

電気集じん装置内の逆電離イオン風とそのダストへの影響

羽野 光夫*・中林 広光**・足立 宜良*

Back Discharge Ionic Wind and this Ionic Wind Effect for Dust Particles in an Electrostatic Precipitator

Mitsuo HANO, Hiromitsu NAKABAYASHI and Takayoshi ADACHI

Abstract

Ionic Wind (IW) is one of the collecting forces and has an effect on the behaviors of particles in an electrostatic precipitator (EP). Back discharge IW occurs by Back discharge is a kind of IW and many problems for this IW in EP have been unsolved so far.

In this experiment, the model EP is a discharging needle or one discharging wire-to-Mica plate electrode system. Mica is used in place of the dust layer with high resistivity and has some pinholes to occur Back discharge in model EP. In the first place, authors observed Back discharge IW by using Schlielen equipment because of being not able to observe it directly. Next, three kind of particles (joss-stick, polyethylene, lycopodium) were put in EP and the behaviors of particles within Back discharge phenomena were observed.

As a result, Four flow pattern of Back discharge IW in EP could be classified by analyzing behaviors of joss-stick smoke and the reentrainment behaviors of lycopodium and polyethylene particles were different from the particle behaviors in normal state without Back discharge. Particle speed jumping from Mica plate electrode was larger than collecting speed by the cause of repulsing Coulomb force and Back discharge IW force. It is thought that Back discharge IW has large effect on the behaviors of particles in EP and is one of the causes by which collecting efficiency decrease in Back discharge state in EP.

1. まえがき

電気集じん装置（以下 EP と略）は通常運転状態において、非常に高効率で微細な粒子までも集じん可能であるが、いったん異常現象が生じると EP の不平衡を招き集じん率は極端に低下するし、ひどい状態になれば運転停止に至る。異常現象には、電気的性質、外力、ダスト粒子の状態などによりいろいろと誘発原因が考えられ、また予防及び対策がその現象誘発の原因に基づいていろいろと講じられている。EP 内の代表的異状現象には (1) 放電線振動¹⁾、(2) 放電線肥大²⁾、(3) 再飛散現象³⁾、(4) 逆電離現象⁴⁾ などが上げられる。そしてこれらの現象については今なお研究が続けられている現状である。

ここで最後の逆電離現象について、これまでの研究に基づいて概要を述べる。EP 内で気流に含まれるダストがクーロン作用力で気流と分離されて集じん電極

に捕集される。そしていったん集じんされたダストが堆積したダスト層中のポイド放電（逆電離）により再びガス流中へ飛散する現象といわれている。集じん極に堆積したダスト層中の平均電界強度 E_d は次のように表わされる⁵⁾。

$$E_d = \rho_d \cdot J_d \quad [\text{V/m}] \quad (1)$$

ここで、 ρ_d は煙霧体の見掛け固有抵抗、 J_d は堆積中のコロナ電流密度である。高抵抗ダストを集じんする際に、この E_d がダスト層の破壊電界強度以上になり、ダスト層内で局所的な絶縁破壊（ポイド放電）が発生する。その結果、堆積ダスト表面上に点状の正コロナが発生しここで発生した正イオンはすでに堆積しているダスト層の電荷を中和し、その結果ダストは付着力が減少し、気流により剥離されて再飛散すると一般にいわれてきた。このような逆電離現象の発生に関与する諸条件として、(1) 気圧、(2) 温度、(3) 相対湿度、(4) 粒径、(5) 固有抵抗、(6) 堆積層の厚さ、(7) ガスの成分などが上げられる。

一方、逆電離に伴って発生した正イオンが集じん

* 電気工学科

** 大学院電気工学専攻（現・株）日新製鋼

空間に飛び出し、放電極から飛来する負イオンを中和するが、その際に堆積層から放電極へ向って吹く気流が存在する。この気流は逆電離現象に伴って発生する風で逆電離イオン風と筆者らは呼んでいる¹¹⁾。

逆電離現象についての研究は東京大学増田教授を中心にしたグループの研究が盛ん（例えば文献2参照）であって、近年は光学的見地からの論文が多くみかけられる。本報告では逆電離イオン風の見地に立って実験検討したものである。すなわち、逆電離イオン風の挙動をシュリーレン写真で明らかにすると共に、種々の粒子を用いて、その挙動から逆電離イオン風の作用効果を検討した。ただし、実験は静止大気中で行なった。

