

舶用電源としての自己励磁 誘導発電機について— I

—その特性および旋網漁業における普及度—

戸 川 千 年

On the Self-Excited Induction Generator as Electric
Source in Ships—I.

—Its Characteristics and Increased Use in Light-Boats
of Purse Seining—

by

Chitoshi TOGAWA

There has recently been a tendency that, as electric source in fishing boats, alternating current generators replace direct current machines, and particularly for fish-gathering lamps in purse seining, preference is given to capacitive self-excited induction generators which, with different exciting systems, show characteristics similar to direct current shunt, compound or series generators.

The reason for the increased use is, in the author's opinion, that induction generators, though unstable for inductive load and rush current, are smaller in size and weight, less expensive, easier to handle, and more durable than any other kind of generators. They are most useful in cases where, as in fishing boats, small capacity and independent source work well and where, as used for fish-gathering lamps, load is non-inductive and frequency has little to do with the load.

The tendency of increased use of induction generators is shown by the results of investigation which the author made of the purse seiners. In 1963 fifty-eight light-boats (24.7%) of 235 belonging to the Japan Ocean Purse Seine Fishery Association and in 1964 as many as thirty-five boats (68.7%) of fifty-one belonging to the San-in Purse Seine Fishery Association had induction generators.

緒 言

最近、船舶に設備される発電機は交流化の一途を辿りつつあるが、その交流発電機は陸上におけると同様、ほとんどその機種が同期機である。

ところが最近の旋網漁業の灯船に使用される集魚灯用交流発電機にはこの所急速に誘導発電機が多く使用され始め、斯界の注目する所となっている。

水産大学校研究業績 第474号, 1966年2月8日受理

Contribution from the Shimononoseki University of Fisheries, No. 474

Received Feb. 8, 1966

そこで、この誘導発電機、明確な表現をすると、蓄電器による自己励磁方式の誘導発電機の特性、他機種発電機との対比における得失の考察および、日本遠洋旋網および山陰旋網両漁業協同組合所属灯船における普及度について、調査を行なった。

I. 蓄電器による自己励磁方式の誘導発電機の特性

1. 蓄電器による励磁

自己励磁方式の誘導発電機は、三相籠形誘導機の端子間に並列または直列に蓄電器を接続して発電作用を行なわせるものである。

誘導機の回転子を外力で駆動すると回転子残留磁気と蓄電器の取る進み電流によって固定子巻線は励磁され電圧が誘導される。

誘導機を回転せしめるとその回転子鉄心中の残留磁気は固定子巻線に微小電圧を発生する。この電圧により蓄電器には進電流が流れ、これと直列の固定子巻線に流入する事になり固定子巻線は反作用として同期機と同様、回転子に増磁作用を行なう。この場合蓄電器容量が相当大きく、この電流がその電圧における発電機所要励磁電流より大なる時は漸次端子電圧は上昇し、終に飽和曲線と容量性 reactance の電圧対電流曲線との交点に落ち着き、電圧を確立し電力を供給する。すなわちその回転数に対する飽和曲線が与えられる時には、各種蓄電器容量に対する最終端子電圧は容易に決定する。

誘導機のある周波数における誘導電圧 E_0 はその小なる部分を除けば、励磁電流 I_e として次式により表わせる。

$$E_0 = \frac{I_e}{A + BI_e} \quad (1)$$

ただし、 A 、 B は飽和曲線の形で定まる常数である。

また蓄電器回路の電圧 E_c 、電流 I_c の関係は蓄電器の容量 reactance x_c として次式で表わされる。す

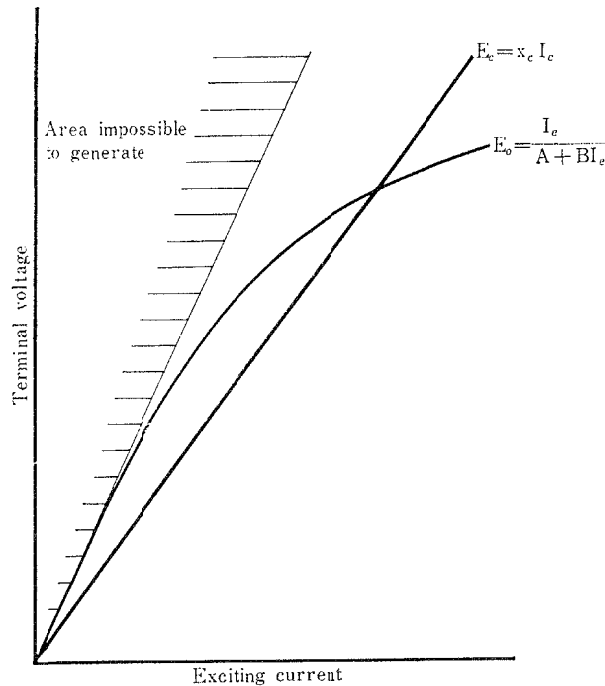


Fig. 1. No-load saturation curve and build-up voltage of induction generator with capacitive excitation

なわち

$$E_c = x_c I_c \quad (2)$$

この両者を組み合わせることにより無負荷時の電圧電流の関係を求めることができ、(1)式と(2)式の特性曲線の交点が、誘導機が発電機として使用される時の端子電圧となる。その関係を示したのが第1図である。

