

水 力 実 験 室

山 崎 卓 爾*

Hydraulic Power Laboratory

By Takuji Yamazaki

Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

Abstract

In Hitachi's fairly long history of unremitting researching efforts in waterwheel development the present Hydraulic Power Laboratory under the Hitachi Research Laboratory has done much to be proud of since its establishment in 1935. Now, with continually extended and innovated facilities for experimentation, a group of competent scientists are at work to gather new facts or investigate into unsolved problems all concerning waterwheels.

Using several model test equipments for Francis, Propeller, Kaplan and Pelton wheels, the tentative equipments for phenomenon of cavitation in Francis, Kaplan, and high head waterwheels, etc. they are conducting systematic research. Also, fundamental problems related to the condition of liquid flowing inside the hydraulic machine, investigation of the measurement of flowing quantity are not neglected but scrupulously taken up by them.

The results out of these experimental researches, whether large or small, whether obviously important or seemingly insignificant, are all contributing directly or indirectly to the improvement and development of Hitachi Waterwheels.

〔I〕 緒 言

日立製作所に於ける水車の研究の歴史は甚だ古く、今日に至るまで不断の努力が続けられておる。日立研究所水力実験室は昭和10年、現在の日立工場構内に創設されて以来、水車の研究を担当し、爾来水車工業の進展とともに逐次実験設備の拡充と陣容の強化をはかり、幾多の貴重な研究成果を積かさねて日立水車の進歩に貢献している。このうち既に発表された成果も枚挙にいとまがない。

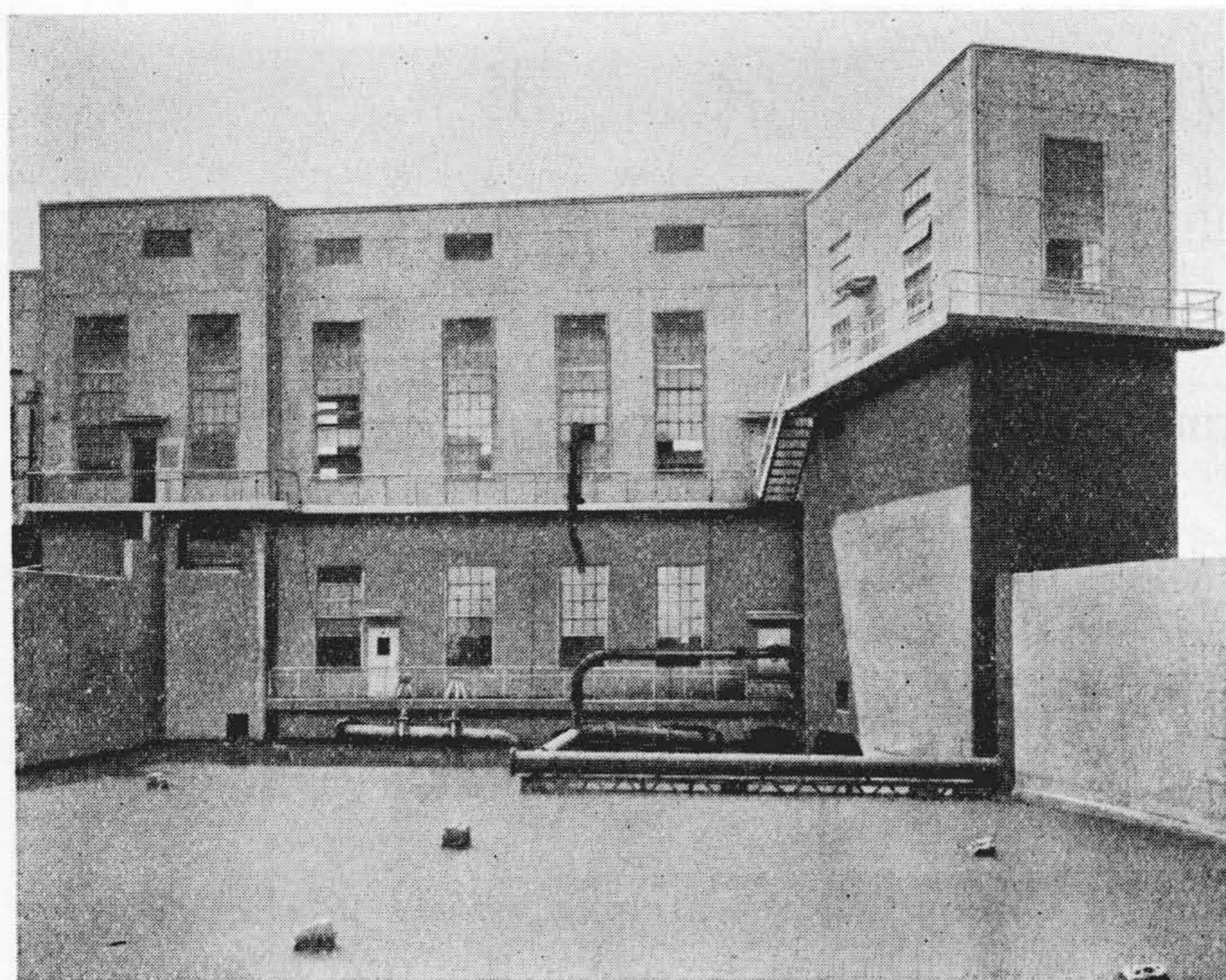
水力実験室に関しては既に1回本誌上に紹介された⁽¹⁾ところであるが、本文は現在活躍中の研究設備を主体として当実験室で行われた研究の概要を紹介したものである。