2. 実験装置および方法

〈逆電離イオン風の挙動〉 逆電離イオン風を観察する目的で、基礎実験として針対マイカ平板電極を、また実用 EP と関連させるために線対マイカ平板電極を使用した。これらの実験装置の概要を Fig.1 (a) および Fig.2 (a) に示す。逆電離現象を誘発する高抵抗ダスト層としてマイカ板を代用した。この理由はマイカの固有抵抗が $4.6 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ と大きいこと、逆電

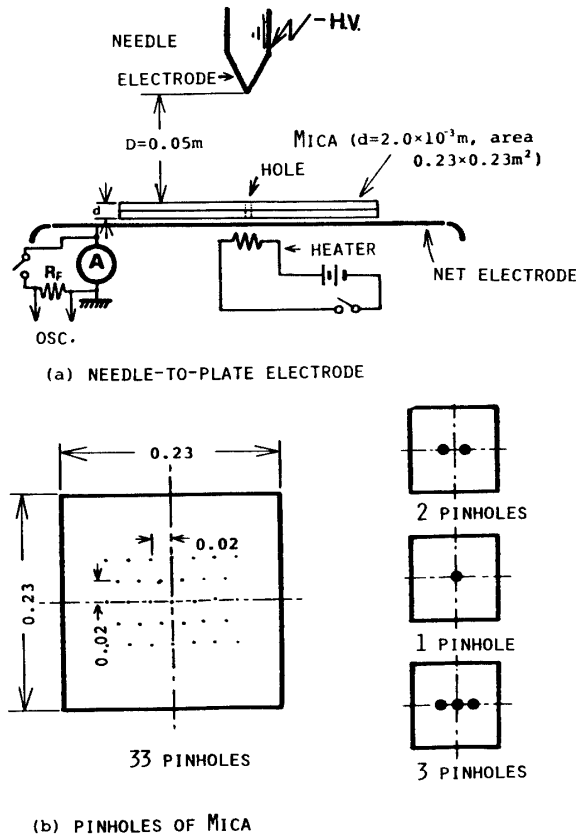


Fig.1 Experimental apparatus of needle-to-plate electrode and the condition of holds on Mica

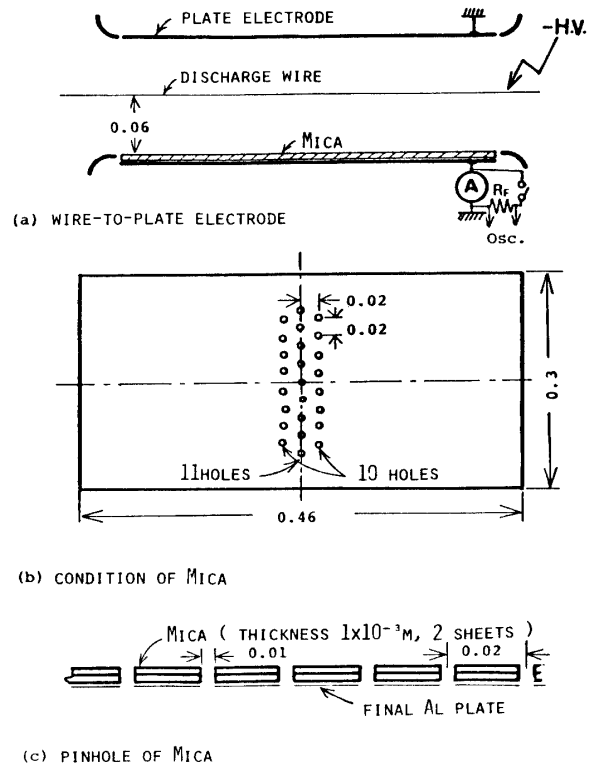


Fig.2 Experimental apparatus of wire-to-plate electrode and the ocndition of holes on Mica

