

可逆ポンプ水車について

Reversible Pump-Turbine

深 栖 俊 一* 外 岡 英 徳* 長 沼 進*

Shun'ichi Fukasu

Hidenori Tonooka

Susumu Naganuma

内 容 梗 概

可逆ポンプ水車は、外国においては数箇所運転されているが、わが国においては皆無の現状である。日立製作所においては数年前よりこの研究に着手し、昭和30年四国電力株式会社より大森川発電所を対象とする模型試験を依頼され、数種類のランナを試作し本格的な研究を行なってきた。その結果ポンプおよび水車のおおの仕様に対して十分満足する結果をおさめることができ、さらに細部の構造についても十分な検討を加えてわが国最初の可逆ポンプ水車の製作を進めている。本文はこれらの結果より可逆ポンプ水車の特性について述べるとともに、可逆ポンプ水車の経済性および可逆ポンプ水車特有の種々の性能ならびに構造的な問題を述べた。

〔I〕 緒 言

最近の電力需要の急激な増加傾向に対処して大規模な電源開発が計画実行され各設備の近代化が行われている。元来揚水設備は本邦にては豊水期もしくは深夜間の余剰電力を利用して貯水池に揚水して尖頭負荷時に発電し、負荷調整の極力有効化を計る目的の下にかなり建設されてきたが、近來基底負荷を火力とし尖頭負荷を水力にて分担せしめる趨勢と単位容量の飛躍的増大化とあいまって、これらの水力と火力の総合運転効率の増昇を計るため大規模な揚水設備が各所にて新たに多数計画されつつある。

昭和27年に建設された東北電力株式会社沼沢沼発電所の 23,000 kW 2台は本邦の代表的揚水式設備としてすでによく知られるところであるが⁽¹⁾、今回わが国最初の可逆ポンプ水車が四国電力株式会社大森川発電所用として製作に着手されることとなった。

揚水発電所用機器を大別すると同期機の両側に水車とポンプを直結して、同期機を発電機あるいは電動機とするいわゆる別置式と、さらに一つの水力機械を正逆回転することにより水車運転とポンプ運転をせしめるいわゆる兼用式あるいは可逆ポンプ水車式とがある。沼沢沼発電所は前者に相当し、大森川発電所は後者に属する。

可逆ポンプ水車の実例としては米国において、Bureau of Reclamation の Flatiron 発電所⁽²⁾ (9,200 HP) と T. V. A. の Hiwassee 発電所⁽³⁾ (80,000 HP) が運転されており、この両者に関しては多くの文献により紹介されている。

日立製作所においても、可逆ポンプ水車の研究を数年前より進めてきたが、ここに可逆ポンプ水車に関する特性ならびに構造上の諸問題および大森川発電所の概要について紹介する。

* 日立製作所日立工場

〔II〕 可逆ポンプ水車の特性

可逆ポンプ水車の性能上重要なことは、水車およびポンプのおおの性能がよくなければならぬことはもちろんであるが、さらに同一回転数のもとで運転しても、なおかつ与えられた落差の変動範囲で両者の性能が、十分に満足されねばならぬということである。普通型の水車ランナを逆転しても、良好なポンプ特性は得られないが、ポンプランナを逆転すれば、ある程度の水車性能が発揮されることは、古くから実証されており、また理論的にもうなづけることである。したがってポンプをそのまま逆転せしめることにより、可逆ポンプ水車として採用すればしごく簡単な問題となるが、おおの効率はポンプ運転時は、水車運転時より回転数を上げねばよい効率が得られないというところに問題がある。したがって同一回転数の下で両者の性能をいかに向上せしめうるかが、可逆ポンプ水車の根本であり設計上の興味も有する訳である。また、回転数の問題のほかに、発電機容量とモータ容量のかねあいから水車としての出力、ポンプとしての入力の関係も重要な事項となる。

次にフランス型ポンプ水車性能の一般的傾向を述べる。

(1) 揚程あるいは落差と回転数

同一落差に対し、最高効率を与える回転数は水車の運転の場合より、ポンプ運転の場合の方が一般に高く、この性質は逆に回転数を同一とすれば、ポンプの基準揚程は水車の基準落差よりも低いということを意味する。さらに発電所の条件として、ポンプ揚程は水車の落差より管路の損失落差の約2倍だけ高くなければならず、この両条件はたがいに相反するものである。したがってポンプ水車の性能としては同一落差の下で水車運転時とポンプ運転時の最高効率を発揮すべき回転数の比率を1に近づけることが重要な要素となる。

今この比率を

$$K = \frac{\text{ポンプ最高効率時回転数}}{\text{水車最高効率時回転数}}$$

(いずれも同一落差の下で)

で表わすとすれば、運転特性上理想的には K の値は 1 より幾分小さいことが望ましいが、諸外国の実例および模型試験の結果 1 以下にすることは不可能に近く、設計のいかんによつては $K=1.03\sim 1.05$ 程度まで小さくすることができると考えてよい。

K の値は別に効率の N_1 比率とも呼ぶことがあるが、これはおのこの最高効率を与えるべき単位落差（通常 1 m）当りの回転数の比を意味し第 1 図によりその概念が示される。

