

小論文

コロナモータのオゾン生成におけるロータ回転数の影響

—ロータを外部駆動した場合—

和泉基輝*, 村田雄司*

(1994年5月6日受理)

Effect of Rotation Speed of Corona Motor on Ozone Generation

—In the Case of Forced Rotation by External Motor—

Motoki IZUMI* and Yuji MURATA*

(Received May 6, 1994)

From the point of view of ozone generator, we have investigated the corona motor. Generally, the efficiency of ozone generator using gaseous discharge is lower than 10%. The power more than 90% wastefully changes into heat, light, noise and so on. The purpose of our study is to use the corona motor in order to get ozone in addition to mechanical power. As the first step of the study, we measured the relation between the efficiency of ozone generation and the rotating velocity of the motor. The obtained results are that the efficiency of ozone generation by positive and negative discharge are 0.25 mg/W·min and 0.40 mg/W·min, respectively, at 25 rps, 0.2 W input power. The lower rotating velocity yields higher efficiency of ozone generation.

1. はじめに

コロナモータは絶縁体ロータ表面をコロナ放電により帯電させ、電極とロータ表面の電荷の反発力および吸引力により回転力を得るモータである。このモータは原理的には比較的大きなパワーを取り出せるはずであり¹⁾、また、主に絶縁体で構成することができるために軽量化が期待できる²⁾、などの利点が考えられる。その反面現在一般に用いられている電磁モータに比べて、効率が低いこと、コロナ放電のために高電圧が必要なこと、放電によって人体に有害なオゾンが発生すること、など問題も多い。そのため実用化されておらず、実験室レベルで機械的特性や電気的特性が測定されている状態である²⁾。

このようにモータとして単独で考えた場合、現時点ではコロナモータは有用であるとは考えにくい。しかしコロナモータを回転力を発生すると同時にオゾナイザとしてオゾン生成する総合的なシステムとして用いれば、有用な利用法もあるのではないであろうか。一般に放電によるオゾンの生成量は、投入された電力から熱化学的

に予想される量に比べて非常に少なく、その90%以上が熱、光、音となり無駄に放出されている。コロナモータではオゾン生成しながら回転力を得ることができるため、系全体の効率を良くすることができる。

前述のように、今までにコロナモータの機械的特性については測定が行われているが、オゾナイザとしての観点から詳しく測定された例はないように思われる。そこで今回はコロナモータのオゾン生成効率と、それに対するロータ回転数の影響について測定を行ったので報告する。コロナモータは一般の導体電極系とは異なり絶縁体の回転を伴う電極系を用いているので、回転数が変化するとオゾンの生成効率がどのように変わるのかという基礎的なデータを取得するため、また広い範囲の回転数でオゾン生成特性を調べるため外部からDCモータでコロナモータを強制回転させ測定を行った。

2. 測定装置

2.1 コロナモータ

図1に測定に用いたコロナモータの構造を示す。ロータはアクリル製の円筒状で直径106 mm、長さ75 mm、厚さ3 mmである。電極はステンレス製の刃形状のもので、測定時には電極を内外2枚ずつ2組、ロータの接線に対して45度に傾けて取り付け、交互に正負の電圧を印加した。電極の長さは内側50 mm、外側64 mmであ

キーワード: オゾン, コロナモータ

* 東京理科大学工学部電気工学科 (278 野田市山崎 2641) Department of Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo, Yamazaki 2641, Noda, 278 Japan

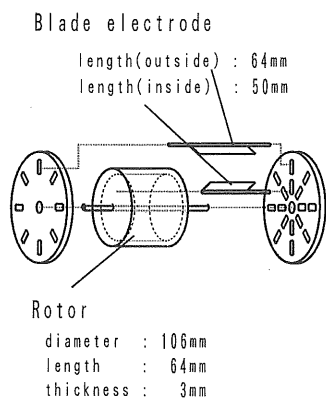


図1 コロナモータの構造
Fig. 1 Corona motor.

