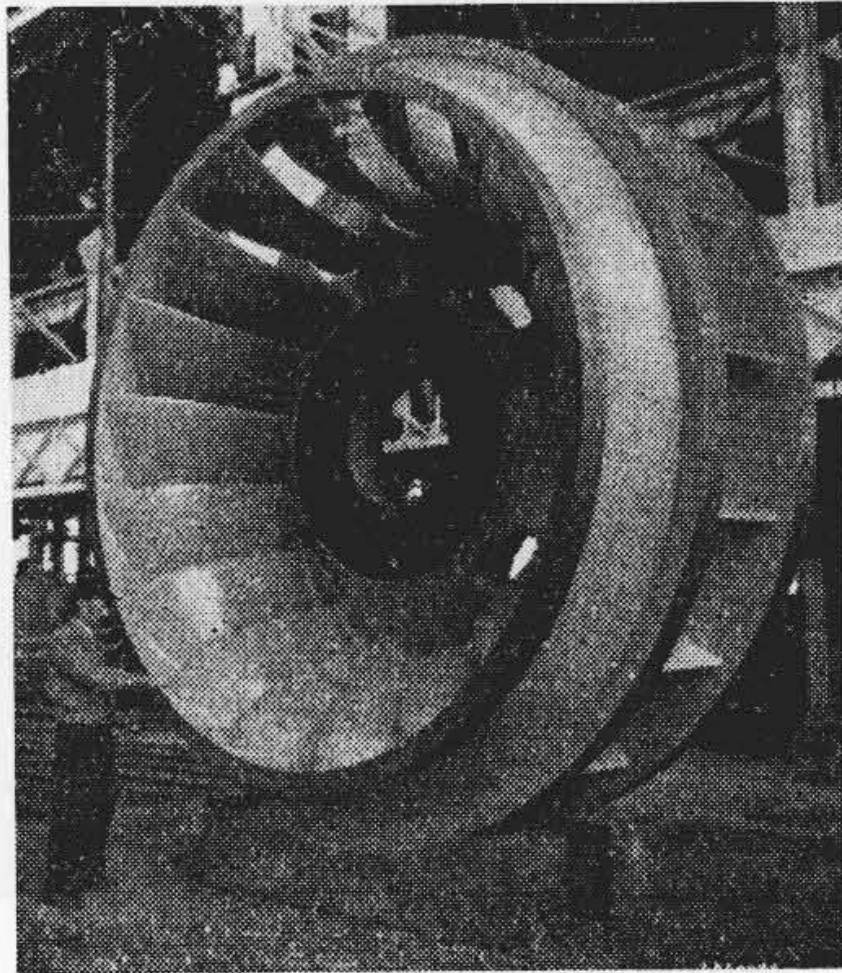
Fig. 1. 13,000 kW Kaplan Turbine and its Runner



フランス
水車

電源開発佐久間
発電所用
100,000 kW
水車

話題を投げかけていた佐久間発電所納 100,000 kW 水車は予定通り工場組立完成し、その展示会には、高松宮殿下、同妃殿下、秩父宮妃殿下



第2図 100,000 kW 水車ランナ
Fig.2. Runner of 10,000 kW Francis Turbine

をお迎えし、官、業界、報道関係者多数とともに盛大裡に昭和30年2月17日開催された。目下現地において機器据付および調整に最後の拍車がかけておられ、その巨大な水車が運転を始め、関東および中京、関西方面の電力を潤すことになる日も近いと思われる。

本水車の構造機構にはあらゆる斬新な構想が採用され性能の向上を計り、製作および運転実績を基礎に大容量水車としての水準をさらに一段と高めることができた。

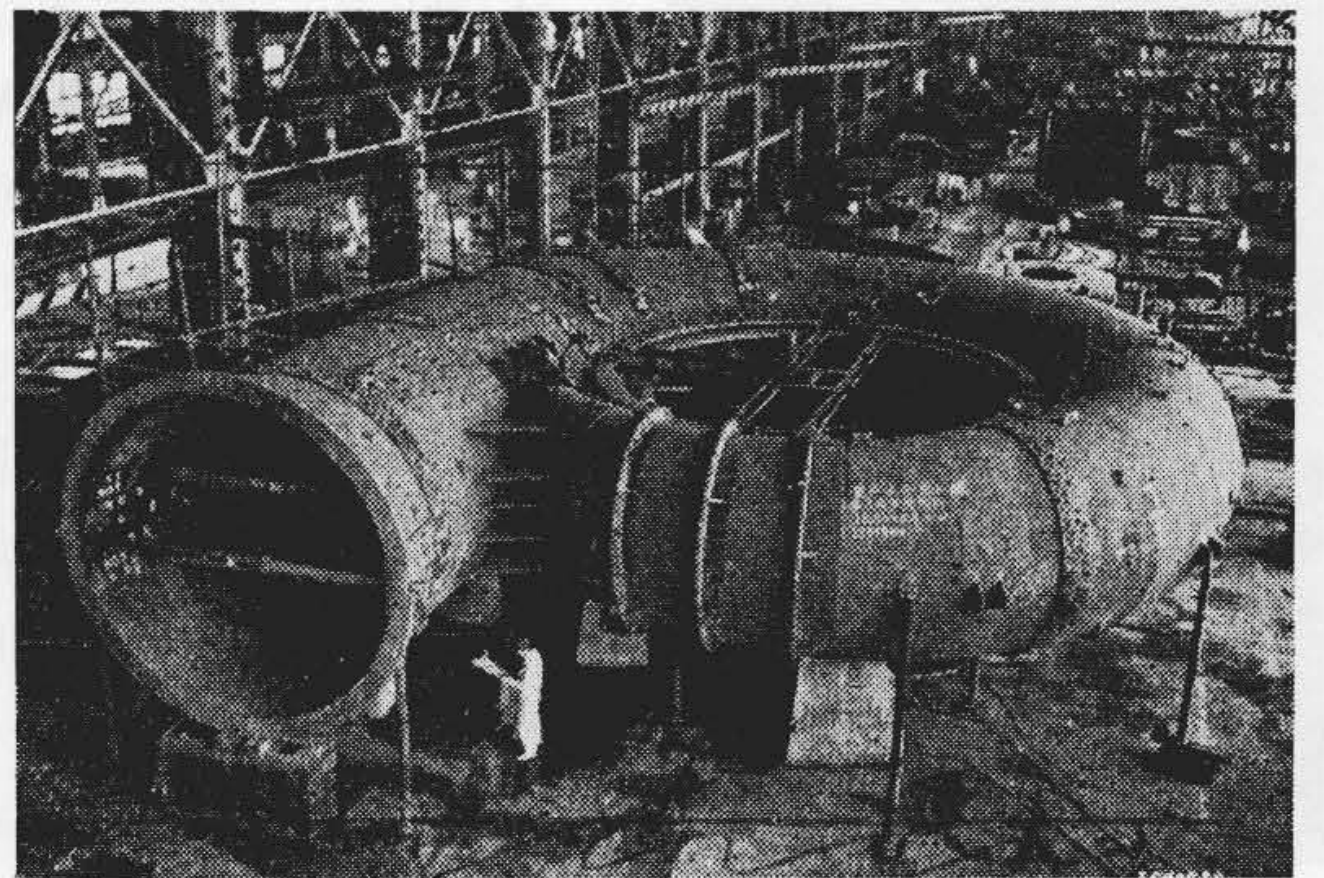
ランナは製作に先立ち多くの模型ランナにより比較試験がなされ、変落差、変サイクル運転に最も高性能を保持しうるよう十分検討がなされた。材質についても幾多の材質別、耐磨耗、耐キャビテーション試験によつて材料選択の資とし、完全良質なる鑄鋼製とした。さらにキャビテーションによる侵蝕の発生するところには不銹鋼肉盛溶接を施した。ランナは重量約32t、外径約3,880φである。

スピードリングは鋼板全溶接構造、ケーシングは輸送可能範囲に溶接され現地においてスピードリングと銲接された。これらの高落差大容量水車にケーシング、スピードリングを全溶接構造としたのは、世界にも類のない記録品であつて、すぐれた溶接技術と、慎重な検査技術により可能とされたものである。

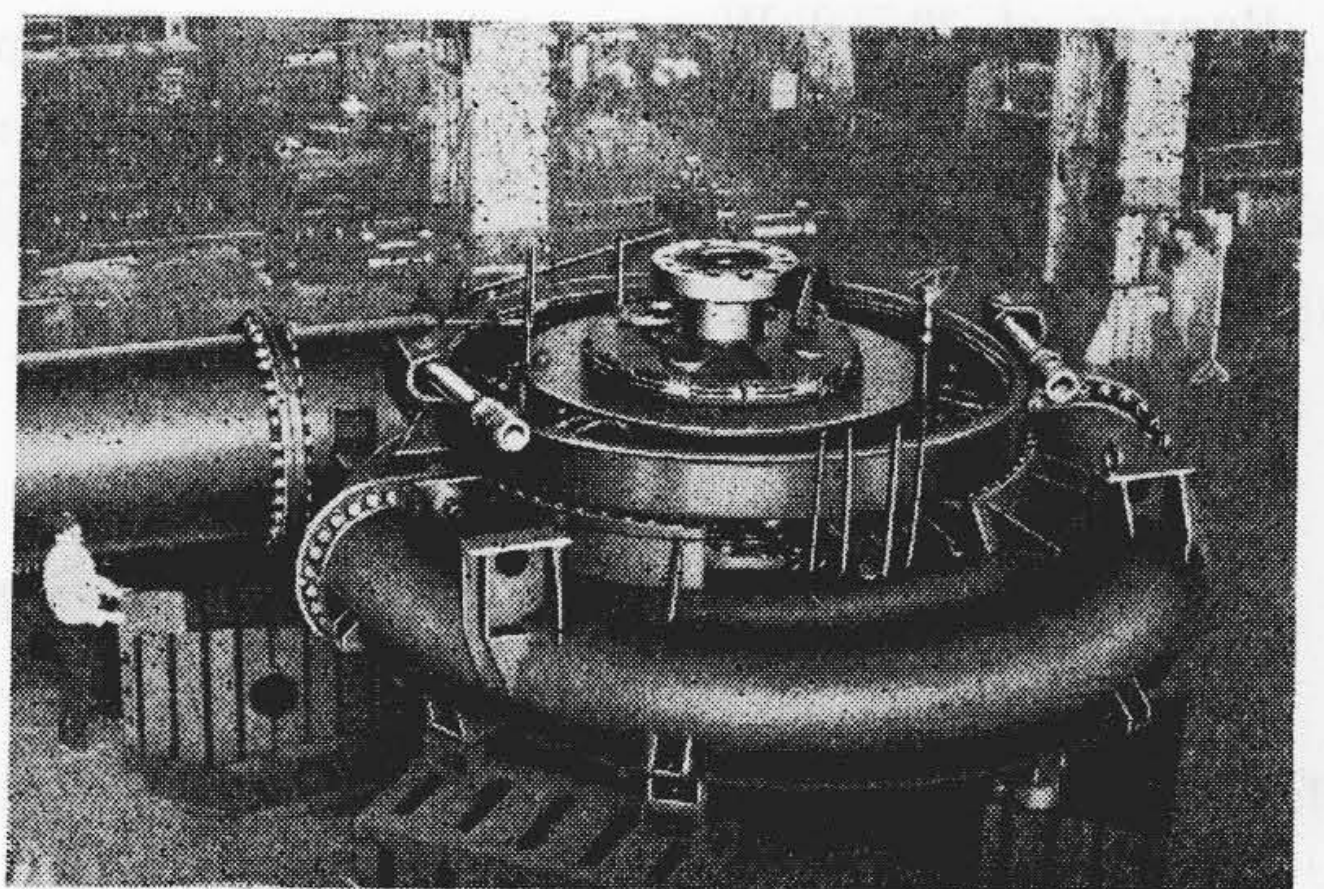
調速機は日立キャビネット型調速機が採用され、特に運転と保守に便なるよう考慮が払われている。操作圧油を作る圧油ポンプにはスクリュポンプが使用された。