* 日立製作所日立研究所

〔II〕 水車性能の向上

製品水車の性能の向上をはかるには、実物水車のみならず、模型水車による性能試験を行うことが一般である。当水力実験室は縦軸模型水車実験設備2基、横軸設備1基を有して、フランシス、プロペラ及びカプラン水車の性能の究明に努めている。これらの設備はそれぞれ製品水車の模型試験に使用されるとともに、羽根車、案内羽根、外函、吸出管等の種々の要素と性能との関係を系統的に詳細に研究することに供用されて、数多くの貴重な資料の蓄積に大きい貢献をし、日立水車の性能の向上に大きい役割を果している。

またこれらの研究に関連して、水車の一般的な性能の問題を取上げ、吸出管効率⁽²⁾、効率換算式⁽³⁾、水車の変落差性能、案内羽根閉鎖力の問題及び無拘束速度の検討



第1図 水力実験室
Fig. 1. Front View of Hydraulic Laboratory

等興味ある諸問題がたえず取上げられ、既に発表されている成果もまた多い。

以上の他にペルトン水車の模型試験設備がある。1台は横軸、他は縦軸水車で、これらの設備はそれぞれ性能試験を行い得るとともに、外函内の水流状況を詳細に観察及び撮影できるようになっており、その結果性能に及ぼす諸原因を解明することができ、水車性能の画期的な向上がはかられた。

縦軸水車についても同様な検討が行われたが、縦軸水車の特徴は、水車より上側に排棄される水が、バケット及びノズルに悪影響を及ぼすことであり、これについても慎重な究研が行われ、多大の成果をおさめた。

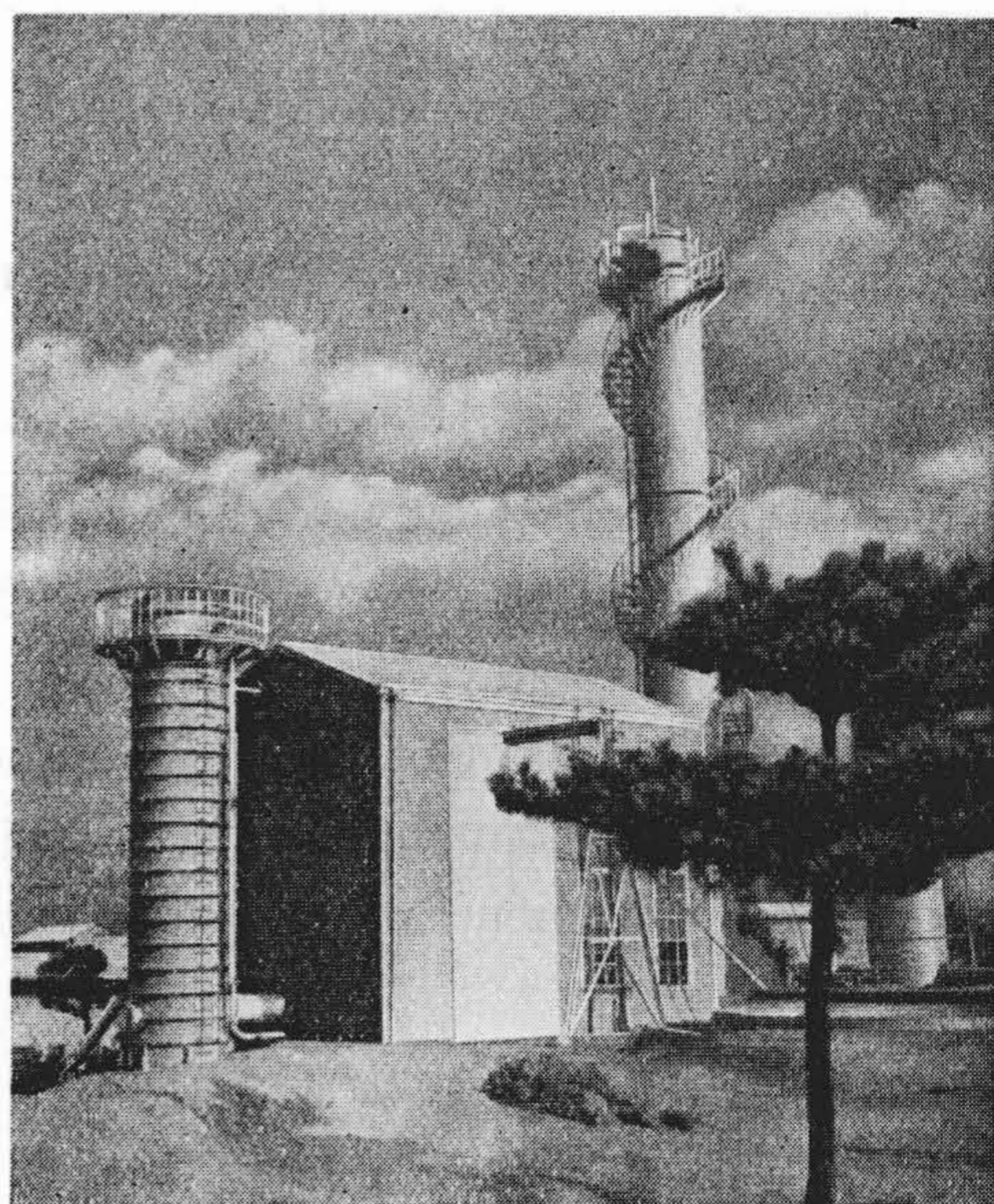
尚ペルトン水車については、針弁の開閉が⁽⁴⁾、バケットの形状、ノズル効率等についても研究が進められ、既に1部発表されたものもある。