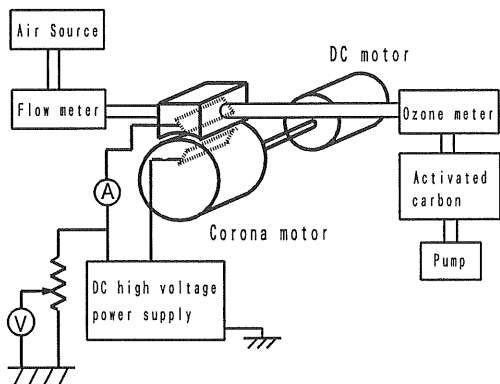


図2 オゾン測定系
Fig. 2 Schematic diagram of experimental apparatus.

る。外側の1枚にオゾン測定のために覆いを取り付けた。このコロナモータを回転数に対するオゾン生成特性を調べるため、DC モータで一定速度で回転させた。

2.2 オゾン測定系

図2に示したものが今回用いた測定系である。コンプレッサから送られた空気は乾燥剤を通りコロナモータに送られる。発生したオゾンは紫外線吸収方式を用いたオゾン濃度測定器に送りこまれた後、活性炭を通して大気中に排出される。

3. 測定結果および考察

3.1 基本的特性

コロナモータのロータの回転数は毎秒25回転、ロータ電極間のギャップは1mmに設定し、空気の湿度は1% RHである。電極に流す空気の流量を3l/minとして、覆いの中の電極に正、負それぞれの電圧を印加して測定した。図3に電力とオゾン濃度の、図4に電力とオ

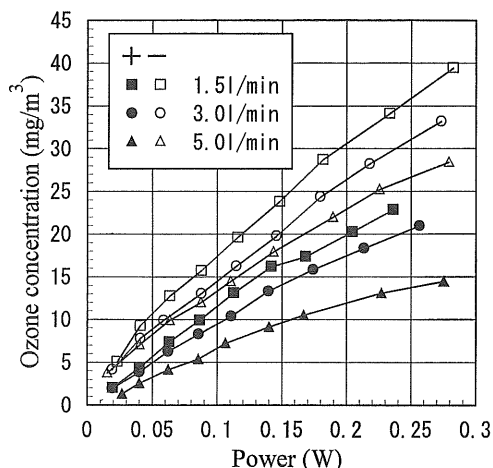


図3 流量をパラメータとしたときの電力とオゾン濃度
Fig. 3 Relation between power and ozone concentration for different flow rate.

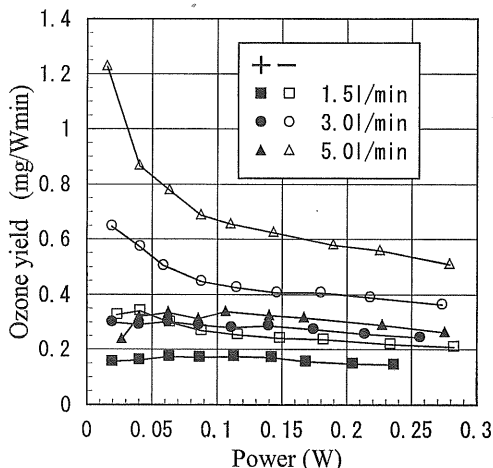


図4 流量をパラメータとしたときの電力とオゾン収率
Fig. 4 Relation between power and ozone yield for different flow rate.

ゾン収率 (mg/W・min) の関係を示した。測定を行った電力の範囲が最大で0.3W程度と小さいが、このコロナモータを実際に動作させた時には、電極が今回測定に用いたものの2倍程度の長さで、8組16枚取り付けられて、最大で6Wの電力を消費したことから、測定に用いた電極1枚当たりの電力を計算すると0.2W程度となり、妥当な測定範囲であるといえる。電力が増加するにつれて正負ともオゾン収率が減少していることがわかる。これは放電によるオゾンの生成に一般に見られる特性である。コロナモータで特徴的な点は正放電の結果に見られる。空気の流量が3l/min、電力0.2Wのとき、収率が負放電で0.4mg/W・min、正放電で0.25mg/

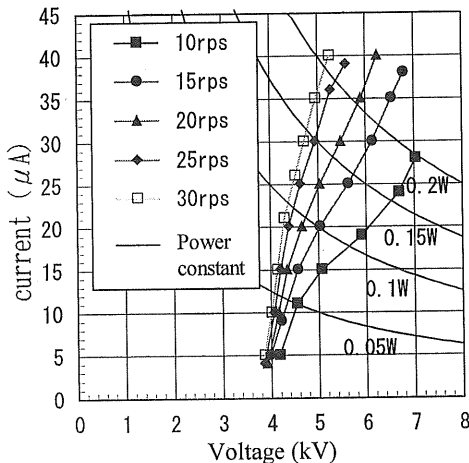


図5 回転数をパラメータとしたときの電圧と電流
Fig. 5 Relation between voltage and current for different rotating velocity.

