

# 渦巻ポンプのウォーターハンマの計算に用いる全般 特性曲線図を求める実験について

小 堀 威\*

## The Experiments to Obtain Complete Characteristic Diagram for the Calculation Regarding Water Hammer Phenomenon of Centrifugal Pumps

By Takeshi Kobori  
Kameari Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

To analyse the water hammer phenomenon which would occur when the driving power of the pump fails suddenly, the complete characteristic diagram of the pump, covering the pump characteristics, the reverse flow characteristics and the turbine characteristics at various speeds, should be utilized.

The writer, in his research on water hammer phenomenon in the pumping plant of the Numazawa-numa Pumped Storage Power Station, tested model pumps at four stages of velocity i.e. 0, quarter, half and full speeds and obtained the complete characteristic diagram of the pump based on the data of the test. The calculated results of the water hammer phenomenon, utilizing the diagram, had coincided fairly well with the results obtained by the field tests of the prototype pump. Then the writer further investigated to know to what limit could the model experiment be cut short without causing any much errors, using the experimental data with the Numazawa-numa model pump. As the result of his investigation, he could ascertain the following:

The tests would sufficiently fulfil the purpose, if they be done at the half speed only for the pump, reverse flow and turbine characteristics, and in the state of runaway in case of the turbine.

### 〔I〕 緒 言

渦巻ポンプの運転中において停電した際に生ずるウォーターハンマ現象を解析するためには、そのポンプの全般特性すなわち種々の回転速度に対する普通ポンプ特性、逆流特性ならびに水車特性を知る必要がある。

筆者はさきに東北電力株式会社納沼沢沼揚水発電所用ポンプのウォーターハンマの解析に当つてはモデルポンプの実験によつてその全般特性を求めたのであるが、実験は普通ポンプ特性に対しては全速度 ( $N=2,940$  rpm) お

よび半速度 ( $N=1,470$  rpm) の二種類、逆流特性に対しては全速度、半速度、1/4 速度 ( $N=735$  rpm) および 0 速度 (停止) の四種類、水車特性に対しては全速度、半速度および 1/4 速度の三種類ならびに走り放し状態に対して行つた。これらの実験結果より全般特性曲線図を求めたものが第 1 図 (次頁参照) であり、これを用いてウォーターハンマを計算した結果は実物ポンプによる実測の結果とかなりよく一致したのである。<sup>(1)</sup>

全般特性曲線図を求めるに際し、種々の回転速度に対する特性を一々実験によりて求めるのに比べれば上述の実験はかなり簡略なものである。しかしさらに実験をど

\* 日立製作所亀有工場

の程度まで簡略にしても実用的には差支えないかを確認しておくことは、沼沢沼ポンプのごとき高揚程、大容量のポンプを設置する場合に、そのウオータハンマに伴う水圧上昇の予測を行うに当りきわめて貴重な資料となるものと考えらる。

なお本文中に使用してある  $n, q, h$  および  $m$  なる記号はそれぞれポンプの任意のときにおける回転速度、流量、ポンプに加わる圧力水頭およびトルクをそのポンプの基準揚程時の回転速度、流量、揚程およびトルクに対する割合にて示したものである。

**[II]  $n=0.5, n=0$  および  $m=0$  (走り放し) における実験結果より求めた全般特性曲線図**

**(1) ポンプ特性曲線群**

$n=0.5$  (モデルポンプの実回転数  $N=1,470$  rpm) におけるモデルポンプの実験により求めたポンプ特性値は第1表のごとくである。

各回転数における特性値間にはすべて相似法則が成立するものとすれば

$$q \propto n, h \propto n^2 \text{ および } m \propto n^2$$

の関係があるから、第1表の値を用いて他の  $n$  の値に対する  $q, h$  および  $m$  の値を算出して  $n$  をパラメータとするポンプ特性曲線群を描くことができる。

**(2) 逆流特性曲線群**

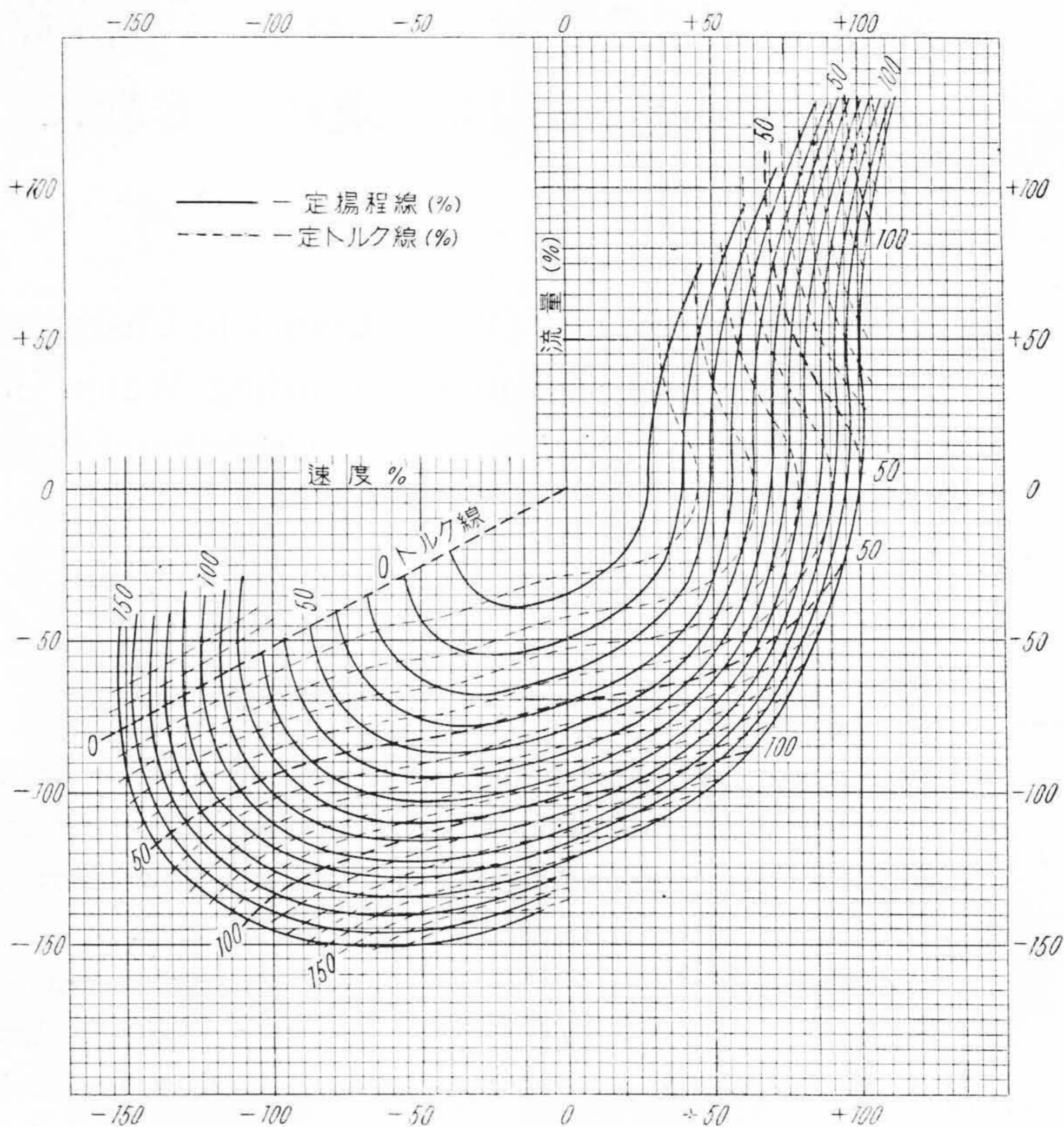
$n=0$  および  $n=0.5$  におけるモデルポンプの実験により求めた逆流特性値はそれぞれ第2表および第3表のごとくである。