東北電力八久和発電所用 32,000 kW 水車

本水車は当初計画最高落差 289m として設計され、これに対して全溶接ケーシングおよびスピードリングが採用された。これは精々 150m までしか適用されなかつた従来の観念を一掃したもので、61kg/cm² の最高試験水圧に対しても十分安全かつ耐圧性のあることが確認されこの方面における日立技術の真髄を示したものとして注



第3図 100,000kW 水車用鋼板ケーシング
Fig.3. Casing of 100,000kW Francis Turbine



第4図 32,000 kW 水車
Fig.4. 32,000kW Francis Turbine

目されている。

計画の都合により、有効落差 267.6 m に減少したとはいえ、なお我国でも有数の高落差フランス水車であり、特にランナは模型試験により低速度型として優秀な性能を確認された。

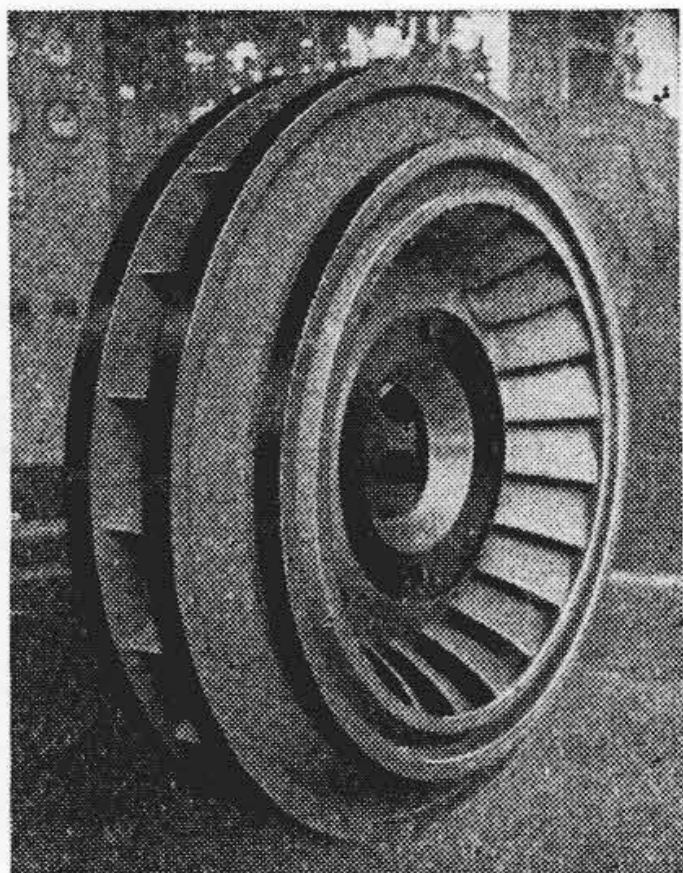
中国電力潮発電所用 20,500 kW 水車

本水車も高落差フランス水車として有数のもので、先に納入した明塚発電所とともに江川水系開発計画の一環をなすものである。本水車のランナは NS=76 (m-kW) の低速度型であり、また案内羽根は、万一油圧が低下しても水圧により開くことなきよう常に閉方向の力が働く準自動閉鎖式案内羽根が使用されている。第5図(次頁参照)は完成したランナを示す。

運転方式は自動周波数制御装置を取入れた完全な一人制御方式が採用され、調相機運転、同期電動機運転も行うようになってきている。この際ドラフトチューブ内の水位を空気により圧下してランナを空中運転とするようにし、風損を軽減することができる。

その他のフランス水車

今期特に自家発電または、県電関係の製品が目立ち、富山共同葛山発電所 13,300 kW 水車、高知県永瀬発電



第5図
20,500kW 水車ランナ
Fig. 5.
Runner of 20,500kW
Francis Turbine

ル機として設計され、水車構造も各種の新しい試みを使用されている。

ペルトン水車

アルゼンチン国リオ・コラリト発電所用8,000kW水車

本邦においてはすでにペルトン水車の適用落差の経済的利用可能地点が漸次減少しつつあるとき、未開発落差の多数残存する東南アジア、南米などへの進出は、すぐれた技術の裏付とともに大いに期待しようところである。リオ・コラリト発電所用ペルトン水車は、昭和26年納入のエスカバ発電所フランス水車につぐアルゼンチン国向けの輸出機器で、この面での今後の期待をつなぐものだけに特に慎重な考慮が払われた。

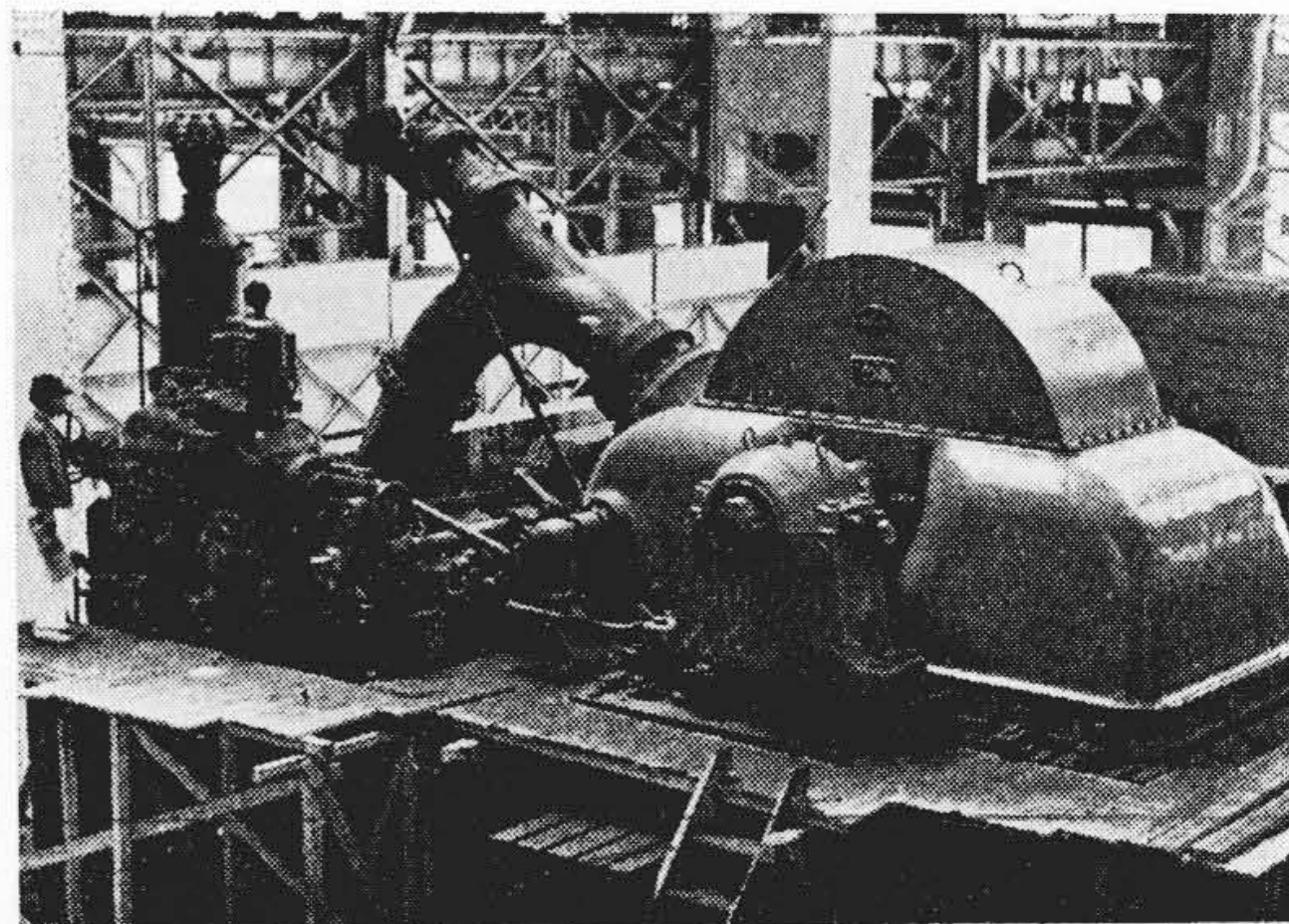
バケットはデスクと一体鋳造とし、材質は低マンガン鋳鋼とされた。スラスト軸受は強制循環給油潤滑方式が採用されている。

水車模型試験、材料試験などの推進

最近の水車の傾向は、高落差カプラン水車、高落差フランス水車、縦軸ペルトン水車の実現などそれぞれが他型式の分野に進出して、従来の常識と異つたそれぞれの特長を発揮し運転条件に応じた能率良き運転を行っていることにあるが、これらのことは、模型試験によりその性能を十分研究確認されていることによつて可能とされたものである。日立製作所ではこれらの試験装置に独特なものを持ち、各種性能の比較、キャビテーション性能の改善、翼型およびランナ形状の改良、特殊現象の解明などに日夜努力を続けている。特にキャビテーション性能の改良は掘鑿の大小に伴う建設費、ランナ寿命に基く保守維持費に特に大きな影響をおよぼすので、単独翼型による検討、キャビテーション自体の特性および