第 1 図は比較的小さい特有速度を有する水車ランナの $N_1 (=N/\sqrt{H})$ の変化によるポンプおよび水車効率の変化の状況を示す。

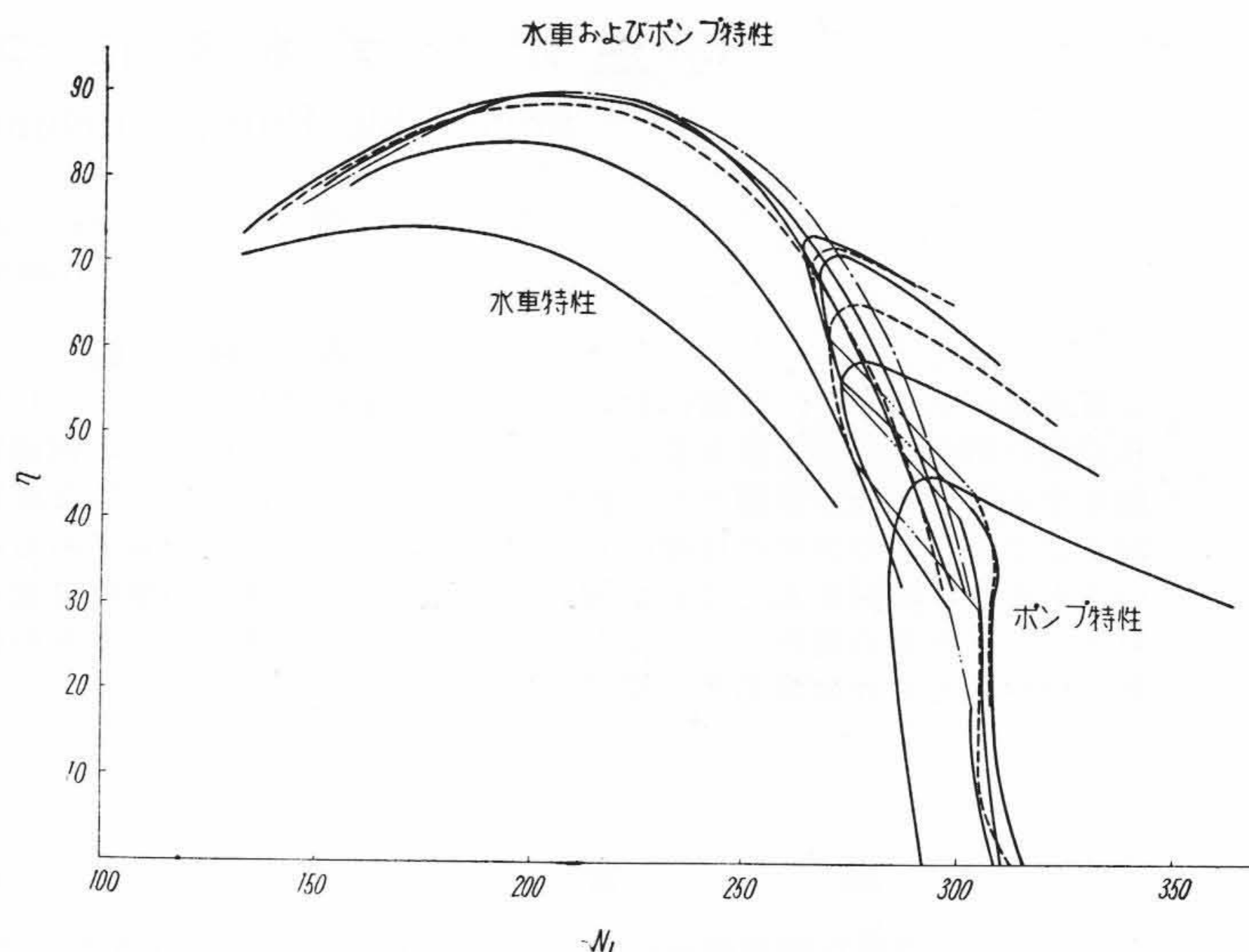
(2) 可逆機の水車およびポンプ特性

揚水発電所は一般に余剰電力により揚水し、尖頭負荷時に発電する性質のものであるから、ポンプ効率よりはむしろ水車効率に重点がおかれることが多い。また負荷に対する水車効率の傾向は全負荷附近で運転されることが多いため全開開度での水車効率がとくに重要視される場合が多い。

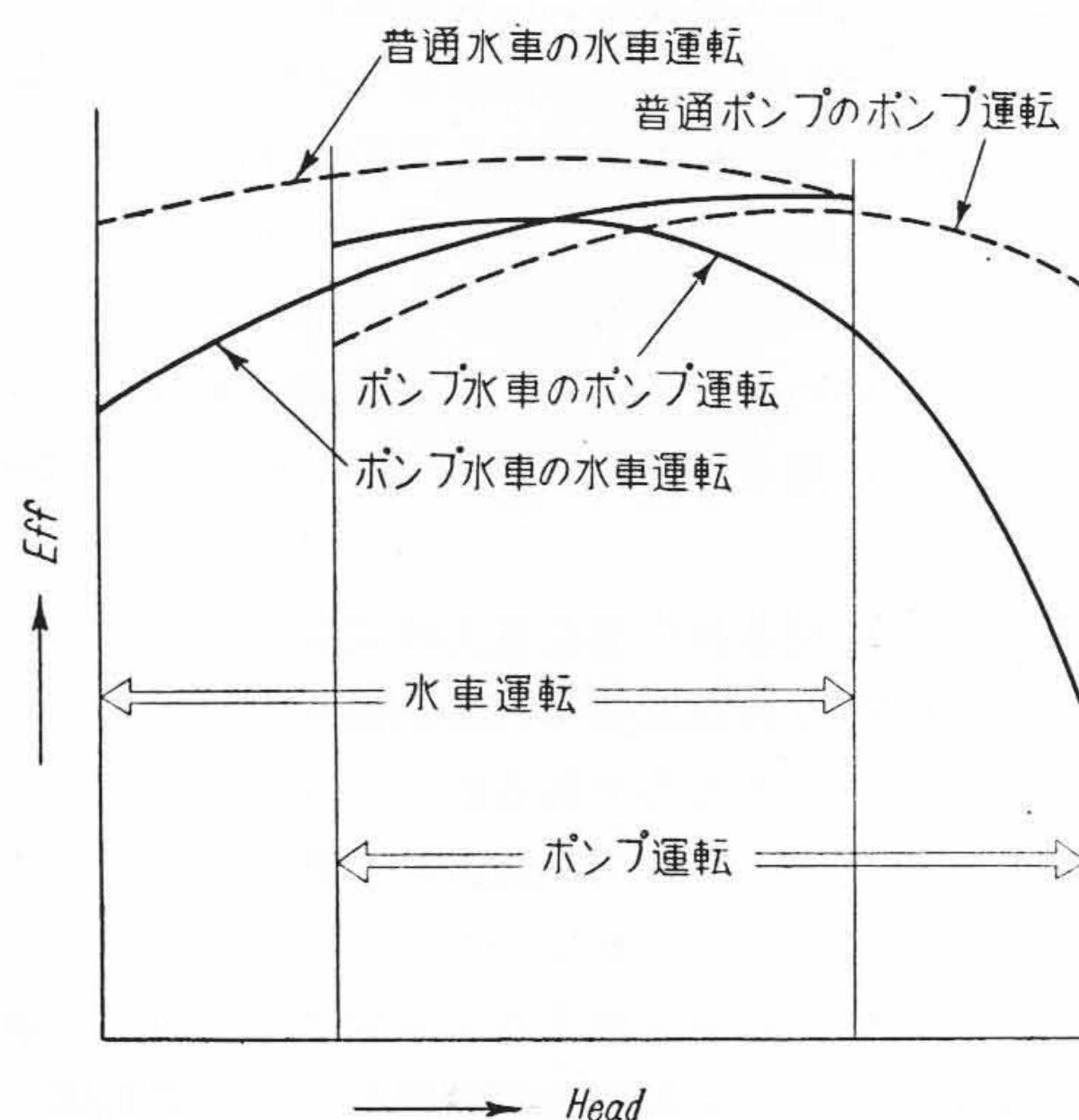
また変落差の発電所においては第 2 図のように、落差の高い場合の水車運転は比較的高い効率を得られるが、落差が低くなると水車効率は急に低下する。これに反し、ポンプ運転時は低揚程において効率が上がり、揚程の増加するにしたがい効率は低下する。これら効率の傾向は機械の大きさを適当に選ぶことによりある程度自由に変えうるゆえ発電所の運転条件に応じて適当な機械の大きさを決定すべきである。

可逆機の水車無拘束速度は通常の水車よりかなり低く規定回転の 140~160% 程度となる。これはランナの外径が通常の水車より大きくなるため、速度の上昇とともに、ランナ入口における衝撃損失が急激に増大することが大きな要素となつている。無拘束速度が低いことは発電機の設計には非常に有利で、かつ負荷遮断時の速度上昇率も比較的少くなるという特長はあるが、落差低下時の水車効率が著しく低下することとなるので変落差発電所においては特に平均効率を低下せしめることとなる。

