

〔I〕 原 動 機

PRIME MOVERS

概 説

Introduction

日立製作所においては、昭和29年度は28年度に引続き電源開発用機器の製作が着実に推進され、記録的大容量機を続々受註するとともに、数多くの製品を産み出し、こゝに輝かしい成果を見ることができた。

工場設備においては機器の大容量化に伴い10数万キロワット級の水車および発電機も容易に組立可能な規模を有する工場を増設するとともに、新鋭大型工作機械を多数新設し、また研究および試験設備もさらに充実され、性能の向上が一層期待されている。

かかる状態の下に設計、製作、試験などあらゆる面に新機軸を採り入れ、日立技術の真価を遺憾なく発揮せんと日夜研鑽が続けられている。

すなわち水車においては年々記録を更新し、 Kaplan 水車の高落差領域への進出、高落差大容量フランシス水車の製作、縦軸ペルトン水車の完成など日進月歩の撓まざる努力が払われている。

先に本邦の記録品として、その成果を期待されていた東京電力白根発電所納 12,000 kW 縦軸ペルトン水車、関西電力丸山発電所納 70,000 kW フランシス水車および東北電力本名発電所納 30,000 kW Kaplan 水車は斯界注視の中に相ついで運転を開始し、いずれも好成績を収めている。

これら劃期的製品に引続き、さらに数多くの記録的水車を製作中であるが、中部電力姫川第三発電所納 13,000 kW Kaplan 水車は、その適用落差が 55 m に達し、高落差 Kaplan 水車としては本邦の記録品であるばかりでなく、世界でも屈指の高落差 Kaplan 水車である。

フランシス水車にあつては景勝の天龍川上流に建設される本邦最大容量を誇る電源開発佐久間発電所用として 100,000 kW フランシス水車 2 台を受註し、その完成を急いでいるが、これまた世界でも屈指の大容量水車である。

本邦における高落差フランシス水車の記録品としては有効落差 289 m の東北電力八久和発電所納 35,800 kW フランシス水車 1 台があり、これについて高落差フランシス水車として中国電力潮発電所納 20,500 kW 水車 2 台もすでに製作に着手した。

海外向けとしては、先にアルゼンチン国エスカバ発電所用 9,000 kW フランシス水車 2 台を納入したが、今回また同国よりリオコラリト発電所用 8,000 kW ペルトン

水車 2 台を受註した。本発電所は発電機器を含む附属設備一切を計画ならびに製作するもので、プラント輸出として日立製作所の総合技術の真価を海外市場へ遺憾なく発揮するものとして注目に値する。

なお引続きブラジル国アバニアンダーバ発電所用水車として、5,800 kW Kaplan 水車 2 台を受註するなど国内は勿論、国際市場における日立水車の進出には目覚しいものがある。

一方技術的面では年々各機種とも高落差、大容量機が製作される傾向にあるため、特に質的向上を目指し、充実せる設備を有する水力実験室および金属材料試験室において総合的研究に日夜努力が払われている。

すなわち水車の効率、設計の改良、製作技術の進歩と相まつて、多くの模型試験結果より向上のあとが認められ、実物水車の効率試験においてその優秀性が立証せられるに到つた。一方水車の空洞現象性能も模型試験により一段と改良が加えられている。また水車材料についても基礎的研究はもとより、耐腐蝕、耐磨耗性に関する特殊試験を実施し、水車の使用条件に最適な材料を選定し、着々応用されている。

なお溶接技術の進歩、試験装置の完備などにより、高落差大容量水車用スピードリングおよびケーシングは鋳鋼製に代り、鋼板全溶接構造のものが製作されるに到つたことは大きな技術的進歩というべきである。

タービン、ボイラなども電源開発の一貫として着実に成果を納めて来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受註した 88 atg/510°C, 66,000 kW タービンおよび 280 t/h ボイラは現在の日本の記録品であるばかりでなく 1 機 1 罐の結合方式および中央制御など我国では初めての新しい試みが採り入れられ今後さらに高圧高温大容量化に進む第一段階を築くものとして注目すべき製品で現在これが完成を急いでいる。なおこれについてつぎの段階である 102 atg/538°C の再熱プラントについても重要材料の実物試作実験を終り国産でもいさゝかの不安のない製品を製作しうる万全の体勢を確立した。

製品においては敦賀セメント敦賀工場納 6,000 kW タービンを完成し 8 月よりきわめて良好な成績で運転に入つた。台湾精糖納 1,000 kW 背圧タービン 2 台も続いて完成し目下現地で据付中である。なお昨年度納入した北海道電力江別発電所納 25,000 kW タービンおよび東京電力潮田発電所納 55,000 kW タービンおよびボイラにつき大規模な性能試験を施行したがいずれも当初の設計

数値にきわめて近い優秀なる成績で顧客の満足をえて順調な運転を続けている。

ボイラはバブコック社と技術提携後新技術の導入と生産設備の充実に加え撓まざる研究の成果を基として上述のごとく高温高压大容量のボイラを製作中であるが、今秋には期待に添う優秀な成果をうるものと信ずるまたすでに組立を終った北海道電力砂川発電所納 170 t/h ボイラは優秀な成績をもつて運転に入った。紀州パルプ、巴川製紙納入のクラフトパルプ廃液回収装置はバブコック日立の独特な技術よりなるもので斯界の注目するところである。またすぐれた性能と長所を有するEミルも各種十数台を完成した。なおストブロワの国産化を図り、自動連続操作式ストブロワ各種を操作盤とともに多数製作し、国内需給の態勢をととのえた。

以下昭和29年度における水車、タービン、ボイラの成果と技術的進歩の跡をふり返つてみることにする。

水 車 Water Turbines

〔I〕 新製品の内容紹介

昭和29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表に掲げ、以下おもなる水車について概略を説明する。

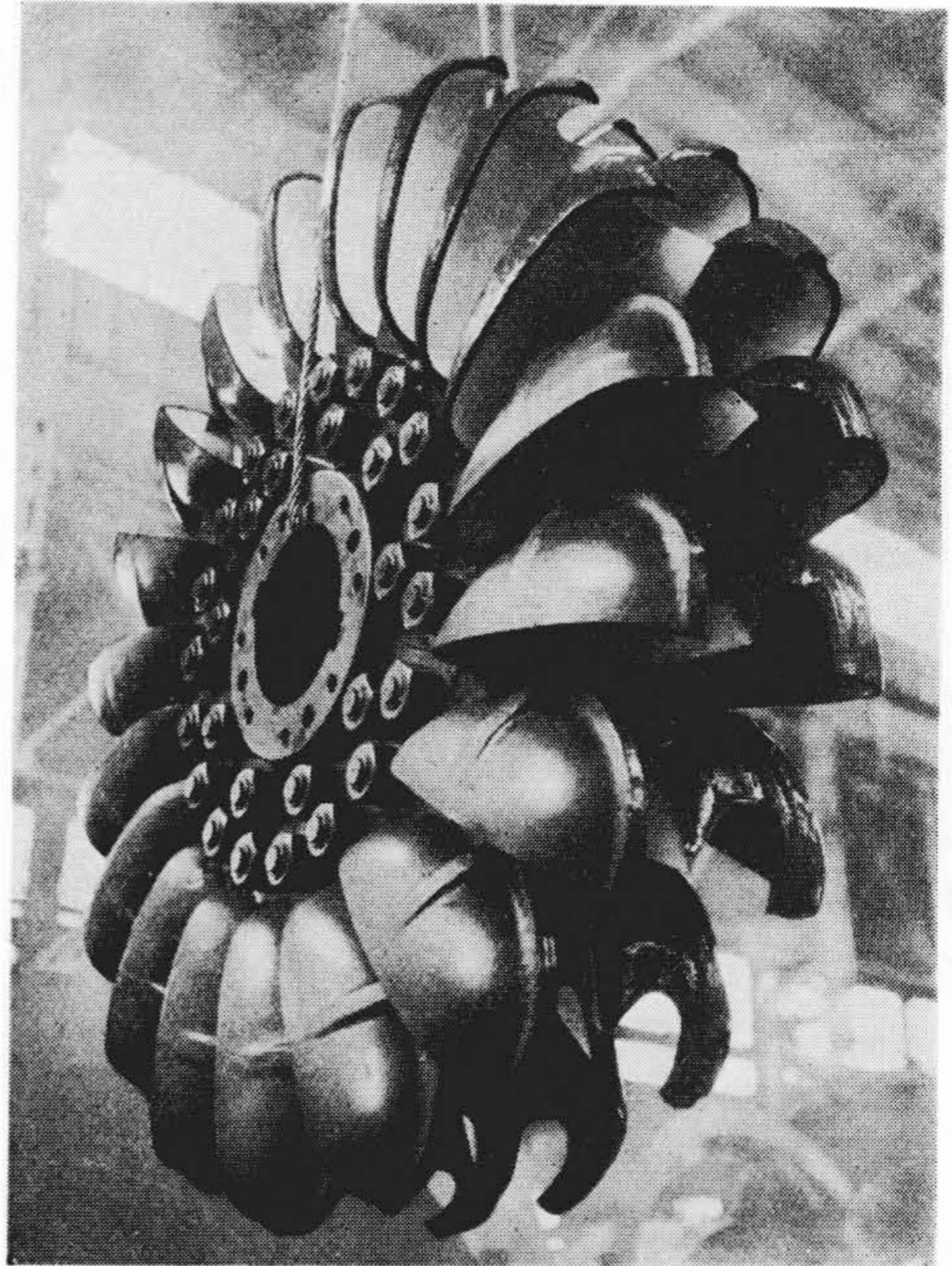
(1) 運転を開始したもの

東京電力白根発電所用 12,000 kW 堅軸ペルトン水車
本邦最初の堅軸ペルトン水車として斯界の注目を集め、その運転結果を期待されていた東京電力白根発電所用 12,000 kW 水車 (本誌 Vol. 35 No. 12 参照) は昭和 29 年 3 月好調裡に運転を開始した。

本水車は渴水期のみ運転する上流の一ノ瀬発電所の放水を主として取入れる関係上、渴水時は最大負荷運転を行い、豊水期においては溪流の水のみで運転する故 1/3 ~ 1/2 軽負荷運転の期間が比較的長い。この点を考慮して部分負荷においても高い効率がえられるよう、水量に応じて 1, 2, 4 本ノズルを使用するいわゆる高能率運転方式が採用された。堅軸構造において従来懸念せられていた 1 本ノズル運転の場合においても振動はなく、また高能率運転切換の条件は流入水量の増減によりこの検出は水位調整機により行つており優秀な成績を取めている。なお本発電所は無入遠方操作方式を採用している。

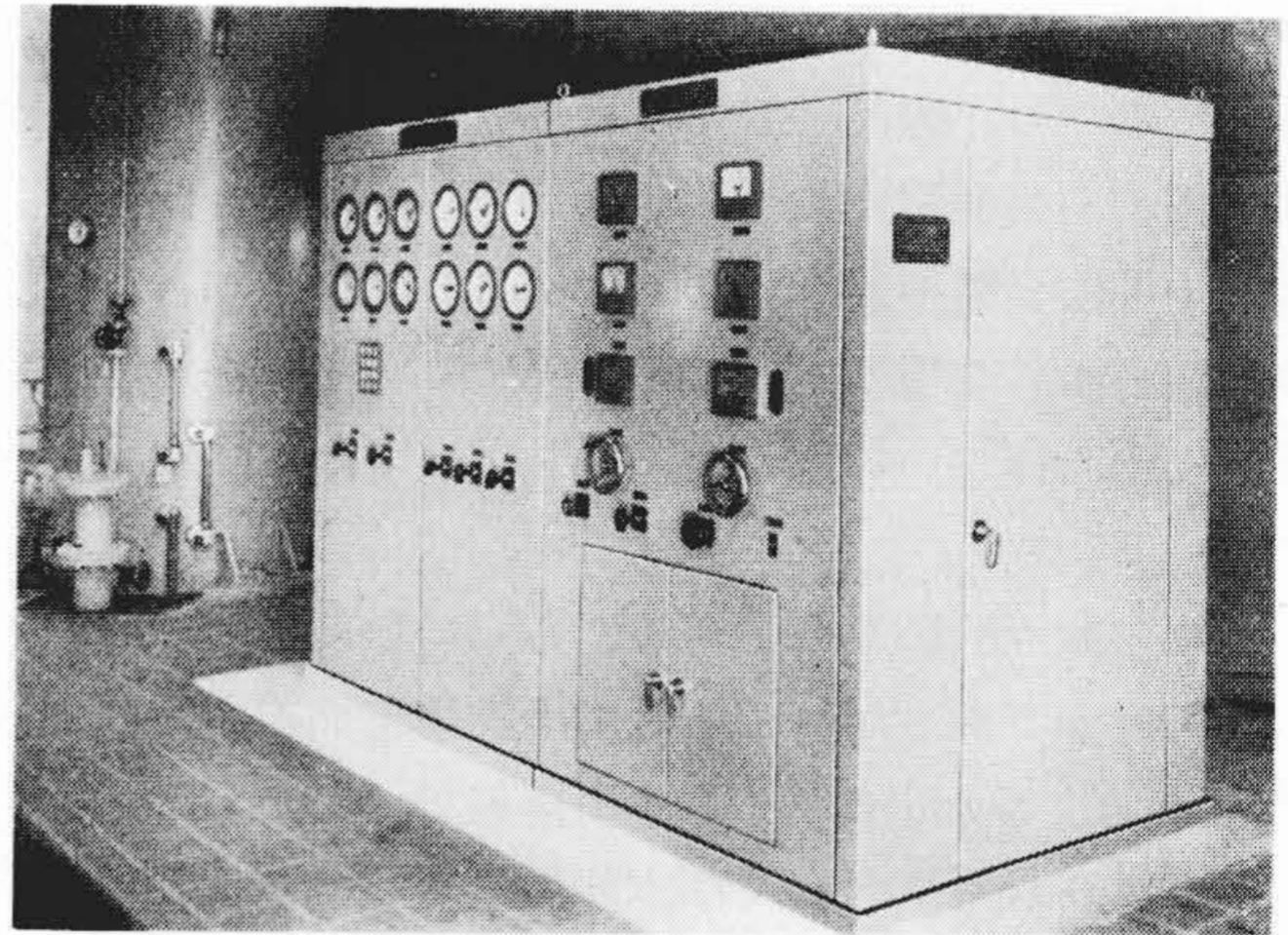
関西電力丸山発電所用 70,000 kW フランシス水車

斯界注目の内に官庁試験ならびに効率測定試験を無事終了し、現在好調裡に送電中の関西電力丸山発電所用 70,000 kW 水車 (本誌 Vo. 35 No. 12 参照) は本邦における運転中の最大容量機である。



第1図 東京電力白根発電所納
12,000 kW 堅軸ペルトン水車ランナ

Fig. 1. Runner of 12,000 kW Pelton Wheel



第2図 関西電力丸山発電所納
70,000 kW フランシス水車用
CF-#95 キャビネット型調速機

Fig. 2. CF-#95 Cabinet Type Governor for
70,000 kW Francis Turbine

本水車の設計製作に当つては各種模型試験を行つてその優秀性を確認するとともに、斬新な構想採用については各種実験を行い慎重なる検討を加えられたもので、運転結果は期待のごとく各方面の好評を博している。

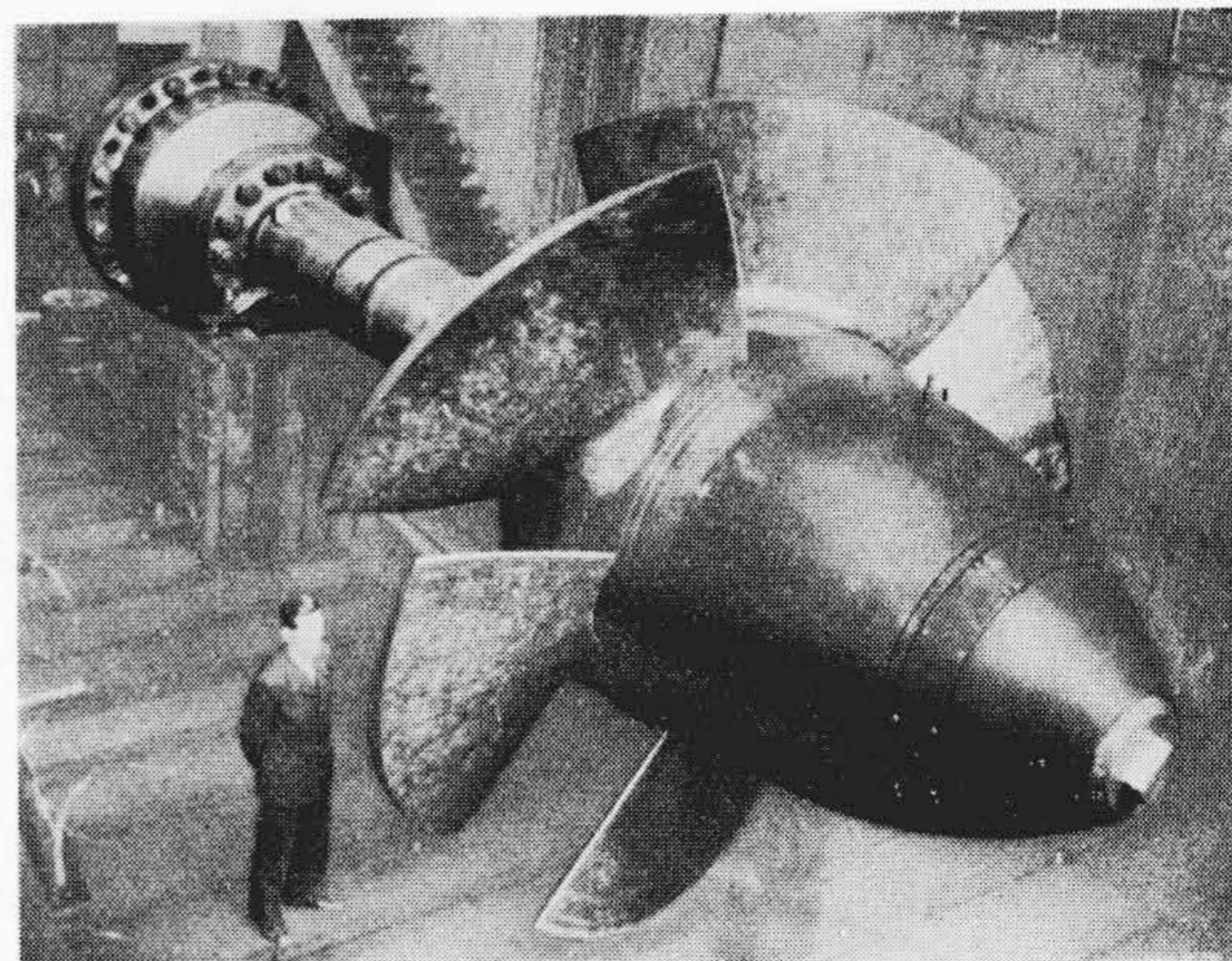
材質的には長期の運転に耐えるよう、ランナ、ガイドベーンおよびカバーライナ類は全部 13% Cr 不銹鑄鋼が使用され、特にランナは重量約 30 t の大形態の記録的不銹鑄鋼品で、かつ磨耗腐蝕されやすい部分には 18% Cr-8% Ni 不銹鑄鋼が肉盛溶接されている。スピード

リングは鋳鋼製四つ割構造，ケーシングは鋼板製でその接ぎ合せは溶接および鋲接が併用されている。主軸受は日立セグメントメタル方式が採用され，この油溜の油面低下，水分混入時には，それぞれ配電盤に故障表示ならびに警報を行うようになっている。ガイドベーンは水圧により自動的に閉鎖するいわゆる自動閉鎖式が採用されており，現地試験結果も予想通りの好成績を納め信頼度を一段と向上せしめることができた。

調速機は CF-#95 号キャビネット型が採用され，種々の点において他の外国製品を凌ぐ優秀なる成果を収め，好評を博している。

東北電力本名発電所用 30,000 kW カプラン水車

只見川電源開発の一環をなす本名発電所用 30,000kW カプラン水車(本誌 Vol. 36 No. 2 参照)は容量において本邦最大であり，有効落差においても当時本邦ではじ



第3図 東北電力本名発電所納 30,000 kW カプラン水車ランナの操作試験
Fig. 3. Runner Blades Operation Test of 30,000 kW Kaplan Turbine

第1表 昭和29年度年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 1954.