2. 数式による考察

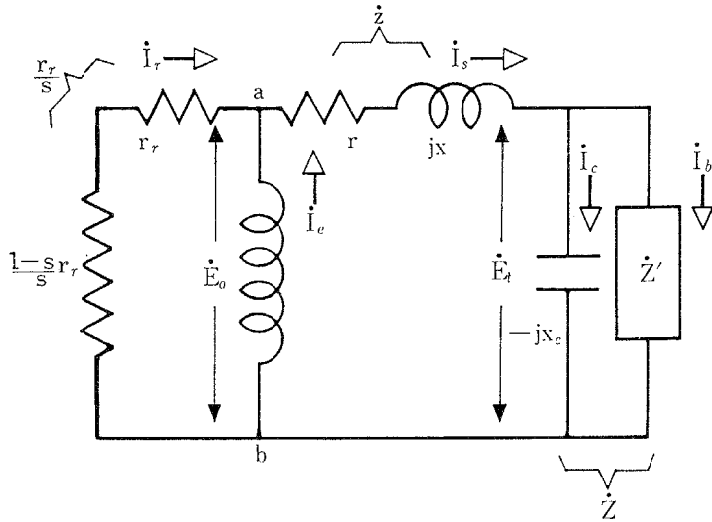


Fig. 2 . Equivalent circuit of induction generator per phase

Fig. 3 . Vector diagram of induction generator per phase

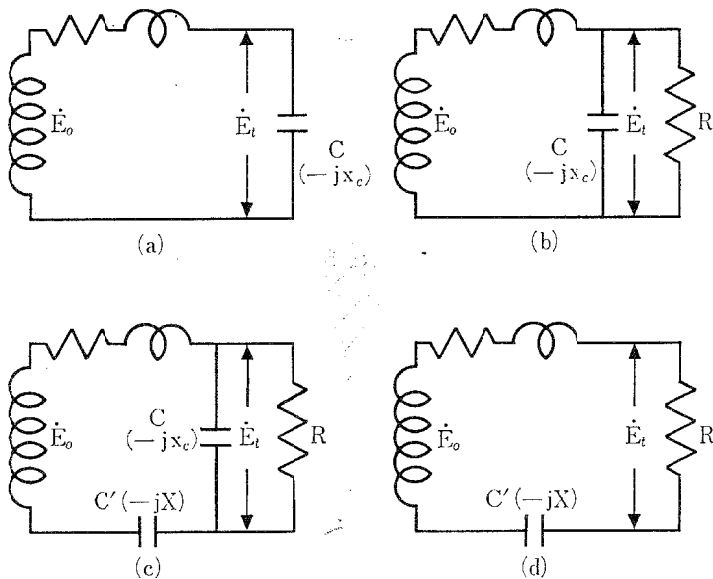
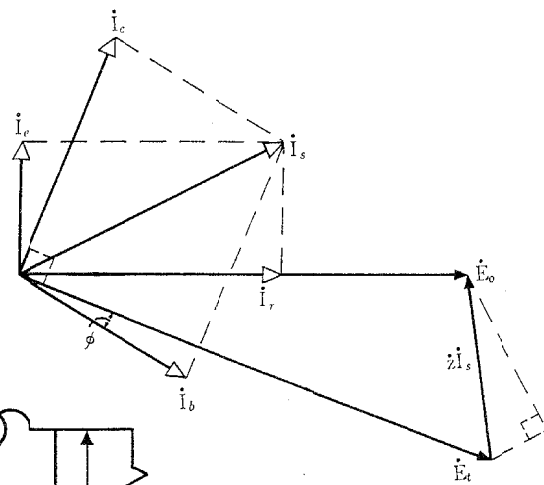


Fig. 4 . Circuits of capacitive exciting with load connected

第2図および第3図はこの発電機1相当りの等価回路および vector diagram を示すもので、 E_t は端子電圧、 x は巻線の一次二次漏洩 reactance の和、 I_s , r は一次電流、一次巻線抵抗、 I_r , r_r は一次に換算した二次電流および二次抵抗で、 s は滑りである。

第2図等価回路において、 $\dot{z} = r + jx$, a b 点より見た負荷側 admittance \dot{Y} とし、

$$\dot{Y} = \frac{1}{\dot{Z} + \dot{z}} = p + jq \quad (3)$$

とおくと

$$\dot{I}_s = \dot{E}_o \dot{Y} = \dot{E}_o (p + jq) \quad (4)$$

$$\dot{E}_t = \dot{E}_o - \dot{z} \dot{I}_s = \dot{E}_o (1 - \dot{z} \dot{Y}) = \dot{E}_o \dot{Y} \dot{Z} \quad (5)$$

以上の式から次のようにして端子電圧 E_t の特性式が求まる。すなわち第3図 vector diagram から(4)式の虚数部 $E_o q = I_e$ なる故(1)式とで E_o を求めれば

$$E_o = \frac{1}{B} \left(1 - \frac{A}{q} \right) \quad (6)$$

また E_o を基準にとれば(5)式および(6)式で

$$\dot{E}_t = E_o \dot{Y} \dot{Z} = \frac{1}{B} \left(1 - \frac{A}{q} \right) \dot{Y} \dot{Z}$$

$E_t = |\dot{E}_t|$, $a = |\dot{Y} \dot{Z}|$ とすると

$$E_t = \frac{1}{B} \left(1 - \frac{A}{q} \right) a \quad (7)$$

以上から第4図のような種々の外部負荷に対して、端子電圧、電流等の特性を考察すると

a) $\dot{Z} = -jx_c$ (第4図 a)

$$I_s = \frac{E_o}{r - j(x_c - x)} \text{ から } q = \frac{x_c - x}{r^2 + (x_c - x)^2}$$

$$\text{また } a = \frac{x_c}{\sqrt{r^2 + (x_c - x)^2}}$$

(7)式より $(x_c - x)^2 \gg r^2$ として

$$\begin{aligned} E_t &= \frac{x_c}{B} \left(\frac{1}{\sqrt{r^2 + (x_c - x)^2}} - A \frac{\sqrt{r^2 + (x_c - x)^2}}{x_c - x} \right) \\ &\approx \frac{x_c}{B} \left(\frac{1}{x_c - x} - A \right) \end{aligned} \quad (8)$$

$$I_b = \frac{E_t}{Z} = \frac{1}{B} \left(\frac{1}{x_c - x} - A \right) \quad (9)$$