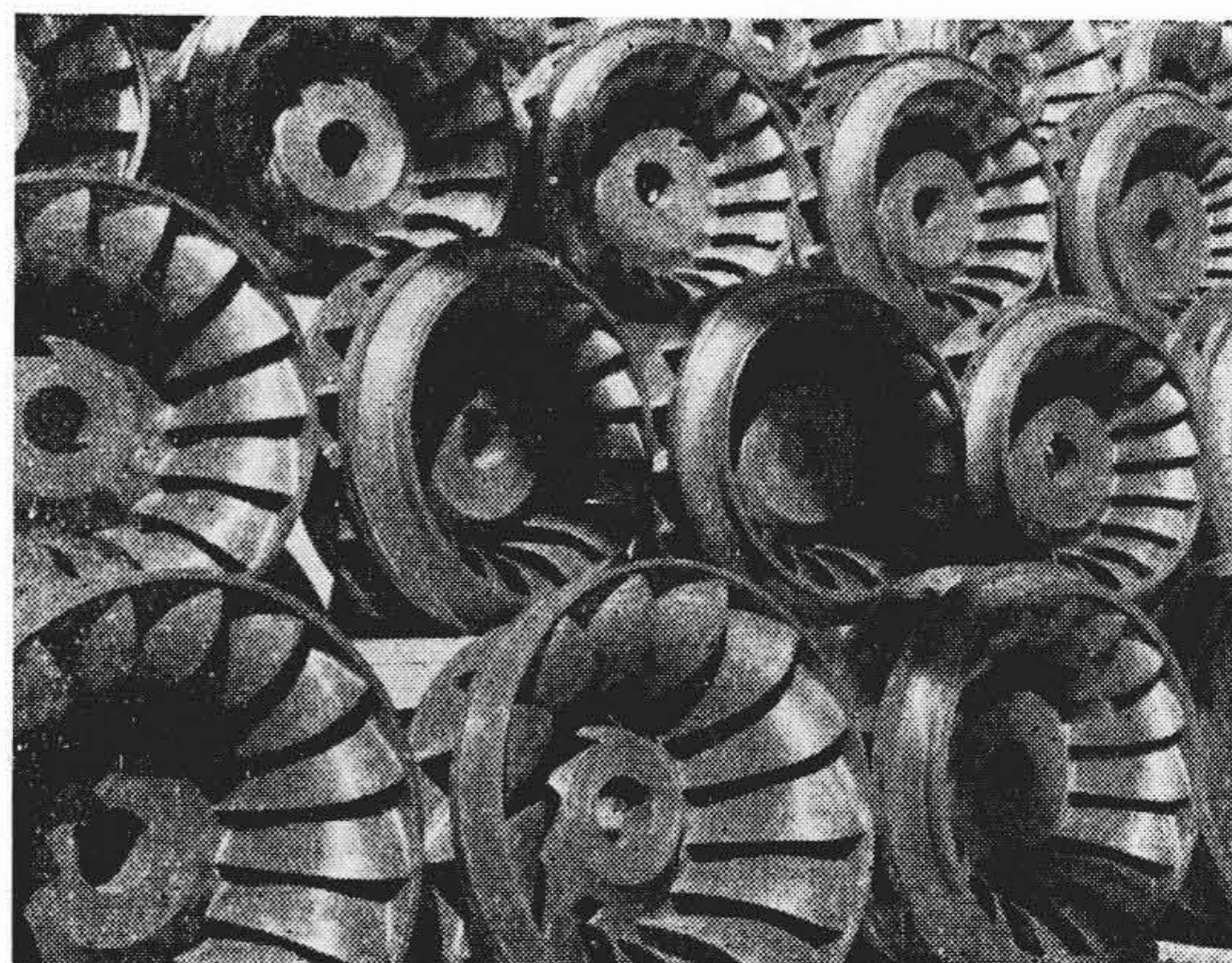
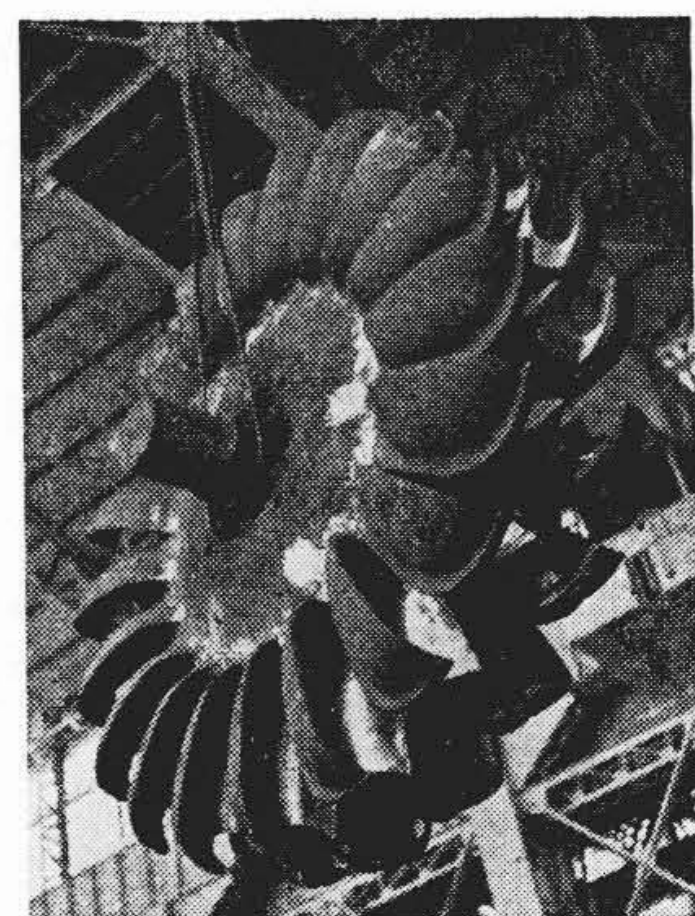
所11,700kW水車、三重県宮川第一発電所14,600kW水車、山口県佐波川発電所2,040kW水車などがそれぞれ完成した。永瀬発電所11,700kW水車では、水車流量測定に塩水速度法が実施され、その装置一式も納入した。

中部電力井川発電所納33,000kW水車は大井川総合開発の一環として建設されるダム式発電所で、その落差は89.4mより44.4mまで変動し、かつ両サイク



第6図 8,000 kW 横軸ペルトン水車
Fig. 6. 8,000 kW Horizontal Pelton Wheel

第7図
8,000 kW ペルトン
水車用一体鋳造バケット
Fig. 7.
Integrally Casting
Pelton Runner for
8,000 kW Pelton
Wheel



第8図 模型フランス水車ランナ
Fig. 8. Model Runners of Francis Turbine

発生の際、空気吸入による振動の研究など多岐にわたる研究を行っている。第8図は供試模型ランナの一部を示す。

一方、性能低下と損傷を最少限に止めることは、水質、土砂含有量、運転条件などに最も適した優秀な材質を選定することであり、この面でも日立製作所は、研究所、自家鋳造部門、製罐部門、検査部門の密接な連携により、鋳造、熔接、熱処理、材料試験および耐摩耗、耐蝕試験

などに総合的研究を進めつゝあり、最近では非金属材料に対するこれらの適用の実績もえている。

附属機器その他

日立キャビネット型調速機の運転実績

キャビネット型調速機を発表して以来、第2表のごとく、多くの発電所に据付けられたが、保守点検の容易、感度の向上ならびに操作に対する即応性、安定性、体裁の優美などについて斯界から好評を博している。両サイクル用の調速機にはサイクル切換装置を備えて配電盤から開閉器によつて容易に切換うるごとなし、またコントロールモータの制限開閉器には従来水銀スイッチを使用していたが、最近ではP型早切スイッチを使用するなど種々改良を加えている。また自動操作用電磁弁は従来2箇のマグネットおよび弁を併用する方式であつたが、これを1箇に纏めたものとするによつて、複雑化する自動方式によつてますます増加する傾向にある電磁弁の数を減らし、非常に纏まり良く、キャビネット内に収納されるものとなつた。(特許出願中)

スクリーポンプ

近時圧油ポンプとしてスクリーポンプが使用されつゝあり、その運転は静粛で、油の流動に脈流がなく、また高速回転が可能であるため従来のものに比し小型になしうるとともに、高圧が容易にえられるなどの特長がある。佐久間、八久和、潮各発電所用にそれぞれ使用して長期間実運転試験を行い機能の万全を期している。

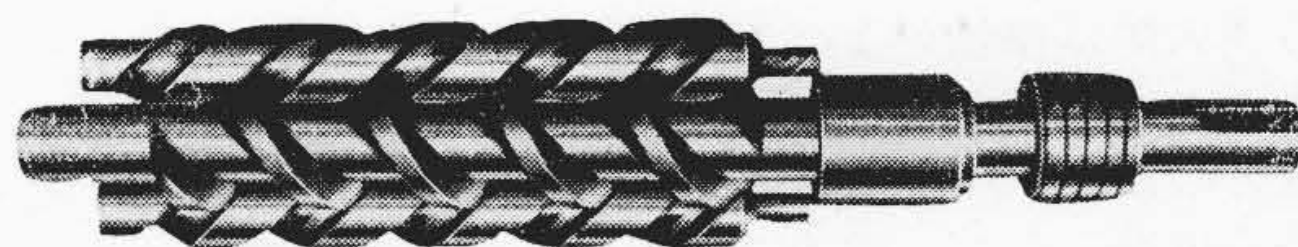
ロータリーバルブの模型流水遮断試験

ロータリーバルブの歴史はそれ程新しいものではないが、近年に至つて入口弁に対して案内羽根全開時における全流水遮断可能な条件を附せられる場合が多くなつてきたため、堰止弁または蝶型弁よりも有利なロータリーバルブを使用しようとする気運が表われて来た。またロータリーバルブは全開時に管路の形状と完全に一致するため流水に与える落差損失を極少にすることができる特長を有している。

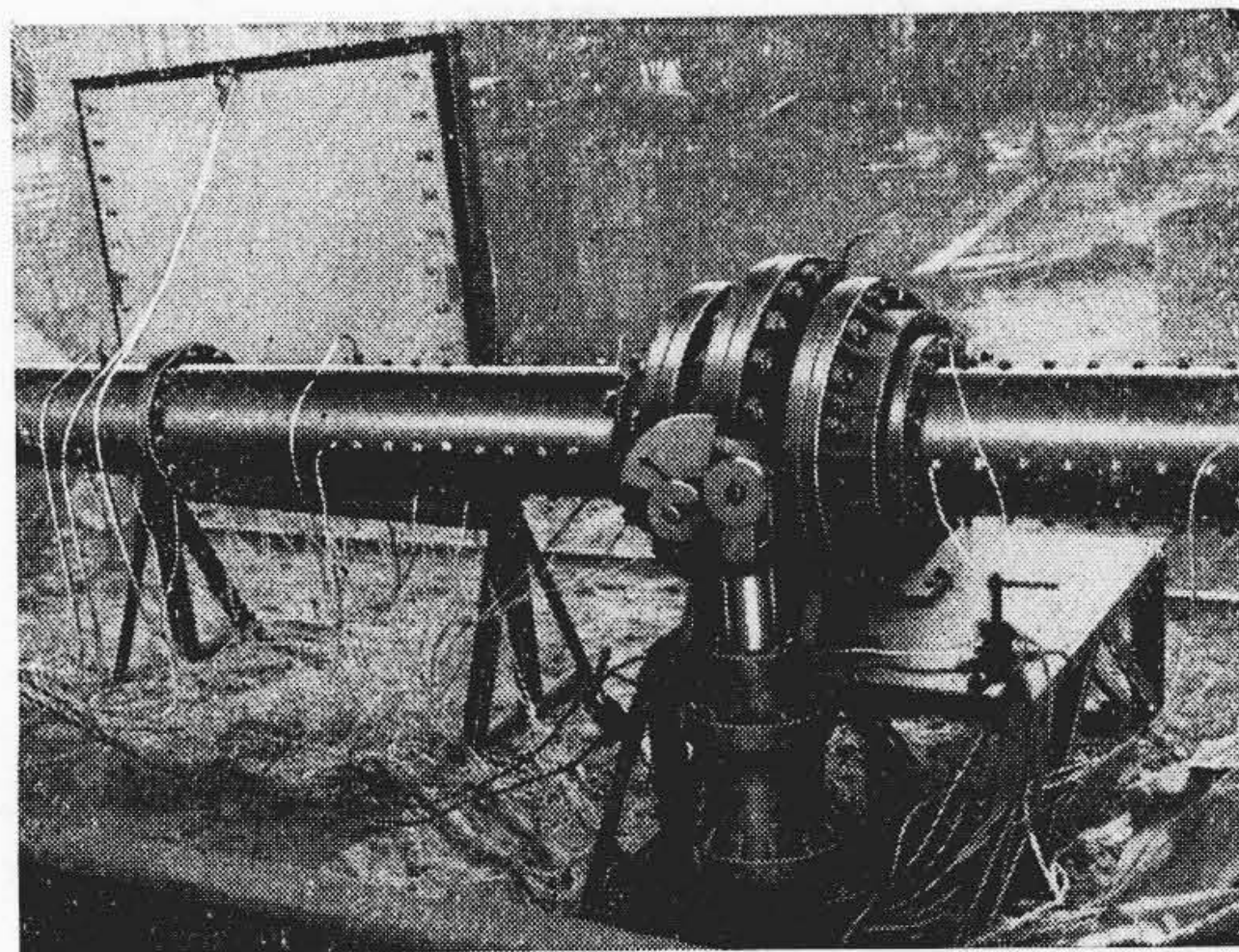
日立製作所では実物のロータリーバルブを試作するに先立つて、まず模型弁を試作して各部の構造の検討を行うとともに、水力学的特性特に流水遮断特性の実験研究を行い、貴重な資料をうる事ができた。そのうち、全開時の損失落差は非常に小さく、堰止弁より良好であり、また各開度を通じて開き勝手のモーメントが働くことはなく、流水遮断の条件に対してサーボモータ容量を決定

