

# フランス水車に起るキャビテーションと羽根車 下部の流動状態に関する実験的研究

山崎卓爾\* 田尻茂治\*\*

## Experimental Research on Cavitation of Francis Turbine and Flow Condition Below the Runner

By Takuji Yamazaki and Shigeharu Tajiri  
Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

### Abstract

For the purpose of learning the relation between the efficiency of Francis turbines and the cavitation and the flow condition below the runner, the writers carried out an experimental research with two sets of model turbines whose runners were designed for the same specifications but made in the different manners.

The experiment included (1) performance test, (2) cavitation test, (3) measurement of flow speed distribution at the outlet of the runner, (4) measurement of static pressure in the same part, and (5) measurement of size of the hollow caused in the center of the flow at the outlet of the runner. And as a result of the above experiment the following have been acknowledged:

- (1) When the maximum efficiency of the turbine is reached, the value of cavitation coefficient which is related to the decrease of the efficiency, or the value of limit cavitation coefficient  $\sigma_b$ , becomes minimum, hence the turbine is safest to cavitation.
- (2) The distribution of whirl flow speed is made minimum as the efficiency approaches the maximum point. However, the point where the above distribution becomes minimum differs according to the change of the turbine designing, and in some types of design, a degree of the whirl flow speed remains.
- (3) The axial flow speed shows almost no change around the outer periphery of the runner, which discloses the fact that the change of water quantity is totally caused by the increase and decrease of water at the center part.
- (4) The distribution of static pressure is nearly uniform in case of large water quantity, but as the water quantity is reduced, higher vacuum is produced at the center due to the centrifugal force.
- (5) The size of the hollow at the center is only negligible in the proximity of the maximum efficiency point, although it grows into unstable one if the water is not abundant.

\* \*\* 日立製作所日立研究所



〔I〕 緒 言

現在キャビテーションの問題は水力機械の研究分野に於ける最も重要な項目として各方面で努力が注がれている。ことに最近水力発電所の全出力の増大、単位水車の容量の増加に伴い、ますますこの問題が重要視されつゝある。過去に於てはカプラン水車に就いて特にキャビテーションが問題視され筆者等もこれに対しては古くから研究を続けてきた<sup>(1)</sup>。勿論フランシス水車に於てもこれは重要な問題であり、吾々もまた意を注いでいたところであるが、一般的に見てフランシス水車に対する研究はカプラン水車程には進んでいないように思われる。

筆者等は最近模型フランシス水車に関して、キャビテーションが水車の性能に及ぼす影響及び水車の羽根車出口の水の流動状況に関し、かなり詳細な実験を行つたので、そのうち興味ある部分をこゝに発表して、従来比較的資料の少かつたフランシス水車の研究に寄与せんとするものである。

〔II〕 実験設備及び実験用水車

こゝに紹介する内容は同一の仕様に対し設計方針の異つた2種の模型水車に就いて試験を行つたものである。

試験は大別して下記の5種類に区分される。

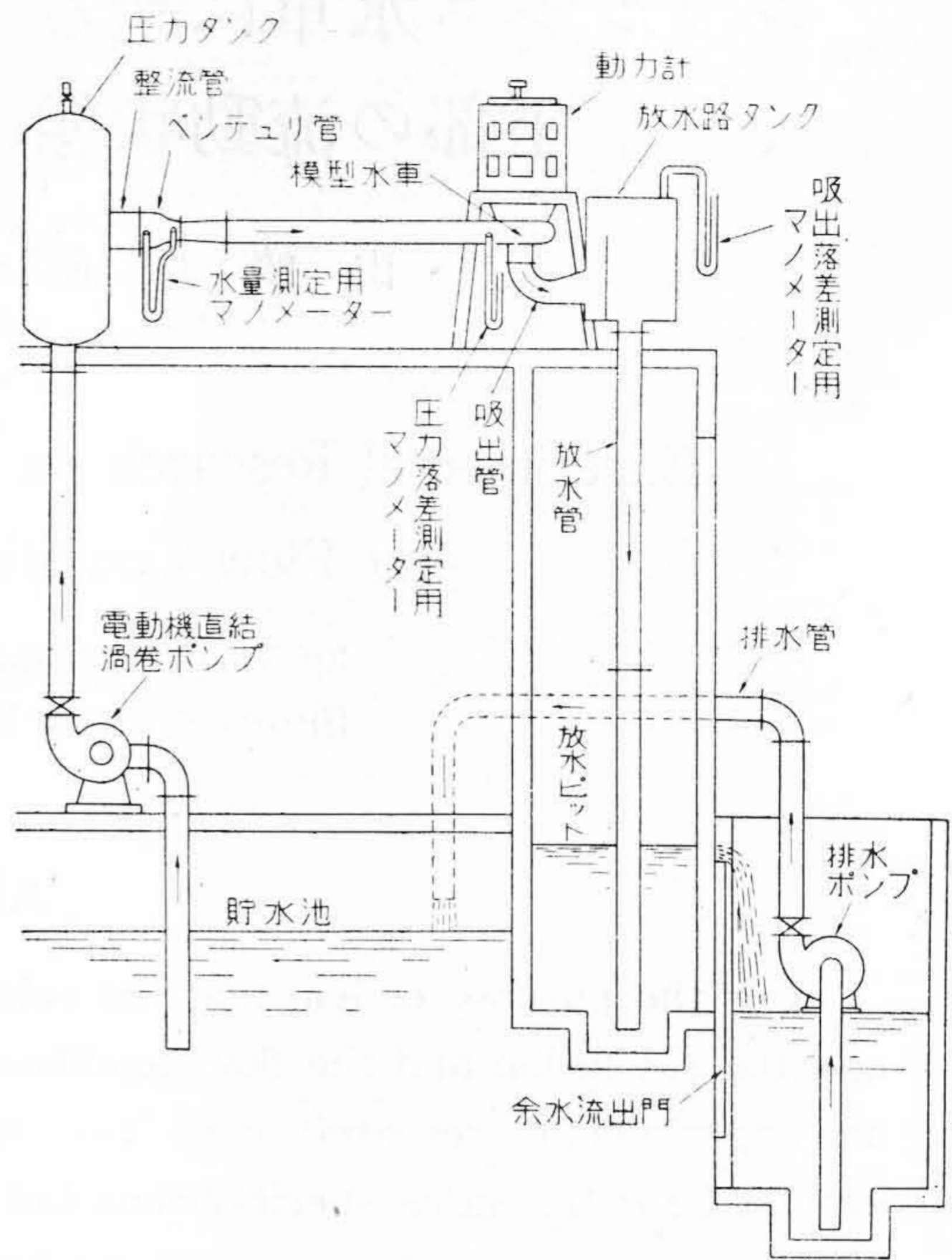
- (1) 性能試験
- (2) キャビテーション試験
- (3) 羽根車出口の流速分布の測定
- (4) 羽根車出口の静圧分布の測定
- (5) 羽根車出口に生ずる中心部空洞の大きさの測定

これらのうち第1項の性能試験に就いては、日立製作所日立研究所では実験精度上から特にこゝに述べる模型水車の2倍の寸法の大型模型に就いて行つていたので、今回もその結果によることとした。その設備に就いてはすでに数回発表されている<sup>(2)</sup>のでこゝでは省略して、単に試験結果を紹介するにとゞめる。

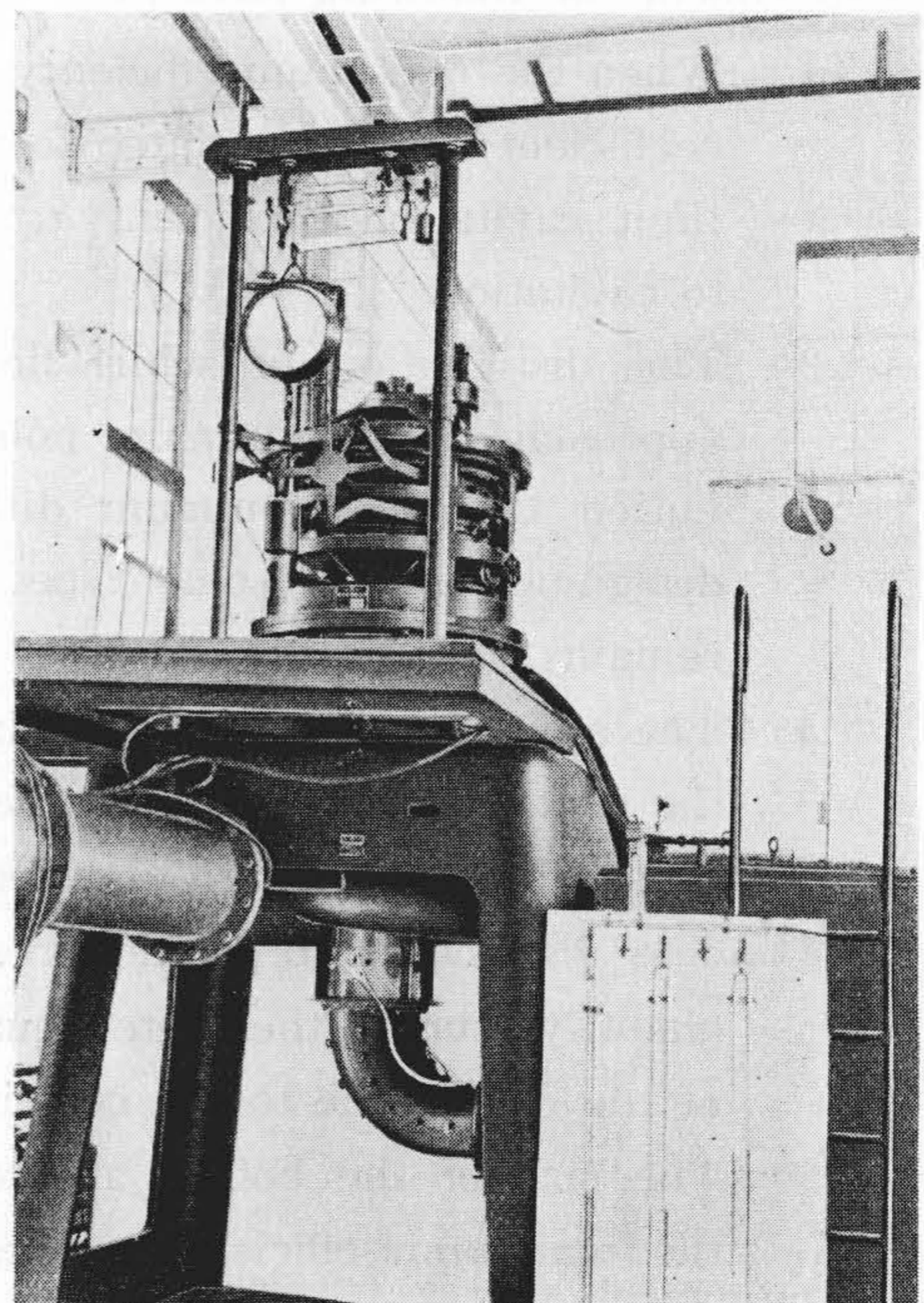
次に実験設備及び実験用水車に就いて述べる。

(1) 実験設備

第1図は実験装置の概要を説明した配管図である。これはさきに発表したカプラン水車の試験に使用した設備<sup>(1)</sup>を、その後測定精度の向上、試験能率の増加及び試験範囲の拡大を目指して改造したものである。貯水池より渦巻ポンプによつて汲揚げられた水は、一旦整流槽に流入し、流量測定用ベンチュリ管を通つて水車に導かれる。水車を通つた水は吸出管を経て一旦出口水槽に入り、これより導管によつて所要吸出落差に調節し得る水門を備えた水槽に送り込まれ、水門を溢れた水は別にそなえたポンプによつて貯水池内に吐出される。