上式は周波数が特定値 f_0 におけるものであるが、これが f に変わった場合 $m = \frac{f}{f_0}$ とすると、 A , B は

$\frac{A}{m}$, $\frac{B}{m}$, また x , x_c は mx , $\frac{x_c}{m}$ に変化するから

$$E_t \approx \frac{x_c}{mB} \left(\frac{1}{\frac{x_c}{m^2} - x} - A \right) \quad (10)$$

$$I_b = \frac{1}{B} \left(\frac{1}{\frac{x_c}{m^2} - x} - A \right) \quad (11)$$

(10) 式により無負荷時の発生端子電圧の周波数による変化を知ることができる。

b) a) に負荷 R がある時 (第4図 b)

$$\dot{Z} = \frac{Rx_c}{x_c + jR}, \quad \dot{I}_s = E_o \dot{Y} \quad \text{から}$$

$$q = \frac{x' - \beta^2 x}{r^2 + x'^2 + \beta^2(r^2 + 2rR + x^2)} \quad (12)$$

$$a = \frac{x_c}{\sqrt{r^2 + x'^2 + \beta^2(r^2 + 2rR + x^2)}} \quad (13)$$

ただし, $x' = x_c - x$, $\beta = \frac{x_c}{R}$ とおく

これより R , x^2 を決定すれば(7)式より E_t が求まる。

c) b) に直列蓄電器を加えた場合 (第4図 c)

(12), (13)式の x を $(x - X)$ とおいて, この場合の q , a が求まる。

d) 蓄電器 $-jX$ と負荷 R が直列の時 (第4図 d)

$$\dot{Z} = (r + R) - j(X - x)$$

$$\dot{I}_s = \frac{E_o}{\dot{Z}} \quad \text{から}$$

$$q = \frac{X - x}{(r + R)^2 + (X - x)^2} \quad (14)$$

R 端子間の電圧を E_t とすると

$$E_t = I_s = E_o \frac{R}{Z} \quad \text{から}$$

$$E_t = \frac{R}{B} \left[\frac{1}{\sqrt{R'^2 + x'^2}} - \frac{A}{x'} \sqrt{R'^2 + x'^2} \right] \quad (15)$$

ただし, $R' = R + r$, $x' = X - x$ とする。

以上, 諸式にて算出せる所, (b)(c)(d) はそれぞれ直流分巻, 和動複巻, 直巻各発電機と類似の特性を呈する事が知れる。

3. 無負荷特性

誘導発電機の無負荷特性曲線を第5図の構成で求めた試験例* によれば, 端子電圧, 周波数, 蓄電器容量3者の内1者を parameter とした2者の関係は第6図, 第7図, 第8図の様になる。

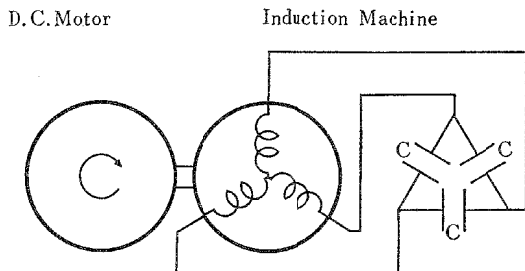


Fig. 5. Connection of 3HP - 220 V 1500 rpm induction machine for test of no-load characteristics as generator

* 上之園親佐・上之園博, 1956 : 誘導発電機の特性に関する研究. 電力技研所報, 6 (22)

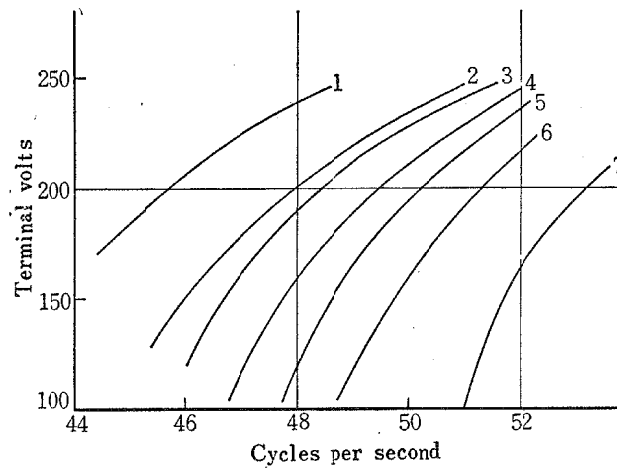


Fig. 6. No-load terminal voltage and frequency characteristics of machine of Fig. 5
Capacitance was varied as follows :

Curve	Microfarads	Curve	Microfarads
1	30	5	25
2	28	6	24
3	27	7	22
4	26		

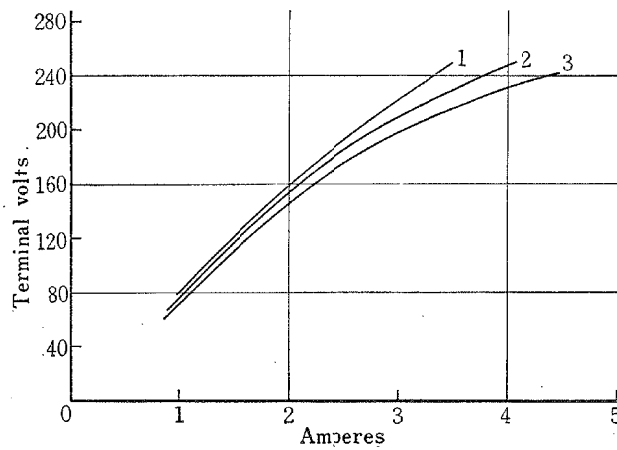


Fig. 7. No-load terminal voltage and condenser current characteristics of machine of Fig. 5
Frequency was varied as follows :