$n=0$  における逆流特性において  $q$  と  $h$  および  $m$  との間にはつぎの関係が成立するものとする。ただし  $c$  および  $c'$  は常数である。

$$h = cq^2, m = c'q^2$$

しかるときは常数  $c$  および  $c'$  は第2表よりつぎのごとく求めることができる。

$$c = \frac{\sum h}{\sum q^2} = \frac{2.939}{3.777} = 0.778$$



第1図  $n=1, n=0.5, n=0.25, n=0$  および  $m=0$  の実験結果より求めた全般特性曲線図

Fig.1. Complete Characteristic Diagram Obtained from Experiments  $n=1, n=0.5, n=0.25, n=0$  and  $m=0$

第1表  $n=0.5$  におけるポンプ特性値  
Table 1. Pump Characteristic Values at  $n=0.5$

	$q$	$h$	$m$
1	0	0.315	0.121
2	0.1	0.310	0.131
3	0.2	0.305	0.158
4	0.3	0.298	0.189
5	0.4	0.281	0.216
6	0.5	0.256	0.236
7	0.6	0.224	0.253
8	0.7	0.172	0.261
9	0.8	0.099	0.263
10	0.9	—	0.253
11	1.0	—	0.232

$$c' = \frac{\sum m}{\sum q^2} = \frac{3.849}{3.777} = 1.019$$

したがって  $n=0$  における逆流特性はつぎの式により表わされる。

$$h = 0.778 q^2, m = 1.019 q^2 \dots \dots \dots (1)$$

第2表  $n=0$  における逆流特性値  
Table 2. Reverse Flow Characteristic Values at  $n=0$

	$q$	$h$	$m$
1	0.359	0.091	0.147
2	0.429	0.143	0.202
3	0.492	0.190	0.262
4	0.647	0.326	0.433
5	0.664	0.341	0.447
6	0.701	0.390	0.501
7	0.755	0.442	0.572
8	0.791	0.491	0.621
9	0.822	0.525	0.664

第3表  $n=0.5$  における逆流特性値  
Table 3. Reverse Flow Characteristic Values at  $n=0.5$

	$q$	$h$	$m$
1	0.344	0.438	0.233
2	0.364	0.448	0.245
3	0.404	0.471	0.278
4	0.428	0.498	0.301
5	0.463	0.523	0.331
6	0.512	0.555	0.379
7	0.529	0.577	0.404
8	0.572	0.626	0.455
9	0.604	0.661	0.500
10	0.660	0.730	0.578
11	0.705	0.784	0.652

つぎに正回転における逆流特性はつぎの形の式にて表わされるものとする。

$$h = an^2 + bnq + cq^2$$

$$m = a'n^2 + b'nq + c'q^2$$

ただし  $a, b, c$  および  $a', b', c'$  はそれぞれ常数とする。しかるに  $n=0$  においては(1)式で表わされるから上式において  $c$  および  $c'$  の値は

$$c = 0.778, \quad c' = 1.019$$

でなければならない。

また  $n=0.5$  における普通特性の実験値(第1表)よりすれば  $q=0$  において  $h=0.315, m=0.121$  であるから

$$h = a \times 0.5^2 = 0.315, \quad m = a' \times 0.5^2 = 0.121$$

となり、したがって

$$a = \frac{0.315}{0.5^2} = 1.26 \quad a' = \frac{0.121}{0.5^2} = 0.484$$

となるから  $h$  および  $m$  の式はつぎのごとくなる。

$$h = 1.26n^2 + bnq + 0.778q^2$$

$$m = 0.484n^2 + b'nq + 1.019q^2$$

第4表  $n=0.5$  における水車特性値  
Table 4. Turbine Characteristic Values at  $n=0.5$

	$q$	$h$	$m$
1	0.434	—	0.098
2	0.444	0.208	0.104
3	0.530	0.242	0.170
4	0.635	0.300	0.285
5	0.713	0.359	0.363
6	0.771	0.425	—
7	0.793	0.436	0.473
8	0.843	0.478	0.511
9	0.886	0.532	0.589

こゝにおいて第3表の  $n=0.5$  における逆流特性実験値を用いて上式中の常数  $b$  および  $b'$  の値を求めることができる。すなわち

$$b = 0.1894, \quad b' = -0.00351$$

となる。したがって正回転における逆流特性を表わす式はつぎのごとくなる。

$$\left. \begin{aligned} h &= 1.26n^2 + 0.1894nq + 0.778q^2 \\ m &= 0.484n^2 - 0.00351nq + 1.019q^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots (2)$$

(2)式により種々の  $n$  の値に対する  $q$  と  $h$  および  $q$  と  $m$  との関係を算出して、 $n$  をパラメータとする逆流特性曲線群を描くことができる。

