

# 定電圧直流発電機の一方式について

中 村 喜 太 郎<sup>\*</sup>

(1956. 11. 15 受理)

## ON A SYSTEM OF THE CONSTANT VOLTAGE DIRECT CURRENT GENERATOR

Kitarō NAKAMURA

(Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering)

(Received Nov. 15 1956)

**Synopsis.** There is often the necessity for keeping the voltage of the direct current generator automatically and constantly, if its speed fluctuates in wide range.

I have been studying a constant voltage direct current generator as shown Fig. 1.

This generator is simple in connection system and its voltage regulation will be less than that of Rosenberg Generator or Bergman Generator when increased the main exciting ampere-turns  $AT_{mf}$ .

I wish to apply this system mainly to the small-size generator and as a matter of fact, I think it is better to use the permanent magnet in place of the main field winding  $F_m$ .

### 1. 緒 言

直流発電機に於て回転数が相当広範囲に変動しても電圧の方は常に凡一定値に保たねばならぬ場合(例えば車内点灯の如く)が屢々ある。ローゼンベルヒ発電機, ベルグマンの第三ブラシ式発電機等は古くからある直流定電圧発電機の代表的なものである。近時アンプリダイン, ロート・トロール, 磁気増巾器等一連の増巾機器の出現によつて電動機の世界制御, 発電機の電圧, 電流, 周波数の制御をはじめ各種の自動制御方面が著しく開拓された。筆者は増巾機器や励磁機等を使つた大型の発電機ではなくて専ら小型発電機に適用する事を目的として第1図の如き簡単な結線法によつて得られた比較的電圧変動の少い発電機について研究結果を報告する。

---

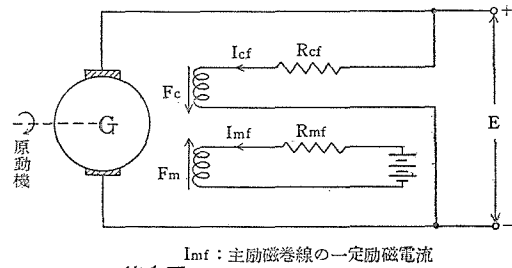
\* 信州大学助手

## 2. 方 法

本方式は第1図の如く同一磁極上に巻いた主励磁巻線(一定励磁)  $F_m$  と制御励磁巻線  $F_c$  によつて出来る夫々の起磁力の差で常に励磁されて居る結線法である。そして常に  $AT_{mf} > AT_{cf}$  であるから若し何等かの原因で回転数が増加すれば  $AT_f$  は減少し、又回転数が減少すれば  $AT_f$  は増加するので磁気回路が飽和して居らない限り発電機の電圧は

凡一定値に保たれるのであろうと考えられる。ここで僅かの起磁力  $\Delta AT_f$  の変化に対して磁束変化を出来得る限り大きくする為、働作点は第3図の如く磁化曲線中の未飽和の直線と見做される部分の中央におくのである。

- 但し  $AT_{mf}$  : 主励磁巻線による一定起磁力  
 $AT_{cf}$  : 制御励磁巻線による起磁力  
 $AT_f$  : 両者の差である合成起磁力



$I_{mf}$  : 主励磁巻線の一定励磁電流  
 第1図

## 3. 発電機電圧と速度特性

このような結線方式に於て、定常状態では無負荷電圧と回転数との関係は次式によつて与へられる。

$$E = K_1 \cdot N \cdot \phi \quad (1) \quad \phi = K_2 \cdot AT_f + C \quad (2)$$

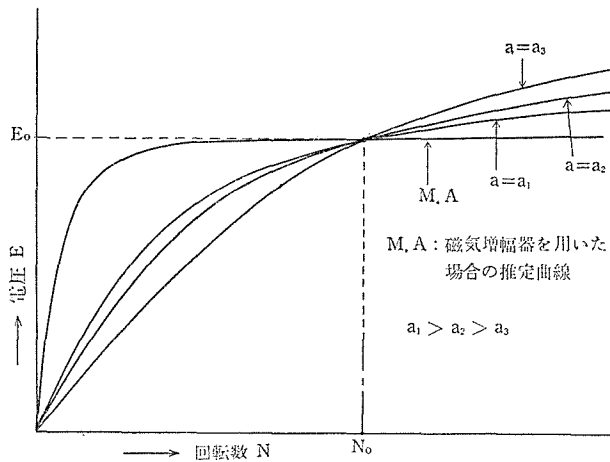
$$AT_f = AT_{mf} - AT_{cf} \quad (3) \quad AT_{cf} = W_{cf} \cdot I_{cf} = W_{cf} \cdot E / R_{cf} \quad (4)$$