Curve	Cycles per second
1	54
2	50
3	47

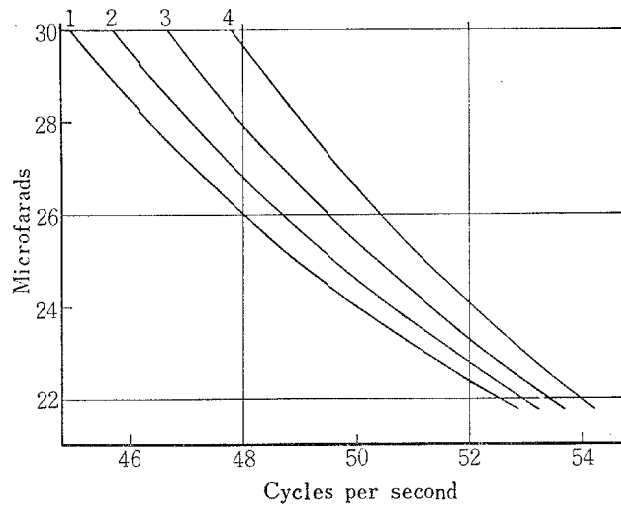


Fig. 8. No-load condenser capacity and frequency characteristics of machine of Fig. 5

Terminal voltage was varied as follows :

Curve	Volts
1	160
2	180
3	200
4	220

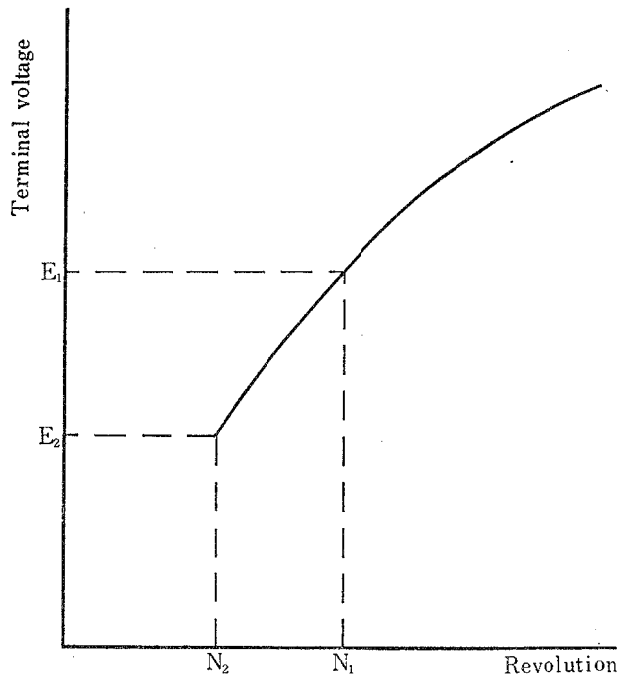


Fig. 9. Leaping of voltage: Voltage is suddenly built up when revolution comes up to N_1 and rises as revolution increases; drops as revolution decreases and is lost when revolution comes down to N_2 and less.

自己励磁方式による誘導発電機の周波数は無負荷の場合、回転数により定まり、負荷時においては回転子回転周波数から滑り周波数を減じたものである。周波数の変化による電圧電流の変化は相当大きい。電圧波形は誘導機の構造上、相当高調波を含むと想像されるが、自己励磁の場合には蓄電器の濾波作用により歪のない正弦波となる。

自己励磁方式による誘導機の電圧発生には直流自励式発電機と同様に、固定子(直流機では回転子)鉄心に残留磁気が存在することが必要条件であるが、自励式誘導発電機は、運転中の短絡あるいは過負荷のため、この残留磁気が忘磁し、これら事故が除去されても電圧を発生しなくなることがある。

なお、第6図において述べたように、蓄電器容量を parameter とした時、発電機電圧は回転数の上昇と共に飽和曲線に沿い確立するが、それはある回転数以上の場合において確立する。すなわち電圧が発生されるのは、第9図の N_1 まで回転数が増した時、始めて電圧が零(見掛け上)から E_1 まで飛躍し、それより先は回転数の上昇に伴い飽和曲線に沿った電圧を発生する。今度は逆に回転数を減少せしめて行くと N_1 を通り越して N_2 に至るまで電圧は保持せられ、回転数が N_2 に達すると急激に電圧を消滅する。この現象は、電圧跳躍現象と呼ばれている。電圧の発生および消滅時の回転数 N_1 および N_2 の区間は誘導発電機として不安定範囲となるので N_1 および N_2 を正確に測定することは困難である。

4. 負荷特性

自己励磁方式の誘導発電機の負荷特性は、励磁蓄電器が並列の場合、負荷が誘導性であるか容量性であるかにより、その趣きを異にし、前者の場合、直流における分巻発電機、後者の場合、複巻発電機、また直列に励磁蓄電器を接続する時は、直巻発電機の外部特性と類似の様相を呈する。

a) 励磁蓄電器並列の場合、負荷が抵抗か誘導性負荷なるときは第4図(b)に相当する回路構成となり、並列蓄電器回路を流れる電流 I_c が直流機の励磁電流に相当する。したがって蓄電器容量を一定とした時の負荷特性は、全く直流分巻発電機の外部特性と合致する。