### (3) 水車特性曲線群

モデルポンプの実験によりて求めた  $n=0.5$  における水車特性値は第4表に掲げのごとくである。水車特性もまたつぎの形の式にて表わされるものとする。

$$h = an^2 + bnq + cq^2, \quad m = a'n^2 + b'nq + c'q^2$$

しかるに  $n=0$  においては前に求めたごとく

$$c = 0.778, \quad c' = 1.019$$

である。また  $m=0$  (走り放し) における実験結果では

$$q = 0.5207n, \quad h = 2.3818q^2$$

であるから、走り放し状態にて  $n=0.5$  のときは

$$q = 0.5207 \times 0.5 = 0.26035$$

$$h = 2.3818 \times 0.26035^2 = 0.16144$$

となる。これらの値を  $h$  の式に代入すれば

$$0.16144 = 0.5^2 a + 0.5 \times 0.26035 b + 0.778 \times 0.26035^2$$

$$\therefore a = 0.43484 - 0.5207b$$

よつて  $n=0.5$  における  $h$  と  $q$  との関係式はつぎのごとくなる。

$$h = 0.5^2 \times (0.43484 - 0.5207b) + 0.5bq + 0.778q^2$$

$$= 0.10871 + (0.5q - 0.13018)b + 0.778q^2$$

この式に第4表の  $h$  および  $q$  の実験値を入れて常数  $b$  の値を求めれば

$$b = -0.615$$

となり、したがってまた常数  $a$  の値は

$$a = 0.43484 - 0.5207 \times (-0.615) = 0.755$$

のごとく定まる。よつて水車特性における  $h, n$  および  $q$  の間の関係はつきのごとく表わされる。

$$h = 0.755 n^2 - 0.615 nq + 0.778 q^2 \dots\dots (3)$$

つぎに

$$m = a'n^2 + b'nq + c'q^2$$

の式に  $c' = 1.019$  の値および  $n = 0.5$  において  $m = 0$  のときの  $q = 0.26035$  の値を代入して

$$0 = 0.5^2 a' + 0.5 \times 0.26035 b' + 1.019 \times 0.26035^2$$

$$\therefore a' = -0.5207 b' - 0.27628$$

よつて  $n = 0.5$  における  $m$  と  $q$  との関係式はつきのごとくなる。

$$m = 0.5^2 \times (-0.5207 b' - 0.27628) + 0.5 b' q + 1.019 q^2 = -0.06907 + (0.5 q - 0.13018) b' + 1.019 q^2$$

この式に第 4 表の  $m$  および  $q$  の実験値を入れて常数  $b'$  の値を求めれば

$$b' = -0.3927$$

となり、したがつて常数  $a'$  の値は

$$a' = -0.5207 \times (-0.3927) - 0.27628 = -0.0718$$

のごとく求められる。よつて水車特性における  $m, n$  および  $q$  の間の関係はつきのごとく表わされる。

$$m = -0.0718 n^2 - 0.3927 nq + 1.019 q^2 \dots\dots (3')$$

(3) および (3') 式により種々の  $n$  の値に対する  $q$  と  $h$  および  $q$  と  $m$  との関係を算出して、 $n$  をパラメータとする水車特性曲線群を描くことができる。

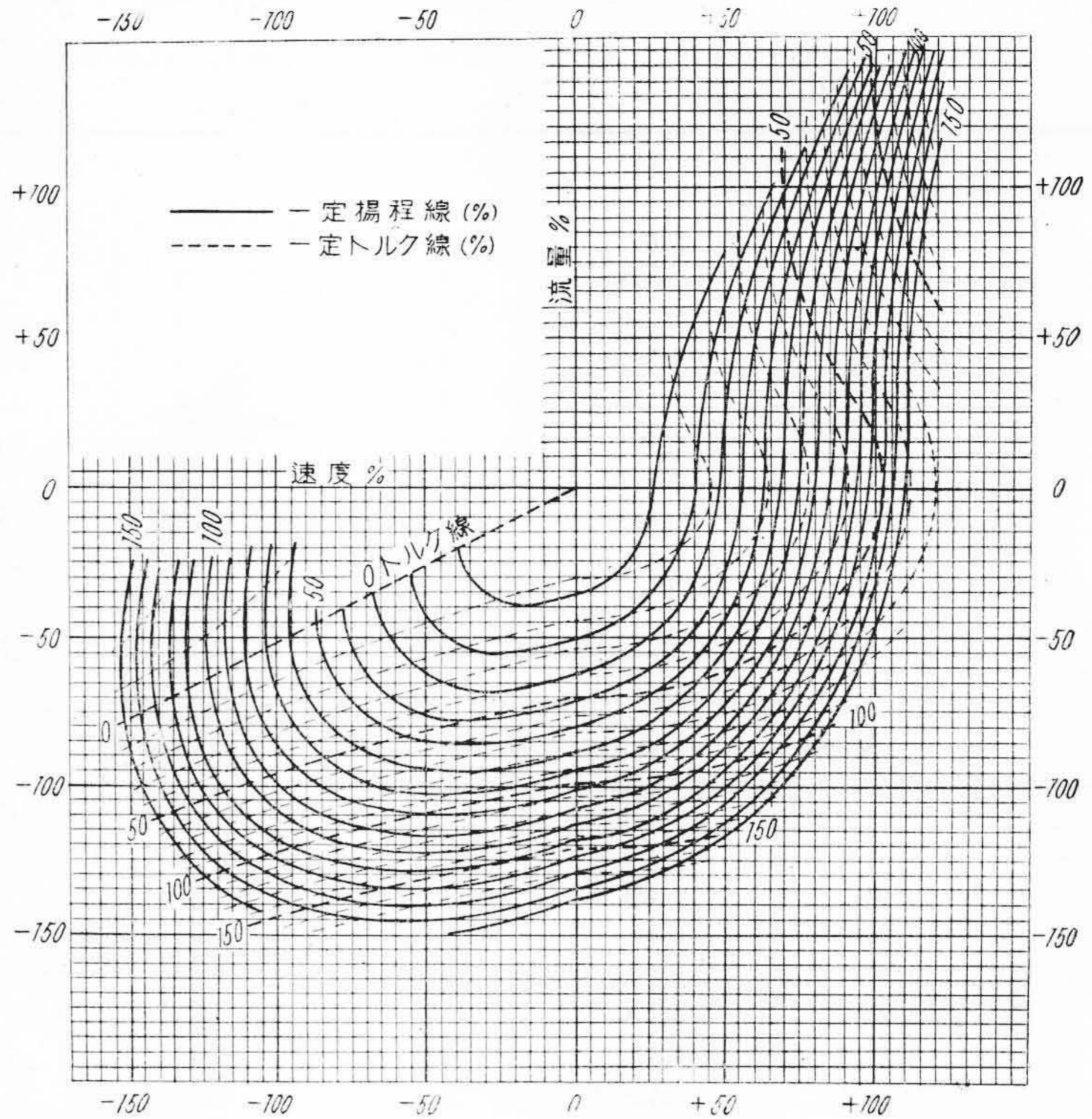
(4) 全般特性曲線図

前節までに述べたごとき方法によつて描ける普通特性曲線群、逆流特性曲線群および水車特性曲線群より、 $h$  および  $m$  がそれぞれ一定の場合の  $n$  と  $q$  との関係値をとり、 $h$  および  $m$  をパラメータとして横軸に  $n$  をとり、縦軸に  $q$  をとつて一枚の全般特性曲線図を描くことができる。第 2 図はかくのごとくして描ける全般特性曲線である。