第2表 日立キャビネット型調速機納入一覧表
Table 2. Supply List of Hitachi Cabinet Type Governors

納 先	発電所名	出力 (kW)	台数	水車型式	調速機号数
北陸電力	神通川第一	48,000	2	FSS-V	CF-95
関西電力	丸 山	70,000	1	FSS-V	CF-95
東北電力	本 名	30,000	2	PMS-V	CK-95
関西電力	御 岳	25,000	1	FSS-V	CF-70
姫川電力	姫川第七	23,000	2	FSS-V	CF-70
北陸電力	桑 島	16,000	1	2FSS-H	CF-20
富山共同	葛 山	13,300	2	FSS-V	CF-60
中部電力	姫川第三	13,000	1	PMS-V	CK-80
電源開発	佐久間	100,000	2	FSS-V	CF-95
東北電力	八久和	32,000	1	FSS-V	CF-70
中国電力	潮	20,500	2	FSS-V	CF-55



第9図 スクリューポンプ
Fig. 9. Screw Pump



第10図 実験中の模型ロータリーバルブ
Fig. 10. Test of Model Rotary Valve

するには摩擦力だけを考えれば良いことがわかつた。

第10図は実験中の状況を示す。

ボ イ ラ

30年度は日本の記録品たる東京電力鶴見第二発電所および新東京発電所に 280 t ボイラをそれぞれ1罐ずつ納入した。また船用としたは日立造船因島工場に輸出船の 33,000 t オイルタンカ用として 15,000 馬力用ボイラを納入した。また低質炭による火力発電が取り上げられつゝあるとき、バブコック社の独特の技術を取り入れて、サイクロンアーネスボイラを計画のためサイクロン実験装置を日立研究所に設備し日本炭の燃焼試験を開始した。

東京電力納 280 t ボイラ

鶴見第二発電所および新東京発電所納 6,600 kW タービン発電機用蒸気発生設備として計画されたもので、中央制御方式を採用した最新式の設備である。

おもなる仕様

型	式....バブコック日立輻射型ボイラ
蒸 発	量(最大連続負荷).....280t/h
蒸 気	圧 力(過熱器出口).....91kg/cm ² g
蒸 気	温 度.....513°C
給 水	温 度.....200°C
汽 罐	効 率(於重油焚, 最大連続負荷) 92.6%
燃 焼	方 式.....微粉炭および重油併用

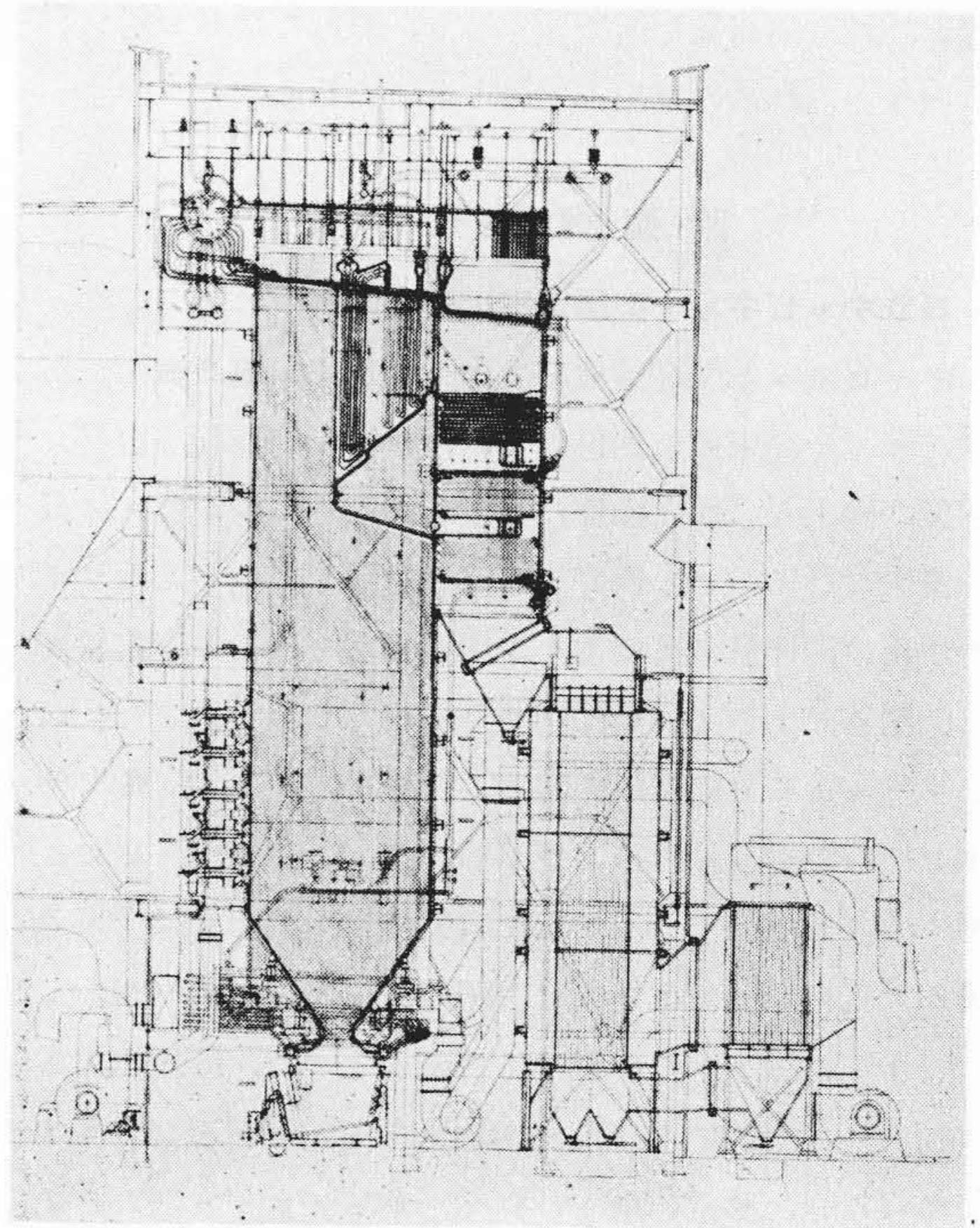
特 長

- (1) ボイラ全体はすべて鉄骨の上部梁より吊り下げられ、熱膨脹に対しては、各部は全く自由であり、なんら無理を与えない。
- (2) 火炉は重油および石炭の燃焼に対して、十分なる大きさと冷却面を有し、全周タンゼントチューブ式水冷壁とし、タイパおよびバックステによつてきわめて丈夫な構造となし、罐水の循環については、罐前に4本の太い主降水管を配し、その下端より多数の分岐管により、水壁下部ヘッダーに罐水を分配し、強力にして明瞭な罐水の循環を計っている。
- (3) 汽水分離装置の構造は第12図に示すごときもので上昇管はドラム内部に気密に設けられた仕切り函に開口している。仕切函には多数のサイクロン式汽水分離装置があり上昇管よりの汽水混合物は悉くこれを通り蒸気はサイクロン上部の波板スクラバーを通つて分離し、つぎにドラム内上部の波板スクラバーでさらに微細なる水滴を分離して、乾度高い蒸気を過熱器に送る。
- (4) 蒸気温度調整装置 本ボイラは重油、石炭燃焼のいずれの場合でも負荷 75% 以上において蒸気温度を一定に保つために、煙道ガスの再循環方式と一次および二次過熱器間に備えたスプレー式アテンペレータを装備し、ベーレー式自動温度制御装置によつて常に蒸気温度を 513°C に保持するようになっている。ガス循環ファンは1罐に2台あり、節炭器出口煙道ガスを炉底より吹き込み、部分負荷において蒸気温度を 513°C まで上昇せしむるよう働き、これに反し、スプレー式アテンペレータは蒸気温度が 513°C を超す場合清浄なる給水をスプレーの形で蒸気に混じり 513°C まで蒸気温度を下げるように働く。
- (5) 微粉炭装置 第13図は E-70 ミルを示す。

仕 様

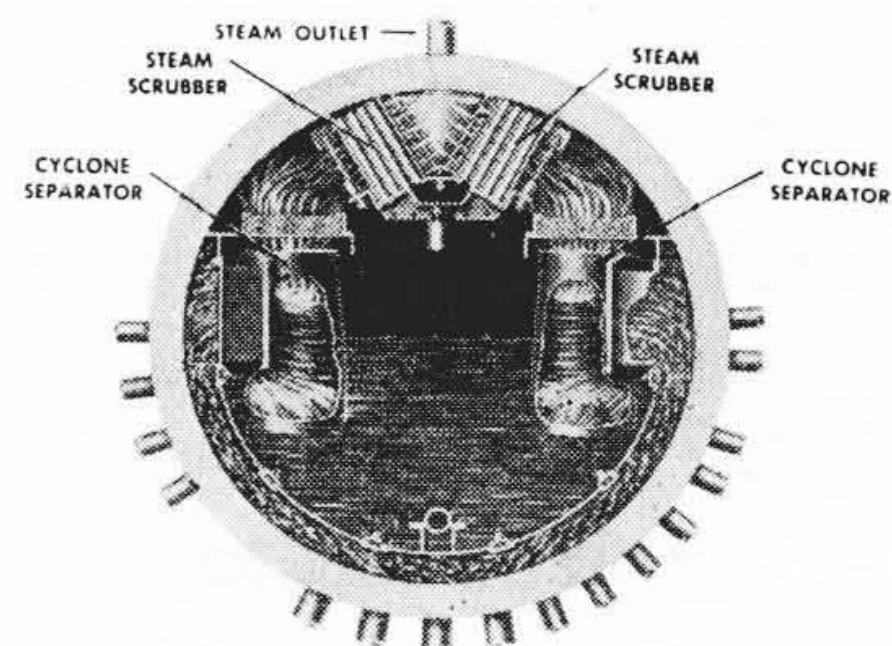
容 量 12,400 kg/h
微 粉 粒 度	200 メッシュ通過.....70%以上
	100 メッシュ通過.....90%以上
石 炭 発 熱 量 5,500 kcal/kg
粉 碎 度50(ハードグループ)

粉碎部の主体はグライテンリングとボールであたかもスラストボールベヤリングのごときのものであり、石炭はミルドライニングされる。炭量の調整がきわめて容易、据付面積および所要動力が小さく、音響も静粛であり、1台のミルより数箇のパーチに微粉を配分する場合均一であり、また粉碎部の寿命が長いなど種々すぐれた特長を有している。