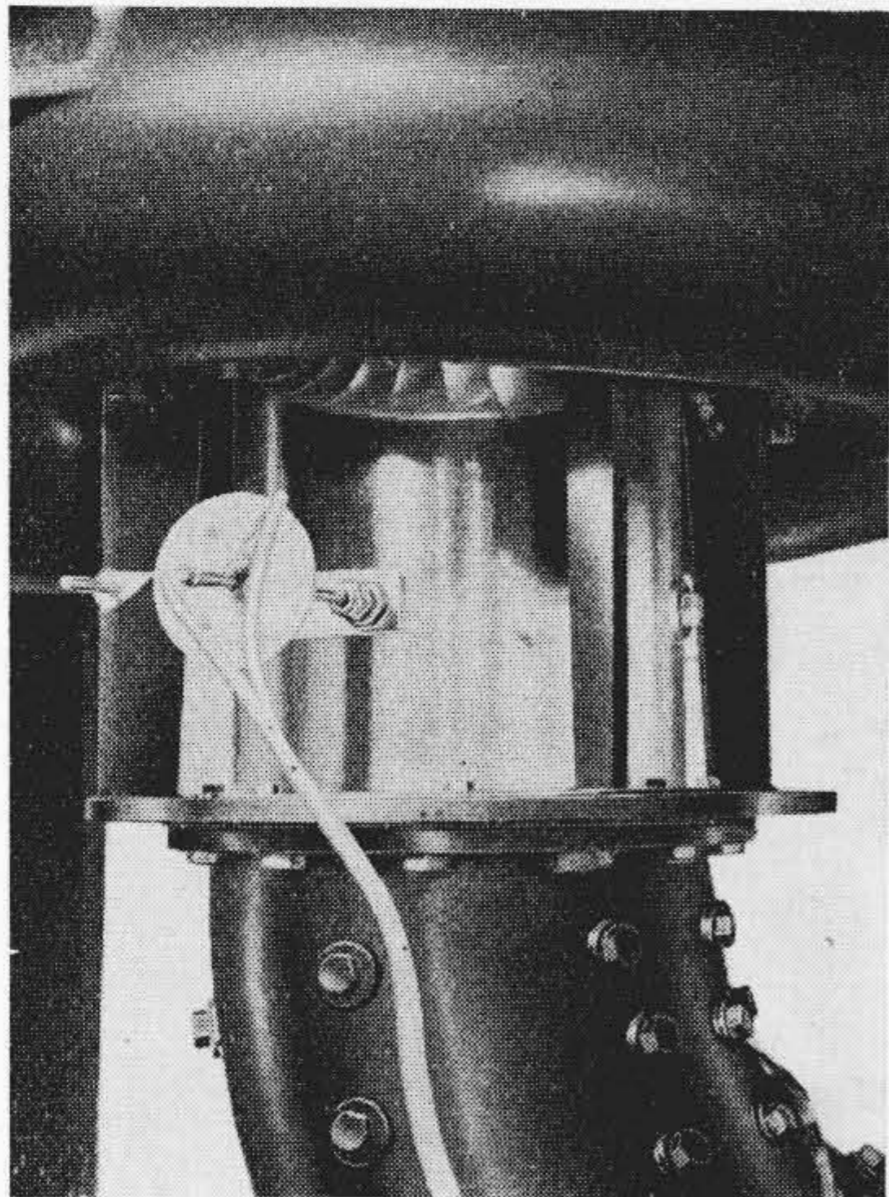


第1図 実験装置概観  
Fig. 1. Outline of Experimental Apparatus



第2図 実験装置主要部分  
Fig. 2. Main Part of the Apparatus





第3図 羽根車出口部の構造  
Fig. 3. Construction of Apparatus below the Runner

水車にかかる圧力落差はポンプ弁の開閉により調節され、吸出落差は前述の放水槽水門の上下によつて調節され、安定した状態に保たれる。

水車が所要の運転状態に安定に保たれてからそれにかかる圧力及び吸出落差、水量、出力(動力計により測定)及びその他の試験に必要な測定を行う。

また水車羽根車の下端の近くから吸出管頂上部までの間の管は透明な材料で作成し、こゝからストロボ装置による観察及び瞬間写真の撮影が自由に行い得るようになってゐる。

なおこの透明円筒の中間部に孔をもうけ、円筒形ピトー管を挿入して流速分布、静圧分布の測定、或いはピトー管の代りに測定棒を挿入して中心部空洞の大きさの測定も行い得るようになってゐる。

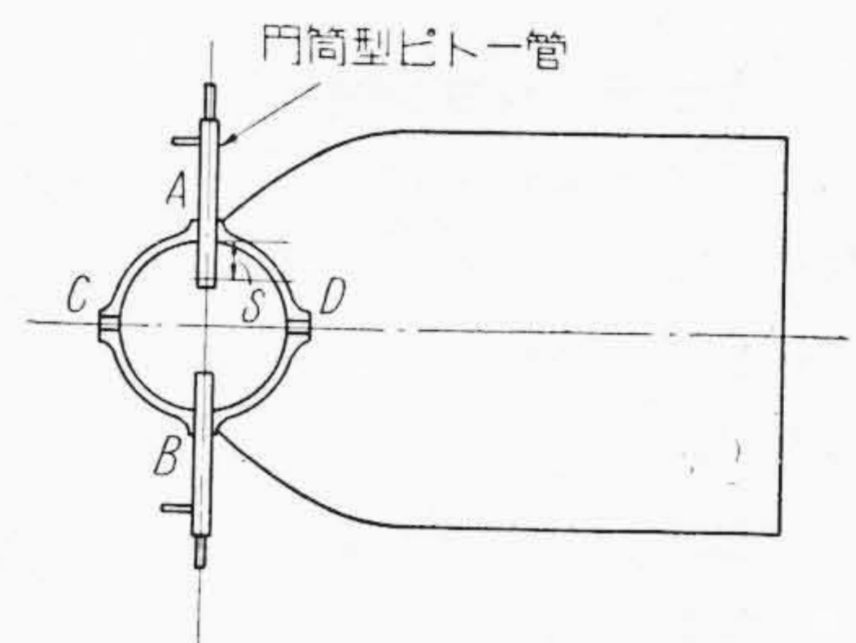
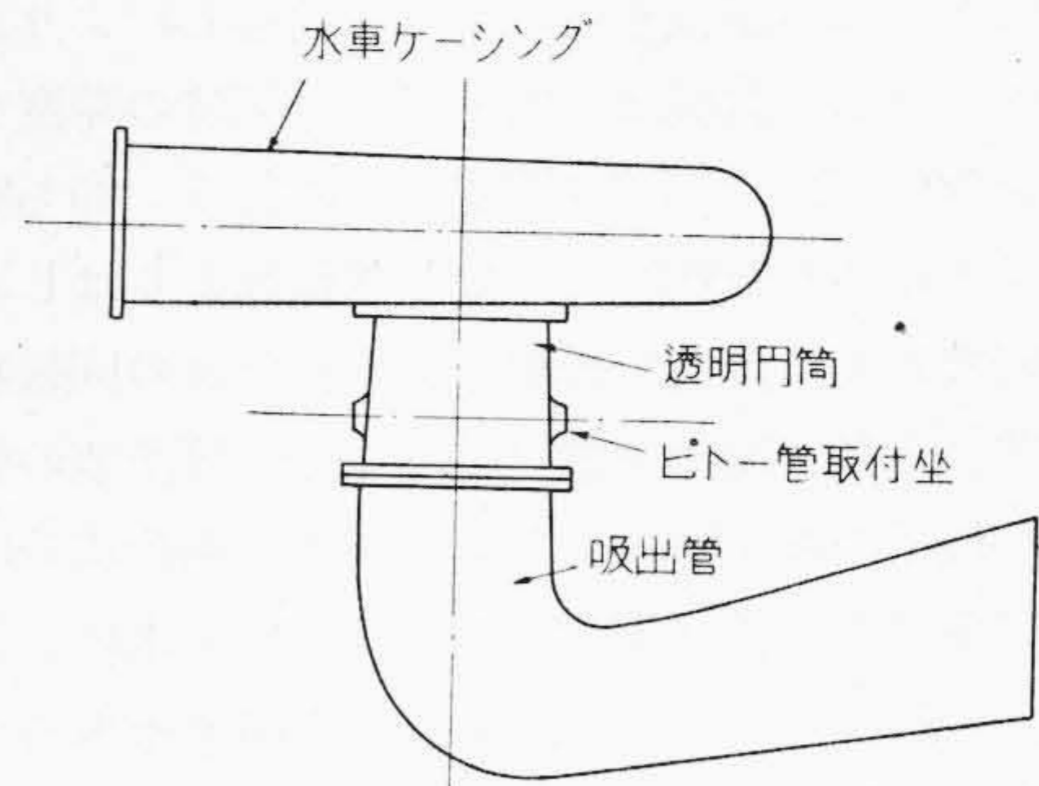
第2図は主要部分の外観を、第3図は羽根車出口部の構造を示している。また第4図は流速測定部の構造を示す。

(2) 実験用水車

実験に供した模型水車には第5図にその外観を示した2つの羽根車を交換して取付け使用した。従つて羽根車以外の部分は両者に共通である。

両羽根車の寸法は次の通りである。

	No. 1 羽根車	No. 2 羽根車
羽根車入口径	218.7 mm	214.7 mm
羽根枚数	15	15
羽根車入口高さ	66.1 mm	66.1 mm
羽根車出口径	246 mm	246 mm