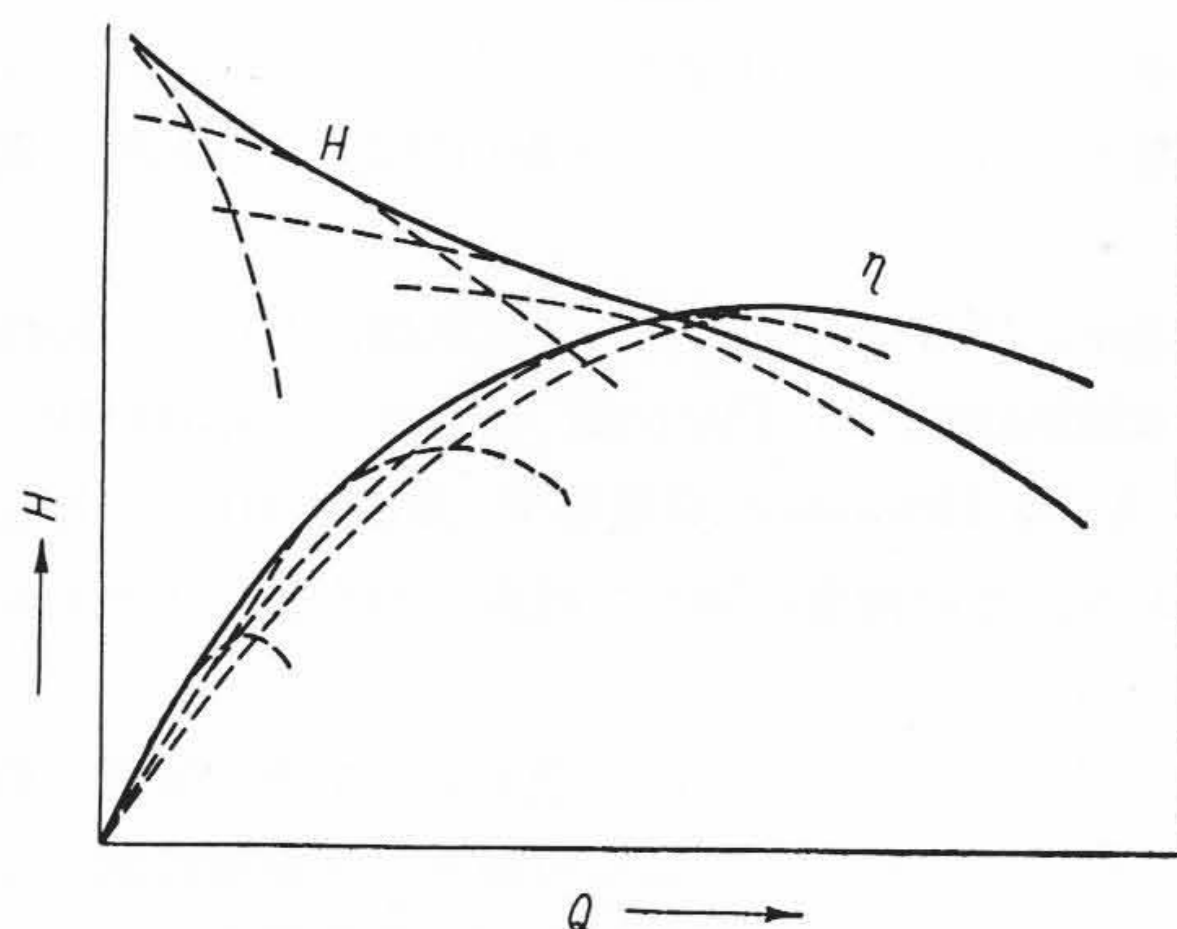
可逆機のポンプ特性は流量 (Q) に対する揚程 (H)、効率 (η) 曲線により表わされるのが普通で、これらの特性は通常のポンプと比べ大差はない。第 3 図に可逆機



第 1 図 普通水車のポンプ水車特性



第 2 図 有効落差の変化による効率の変化



第 3 図 可逆ポンプ水車のポンプ特性
(点線は各開度の特性、実線は包絡線を示す)

のポンプ性能の一例を示す。ここで注意すべきは $Q-H$ 特性曲線が運転上その仕様に合致せる傾向を有することであり、かつその特性はポンプ運転上安定なものでなければならないことである。また変落差発電所の場合は特に $Q-H$ 曲線の傾斜が急であることが好ましい。

〔III〕 可逆ポンプ水車の経済性

揚水発電所としての可逆ポンプ水車の経済性は必ずず別置式と比較されるものであるが、その比較の要素として、

- (1) 年間発生電力量および消費電力量の比較
- (2) 建設費すなわち建家設備と機械設備費の比較
- (3) 揚水用消費電力料金と発電々力料金の比重割合などにより決定される問題で、これらの条件を総合勘案してその採否は決定されねばならない。

(1) 年間発生電力量

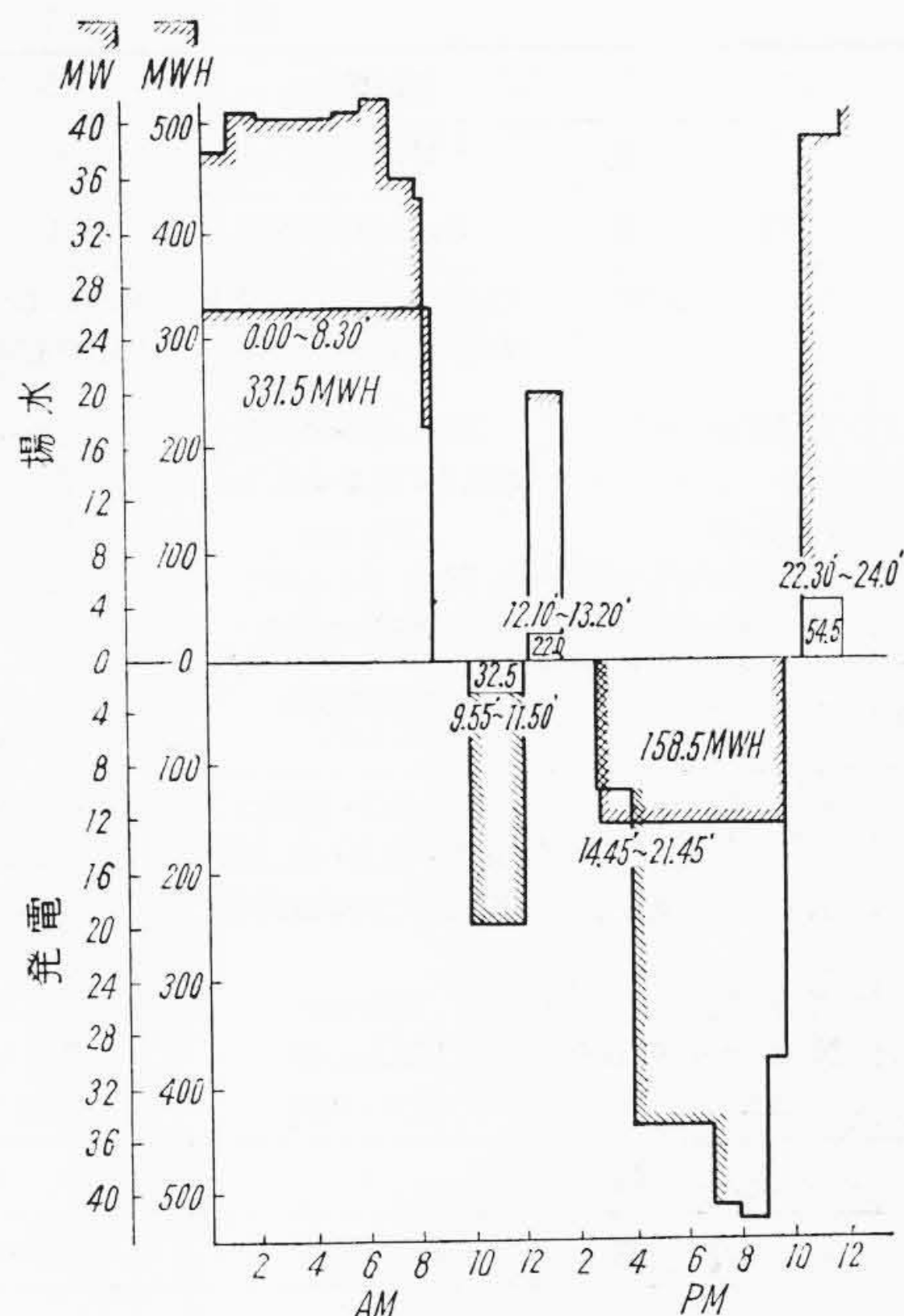
年間発生電力量は、流入量による発生電力量 W_1 と揚水分によつて生ずる発生電力量 W_2 の和であり、 W_1 は水車効率および水車流量に関係し、 W_2 はポンプ効率、揚水量および水車効率、流量などにより左右される。 $W = W_1 + W_2$ が年間発生電力量となる。