〔III〕 キャビテーションの研究

水力実験室に於けるキャビテーションの研究は昭和15年以来続けられており、既にカプラン水車のキャビテーション⁽⁵⁾、翼端に起るキャビテーション⁽⁶⁾及び細隙に起るキャビテーション⁽⁷⁾等の詳細な研究の1部が発表されているが、その後もたえず研究が続けられている。

近來実験技術の進歩により強力な特殊ストロボ装置並びに瞬間写真撮影装置が完成し、水車羽根車附近のキャビテーションの発生及び生成状況を明らかにすることができ、今後のキャビテーションの研究に画期的な進歩を示した。

最近カプラン水車が高落差水力に適用される世界的な情勢にかんがみ、高落差カプラン水車のキャビテーシ



第2図 高落差水車キャビテーション試験設備
Fig. 2. Cavitation Testing Plant of High Head Water Turbine

ンが問題となつているが、当実験室ではこの問題を解決する目的で、新たに専用の研究設備を設け、目下慎重な研究が続けられている。キャビテーションによる水車性能の変化、振動、腐蝕及びキャビテーションの発生成長の状況等については、低落差の実験では得難い特殊な性質をもつことが逐次確かめられつつあることは、学問的に見ても興味ある資料であろう。

第2図は高落差キャビテーション設備の外観を示すものである。

〔IV〕 流 量 測 定 法

