

大流量測定法としてのピトー管法に関する諸問題

(第1部)

—ピトー管法の概要と従来の見解—

Practical Problems in Regard to Pitot Tube Method for the Measurement of Large Water Discharge (Part I)

山崎卓爾*

内 容 梗 概

最近我国では、発電水力増強の目的の下に水車効率の実測がきわめて熱心に行われるにいたつたことは、水車性能の向上の面からも、はなはだ喜ぶべき現象と考えられる。この際最も問題になるのは流量測定法の精度であり、数々の見解から多くの方法が研究され、また実施されている。

このような大流量の測定において、ピトー管による流速測定を行つて、流量を求める方法は古くから実施されているところであるが、近來は大流量測定のための特殊な変形ピトー管が考案され、また研究されている。

しかしピトー管による流量測定については、ピトー管の特性とともに、測定条件すなわち測定部の水の流動状態と、そのピトー管特性との関連など、多くの詳細な事項についての認識を必要とすることは論をまたない。しかるに現在ではこれらについての具体的な考察を行つた業績が比較的少ないため、現地における測定技術者が測定に当つて、方針および結果の考察に対して迷うことがしばしばあるやに見受けられるのは遺憾である。

筆者は流量測定を専門とするものではないが、過去において、種々の問題に直面した経験もあり、また研究室における経験も幾分持合せているものであるから、これらをもとにして、現行の主要な流量測定法についてできるだけ平易に解説して見たいと念願し、まずピトー管に関する稿を起した次第である。

ピトー管による流量測定については、その測定条件すなわちピトー管法に共通すると思われる問題をまず取上げ、つぎに現在実施されている各種のピトー管について、その特長や特性を述べて見たいと思つている。

この第1部は単に序説として、ピトー管の一般的な解説と、従来規格測定法における考えかたおよびピトー管の種々についてふれたにとどまる。第2部以後において逐次具体的な分野に入つて述べることにする。

この一文が現地における流量測定法に幾分でも参考になれば幸これにすぐるものはない。

〔I〕 緒 言

水力発電所における発電水力の高度の利用は、我国における発電事業における最大の関心事たることは、今さら述べるまでもないところである。このためまず第一に問題となるのは水力原動機たる水車の性能であり、正確な水車効率試験法が熱心に研究されつゝあることは、単に上述の目的のためのみでなく、水車製造者にとつても、また水車工学上の進歩の見地からも等しく待望されているところである。

さて水車効率試験について種々の実施上の問題点があるが、最も疑問視されるものの一つに、その流量測定の精度を挙げるができる。現在流量測定法として多くの方法が採用されているが、こゝに述べるピトー管法は、その取扱が比較的簡便であり、また費用も少額ですむところから、現在我国では最も広く採用されている方法の一つである。

この方法はその測定原理は後述のようにきわめて簡単であり、また古くから多くの研究も行われているので、

* 日立製作所日立研究所

この点きわめて有力な根拠をもつが、他方実際の発電所における水の流動条件が多様であるため、これらの状態を慎重に考慮しないと、往々にして大きい誤りをおかしやすい欠点がある。現在この方法による流量測定結果が、時として常識では考えられぬ程の極端に異様な値を示すことがあるのは、このような考慮があまりかえり見られなかつたことによる場合が多いと考えられる。したがつてこの方法を成功に導く鍵は、実際に試験実施の衝にあたる技術者のおのおのが、一応の理解と認識をもつて常に慎重に試験に当ることにかゝつていふことができる。現在我国では、流量測定法に関しては流体力学や水力学の書籍に一般的な解説が取上げられており、また専門的な文献も決して少なくない。しかし現地試験に関する手引書としては、あまりに簡略であつたり、また難解に過ぎたりして、かならずしも適当でないものが多い。これはそれぞれの目的が異なるためであつて当然なことではあるが、前述のごとく試験技術者への寄与が比較的少い点をまぬかれえないのは遺憾である。この点からは、池谷教授の近著⁽¹⁾や宮崎、梅津両氏の論文⁽²⁾は貢献するところが大きいと考えられるが、両著とも流量

測定法全般に関する解説を主とするものであるから、ピトー管法についての詳細を欠くうらみのあるのは、やむをえないことであろう。

筆者は流量測定を専攻するものではなく、ましてピトー管についての研究に専念しているわけではないが、研究室における経験、現地水車試験実施の体験およびこれらに関する検討の機会を数多く持つことにより、比較的具体的にこの方法について知りえたところも多いと考えている。