(2) 建設費

建設費は建家関係と機器関係とに分けられるが、別置式に比べポンプ水車の場合の建家関係費が減少することは当然であるが、ここでは、今、水力機械関係の重量について大略の比較を試みる。

今普通型水車（補機も含めて）を 100% とし、その内本体を 50%、補機類を 50% とする。可逆機の場合ランナは普通水車に比し 30~50% 大きくなり、本体重量はランナ外径寸法に比例し補機類は約 15% 程度重くなると考えると、普通水車に比し約 30~40% 重くなる。もちろんこの倍率は、入口弁を置くか置かぬか、また可逆機の回転数をどの程度に選ぶかにより大きく左右される性質のものであるが、大略 30~40% の増加と考えればよいようである。別置式の場合は普通型水車のほかに、ポンプ一式が加えられ可逆ポンプ水車に対し、さらに 40~50% 増加することとなる。今、大森川発電所の場合について、可逆ポンプ水車と、別置式の比較を示せば大略第 1 表のごとくなる（四国電力株式会社にて計算されたもの）。

第 1 表より可逆ポンプ水車が、別置式揚水機に比し経済的であることは明かであるが、さらに、頻繁に揚水と発電とを切りかえるような運転がされる場合、可逆機はカップリングの切りはなし作業が不必要であるため、運転保守の面ですぐれていることも注意しなければならない。東北電力株式会社沼沢沼発電所では、当初の計画は 1 箇年のうち豊水期に揚水し、渇水期に発電する予定



第 4 図 沼沢沼発電所 1 日の運転実績例

第 1 表 可逆ポンプ水車と別置式との比較

	可逆ポンプ水車	別置式
水 力 機 械 重 量	100 %	140 %
水 力 機 械 重 量	100 %	100 %
建 設 工 事 費	100 %	104 %
建 設 工 事 費	100 %	102 %
年 間 経 費	100 %	104 %
建 設 単 価	100 %	102 %
建 設 単 価	100 %	102 %

であつたが、ポンプ運転時の各種機械の状況も良好であり、電力の経済的利用も考慮され、ポンプと電動機間の接手を直結したまま 1 日数回揚水し、また数回発電されることもあるようになった。第 4 図はその運転記録の一例である。昭和 28 年 3 月より昭和 29 年 2 月に至る 1 箇年間のポンプ運転回数は 140 回、発電機運転回数は 161 回であつたとのことである⁽¹⁾。

〔IV〕 可逆ポンプ水車の構造

すでに運転に入っている米国の Flatiron 発電所⁽²⁾、Hiwassee 発電所⁽³⁾の両ポンプ水車は第 2 表のような仕様で、その構造上の特色を述べれば次のとおりである。

(1) Flatiron 発電所用ポンプ水車⁽²⁾

- (a) ポンプ運転時と水車運転時の回転数を変えている。すなわちポンプ運転時は 300rpm、水車運転時は 257rpm
- (b) ポンプ運転の場合も水車運転の場合も流量調整は行わず、案内羽根やガバナを有しない

第 2 表 代表的可逆ポンプ水車仕様比較

		Flatiron	Hiwassee	大 森 川	Pedreira	Edgard Souge
位 置		U. S. A.	U. S. A.	日 本	ブ ラ ジ ル	ブ ラ ジ ル
製 作 者		A.C (1954 年)	A.C (1955 年)	日 立 (1958年)	A.C (1953 年)	A.C (1954 年)
水 車	出 力 (kW)	12,000HP~9,200HP (8,950kW~ 6,860kW)	120,000HP~80,000HP (89,500kW~ 59,700kW)	12,100kW	19,000HP (14,200kW)	15,900HP (11,860kW)
	有効落差 (m)	290~250~140ft (88.5~76.3~42.7m)	240~190ft (73.2~58m)	116.85~74.3m	89ft (27.2m)	80ft (24.4m)
	回 転 数	257rpm	105.9rpm	400rpm	150rpm	150rpm
	Ns(m-kW)	94.8 (m-kW)	162 (m-kW)	118.6 (m-kW)	288 (m-kW)	300 (m-kW)
	η max	88.8% (実測)	89.5 (保証)		87.8%	
発電機	容 量	{ 8,500kVA pf 1.0	{ 70,000kVA pf 0.85	14,000kVA pf 0.9		
ポ ン プ	揚 程 (m)	170~240~300ft (51.9~73.2~91.5m)	135~205~254.5ft (41.2~62.5~77.6m)	127.8~92m	60~78~90ft (18.3~23.8~27.5m)	78ft (23.8m)
	水 量 (m ³ /s)	370cfs (10.5m ³ /s)	5,200~3,900cfs (147~110.5m ³ /s)	13m ³ /s	1,800cfs (50.9m ³ /s)	1,800cfs (50.9m ³ /s)
	回 転 数	300rpm	105.9rpm	400rpm	150rpm	150rpm
	Nsg (m-m ³ /min)	301 (m-Q)	387 (m-Q)	324 (m-Q)	770 (m-Q)	770 (m-Q)
	η max	91% (実測)	90% (保証)		89.0%	
台 数		1	1	1	2	1
流 量 調 整		76"φ BfV	Wicket gate	Wicket gate	Wicket gate	Wicket gate

(c) 並列投入は入口弁の開度を調整することにより行う

(2) Hiwassee 発電所用ポンプ水車⁽³⁾

(a) ポンプ、水車両運転とも同一回転数で運転する

(b) 案内羽根をおき、ポンプ運転時の効率向上を図っている

(c) 入口弁を有せず、流量調整は案内羽根で行う

(d) ポンプ運転時に案内羽根の振動を防ぐためにポンプ運転時のみ案内羽根のステムにブレーキをかけている。

すなわち Flatiron 発電所は 2-Speed 方式を採用している点で可逆機としての特色はないが、蝶型入口弁を用いて並列投入をしている点は興味深く、本発電所はポンプ運転を主体に考えられたようであるから案内羽根を設けていないこともうなづける。