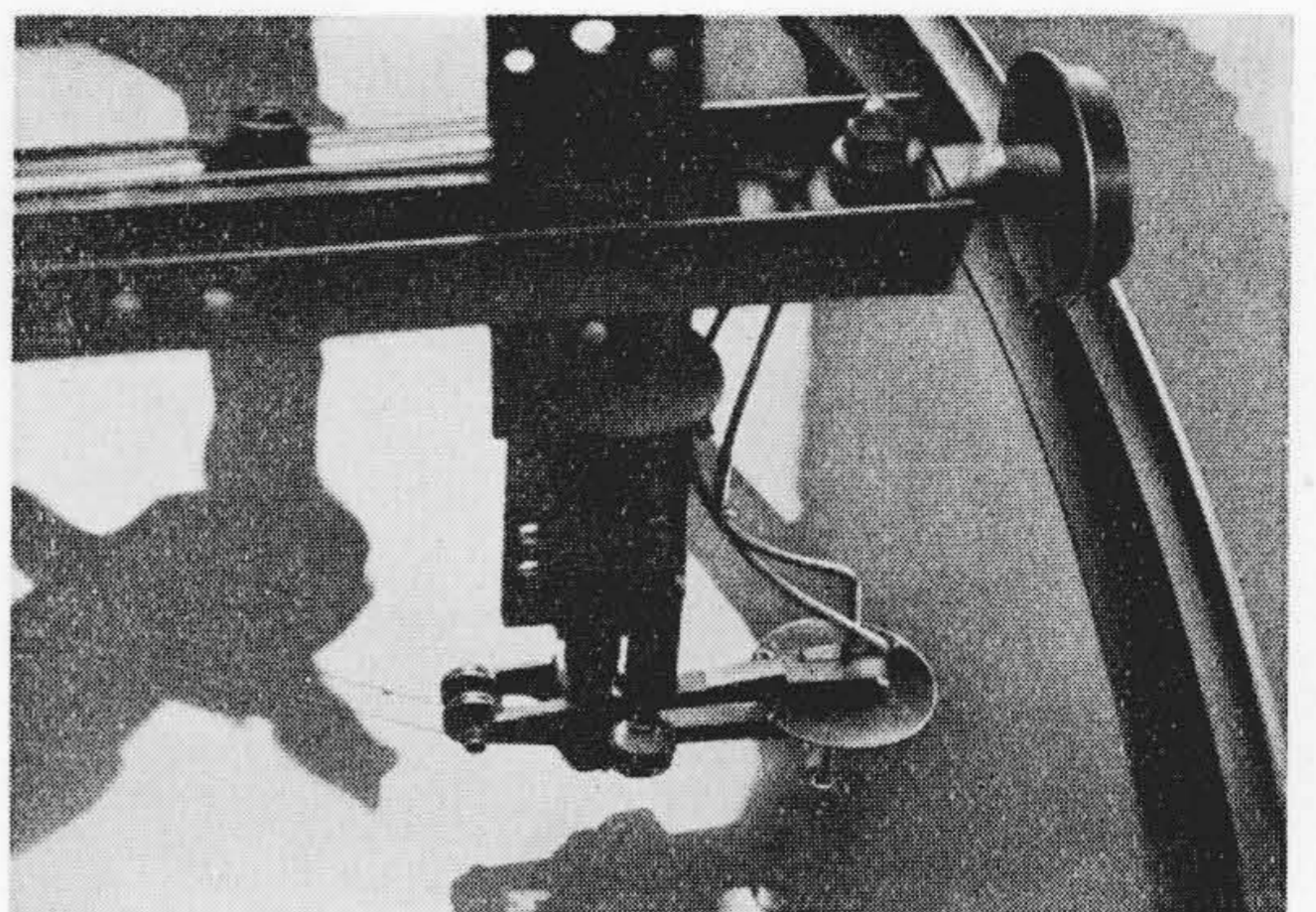
現地発電所水車の性能を知ることは、さきにも述べたように甚だ重要なことであるが、現在のところ、その流量測定が必ずしも正確に行われ得ないために、結果として水車性能を適確に決定出来ない場合が多い。従つて流量測定法の研究は現在各方面共通の問題として研究されているが、当実験室でも古くからこれに着目して研究を進めている。

ことに塩水速度法については古くから実験室内に於ける検討を続けるとともに、現地水車についても機会あるごとに試験を実施し、好成績を挙げて来た⁽⁸⁾⁽⁹⁾。尙最近ではその電極の形状や噴射弁の配置等についても理論的な検討を行い、益々正確な結果を期待し得るに至つた。

またギブソン量水法はその圧力～時間曲線図の正確度がつねにこの方法の正確度を決定するものであるが、古くは水銀圧力計の動揺を撮影する方法によることが行われて来た。本方法は原理的に誤差を導入する危険があるとされているが⁽¹⁰⁾、当実験室では昭和22年日本機械学会主催の寝覚発電所に於ける流量測定試験⁽¹¹⁾に本邦最初のギブソン法の試験を担当し、H式測圧装置によつて圧力～時間曲線を描かしめることに成功、好成績をおさめた⁽¹²⁾。爾来この方法を改良して逐次精度を高め、現在高い精度を示すものとなつている。尙更に精度の高い方法を得るため引続き検討されている。