本文は以上のような筆者の経験にもとずき、実際に現地発電所において流量測定に従事される技術者、特に専門外の人達のために、できるだけ平易に解説を行ったものである。筆者はもとより浅学非才、ことに専攻研究者でないため、かならずしも意をつくさないものとなつたがこの一文が少しでも現地試験に対して寄与ありとすれば筆者の幸これに過ぎるものはない。

〔II〕 ピトー管法の原理と大流量測定への応用

ピトー管は18世紀において仏人 Pitot によつて工夫創成されたもので、爾来流速測定計器としてあらゆる水力学的、流体力学的諸研究に最も広く使用され、最も確実な流速測定計器たることにおいて、今日にいたるまで利用のあとを断たないことは、万人周知の事実である。

その原理については、今さらあらためて述べるまでもないほどに紹介されているので、全く無駄なことであるが順序としてつぎにきわめて簡単に紹介することとする。

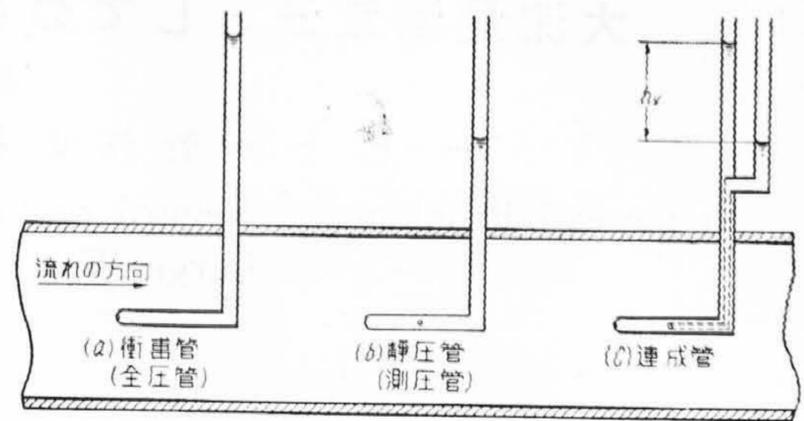
いま一様な流れのうちに物体を固定すると、物体に直面した部分の流れはせきとめられ、その部分の圧力は、その部のもともとの静圧水頭 h_s と、せきとめられた流れの速度エネルギーが圧力に変換された値すなわち速度水頭 h_v との和、 $h_s + h_v$ に相当した値を示すはずである。今第1図(a)のように物体の流れに直面する管の先端に小孔をあけて、水をガラス管に導くと、水は上記の両水頭の和に相当した値だけ上昇する。

つぎに物体の表面で、流れの方向と一致した部分では、流れをせきとめることがないから、このときにはその面に孔をあけて圧力を導くと、前述の h_s に相当しただけ水が上昇する。第1図(b)はその場合を示す。

今これらの両管を1箇の兼ねそなえたものにするると、第1図(c)のようになり、両ガラス管内の水柱の差は速度水頭のみを示すものとなる。この値は h_v とすれば

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

より速度 v が求まる。実際には物体の形状や孔の位置な



第1図 ピトー管の原理
Fig. 1. Principle of Pitot Tube

どによつて、上の等式は完全には成り立たず、その間に実験係数 K を用いて

$$h_v = K \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2)$$

となる。係数 K は一般にピトー管係数と呼ばれ、その値は実験によつて決定されるべきものである。

現在実験室的な研究で一般に使用されるものは主として第1図(c)の連成管であつて、これには正確な実験によつてその性能の確認された N.P.L. 型ピトー管やゲッチンゲン型(Göttingen)(あるいはプラントル型(Prandtl))ピトー管が標準ピトー管としてさかんに用いられている。標準ピトー管は(2)式の係数 K が1を示すように形状を決定してえられたものである。特殊な用途や特に小型のものについては、希望の形状に製作し、これを標準ピトー管と比較して検定を行い、そのピトー管係数を決定して用いる。

特殊な型として用途の広いものに円筒型ピトー管がある。この型は上述の各型とはことなり、円い中空棒の表面に孔をもうけたもので、上述のピトー管がその取付に際し管壁に比較的大きい加工を施さねばならないのに比し、円い棒をさし込むだけの孔で足り、ことに流れの方向を見出す際に、衝撃孔の位置があまりかわらないなどの利点があるので、最近広く利用されるにいたつている。円筒型ピトー管については、沼知博士の詳細な研究⁽³⁾が大いに利用される。