(3) ポンプ水車構造上の問題点

通常のポンプでは従来可動案内羽根を設けた例はほとんどなく、水車には通常例外なしに案内羽根を設けている。したがって、可逆機に対する案内羽根の効用は水車運転に対しては議論の余地がないが、ポンプとしても、

(1) 案内羽根のない場合よりフラットな効率対流量曲線が得られ、かつ広範囲の揚水量にわたってより高い効率が得られる。

(2) 傾斜の急な流量対揚程曲線が得られ、揚程の変

第 3 表 模型試験結果の一例

		A	B	C	目 標
水 車 運 転	H=105m 時の出力 (kW)	8,440	12,780	10,460	>10,500
	実物推定効率 (%)	87.1	87.4	88.1	
	出力 = 0 となる最低落差 (m) (116.85m)	83.3	72.6	70.5	可能な限り小
	最高落差における流量 (m ³ /s)	10.77	15.5	12.84	>12
ポ ン プ 運 転	取り得る最高揚程 (m)	172.7	144.6	169.1	>130.5
	実物推定効率 (%)	85.6	84.6	86.2	
	H=130.5m における流量 (m ³ /s)	8.6	5.1	7.7	
ポ ン プ 特 性	ポンプ水車の最高効率時 N ₁ 比率	$\frac{1}{1.14}$	$\frac{1}{1.09}$	$\frac{1}{1.037}$	
	水車最高効率時回転数に対する N _R %	1.423	1.320	1.349	

化による揚水量の変化割合が小さくなる。

(3) 一定速度および揚程の下で揚水量をある程度制御することができる。

などの特色を有し、落差変動範囲の小さい場合、あるいはポンプ運転が主眼とされる発電所を除いては案内羽根の必要性はほとんど決定的であろう。しかしポンプ運転中は振動発生の可能性を増すことが考えられるので、これに対しては Hiwassee および Pedreira 発電所の場合のように案内羽根を固定する装置を附すなどして、しるべき対策が必要とならう。

ポンプ水車が普通型水車の構造と異なる点をあげてみれば次のとおりである。

(a) ランナの径が普通型の水車よりも 30~50% 大きいものとなる。これはポンプ性能を満足せしめる



第5図 大森川発電所の地点

ために必須の条件であり、形状としては水車ランナの特有速度を著しく小さくしたようなものとなる。これに伴い、羽根枚数も普通型水車では15～21枚が普通であるが、ポンプ水車ランナでは5～9枚程度となる。ランナの外径が大きくなるために、もし輸送限界内で1体のものとする必要を必要条件とすれば、いきおい機械の容量は普通型水車に比し著しく小さくなり、たとえば Hiwassee 発電所では、分割しないで船積みできる最大直径のランナを用いるとすれば、水車としては有効落差 190 ft で約 48,000 HP の定格出力、ポンプとしては揚程 205 ft で 2,500 cfs の揚水量となるといわれている。Hiwassee 発電所では出力 80,000HP とするため、結局ランナを三分割して製作し現地で組立てる方式を採用し、外径約 6,750 mm のランナを製作している⁽³⁾。もちろんランナ分割の問題はポンプ水車特有の問題ではないが、大容量ポンプ水車の計画に当っては必ず生じてくる問題であろう。

(b) 案内羽根固定装置

ポンプ運転時のみ案内羽根のふらつきを止める装置で、その方式には種々のものが考えられるが、Hiwassee, Pedreira などの発電所では案内羽根軸に直接ブレーキ状のものをおしつけ、定位置に静止している時に全圧力が加わるよう自動的に制御する方式をとっている。

(c) 水面押下げ装置

普通水車の場合でも調相機運転のために水面押下げを行うことはしばしばあるが、ポンプ水車の場合にはポンプとして起動する時に電動機の起動電流を減らすために、ほとんど例外なしに必要となる。

(d) 吸出管先端のスクリーン

揚水運転中にランナにゴミの入るのを防ぐためにゴミよけのスクリーンを設ける必要がある。

(e) ポンプ水車の軸受

ポンプ水車は当然正逆両回転をするものであるから機器の軸受は両回転方向に対し十分安全なものである必要がある。

など、種々ポンプ水車特有の問題があるが、さらに発電機すなわち、電動機に設けられる起動装置もしくは自動制御装置関係などについても、それ相当の考慮がなされねばならぬことはもちろんである。

〔V〕 大森川揚水発電所の概要

四国電力株式会社大森川発電所は、わが国では最初の可逆ポンプ水車を用いる揚水発電所で、昭和30年に計画され、現在建設中であるが、その主機は日立製作所で製作中である。ここに大森川発電所の概要について述べる。

大森川発電所は主として尖頭負荷時に大森川貯水池の水を利用して発電し、長沢貯水池に放流されるものであり、また系統に余剰電力を生じる軽負荷時には、長沢貯水池の水を大森川貯水池に揚水せんとする揚水発電所である。

第5図は大森川発電所地点を示す。

(1) 大森川発電所の仕様

(1) 水位

上部貯水池 (大森川貯水池)	H.W.L. 780.0m
	L.W.L. 745.0m
下部貯水池 (長沢貯水池)	H.W.L. 663.7m
	L.W.L. 654.0m

(2) 水量

使用流量	最大	12.0 m ³ /s
揚水量	最大 (最小揚程時)	13.0 "
	最小 (最大揚程時)	約 5.0 "

(3) 落差および揚程

静落差	最大	126.0 m
	最小	81.3 m
有効落差 (最大使用流量時)		116.85 m
総揚程	最大 (Q=5.0 m ³ /s 揚水時)	127.6 m
	最小 (Q=13.0 m ³ /s 揚水時)	92.0 m

(4) 発電所出力および入力

最大出力	11,800 kW
最大入力	14,700 kW

機器の仕様は大略次のとおりである。

(1) 可逆ポンプ水車

型式 立軸単輪単流渦巻フランシス型

容量 水車出力 12,200 kW
ポンプ軸動力 14,300 kW

回転数 400 rpm

(2) 発電機（電動機兼用）

型式 立軸閉鎖風道循環型三相交流同期機

出力 発電機出力 14,000 kVA
電動機出力 15,000 kW

力率 発電機運転の時 90%
電動機運転の時 100%

周波数 60~

回転数 400 rpm

(2) 大森川発電所模型

試験結果

昭和30年、四国電力株式会社から大森川発電所用としての模型試験を依頼され、爾後数種類のモデルランナ、ケーシング、案内羽根などを試作して研究を重ねたが、これら試験の結果をもととしてすでに実物機の製作に着手している。