離イオン風の観察が容易なこと、ある程度現象の再現性があることなどである。

針電極の場合は電極間隔 D を 0.05m 一定として、放電の端効果対策を考慮してマイカ板（厚さ 0.001m × 2枚）は 0.23 × 0.23m² とした。Fig.1 (b) に実験用に加工されたマイカ板の状態を示す。逆電離現象を観察するためにマイカ板にはピンホール（直径 0.1 × 10⁻²m）があげられており、このピンホールが逆電離発生点（破壊点）となる。実験はピンホールの間隔 0.02m 一定として、その数が、1, 2, 3, 33個の場合について行なった。そして針電極は1個の場合その真上、2個はその中間、3個は真中のピンホール、33個（ピンホールは1例に7個および6個でそれを千鳥状に配置）はその中心上に設置した。また逆電離イオン風が観察しやすいようにマイカを金網電極上に置き、ピンホールの下部よりヒータ（70W）を設置して空気を常時加熱してシュリーレン観察⁹⁾を行なった。

線電極の場合、電極間隔 D は 0.06m 一定で、マイカ板の加工状態は Fig. 2 (b), (c) に示す。マイカは 0.3 × 0.46m² でアルミ平板電極（0.3 × 0.5m³）上に置かれ、マイカのピンホールの状態（径、間隔、マイカの厚さ）は針電極の場合と同じである。ピンホールの配置は千鳥状で、個数は11穴以上各種について実験

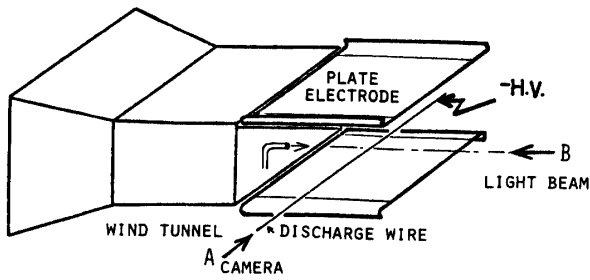


Fig.3 Schematic diagram of experimental apparatus for observing particle loci in the back discharge field

を行なった。この場合とヒータは600Wを用い、実験前にある程度温めておきその後スイッチを切り実験を行なった。コロナ電流波形は R_f (10RQ) を通してシンクロスコープで観測した。

〈ダスト粒子の挙動〉 ダストを気流に乗せてコロナ放電電界中に入れての粒子挙動観察のための実験装置の概要を Fig.3 に示す。線対両平板の電極系を持つ模擬 EP で、マイカ板の状態などは Fig.2 (b), (c) とまったく同様である。煙粒子発生装置の位置やダスト粒子導入方法などは文献7を参照されたい。

気流は整流板と金網とで整流され、気流速度は実用 EP の標準速度である $v_g=1.0\text{m/s}$ 一定として集じん装置内へ送られている。逆電離現象中の再飛散粒子の速度は多数の穴をあけた回転板で光源からの光をチョップして、その光を運動中の粒子に照射して写真測定したものである。

3. 逆電離イオン風の挙動

3.1 針対マイカ平板の場合

各々のピンホールの数とマイカのない場合（エアロード）の放電特性を Fig.4 に示す。マイカを用いないエアロードの場合の放電特性は点線で示す1本の直線で表わされるのに対して、マイカを置いた場合の特性は $3.4 \times 10^5 \text{ V/m}$ あたりで折点を持つ特性を示す。すなわち、この折点あたりまで穴の数にかかわらず1本の直線で表わされるが、それ以上になると直線の傾きが大きくなって逆電離現象が発生したものと考えてよい。このことは Fig.9 に示してあるように、暗室で現象は確認した。穴の数が増加すると逆電離の発生場所が増加したことによって、結果として図のように直線の傾きが増加する。また、マイカを載せていない場合の放電電流は図から明らかに多く流れるが、マイカを載せるとマイカ表面の電荷による電位が増加するので放電電流は抑制されて減少する。