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 |
|---------|-------|--------|--------|-----------------------|---------|----------------------------------|-----|--------------|
| 東 京 電 力 | 田代川第二 | 11,930 | 503.05 | 2.72 | 500 | P ₁ N ₂ -H | 2 | |
| 東 京 電 力 | 早川第一 | 9,200 | 215.0 | 5.0 | 375 | P ₂ N ₄ -H | 2 | |
| 東 京 電 力 | 金 川 | 7,000 | 12.7 | 62.0 | 167 | PMS-V | 1 | |
| 東 京 電 力 | 白 根 | 12,000 | 203.7 | 6.675 | 300 | P ₁ N ₄ -V | 1 | 本邦最初縦軸ペルトン水車 |
| 東 京 電 力 | 水 内 | 10,700 | 27.0 | 45.5 | 143/172 | FSS-V | 1 | 第3号機増設 |
| 関 西 電 力 | 丸 山 | 70,000 | 80.5 | 96.5 | 164 | FSS-V | 1 | 運転中本邦最大容量水車 |
| 東 北 電 力 | 伊 南 川 | 25,000 | 109.0 | 25.5 | 300 | FSS-V | 1/2 | |
| 関 西 電 力 | 御 岳 | 25,000 | 229.0 | 12.32 | 500/600 | FSS-V | 1 | 第3号機増設 |
| 昭 和 電 工 | 青 木 | 5,500 | 279.0 | 2.065 | 429 | P ₁ N ₂ -H | 2 | |
| 九 州 電 力 | 夜 明 | 12,700 | 20.0 | 80.0 | 164 | PMS-V | 1 | |
| 九 州 電 力 | 下 相 見 | 5,000 | 59.0 | 9.84 | 450 | FSS-V | 1 | 第2号機増設 |
| 東 北 電 力 | 本 名 | 30,000 | 36.1 | 92.9 | 167 | PMS-V | 2/3 | 本邦最大容量カプラン水車 |
| 電 源 開 発 | 猿ヶ石第一 | 16,500 | 93.0 | 20.0 | 375 | FSS-V | 2 | |
| 姫 川 電 力 | 姫川第七 | 23,000 | 99.4 | 25.9 | 300/360 | FSS-V | 2 | |

新製品の据付中のもの

| | | | | | | | | |
|-------------|------|--------|--------|-------|---------|--------|---|--------------|
| 台 湾 電 力 | 銅 門 | 7,700 | 157.6 | 5.57 | 600 | FSS-V | 3 | |
| 高 知 県 電 力 | 永 瀬 | 11,700 | 88.6 | 15.0 | 360 | FSS-V | 2 | |
| 富 山 共 同 電 力 | 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 | |
| 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 | |
| 中 部 電 力 | 姫川第三 | 13,000 | 55.0 | 26.5 | 333/400 | PMS-V | 1 | 本邦最高落差カプラン水車 |

工場にて製作中のもの

| | | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|--------|-------|---------|----------------------------------|-----|--------------|
| 電 源 開 発 | 西吉野第二 | 14,000 | 77.4 | 20.0 | 360 | FSS-V | 1 | |
| 電 源 開 発 | 佐久間 | 100,000 | 135.0 | 82.2 | 167/200 | FSS-V | 2 | 本邦最大容量水車 |
| 東 北 電 力 | 八久和 | 35,800 | 289.0 | 12.5 | 500 | FSS-V | 1/2 | 本邦最高落差フランス水車 |
| 三 重 県 | 宮川第一 | 14,600 | 121.84 | 13.55 | 514 | FSS-V | 2 | |
| 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 | |
| 中 国 電 力 | 潮 | 20,500 | 278.65 | 8.31 | 600 | FSS-V | 2 | |
| ブ ラ ジ ル 国 | アパニアンダバ | 5,800 | 18.5 | 35.9 | 257 | PMS-V | 2 | |

めて35m以上の地点へ進出せるものとして、その有する意義はきわめて大きく斯界の注目するところとなつていたが、29年8月1、2号機とも試運転において優秀な成績を納めることができた。

この劃期的な高落差大容量カプラン水車の製作に当つては、数多くの模型ランナを製作し、空洞現象発生によるランナブレードの腐蝕および振動について特に慎重を期したが、予期せる通り運転結果はきわめて静粛で多大の好評を博している。

本発電所はまた使用落差が年間を通じて最低24mから36mまで大幅に変わるが、この変動に対しても高効率を維持せしめるため、ガイドベーン開度に対するランナブレード角度の関係を落差に対して自動的に変化せしめる高能率運転装置が設けられている。また小水車についても落差の変動による回転速度の変動を抑えるための自動調整装置を採用してある。

(2) 据付中のもの

中部電力姫川第三発電所用

13,000 kW カプラン水車

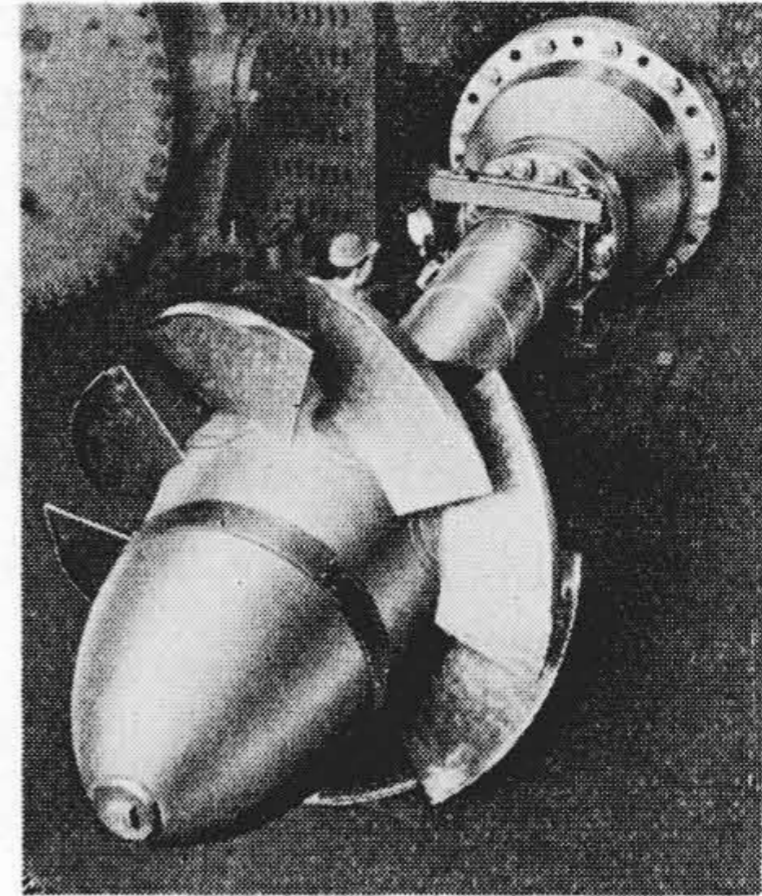
本水車はその適用落差が55mに達する記録品であるため、各部にわたり特に十分な注意が払われ、たとえばランナは8枚羽根で、ブレードの材質は18% Cr-8% Ni 不銹鑄鋼、ランナボスは13% Cr 不銹鑄鋼であつて、使用翼型には空洞現象性能の優秀な翼型を採用され、またランナ外周より生ずる空洞現象を僅少にするため球面のプロテクトライナが設けられている。ケーシング、スピードリングはともに鋼板全溶接構造を採用しているが、特にこの発電所の使用水には多量の土砂を含むためにステイベーン外面に18% Cr-8% Ni 不銹鋼の板張りを施して保護されている。

調速機としてはキャビネット型調速機を採用し、両サイクル運転のためガイドベーン開度とブレード角度とを常に最良の関係に維持するために2箇の連動カムを有している。本発電所は遠方監視制御全自動式発電所であつて、所内機器はすべて十分の信頼性をもつて自動操作が可能なるように考慮されている。入口弁は油圧がある限度以下に低下すると自動的に閉鎖して事故の絶無を期している。

北陸電力桑島発電所用

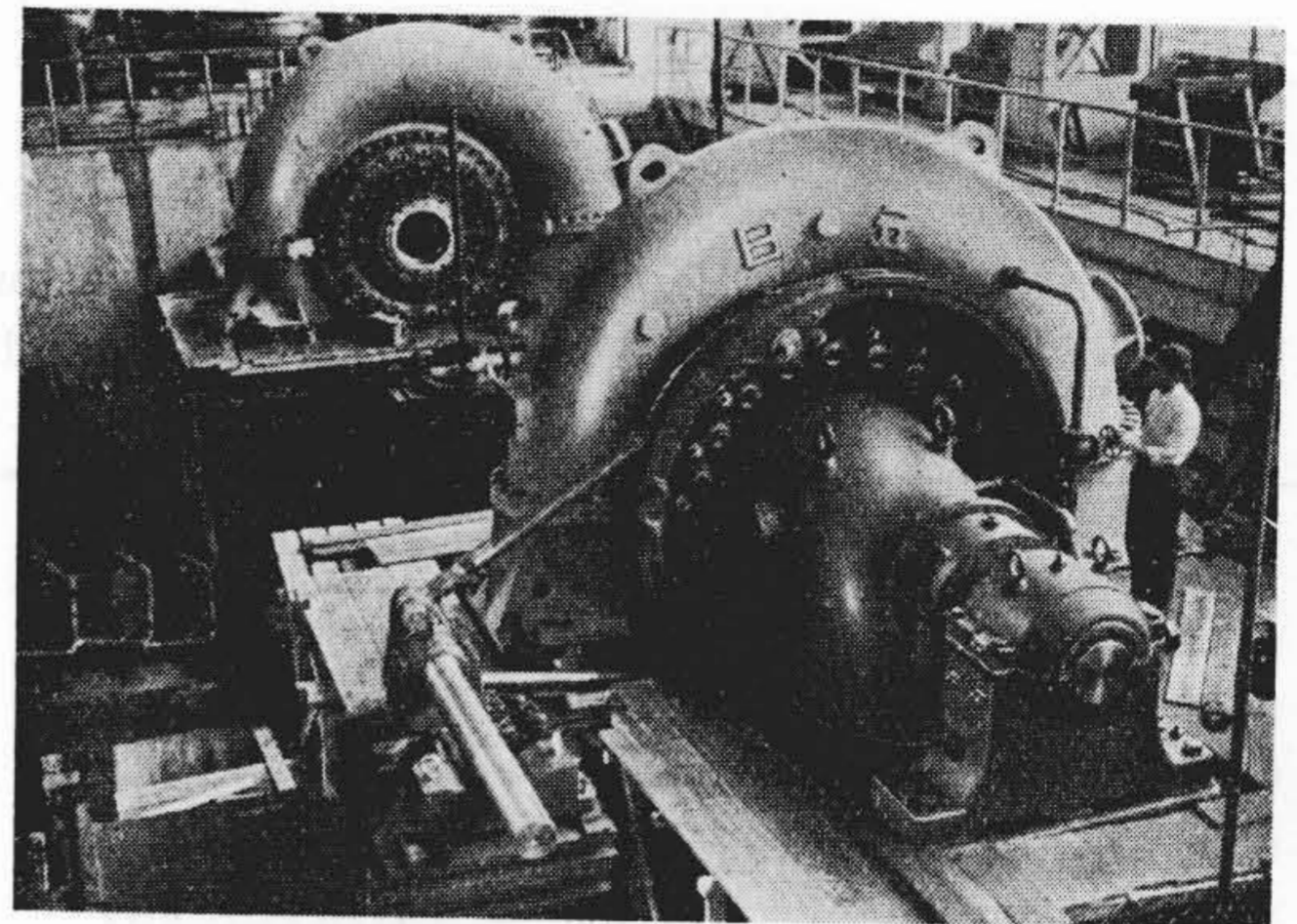
16,000 kW 横軸フランシス水車

本水車は第6図に示すごとく、発電機の両側に対称の横軸単流フランシス水車を設け、負荷に応じて自動的に片側または両側の水車を運転する高能率運転方式が採用された。従来ペルトン水車に採り入れられた例はあるがフランシス水車として、かくのごとき型式の選定およびこの特殊運転方式は初の試みである。



第4図 中部電力姫川第三発電所納
13,000 kW カプラン水車ランナ

Fig. 4. Runner of 13,000 kW Kaplan Turbine



第5図 北陸電力桑島発電所納
16,000 kW 横軸フランシス水車工場組立

Fig. 5. Shop Assembly of 16,000 kW Horizontal Francis Turbine

片側の水車のみで運転する際はランナの背圧によつて起る推力は約30tに達し、推力軸受はこの荷重に対して十分耐えるように設計された。片方の水車が故障のときも一方の水車のみで運転するよう考慮が払われている。水車一発電機一水車を一連として直結される据付については軸の撓みなどを考慮し特別の方式が採用され、据付のための基礎の構造、工具などは特に検討がなされた。

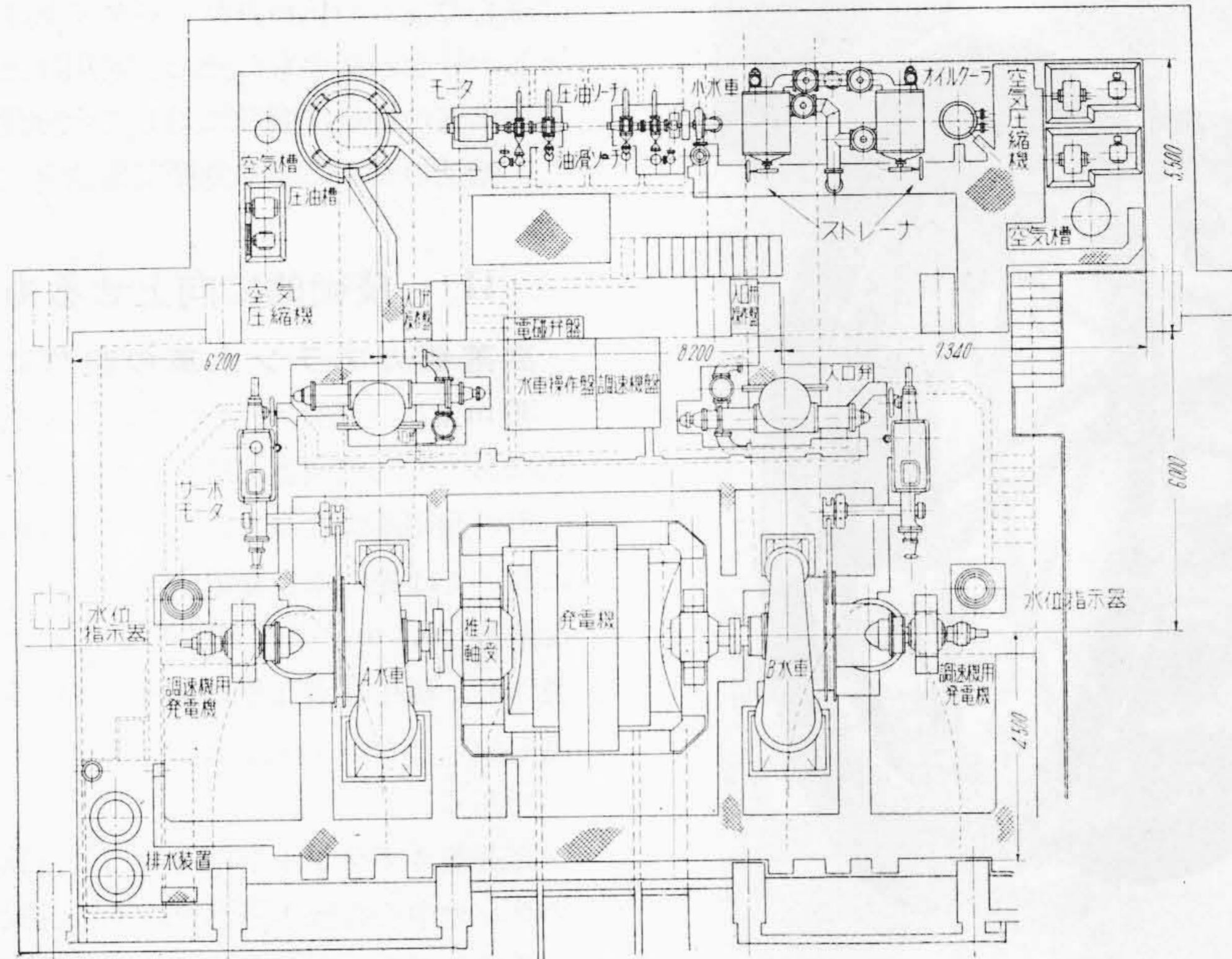
第5図は工場仮組立中の水車の外観を示す。

台湾電力銅門発電所用

7,700 kW フランシス水車

本発電所用7,700 kW フランシス水車3台は相ついで昨29年5月工場完成し目下現地にて据付中であるが、間もなくその中の1号機は運転を開始せんとしている。本発電所はアーチ型二床式の地下発電所であるため特に機器の配置には十分なる考慮がなされた。

本水車の設計、製作に当つては、流水中の含砂量が洪水時において最大10%という多量のため、ランナ、ライナなどには耐磨、耐蝕性に対し特にすぐれている18%



第6図 北陸電力桑島発電所納 16,000 kW 横軸フランシス水車および発電機据付平面図

Fig.6. Plain View of 16,000 kW Horizontal Francis Turbine and Generator

Cr-8% Ni 不銹鋼が使用された。また中間軸，上カバーなどを分解せずに，下カバー，ドラフトパイプを分解することにより，ランナを下方より容易に搬出入できる構造が採用されている。