ここに、回転数は一定させ蓄電器容量を parameter とした場合の負荷特性の呈する様相について、500W 4P200V 三相籠形誘導機を用いて、第10図の如き単相回路(第4図(b)と同等の構成)により行なわれた試験例** を示す。まずこの誘導機の各定数について、拘束試験、抵抗測定、単相無負荷試験を行なった結果から、 $x=20\Omega$, $r=12\Omega$, $A=0.0035$, $B=\frac{0.0047}{\sqrt{3}}$ を得て、 $C(x_c)=40\mu F$, $32\mu F$, $26\mu F$, 周波数50%として R を変化した場合の端子電圧 E_t と R を通ずる電流 I_b の関係について実測およびこれを(7), (12), (13)各式による計算値で修正して求めた特性曲線を第11図に示す。

この場合回転数を変化させると負荷特性の態様も変化し、負荷電流、端子電圧、回転数三者の関係を立体曲面にして示すと第12図のようになる。すなわち、回転数を一定値とした時の負荷電流対端子電圧曲線は、回転数 n_1 ならば回転数軸上 n_1 を通り、負荷電流軸、端子電圧軸を含む平面に平行な平面と、三者の関係を表わす曲面との交線 $E_1P_1S_1$ で示される。これが、所謂 n_1 における負荷特性であり、 n_2 においては $E_2P_2S_2$ が負荷特性曲線として描かれることになる。

b) a) と同じく励磁蓄電器並列の場合でも、容量性負荷のときには第4図(c)の回路構成となり、負荷の容量分が直流複巻発電機の直巻巻線のような働きをなし、特性は直流複巻発電機と類似の様相を呈する。

前掲 a) と同じ機器を用いた単相回路の試験例、すなわち第4図(c)の構成において $C(x_c)=50\mu F$, $C'(X)=40\mu F$ として R を変化させた場合の R の端子電圧と電流の関係を各周波数について求めた特性曲線を第13図に示す。

c) 励磁蓄電器直列の第4図(d)の接続の場合において $C'(X)=40\mu F$ とした時の R の端子電圧と電

**天野嘉一・小島善一郎, 1949: 簡易小容量発電設備について, 電試調査報告, 133号(39)

流の関係を各周波数について求めたものを第14図に示す。

この曲線を見れば、特性が直流直巻発電機と類似することが知れる。

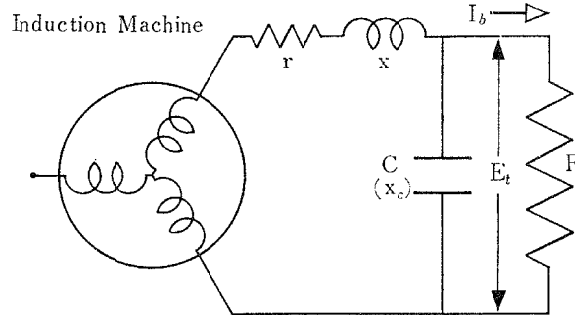


Fig. 10. Single-phase connection of 500w-200v- 4 p 3-phase cage rotor type Induction machine for load test as generator

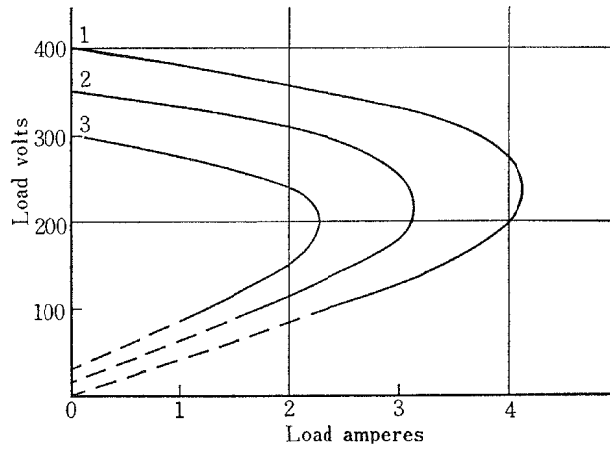


Fig. 11. External load-voltage characteristics of machine of Fig. 10 in inductive circuit as Fig. 4 (b) at constant revolution

Capacitance C was varied as follows:

Curve	Microfarads
1	40
2	32
3	26

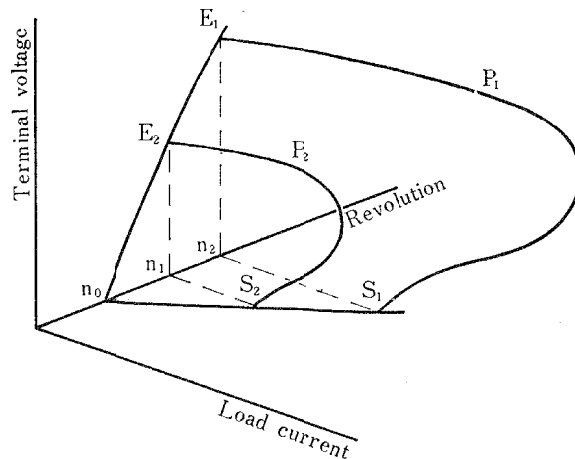


Fig. 12. External load-voltage-revolution characteristics

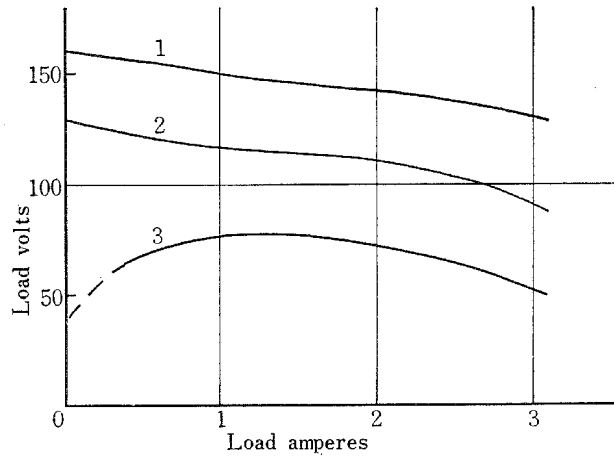


Fig. 13. External load-voltage characteristics of machine of Fig. 10 in capacitive circuit as Fig. 4 (c)