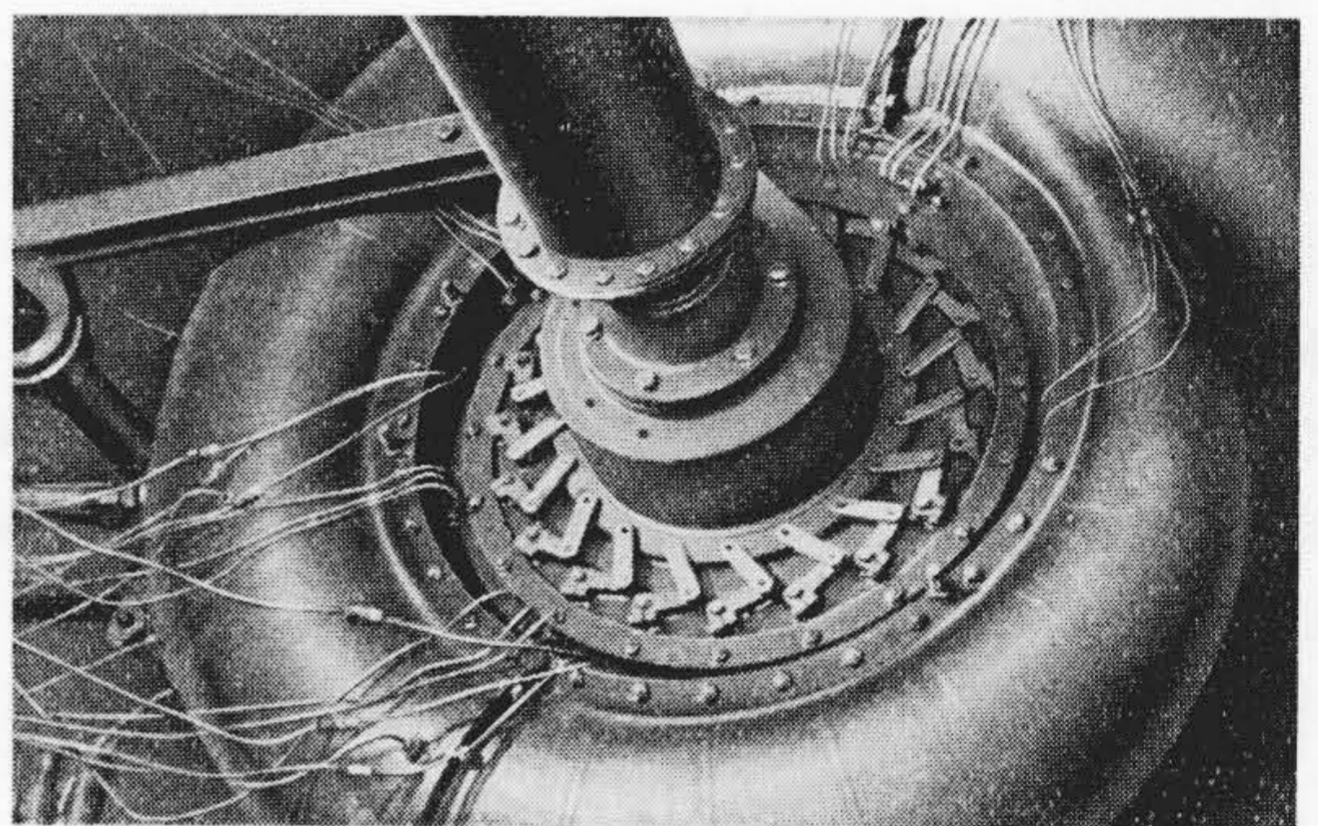
尙塩水速度法及びギブソン法以外に種々な流量測定法が研究されている。第3図はピトー管や流速計のような流速測定器の検定を行う設備を示す。

以上のように流量の絶対値を測定する方法とは別に、最近各方面で関心をもたれているいわゆるインデックステスト法 (Index Test) についても検討を進めている。よく知られているように、これには大別して2種類〔ペック法 (Peck) 及びウインターケネディー法 (Winter-Kennedy)] の方法が現在行われているが、これらの方法に於ける測圧孔の位置について研究を進めている。既に知られているように、インデックステスト法は相対的な流量測定を目的とする方法であるが、外函又は固定羽根等の流れにさらされた適当な位置に設けられた2箇の測圧孔よりのマンメーターの読みの差が流速と一義的な関連を有することを利用したもので、水頭差が大きく且つマンメーターが安定した読みを与えるような位置を決定することが必要である。当実験室では模型水車について詳細な研究を行つた結果、ほとんども満足すべき結果が得られ、既に実物に適用する試みを行つている。結果の一部は既に発表されている⁽¹³⁾が、さらに詳細な検討を進めている。



第3図 ピトー管検定装置

Fig. 3. An Instrument of Absolute Inspection of Pitot Tube



第4図 模型試験用水車の据付状況 (インデックステスト実施中)