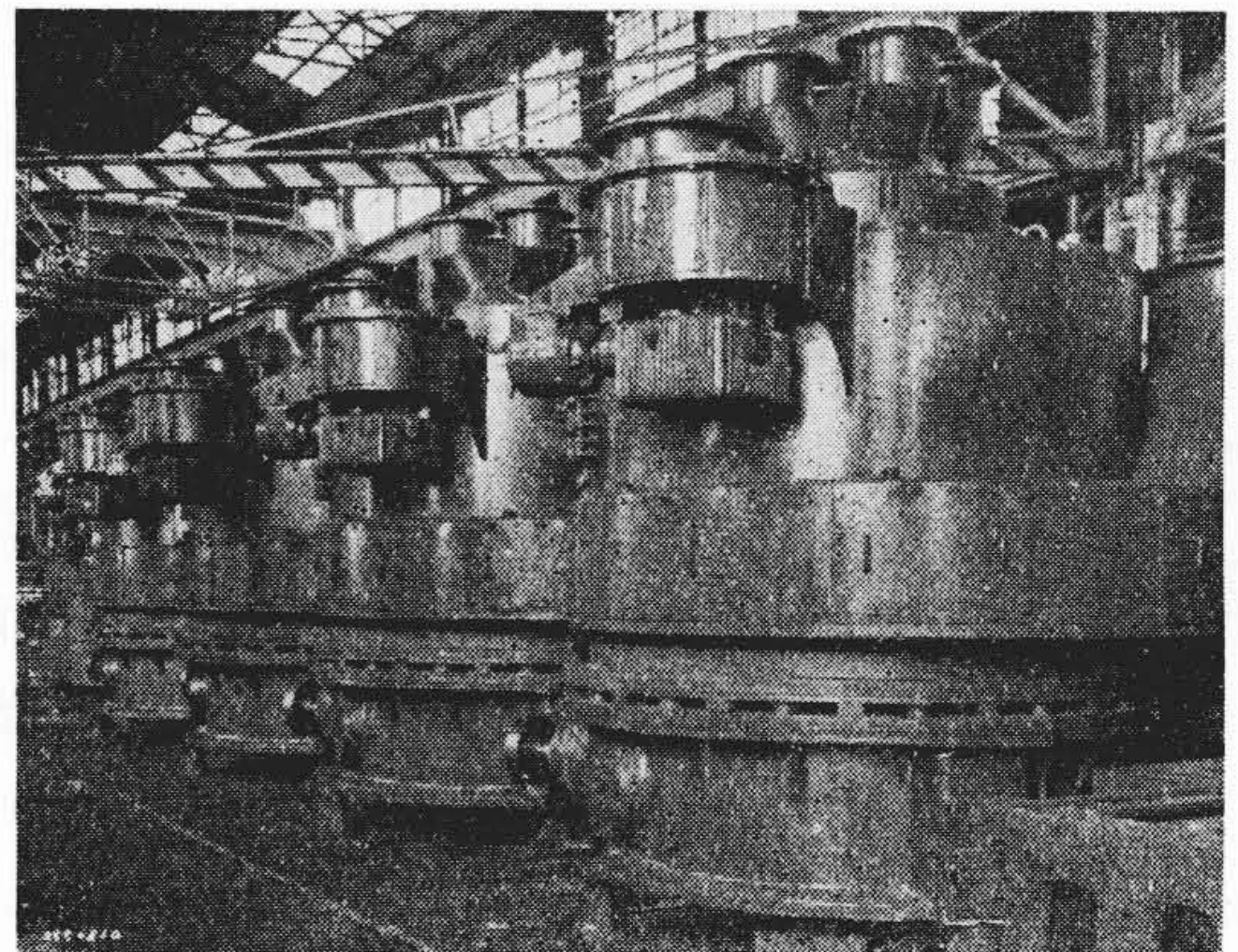
第11図 280 t/h 輻射型ボイラ

Fig. 11. Sectional View of 280 t/h Babcock Hitachi Radiant Boiler



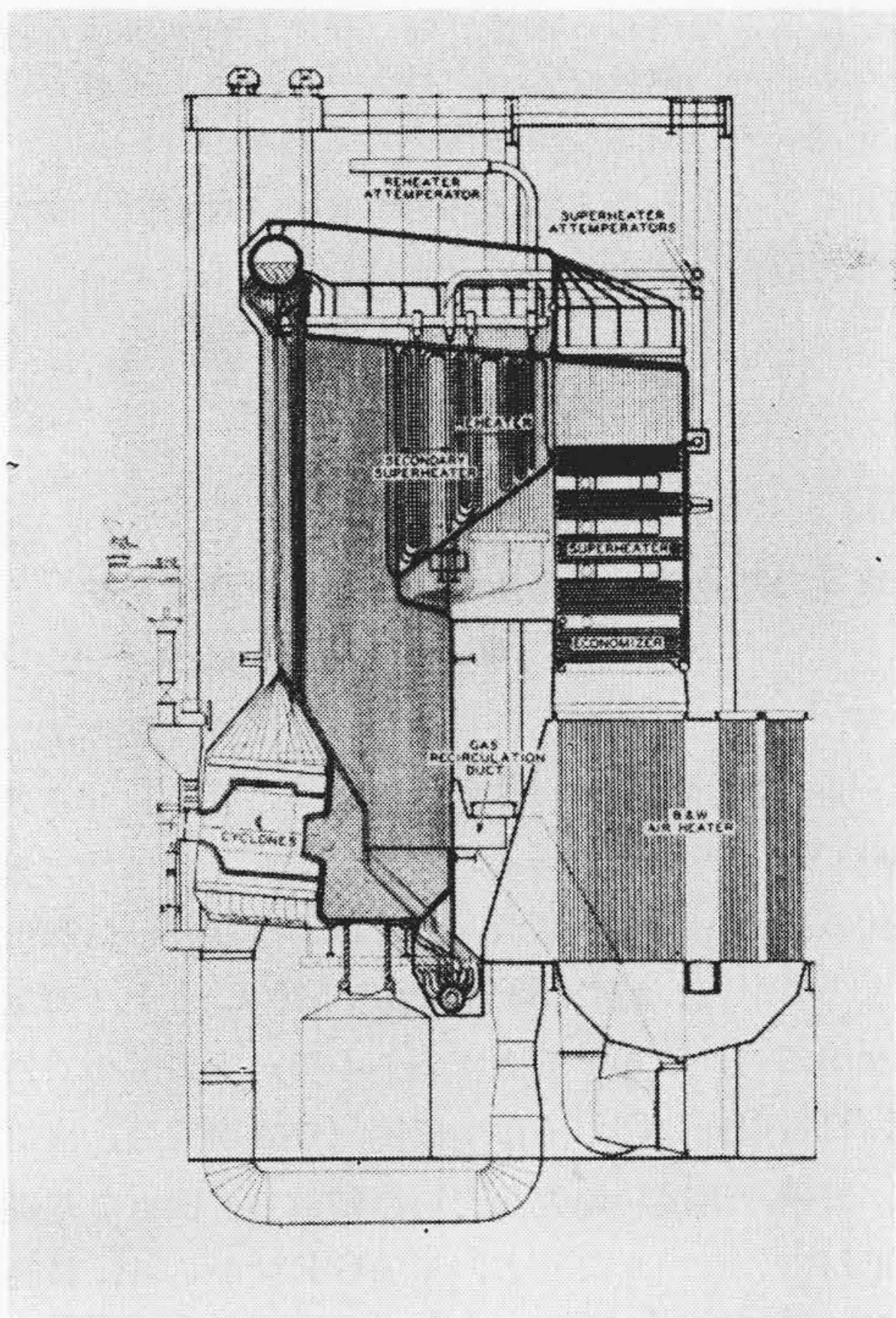
第12図 サイクロン蒸気分離装置

Fig. 12. Cyclone Steam Separator



第13図 E-70 ミル

Fig. 13. View of E-70 Mills



第14図 サイクロンファーンレスボイラ
Fig. 14. Cross-section of Cyclone Furnace Boiler

サイクロンファーンレスの研究

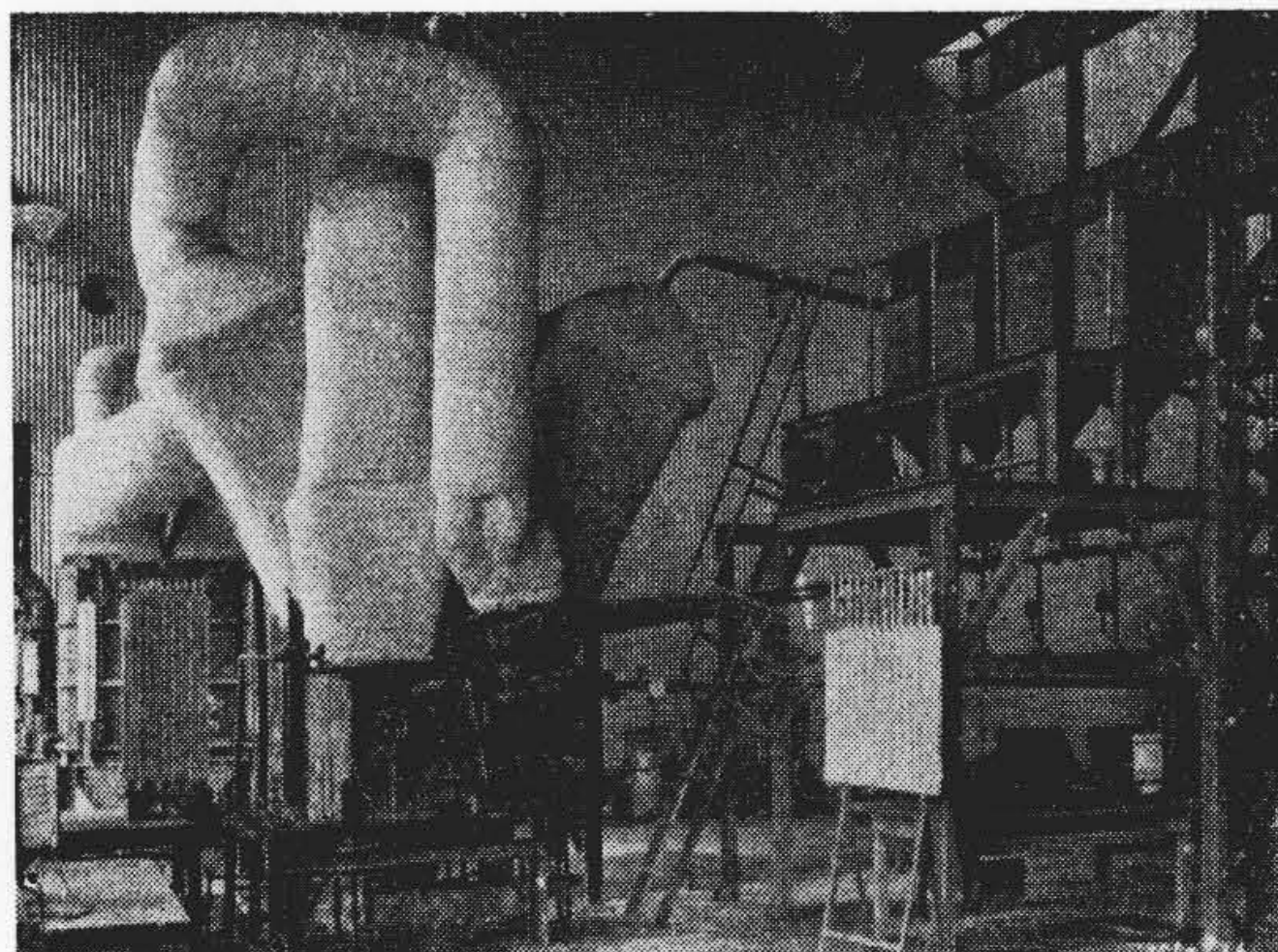
本装置は約10年前より独，米において広く採用されるに至った新しい微粉炭燃焼方式で，パブコック社独得のものである。

本方式を採用したボイラは第15図のごとき構造となり，火炉の前に円筒形燃焼室を横置に取りつけたもので，サイクロンファーンレスはボイラの容量により，径5呎ないし9呎のものが1箇ないし数箇取り付けられる。一般の微粉炭燃焼と異り，炭粒は4メッシュを最大とする比較的粗い粒子まで燃焼せしむるのが本装置の特色である。