以上のようにピトー管は比較的手軽に、しかも確実な流速を知ることができるところから、これを大流量の測定に利用することは古くから行われている。測定箇所としてはピトー管の性能上整流された箇所を選ぶべきであり、上水槽、放水路、水圧鉄管などの場所が選ばれることが多い。また現在では特にこの目的のために特殊な構造や特殊な性能を持ったピトー管が研究され実用されていることは周知の通りである。

しかしこのようにきわめて簡単な原理によつて正確な値を求めうる反面、実施上の些細な点が試験結果におよぼす影響も大きく、いまなお実験技術上多くの疑点が残

されており、現在我国でも最も真剣に論議されているところである。なお欧洲における代表的規格たるスイス規格では、ピトー管を不確実なものとして重きをおいていないことも、この辺に原因があるものと考えられる。

以上の実情ではあるが、本方法はギブソン量水法とともに、我国では最も広く普及しており、試験実施数では断然他の方法の実施数の総和をはるかに上廻るものと見てよい。それだけに試験結果に対する検討がより十分に行われなければならないと考えられる。

〔III〕 規格上より見たピトー管法

スイス規格はピトー管法を初めから不確実なものとして取扱っていることは前述したが、つぎにわれわれに最も関連のある日本における JEC-117 および米国の ASME Test Codes に現われたこの方法に対する考えかたを紹介しよう。

(1) JEC-117 (1948) では

本規格は昭和 23 年という我国における戦後の混迷時代に制定されたものであり、またその後のこの方法の研究がはなはだしく進展しているため、実情に添わない点もあるように見受けられるが、現行規格として重要な意味を持つものであるから、一応こゝに述べて見たい。

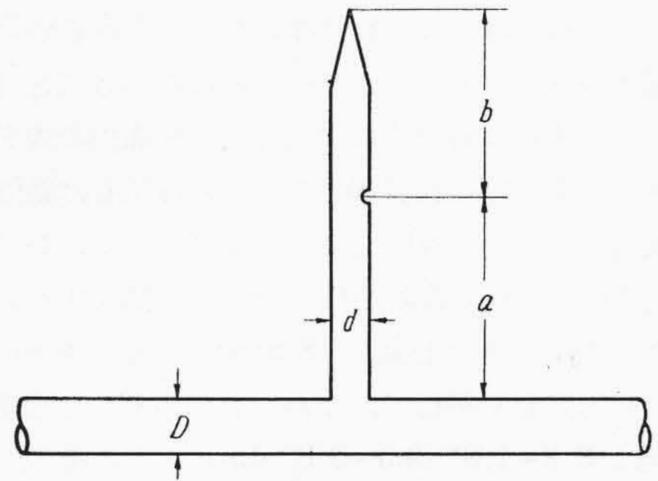
(a) ピトー管による水車流量測定位置は、上流にある曲管部や弁部などより 20D (D は水圧鉄管の測定部分の直径) 以上下流にあるべきこと (測定位置より下流側の制限はない)

(b) ピトー管の静圧孔は直径 1mm 以内とし、その測圧管は第 2 図に示すような先端の円錐形になった管を用い、また水圧鉄管壁に直接静圧孔をもうけてもよいとしている。静圧孔の位置は、衝撃管の孔を含む水平面が管路を切断する周上において、2 箇以上を等分に配置することを規定している。

(c) 衝撃管も静圧測圧管と同様な先端円錐形の管を用い、その頂部の衝撃孔は 2~4mm の直径とする。また測圧管および衝撃管を 1 箇に組合せた連成管を用いてもよいが、一般的な傾向として衝撃孔は流れの方向に対し 10° の傾きを持っていても測定値への変化はほとんど認められないが、測圧孔は流れの方向と完全に一致しないと、変化が生ずるから注意を要する。

(d) 測定位置では原則として鉄管内の同心円上の各点は同一の流速をなすことが望ましく、この場合は 1 直径に添うての測定でよろしいが、平均および確認の意味で 2 直交直径で測定を行うことがある。この場合両直径における測定値が著しく異なる場合は、不適当な場所であるから採用しない。