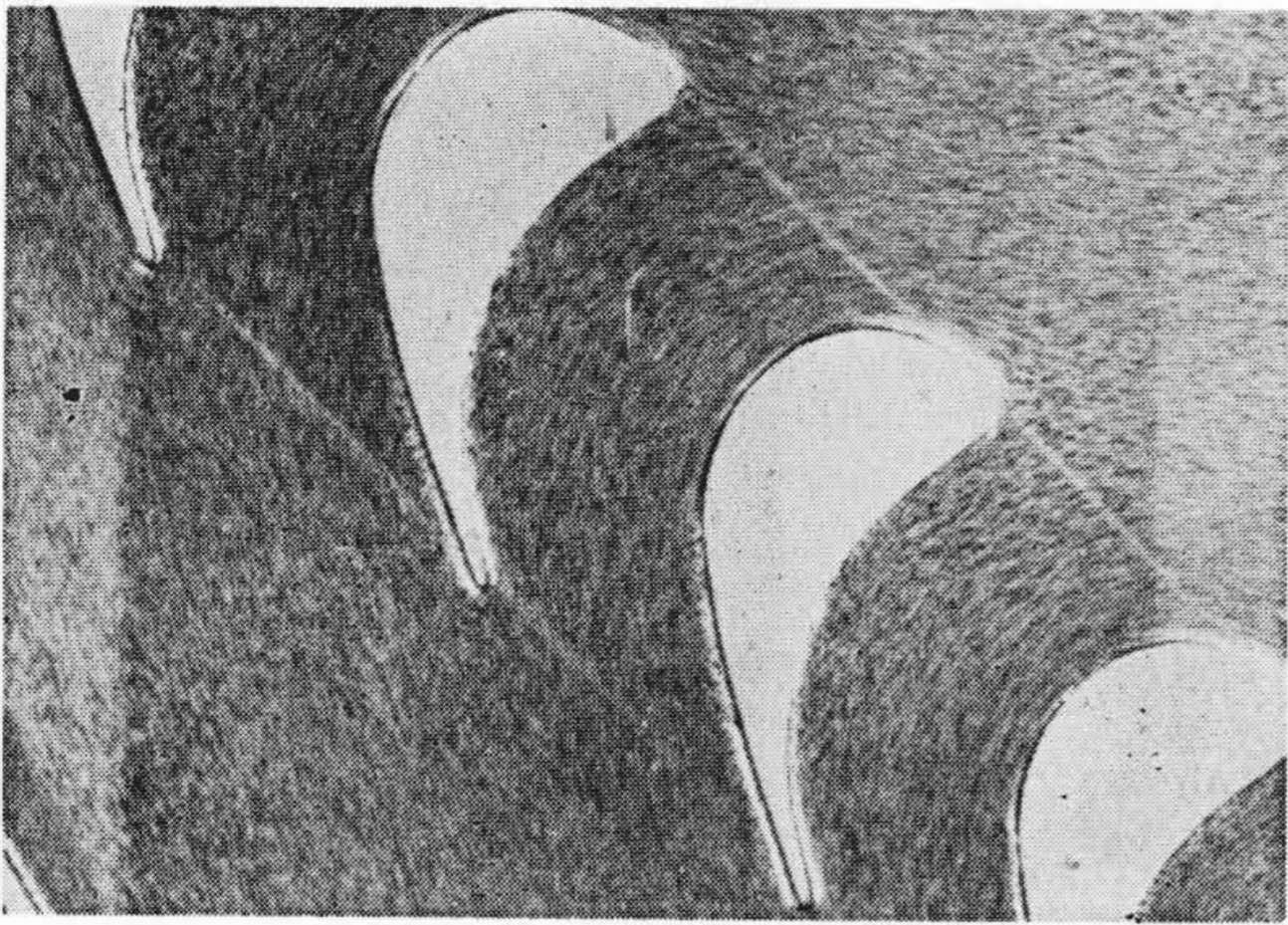
Fig. 4. Model Turbine of Low Head Model Test Plant (Enforcement of "Index Test")

〔V〕 流 体 流 動 の 研 究

水力機器内の流れの速度やその方向を知ることは前記流量測定に関連して研究が進められているが、実際の水力機器は複雑な形状をもつているため、正確な値を知ることにはなかなかむづかしい。このような場合まず大体の傾向を知ることが必要であり、又実際には大体の傾向を知れば足りるような場合も多く、その手段として二次元流れの流線観察を行うことが最も簡便である。第5図はこのための装置により蒸気タービン翼列の流れの流線写真の一例である。

別に流体力学的な検討を行うには、ヘルショウ (Hele Shaw) の装置が便利であるが、第6,7図はその装置によつてとられた二例を示している。

このような方法による結果から直接機器内の流れの状況を決定することは危険であるが、大よその推定を下し得るので、爾後の研究を益することが大きく、また定性的な問題の検討には大いに役立つ。