[III]  $n = 0.5$  および  $m = 0$  (走り放し) における実験結果より求めた全般特性曲線図

(1) ポンプ特性曲線群

$n = 0.5$  におけるポンプ特性実験値より求めるポンプ



第 2 図  $n = 0.5, n = 0$  および  $m = 0$  の実験結果より求めた全般特性曲線図

Fig. 2. Complete Characteristic Diagram Obtained from Experiments  $n = 0.5, n = 0$  and  $m = 0$

普通特性曲線群は前章で求めたものと全く同じである。

(2) 逆流特性曲線群

$n = 0.5$  における逆流特性の実験式は

$$h = 0.315 + 0.040 q + 0.881 q^2$$

$$m = 0.121 - 0.099 q + 1.201 q^2$$

である。(1) これを

$$h = an^2 + bnq + cq^2$$

$$m = a'n^2 + b'nq + c'q^2$$

の形に書き直せば

$$\left. \begin{aligned} h &= 1.260 n^2 + 0.080 nq + 0.881 q^2 \\ m &= 0.484 n^2 - 0.198 nq + 1.201 q^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots (4)$$

となる。

また  $n = 0.5$  における水車特性の実験式は

$$h = 0.211 - 0.404 q + 0.865 q^2$$

$$m = -0.055 + 0.006 q + 0.801 q^2$$

であり(1), これを前と同様に書き直せば

$$\left. \begin{aligned} h &= 0.844 n^2 - 0.808 nq + 0.865 q^2 \\ m &= -0.220 n^2 + 0.012 nq + 0.801 q^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots (5)$$

となる。

よつて  $n=0$  に対しては正転逆流特性の実験式(4)からは

$$h=0.881q^2, \quad m=1.201q^2$$

となり、水車特性の実験式(5)からは

$$h=0.865q^2, \quad m=0.801q^2$$

となる。しかるに  $n=0$  においては  $h$  および  $m$  は上記両者がそれぞれ等しかるべきである。よつて上記のそれぞれ二種の値の平均をとることゝすれば

$$c = \frac{0.881+0.865}{2} = 0.873, \quad c' = \frac{1.201+0.801}{2} = 1.001$$

となる。

つぎに  $q=0$  においては  $h$  および  $m$  の値はポンプ特性の  $q=0$  の場合のそれぞれの値と等しくなるはずであるから、 $n=0.5$  に対しては

$$h=0.315, \quad m=0.121$$

となり、したがつて前章におけると同様に

$$a=1.26, \quad a'=0.484$$

となる。よつて

$$h=1.260n^2+bnq+0.873q^2$$

$$m=0.484n^2+b'nq+1,001q^2$$

がえられる。こゝにおいて上式に第3表の  $n=0.5$  における逆流特性実験値を入れて常数  $b$  および  $b'$  の値を求めれば

$$b=0.08809, \quad b'=0.01576$$

がえられる。したがつて正回転における逆流特性を表わす式はつぎのごとくなる。

$$\left. \begin{aligned} h &= 1.260n^2 + 0.08809nq + 0.873q^2 \\ m &= 0.484n^2 + 0.01576nq + 1.001q^2 \end{aligned} \right\} (6)$$

(6)式により種々の  $n$  の値に対する  $q$  と  $h$  および  $q$  と  $m$  との関係を算出して逆流特性曲線群を描くことができる。

### (3) 水車特性曲線群

水車特性において

$$h=an^2+bnq+cq^2$$

$$m=a'n^2+b'nq+c'q^2$$

の式中常数  $c$  および  $c'$  の値は

$$c=0.873, \quad c'=1.001$$

となることは前節と同様である。

つぎに  $m=0$  において  $n=0.5$  の場合は前章に述べたごとく

$$q=0.26035, \quad h=0.16144$$

であるから  $h$  の式にこれらの値を代入すれば

$$a=0.40908-0.5207b$$

がえられる。よつて  $n=0.5$  における  $h$  の式はつぎのごとくなる。

$$h=0.10227+(0.5q-0.13018)b+0.873q^2$$

この式に第4表の  $h$  および  $q$  の実験値を入れて常数  $b$  の値を求めれば

$$b=-0.807$$

となり、したがつて常数  $a$  の値は

$$a=0.829$$

がえられる。よつて水車特性における  $h$ ,  $n$  および  $q$  の間の関係はつぎのごとく表わされる。

$$h=0.8729n^2-0.807nq+0.873q^2 \dots\dots (7)$$

つぎに  $m$  の式に  $c'=1.001$  および  $n=0.5$  において  $m=0$  のときの  $q=0.26035$  の値を代入すれば