Capacitance C and C' were fixed at 50 and 40 microfarads respectively; frequency was varied as follows:

Curve	Cycles per second
1	55
2	50
3	45

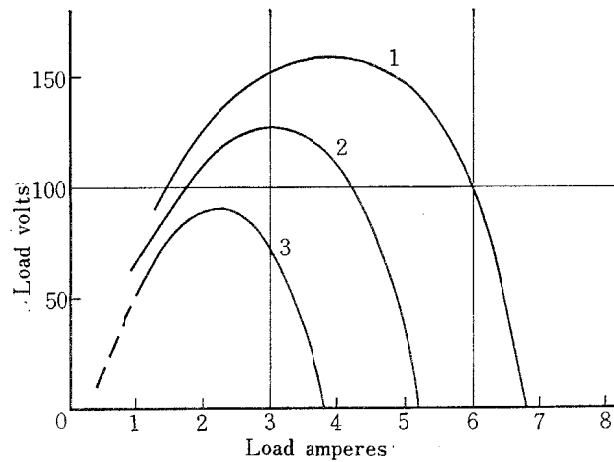


Fig. 14. External load-voltage characteristics of machine of Fig. 10 connected as Fig. 4 (d)

Capacitance C' was fixed at 40 microfarads; frequency was varied as follows:

Curve	Cycles per second
1	55
2	50
3	45

Ⅱ 自己励磁誘導発電機の問題点とその対処法

1. 周波数による電圧変動とその平坦化

以上のことから、自励式誘導発電機の負荷特性は発電機および負荷を含めた合成 impedance により定まると云い得、一定周波数のもとにおいては負荷特性を適合する事はできるが、周波数の変化すなわち回転速度の変動に対しては電圧変動が相当大であって(第6図)不利である。これは進み電流分が周波数の増大と

共に増加し飽和曲線の上昇と相加わって大きくなる事に原因する。従ってこれを防止するには周波数の増大に伴い進み電流分の減少する励磁回路を構成すればよいのであるが、この様な回路は CL だけの無損失回路で行なう事が不可能で、 R を加えた損失を伴う回路、例えば LCR 直列の如きものでなければならぬ。その接続図およびこれによる特性の変化を第 15 図、第 16 図に示す。

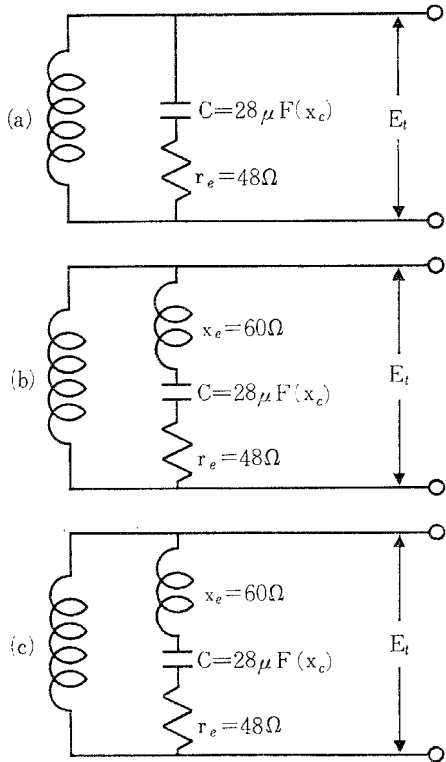


Fig. 15 Exciting circuits to flatten terminal voltage and frequency characteristics

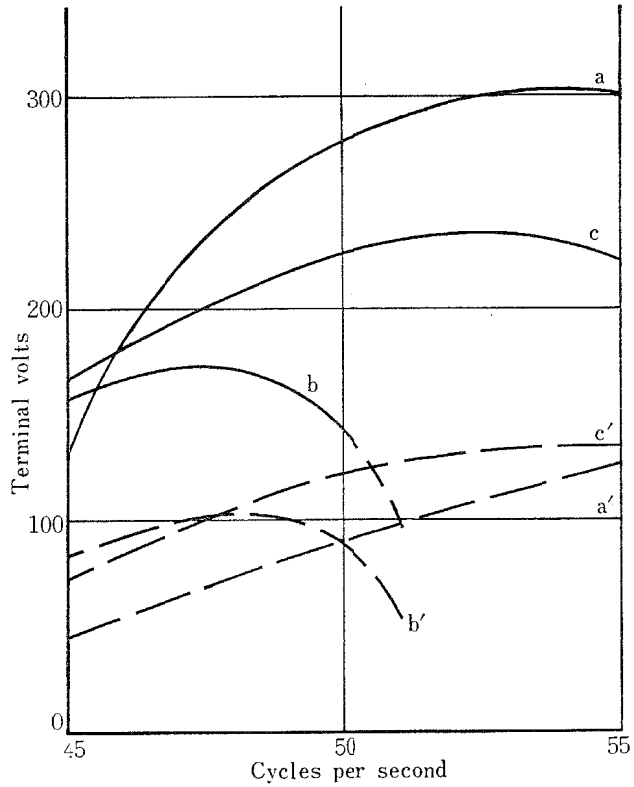


Fig. 16. Terminal voltage and frequency characteristics of Fig. 15

Curves a and a' were characteristics respectively of terminal voltage and voltage of both ends of r_e of Fig. 15 (a).