(e) ピトー管による 1 直径に添うた測定位置は、5



第 2 図 JEC-117 におけるピトー管の寸法
Fig. 2. Dimensions of Pitot Tube in JEC-117

点法、10点法として知られている位置で行う。

(f) 衝撃管および測圧管につき、第 2 図においてその構造寸法がつぎの範囲にあるものはピトー管係数を 1 と見なし、これ以外の場合では実験によつて係数を求める必要がある。

(i) 衝撃管と測圧管がそれぞれ単独の場合

$$a > (10 \sim 15) D$$

(ii) 衝撃管と測圧管が一つの二重管に構成された場合

$$a > (10 \sim 15) D \quad b > (5 \sim 6) D$$

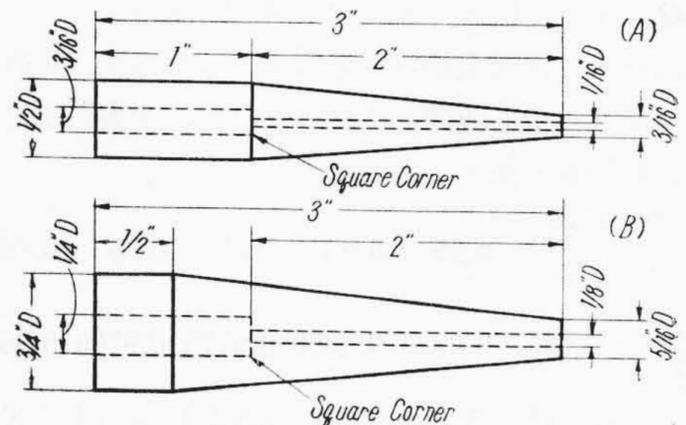
なお本規格では 1 箇の衝撃管を支持管にとりつけ、これを支持管ごと鉄管直径に添うて移動する方法で、天野慎一氏の多年にわたる研究業績がこれらの決定の基礎をなしているものと考えられる。

(2) A.S.M.E. Test Codes (1949) では

(a) 測定位置は上流側 10D, 下流側 5D 以上直線であること (第 136 条, 以下末尾数字は条項番号を示す)。

(b) 測定断面は 0.2% 以内の誤差で実測する (137)。

(c) ピトー管の衝撃管は第 3 図の寸法のものを用いる。(138) この衝撃管を支持棒にとりつけて、鉄管内を支持棒を移動させて計る (139)。



(A) 小型衝撃管 (B) 大型衝撃管

第 3 図 A.S.M.E. 規格ピトー管
Fig. 3. Standard Pitot Tubes of A.S.M.E.

(d) 少なくとも 2 本のピトー管が、少なくとも鉄管の 2 直径にとりつけられなければならない。これらの直径は互に周を等分するようにとりつけられるべきこと。(141)

(e) 測圧孔は衝撃孔の先端と同一平面内の周を等分する 4 点にもうけられ(140) これらの静圧孔は鉄管壁面と完全に一致し、孔は壁面に正しく直角とし、かつ少なくとも孔の径の 2 倍の距離の間は一様な寸法とする。なお孔附近の壁面は孔の上流に 18 inch, 下流に 6 inch の間は流れと完全に平行で、なめらかであることを要す。孔の径は 3/8~1/8" (9.5~3.17 mm) とし、その入口のかどは凹凸がなく、1/10" (2.5 mm) の半径で完全に丸味をつけておく (82)。

(f) 測圧孔は試験状態において、測定断面におけるすべての測定値の平均から、速度水頭の 20% より多い変化があつてはならず、また向い合った孔の圧力の読みの平均は他の組の平均と速度水頭の 10% 以上変つてはいけない。(82) 測定孔はそれぞれ別箇の圧力計に連結され (81) そのすべての平均をピトー管位置の圧力値とする (144)。

(g) 測定点の数は、その部の鉄管断面積 (ft^2) の平方根の 3 倍以上とし、最小数は 18 点とする(142)。なお測定は十分に点の多いことが望ましい (135)。

(h) すべての試験で、同一直径に添うた 2 回ずつの測定が各直径について行われなければならない(143)。1 直径に沿うての測定流量が、同じ直径の他の測定の平均値に対して 1% 以上異なるときは、やり直しをし、やり直し試験が失敗したときには、この試験はこの規格による程度の精度を出すとは考えられず、そのときにはこの規格による受入試験とすることができない(149)。