但し  $E$  : 電圧,  $N$  : 回転数,  $\phi$  : 磁束,  $K_1, K_2$  : 定数,  $C$  : 残留磁気による定数  
 $W_{cf}, R_{cf}$  : 夫々制御励磁巻線の巻数と抵抗

(4)式の  $AT_{cf}$  を(3)式に, (3)式の  $AT_f$  を(2)に, (2)式の  $\phi$  を(1)式に順次代入して整理すると,

$$E = \frac{[K_1(K_2 \cdot AT_{mf} + C)] \cdot N}{1 + (K_1 \cdot K_2 \cdot W_{cf} / R_{cf}) \cdot N} = \frac{a \cdot N}{1 + b \cdot N} \quad (5)$$

但し  $a = K_1(K_2 \cdot AT_{mf} + C)$ ,  $b = K_1 \cdot K_2 \cdot W_{cf} / R_{cf}$  にして夫々発電機の構造によつて決る定数である。従つて(5)式の示す速度特性曲線は第2図の如く飽和曲線となる。ここで  $N = N_0$  の時  $E = E_0$  になる様な  $a, b$  の値は無数に存在するのでこれ等を媒介変数として  $N = N_0, E = E_0$  附近に於ける速度特性曲線を考察すると,



第 2 図

$$\frac{dE}{dN} = \frac{a}{(1+bN)^2} \quad \therefore \frac{dE_0}{dN_0} = \frac{1}{a} \left( \frac{E_0}{N_0} \right)^2$$

従つて a の値が大きい程曲線は平らになり速度変化に基因する電圧変動は小さくなることが分る。又  $bN \gg 1$  と見做される範囲では  $E \simeq a/b = \text{const}$  となるので使用回転数範囲内で  $bN \gg 1$  なる如く a, b を決めれば定電圧 a/b の発電機的设计が可能である。

#### 4. 定数 a, b について

定数 a, b の値は発電機设计の際決るのが当然であるが、ここでは本結線方式を既製分巻発電機に適用した場合の測定方法についてのべる。K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> を夫々単独に求める事は困難であるが、K<sub>1</sub> · φ の値は K<sub>1</sub> · φ = E/N として第 3 図の如く無負荷飽和曲線から容易に求まるので次のようにして両者の積 K 及び C' を求め得る。

$$a = K_1 (K_2 \cdot AT_{mf} + C) = K \cdot AT_{mf} + C' \tag{6}$$

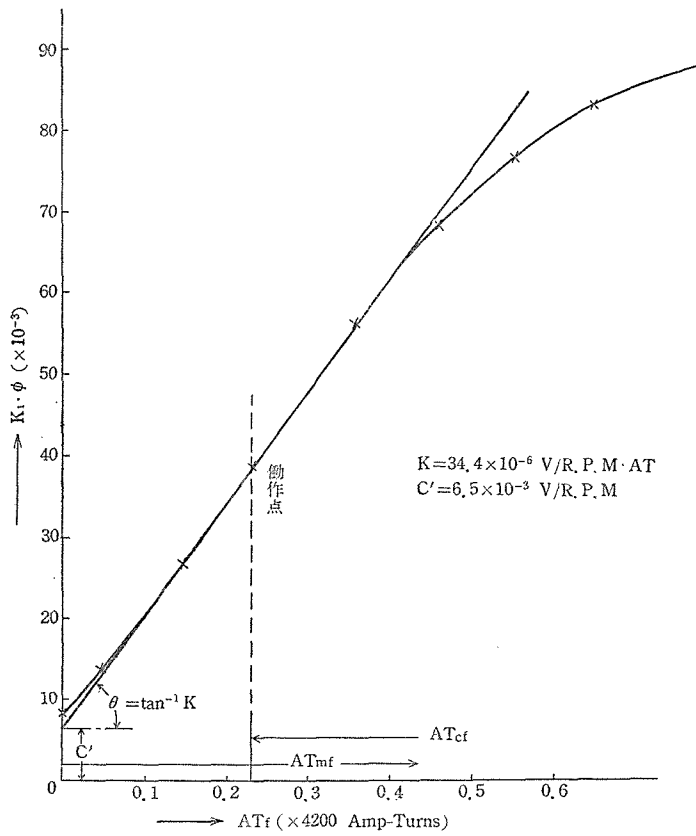
$$b = K_1 \cdot K_2 \cdot W_{cf} / R_{cf} = K \cdot W_{cf} / R_{cf} \tag{7}$$

但し  $K = K_1 \cdot K_2$        $C' = K_1 \cdot C$

一方 (2) 式の両辺に K<sub>1</sub> を掛けると、

$$K_1 \cdot \phi = K_1 \cdot K_2 \cdot AT_f + K_1 \cdot C = K \cdot AT_f + C' \tag{8}$$