大森川発電所はその運転条件より特に水車効率をよくすることが目標であり、かつ落差揚程の変動範囲も比較的大きいのでいかなる

特性のランナを選ぶかについては、四国電力株式会社と共同で慎重かつ詳細な検討が行われた。

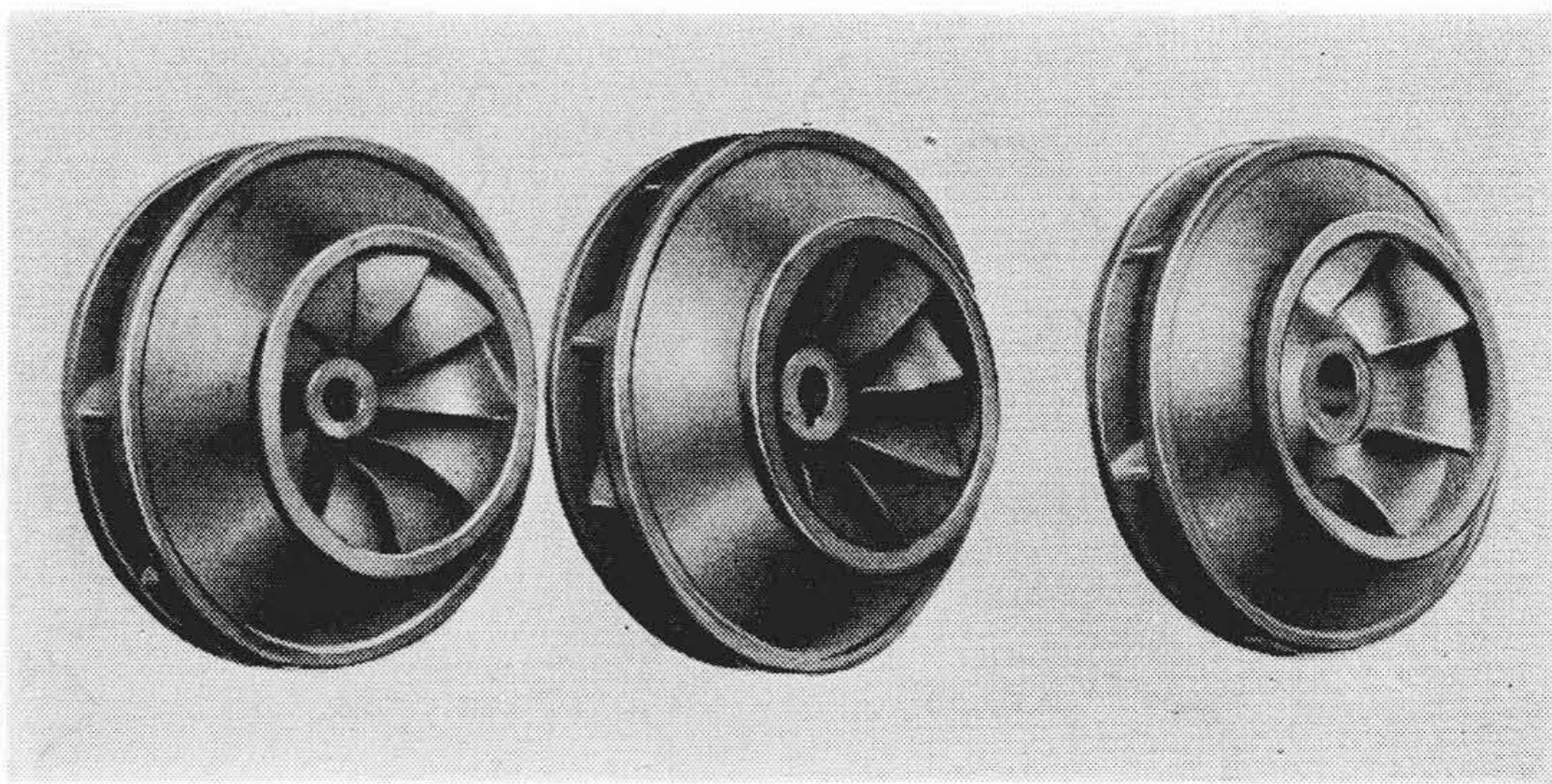
試験に当つては数種類のランナが試作され可逆機として水車性能およびポンプ性能が綿密に比較検討された結果、同一回転数にてその落差または揚程の全変動範囲に至り、十分満足すべき特性が得られた。第3表にその試験結果の一例を示す。

第6図は試験に供したモデルランナである。

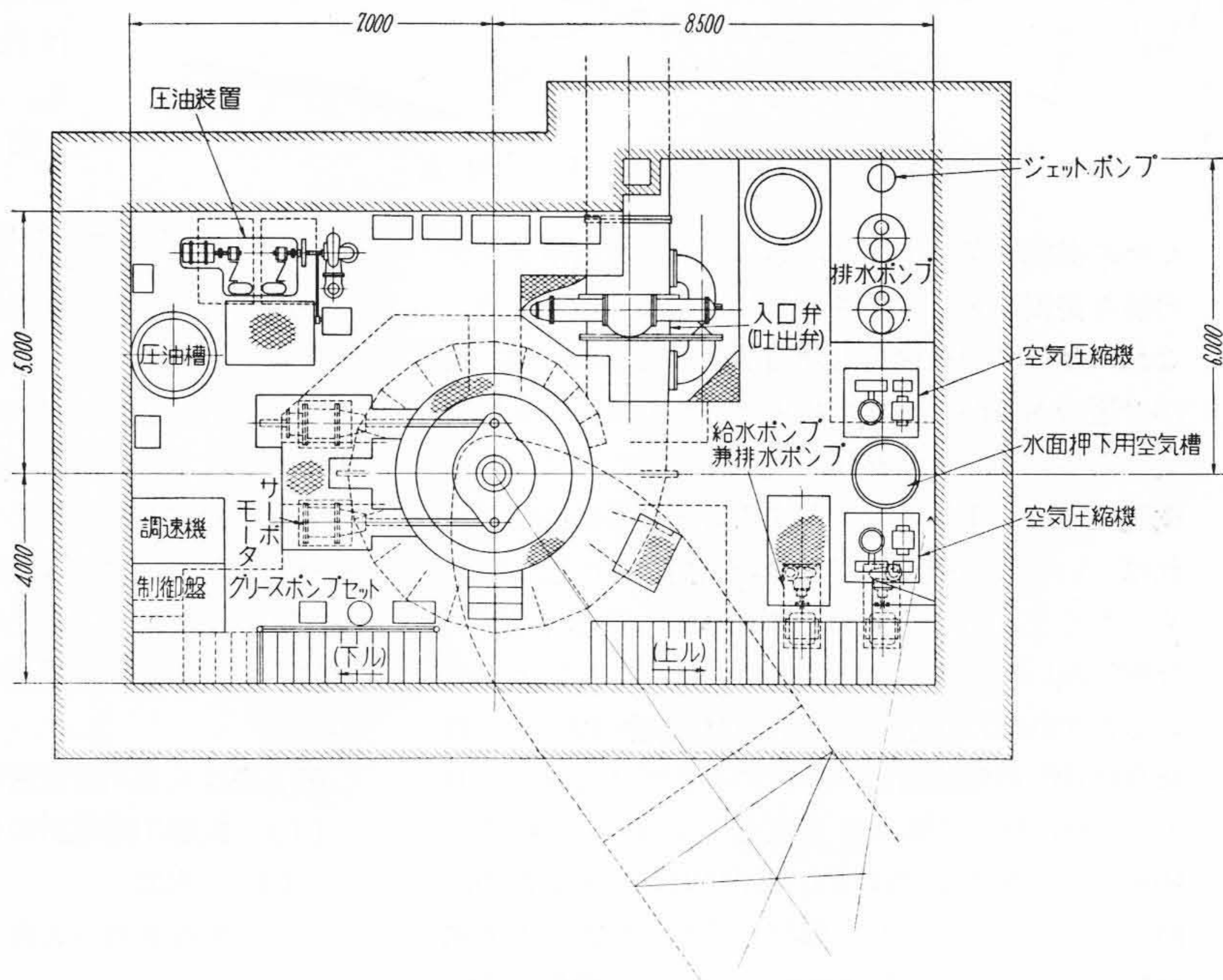
(3) 大森川発電所用ポンプ水車の特長

大森川発電所用ポンプ水車については、特性および構造上の諸問題を十分検討の上、下記のような特長を有するものとした。

(1) 本邦にては年間を通じて水車およびポンプの運



第6図 模型水車用ランナ例



第7図 大森川発電所概略配置図

転または水量がはげしく変動することが予想されるため、ポンプ水車には案内羽根を設けポンプ運転時は揚程に応じて自動的に高能率運転を行わしめることとした。

(2) 主軸受の構造は油自蔵式とした。

(3) 调速機は電気式とし、水車運転よりポンプ運転にいたるまでのまたはその逆行の切替時間は最短約15~10分程度にて配電盤室より一人制御により完了するよう計画されている。