(i) 平均流速はプラニメータを用いて求める方法による(146)。

(j) 流量はつぎの式によつて求める。

$$Q = CV_a A \dots\dots\dots (3)$$

ここに

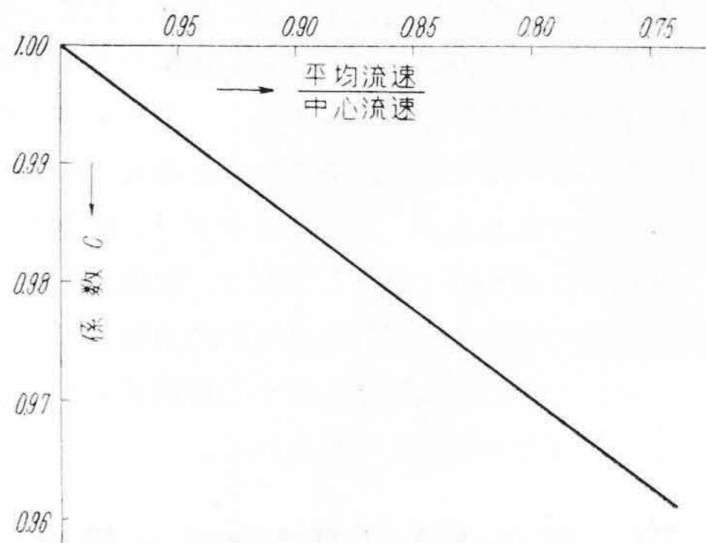
$$Q = \text{流量} \quad V_a = \text{平均流速} \quad A = \text{断面積}$$

C はピトー管測定係数とも称すべきもので、1 直径上の平均流速と中心流速との比によつて、次表のように定められた係数である。

平均流速 中心流速	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
ピトー管測定係数	0.9925	0.9850	0.9775	0.9700	0.9625

なお平均流速と中心流速の比の値が 0.75 以下の場合にはピトー管測定は適用できないものとする(147)。

上表の結果を線図で示せば第 4 図のように直線で表わされる。



第 4 図 A.S.M.E. 規格に採用されているピトー管測定係数
Fig. 4. Pitot Tube Coefficients Picked up in A.S.M.E. Test Codes

(k) このほか A.S.M.E. では特殊な測定条件 (平均流速が毎秒 2 ft (0.61 m) 以上, 20 ft (6.1 m) 以下の場合で、直径 12 ft (3.66 m) 以下の円形断面の管路の場合) について、Cole のピトー計を適用してよいことを認めている(151)。そしてこの範囲外への適用については契約両者の同意の上で行うものとする(151)。

この場合測定場所は上流の曲管部などより直径の 5 倍以上、下流に 1 倍以上とすることが望ましい(154)。またこのピトー管に関しては管の中心位置にピトー管の測定孔をもつて行つたときの流れ方向の、支持棒の投影面積にもとづく測定断面内の支持棒の存在に対して補正を施すことを規定し、可逆型のピトー計 (180° 方向をことにした 2 孔を有する型) に対しては全断面積から支持棒の投影面積の 1.25 倍を、平棒状のピトー計に対しては 1.05 倍を差引くこととしている(156)。以上のほかこのピトー計に対しては独自の規格を作つてはいるが、その根本は Cole の文献(4)内容にもとづいているものといふことができる。

以上の紹介によつてわかるように、ピトー管量水法に関しては、我国の現行規格より米国におけるものが、はるかに進歩した精密な段階にあることを示しているとともに、きわめて制限事項が多く、かつ米国における規格において、2 種類の全くことなつたピトー管を規程していることから見て、本測定法が原理的にはきわめて簡単でも、実際上いかにむつかしいものであるかを示すものといつてよいであろう。最近我国でも新たに規格制定の気運が起り、すでに慎重な検討が行われているが、その内容はますます微細な点にまで立入つたものとなるであろうことは想像にかたくない。

なお上記両規格において忘れてはならないことは、JE C 117 では規定した流量測定法を採用した場合の結果としてえられた水車効率に対し -2% の裕度を認めている

のに対し、A.S.M.E. Test Codes では、規定した測定方法による場合、水車出力および効率の保証に対してはいかなる allowance, tolerance あるいは margin も許さないことを厳密に規定していることである。このことはやゝもすると、A.S.M.E. Test Codes によれば、絶対正確な測定値がえられるものとの誤解を生じやすいが、本規格は単に受入試験における保証値との比較を論じているのであつて、もちろん正確な測定値を目指していることはあきらかではあるが、これをもつて直ちに真の効率や出力がえられていると解するのはあやまりである。裕度を認めないということは、測定結果に対しては議論の余地なく、したごうべきことを機械的に規定したものであることを忘れてはならない。