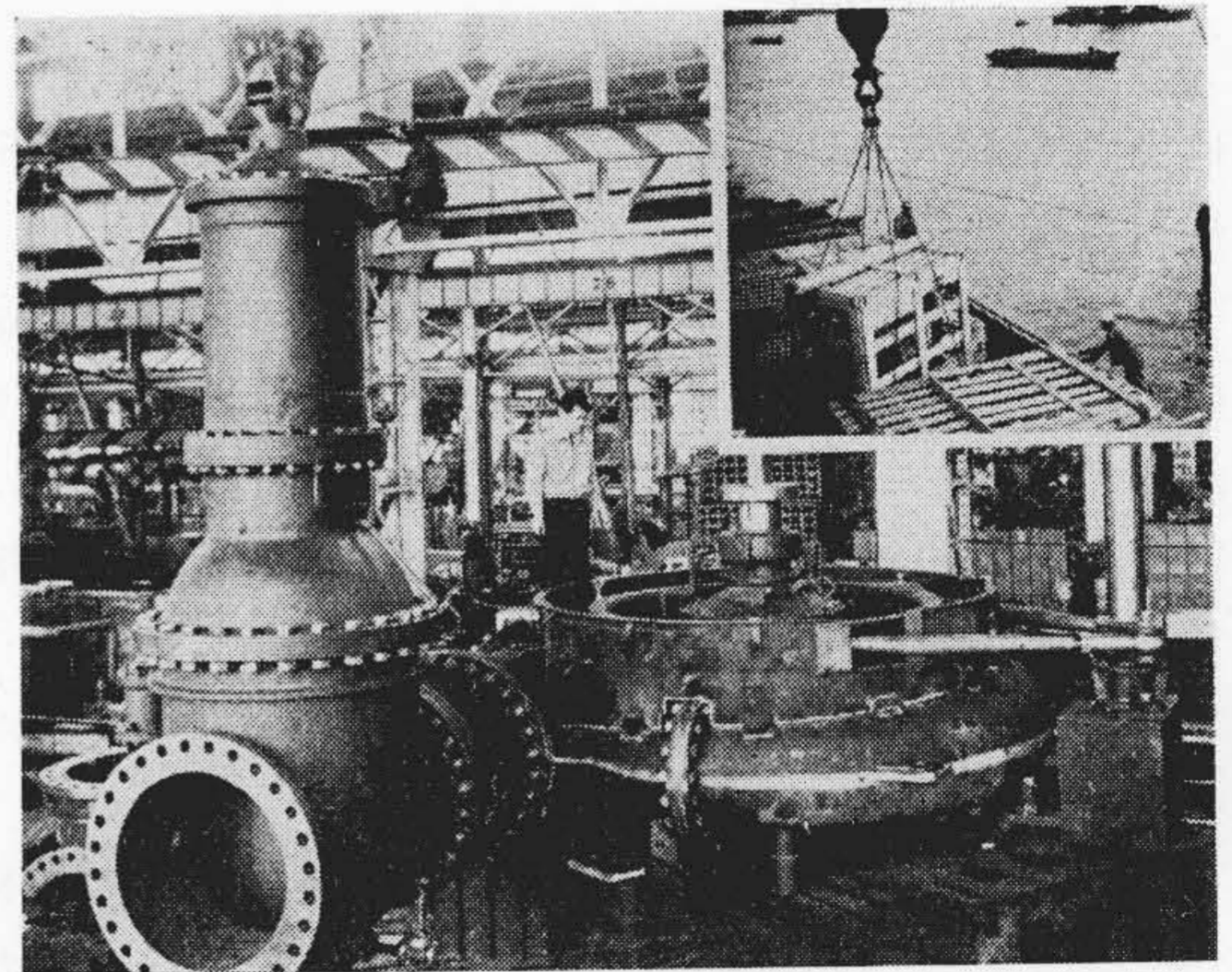
(3) 製作中のもの

電源開発佐久間発電所用

100,000 kW フランシス水車

景勝の天龍川本流を横断して巨大なダムを築造し，豊富な水量を電化する佐久間発電所用 100,000 kW フランシス水車は，単位容量において本邦最大であるばかりでなく，世界的にも屈指の大容量水車である。本発電所発生電力は関東および関西方面に供給されるため，各機は 50 および 60 両用に適するよう設計され，かつ運転加重効率を最大ならしめるよう設計仕様はあらゆる面より慎重に検討され独特の設計仕様を採用されている。

本水車の構造，機構など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。スピードリングは第8図(次頁参照)に示されるごとく，鋼板全溶接四つ割とし，ケーシングは運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る。ランナ製作に先立ち多くの模型ランナにより変動する各落差およびサイクルに対し，高性能の特性を有するよう慎重な試験検討がなされ，ランナおよびガイドベ-



第7図 台湾電力銅門発電所納 7,700 kW フランシス水車とその船積状況

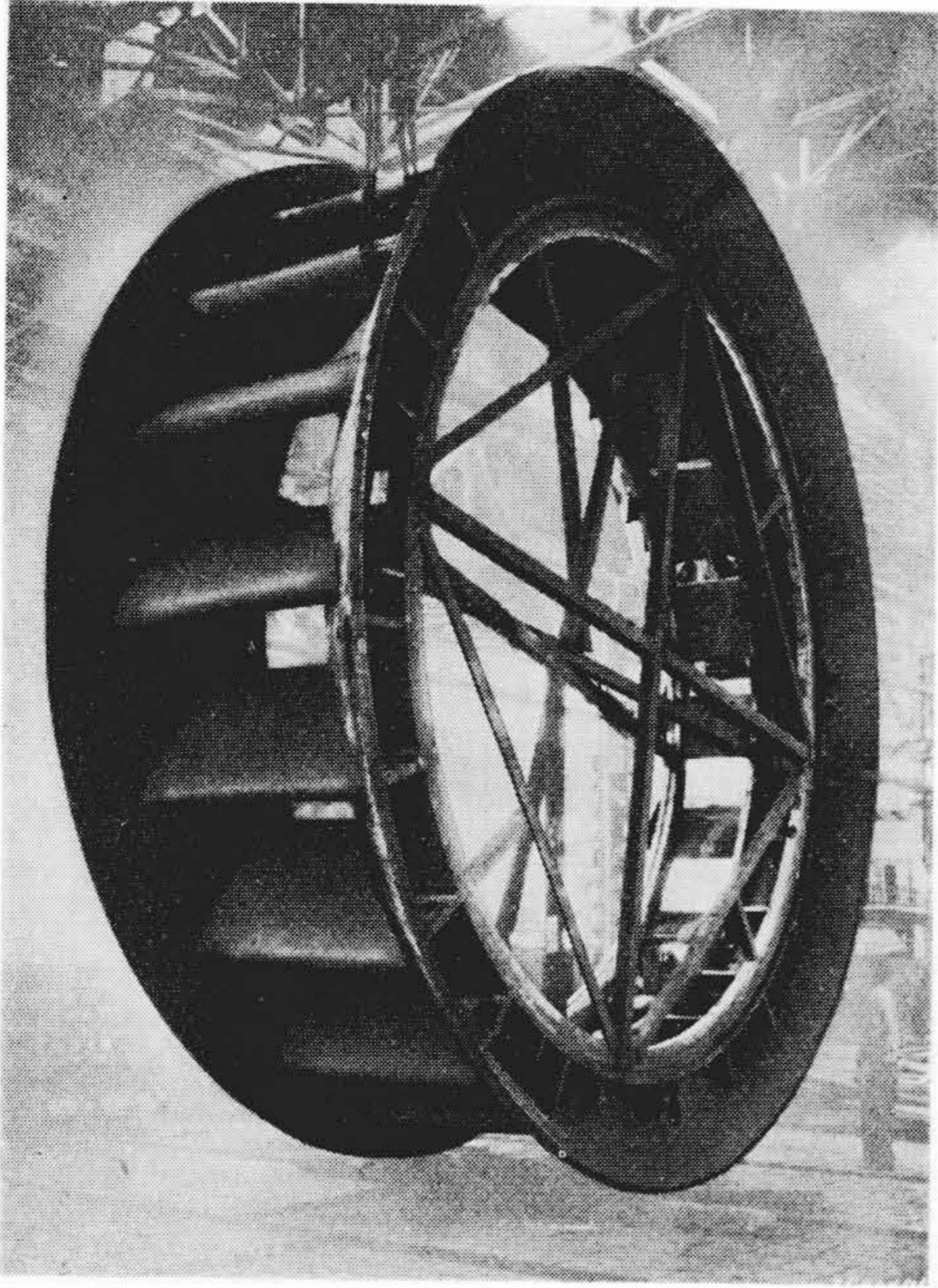
Fig.7. Shipment of 7,700 kW Francis Turbine for Tung-Men Power Station, Formosa

ンは性能の経年低下を極力防止するために，磨耗腐蝕されやすい部分には 18% Cr-8% Ni 不銹鋼を肉盛溶接した。構造的にも多くの新設計が織込まれており，保守点検，分解組立などを容易ならしめるよう特別の考慮がなされ，特殊工具を完備している。

東北電力八久和発電所用

35,800 kW フランシス水車

本水車はその適用落差 289 m に達しフランシス水車としては本邦最高落差の記録品であり，その設計，製作



第8図 佐久間発電所納
100,000 kW 水車用スピードリング

Fig. 8. Speed Ring of 100,000 kW Water Turbine

に当つては特に慎重を期し、内外の実績をもとにし十分検討された。

ランナ、ガイドベーン、ライナなど流水に接する部品の材質には耐磨耗性および耐腐蝕性の強い、13% Cr 不銹鋼が使用された。ケーシングおよびスピードリングは従来なれば鋳鋼製とすべきところであるが、最近の溶接技術の進歩により鋼板全溶接構造が採用された。

また主軸受は高速度の回転に対しても良くその優秀性を発揮するセグメント式構造とした。

調速機は外観、性能ともに優秀なる日立キャビネット型が採用され、制圧機は高落差のため、その直後に勢力減殺装置を設けている。

亜国リオ、コラリト発電所用

8,000 kW 横軸ペルトン水車

昭和26年納入のエスカバ発電所につぐアルゼンチン向け輸出の機器である。今回の受注は一般の場合と異り非常に広範囲なもので、水圧鉄管から二次変電所を含む発電所機器一式を納入、据付工事完了後、発電可能の状態先方引渡しという前例をみない特殊契約の型式がとられた。したがって建家の計画を含む一切の計画立案は日立製作所において実施するものである。

これに使用される水車は、8,000 kW 横軸ペルトン水車2台で主機としては中容量のものであるが、特に国外に出るものであり、取扱い、事故防止、外観などについて

は細心の注意が払われた。バケットはデスクと一体鋳造とし十分な強度をもたせた。河川は土砂の混入が多いため流水部の材料は磨耗に対して十分耐えるものを選定し、軸受の潤滑には強制循環給油方式を採用した。

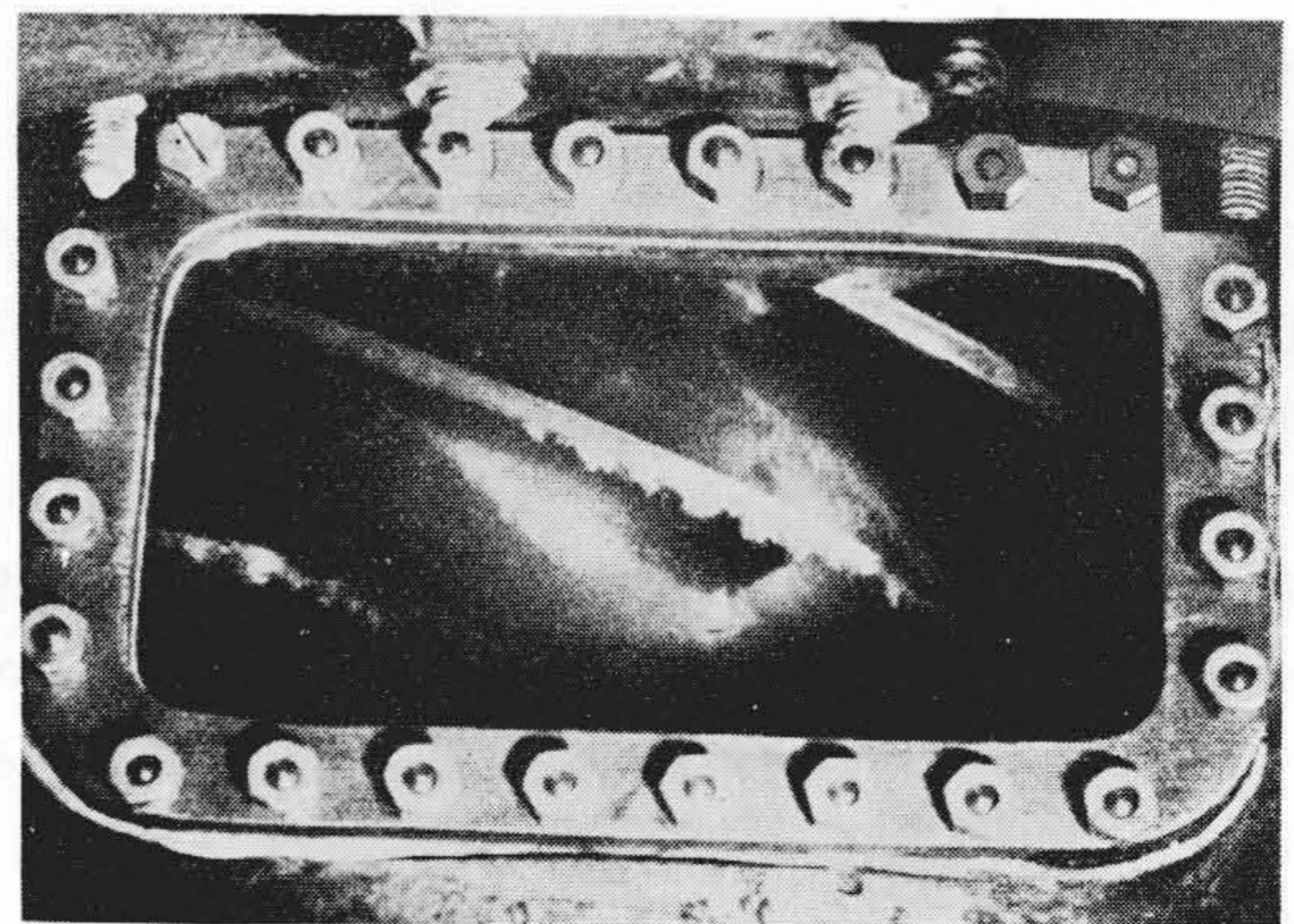
〔II〕 技術的に向上せるものについて

高落差カプラン水車の製作について

30 m 以上の落差にカプラン水車を使用することは本邦においては戦後盛んに行われるようになり、カプラン水車の適用落差は徐々に上昇の傾向にある。日立製作所においては先に本名発電所用として当時としては記録的な落差 36.1 m、出力 30,000 kW のカプラン水車2台を製作し、現在好調な運転を続けているが、特に機械の振動の少いことおよび運転の静粛なことは特筆に値するものである。

高落差カプラン水車においては空洞現象発生防止のためランナ中心を放水路水位以下に設置することが必要となるけれども、掘鑿費および運転保守の面よりランナ中心を放水面に対して浅くする方が望ましい。ランナに損傷を与えるような空洞現象の発生を見ないでしかもランナ位置を浅くするためには、ランナの空洞現象性能の改善およびランナ材料の進歩が必須のものである。このために各種翼型の空洞現象試験による翼型の改善、模型水車の空洞現象試験によるランナの改良および各種特殊鋼の耐蝕、耐磨耗性の比較試験が日夜続けられている。日立製作所の水力実験室の実落差空洞現象試験装置はこの面で非常に大きな力となつている。

現在製作中の姫川第三発電所用水車は落差 55 m という本邦最高落差のカプラン水車であつて、世界的に見ても高落差カプラン水車としては有数のものである。カプラン水車の適用落差は技術の進歩に伴い今後も上昇の途



第9図 8枚羽根模型カプラン水車ランナの空洞現象試験

Fig. 9. Cavitation Test of 8-Blade Kaplan Runner Model

を辿るものと思われるが、この水車の運転実績はこの問題についての有力な指針となるであろう。

水車用材料の進歩

長年の運転に対して性能低下を最小限にとどめることは、水力関係技術者の最重要な関心事であり、複雑な使用条件下にある水車に対しては優秀な材料が使用される傾向にある。

水車の磨耗、腐蝕の原因は河川の水質、土砂含有量および運転条件など種々複雑な要素によるもので、近時材料の問題が各方面より重視されていることは衆知のことである。日立製作所日立研究所においても社内各部門の緊密なる連繋のもとに各種材料の耐磨耗、耐蝕性について、組織、成分、溶接性におよぼす各種元素の影響、熱処理および硬度、加工性を始め、含砂流水による磨耗試験、空洞現象発生による潰蝕試験および酸蝕試験などの総合研究が進められ、その研究結果はたゞちに製品に応用せられきわめて大きな成果を挙げている。なお各材料の加工上の欠陥については、超音波探傷試験、X線試験、γ線試験、顕微鏡試験などを実施しその有無を確認している。