特 長

- (1) 全灰量の 85% を熔融状で炉底より排除可能。
- (2) 集塵器を軽減あるいは立地条件によつては省略可能。
- (3) ボイラおよび建屋が小型になる。
- (4) 空気率を 110% ぐらいにできて排ガス損失が小となる。
- (5) 石炭は粗碎なるため粉碎動力ならびに粉碎部の消耗が少い。
- (6) 石炭の適用範囲が広い。

以上のごとき幾多の長所を有し，特に灰分多い低質炭には本方式の長所が最も活されるものと信ずる。独，米においてはすでに各種石炭についての適用性の研究も積まれているが，この技術を我国において再現する場合，石炭事情の異なる点に鑑み，外国において積まれた経験お



第15図 サイクロンファーンレス実験装置
Fig. 15. View of Test Cyclone Furnace

よび研究結果を基礎に我国の石炭につき十分なる研究を行い，その計画上些の不安もないようにしなければならぬので，日立研究所燃焼研究室に外国において行われた研究設備を再現して，燃焼実験を行うとともに，高温粘度計を設備し高温における灰の粘度を測定し，研究を完全ならしめている。第15図はサイクロンファーンレス実験装置を示すもので，火炉温度と灰の流動，灰の熔融温度と空気予熱度，溶灰の性状など各種研究が行われている。

輸出船 15,000 HP 用ボイラ

日立造船の輸出船 33,000 t タンカ用として納入したものである。

おもなる仕様

型 式	B&W インテグラルファーンレス
蒸 発 数	1 船に 2 罐
蒸 気 量	{ 定格..... 25,500 kg/h 最大..... 37,000 kg/h
蒸 気 圧(出口)	42.2 kg/h
蒸 気 温 度	455°C
給 水 温 度	121°C
汽 罐 効 率(定格)	88.0%

構造上の特色

- (1) 火炉は安定せる燃焼と堅牢という点に特に重点において計画されているため，バーナを装備した前壁および炉底以外は水冷壁とし，この水冷管間隔を適当に開き，管表面には多数の短いスタッドを熔接し，これに耐火物クロムオアを塗り込んで吸熱効果を調節している。側壁にてバーナに近いところのものはフルスタッドにして管表面全面に耐火物を塗り込み，そのほかの側壁および後壁はパーシャルスタッドと称して一部水冷管を火焰に露出するものを使用している。かくすることにより，炉内の熱吸収を適当に調節し，特にバーナ着火部附近の熱吸収を制限することにより，すべての負荷において，また低質油使用時も完全な燃焼を期待できる。
- (2) 罐水循環および汽水分離については，蒸気ドラム内にパブコック独特の高性能のサイクロンセパレータを附し，汽水分離を良好ならしめている。ドラム内水面よりの蒸発はほとんどなく，すべて本装置を経て蒸

気が分離されるため船舶のごとく動揺の激しい場合においても汽水分離作用は確実である。また罐水循環を明瞭にかつ強力に行わしむるため、加熱されぬ太い下降管を蒸気ドラムより、水ドラムおよび水壁ヘッダに配置し、加熱される管はすべて上昇管とし、こゝに罐水循環と不明瞭なる管は1本もないようにしている。

(3) 二重ケーシングの採用、誘引通風機が省略され、炉内は加圧燃焼が行われる。このためガス洩れに対しては深い注意を払い、ボイラケーシングはいたるところ二重ケーシングとし、内外ケーシング間に新鮮なる炉内圧より高い燃焼用空気を送り込んでいるので、炉内および煙道よりのガス洩れは絶体になく、罐室は常に清浄であり、環境はきわめて良好である。

(4) 節炭器は高温部と低温部に分れているが、高温部節炭器は鋼管の周囲に小片の鋼板を多数熔接し、熱吸収とスペースファクタの良好なることをねらつてい

る。低温部節炭器は鋼管外部にフィン付鋳鉄管を嵌入了たもので、熱吸収とスペースファクタが良好でさらに煙道ガスに対する耐蝕性が大である。

本ボイラはその他スチームエヤヒータを有し、また自動燃焼装置を有する最新の計画になるものである。

蒸気タービン

陸用タービン

東京電力鶴見第二発電所および新東京発電所納

66,000 kW 蒸気タービン

本邦においては蒸気条件および容量の点で劃期的製品である東京電力鶴見第二発電所ならびに新東京発電所納66,000 kW タービンは、その設計、製作に当つて、米国GE社の技術を全面的に取入れ、最も性能良く信頼度の高いものとした。特に 88 kg/cm^2 , 510°C という蒸気条件は我国における初の計画であるので、主要部の設計、工作、材料の面に関しては全機関（日立研究所、設計、製作、製鋼、熔接、検査など）を動員して慎重な基礎研究を重ねている。また一方、米国GE社からは、技師長を招聘し、設計、製作に関する指導を受け完璧を計つた。

主要計画要目

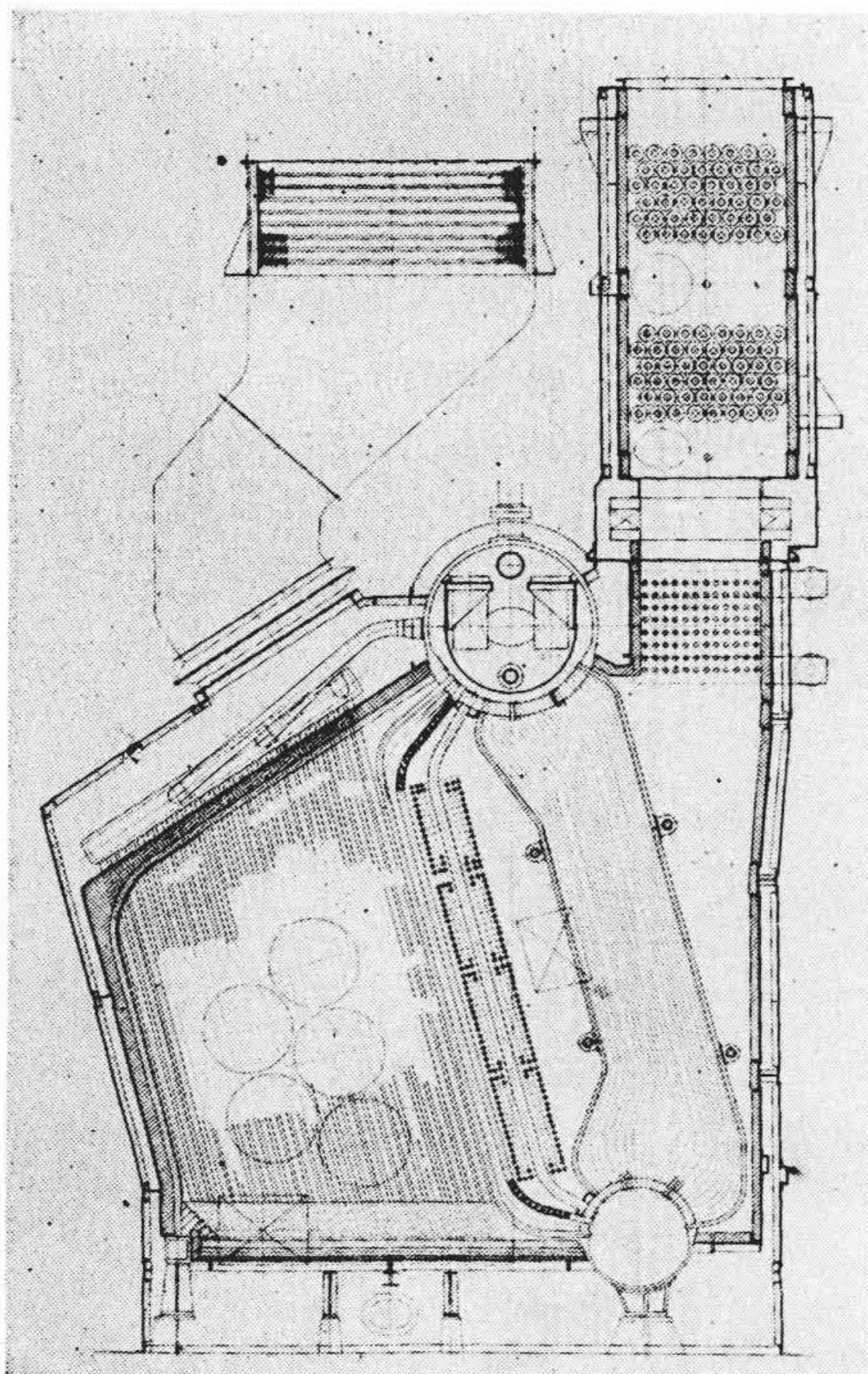
型	式……横置衝動式二汽筒複流排気型
定 格 出 力	…………… 60,000 kW
最大連続出力	…………… 66,000 kW
蒸 気 圧 力(加減弁前にて)	…… $88 \text{ kg/cm}^2\text{g}$
蒸 気 温 度(加減弁前にて)	…………… 510°C
回 転 数	…………… 3,000 rpm
復水器真空	…………… 730 mm-Hg (冷却水温 180°C , 60,000 kW, 抽汽時)
パーソンズ係数	…………… 2,200
段 数	……… 高圧18段, 低圧4段×2 合計 22段
内 部 効 率	…………… 85.75%

タービンの計画に当り、特に留意した点、ならびに従来の設計に見られなかつた特長としては、

(1) 小直径多段方式を採用するとともに、噴口および翼の設計には、最も効率の高いヴォーテックスデザイン

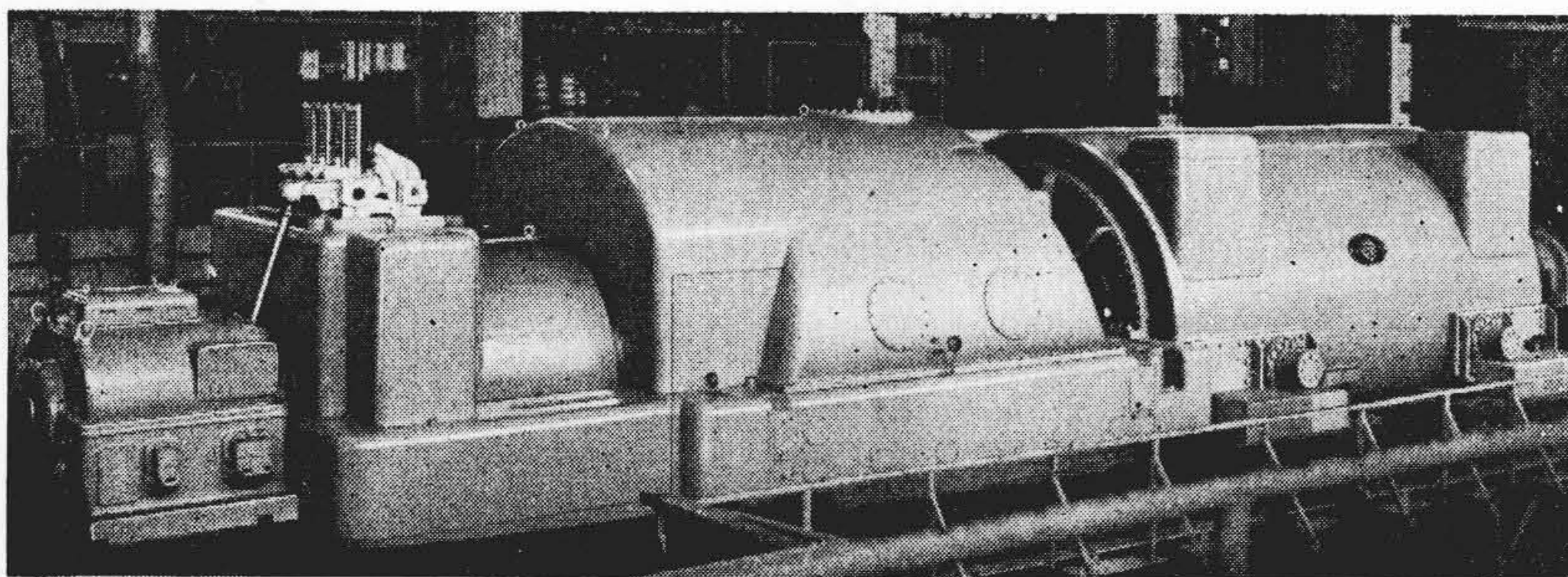
を取入れ、同時にBTH特殊メタルを使用して、噴口と翼縁と間隙を僅少とすることにより、従来見られなかつた高い性能がえられた。