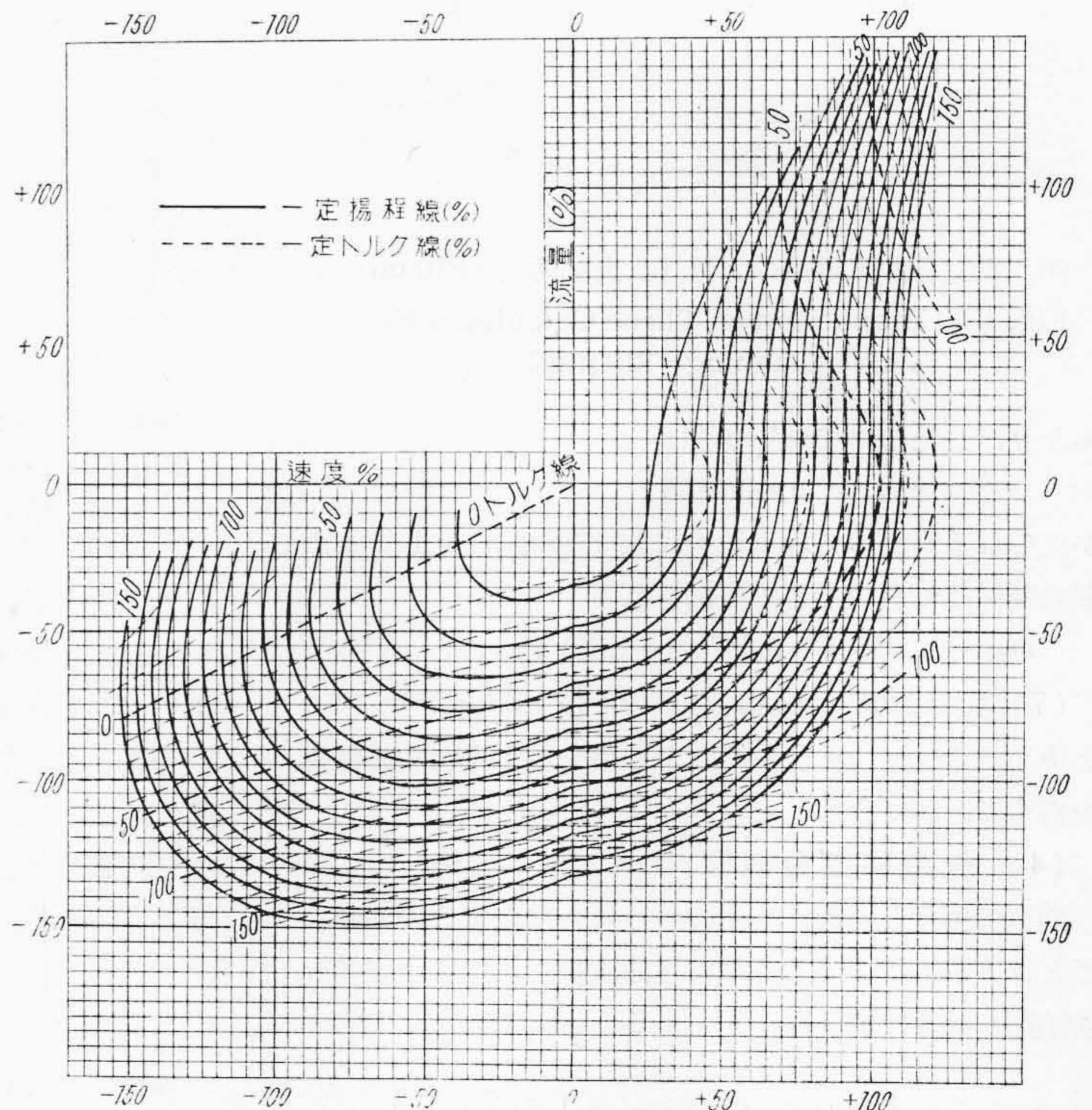
$$a'=-0.5207b'-0.2714$$

がえられる。よつて  $n=0.5$  のときの  $m$  の式はつぎのごとくなる。

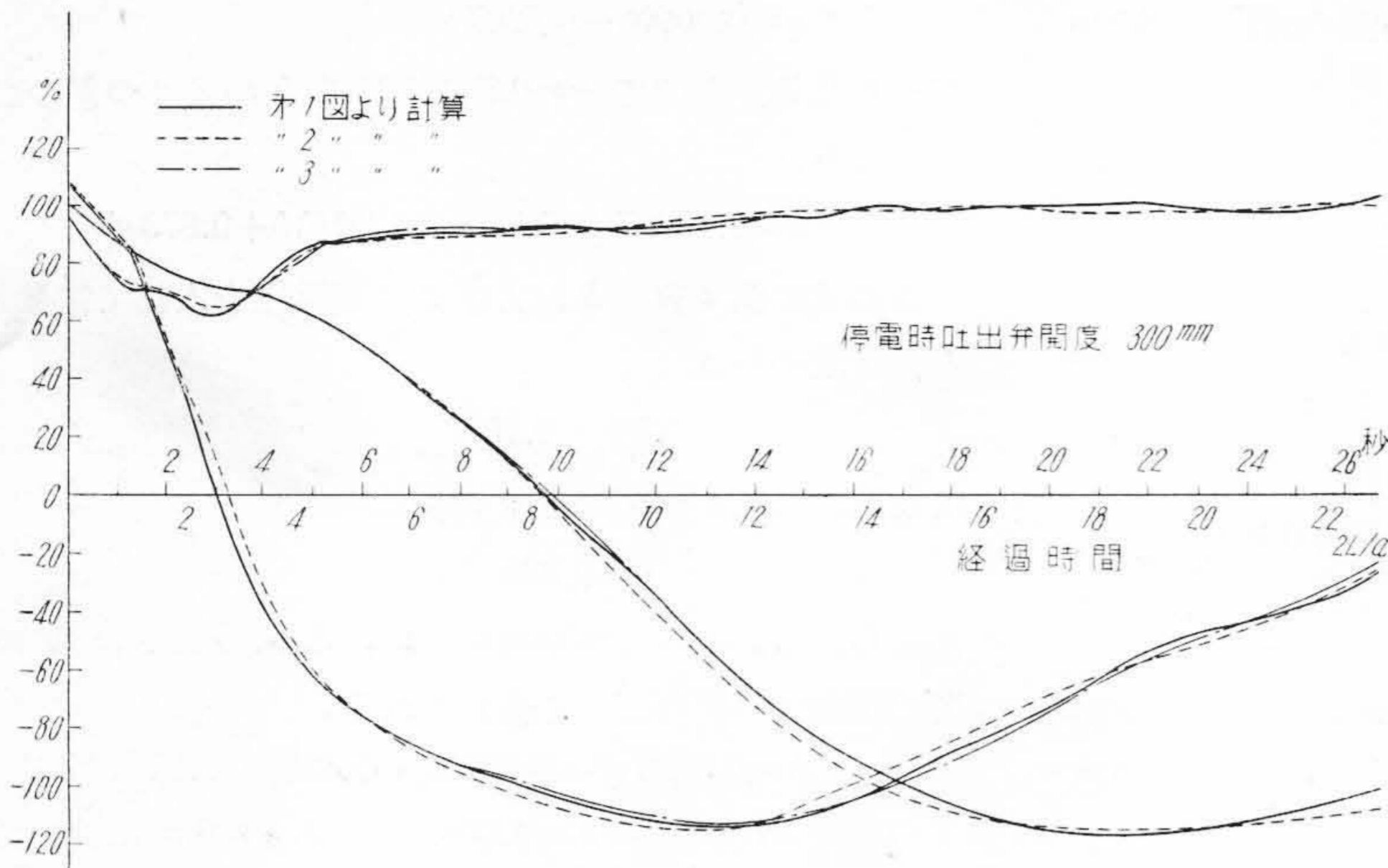
$$m=-0.06875+(0.5q-0.13018)b'+1.001q^2$$