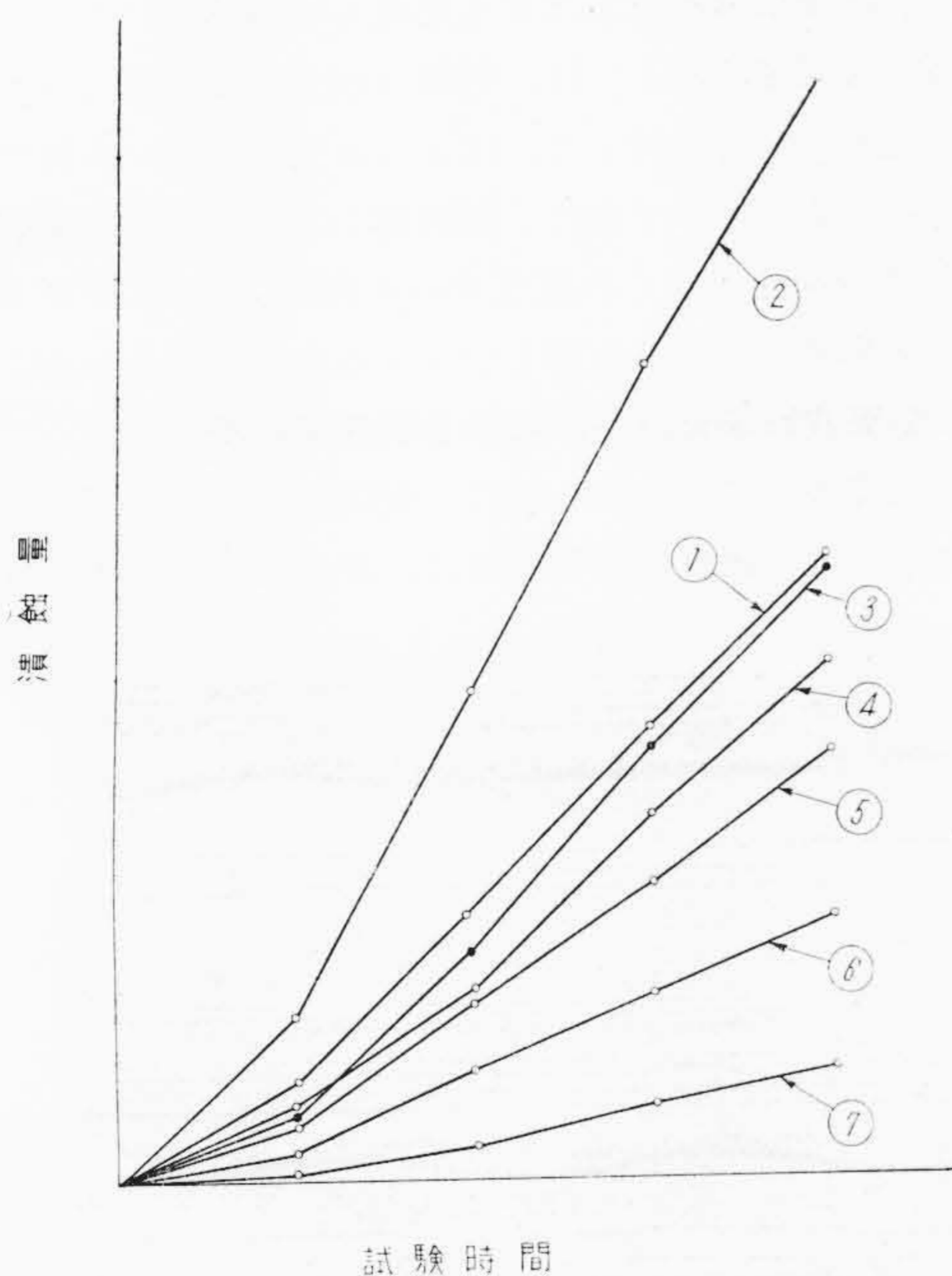
耐磨耗、耐蝕性材料については今後もさらに躍進すべく各部門の総合研究により一段の努力がなされている。

参考までに各材料の試験結果例を第10図および第11図に示す。

高落差大容量水車用鋼板スピードリングおよびケーシングの製作

スピードリングもしくはケーシングは水車の主軸受、シーリングボックス、ガイドベーン軸受など機構上重要な部分を支えるため、その設計製作に当つて最も重要なことは必要にして十分な強さを有することである。その強度を考慮する場合最も大きな力は水圧であるから、落差と容量にしたがい構造材質も大きく異なる。従来その材質として、鋳鉄、鋳鋼、鋼板などが採用されて来たが、最近溶接技術の進歩にともない鋼板溶接製が著しくその適用範囲を広め、高落差大容量の水車に対しても、なんらの不安なく鋼板溶接構造を採用できるようになった。

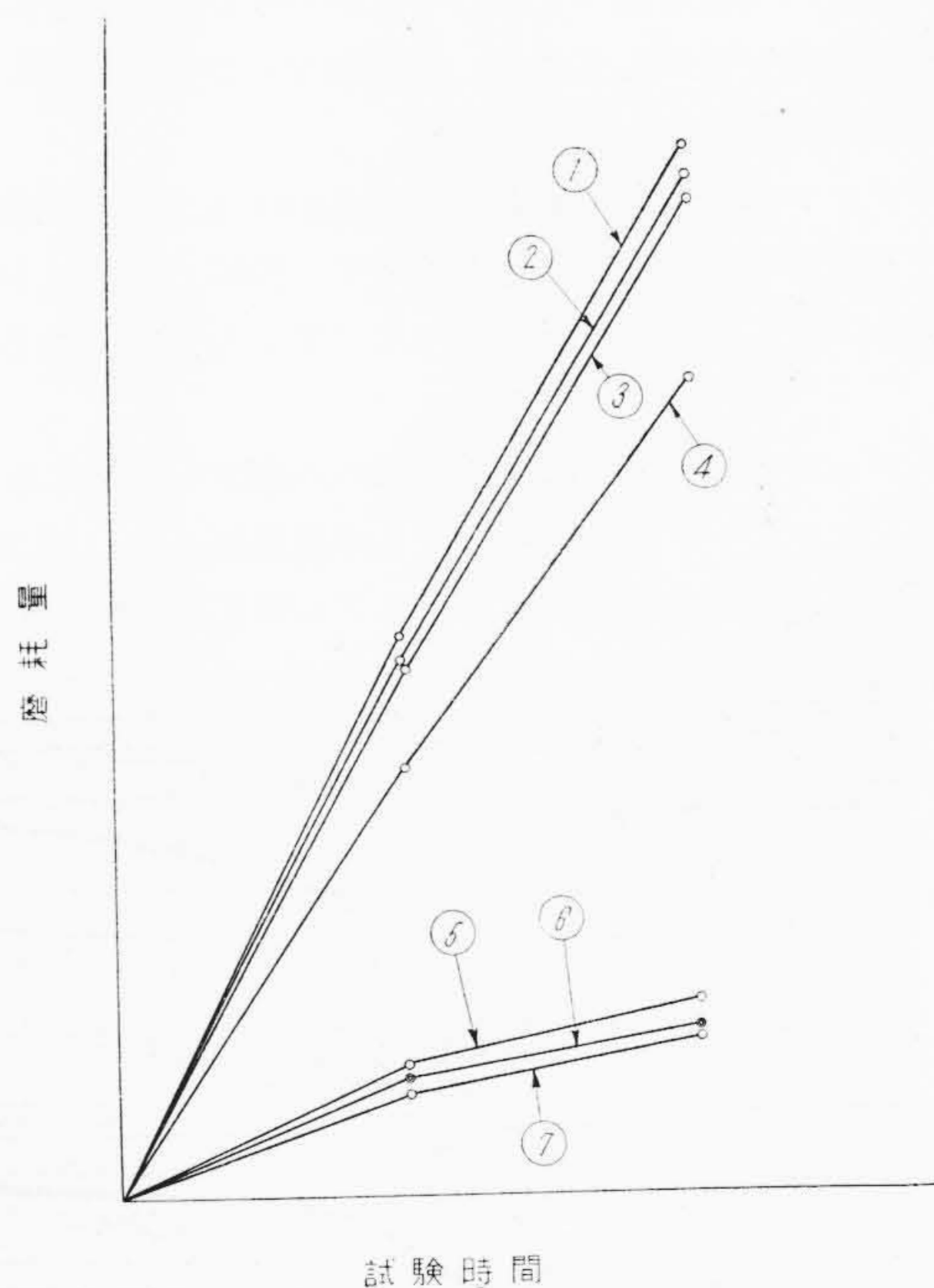
たとえば、落差 135 m の佐久間発電所用 100,000 kW 水車用スピードリングおよび落差 289 m の八久和発電所用 35,800 kW 水車用スピードリングおよびケーシングなどはいずれも代表的記録品で、従来の観念を一新して、すべて鋼板溶接構造が採用されている。鋼板溶接製の特長は、材質の均一性、信頼度ならびに工程の確実性にあり、高落差、大容量への進出は溶接技術、プレス技



① SS-41 ③ MnSC ⑤ 13Cr (鋳) ⑦ 18-8 (鋳)
② SC-47 ④ SF-55 ⑥ 18-8 Cb (溶)

第10図 キャビテーションによる各材料の潰蝕試験結果例

Fig. 10. Example of Experimental Result of Pitting Test



① SS-41 ③ MnSC ⑤ 13Cr (鋳) ⑦ 18-8 (鋳)
② SC-47 ④ SF-55 ⑥ 18-8 Cb (溶)

第11図 砂を含む流水による各材料の磨耗試験結果例

Fig. 11. Example of Experimental Result of Erosion Test

第2表 鋼板製スピードリングの製作例 (落差80m以上のもの)
Table 2. List of Turbines with Welded Steel Plate Speed Ring (Over 80 m Head)

| 納先 | 所名 | 出力 (kW) | 落差 (m) | 回転数 (rpm) | ケーシングとの接続 | 台数 | 製作年度 |
|------|-------|---------|--------|-----------|-----------|----|------|
| 電源開発 | 佐久間 | 100,000 | 135.0 | 167 | リベット | 2 | 昭-29 |
| 東北電力 | 八久和 | 35,800 | 289.0 | 500 | 溶接 | 1 | 昭-29 |
| 電源開発 | 猿ヶ石第一 | 16,500 | 93.0 | 375 | 溶接 | 2 | 昭-28 |
| 電源開発 | 西吉野第二 | 14,000 | 77.4 | 360 | 溶接 | 1 | 昭-29 |
| 富山共済 | 葛山 | 13,300 | 158.0 | 500/600 | 溶接 | 2 | 昭-29 |
| 高知電 | 永瀬 | 11,700 | 88.6 | 360 | 溶接 | 2 | 昭-29 |
| 三重 | 宮川第一 | 14,600 | 121.84 | 514 | 溶接 | 2 | 製作中 |

術の進歩によることは勿論であるが、さらにX線試験その他による検査方法などが確立されたことも見のがしえないことである。

佐久間および八久和発電所用水車に使用される鋼板スピードリングもしくはケーシングはその代表的例であるが、最近製作された鋼板溶接構造スピードリングおよびケーシングの中、落差80m以上の実例をあげると第2表のごとくである。

ギブソン量水法の最近の進歩

1923年にN.R.Gibsonが発表して以来、我国においてもギブソン法は数多く用いられ、実績を挙げつゝある。特に昭和22年に日本機械学会が主導して、寝覚発電所において量水実験を行つた際、日立製作所が圧力検出にH式測圧装置を使用して以来、理論面ならびに応用面において劃期的な進歩を遂げて来た。

ギブソン法において最も重要なものは圧力-時間曲線をうるための受圧検出部分の構造で、特にこの面における進歩は最も著しく、日立製作所の果たした役割も頗る大きい。

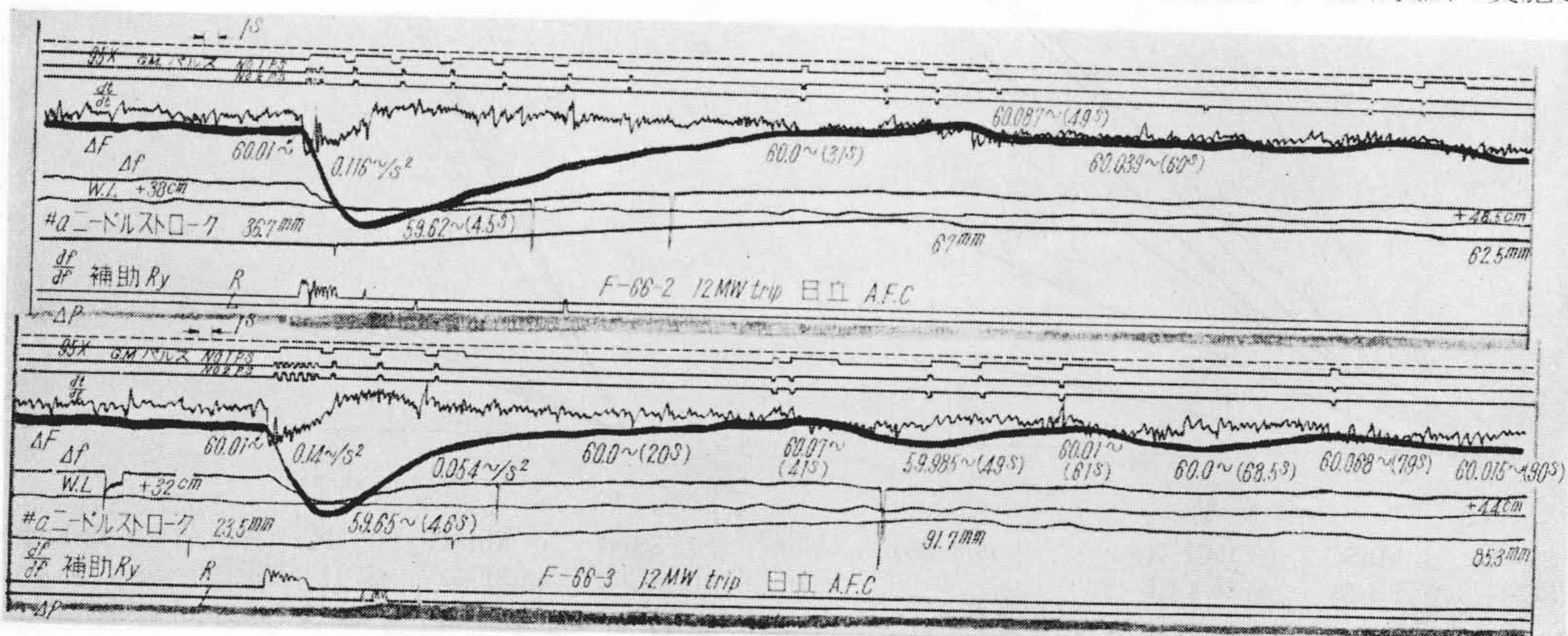
ギブソン自身の考案になる水銀柱の動きを写真に取る方法、コンデンサ型受圧器による水晶発振子式(H式)あるいは真空管式測圧装置、ブルドン管圧力計の指針の

動きを利用したもの、受圧板の変形を水柱および水銀柱の変動に変えたものなど各種のものが考案使用され、実績を挙げて来たがいずれも一長一短あつて、さらに研究を必要とされるものと思われていた。従来使用して来たH式測圧装置についても、圧力-時間曲線の安定性および直線性において十分だとはいへない憾みがあつた。

そこで固体の歪を電氣量に変換するには抵抗線歪計を使用し、水圧変動を固体の歪に変換するためには、まずその圧力変動と歪の直線性および歪の絶対量の大きいことなどの特性に着目してブルドン管を使用し、二、三応用を試みてその実測結果の一部はすでに発表されている(本誌 Vol. 36 No. 4 参照)。しかしブルドン管も固有振動数が比較的小さく、早い振動に対して懸念があり、実用上はなんら差支えなきも感度も比較的低いためさらに精密な測定に対しては、特殊な起歪筒を使用し、これに抵抗線歪計を貼付して、ほとんど完全に近い直線性と感度をうることができた。関西電力丸山発電所用70,000kW水車を始め多くの満足すべき実績をえて、ギブソン量水法進歩の一時期を劃しつゝあるものと思われる。

自動周波数調整試験における調速機の優秀性

系統周波数を自動的に常に一定値に維持して電力の質的向上を計る自動周波数調整は、従来我国で実施された



第12図 四国電力松尾川発電所自動周波数調整試験オシログラム (負荷急変による周波数の変動および恢復状況を示す)

Fig. 12. Oscillogram Showing the Frequency Restoration in A.F.C. Test

一、二の結果についてはかならずしも良好ではなかつた。しかるに昭和29年3月四国電力松尾川発電所において実施された日立自動周波数調整装置の納入試験結果は予期以上にすこぶる優秀であつて、これによつて我国の自動周波数調整も完全に実用の域に達したといふことができよう。いうまでもなく本装置は周波数偏差の検出および管制を行う電気制御装置と、これに反応して電力制御を行う调速機とにより構成されているが、従来実施された例では调速機の性能にかなりの難点があり、调速機の性能いかんが本装置の成否を握る重要な鍵であるとされていた。したがつて今回の松尾川発電所における試験の劃期的成功は日立调速機の優秀性をきわめて明白に示したものとて特筆さるべきであらう。

上述の调速機の性能とは主として感度および動作の斉一性である。感度の良否はスピード駆動の安定性と各部の工作、仕上精度のいかんによるものであり、動作の斉一性は配圧弁、復原装置などの根本的機構および工作仕上精度の適否による過渡特性の良否いかんがこれを決定する。上記松尾川発電所の调速機はこれらの点において十分満足すべき結果をえた。

なお今後さらに各所において自動周波数調整が行われる機運にあるが、以上のように本装置は優秀なる调速機と電気制御装置の緊密なる結合によつてはじめて確實、精巧なる運用を期待できるものであつて、綜合技術に立

脚する日立自動周波数調整装置の優秀性がこの点からも注目されてしかるべきであらう。

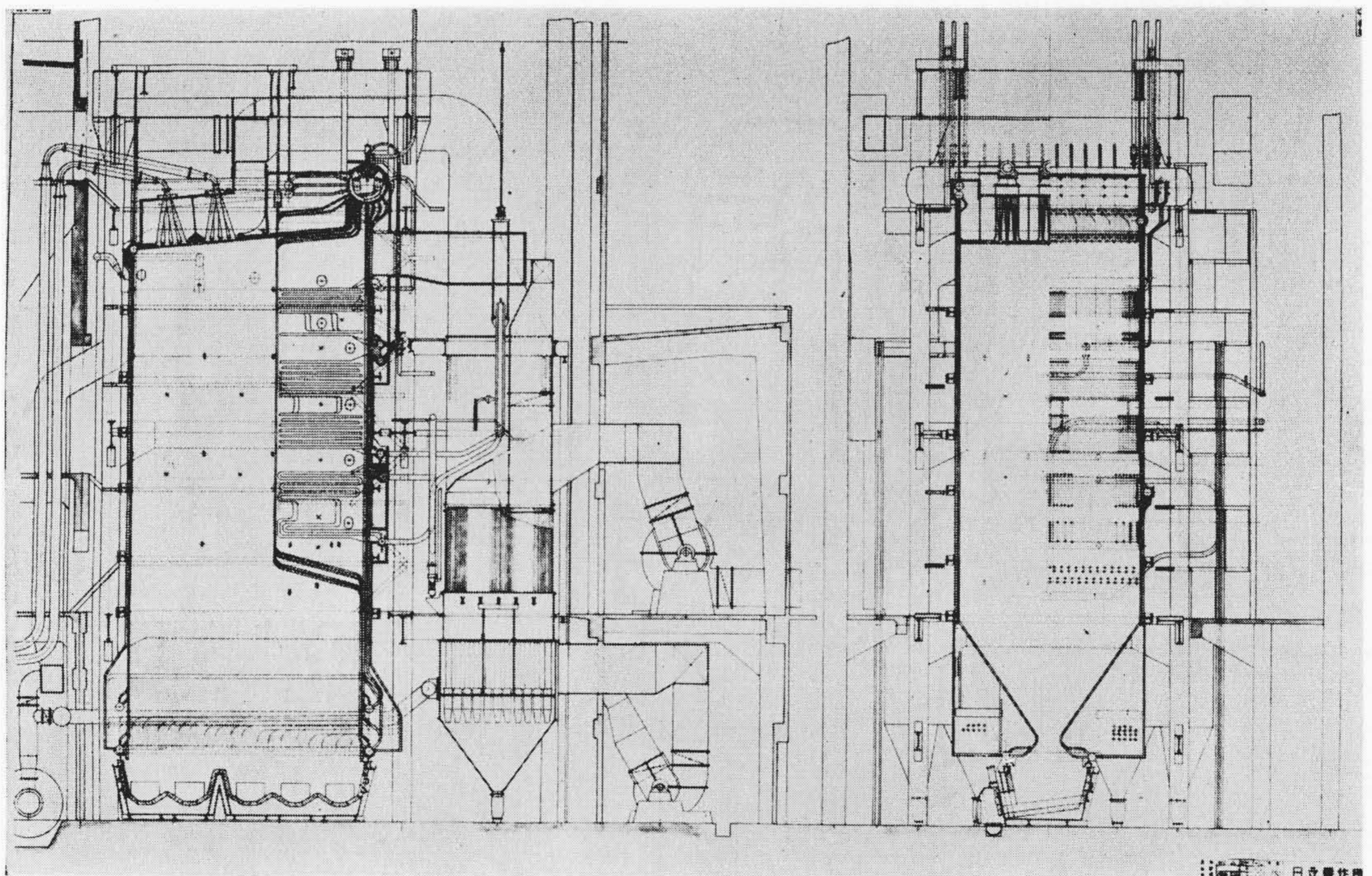
ボ イ ラ Boilers

バブコック社と技術提携して、全面的に技術を導入しつゝ、一方工場設備の拡充および研究陣の強化と相まつて、ボイラの大量生産態勢を整えたが、29年度においては、事業用および自家用の多数のボイラを納入した。