次にこの関係を実用 EP の放電特性によく利用され

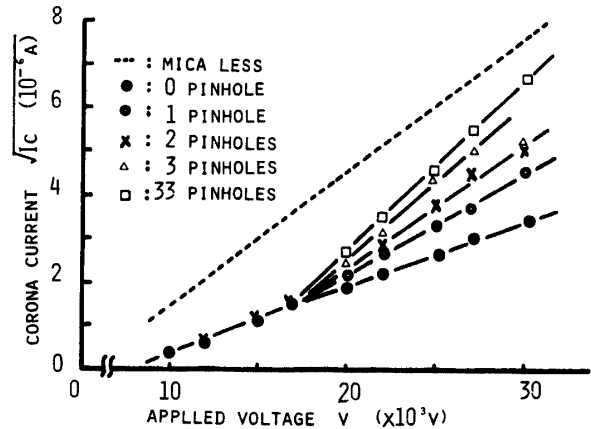


Fig.4 Corona characteristics for needle-to-Mica plate electrode

る両対数グラフに整理すると、次のような実験式が得られた。

$$\log I_c = \beta \log V + C \quad (2)$$

I_c はコロナ電流 (μA), V は印加実効電圧 (KV), β は電離とイオン再結合の関係および電離の主役による定数、換言すれば放電極形式および寸法などによる定数、 C は雰囲気ガスの状態や性質ならびに電極寸法などに関する定数である。この (2) 式の β の値を Table 1 に示す。

Table 1 β of Egn. (2) for needle-to-Mica plate electrode

Pinhole	0	1	2	3	33
Gradient	3.08	3.75	4.57	4.75	4.50

ここで、穴が1穴から33穴の場合には β の値が 3.1~4.5である。マイカがない場合の大気中の放電特性では $\beta=2.0$ となることから、 $\beta>2$ では逆電離が行なわれていると判断される。実用 EP の逆電離状態の β はさらに大きな値⁸⁾となる。

シンクロスコープによるコロナパルス写真に基づいての概略図を Fig.5 に示す。マイカ板がなく電圧が低いときが (a) で、高くなると (b) に示す周期の整ったトリチエルパルスとなる。マイカ板を用いた Fig.4 の折点近傍の電圧では (c) で、高くなると (d) に示すようにきれいな逆電離パルスとなる。

そしてシュリーレンにおいても Fig.4 の折点である $E=3.4 \times 10^5 \text{ V/m}$ あたりで逆電離イオン風が観察された。Fig.6 は逆電離現象に伴ない発生した逆電離イオン風のシュリーレン写真である。Fig.7 にその概要

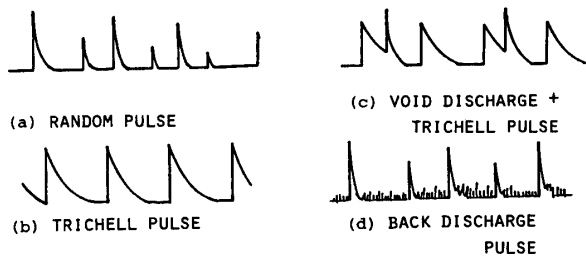
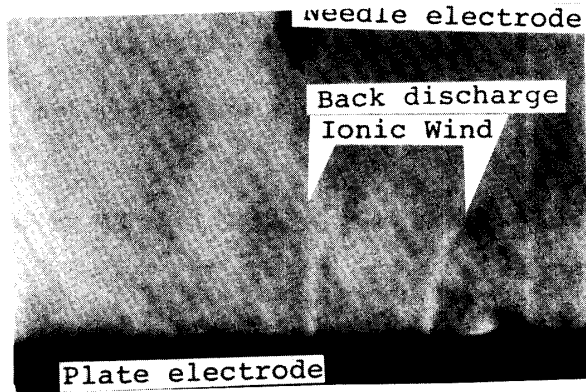
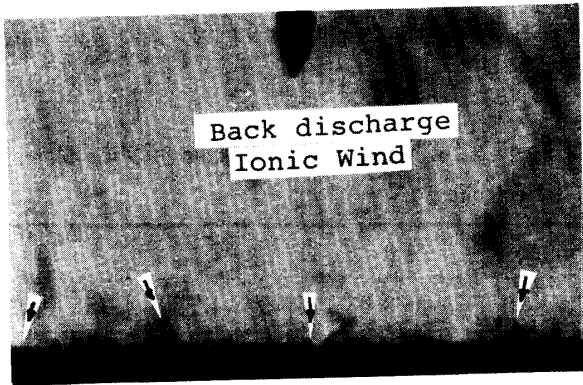