即ち K<sub>1</sub>φ - AT<sub>f</sub> 曲線の直線と見做される部分に切線を引き図的に求められる。又 AT<sub>mf</sub>, W<sub>cf</sub>, R<sub>cf</sub> は任意常数であるからこれ等の値を (6), (7) 式に代入すれば a b が決る。



第3図

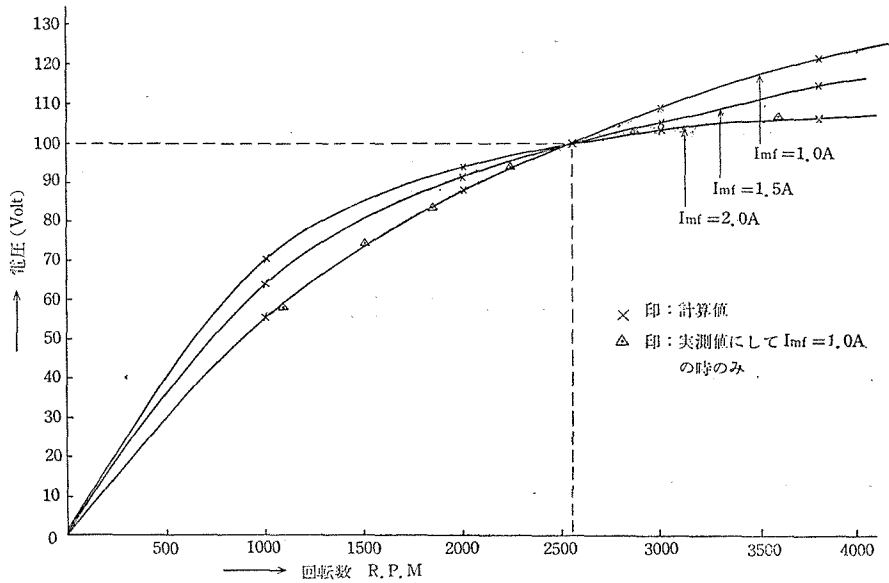
5. 計算値と実測値の比較

本結線方式を直流分巻発電機に適用した場合の計算値と実測値を比較してみる。即ち発電機回転数が 2560R. P. M のとき無負荷電圧が 100V になる如く a, b の値を決め a を媒介変数として求めた速度特性の計算値と実測値とを曲線に表示したのが第4図である。

第一表

$W_{mf} = W_{cf} = 2100$ 回		
$K = 34.4 \times 10^{-6}$ V/R. P. M·AT $C' = 6.5 \times 10^{-3}$ V/R. P. M		
$I_{mf}$	a	b
1.0A	$78.8 \times 10^{-3}$	$0.39 \times 10^{-3}$
1.5A	$115.5 \times 10^{-3}$	$0.759 \times 10^{-3}$
2.0A	$151.0 \times 10^{-3}$	$1.123 \times 10^{-3}$

実測値は  $I_{mf} = 1.0A$  の場合のみであるが計算値とはほぼ一致している。



第4図

### 6. 電圧変動率について

2560 R. P. M を中心とした前後 1000 R. P. M 内の電圧変動率  $\delta$  については第二表の如し。

第二表

$I_{mf}$ \ $\delta$	$(N_2 - N_1)$ R.P.M	$(E_2 - E_1)_v$	$\delta = \frac{E_2 - E_1}{E_0} \times 100 \%$
1.0A	1000	19.5	19.5
1.5A	1000	13.5	13.5
2.0A	1000	9.5	9.5

但し  $E_1$  :  $N_1 = 2060$  R. P. Mの時の電圧,  $E_0$  : 100 V

$E_2$  :  $N_2 = 3060$  R. P. Mの時の電圧

従来のローゼベルヒ発電機やベルグマン第三ブラシ式発電機では速度変化 40% に対して電圧変動は最低 10% 位であった。本結線方式では  $AT_{mf}$  を大きくすれば更に電圧変動を少なくする事も容易である。然し電圧変動を小さくしようとすれば  $AT_{mf}$  が大とな

つて発電機が大きくなるのが欠点である。

## 7. 結 言

ここでは無負荷の場合のみについて考察し実験したのであるが一定抵抗を接続した場合の速度特性も原理的には無負荷の場合と大差がないと思う。又実際には電池等によって一定励磁電流  $I_{mf}$  を得ることは困難のため小型の本方式による発電機を製作する場合は主励磁巻線の代りに永久磁石を用いるのが適当だと思う。

## 参 考 文 献

- 電気工学ハンドブック：第8編  
Bergman : T. A. I. E. E. 50, 678 (1931)  
Rosenberg : E. T. Z. 50, 1188 (1929)  
直流機 (電気学会編) : 第14章