第4図 流速測定部の構造  
Fig. 4. Equipment for Measurement of Velocity Distribution

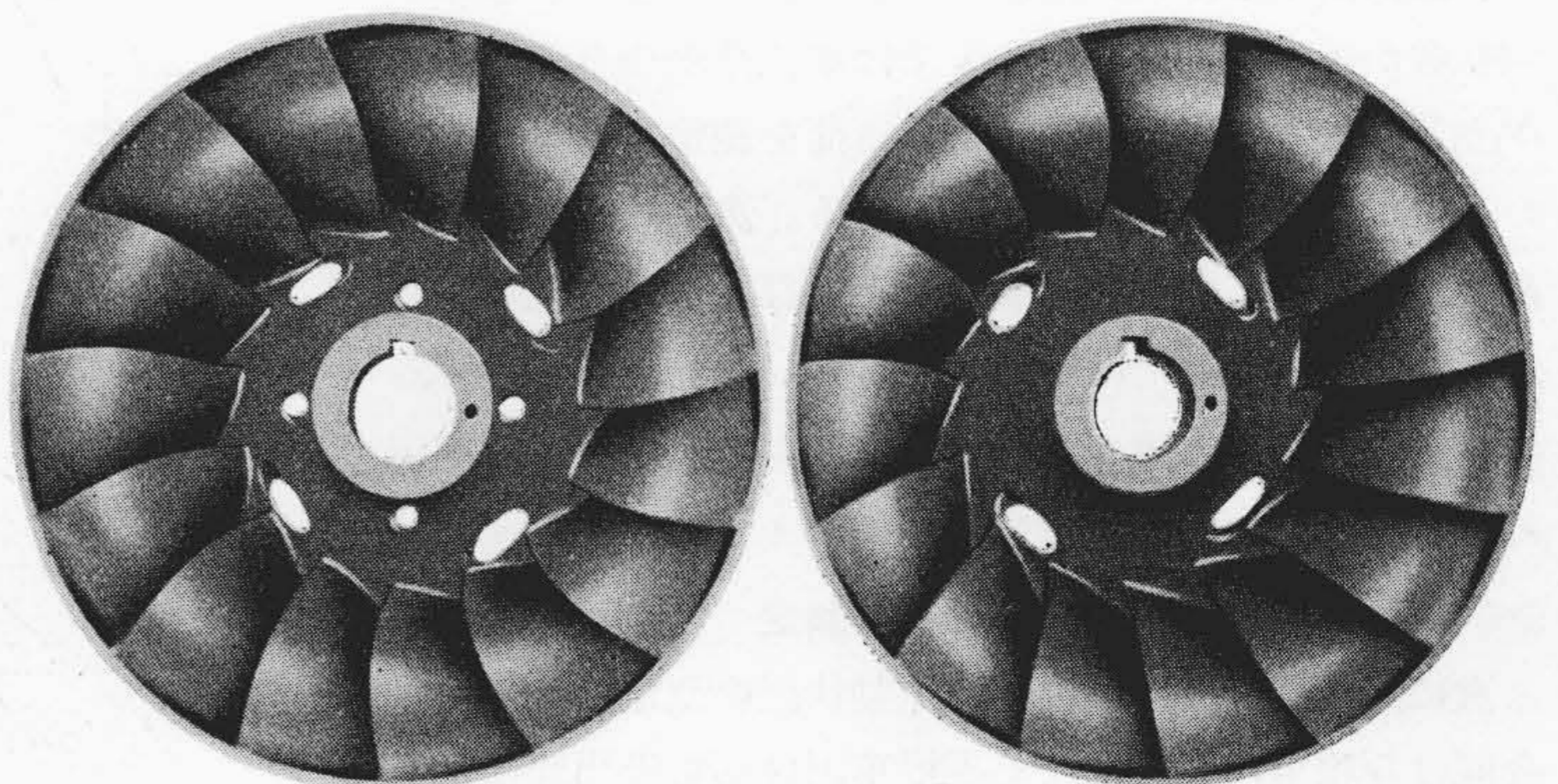
両羽根車の設計上の主な差異は、出口角度を変えることによつて、水車効率の最高点を No.1 に比し、No.2 の方が水量の小さい方に偏ることを企図したものである。

〔III〕 実験方法

この試験は前述のように大別して5項目の試験に区分することが出来るが、次にそれぞれの試験方法に就いて簡単に述べる。

(1) 性能試験

大型模型水車による性能試験は水力実験室内低落差模型試験設備により行つたが装置の詳細は省略する。試験



第5図 実験に使用した模型羽根車  
Fig. 5. Model Runner Used for the Test



時の落差は上水面及び放水面の水位を角落しにより調整し安定に保たせる。試験は案内羽根の全開時の開度を1としこれを10等分して1/10開度おきに行う。即ち案内羽根開度を一定にした状態で走放し回転数よりはじめて適当な回転数おきに負荷を調整し、それぞれの回転数の状態で落差、水量、出力（動力計による）等所要の値を測定する。以上の測定結果から1m落差の場合に於ける回転数と効率、水量及び出力との関係曲線を求め、各案内羽根開度に就いてのこれらの曲線から模型水車の正規回転数に於ける水量、効率、出力の値を見出し、これを整理すれば模型水車の1m落差の場合の性能曲線が求められる。

(2) キャビテーション試験

水車に於けるキャビテーションの発生基準として現在広く使用されているものは Thoma 教授の提案になるキャビテーション係数である<sup>(3)</sup>。即ち今

$$H = \text{有効総落差}$$

$$H_a = \text{試験時の大気圧よりその時の水温に相当する水の蒸気張力を差引いたもの}$$

$$H_s = \text{吸出落差}$$

とし、Thoma のキャビテーション係数を  $\sigma$  とすれば

$$\sigma = \frac{H_a - H_s}{H}$$

として表わされるものである。

最近これ以外の種々の係数が提案されており、厳密には更に種々の考慮が払われるべきであるが、こゝでは一般的な比較基準をとる方が便利と考えたので Thoma の係数をそのまま用いることとした。

今回のキャビテーション試験では、圧力落差及び吸出落差の組合せを計画的に変化して、それぞれの水車性能を求め、キャビテーション係数  $\sigma$  と水車性能の変化の関連性を見出した。

試験にあつては先づ案内羽根開度を一定にした状態で、圧力落差及び吸出落差を所要の値に調整し、水車の回転数が規定の回転数（こゝでは単位落差当りの回転数  $N_1 = 307.3 \text{ r.p.m.}$ ）になるよう負荷を調整して測定を行い、 $\sigma$ 、水量、出力及び効率を求める。次に落差の割合を変えることによつて  $\sigma$  を変更しその都度上述の試験を行えば、 $\sigma$  の変化に伴う性能の変化を求めることができる。

以上の試験を水車の案内羽根開度を変化し、各開度毎に繰返して行つた。

(3) 羽根車出口の流速分布の測定

次に水車羽根車に関連した流動状況の測定であるが、今回は羽根車内部ではなく羽根車出口即ち吸出管頂上部の円錐形管部の中間に於て円筒形2孔ピトー管<sup>(4)</sup>を使用して流れの方向及び大きさを測定した。

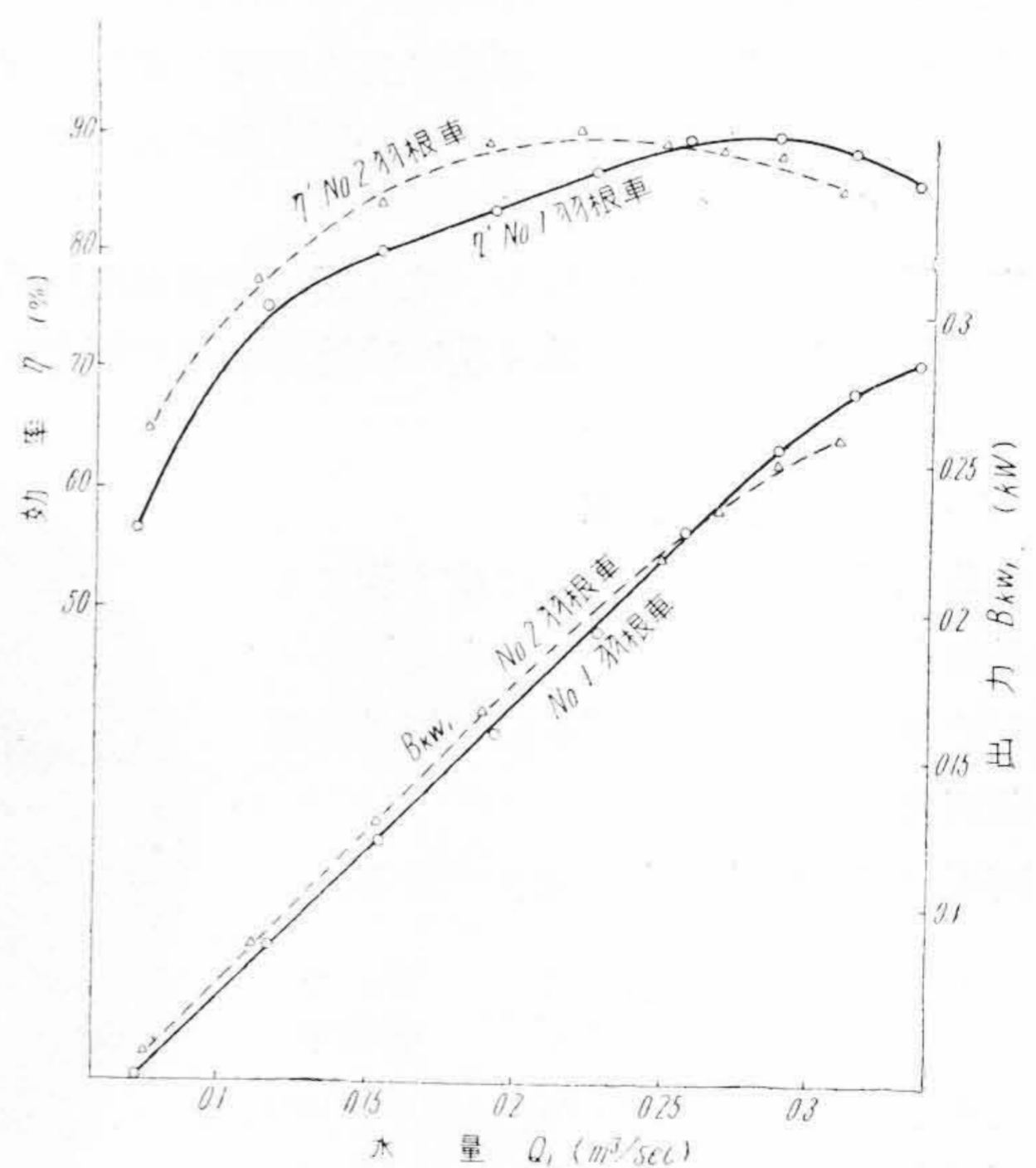
即ち第4図に示すように、羽根車出口端より約130mm下の透明円筒の部分で、対称な二方向より円筒形2孔ピトー管を挿入し、外壁よりあらかじめ予定された所要の寸法に挿入した位置で、その場所の流速の方向及びその大きさを測定し、その結果より軸流及び旋回流の分速度を計算によつて求めた。但しこの試験はキャビテーションの発生している状況では測定不可能のことが多いので吸出落差を十分小さくして、流動状況のみを、前述のキャビテーション試験の状態と合致せしめている。従つて上記キャビテーション試験の場合とはその流速の絶対値は異つているが、相対的には変りはないと考えている。