Curves b and b' were characteristics respectively of terminal voltage and voltage of both ends of r_e of Fig. 15 (b).

Curves c and c' were characteristics respectively of terminal voltage and voltage of both ends of r_e of Fig. 15 (c).

すなわち、第 15 図 (a) において、 $C=28\mu F$ ($x_c=105\Omega$, 55%) に直列抵抗 $r_e=48\Omega$ を接続せる時の端子電圧および r_e 両端の電圧は第 16 図 a ならびに a' 曲線の如くなるが、これに第 15 図 (b) の如く直列 reactor $x_e=60\Omega$, 55% を加えると端子電圧、 r_e の電圧はそれぞれ b, b' に、第 15 図 (c) の様に $C=24\mu F$ ($x_c=122\Omega$, 55%) として $x_e=60\Omega$, $r_e=48\Omega$ とする時は c, c' となり周波数変動に伴う電圧変化は少なくなるが、その際の r_e 中の電力損失となる。

2. 過大突入電流による消磁

重負荷あるいは、誘導負荷の場合、負荷投入時、過大な突入電流を供給する必要が生ずるが、この過渡超

電流のため、発電機原動機の出力が小さい時は減磁されて残留磁気が消滅し発電不能になる事があるが、この場合には回転数を過度に上昇せしめるか、小容量蓄電池で僅少な間、再励磁すれば回復する。

また、これを未然に予防して過大電流を流さぬ様、特別な回路構成で、突入電流の在る時は、自動的に回路を一時切離す等の手段も講ぜられている。

3. 総合電圧特性の安定化

この発電機では、周波数一定の下では負荷の変化に対して平坦な電圧特性を持たせる事ができるが、また必要ある場合は、第13図の特性に示される如く、負荷電流が増す場合に電圧の上昇する様な特性を持たせた方が、負荷の増加は滑りの増大を来たすので、普通の垂下速度特性を有する原動機に対しては都合がよい。

Ⅲ 船用電源としての自己励磁誘導発電機の特徴と他機種発電機との比較

誘導発電機の長所は、大量生産されている電機であるので、同期機に比べ原価小、また励磁機不要故、整流部がなく、保守取扱いが簡単になり、無電妨害雑音電波発生源が除かれることになる。

回転子が誘導機独特の簡素構造のため、第1表に示される如く小形、重量小で据付が簡易、保守容易で、故障少なく耐用年数が永い。また、同期機と異なり、任意の回転数で使用できるので、原動機種の制約を受けない。反対に短所としては、余り大容量発電機は望み得ず、2台以上の並行運転が困難、原動機速度変動に伴う発生電圧の変動大、また周波数が変動する。極端な負荷変動の場合は消磁のため電圧発生不能に陥いる事があげられる。

一方、同期発電機は電圧変動少なく、過負荷耐量も大、三相方式のものは直流機より小型化可能であり、大容量機作製可能の点では他機種の追従を許さぬ所であり、これが陸上で発電機のほとんどを同期機が占める理由であるが、励磁機を別に必要とし、そのため大形高価になり、この励磁機は直流発電機であるので、整流部を持ち、火花発生等の弊害があり、保守に手数を要す。加えて同期機は常に一定速度を保たねばならず、また極端な負荷変動の場合は乱調を招く恐れがあり、運転取扱いに高度の専門技術を要す。

また、直流発電機は大形高価であり、大電流をとる整流部の保守に手数を費やす処なるは衆知の事である。

結論として、余り大容量のものを要求されず、特定限定場所で他の発電機との関連を考える必要がない独立電源で、周波数変動が支障を来たさない無誘導負荷に供給され、加えて取扱者に余り専門家を望み得ない場合、すなわち、漁船集魚灯用等、その他類似の水産船舶の電源としては、誘導発電機が最もその長所を発揮する事になると考えられる。現に第4図(b)に相当する回路構成の三相方式で誘導発電機が、旋網漁業において集魚灯用発電機として使用されており、その普及度が次節の調査結果に示される如く、年々多くなっている事により裏付けられる。

Table 1. Comparison of lengths and diameters of various generators(1800 rpm, 100 V).

Output power	7.5 kW		10 kW		15 kW	
	L	D	L	D	L	D
Kind of generator						
Induction generator	535	310	555	350	615	350
Synchronous generator	680	460	730	460	750	540
Direct current generator	705	530	790	570	850	790

L : Length from bearing to shaft end (mm)

D : Diameter of yoke (mm)

IV 旋網漁業における誘導発電機の普及度

日本遠洋旋網漁業協同組合(山口, 福岡, 長崎, 佐賀各県連合, 本部福岡市), および, 山陰旋網漁業協同組合(島根, 鳥取各県連合, 本部境港市)に所属する旋網漁船(灯船)を対象として調査を行ない,* その結果を総括して第2表に両組合所属灯船設置の発電機種別台数, ならびに比率表を, 第3表に統(原則として灯船, 電深船計3隻含有)を単位として各統に設置されている発電機の種類の組合せ別の統数を示す(台数および統数については, いずれも調査分のみ)。

普通, 船舶あるいは陸上では発電機を「設備」として長期間半永久的に使用するものであるが, これら灯船においては, 集魚灯用発電機は過酷な運転をするため消耗激しく, いわゆる「道具」の様に使用され, 短期間で新製品と交換している様であり, 本調査結果も数年後においては, 例え同一漁船を対象として調査を行なって見ても, 機種別の発電機台数比率は大きく変動した結果が出るものと思われる所であるが, 本調査時点においては第2表の示す如く, 日本遠洋旋網組合所属灯船については昭和38年7月の調査総数235隻中58隻(24.7%)が誘導発電機を設置している。山陰旋網組合所属灯船の昭和39年9月の調査では注目すべき結果が出ており, 実に全灯船総数51隻中32隻(62.8%)が誘導発電機を設置しており, それも同期機種は皆無で交流機は全て誘導機種である。また, 統別に誘導発電機の普及度を見れば, 第3表で, 日本遠洋旋網組合88統中33統(37.5%), 山陰旋網組合17統中82.4%の14統が誘導発電機を1台以上採用設置している。