(2) ロータは高低圧とも、一体鍛造削りだし1式とし、rigid couplingにて結合し、三軸受方式の採用ならびにセンターハイトを低くしたことと相俟つて、軸長を著しく短縮し、かつ振動に対して安定な構造とした。



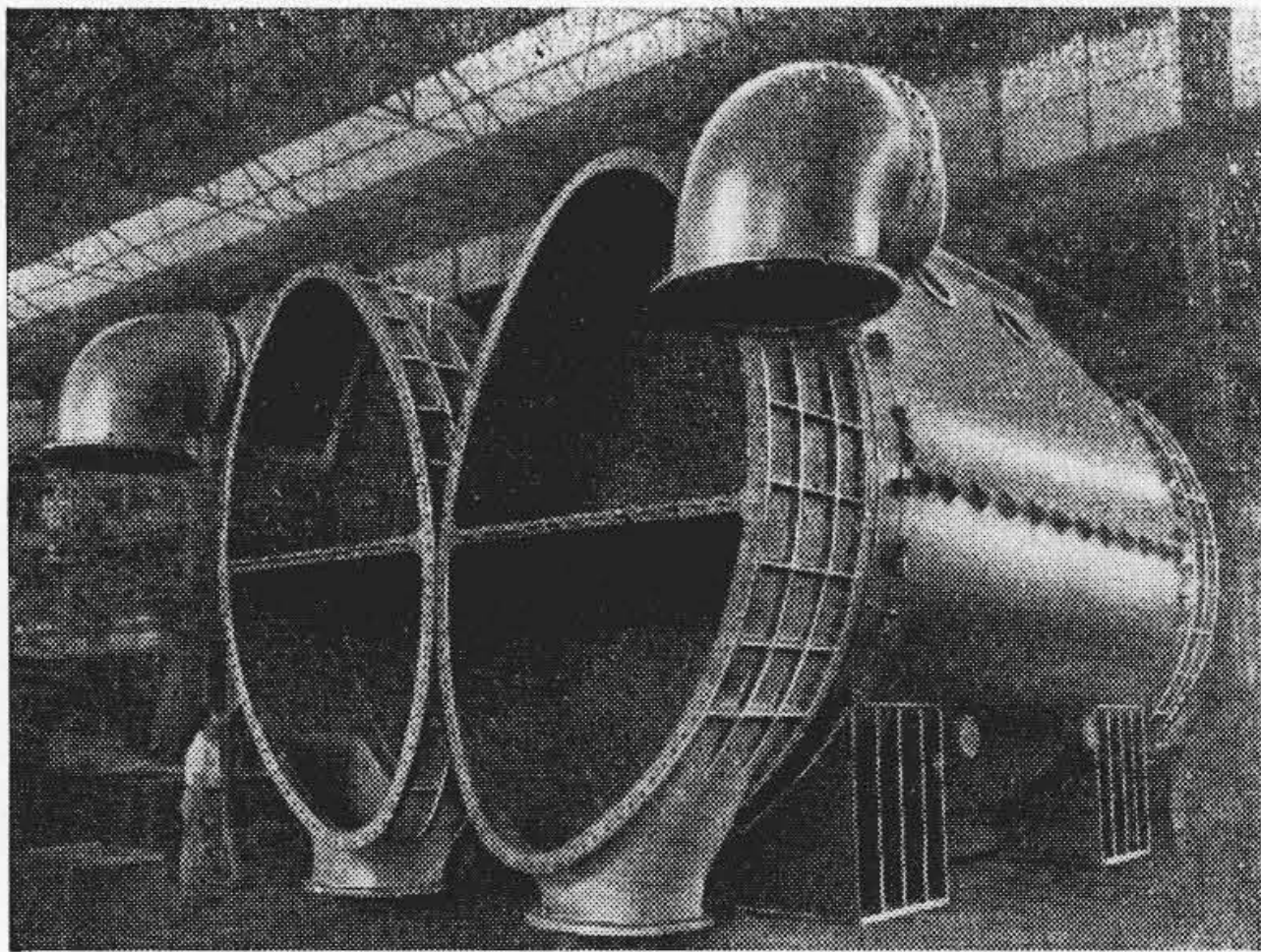
第16図 15,000 HP 用船用水管ボイラ

Fig. 16. Marine Water Tube Boiler for 15,000 HP Turbine



第17図 66,000 kW タービン発電機

Fig. 17. 66,000 kW Turbo-Generator



第18図 4,600 m² 復水器
Fig. 18. 4,600 m² Surface Condenser

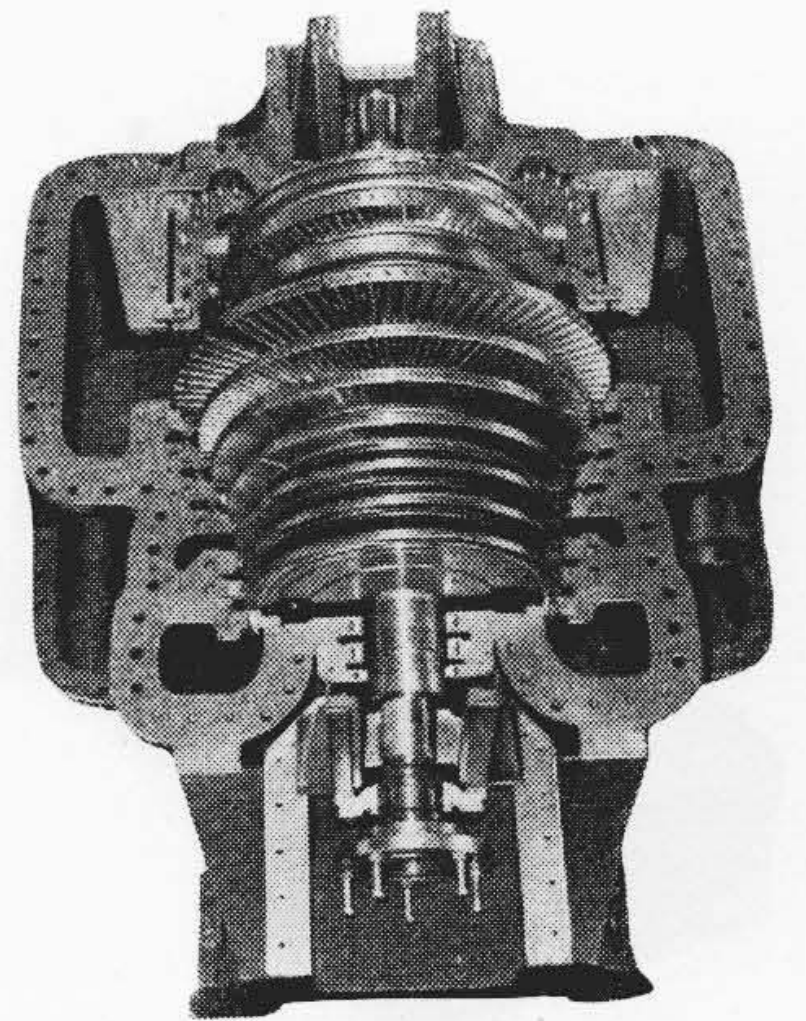
- (3) 低圧車室は全鋼板熔接式とし、高低圧連絡蒸気管を、車室と一体に組込んでいるため、その外観は恰も単車室のごとく、きわめて優雅美麗である。
- (4) 调速装置は、感度の高い油圧調整とし、遠心式主油ポンプの採用とともに、諸種の関連保安装置の動作はきわめて安全確実である。

つぎに、復水装置、給水加熱装置に関しては、独自の基礎研究に加えて、欧米の最新の技術を取入れ、主タービンとともに、中央制御方式の採用により **one man control** を可能ならしめ、同時に、使用負荷条件を詳細に解析して、急速起動を容易ならしめかつ苛酷な負荷変動に対して十分耐えうるよう、各機器の容量、性能および構造を決定した。

復水器はタービン軸に直角に配置され、容量に十分の余裕を附して **4,600 m²** とし、冷却管の配列は放射式とし、その取付は溝付きエキスパンドとし、冷却管を彎曲して取付けることにより熱膨脹を吸収させる構造としている。また、復水溜には再熱脱気装置を設けて熱損失の防止と、復水の純度を保たしめている。なお、真空ポンプには本邦では初の **Kinney** 式回転真空ポンプを採用した。本装置により熱経済の向上を計るとともに、遠隔操作による中央制御を便ならしめた。

給水加熱装置は、与えられた主蒸気条件および給水温度において、最も適当な **5** 点出気とし、各機器の高度の性能と相まってプラント効率の上昇を期した。給水温度は **60,000 kWh, 200°C** で **2,223 kcal/kWh** という劃期的熱消費率を保証している。

以上、述べたごとく、本タービンプラントの完成までには、材料、設計、工作、検査などのすべての点で、多くの劃期的方法が採られ、本邦における高温高压大容量タービンの先駆をなすものである。本機は先に工場直結試験を完了し、動作の確実性、取扱の容易、振動の皆無、外観の優美等々、立会者一同より絶大なる讃辞を戴いたことはすでに関係者一同の知るところである。



第19図
6,600 HP 低圧タービン
ン上半開放状況

Fig. 19.
6,600HP Low Pressure Turbine Overhauled

船用タービン

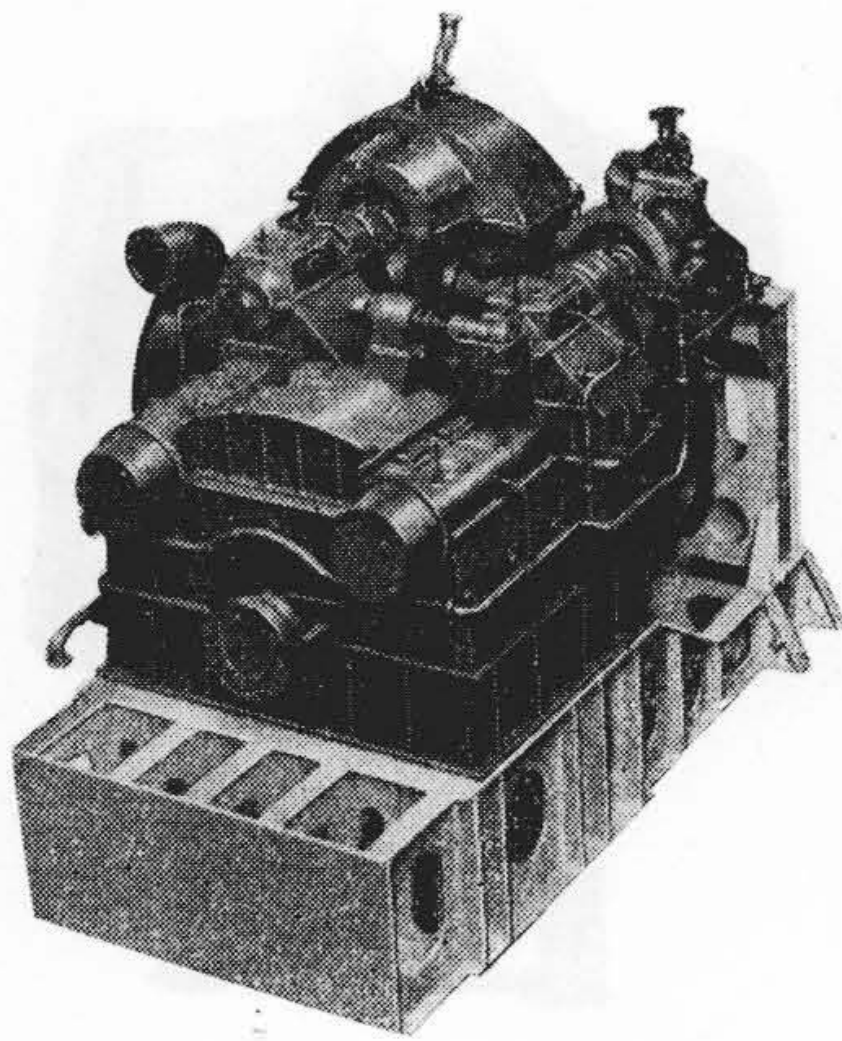
ノミコス社 6,600 HP タービン

本タービンは輸出向として日立造船所において建造されたノミコス社納めの主機として搭載されるもので、日立製作所が米国 **GE** 社との技術提携後船用タービンとして、第1号機に製作したものである。したがってその計画には各種の新しい試みを加えてあり、その中で特に目立つた諸点を下記にする。