(4) 羽根車出口の静圧分布の測定

円筒形2孔ピトー管によつて上記流速分布の測定と同時に測定した。

(5) 羽根車出口の中心空洞部分の大きさの測定

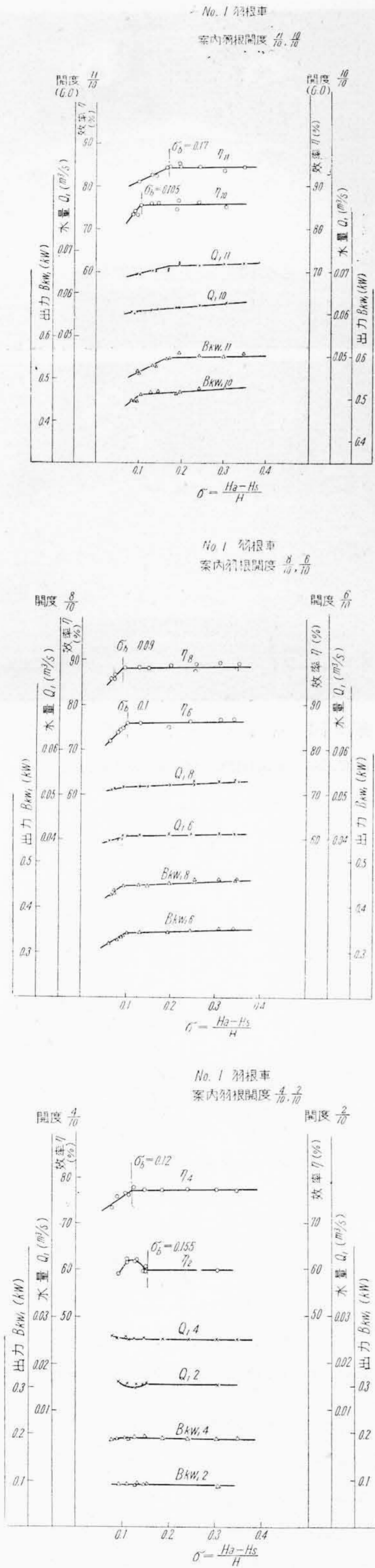
フランス水車に於ては、最高効率点附近に於て理想的な軸流排水状況があり、これよりも負荷が大または小になるときは、軸に対しある角度を持つた旋回流速が必ず発生し、そのため中心部に特殊な空洞部分を生じ、これが振動の原因となると考えられるので、その空洞部の大きさを測定した。測定に際しては透明管に明けた前述のピトー管の挿入孔より測定棒を挿入し、内部を観察しながら、中心部空洞に測定棒の先端が接触したときの測定棒の挿入長さから空洞の大きさを求めた。測定は  $\sigma = 0.2$  及び  $\sigma = 0.15$  の二つの状態に就いて案内羽根の開度を変えて行つた。



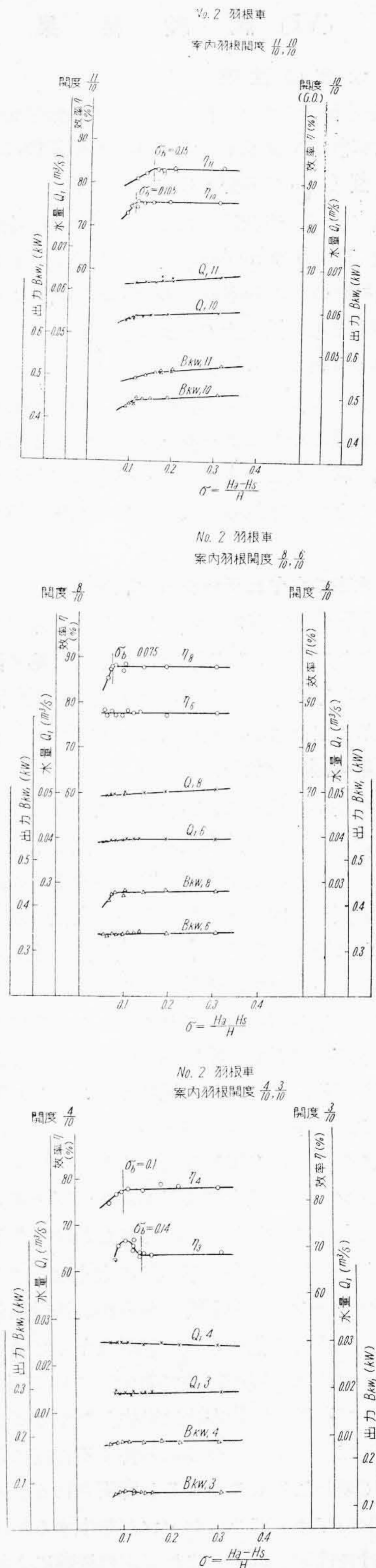
第6図 性能試験結果

Fig. 6. Characteristic Curves of Runners





第7図 No. 1 羽根車のキャビテーション試験結果  
Fig. 7. Cavitation Characteristic Curves of No. 1 Runner



第8図 No. 2 羽根車のキャビテーション試験結果  
Fig. 8. Cavitation Characteristic Curves of No. 2 Runner



〔VI〕 試験結果

(1) 水車の性能

大型模型水車に就いて行つた性能試験結果を、1 m 落差の場合に就いて換算し、水量  $Q_1$  を横座標にとり表わせば第6図(第36頁参照)のようになる。

第6図に於て、当初述べたように No. 1 羽根車の最高効率 は  $Q_1=0.28 \text{ m}^3/\text{sec}$  附近にあり、これに比して No. 2 羽根車の最高効率点は  $Q_1=0.22 \text{ m}^3/\text{sec}$  附近にあつて、両羽根車の性能上の差異は判然としている。但しその最高効率値は略々同様である。

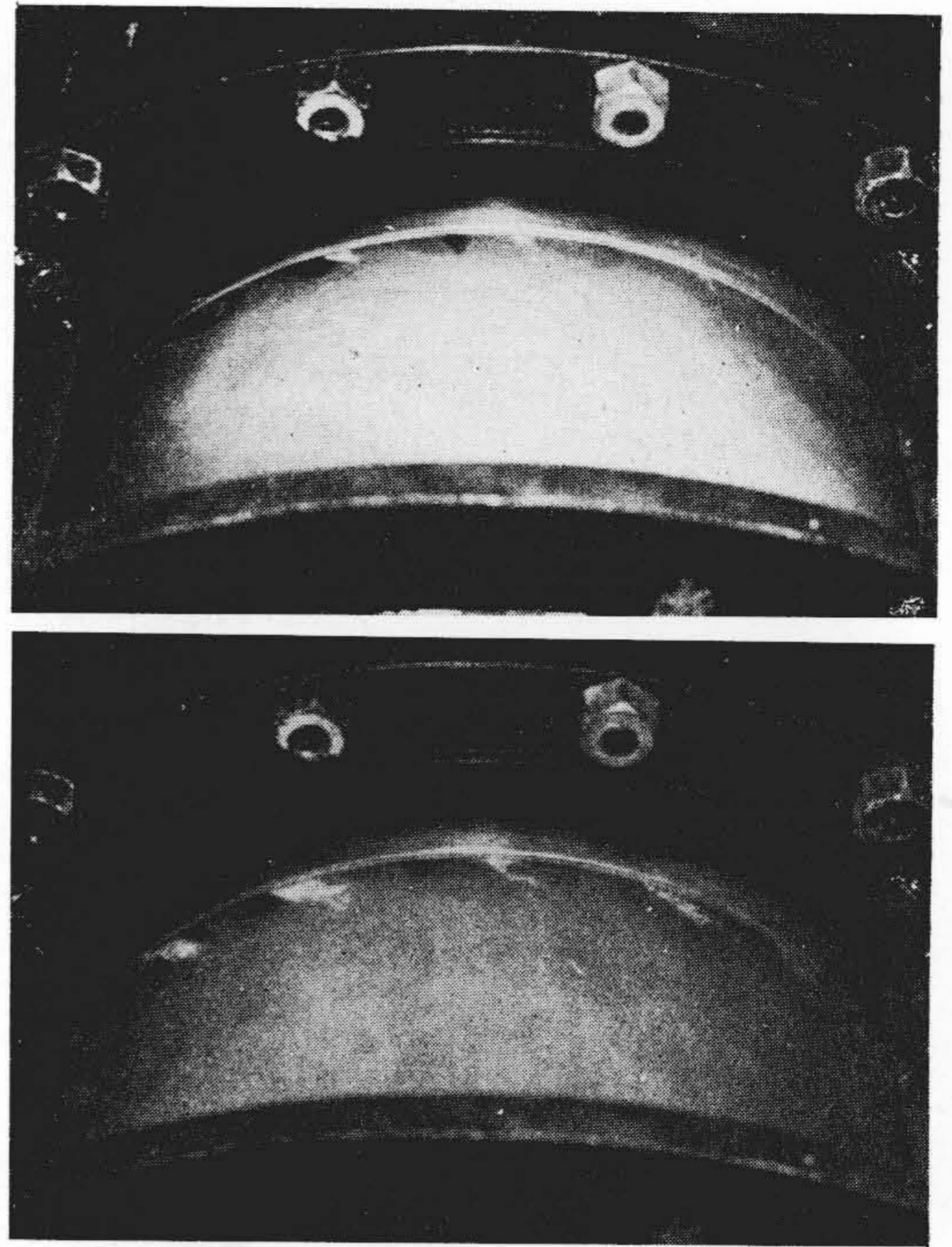
以上のような両羽根車の性能曲線の傾向から見て、当然両者におけるキャビテーション性能及び羽根車出口の旋回流動の状況もまた変動があるべきで、その変動の有様を知ることが、本試験で最も重要な意味を持つわけである。