〔IV〕 大流量測定に使用されるピトー管の種々

さきにも述べたように、ピトー管はその原理としてはきわめて簡単なものであるが、測定実施上はなかなか問題が多く、ことに大流量測定は主として水力発電所において行われることが多いため、発電所の機能を試験期間中停止しなければならないことになるので、発電営業上の見地からは、なるべく短期間に試験を完了することが要望され、そのためには試験がなるべく簡便に行われることが強く要請されることが多い。したがつて現在我国で実施され、また過去において実施された多くの測定においても、多種多様な変形ピトー管が考慮されている。

標準ピトー管による測定や、これに類似した形式のものを使用する方法は昭和初期より、二三の場合に適用されてきたが、熱心にこの測定に従事されたのは天野慎一氏である。同氏はきわめて多くの発電所において、標準ピトー管に近い構造のものを用いて、根気よく測定を続けられた業績は大きい。

変形ピトー管が我国で用いられ始めたのは、主として戦後の電力増強策の刺戟によるところが大きく、旧日本発送電株式会社技師川崎毅氏（現在東京電力株式会社技師）の考案になる HK 式ピトー管や、円管を水圧鉄管内の 1 直径に挿入し、これに多数の測定孔をもうけた多孔式ピトー管（提案者東京工大板谷松樹教授の名に因んで、一般には板谷管と呼ばれている）などはその最も広く採用されている種類であろう。また後者の多孔式ピトー管を基本とする二三の変種もあり、理論的形状を与えることにより、衝撃圧測定孔附近の静圧の値をも知り、したがつて各点の真の動圧を知りうるようにした東北大学沼知教授提案の流線型ピトー管がある。

以上は現在採用され、または実績あるものを示したが、このほかにも種々の試みがあると思われる。しかしてこれらはいずれもそれぞれに特長を有しており、ピトー管

法の大流量測定への応用に大きい貢献をなしてげている。

筆者はこれらのピトー管のそれぞれの特性や、特有の機能について、以下に紹介するつもりであるが、こゝでさらに問題となるのは、ピトー管全般に対する共通的な問題がある筈であり、これをあきらかにしなければ、単に各種ピトー管の性能を云々しても、楯の一面を見るに過ぎないというあやまちを犯すことになる。両者の解明によつてはじめてピトー管による大流量測定の確立が望みえられるわけである。

最近我国では、特に大流量測定のためのピトー管に関する研究が進展し、また多くの経験もえられており、画期的な進歩をもたらしているようであるが、それにもかかわらずなお現地における測定には未知の疑点がかなり多いと考えられる。筆者はピトー管の紹介に先立ち、まずピトー管法に共通な問題点について述べて見たいと思う。(第1部おわり)

参考文献

- (1) 池谷武雄：流量測定法 (OHM 文庫) (昭 29. 2)
- (2) 宮崎・梅津：水車流量効率の現場試験法 (東芝レビュー) 第9巻 第7, 8, 10号 (昭 29)
- (3) 沼知：機械学会誌 34巻 171号 p. 986 (1931)
沼知：機械学会誌 34巻 175号 p. 1580 (1931)
沼知：日本機械学会論文集 4巻 17号 p. 337 (1938)
- (4) E.S. Cole: Trans. A.S.M.E. Vol. 57, HYD-57-8 p. 281 (1935)
E.S. Cole: Trans. A.S.M.E. August p. 465 (1939)

Vol. 38 日立評論 No. 4 目次

- ◎電源開発株式会社西東京変電所納 156,000 kVA 制振変圧器
- ◎東京電力株式会社潮田火力発電所増設 55,000 kW 発電設備性能試験結果
- ◎大流量測定法としてのピトー管法に関する諸問題 (第2部)
- ◎中部電力天龍幹線における指令式搬送保護継電装置の人工故障試験
- ◎電解用低電圧大電流直流発電機
- ◎遠心電気集塵器
- ◎力率改善と蓄電器電動器について
- ◎走行車輛の振動解析について (第2報)
- ◎インターナル エキスパンションド クラッチの伝達トルクについて
- ◎歯車の動荷重試験
- ◎B列全判横巻両面オフセット輪転機
- ◎X線断層像の鮮鋭度について
- ◎マイクロ波可搬型テレビジョン中継装置
- ◎空中線測定における諸問題
- ◎酸化物陰極のスパーク現象
- ◎ヒョウタン型通信ケーブルに関する諸問題