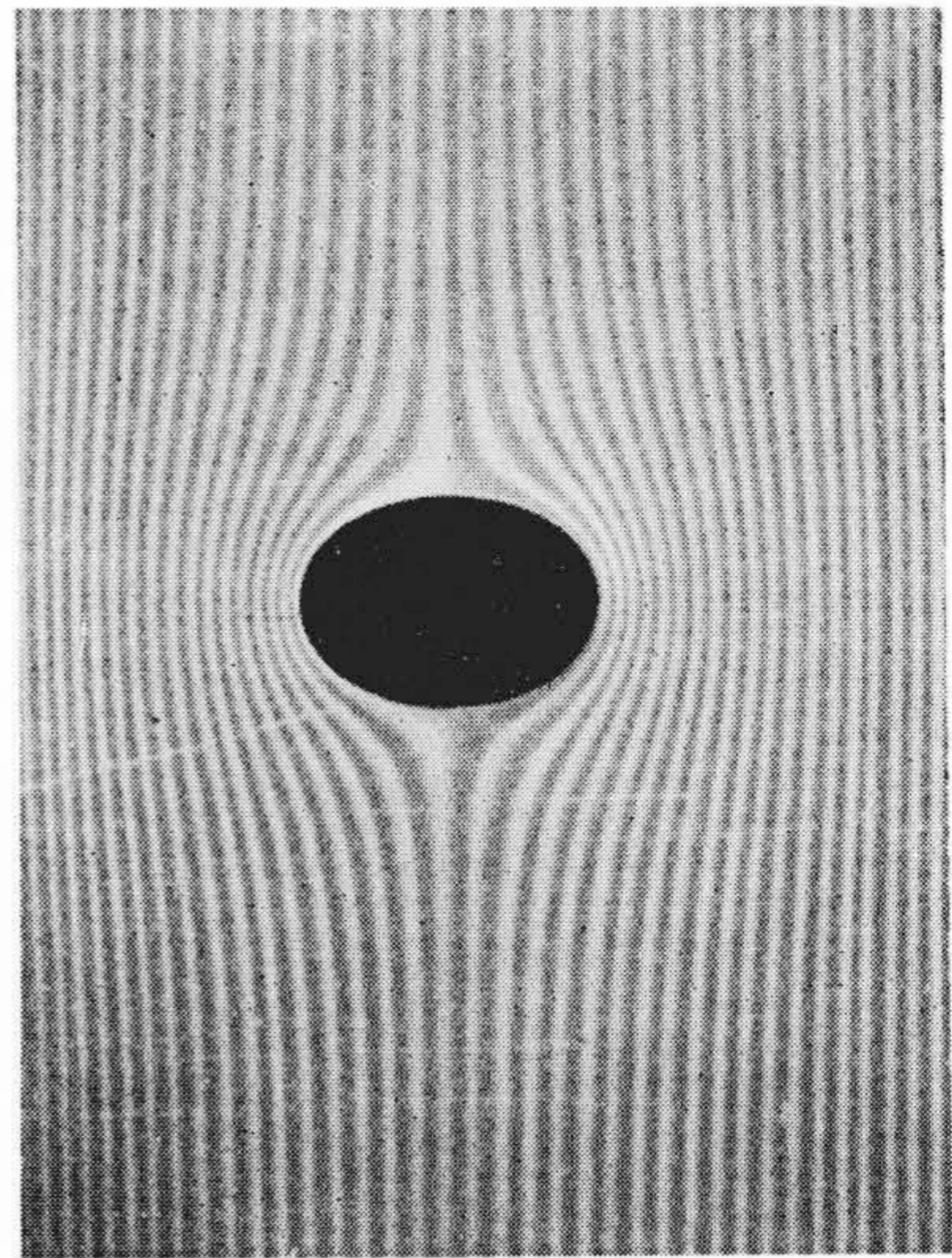
第5図 タービン翼のまわりの流れの流線写真
 Fig. 5. Stream Line Flow About a Certain Type of Steam Turbine Blade