すなわち事業用では北海道電力砂川発電所向 170 t ボイラ。自家用では神崎製紙神崎工場納 30 t ストーカ焚ボイラ、大阪窯業セメント伊吹工場および敦賀セメント納セメントキルン廃熱ボイラ、紀州パルプおよび巴川製紙納トムリンソンボイラなどあり、また常磐炭砒平発電所納 31 t ボイラは低品位炭使用のものとして特筆に値するものである。他に補機としては多数のEミルを完成し、付属品としてはバブコック式スートブロワの完全国産化を計つた。現在製作中のボイラとしては東京電力鶴見第二発電所および新東京発電所納 280 t 2 罐あり、この他艦船用として防衛庁向 2 罐がある。

北海道電力砂川第二発電所納 170 t/h ボイラ

35,000 kW 1 機 1 罐用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。おもなる仕様はつぎの通りである。



第13図 北海道電力砂川発電所納 170 t/h 輻射型ボイラ断面図
Fig. 13. Sectional View of 170 t/h Radiant Type Boiler

| 仕 様 | |
|------------------|----------------------------|
| 型 式 | バブコック日立輻射型ボイラ |
| 台 数 | 1 罐 |
| 蒸 発 量 (最大連続負荷) | .. 170,000 kg/h |
| 蒸 気 圧 力 (於過熱器出口) | .. 63 kg/cm ² g |
| 蒸 気 温 度 (於過熱器出口) | 490°C |
| 給 水 温 度 | 200°C |
| 汽 罐 効 率 (最大連続負荷) | 89.7% |
| 通 風 方 式 | 平衡通風 |
| 燃 焼 方 式 | 単位式微粉炭燃焼 |
| 制 御 方 式 | 中央制御 |
| 石 炭 発 熱 量 | 5,000 kcal/kg |

本ボイラはバブコックの最も新しい技術を取り入れて計画されたもので、特に最小限の運転要員で操作できるよう中央制御方式を採用し、すなわち主要機器の起動および停止は現場にて行うが平常運転時の調整操作および非常事態時の処理はすべて中央制御室において行うようになつており、また火炉の燃焼状態、蒸気ドラムの水位および煙の濃度はすべてテレビジョンによつて中央制御室で監視できるようになつている。

おもなる特長はつぎの通りである。

- (1) 極寒地用としてすべて、セルフドレーニング型とし、ドレン類の凍結を防いだ。
- (2) ボイラの大部分は強固なる鉄骨により吊り下げられ、熱による伸びを自由に下方にとり、稼動時熱

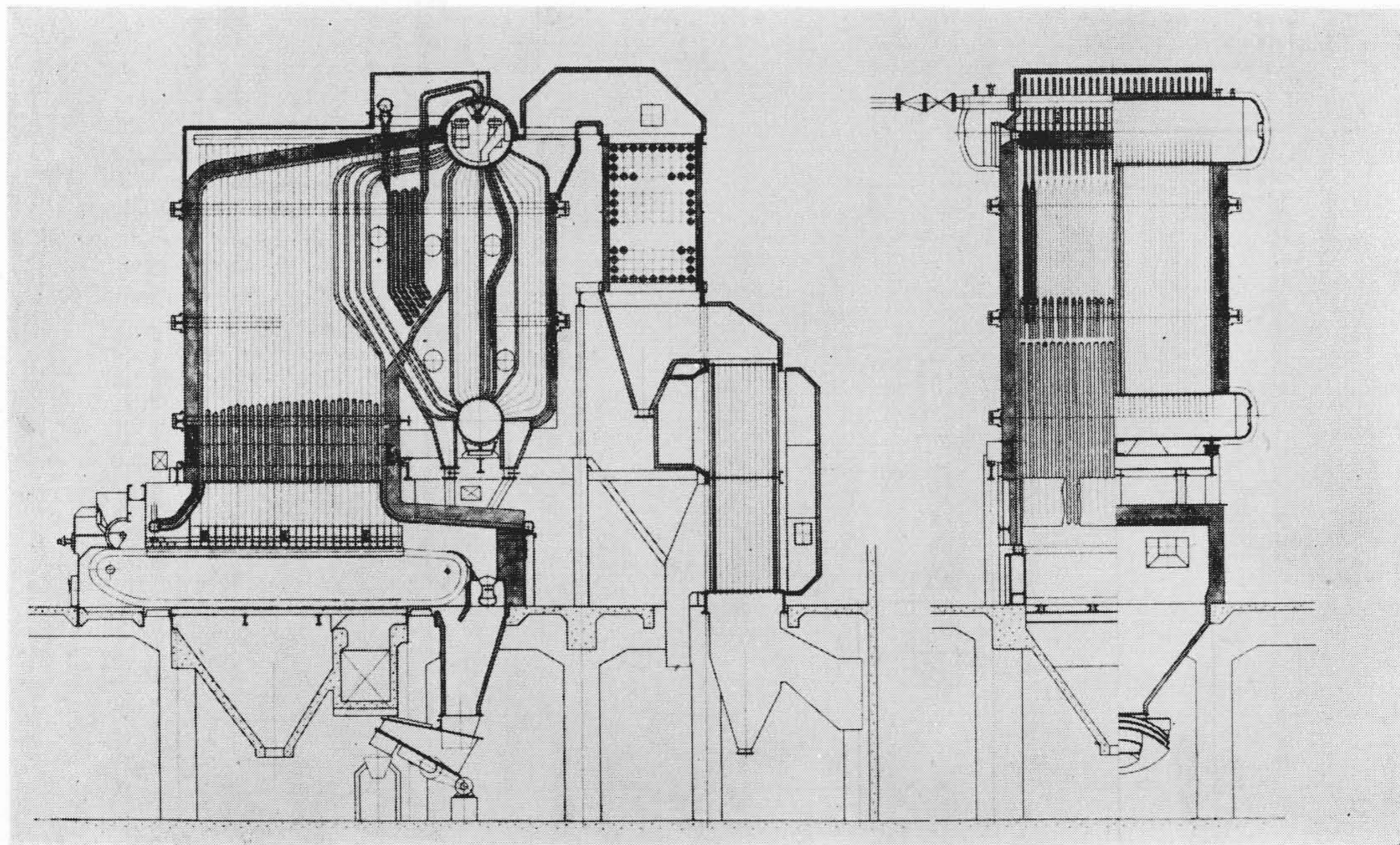
膨脹による無理を完全に解消している。

- (3) ケーシングは全溶接とし、空気の洩れ込みを防いでいる。
- (4) 蒸気ドラム内には高性能のサイクロン型汽水分離装置を取りつけ、乾度の高い蒸気がえられるようになつている。
- (5) 火炉はタンゼント水冷管をもつて強固に構成し、炉材はこの水冷管の外側に、気密にかつ強力に支持され、ケーシングと無関係に、水冷管とともに自由に伸縮できる。
- (6) 堅型バーナを使用し、火焰に十分なるトラベルを与え、微粉炭の完全燃焼を計つた。
- (7) 過熱器は横型曲管式の、セルフドレーニング型とし、休罐時のドレンの凍結を防いだ。
- (8) 制御方式は中央制御を採用したが、さらにベレー式自動制御により信頼度の高い安定した操作と運転要員の削減を計つた。
- (9) スプレー式自動減温装置により負荷 60% (100 t/h) 以上で 490°C に保つようにした。
- (10) アッシュホップは水浸式とし、炉底よりの空気洩れを完全に防止しなお灰の完全清掃を図つた。

神崎製紙納 30 t/h ボイラ

本ボイラは自家用としてこの種容量のストーカ焚としては代表的なものである。

その仕様はつぎの通りである。



第 14 図 神崎製紙納 30 t/h バイドラム型ボイラ断面図
Fig.14. Sectional View of 30 t/h Bi-drum Type Boiler

| 仕 様 | |
|------------------|-------------------------|
| 型 式 | バブコック日立パイドラム型 |
| 台 数 | 1 罐 |
| 蒸 発 量 (最大連続負荷) | 30,000 kg/h |
| 蒸 気 圧 力 (於過熱器出口) | 22 kg/cm ² g |
| 蒸 気 温 度 (於過熱器出口) | 370°C |
| 給 水 温 度 | 50°C |
| 汽 罐 効 率 | 85% |
| 通 風 方 式 | 平衡通風 |
| 燃 焼 方 式 | ストーカ |
| 石 炭 発 熱 量 | 6,000 kcal/kg |

構造簡単にして、取扱容易かつ信頼度の高さを狙ったもので構造上の特色は下記の通りである。

- (1) 複雑な鉄構により吊る代りに、水ドラムを固定し熱による膨脹はすべて上向にとつた。
- (2) 火炉周壁には水冷管を配し、熱吸収をよくし溶灰付着によるトラブルを解消し、また炉材を水冷管に強力に支持させた。
- (3) 蒸気ドラム内にはサイクロン式気水分離装置を置き乾度高い蒸気をうるようにした。
- (4) 節炭器は鑄鉄製ギルドチューブ型として、熱吸収の良好と耐久性の増大を計つた。
- (5) ストーカは定評あるバブコック日立28番型を採用し、炭灰の自己清掃を容易にしてかつ信頼度を高めている。

常磐炭礦平発電所納 31 t/h ボイラ

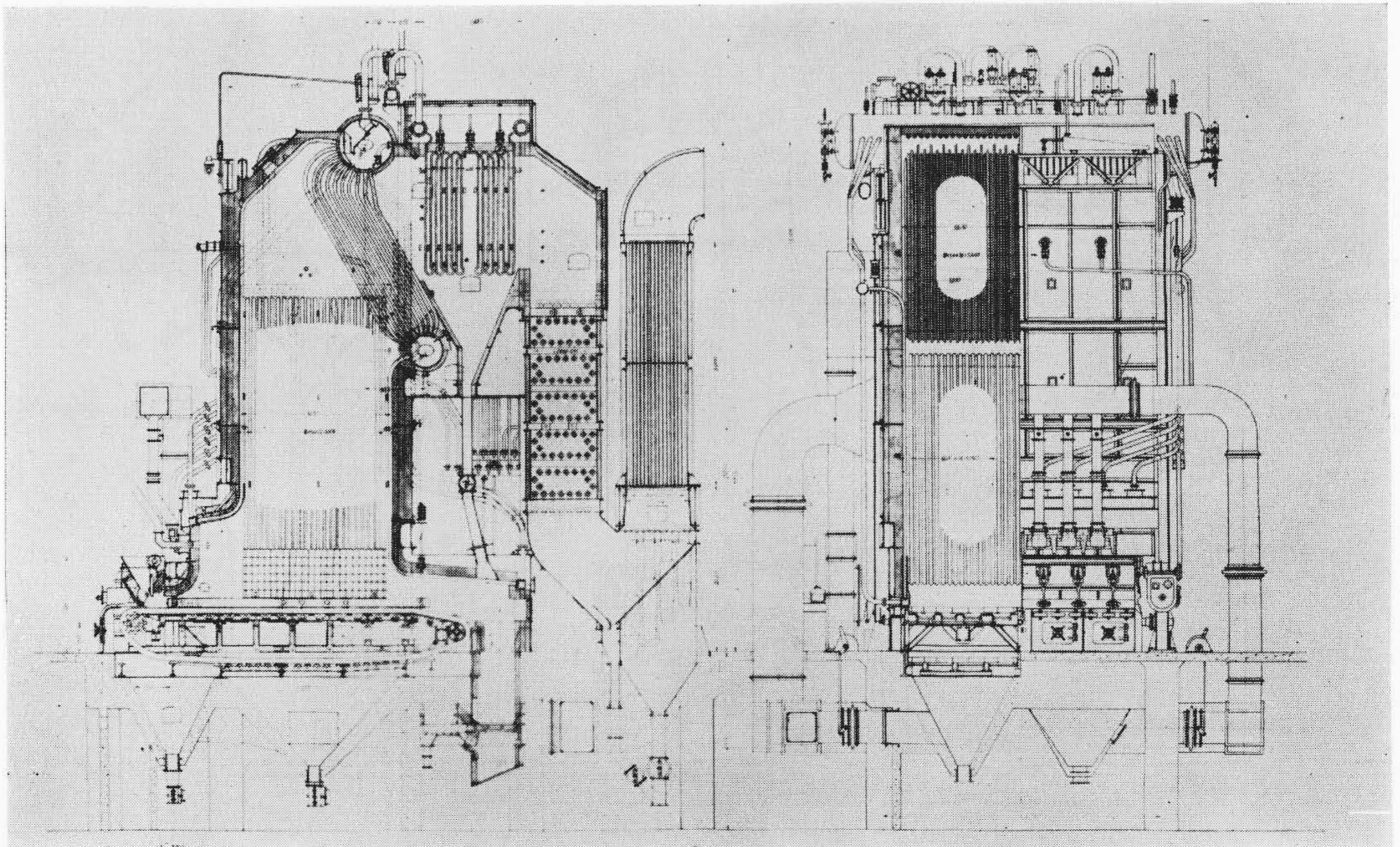
増設 5,000 kW 用として特に常磐地区の低品位炭燃焼用として計画されたもので特に斯界より注目されている。

本ボイラはバブ社との技術提携前の計画になるものであり、その仕様は下記の通りである。

| 仕 様 | |
|------------------|-------------------------|
| 型 式 | 日立二胴型水管汽罐 |
| 台 数 | 1 罐 |
| 蒸 発 量 (最大連続負荷) | 31,000 kg/h |
| 蒸 気 圧 力 (於過熱器出口) | 28 kg/cm ² g |
| 蒸 気 温 度 (於過熱器出口) | 410°C |
| 給 水 温 度 | 100°C |
| 汽 罐 効 率 (最大連続負荷) | 82.5% |
| 通 風 方 式 | 平衡通風 |
| 燃 焼 方 式 | ストーカおよび単位式微粉炭燃焼 |
| 石 炭 発 熱 量 | 3,500 kcal/kg |

本ボイラは従来燃焼困難とみなされた灰分量約 50% 高位発熱量 3,500 kcal/kg の低品位炭用としてしかも全停電時といえども容易に起動できるように計画されている。そして出力 3,000kW まではストーカで負担し 3,000 kW 以上は微粉炭を混燃する併用方式を採用した。構造上の特色は下記の通りである。

- (1) 火炉の周壁に十分な水冷壁を配し、熱吸収を大きくし、水管の溶灰付着問題を解消している。



第15図 常磐炭礦平発電所納 31 t/h 二胴型ボイラ断面図

Fig.15. Sectional View of 31 t/h Two-Drum Type Water Tube Boiler

- (2) 節炭器は鑄鉄製ギルドチューブとし、熱吸収を良好にするとともに、耐久性を増大させた。
- (3) 飛散灰を少なくするために、高性能のマルチサイクロン集塵装置を設けた。
- (4) ストーカは灰に対する自己清掃の完全にして、また低品位炭燃焼に適する。ルーバー型ストーカを用いた。
- (5) 微粉炭装置は低品位炭に最も適する。チューブミルを用い、前部アーチの下に6本のバーナを水平に配置し、火床上の燃焼とあわせて、低品位炭の燃焼を最も効果的にした。

敦賀セメント納廃熱ボイラ

敦賀セメント増設3号キルン用としてバブロック CT型廃熱ボイラを納入した。

その仕様は下記の通りである。

| 仕 様 | |
|------------------|-------------------------|
| 型 式 | CT 型水管汽罐 |
| 台 数 | 1 罐 |
| 蒸 発 量 | 22,000 kg/h |
| 蒸 気 圧 力 (於過熱器出口) | 15 kg/cm ² g |
| 蒸 気 温 度 (於過熱器出口) | 330°C |
| 給 水 温 度 | 32°C |

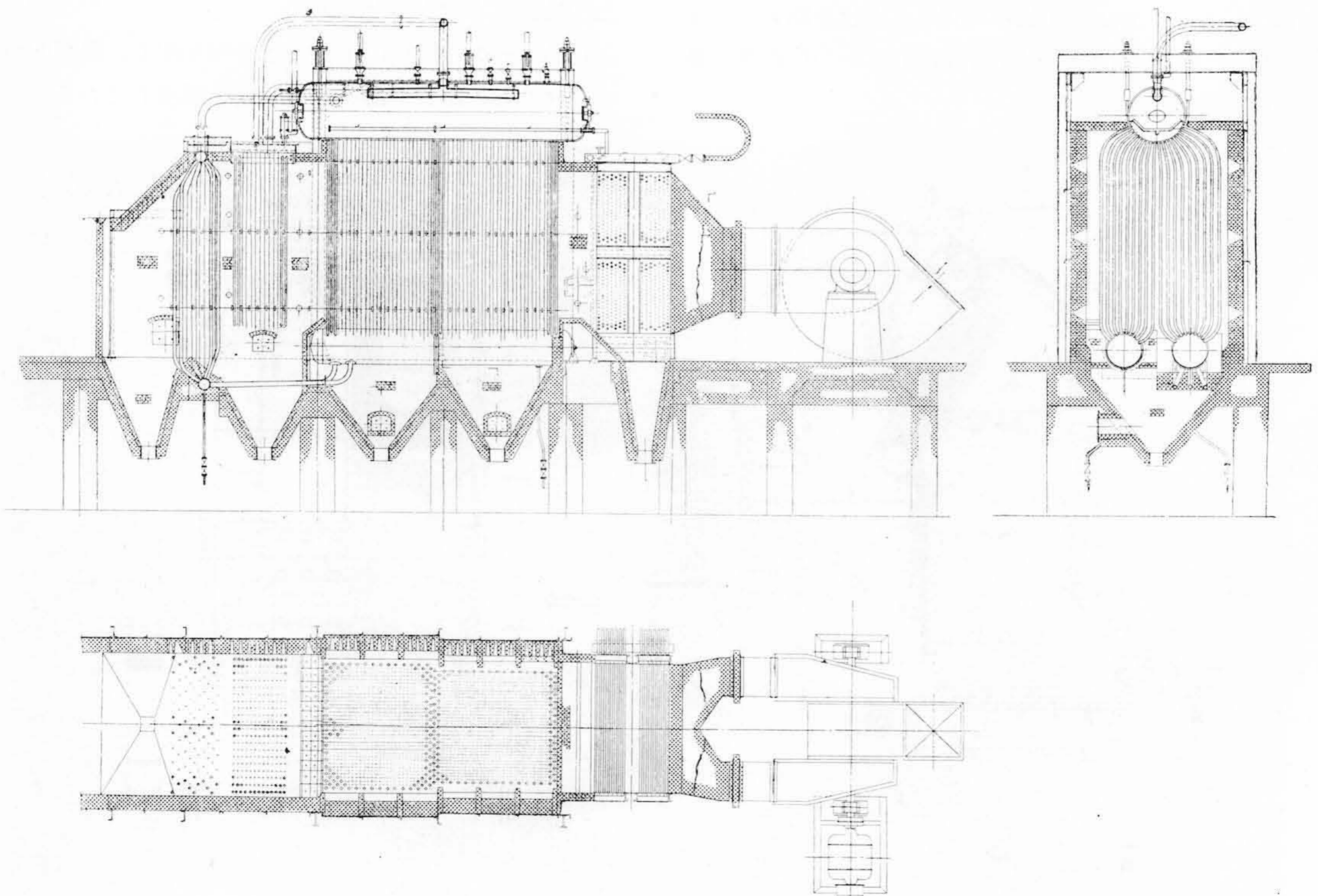
熱 源...乾式ロータリーキルン廃ガス
 廃 ガ ス 温 度 (於汽罐入口)..... 850°C
 本ボイラのおもなる特長はつぎの通りである。