W・min である。一般にコロナ放電では正放電によるオゾン収率は負放電のその 20% 以下であるが、コロナモータでは 60% 以上である。

3.2 回転数の影響

通常の電極系と異なり、コロナモータにはロータの回転数という要素が加わる。そこで回転数をパラメータとして測定を行った。実際のコロナモータの動作時には、印加電圧、放電電流、回転数の間に密接な関係があるので、本実験で得られた結果をそのまま動作時の特性に当てはめることはできないが、回転数の増減がオゾン収率にどう影響するか定性的なことが確認できるであろう。結果を図5、図6に示す。ロータ電極間のギャップ、電極の角度、空気の湿度は3.1節と同様に、流量は3 l/min に設定し、回転数を変えて測定した。図5は放電電圧と放電電流の関係を、図6は電力とオゾン収率の関係を示したものである。回転数の低い方が良くオゾンが生成されている。この理由について考察してみる。図5に電力 W が一定のカーブが書き込んである。これを見るとわかるように、電力一定のもとでは回転数の低い方が電圧が高くなっていることがわかる。このため電離領域が広くなりオゾン生成が促進されると考えられる。

4. 今後の課題

3.1, 3.2 節にコロナモータのオゾン生成特性を述べてきた。しかし、一般にオゾン生成に用いられている無声放電では収率は $1.5 \text{ mg/W}\cdot\text{min}$ 程度と本研究で得られた結果よりもかなり大きい。コロナモータのオゾン生成特性改善の方法としては、3.2 節で述べたように回転数

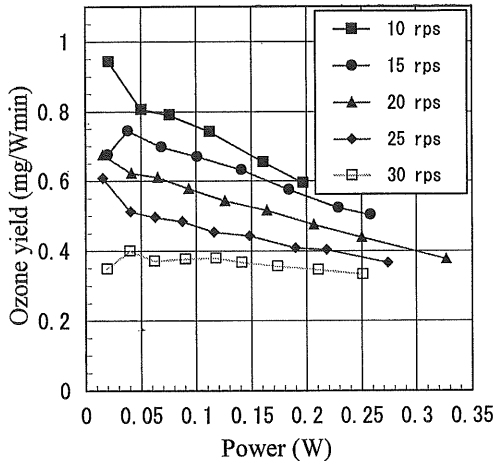


図6 回転数をパラメータとしたときの電力とオゾン収率
Fig. 6 Relation between power and ozone yield for different rotating velocity.

を低くするという方法のほか、電極先端の曲率半径を大きくする、ロータ表面と電極先端との距離を大きくする⁹⁾、などの方法が考えられる。これらの方法は、コロナモータのモータとしての特性改善には逆行するようにも思えるので、オゾン生成とのバランスが重要となるであろう。

今回は他のモータでロータを強制的に回転させながらオゾンの測定を行ったので、実際のコロナモータの動作時とはやや条件が異なる。最終的にはオゾン量と動特性の二つを同時に測ることが必要である。

5. 結 論

本研究によって確認されたことをまとめると以下のようになる。

- (1) 刃形電極によるロータ表面に対する放電でのオゾン収率は、正放電、負放電でそれぞれ $0.25 \text{ mg/W}\cdot\text{min}$, $0.4 \text{ mg/W}\cdot\text{min}$ であり、一般のコロナ放電に比べ正放電での収率が高い。
- (2) ロータの回転数はコロナモータのオゾン生成特性に大きな影響をもち、コロナモータが安定に動作する範囲では低い方が高いオゾン収率となる。

参 考 文 献

- 1) 静電気学会編：静電気ハンドブック，p. 669，オーム社 (1985)
- 2) 例えば，服部正行，浅野和俊：静電気学会講演論文集 '93，pp. 395-398，静電気学会 (1993)
- 3) 野本幸治，大久保利一，足立宜良：静電気学会誌，13 (1989) 308