(2) 水車のキャビテーション試験

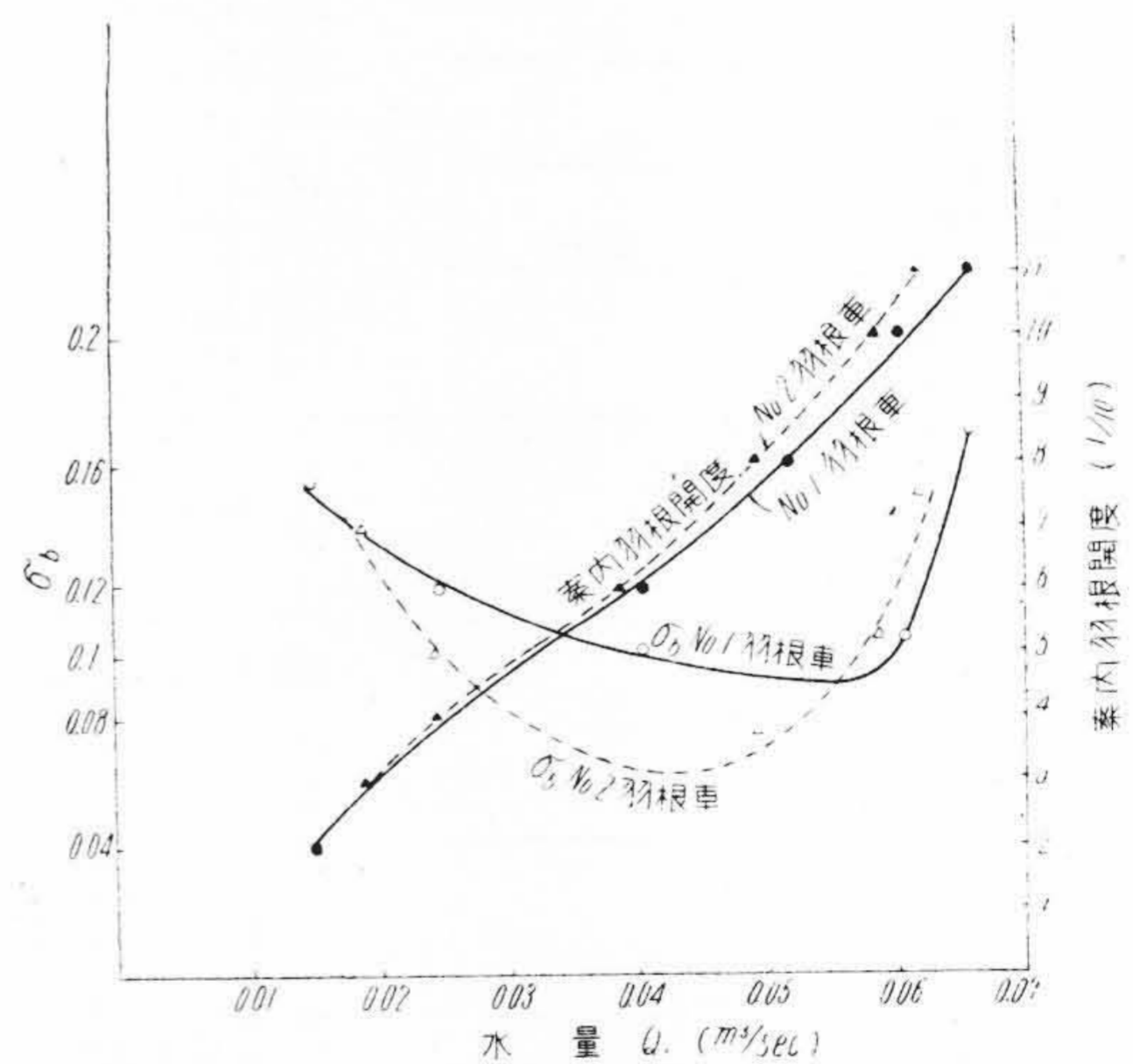
両羽根車に就いて試験の結果得られたキャビテーション性能の数例は No. 1 羽根車に対しては第7図(前頁参照) No. 2 羽根車に対しては第8図(前頁参照)に示されてある。また瞬間写真によるキャビテーション発生状況を第9図に例示した。

これらの結果を見るに、いずれの羽根車及び案内羽根開度の場合でも、水車性能は  $\sigma$  のある値より大きいところ(簡単にいえば、吸出落差の割合が総落差に比して比較的小さい間)ではあまりあきらかな変化は示さず、効率なども略々不変であるが、 $\sigma$  が或る値に達すると、急激に効率が低下し出力、水量の変化がはげしくなつて来ることは、従来各種の試験で見られたところである。たゞ両羽根車の場合とも、案内羽根開度が小さくなつた場合に、 $\sigma$  がある値に達すると逆に効率が一たん著しく上昇し、その後低下する現象が起つている。これは従来 Kaplan 水車の場合にも現われているところであり、キャビテーションのある程度の成長がかえつて水車効率を高める作用をなすことが明らかにされたわけである。

以上の記述に於て効率低下が急に激くなることは明らかにキャビテーションの影響であるが、透視部分よりの観察、瞬間写真その他からみて軽微なキャビテーションはすでにこの状態の以前に於て発生しているものである。従がつて急激な性能変化は発生したキャビテーションが成長して、水車翼の性能に影響する程度になつたときに始めて現われるものであると解釈される。 $\sigma$  の如何なる値においてキャビテーションが発生するかは上の結果からだけでは知り得ず、また従来の経験によれば、効率低下を起しはじめるところの  $\sigma_b$  の値と発生初期の  $\sigma$  の値との間に相関係が成立たないことが確かめられて



第9図 キャビテーション瞬間写真の例  
Fig. 9. Picture of Cavitation

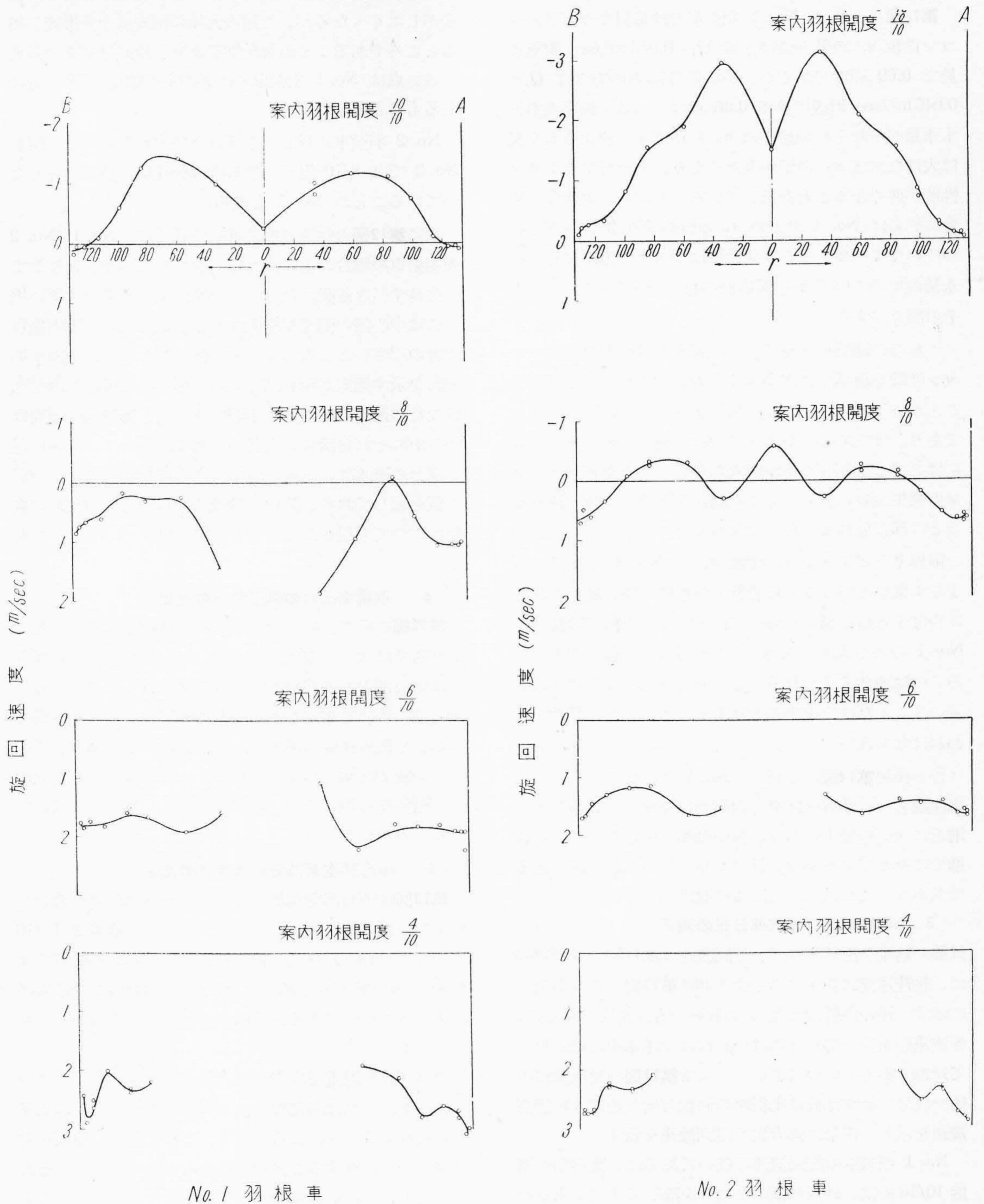


第10図 両羽根車の限界キャビテーション係数  
Fig. 10.  $\sigma_b$  Curves of Two Runners

いるので、上述の  $\sigma_b$  の値から発生初期の値を簡単に知ることはできない。透視部分からの観察では、この水車では翼の入口の部分を見得ないので、この点からも発生初期に関してはまだ問題が残されている。

次に両ランナーに於けるキャビテーション性能の比較であるが、上述のように発生初期の比較はさらに研究した上でなければできないが、性能上は  $\sigma_b$  以上の点では