この式に第4表の  $m$  および  $q$  の実験値を入れて常数  $b'$  の値を求めれば

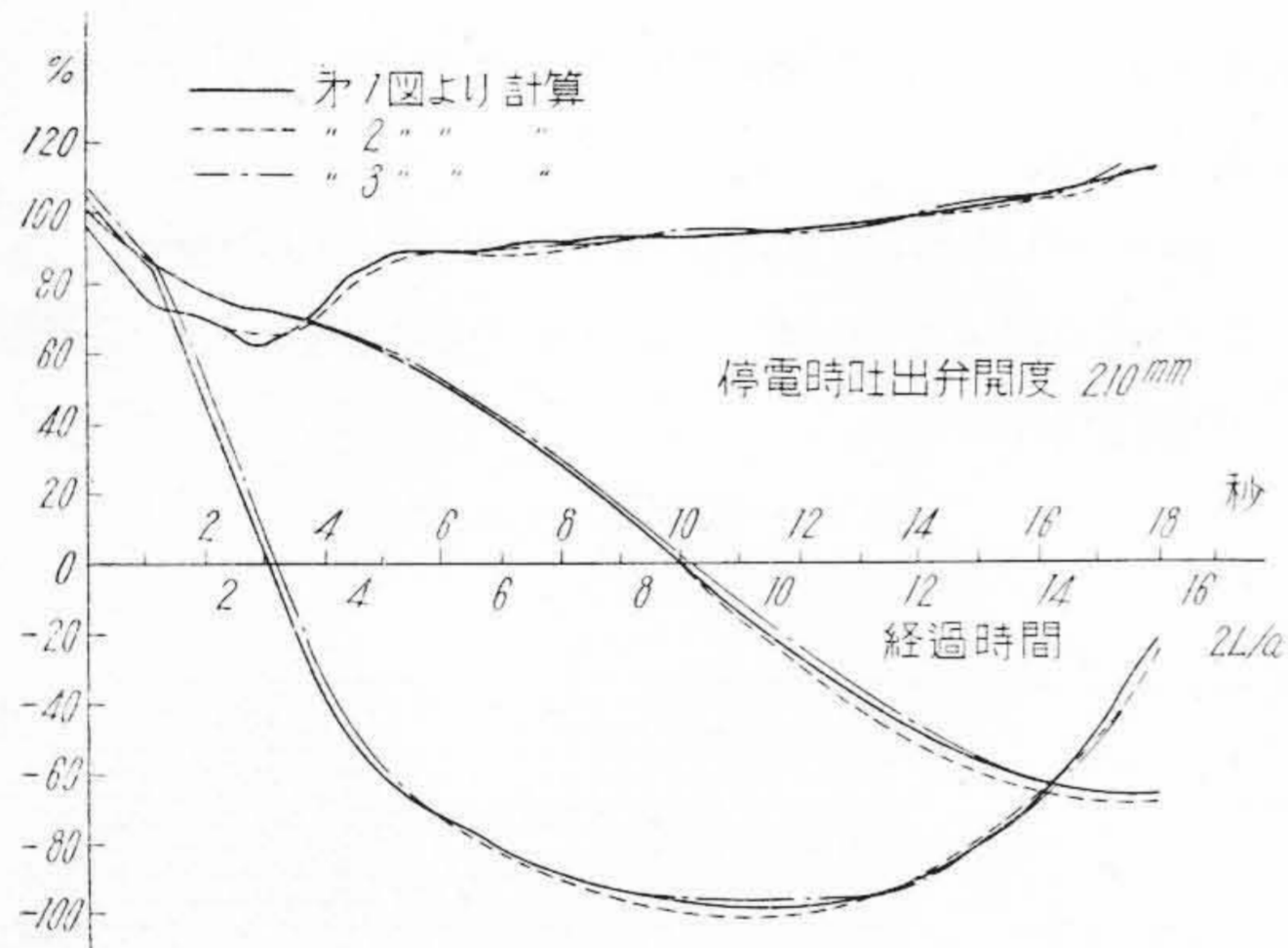
$$b'=-0.357$$



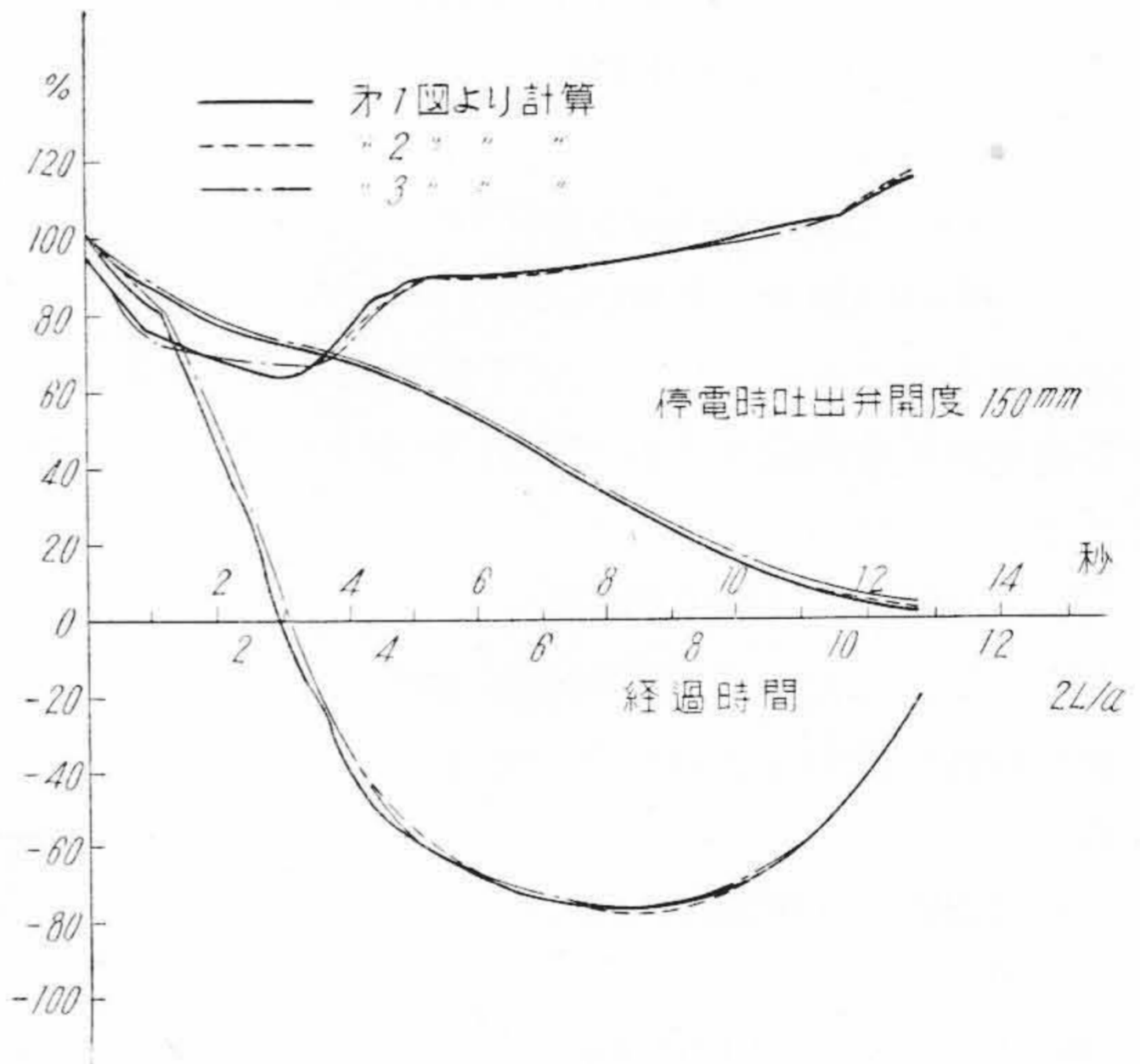
第3図  $n=0.5$  および  $m=0$  の実験結果より求めた全般特性曲線図  
Fig. 3. Complete Characteristic Diagram Obtained from Experiments  $n=0.5$  and  $m=0$



第 4 図  
各計算結果の比較  
(吐出弁開度 = 300 mm)  
Fig. 4.  
Comparison of Three  
Calculated Results  
(Valve Opening = 300 mm)



第 5 図 各計算結果の比較 (吐出弁開度 = 210 mm)  
Fig. 5. Comparison of Three Calculated Results  
(Valve Opening = 210 mm)



第 6 図 各計算結果の比較 (吐出弁開度 = 150 mm)  
Fig. 6. Comparison of Three Calculated Results  
(Valve Opening = 150 mm)

となり、したがって  $a'$  の値は  
 $a' = -0.0855$

がえられる。よつて水車特性における  $m$ ,  $n$  および  $q$  の間の関係はつぎのごとく表わされる。

$$m = -0.0855 n^2 - 0.357 nq + 1.001 q^2 \dots \dots (7')$$