- (1) 廃熱ガスはキルン出口の大きいダストセトリング室を経てボイラに入るため、ボイラの高さが非常に高い。
- (2) スートブロワは電動式で遠隔操作ができる。
- (3) 過熱蒸気温度は±5%に押えるため、特に減温装置を設けてある。
- (4) 節炭器は横置鋼管型とした。

大阪窯業セメント伊吹工場納廃熱ボイラ

第16図は本ボイラの断面を示す。そのおもなる仕様はつぎの通りである。

| 仕 様 | |
|------------------|---------------------------|
| 型 式 | 日立三胴型水管汽罐 |
| 台 数 | 1 罐 |
| 蒸 発 量 | 18,500 kg/h |
| 蒸 気 圧 力 (於過熱器出口) | 14.5 kg/cm ² g |
| 蒸 気 温 度 (於過熱器出口) | 350°C |
| 給 水 温 度 | 40°C |
| 汽 罐 効 率 | 67.5% |
| 熱 源 | 湿式ロータリーキルン廃ガス |



第16図 大阪窯業セメント滋賀工場納 18.5t/h 廃熱ボイラ

Fig.16. Sectional View of 18.5 t/h Waste Heat Boiler

ガス温度..... 700°C

セメント廃熱ガスボイラは一般のボイラと異りガス中に多量のセメントダストを含有し、ボイラ伝熱面、その他に堆積あるいは付着し、または伝熱面の磨耗を起こすことがあり、大量に固着した場合はキルン停止のやむなきに至ることがある。故にセメント廃熱ボイラの計画にあたってはむしろダストによる障害を防止するように、伝熱面を配置することおよび清掃が容易にしかも完全にできることに留意せねばならない。本ボイラはこの点にかんがみスクリーン、過熱管、蒸発水管などはいずれも垂直に配置し、途中邪魔板を置くことなく単一なガスの流れとした。またダストによる閉塞と磨耗を防ぐために管類は十分大きなピッチに配列した。さらにボイラ各部の底部は全部ダストホッパーとしてダストの堆積を防ぎかつ排除に便利なようにした。

またダスト清掃のため水管1列ごとに2ないし3段のランシングドアを設け、節炭器には天井ケーシングにランシング孔を、前部にはMJ型スートブロワを設けた。

トムリンソン回収装置

紀州パルプおよび巴川製紙納クラフトパルプ廃液回収用バブコック、トムリンソン回収装置はつぎのような仕様である。(第17図)

仕 様
紀 川 パ ル プ
台 数..... 1 罐

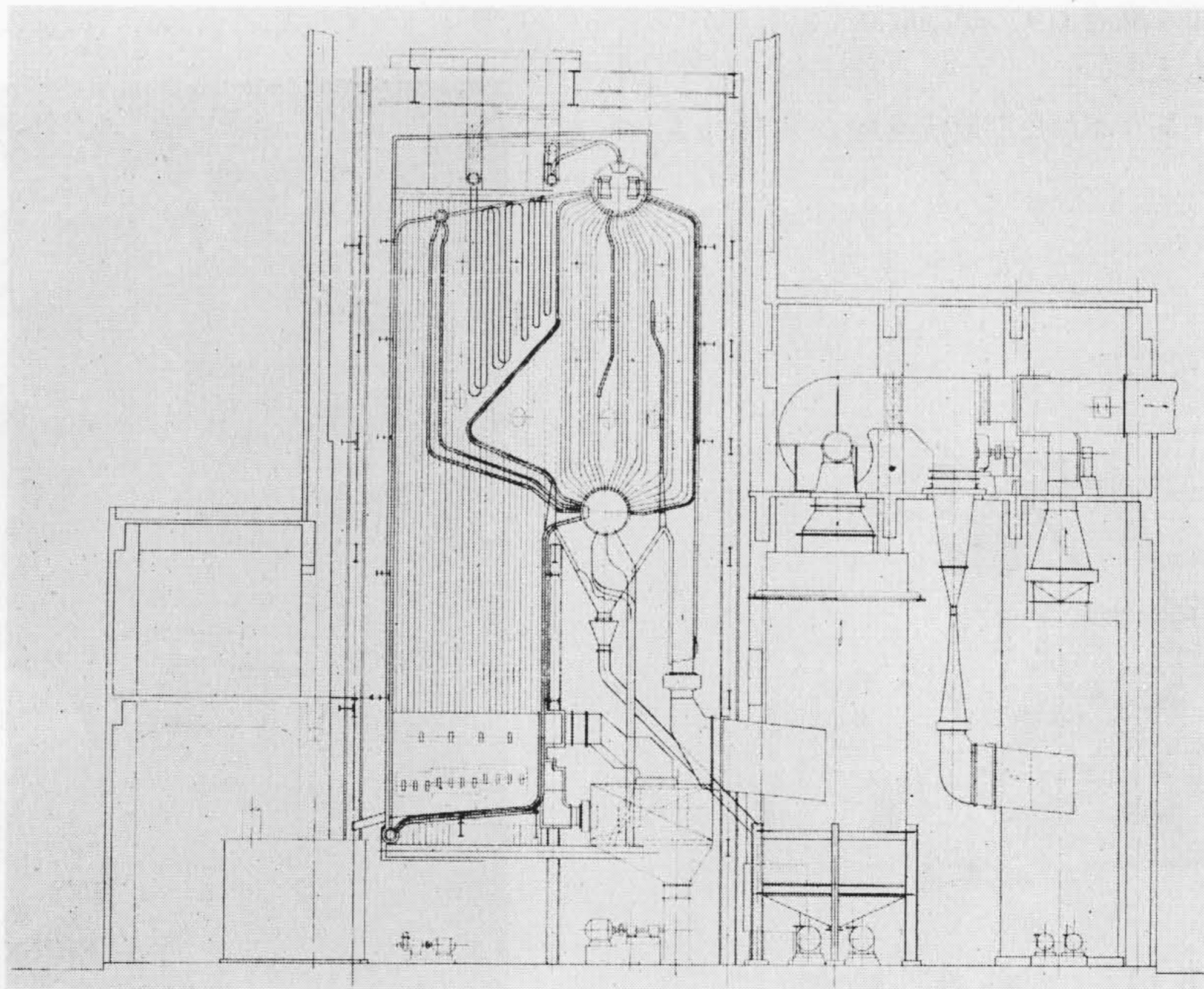
パルプ生産量..... 85 long t/day
廃液固形物.....1.5 t/t of Pulp
廃液発熱量(乾燥)..... 3,600 kcal/kg
廃液濃度(サイクロン入口).....45%
蒸気圧力(於過熱器出口)....33 kg/cm²g
蒸気温度(於過熱器出口)..... 370°C
給水温度..... 90°C
蒸発量..... 17,500 kg/h
燃焼方式.....トムリンソンスプレー式

巴川製紙

台 数..... 1 罐
パルプ生産量..... 90 long t/day
廃液固形物.....1.4 t/t of Pulp
廃液発熱量(乾燥)..... 3,600 kcal/kg
廃液濃度(サイクロン入口)..... 41.5%
蒸気圧力(於過熱器出口)....25 kg/cm²g
蒸気温度(於過熱器出口)..... 360°C
給水温度..... 90°C
蒸発量..... 16,400 kg/h
燃焼方式.....トムリンソンスプレー式

本装置は燃焼窓、過熱器、汽罐および蒸気式空気予熱器を有し、二次回収装置として、バブコック式サイクロンエバポレータおよびベンチュリースクラバを設置している。

廃ガスはサイクロン出口の誘引通風機で吸引され、さ



第17図 バブコック式トムリンソン回収装置配置図
Fig.17. Arrangement of B & W Tomlinson Recovery Unit

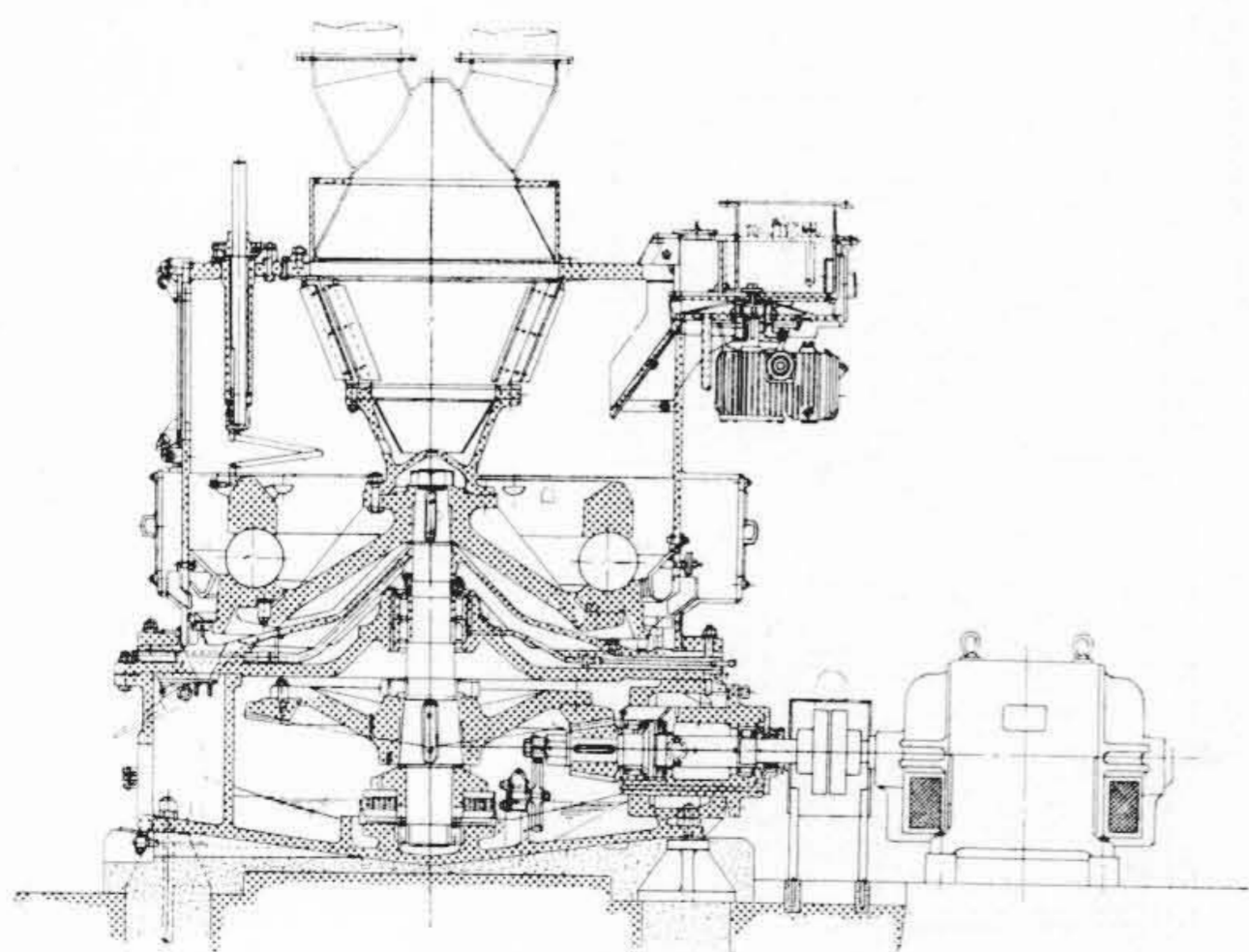
らにベンチュリースクラバを経た後、さらに通風機で吸引されて煙突に至る。

燃焼用空気は押込送風機より、空気予熱器を経て、一次および二次空気風道に導入され、それぞれ燃焼室下部の一次および二次空気孔より均等に配分される。

廃液は多重効用蒸発器より、サイクロンへ導かれ、廃ガスを利用して適当に濃縮される。さらにミキシングタンクで芒硝を補給され、特殊構造のバーナより比較的粗い粒子で燃焼室へ噴射されて炉底で燃焼を続ける。

クラフトパルプ工場において経済的な廃液処理はきわめて重要なことはいうまでもないが、バブコックトムリンソンはこの要求を十分満足するものでそのおもなる特長はつぎの通りである。

- (1) 燃焼室、過熱器およびボイラは上方支持で、炉材およびケーシングはチューブ群と一体の構造となっており、熱膨脹は下方に自由にとられている。なおケーシングは溶接構造で空気の洩込みは皆無といつて良い。
- (2) 燃焼室下部はフルスタッドおよびプラスチック、クロムオーア構造で、特にスメルト漏洩防止のためチルプレートが有る。他はフラットスタッド構造であり、きわめて安全な運転ができる。
- (3) サイクロンエバポレータおよび特殊スプレイバーナを使用することにより廃熱濃度の大幅な変化に適用しうる。
- (4) 燃焼室内の高温二次空気の適用および有効な二次回収装置により廃液よりの熱回収高く、したがって蒸気発生量も大きい。
- (5) 取扱容易でありまた長期連続運転が可能である。



第18図 E-64 ミル 断面図
Fig.18. Sectional View of the Type E-64 Pulveriser

関西電力納スートブロワ

自動連続操作式スートブロワ設置の要望に応じ、完全に国産化されたバブコック式スートブロワおよび日立式操作パネルを関西電力の各発電所に下記の通り納入した。

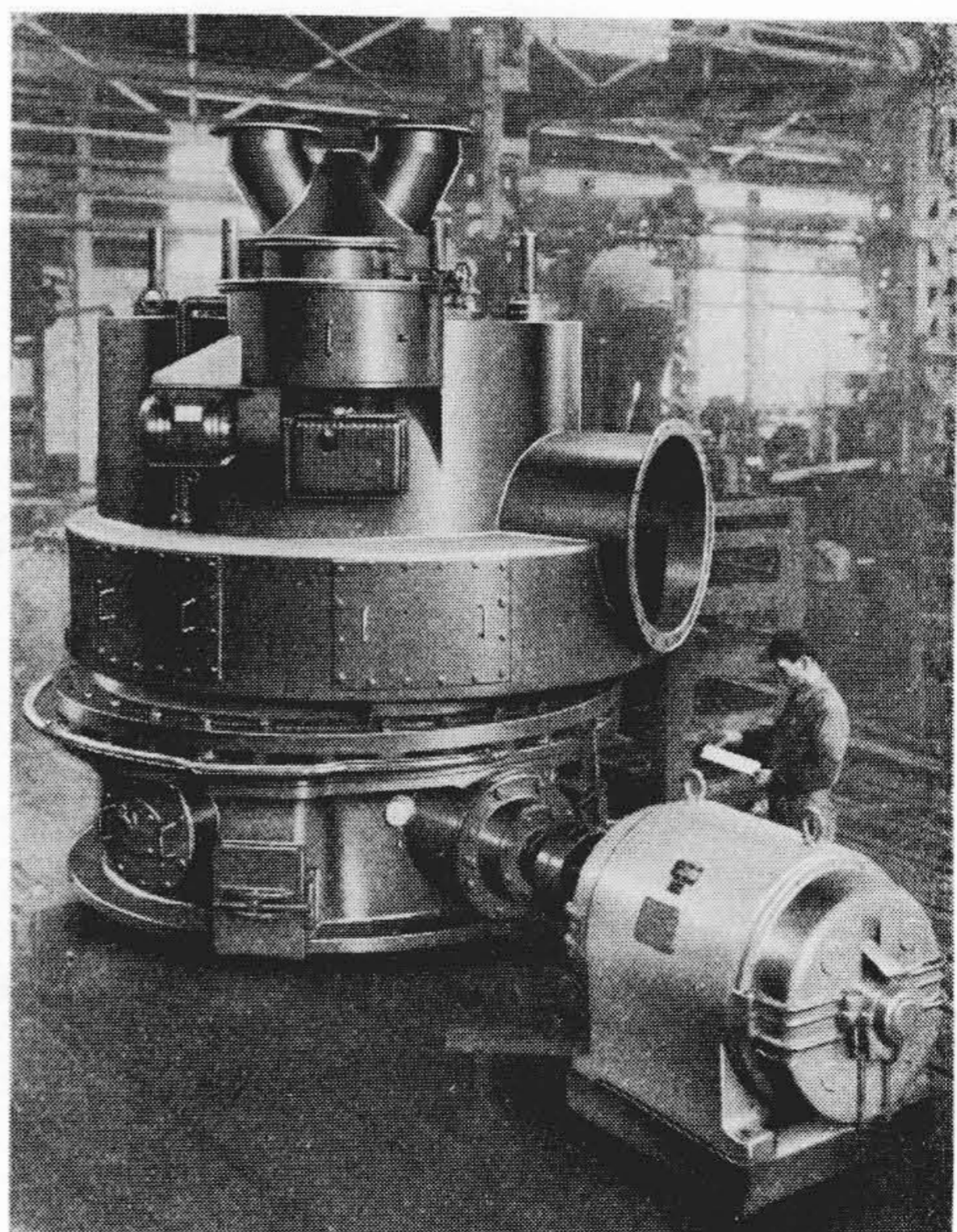
| 発電所名 | 尼一 | 尼二 | 飾磨 | 計 |
|------------|---------|-------|---------|----|
| 汽罐番号 | 3,4,5,6 | 1,2,9 | 1,2,3,4 | — |
| 短拔差(SNR型) | — | — | 2,5,5,5 | 17 |
| 固定式(MJ型) | — | — | 4,4,4,4 | 16 |
| 長拔差(Rack型) | 4,4,4,4 | 4,4,4 | 6,6,6,6 | 52 |
| 自動塞止弁(電動式) | — | — | 3 | 3 |
| 操作パネル | 4 | 3 | 3 | 10 |