東京都千代田区丸の内1ノ4 (新丸ビル7階)

日立評論社

誌代 1カ月 ¥100(〒12) 6カ月 ¥430(送料) 12カ月 ¥840(送料)

日立製作所社員社外講演一覧 (昭和30年11月受付分)

講演月日	主催	演題	所属	講演者
11/18	電気学会北陸支部	遮断器の開閉異常電圧について	日立研究所	牧元
11/11	電気学会	磁気増幅器の応用	日立研究所	今尾隆
11/12	京都府X線技師会	X線管の繰返し使用規格について	茂原工場	高野静夫
11/25	日本能率協会	文書の分類, 保管, 整理および帳票管理の具体例と問題点	戸塚工場	太田文平
11/9	学術振興会	金属黒鉛刷子の特性におよぼす黒鉛の影響	日立研究所 日立化工	一木利信 高橋広治
11/29, 12/1	神奈川県商工指導所	社内規程の作成および管理方法ならびに問題点	戸塚工場	太田文平
11/8	日本能率協会	営業事務および資材事務の機械化	本社	亀田進
11/18	硫酸協会	自動制御計画と実際	多賀工場	佐藤芳男
11/25	日本海外移住協会	ブラジルの工業について	本社	歌原誠一
12/13	東京都経済局商工企業部	小型冷凍機およびパッケージドエアコンディショナー	本社	高橋秀彦
11/30	日本規格協会	仕事の標準化の利点	茂原工場	宮城精吉
11/28	日本通運株式会社	安全管理と監督者訓練	亀戸工場	寺下信
12/1~2	富士製鉄株式会社	鑄鍛鋼品の非破壊検査	水戸分工場	泉八郎
12/12~14	日刊工業新聞	M A P I と設備管理	本社	村川武雄
4/上旬	日本鉄鋼協会	Cr-Mo系熱間ダイス鋼の熱処理と諸性質について	安来工場	小田柴定雄 稲中朝雄
4/上旬	日本鉄鋼協会	耐衝撃用工具 Si-Cr-W 鋼におよぼす Mo, V 添加の影響	安来工場	小柴定雄 九重常男
4/上旬	日本鉄鋼協会	低合金鑄鋼の研究 (II)	亀有工場	宮崎勢四郎
4/上旬	電気三学会	逆並列水銀変換装置の電流飛躍現象	日立工場 日立研究所	曾根田瑞夫 金沢信二
4/上旬	電気三学会	同期外れ保護継電器	日立研究所	小野邦男
4/上旬	電気三学会	直列コンデンサ保護ギャップの特性	日立研究所	笈川俊雄 落清
4/上旬	電気三学会	13.2 kV 2,000 MVA 空気遮断器の遮断性能	日立研究所	山崎精二 鴨志田林哲実 小林常義
4/上旬	電気三学会	密閉母線の遮蔽効果について	日立研究所	高砂常義
4/上旬	電気三学会	水銀インバータと並列接続運転される同期機の安定度の判定法	日立研究所	高林乍人 信
4/上旬	電気三学会	ブラウン管オシログラフによる単相交流子電動機の整流状況の観測	日立研究所	一茂木利信 木村井
4/上旬	電気三学会	直列コンデンサ系統の誘導電動機の自己励磁 (第2報)	日立研究所	河井與田健二
4/上旬	電気三学会	間歇放電法による衝撃電圧絶縁試験器	日立研究所	井上利夫 沢田博次
4/上旬	電気三学会	直流電動機の急速加減速制御	日立研究所	前田敏明 小野田芳光
4/上旬	電気三学会	力率の遠隔測定装置	日立研究所	片木劍三郎 石崎幸
4/上旬	電気三学会	アナコンによる電力動揺の解析	日立研究所	小鈴木栄二 鈴木守
4/上旬	電気三学会	連絡線負荷制御および周波数偏倚連絡線負荷制御のアナコンによる解析	日立研究所	小竹鈴木栄克 鈴木守
4/上旬	電気三学会	トランジスター水晶発振器における周波数変調の方法について	戸塚工場	波多野泰吉

(第32頁へ続く)