(7) 式および (7') 式により種々の  $n$  の値に対して  $q$  と  $h$  および  $q$  と  $m$  との関係を算出して水車特性曲線群を描くことができる。

(4) 全般特性曲線図

前章の場合と同様に本章においても前節までに述べたごとき方法にて描ける各種特性曲線群を用いて全般特性曲線図を描けば第 3 図がえられる。

[IV] 各全般特性曲線図を用いてそれぞれウオータハンマを計算した結果の比較

第 1 図、第 2 図および第 3 図の各全般特性曲線図を用

いて、沼沢沼発電所の揚水ポンプにつき、吐出弁の開度をそれぞれ 300 mm, 210 mm および 150 mm にて揚水している各場合において停電した際のウオータハンマを計算して比較したものが、第 4 図、第 5 図および第 6 図である。これらの図を見るに三種の全般特性曲線図により計算した結果は、吐出弁の各開度毎にそれぞれかなりよく一致していることが認められる。

[V] 結 言

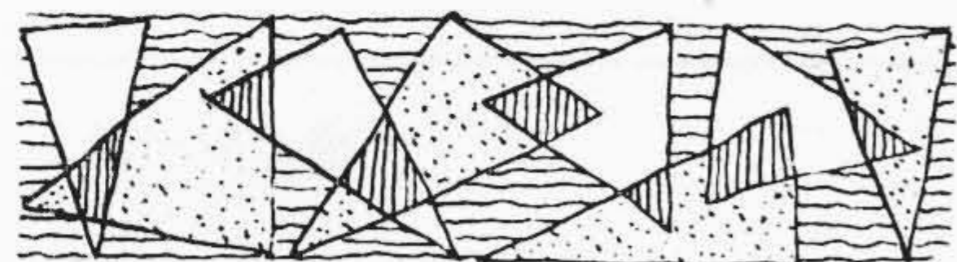
本検討の結果よりすれば、ポンプのウオータハンマを計算するに要する全般特性曲線図を求めるためには、回転数を種々に変えて実験を行わなくとも、ある適当な回転数一種についてポンプ特性、正転逆流特性、水車特性

ならびに走り放しに対する実験を行うのみで、他の回転数に対する特性はすべて相似法則により計算して求めても、ウオータハンマの予測計算の目的に対してはなんらさしつかえのないことが認められる。

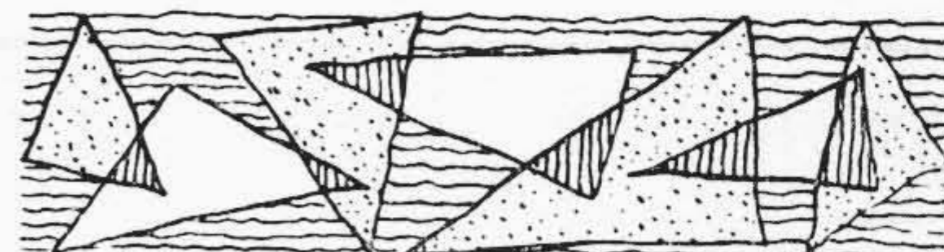
なお本検討に当り数値計算ならびに作図の労を煩わした宮代氏に対し厚く感謝の意を表する。

参 考 文 献

(1) 小堀：日立評論 35 919 (昭 28-6)