第11図 羽根車出口の旋回流速

Fig. 11. Whirl Velocity in Draft Pipe below the Runner



殆ど変化を来さないから、この点をキャビテーションの状態の基準として比較して見ると第10図のようになる。

第10図によれば No. 1 羽根車では限界キャビテーション係数  $\sigma_b$  の最小値は水量  $Q_1=0.055 \text{ m}^3/\text{sec}$  附近に於て 0.09 程度であるが、No. 2 羽根車の方では  $Q_1=0.045 \text{ m}^3/\text{sec}$  附近に於て 0.06 程度である。両羽根車とも水量がそれぞれの最小の  $\sigma_b$  に相当する値よりも小又は大になれば  $\sigma_b$  の値が大きくなり、キャビテーション性能が悪くなることを示している。しかし、大水量の場合に於ては No. 1 の方の  $\sigma_b$  の値が No. 2 より下まわつていてキャビテーション性能は No. 1 の方が良く、小水量の場合に於てはその関係が逆になつていて、しかもその開きが大きい。

これらの結果から見て、この両羽根車のキャビテーション性能を総括すれば No. 2 の方がすぐれているといふことができる。但しこれはあくまでも  $\sigma_b$  に関することであり、すでに述べたように  $\sigma_b$  と発生初期の  $\sigma$  との間には必ずしも相関係が成立たないのでキャビテーションの発生全般に就いてはこの結論をそのまま推し進めることは甚だ危険といわねばならない。

限界キャビテーション係数  $\sigma_b$  が No. 2 では No. 1 よりも低いということは設計上の差異の他に最良の状態に於ける水量が異り、従つて最小の  $\sigma_b$  の値での流速も No. 1 の方が大きいため、それだけ  $\sigma_b$  の値が大きくなるのは当然考えられるところであつて、この値が低いということだけで羽根車の良否を定めることは早計といわねばならない。

なお後掲第14図によれば、No. 1, No. 2 それぞれの効率曲線と  $\sigma_b$  曲線とは全く対応的に変化し、効率最大の附近に  $\sigma_b$  の最小があり、良い効率で運転されている状態ではキャビテーション性能も良いということがいえるであろう。これに就いては後に総括的に述べる。

### (3) 羽根車出口の流速分布の測定

試験の結果を図示すれば、旋回流速は第11図(前頁参照)に、軸流速は静圧の測定値と共に第12図(次頁参照)に示す一連の曲線図となる。これらの各曲線図を見るに、各流速分布及び静圧分布は一般にほぼ水車中心軸に対して対称であるといつてよい。こゝで第11図の旋回流速の値を負号で示す部分は羽根車の回転方向と逆向きの旋回流速を示し、正号は同方向の旋回流速を示す。

No. 1 羽根車の旋回流速に就いて見るに、案内羽根開度 10/10 では、外周の僅かな部分を除いてすべて水車の回転とは逆方向の旋回分速度を有しており、8/10に於ては、逆に、殆どすべての場所に於て水車の回転と同方向の旋回分速度を有している。これより開度が小さくなれば、ますます、水車と同方向の旋回分速度が大きくなる

ことが明らかに示されている。中心部近くに於ては、開度の小なる場合、中心部に空洞に類した現象が生じて測定がしにくくなるが、上述の大体の傾向は十分推定し得るところである。この試験結果より、旋回分速度の最も小さい点は No. 1 羽根車では案内羽根開度 9/10 附近にあるものと推定される。

No. 2 羽根車に対しても同様な傾向が見られる。但し No. 2 では 8/10 附近で最も旋回分速度の値が小さくなつてることが No. 1 と異なる。

次に第12図の軸流速に就いて見るに、No. 1, No. 2 両羽根車の場合とも同様な傾向を示しており、とりたてて注目すべき差異はない。たゞ案内羽根開度の大きい場合には中心部の流速が増大することが目立ち、案内羽根開度の小さいところでは、中心部がむしろ逆に上向きの流れを示す傾向が現われている。中心部の流速が測定困難なため速度の絶対値は不明であるが、第12図の傾向は明らかにそれを示す。上記の事柄に関連して、外周に近い部分の流速は、一般に流量の大小に無関係にほぼ一定の値を示しており、流量の増減は専ら中心部の流速の変化によつて実現されていることは注目すべき現象である。

### (4) 羽根車出口の静圧分布の測定

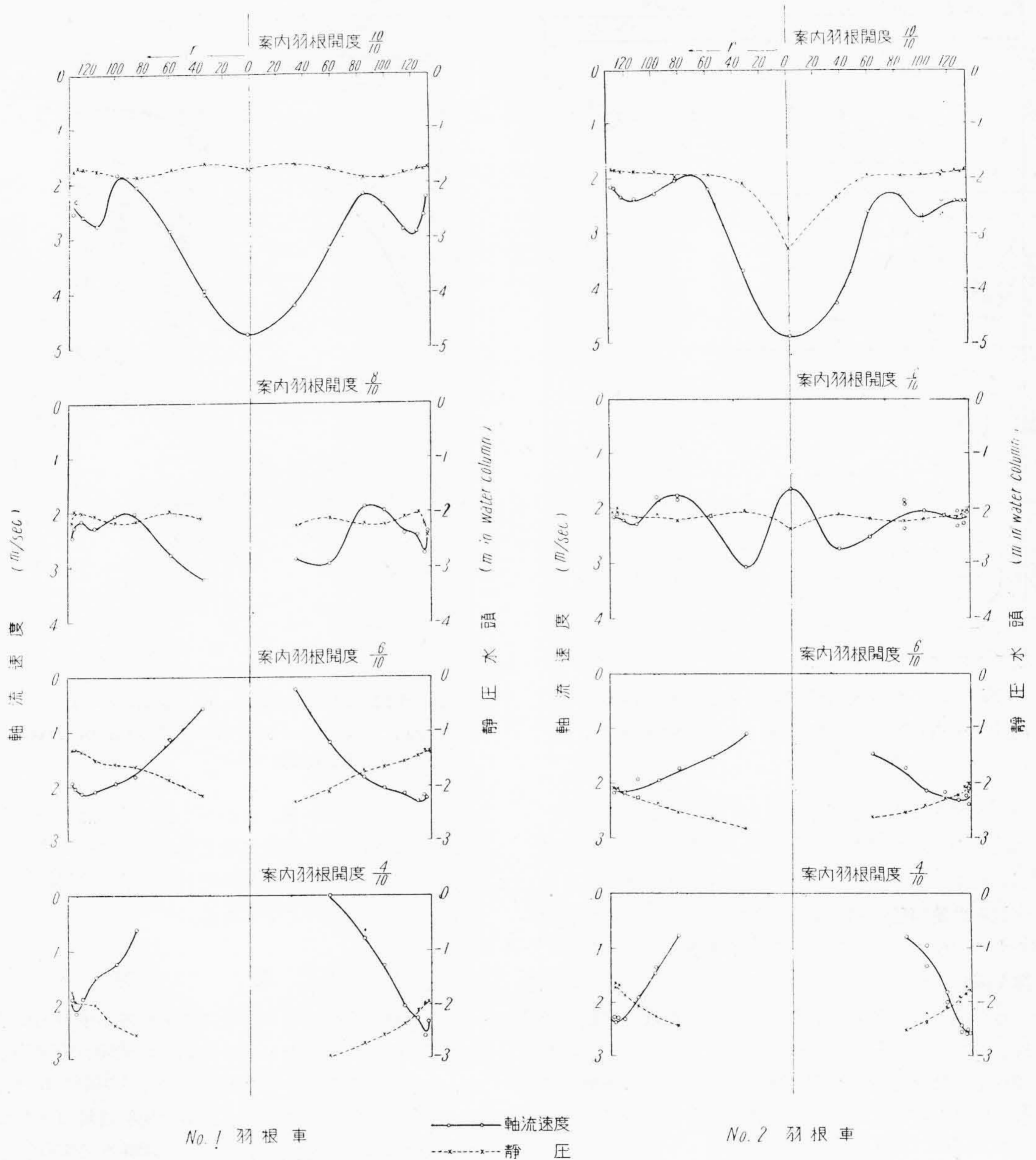
第12図に於て、静圧分布はある程度以上に負荷の大きい状態では大した変化を示さないが、負荷が小さい場合には中心部の静圧が漸次その真空度を増して来ている。中心部に於ける測定が困難なため確実なことは知り得ないが、旋回分速度の増大とともに、真空度が増大するという一般的な傾向が認められる。これは遠心力の増大により当然起る現象であつて実験結果はこれをよく示していると思われる。

### (5) 中心部空洞部分の大きさの測定

第13図は中心部空洞部分の大きさの測定結果を図示したものであるが、No. 1 羽根車では案内羽根開度 10/10 の位置では殆ど空洞が認められず、No. 2 羽根車では 8/10 開度で殆どみとめられなくなつており、この結果は前述のピトー管による測定結果とほぼ一致する傾向と見ることができる。

開度 6/10 附近では空洞の大きさが非常に大きくなつてはいるが、これは測定棒による測定が不能な程度に空洞部が動揺することによるもので、この大きさの空洞が常に安定して存在することを意味するものではない。それにしても大きい空洞部分が生じていることは明らかであろう。残念なことには模型水車に於ける振動の測定は甚だ難かしく、また装置自体としての振動も考慮せねばならないため、簡単に推論することができなかつたので、振動に関する点はこゝには述べないことにする。





第12図 羽根車出口の軸流速度及び静圧  
 Fig. 12. Pressure and Axial Velocity in Draft Pipe below the Runner