Fig.5 Observation of pulse for needle-to-Mica plate electrode



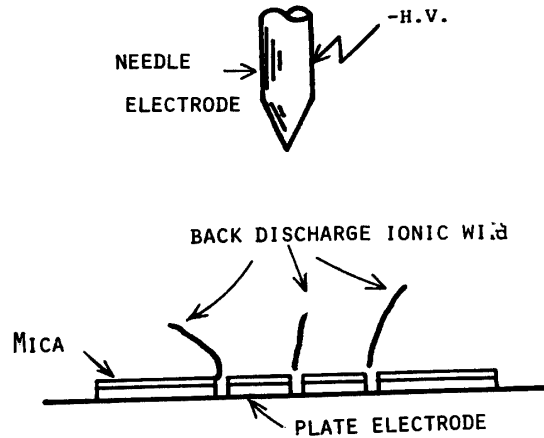
(a) 3 PINHOLES $I_c = 7.7 \times 10^6 \text{ A}$,



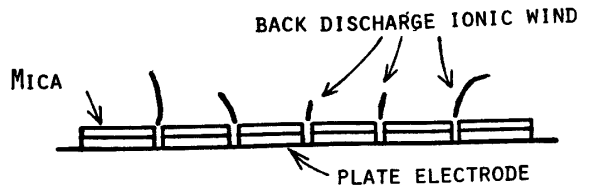
(b) 33 PINHOLES $I_c = 5 \times 10^6 \text{ A}$,

Fig.6 Schlieren photographs of back discharge for needle-to-Mica plate ($D=0.05\text{m}$, $V=20 \times 10^3\text{V}$)

を示す。ピンホール1個の場合ピンホールが針直下であり針からの負イオン風が吹くため観察が困難であった。このことは負イオン風のため逆電離イオン風の軌跡の主軸がマイカのピンホールを中心として動きまわることによって原因していると思われる。またピンホールの数が多くなった場合でもその挙動は負イオン風により頭を抑えられた形となる。このとき負イオン風と逆電離イオン風の衝突のため2次イオン風も発生する。印加電圧を上げるとマイカ層でのコロナ輝点から考えても当然のことながら逆電離イオン風も強くなるが、各



(a) 3 PINHOLES



(b) 33 PINHOLES

Fig.7 Schematic diagram of back discharge Ionic Wind (See Fig.6)

各のピンホールにより逆電離状態が異なるためその強さは異なってくると考えられる。しかし、この風速の測定は測定領域が放電電界であることから非常に困難である。

3.2 線対マイカ平板の場合

ピンホールの数をパラメータとした放電電極が線の場合の放電特性を Fig.8 に示す。Fig.4 と同様に平均電界強度 $E_{av} \approx 4 \times 10^5 \text{ V/m}$ 付近に折れ点を持つ特性である。針の場合この折れ点が逆電離開始であったように、この場合も折れ点よりコロナ電流が急増していることから、この折れ点付近で逆電離現象が発生したものと考えてさしつかえない。折れ点以後の関係は両対数グラフから (2) 式と同様に表わすことができる。そして β の値を Table 2 に示す。線の場合の β は針の場合の約2倍にもなる大きな値であって、ピンホール数が多くなったことに原因があると考えられる。

印加電圧が $36 \times 10^3 \text{ V}$ 以上になると1つのピンホールより逆電離ストリーマが放電線方向へ伸びていき最後にスパークに到ってしまう。このダスト層の逆電離コロナを観察したものが Fig.9 である。印加電圧の上昇とともに逆電離を生ずるピンホールの数が多くなり、またその輝点も非常に大きく明るくなって来る。ここ

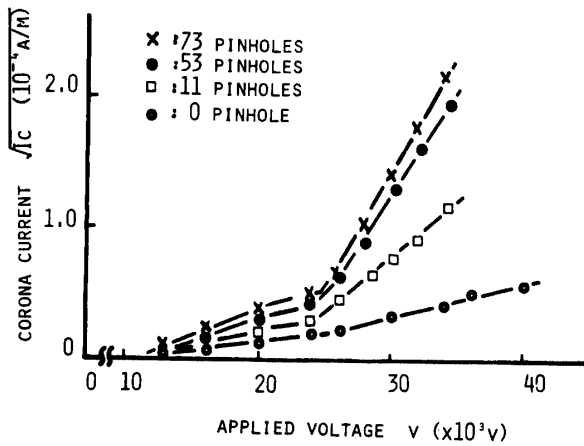
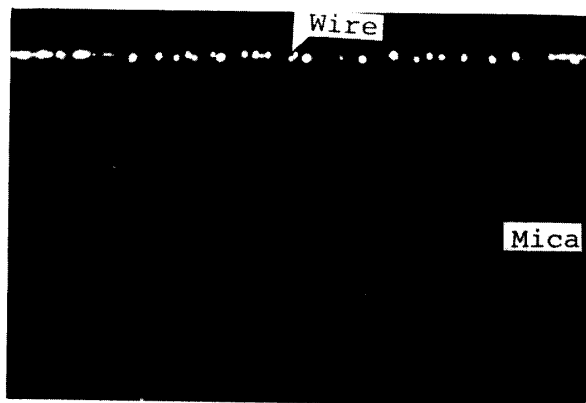