各種スートブロワはいずれも戦後紹介されたバブコック型で蒸気噴電動操作である。ブローアヘッドはいわゆるパイロット弁付で 77 kg/cm²g までの蒸気圧に耐え、減圧弁を必要としない。噴射圧力は各ブローアヘッド入口にオリフイス板を挿入して調整される。摺動部分に対しては特殊パッキングを使用し、常時潤滑油の必要なく、また主要部分に対しては不銹鋼その他の特殊材料を使用して、信頼度の増加と維持費の軽減を図り、長期連続運転を可能ならしめている。

東京電力鶴見発電所納 E-64 ミル

鶴見発電所の7および8号罐用として6台を納入したが、好成績をもつて稼動している。その仕様はつぎの通りである。

| 仕 様 |
|-----------------|
| 型 式..... E-64 型 |



第19図 E-64 ミル
Fig.19. E-64 Pulveriser

| | |
|------------|--|
| 容 量..... | 8,700 kg/h |
| 微粉粒度..... | 200 メッシュ通過 75% 以上 100 メッシュ通過 95% 以上 |
| 乾燥方式..... | ミルドライニング |
| 使用石炭 | |
| 高位発熱量..... | 5,500 kcal/kg |
| 表面水分..... | 10% |
| 固有水分..... | 4.5% |
| 揮発分..... | 33.5% |
| 固定炭素..... | 35% |
| 灰分..... | 27% |
| 粉碎度..... | 45(ハードグループ) |
| 電 動 機 | |
| 出 力..... | 100 kW |
| 回 転 数..... | 600 rpm |

本機は第18図に示すように、駆動部分と粉碎部分とよりなり、さらに給炭機およびシールエアーファンが付属している。

駆動部分においては、電動機直結の水平軸より、スパイラルベベルギヤを介して縦軸に回転力を伝える。縦主軸上部にはヨークが固定され、下部粉碎リング(a)を支持している。下部リング上には多数の耐磨耗性の大きい粉碎ボール(b)が載り、その上に調整自在なスプリング(c)により加圧された上部粉碎リングがある。

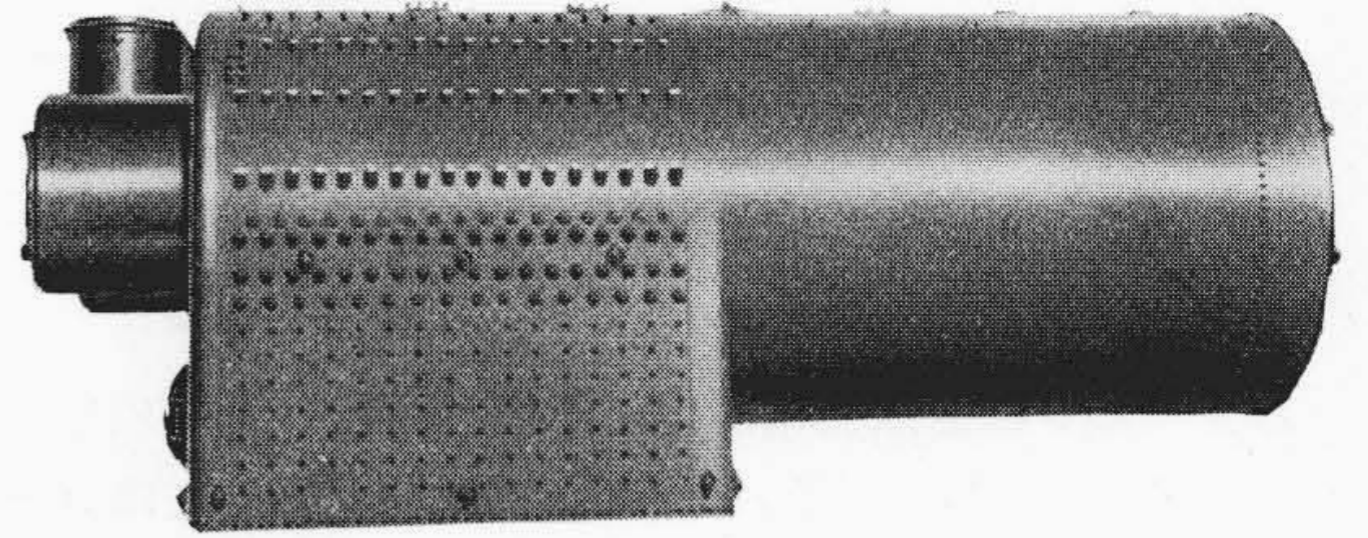
給炭機により供給された原炭は、乾燥されながら粉碎される。粉碎された粉炭は広いミル内を気流に乗って上昇し粗粉は分離器(d)によつて分離され、所定の微粉のみ数本のバーナに輸送される。ミル内は常に一様に加圧されていて空気微粉混合物の濃度は均一であることも本機の特長である。給炭はベレーファイダーコントローラにより、その量は粉碎部前後の差圧を検出することによつて、自動的に容易にかつ確実に調整することができ、従来チェブミルなどにおいて起る給炭過剰になるようなことは全然ない。

なお本機の特長はつぎの通りである。

- (1) 据付面積が少い。
- (2) 所要動力が小さい。
- (3) 音響が静粛である。
- (4) 圧力式であるため、送風機ランナの損傷がない。
- (5) 微粉の分配が均一である。
- (6) 炭量の調整が容易である。
- (7) 異物の排除が容易でしかも確実である。

埼玉県庁納 HK ボイラ

第20図は埼玉県庁に納入したHKボイラであり、そのおもな仕様はつぎの通りである。



第20図 埼玉県庁納 HK ボイラ
Fig.20. HK Type Boiler

仕 様

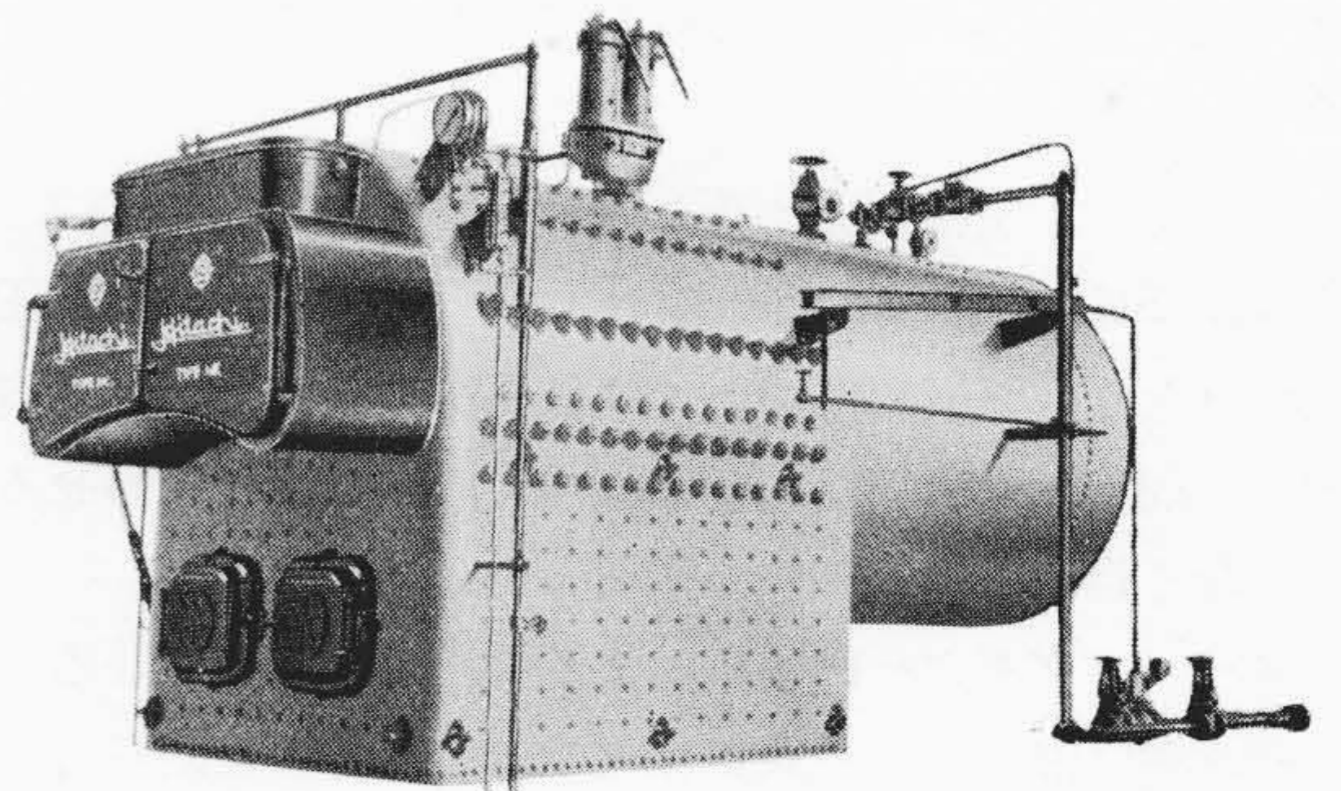
| | |
|--------------------|--------------------------|
| 相当蒸発量..... | 2,340 kg/h |
| 最高使用圧力..... | 4.0 kg/cm ² g |
| 水圧試験圧力..... | 8.0 kg/cm ² g |
| 伝熱面積..... | 159 m ² |
| 火床面積..... | 4.7 m ² |
| 最大長さ..... | 約 6,580 mm |
| 最大幅..... | 約 2,980 mm |
| 最大高さ(安全弁頂部まで)..... | 約 3,490 mm |

横浜交通局納 HK ボイラ

第21図は横浜交通局に納入したHKボイラであり、火室構造など従来の設計を改良しボイラ効率を向上した。その他煙室および燃焼室扉装置などの構造を改良し取扱便なるものとした。またボイラ本体は一体焼鈍を施し、溶接線はX線撮影により完全なものとした。つぎにそのおもな仕様を示す。

仕 様

| | |
|--------------------|--------------------------|
| 相当蒸発量..... | 1,120 kg/h |
| 最高使用圧力..... | 5.0 kg/cm ² g |
| 水圧試験圧力..... | 9.5 kg/cm ² g |
| 伝熱面積..... | 80 m ² |
| 火床面積..... | 3.5 m ² |
| 最大長さ..... | 約 5,300 mm |
| 最大幅..... | 約 2,740 mm |
| 最大高さ(安全弁頂部まで)..... | 約 3,200 mm |



第21図 横浜交通局納 HK ボイラ
Fig.21. HK Type Boiler

蒸気タービン Steam Turbines

敦賀セメント納 5,000 kW 復水タービン

本タービンは自家発電設備として非常に短納期の中に製作納入されたもので、本機の大きな特色としてはロータは一体鍛造削り出しとしたこと、最終段翼に防蝕用のステライト板を銀ロー付けしたことおよび車室にロータ伸び差測定装置を取付けたことである。第22図にこの外観を示す。

このタービンの仕様はつぎの通りである。

| 仕 様 | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 型 式 |単車室衝動式復水タービン |
| 最 大 出 力 | 6,000 kW |
| 経 済 出 力 | 5,000 kW |
| 蒸 気 圧 力(主塞止弁前) | 13 kg/cm ² g |
| 蒸 気 温 度(主塞止弁前) | 300°C |
| 回 転 数 | 3,600 rpm |
| 復水器真空 | 720 mmHg |
| (冷却水温 25°C, 5,000 kW/h) | |

本タービンは900φのカーチス1段と850~1,150φのラトー11段よりなり、タービンロータと発電機ロータの間はリヂットカップリングで連結し3軸受支持とした。

ロータは従来の焼嵌方式を採用せずNi-Mo-V鋼の一体鍛造削り出し式とし、翼材は13% Cr不銹鋼を用い、最終段動翼はドレンによる腐蝕を防止するためにステライト板を銀ロー付けしている。

軸受メタルは球面型に作られ強圧注油式で推力軸受はミッチェル型を採用している。

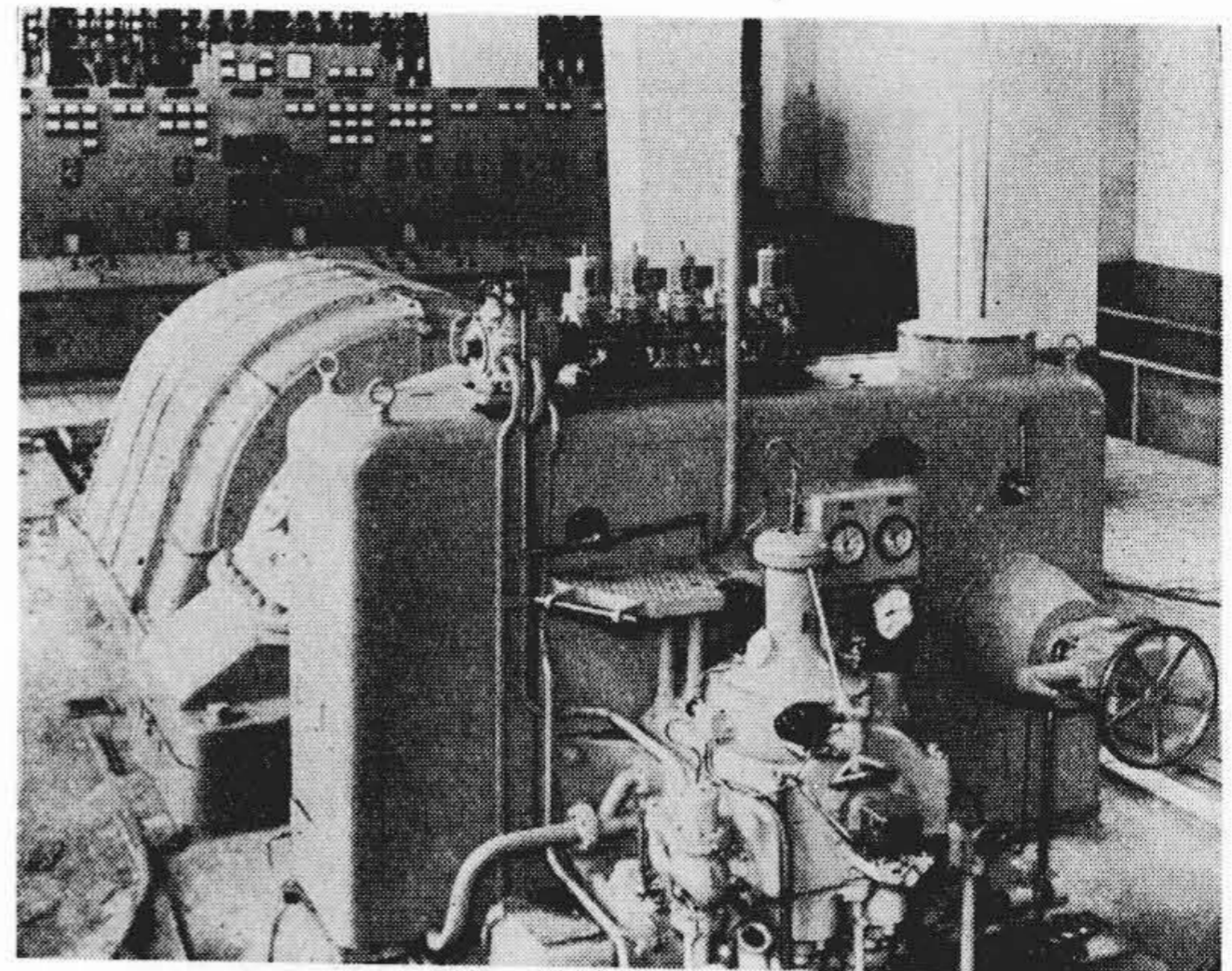
噴口は高温部のカーチス段、2段および3段までは13% Cr不銹鋼より削り出した組立式ノズルを用い、4段以降は低炭素鋼板を鋳込んだものを使用した。

ラビリンスパッキングおよびダイヤフラムパッキングは全周数箇のセグメントにわかれおのおの裏側より板バネで支えられ万一車軸と接触しても軽く逃げる構造になっている。

蒸気室と車室は別体に作り、蒸気室はMo鋳鋼とし、車室はSC-45鋳鋼の高圧部およびFC-23鋳鉄の低圧部よりなり、熱膨脹については低圧排気室両側を固定点として前部軸受方向ならびに直角方向に中心を狂わせることなく自由に撻動できる構造とした。

ターニングギヤは手動によるものを装備している。

调速機は油圧レバー式を採用し、主バネと補助バネとあり、両バネの圧縮度を手動または電動にて調整できる設計になっている。



第22図 5,000 kW タービン発電機外観
Fig. 22. General View of 5,000 kW Turbo-Generator

タービン保安装置としてつぎのものを装備している。

- (1) 非常调速機
- (2) 主塞止弁遮断装置
- (3) 油圧低下遮断装置
- (4) 復水器真空低下遮断装置
- (5) 危急回路遮断装置
- (6) 電磁式遮断装置
- (7) スラスト磨耗警報装置
- (8) 負荷制限器
- (9) 車室ロータ伸び差測定装置

車室ロータ伸び差測定装置の指示はマグネット間に挟まれたアーマチュアの移動を電流の変化に変えて指示を行うものである。アーマチュアはタービンロータと発電機ロータとのリヂットカップリング部に取付けマグネットは軸受カバーに取付けてあるもので、車室とロータの伸び差を指示するものである。本測定装置を装備することにより各軸方向の小間隙部分の寸法を運転中においても読み取ることができて事故を未然に防止することができるものである。

復水器は二折流半区分型表面接触式で冷却管の配列を上部は放射型下部は千鳥型とした。冷却管は両端エキスバンドとし、エキスバンド部には三条の溝を入れてエキスバンドによる把握力を増大し熱膨脹に耐えうるとともに漏洩を防止する構造とした。胴体はバネにより基礎上に支持されている。

復水装置として空気抽出器、自動水位加減弁、自動排気弁を有し、またポンプ設備として循環水ポンプ、空気ポンプ、封水ポンプ、復水ポンプを有している。

以上述べたように本タービンの製作にあたっては、材料、設計、工作、検査の面で綿密なる計画および細心の注意を払い、29年8月初旬通産省試験を優秀なる成績で完了したものである。