日本遠洋旋網と山陰地区での諸条件の相違から, 多少割引きして考えるとしても, 前者より1年後の後者で誘導発電機台数比率および設置している統数比率が, 大巾に増加している事, また第3表に示されるごとく, 山陰地区の各統で交流機を採用しているものは, 誘導発電機種に片寄っている事から考えて, 日本遠洋旋網で1台以上この種発電機を採用している33統(37.5%)は, 老朽発電機を新品と交換する際に, あるい

Table 2. Generators set in light-boats belonging to the Japan Ocean Purse Seine Fishery Association (J.O.P.S.F.A.) and the San-in Purse Seine Fishery Association (S.P.S.F.A.) .

Area	Number of boats investigated	Induction generator	Synchronous generator	Direct current generator
J.O.P.S.F.A. (as of July, 1963)				
Fukuoka	12	2	3	7
Narao	70	6	19	45
Ikezuki	83	35	19	29
Nagasaki	29	5	0	24
Shimonoseki	41	10	9	22
Total	235	58 (24.7%)	50 (21.3%)	127 (54.0%)
S.P.S.F.A. (as of Sept., 1964)	51	35 (68.7%)	0	16 (31.3%)

*昭和38年7月, 日本遠洋旋網漁業生産調整組合主催の大中型旋網漁業許可条件制限条項(38. 1. 22官報告示, 第18条)による集魚灯用発電機的全船一斉検査時, 筆者が検査側協力者としてこれに参加し, 下関漁港及び福岡漁港にて発電機種を調査したもの及び, 長崎, 生月, 奈良尾, 名護屋各漁港に於ける組合検査結果一覧表(一部未検査船あり, それを除く)によるもの。

昭和39年9月, 山陰旋網漁業生産調整組合による灯船集魚灯用発電機的全船一斉検査時, 筆者がこれに参加し, 鳥取県界港基地に於いて発電機種を調査したもの。

は、その他の統にても発電機を交流化するに当り、前述の誘導発電機の有用性から山陰地区と同じ傾向を示し、その設置は急激に増加するものと云ってよく、今後各地区全船がこの機種を採用するやも知れぬ枢勢にあるものとしても過言でなからう。

Table 3. Fishing units equipped with various combinations of three kinds of generators for fish-gathering lamps.

Area	Combination of generators *						Total
	I	I + S	I + D	S	S + D	D	
J. O. P. S. F. A. (as of July, 1963)							
Fukuoka	—	1	—	1	1	2	5
Narao	—	—	5	3	8	9	25
Ikezuki	10	1	9	1	11	—	32
Nagasaki	1	—	1	—	—	9	11
Shimonoseki	2	—	3	—	5	5	15
	13	2	18	5	25	25	
Total	33 (37.5%)			55 (62.5%)			88
S. P. S. F. A. (as of Sept., 1964)							
	9	0	5	0	0	3	
	14 (82.4%)			3 (17.6%)			17

*The symbol **I** denotes a unit equipped with induction generators only; **I+S**, induction and synchronous generators; **I+D**, induction and direct current generators; **S**, synchronous generators only; **S+D**, synchronous and direct current generators; **D**, direct current generators only.

結 言

蓄電器による自己励磁誘導発電機は、励磁回路の接続方法により直流分巻、複巻あるいは直巻類似の特性を示すものであるが、欠点として電圧変動大、誘導負荷、過大突流による消磁等不安定、周波数不定、並行運転不能、大形化不可なるも、不安定なる点は可成改良されており、水産船舶の様な単独小型、集魚灯の如き無誘導、周波数無関係な負荷の場合に使用すれば、小形、軽量、堅牢、簡素で、据付、取扱容易、回転数任意等の長所を最大限に発揮するもので、集魚灯用発電機種調査結果が示す様に、その普及度は昭和38年の日本遠洋旋網組合所属灯船で、24.7%、昭和39年の山陰旋網組合所属灯船で、68.7%で、誘導発電機が多く使用されつつあり、水産船舶電源として相当有用と云えよう。

付 記

以上、誘導発電機の諸特性の考察ならびに、旋網漁業の灯船における普及度について報告したが、誘導発電機は、小形漁船集魚灯用発電機として相当有用と思われるが、本稿中に記述した如く多々問題点があり、その対処法および特性の改良手段について多くの研究を必要とするものであり、本報告を中間報告として、今後上述の事項について逐次、研究報告して行きたいと思う所であり、大方の御教示、御叱正をお願いする次第である。

終りに、本調査研究に対して、御教示を戴いた広島大学工学部電気工学科（現広島大学付属工業教員養成所電気工学科）中村正三教授、漁船塔載発電機種調査について御援助を戴いた本大学校長、江良至徳教授、亦本調査について御協力を戴いた山口県旋網組合長並びに組合諸氏、日本遠洋旋網漁業協同組合および山陰旋網漁業協同組合各位に対し深甚なる謝意を表するものである。

参 考 文 献

- 上之園親佐・上之蘭博，1956：誘導発電機の特性に関する研究。電力技研所報，6（19）
天野嘉一・小島善一郎，1949：簡易小容量発電設備について。電試調査報告，133号（35）

電気学会：誘導機

BASSET, E. D. and F. M. POTTER, 1935: Capacitive Excitation for Induction Generator. E. E., May (540)