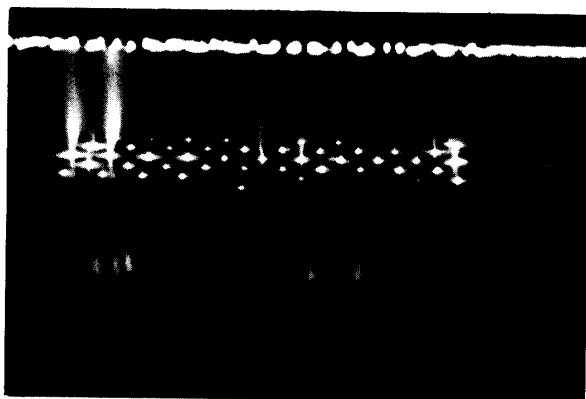
Fig.8 Corona characteristics for wire-to-Mica plate electrode

Table 2 β of Egn.(2) for wire-to-Mica-plate electrode

Pinhole	0	11	31	53	73
Gradient	4.02	7.52	7.88	8.26	9.49

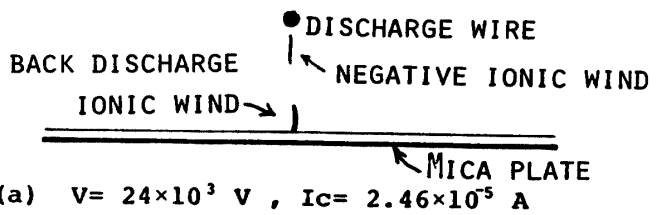
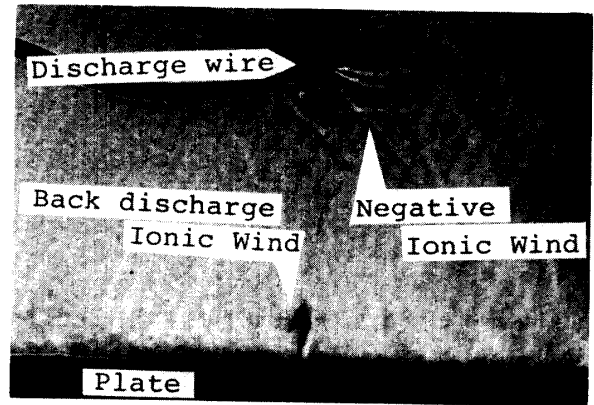


(a) $V = 24 \times 10^3$ V , $I_c = 8.7 \times 10^6$ A

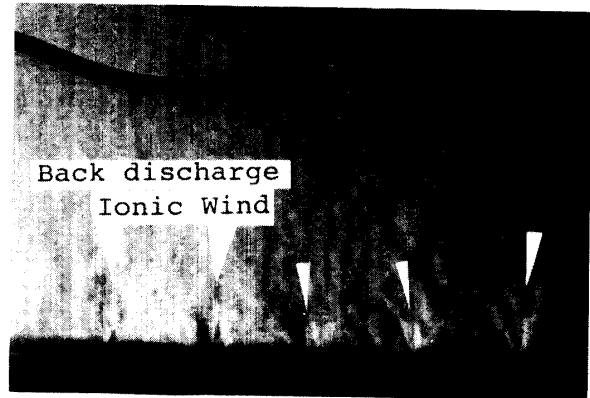


(b) $V = 36 \times 10^3$ V , $I_c = 2.01 \times 10^4$ A

Fig.9 Photographs of back discharge corona on the Mica plate electrode ($D=0.06$ m, 73 pinholes)