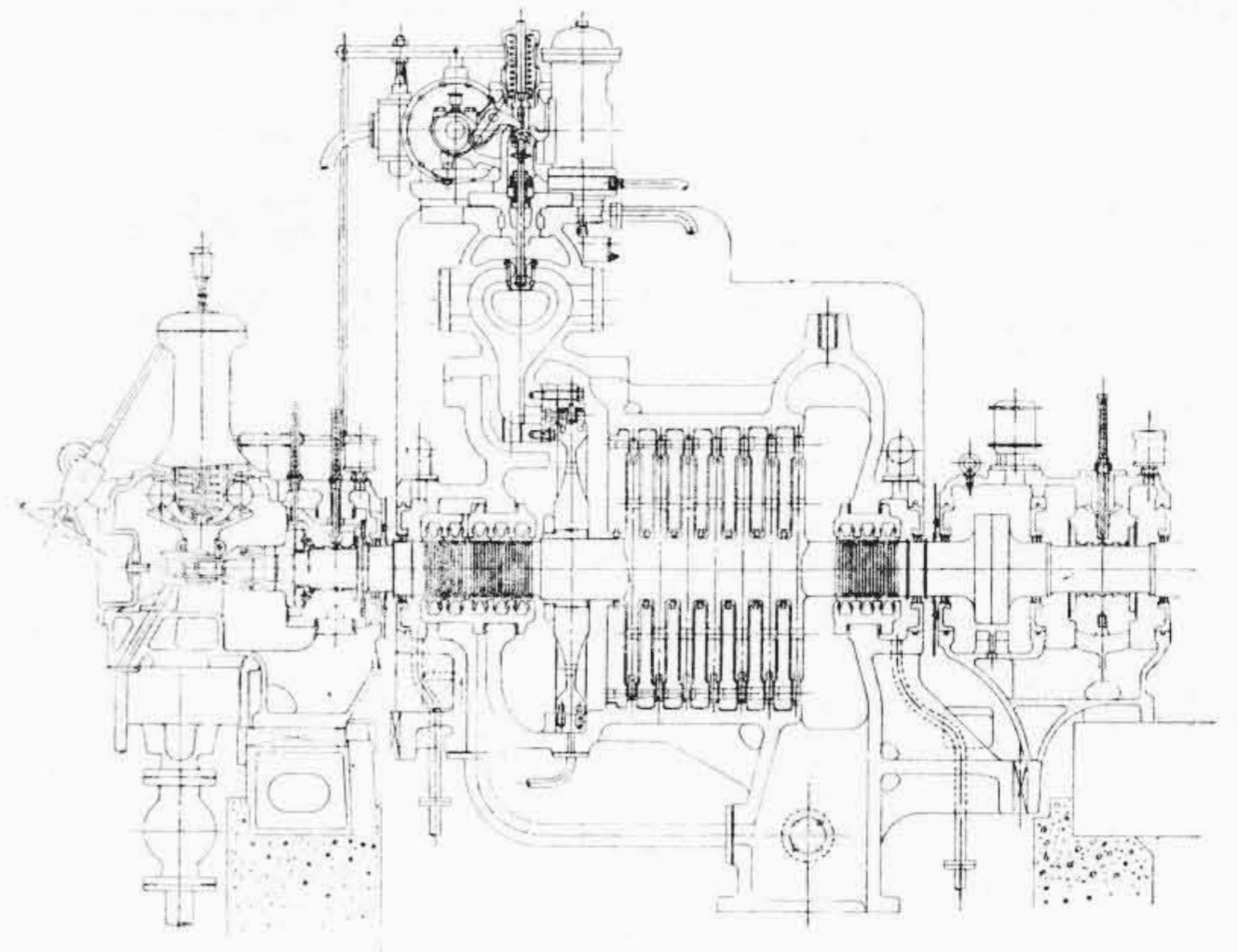
台湾製糖納 1,000 kW 背圧タービン

輸出品としての本タービンは小容量ではあるが、高能率多段式蒸気タービンとして日立製作所永年の経験に最も近代的な技術を織り込んで設計製作されたもので、蒸気消費量の節減と運転操作の容易さと相まつてかゝる小出力の背圧タービンとしては最高級のものである。

このタービンの仕様はつぎの通りである。

| 仕 様 | |
|--------------------|----------------|
| 型 式 | 単車室横軸衝動式背圧タービン |
| 出 力 | |
| 最大連続 | 1,000 kW |
| 経 済 | 900 kW |
| 回 転 数 | 3,600 rpm |
| 背 圧 | 10 psig |
| タービン入口蒸気状態 (主塞止弁前) | |
| 圧 力 | 200 psig |
| 温 度 | 500° F |

本タービンは製糖工場の発電設備であることを考慮して、定格負荷においては勿論過負荷から部分負荷に至る広範囲の負荷の変動に対しても十分高い性能を発揮できるように計画してある。すなわち第23図に示すように800φカーチス1段と650φラトー7段の合計8段の多段式タービンとし各段落における蒸気の段落効率を最大に発揮できるようにし、さらにタービン車盤は2段から8段まではNi-Mo-V鋼の車軸と1体鍛造削り出し型とし超音波探傷法による内部欠陥の完全なる検出とあわせて熱安定試験を行い、車軸の曲り状況を精密に調査し運転時の振動を最少限度にとらめている。第1段車盤の材質は車軸と同様 Ni-Mo-V 鋼を使用し、入念に鍛造仕上げした翼車をコンカルブッシュにより焼嵌する方法を採用し熱応力に対して十分安全な構造とした。翼および翼抑えは13% Cr 不銹鋼製とし厳重なる材料検査と、磁気探傷法を用いた製品各箇の検査により厳選せられた良品を慎重に取りつけた。調整段ノズルは13% Cr 不銹鋼より削り出しこれを鋼板製外周輪に箇々に入念な摺合せをしたのち挿入組立を行い温度圧力の変化に対しても十分な強度を保つとともに、材料の選択にあたっては特に慎重を期し組織の均一をはかった。隔板は高級強靱鋳鉄製の隔板本体に耐腐蝕性の特殊低炭素鋼板の表面を平滑に仕上



第23図 1,000 kW 背圧タービン組立図
Fig. 23. Cross Section of 1,000 kW Back Pressure Turbine

げたノズル板を鋳込んだいわゆる鋳込式隔板を採用し、車室との固定方法水平接手の接合方法など熱膨脹の影響を十分考慮している。

タービン車室は特に強靱鋳鉄を用い圧力温度に対して十分なる安全度を有するとともに蒸気室は鋳鋼製とし車室と別体差込式としてあるため熱応力の局部的集中がなく急速起動および負荷の急変に対して安全である。発電機との結合はリジッドカップリングによる3軸受支持である。调速機はレバー式を採用十分鋭敏なる调速装置として、背汽圧力を調整する調圧器とともに、非常调速機、手動押ボタン停止装置、軸受油圧低下遮断装置、電磁式遮断装置、急回路遮断装置、補助油ポンプ用自動起動弁など各種の保安装置と相関連作動し運転操作の確実を期している。

さらにこのタービンにはグラントスチームコンデンサを装備し、グラント蒸気の回収を計るとともに汽機室内の美化を考慮している。特に工場における性能試験には現地より2名の技術者が立会いその優秀性を高く評価している。

第1号機および第2号機ともそれぞれ横浜を船積し目下現地において鋭意据付中であるが、日立技術を一身に集めた本タービンが海の彼方で高性能で運転されるのも間近であろう。

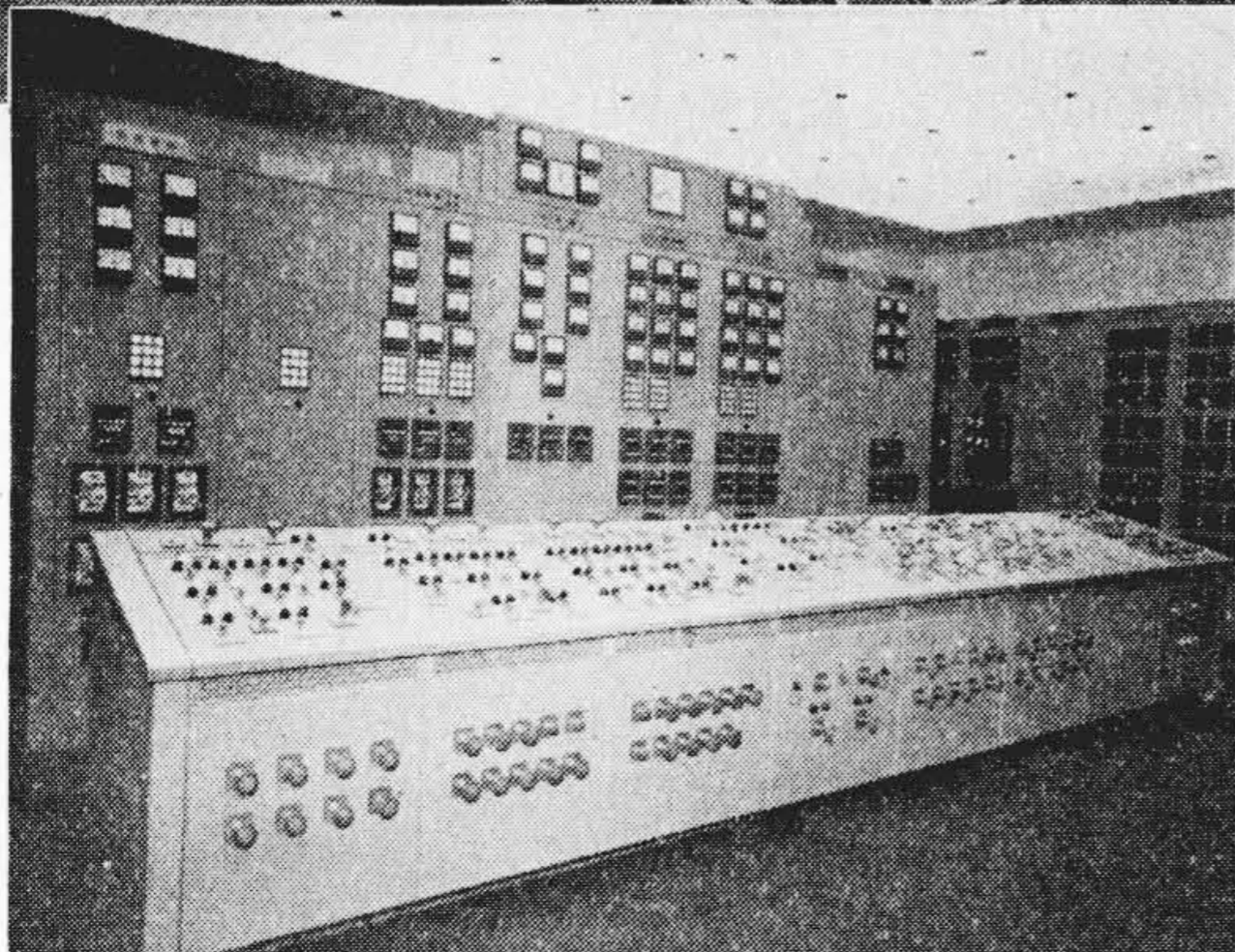
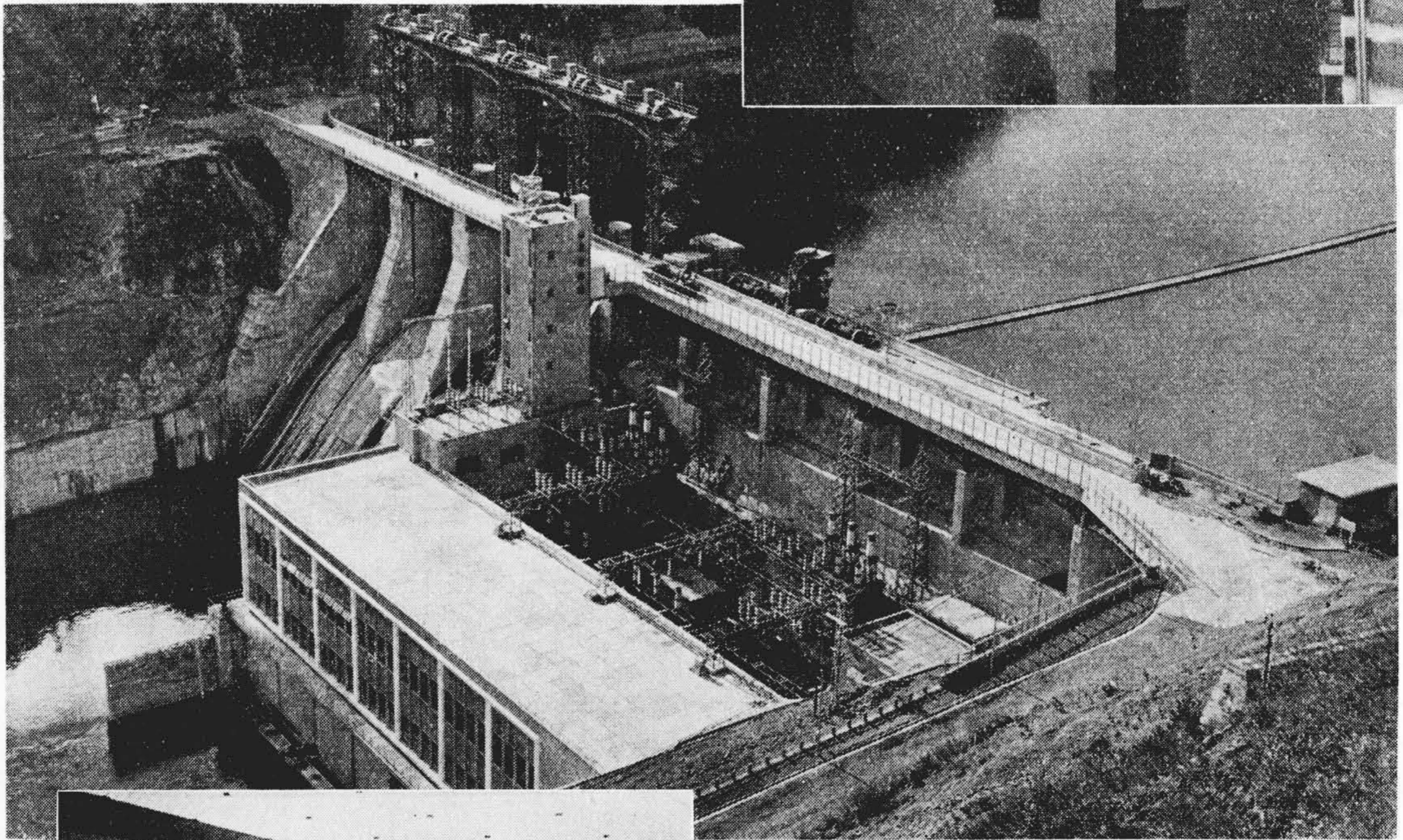
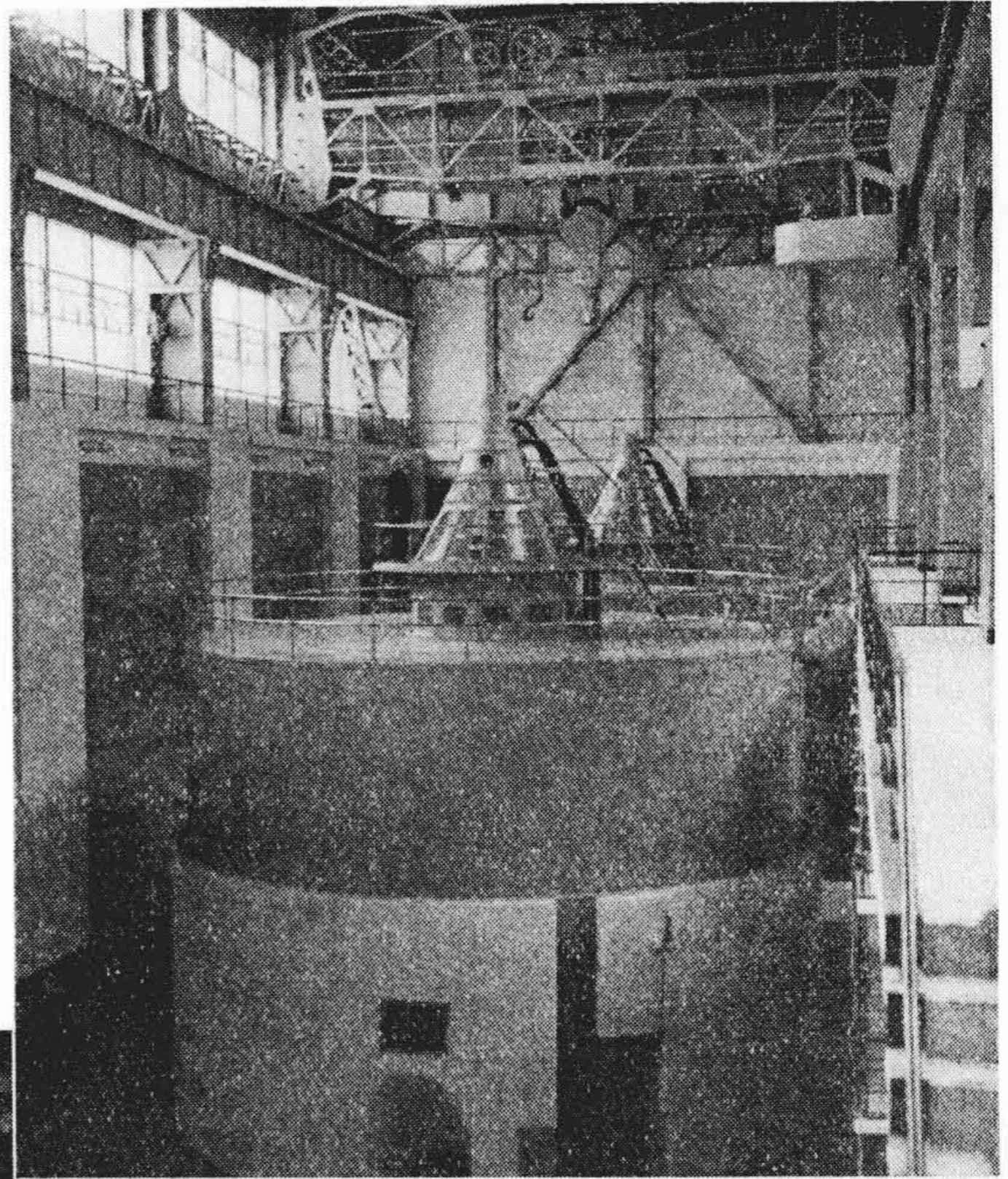


日立トビツク

東北電力株式会社本名発電所完成 Honna Power Station, Tohoku Electric Power Co., Completed

只見川電源開発計画の一環として完成を見た本名発電所は、年間発生電力量 233,900,000 kW, 最大出力 52,000 kW のカプラン水車による発電所としては本邦最大容量のものであり、有効落差に関しても本邦で初めて 35 m 以上の地点に進出したものとして斯界の注目を浴びているものである。

本発電所のカプラン水車は使用落差が年間最低 24 m から最高 36 m まで大幅に変わるため、落差に対し常に高効率を維持させるためガイドベーン開度とランナブレードの角度との関係を、有効落差の変動にしたがい自動的に変化させる装置が設けられている。発電機は水車の無



拘束速度の高いため、半傘型構造としてある。

日立製作所は本発電所に対し、30,000 kW 水車 2 台、31,000 kVA 発電機 2 台、31,000 kVA 主変圧器 2 台、161 kV 600 A 制弧遮断器 2 台、140 kV ドライバルブ 避雷器 2 台を始め、配電盤および制御器具、起重機、所内エレベータなどに到るまで各種機器を納入し、それぞれ好調な運転をつづけている。

写真説明 (上) 31,000 kVA 水車直結型交流発電機
(中) 完成せる本名発電所全景
(下) 主配電盤