特 許 と 新 案

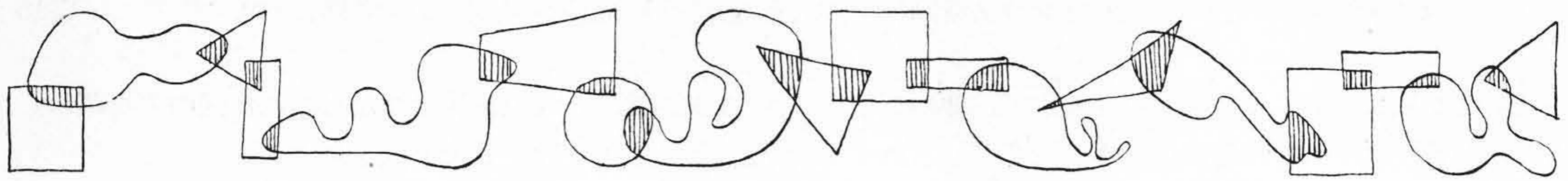


最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その4)

(第34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	415621	洗 濯 機	多賀工場	林 岐 部 五 郎 治	29. 7. 20
"	415624	電 動 洗 濯 機	多賀工場	農 沢 靖 夫 昇 一	"
"	415625	蓋 開 閉 装 置	多賀工場	農 沢 靖 夫	"
"	415628	洗 濯 機 回 動 軸 の 軸 封 装 置	多賀工場	益 子 三 郎	"
"	415629	扇 風 機	多賀工場	四 倉 輝 夫	"
"	415630	電 気 洗 濯 機 ケ ー ス	多賀工場	四 倉 輝 夫	"
"	415631	扇 風 機	多賀工場	四 倉 輝 夫	"
"	415632	電 気 洗 濯 機 ケ ー ス	多賀工場	四 倉 輝 夫	"
"	415636	扇 風 機 用 ス タ ン ド	多賀工場	四 倉 輝 夫	"
"	415637	扇 風 機 用 ス タ ン ド	多賀工場 日立工場	四 倉 輝 夫 貞 之 助	"
"	415638	扇 風 機 ハ ン ド ル	多賀工場	四 倉 輝 夫	"
"	415639	真空蒸着装置のガラス鐘操作装置	多賀工場	小 沼 武 男 郎	"
"	415591	三相変圧器バンクの保護装置	亀戸工場	大 西 真 史	"
"	415592	三相変圧器バンクの保護装置	亀戸工場	大 西 真 史	"
"	415593	三相変圧器バンクの保護装置	亀戸工場	大 西 真 史	"
"	415611	圧 力 開 閉 器	亀戸工場	大 和 利 丸	"
"	415607	螢 光 放 電 灯 器 具	亀戸工場	井 上 実	"
"	415605	回 転 型 垂 直 指 向 性 空 中 線	戸塚工場	小 和 田 明 郎 夫	"
"	415606	指 向 性 お よ び 無 指 向 性 兼 用 空 中 線	戸塚工場	家 形 秀 夫	"
"	415641	異 径 管 を 接 続 せ る ア ン テ ナ	戸塚工場	南 波 栄 吉 一 郎	29. 7. 20
"	415819	回 転 型 垂 直 指 向 性 空 中 線	戸塚工場	高 木 寿 夫	29. 7. 27
"	415635	電 子 管 口 金	茂原工場	泉 田 侑 広	29. 7. 20
実用新案	415622	螢 光 放 電 管 の 織 糸 電 極	中央研究所	中 村 純 之 助 登	29. 7. 20



日立製作所社員社外講演一覧 (昭和29年5月分受付)

講演月日	主催	演題	所属	講演者
5/21	日本電気協会	積算電力計の摩擦誤差について	多賀工場	中村奎一
5/30	全日本能率連盟	帳票類設計基準の日本工業規格登録とその普及および影響	戸塚工場	太田文平
5/10	衛生工業協会	空気調整と電気集塵	日立研究所	橋本清隆
6/28	真空技術研究会	サーミスター真空計について	中央研究所	近藤弥太郎
5/14	精密鑄造研究会	試作経験から見たシェルモールド法の特質	多賀工場	丹浩平 江刺清夫
5/12	神奈川県商工指導所	中小企業を対象とした工程管理	戸塚工場	小林季八
5/12	日本能率協会	WF法導入実施について	多賀工場	真鍋典男
5/21	日本電気協会	最近の電鉄用屋外ユニット変電所	大阪営業所	岡本博
5/19	北海道炭鉱技術会 電気部会	炭鉱における自動制御について	本社	中野二郎
5/20	札幌炭山保安監督部 北海道炭鉱技術会	炭坑用配電函遮断器について	本社	中野二郎
5/19	九州熱管理協会	マレブルの熱処理について	戸畑工場	栗原幹雄
5/20	北海道炭鉱技術会および保安教育委員会	日立防爆型電磁開閉器の取扱について	日立工場	楊元之
9/1~3	日本機械学会その他	ゴースト部の疲れ強さ	日立研究所	大内田久
6/1	索友会	ケーブルカーの新しい試みについて	笠戸工場	大橋剛
6/上旬	日本鑄物協会 九州支郎	シェルモールド法の研究 (第1報) シエルの性質の考察	戸畑工場	高橋良治
6/上旬	日本鑄物協会 九州支部	延性鑄鉄の第二段黒鉛化に関する研究 (主に Ni および Cu の影響)	戸畑工場	川井昂
9/1	日本学会議理論 および応用力学研 究連絡委員会	時系列による鉄道車輛の振動解析について	笠戸工場	桑江海和夫 左海孝之
6/16	日本能率協会	標準常備量と貯蔵量 (材料計画のたて方常備量のきめ方)	本社	寺沢俊平
6/11	日刊工業新聞社	工程管理を中心とした倉庫管理	亀戸工場	田中栄
6/10	関東電気協会	M. P. 蓄電器	戸塚工場	山辺知定
6/8	硫安工業会 技術専門委員会	重水製造に関する話	中央研究所	北川公
6/29	日本學術振興会	鋼種簡易鑑別法の研究 (第9報) ステンレス鋼の簡易迅速なみわけ方	中央研究所	栗田常雄
6/29	日本學術振興会	ニッケルの分析化学的研究 (第1報)	中央研究所	栗田常雄
6/29	日本學術振興会	ニッケルの分析化学的研究 (第2報)	中央研究所	栗田常雄