〔VI〕 結 論

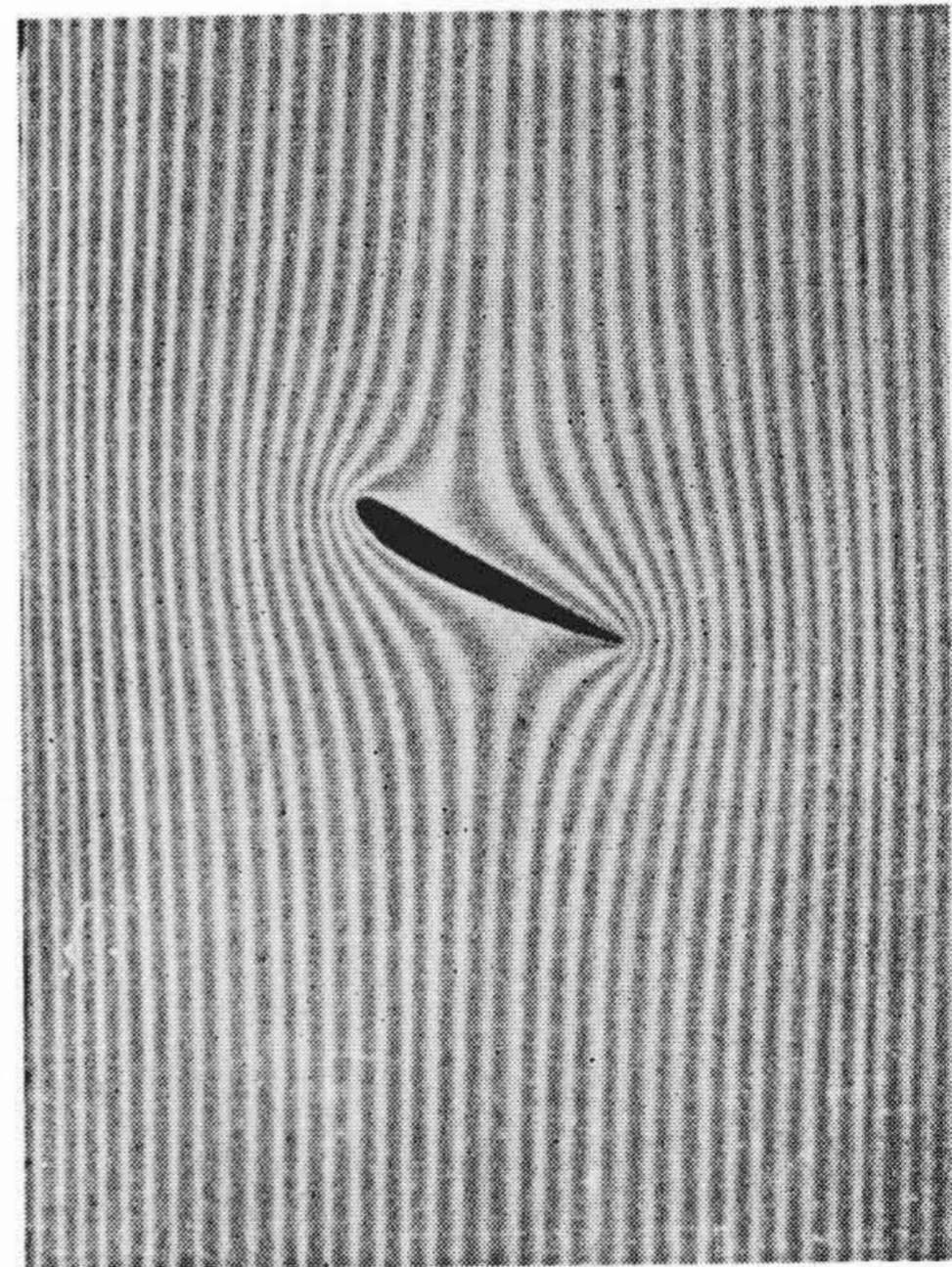
以上に於て現在の水力実験室の研究状況を述べたが、水車の進歩は近來特に活潑になりつゝあり、それにつれて、その研究も益々深く掘り下げるのが肝要で、当実験室も日本の水車工業の発展に益々寄与せんことを念願して日夜努力をつゞけている。

参 考 文 献

- (1) 大戸英雄：日立評論 19 527 (昭 11)
- (2) 山崎卓爾：日立評論 23 616 (昭 15)
- (3) 山崎卓爾：日立評論 27 275 (昭 19)
 山崎卓爾：日立評論 29 129 (昭 22)
- (4) 大戸、田中：日立評論 26 293 (昭 18)
- (5) 山崎卓爾：日立評論 24 277 (昭 16)
- (6) 山崎卓爾：電気日本 (昭 19)
- (7) 山崎卓爾：日立評論 26 685 (昭 18)
- (8) 今井恒三郎：日立評論 13 (昭 5)
- (9) 山崎卓爾：日立評論 32 261 (昭 25)
 山崎卓爾：日本機械学会誌 53 114 (昭 25)
- (10) 鬼頭史城：日本機械学会誌 51 75 (昭 23)
- (11) 池谷武雄：日本機械学会誌 51 118 (昭 23)
- (12) 山崎卓爾：日立評論 32 261 (昭 25)
- (13) 山崎、手島：日立評論 34 1177 (昭 27)



第6図 Hele Shaw の装置による楕円のまわりの流れ
 Fig. 6. Photographs of Flow About an Ellipse by Hele Shaw's Apparatus



第7図 Hele Shaw の装置による一翼型のまわりの流れ
 Fig. 7. Photographs of Flow About an Aerofoil by Hele Shaw's Apparatus