- (1) 計画上の要点： 使用蒸気は **30 kg/cm²g, 385°C, 722 mmHg 6,600 HP** に対して、高压および低圧タービンの回転数を著しく高くし、タービンの構造、容積、重量を極力小さくかつ軽くした。
HP=6,185 rpm, LP=4,141 rpm
- (2) 車室： 高低圧の推力軸受をタービンロータの引張り側に置いて、ロータに無理のかからぬよう考慮した。なおタービンのラビリンスから漏洩するドレンが万一軸受排油に混入することを考慮して、排油孔に特別のバップルを設け、清浄排油管と別箇にしてある。
- (3) タービンロータ： 高速回転なるが故にロータ材は **Ni-Cr-Mo** 鋼とし、高温曲り試験、動的釣合試験のほかにフィールドバランスを高速回転で行いうるようにした。なおダブテールは鞍型の頑丈なものとし翼は耐振強の高いものとし、**LP** 最終段排気のソラセ盤は第19図のごとくロータより削りだしている。
- (4) ダイアフラム： 高压側は熔接式、低圧側は鋳込式ですべて効率のよいネガティブノズルを採用した。
- (5) 嚙合接手： アメリー式歯車接手で、歯面は十分クラウニングし、センターリングのくるいを完全に吸収しうる構造とした。中間接手(外歯)および鞘(内歯)はともにインヴォリュートであり、かつ構造的にタービンを定置で接手のみを分解点検しうる。
- (6) ガバナポンプ： フリクション型ポンプで、油中で歯車が高速回転して所定の油圧、油量を吐出するので騒音がなく寿命が長い。

ゴーランドリス社 15,000 HP タービン

前述の **6,600 HP** と同じく輸出向として製作されたもので、この種出力のタービンは今後の標準として広く採用され、海外進出への鍵となるので、抜本的計画と入念な製作を行つた。



第20図
15,000HP 減速歯車
付タービン

Fig. 20.
General View of
15,000 HP Turbine
with Reduction
Gear

特 長

6,600 HP で考慮された事項はすべて計画に入っているので、そのほかの新しい試みについてのべる。

(1) 計画要点： 使用蒸気は 41 kg/cm²g, 449°C, 722 mmHg, 15,000 HP に対して、回転数を高くしたため高圧タービンが低圧タービンに比較して著しく小さくなった。したがって高圧はベーム上に設置し低圧は復水器で支持される構造とした。HP=6,474 rpm, LP=4,257 rpm 第20図は全体構造を示す。

(2) 車室： 低圧車室は鋼板熔接製として重量を軽減した。低圧車室と減速車室との接合は特殊な放射状ボルトにより熱膨脹を考慮してある。なお高低圧ともに車室は減速車室とは無関係に熱膨脹しうるよう特に注意して設計されてある。

(3) タービンロータ： ロータ材は Ni-Cr-Mo-V 鋼を採用した。

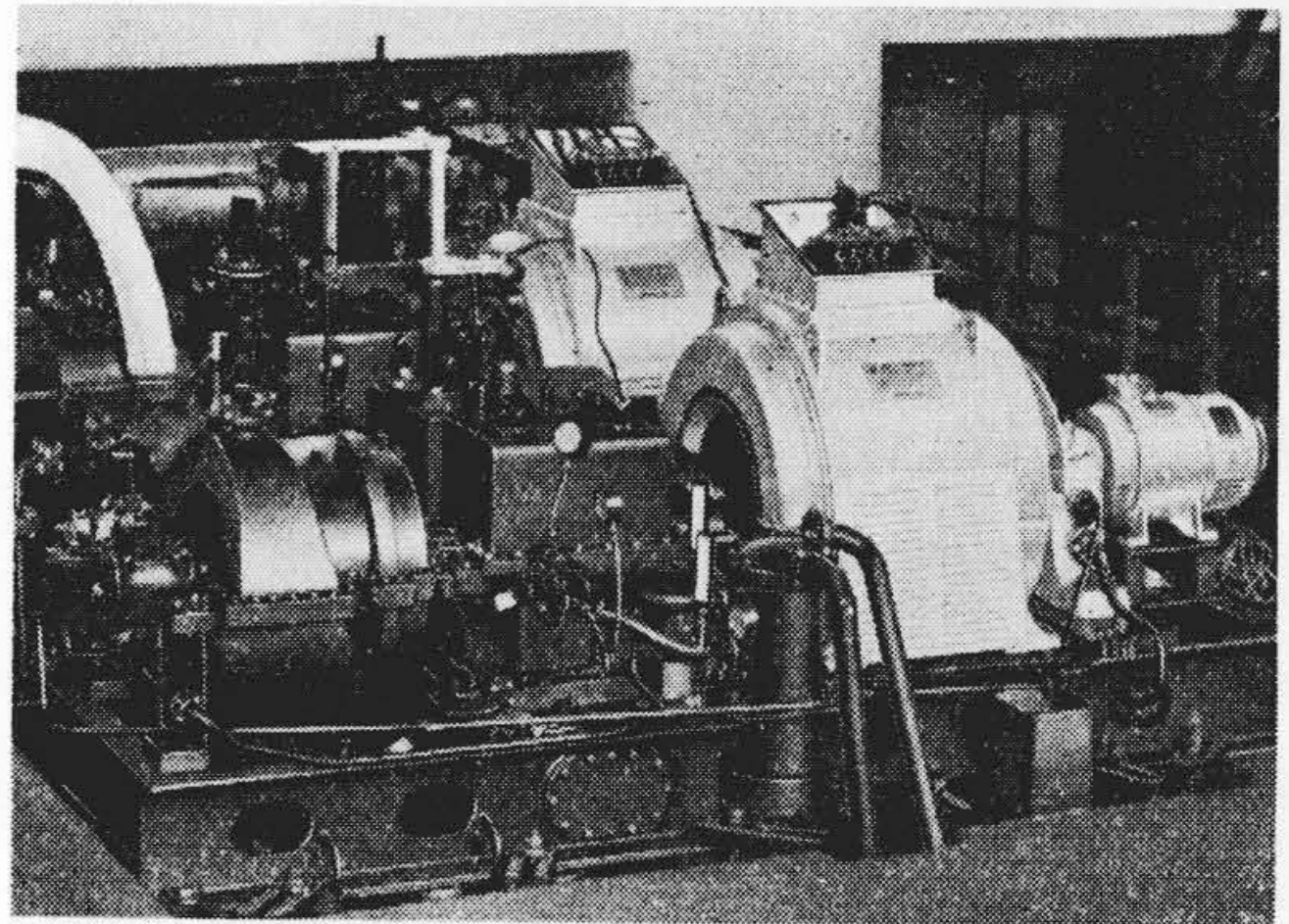
(4) 減速歯車： 主親歯車の P.C.D. は 4,214mm で非常に大きく、したがって歯切りは 20°C の恒温室にて行う。歯切り後はすべてシェーピングを行い、噛合の際の騒音、振動などに対して万全を期している。主推力軸受は減速車室とは別体とし、LP 第1段ピニオンには特に可撓軸を採用してプロペラからくる振動を吸収するよう考慮してある。

日立造船納 520 kW 発電用タービン

本タービンは別項日立造船納 15,000 HP 主機タービン搭載タンカの船内発電機駆動用として製作せられたもので、小型で効率良く、取扱いの容易なこと、運転の信頼性の大きなることを主眼として設計せられたものである。タービン、危急塞止弁および加減弁、減速装置発電機、励磁機などを同一のベットプレート上につけ、かつ油冷却器、油タンクその他附属設備一式を最も適切におさめた構造で、据付面積の減少、重量の軽減を計った G.E. 型補機タービンの最初のものである。

仕 様

数	量.....	2台
型	式..	横置単車室衝動式復水タービン
出	力 経 済.....	430 kW
	MCR.....	520 kW
	最 大(2時間).....	650 kW



第21図 日立造船納 520 kW 発電用タービン
Fig. 21. 520 kW Geared Steam Turbine
for Generator Drive

タービン入口蒸気状態

圧 力.....	585 psig (41.1 atg)
温 度.....	840°F (499°C)
復水器真空.....	28.5 inHg (722 mmHg)
タービン回転数.....	10,000 rpm
発電機回転数.....	1,500 rpm
蒸気消費量(経済時) ..	11.22lb/kWh(5.1kg/kWh)
タービン段落数..	ラトー調整段×1 +ラトー段5 計 6段

本タービンの使用蒸気は主タービンと同条件の高温高圧蒸気であり、かつタービンは 10,000rpm の高速回転であるため、主蒸気にふれる部分およびロータ部の材料選定には特に留意した。すなわち主弁、加減弁および蒸気室ボデーは鑄鋼を用いまたタービンロータは Ni-Cr-Mo 鋼の削出しとし、第1段噴口板には Mo 入りの 13 Cr 不銹鋼を使用した。

構 造

主蒸気はストレーナ、危急塞止弁を経て加減弁より3本の主蒸気管に分れて、第1段ノズル群に接続される。第1段ノズルはリーマノズル3群よりなり、各負荷を分担している。ダイヤフラムは全段 13Cr 不銹鋼削出しのプロファイル翼を用いた熔接式ダイヤフラムで 2~3 段は部分噴射式である。ブレードは鞍型を使用している。車室は高低圧とも鋼板熔接式で前部はギヤケースで支持せられ後部は可撓鋼板で支持せられ熱膨脹に対処している。调速機および主油ポンプは減速親歯車端よりスパイラルギヤで駆動される。保安装置としては非常调速機、油圧低下遮断装置および荷圧上昇遮断装置を備えている。減速装置はシングルヘリカルの1段減速式で、ピニオンはクイルシャフトにより駆動され軸心の狂を吸収している。親歯車と発電機は3軸受で支持せられる。ベットプレートは鋼板製とし内側に油タンクを設けており、油冷却器、油ストレーナなどもコンパクトに取りつけられている。

現在同型発電用タービンは出力 300~600 kW 級多数製作中であり、今後も船艦用としてますます需要は増大するものと考えられる。