〔V〕 実験結果の総括的検討

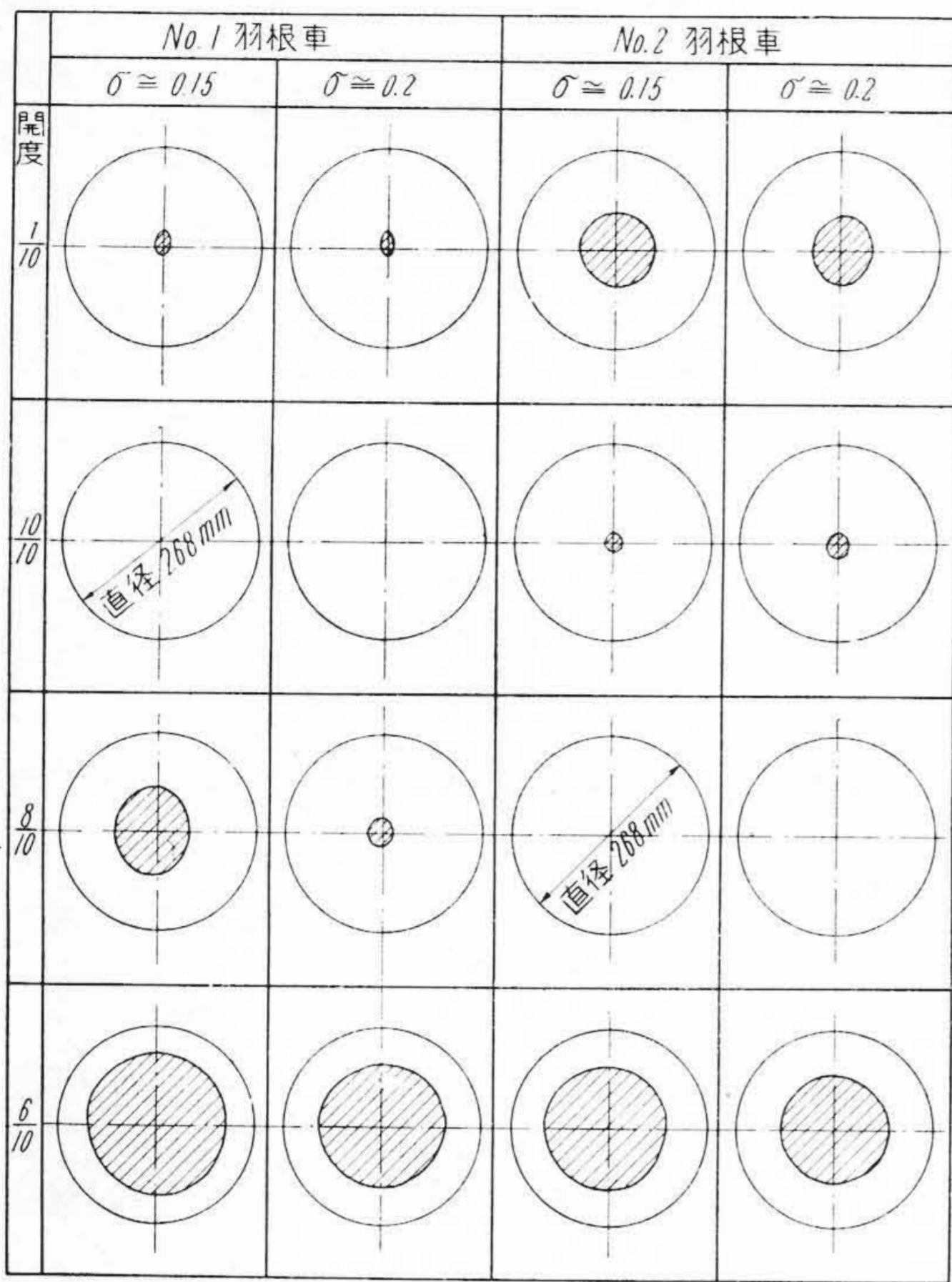
上述の5種の試験結果をここに総括し、各々の関連性について少しく検討して見たい。

第14図は大型模型水車による性能試験結果と他の試験結果とを比較するために、試験の結果得られた1m落差の場合の水量を、大型模型水車の1m落差の場合の水量に換算し、これを基準として各試験結果をまとめたも

のである。

第14図に於て、前述のように最高効率を現わす附近に於て  $\sigma_b$  も最小となつて最もキャビテーションの点から有利であり、また旋回流速が殆ど見られなくなり、同時に中心部の空洞も現われなくなることが認められている。即ち水車が最良状態におかれているときには水流の状態もまたほぼ最良の状態におかれるわけで、これは当然といわねばならない。しかし詳細に検討すれば、効率





第 13 図 羽根車出口中心部の空洞測定結果  
Fig. 13. Sizes of Hollow in the Center of Draft Pipe

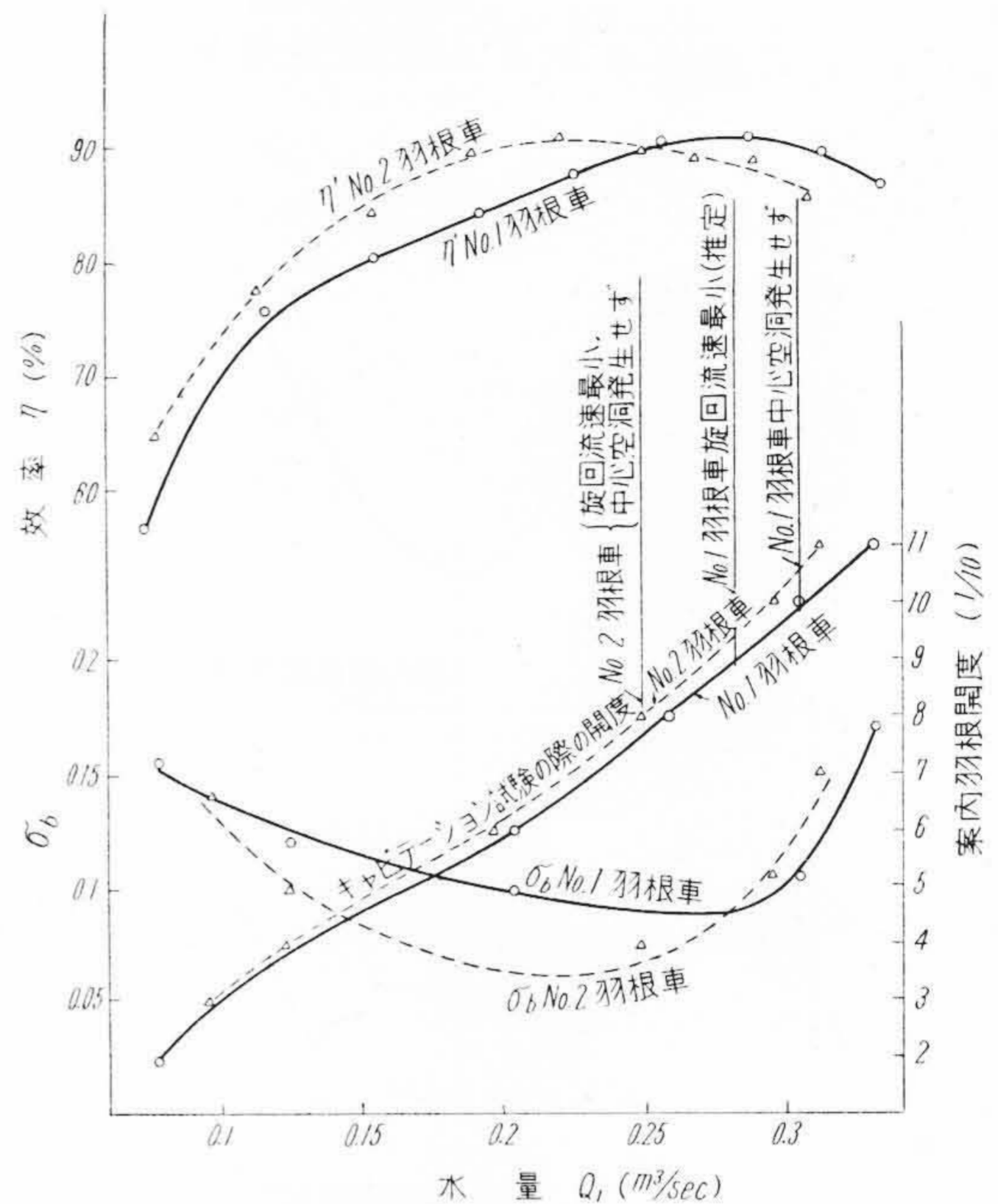
と  $\sigma_b$  の傾向は極めて良く一致しているにかゝらず、旋回流速の有無と空洞の存在とが、効率及び  $\sigma_b$  の最良の点と必ずしも一致してないことは注目すべきである。

今試みに第 14 図の結果より、以上の検討に必要な諸数値の大体の値を書き出して見ると第 1 表のようになる。

第 1 表によれば、No. 1 羽根車に関してはすべての状態が殆ど完全に一致しており、最高効率附近の流動状態は理想的であると見ることができる。これに反して No. 2 羽根車では最高効率の点ではまだ幾分旋回分速度が残されているわけで、No. 1 程に理想的な流動状態ではな

第 1 表 両羽根車の総括的性能表  
Table 1. Comparison of Characteristics of Two Runners

	No. 1 羽根車	No. 2 羽根車
最 高 効 率 (%)	90.5	90.5
最高効率点の水量 $Q_1$ (m <sup>3</sup> /sec)	0.28	0.22
最小 $\sigma_b$ の時の水量 $Q_1$ (m <sup>3</sup> /sec)	0.28	0.22
旋回流速最小の時の水量 $Q_1$ (m <sup>3</sup> /sec)	0.28	0.25



第 14 図 両羽根車の総括的比較  
Fig. 14. Comparison of all Results of Two Runners

いといことができる。従がつて最高効率点では旋回分速度がないと一般的に断定を下すわけには行かず、多少残ることもあり得るのであつて、理想的な状態に於てこれがなくなるということになる。

〔VI〕 結 言

設計方針の異なつた 2 種のフランシス水車の羽根車に就いて、性能試験、キャビテーション試験、流速分布、静圧分布の測定及び中心空洞部分の寸法測定の 5 項目に就いて試験を行う事により、従来比較的資料の少かつたフランシス水車の流動状態に対して興味ある実験結果が得られた。結果を要約すると次の如くである。

(1) 最高効率を示す点に於ては限界キャビテーション係数は最も小さく、キャビテーションに対して最も条件がよい。

(2) 羽根車出口の旋回分速度は概して最高効率点附近に於て最小となるが、必ずしも合致するものではなく、場合によつては多少ずれることもある。

(3) 軸流分速度は水車の負荷の変化即ち水量の変化に対しては一様に増減するものではない。外周に近いところは常にほぼ一定の値を保ち、中心部の流速が水量の多い時に大きく、水量の小さい時に小さく、特に小さい



所ではこの部分が逆流することもある。

(4) 静圧の変化は回転分速度と関連を有し、回転の少ない場合には静圧分布もほぼ一様であるが、回転が大きくなると、中心部は外周に比して真空度が高くなる。

(5) 中心部の空洞は旋回流のない最高効率点附近では殆どみとめられず、これより水量が多くても少くても空洞が発生し、特に小水量の場合大きい不安定な空洞が生ずる。

以上要約した通りであるが、これらはいずれも一応従来も推定されていた事柄が多く、新しく注目すべきものは少いといえるかもしれない。しかしこれらが単なる推定でなく今回の試験によつてはつきり確認され、更に新しい事実をも見出されたわけで、今後のフランス水車の設計上甚だ有意義であると信ずる。

終りに臨み、本研究の遂行にあたり、日立製作所日立工場小森谷電力設計副部長、深栖水車設計課長、同課高橋主任、その他の諸氏及び工場の関係各位の熱意ある御協力を深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 山崎：日立評論 24, 7 (昭 16)
- (2) 大戸：日立評論 19, 527 (昭 11)
- (3) D. Thoma：V.D.I. 69, 329 (1925)  
Hydraulische Probleme (1926)
- (4) 沼知：機械学会誌 34, 171 (昭 6-7)
- (5) 沼知：機械学会誌 34, 175 (昭 6-11)
- (6) 沼知、淵沢：機械学会論文集 4, 17 (昭13-11)