第7図に本発電所の概略配置図を示す。

〔VI〕 結 言

以上揚水発電所用可逆ポンプ水車、主としてフランシ

ス型ポンプ水車について、その特長ならびに問題点を概説したが、可逆ポンプ水車は一つの水力機械を二種の目的に使用するという点で、性能上ならびに構造上に解決しなければならない多くの問題点を有している。しかし電源開発の進歩に伴い揚水式発電所の必要性が認識せられてきた結果、現在わが国で計画せられている揚水発電所は十数箇地点に及ぼんとする有様であり、これらの計画に対して可逆ポンプ水車の果すべき役割の大きなことは疑う余地がないものと考えられる。

このような状況の下においてわが国最初の可逆ポンプ水車である。この大森川発電所用ポンプ水車の運転実績が、各方面の注視的となることは当然のことといわねばならない。試運転は昭和34年初頭に予定されている

が、この試運転の結果ならびにポンプ水車の内容の詳細については後日稿をあらためて報告する予定である。

終りに大森川揚水発電所の建設に当り、綿密な調査研究の結果、わが国最初の可逆ポンプ車の採用を決定せられた四国電力株式会社の関係方々に厚く感謝申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 白川：日立評論（昭和29年10月）
館内：日立評論（昭和28年4月）
- (2) Frank E, Jaski Mechanical Engineering P. 141 ~143 (1956-2)
- (3) L.R. Sellers, J.E. Kirrland: Electrical Engineering, P. 263~269, (1956-3)

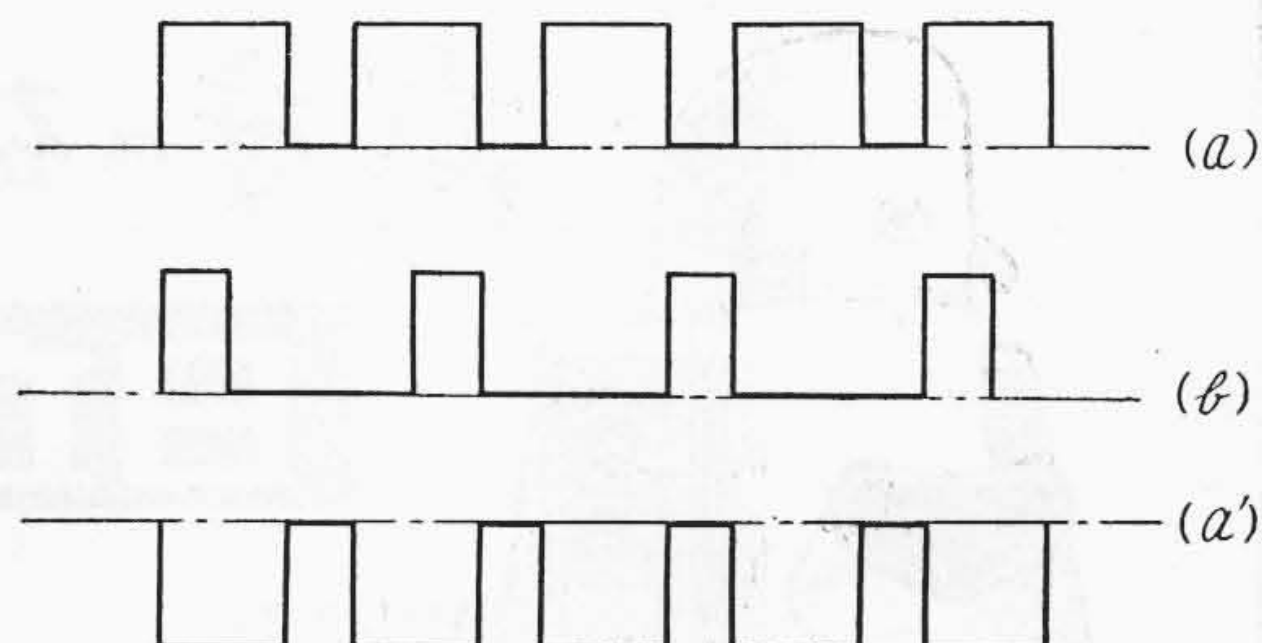
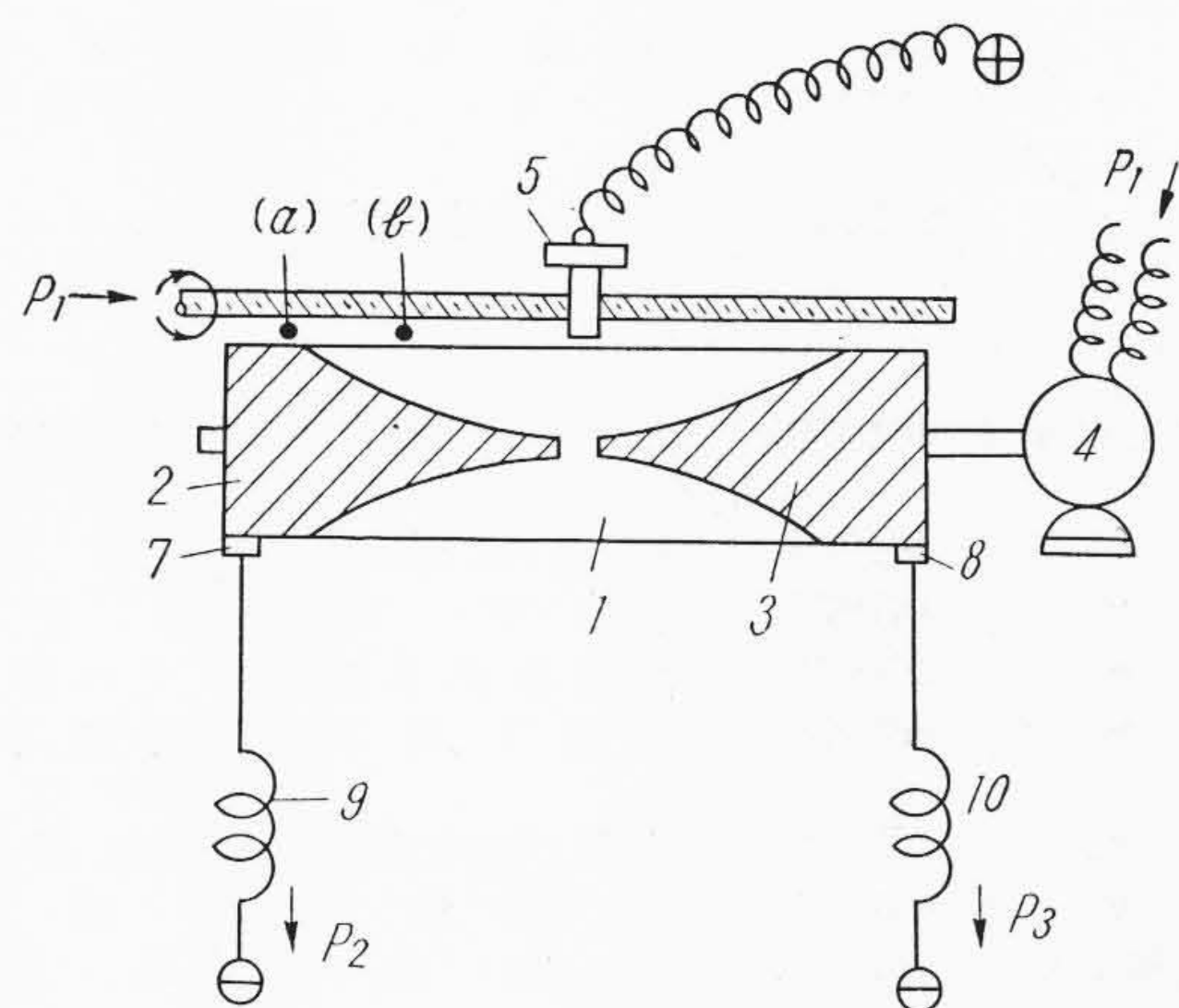
特 許 の 紹 介