特 許 第 196853 号

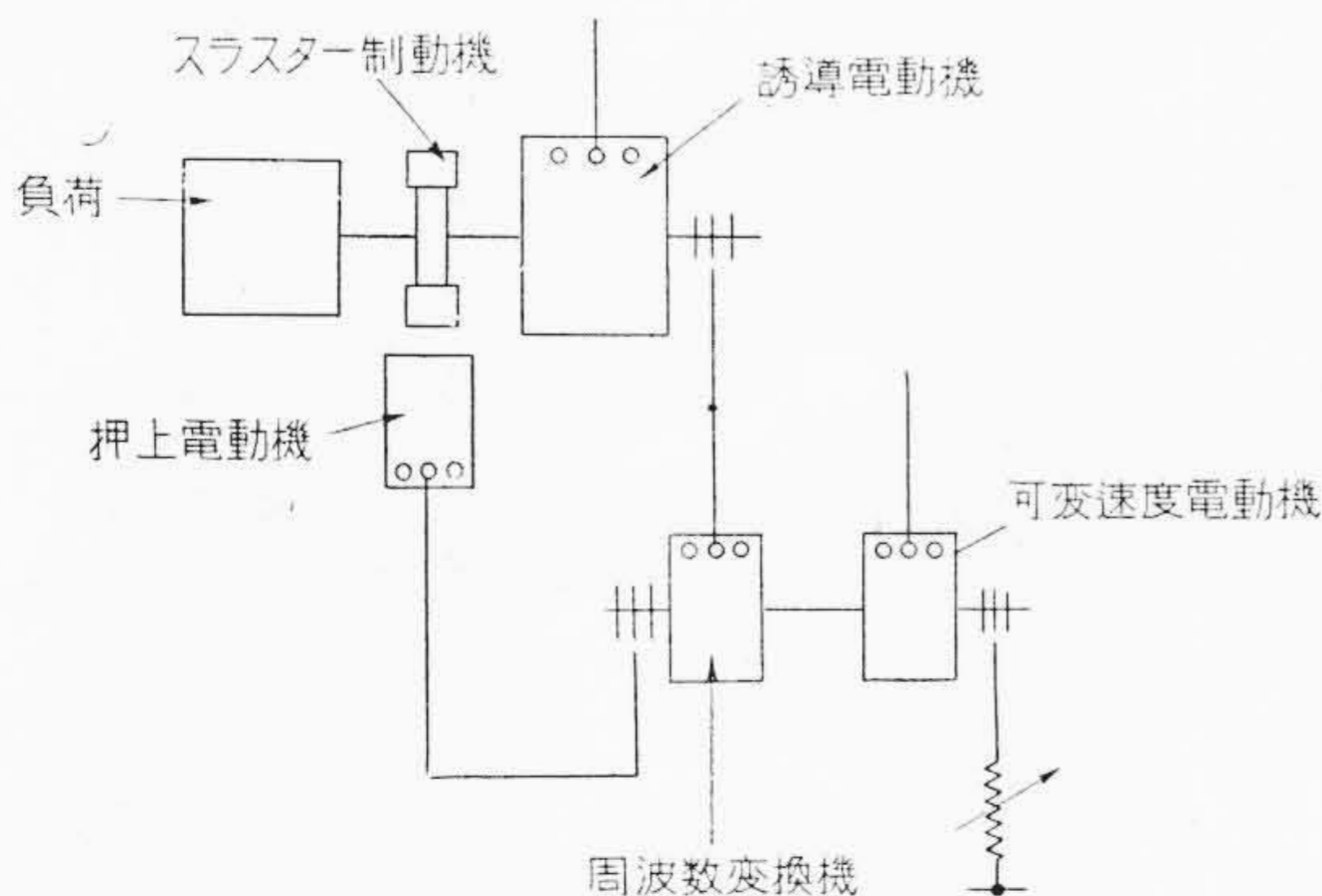
山 本 正 雄

誘導電動機 の 速 度 制 御 方 式

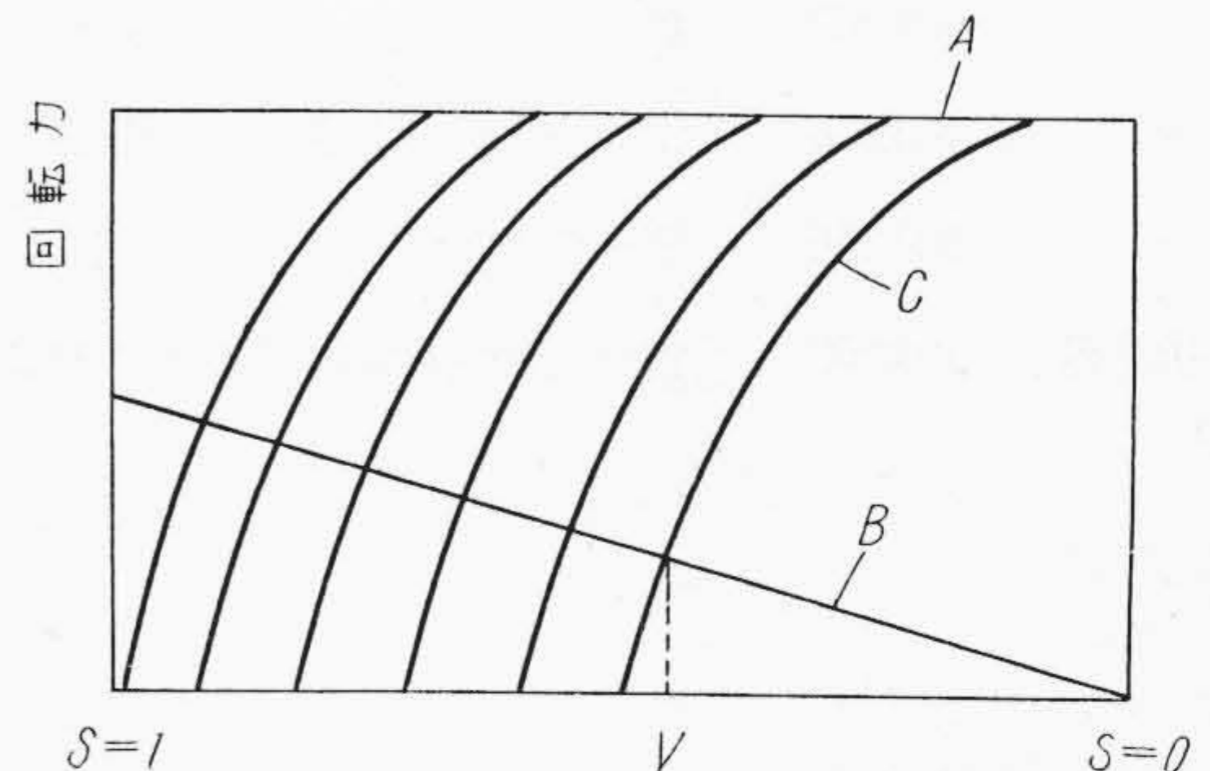
巻上機運転用誘導電動機にスラスタ制動機を使用した速度制御方式は周知であるが、本発明に於ては誘導電動機の色度変化によるスラスタ制動機の制動効果を周波数変換機の色度調整により変更し、同期速度以下に於て誘導電動機の運転速度を広範囲に制御せんとするものである。即ち第1図に示すように、主電動機の二次回路に、可変速度電動機により駆動される極く小容量の周波数変換機を介して押上電動機を接続したことを特長とするもので、この方式によれば、極く小容量の周波数変換

機の色度を制御することにより、大容量主電動機の色度を広範囲に亘り、円滑に制御し、安定した運転を行い得るものである。第2図は特性曲線を示すもので、Aはスラスタ制動機の制動力、Bは主電動機の色転力、Cは押上電動機による押上力を示し、主電動機の色転速度Vは、駆動用電動機の色度調整により、同期速度以下に於て広範囲に選定し得ることを示すものである。

(滑 川)



第 1 図



第 2 図



# 特 許 月 報

## 最近登録された日立製作所の特許及び実用新案

(その3)

(第32頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
実用新案	404322	印刷機胴掛外し装置	川崎工場	横 沢 源 郎	28. 7. 16
"	404323	印刷機胴掛外し装置	川崎工場	大 杉 好 徳	"
"	404272	圧縮機中間軸受装置	栃木工場	栗 本 正 雄	"
"	404257	遠心力開閉器の接触片支持装置	多賀工場	安 島 忠 義	"
"	404264	比色計光源装置	多賀工場	黒 羽 逸 平	"
"	404284	スタンド型扇風機のスタンド	多賀工場	山 家 正 道	"
"	404287	高真空室中の試料微動装置	多賀工場	大 沼 嘉 郎	"
"	404300	電気収塵装置	多賀工場	田 中 健 太 郎	"
"	404301	電動洗濯機用方向自在車	多賀工場	益 子 三 郎	"
"	404302	電子顕微鏡用試料微動装置	多賀工場	小 沼 武 男	"
"	404303	扇風機首振装置	多賀工場	久 米 平 助	"
"	404317	扇風機台板支持装置	多賀工場	四 倉 輝 夫	"
"	404251	熔接棒送給用加圧車	亀戸工場	田 沢 卓	"
"	404258	自動熔接機	亀戸工場	田 沢 卓	"
"	404260	自動電圧調整装置	亀戸工場	大 西 真 史	"
"	404269	放電灯器具	亀戸工場	福 本 務	"
"	404270	交流電弧熔接用変圧器	亀戸工場	田 沢 卓 小 林 国 雄	"
"	404275	放電管用ソケット	亀戸工場	日野西 義 輝	"
"	404277	放電管用ソケット	亀戸工場	日野西 義 輝	"
"	404319	蛍光灯ソケット	亀戸工場	西 岡 博	"
"	404320	蛍光灯ソケット	亀戸工場	農 沢 靖 夫	"
"	404321	蛍光灯ソケット	亀戸工場	西 岡 博	"
"	404266	金属被膜紙蒸着装置	戸塚工場	山 田 知 定	"
"	404262	織条支持用絶縁体	茂原工場	沓 掛 光 成	"
"	404250	電子顕微鏡の視野調整装置	中央研究所	木 村 博 一	"
"	404256	電子装置に於ける高圧電源部	中央研究所	木 村 博 一	"
実用新案	404259	電子顕微鏡類似装置の高電圧接続装置	中央研究所	木 村 博 一 出 射 義 成	28. 7. 16