特 許 第 231638 号

小 林 栄 二 ・ 竹 村 克 巳

自 動 速 応 制 御 装 置

この発明は AFC に用いられ、周波数の偏差を最少ならしめるに役立つ高忠実度制御装置である。検出された周波数偏差はパルスの大小に置換されてこれが入力パルスとなつて入つてきたとき、そのパルスの大小に応じて取出されるガバナモータ制御用パルスはできるだけ入力パルスの大小差が細分されかつ拡大されたものであることが望ましい。本発明はこの目的を満足させるものである。図の4は回転胴1のモータで1には2および3のような形の導電板が張られてある、5の可変位置通電子はネジ棒6の回転によつて左右に移動しその端は1, 2, 3の周面に接触する。任意の定電圧直流電源は $\oplus$ —5—1—2（または3）—7—リレーコイル9（または10）— $\ominus$ なる閉回路に形成される。入力パルスを P_1 としこれが4に入つて1を回転し、一方 p_1 はまた6を回転する、6の回転は自動平衡計器の回転力を利用することができる。よつてリレーコイル9あるいは10に通ずる制御パルス P_2 あるいは P_3 は5が(a)の位置にあるか(b)の位置にあるかによつて第2図の(a) (a') あるいは(b)のごとくなる。これで解るように4によつて回される1, 2, 3は入力制御信号の強弱に応じて出力操作信号の繰返し断続周期を変化せしめる部分に相当し、また5と1, 2, 3は入力制御信号の強弱、極性に応じて出力操作信号の導通時間および休止時間の割合および極性を変化せしめる部分に相当し、この两部分の作用の合成になるものであるから入力インパルスの変化の細分は十分行われると同時にそれが任意に拡大されることとなつて所期の効果をあげる。 (宮崎)



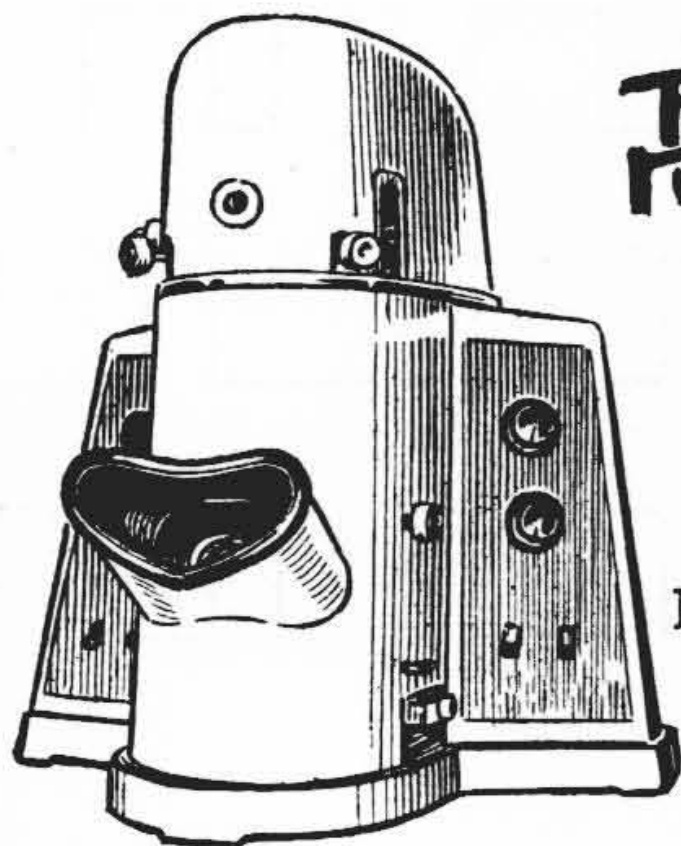


特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
特 許	232434	新規共重合体の製造方法	日立工場	古賀 弥郎	32. 5. 22
"	232435	新規化合物の製造方法	日立工場	古賀 弥郎	"
"	232438	空気分離装置	日立工場	古賀 雄司	"
"	232439	変圧器絶縁油の処理法	日立工場	古賀 龍壽	"
"	232440	電気車輛用自動多段式制御方式	日立工場	古賀 憲一	"
"	232443	重水交換反応塔	日立工場	古賀 政三	"
"	232444	フロアコントローラー	日立工場	古賀 真一	"
"	232442	鋳型の製作方法	亀有工場	古賀 喜夫	"
"	231815	色収差除去電子顕微鏡	多賀工場	古賀 文信	32. 5. 6
"	232433	同期電動機運転制御装置	多賀工場	古賀 民夫	32. 5. 22
"	232436	水銀スイッチ開閉装置	多賀工場	古賀 芳雄	"
"	232437	故障相の検出表示装置	多賀工場	古賀 義房	"
"	232445	電気洗濯機の翼車	多賀工場	古賀 圭卓	"
"	232446	洗濯機の翼車	多賀工場	古賀 圭卓	"
"	232448	故障相検出表示装置	多賀工場	古賀 義男	"
"	232447	トンネル内の自動換気制御装置	亀戸工場	古賀 実雄	"
特 許	232441	自動交換機のミニマムボウズの識別装置	戸塚工場	古賀 恒足	"
実用新案	461973	大型変圧器における油動揺防止装置	日立工場	古賀 五郎	32. 5. 20
"	461974	変圧器油槽	日立工場	古賀 久雄	"
"	461975	放熱器付変圧器	日立工場	古賀 欣一	"
"	461977	往復動泥水用ポンプの磨耗防止装置	川崎工場	古賀 真秀	"
"	461978	回転圧縮機の軸部密封装置	川崎工場	古賀 方剛	"
"	461972	低温用冷蔵庫の化粧板取付装置	栃木工場	古賀 本陽	"
"	461971	同期機起動運転装置	多賀工場	古賀 村民	"
実用新案	461976	自動電圧調整装置	多賀工場	古賀 比良清	"



高度の研究を推進する



日立電子顕微鏡

HM-2 型
日立卓上型電子顕微鏡

分光光電光度計

日立産業株式会社 日立製作所