(a) $V = 24 \times 10^3$ V , $I_c = 2.46 \times 10^5$ A



(b) $V = 36 \times 10^3$ V , $I_c = 1.52 \times 10^4$ A

Fig.10 Schlieren photographs of back discharge for wire-to-Mica plate electrode(53 pinholes, $D=0.06$ m, $I_h=4\mu$ A)

でストリーマがダスト表面上に広がるのはダスト層表面の電位傾度が高いため、空間に伸びていくのは空間の電位傾度が大きいと考えられる。このため逆電離コロナは放電線直下のものが一番伸びやすく輝きも非常に明るい。

針電極の場合と同様に逆電離現象が起るとそれに伴ない逆電離イオン風が発生する。このイオン風の発生は Fig.8 の放電特性の折れ点(逆電離開始点)とだいたい一致するようである。線対マイカ平板電極の逆電離イオン風の例を Fig.10 に示す。放電線直下は逆電

離が盛んであり、そのため正イオンシャワーによる中性気体分子の駆動が大きいと考えられる。しかしながら Fig.10(b)をみると直下に比べると両サイドの逆電離イオン風の軌跡の方が空間に長く伸びている。この理由として放電線からの負イオン風のため逆電離イオン風が抑えつけられそして拡散させられるためと考えられる。

4. 逆電離状態におけるポリエチレン粒子の挙動

逆電離現象が発生すると EP の集じん効率が低下すると言われており、その原因究明が大きな問題となっている。多針対平板電極を用いて、平板電極上に厚さ 0.4×10^{-2} m のセメント中間生成物を置き針電極に負の直流高電圧を印加すると、その直下で針電極方向へ柱状に立ち上がりあたかも噴水のごとき挙動を示す興味ある飛散現象が報告されている⁸⁾。また線対平板電極においても同様の現象を筆者らは経験した。

これらのダスト粒子の挙動を明確に把握するためまず逆電離状態における線香の煙粒子で流れのパターンを理解したあとにポリエチレン粒子の挙動の観察実験を行なった。なお、使用した粒子の特性を Table 3 に示す。

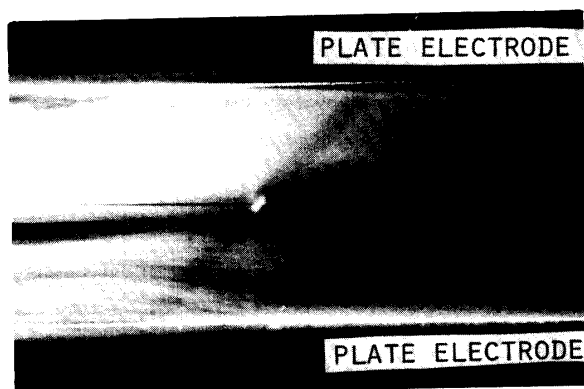
4.1 線香の煙粒子によるフロー実験

線香の煙は Table 2 より非常に小さいので、粒子に働く平均電気力と平均粘性力の比を表わす無次元量である電界寄与率¹⁰⁾が小さいことから煙粒子は重力にほとんど関係なく気流およびイオン風に非常に大きく影響される。ことにそのため逆電離状態での煙粒子の挙動を観察することは負イオン風や逆電離イオン風の状態を知る上で大切なことである。

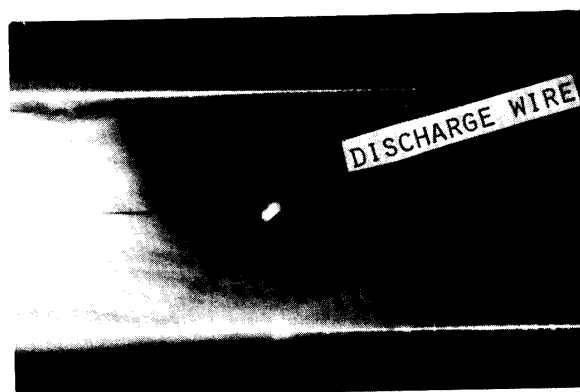
Table 3 Characteristics of particles

	Dia. (μm)	$\rho(\Omega \cdot \text{cm})$	$\epsilon_s(0)$
Polyethylene	≈ 90	10^{13}	2.3
Smoke (Jcss stick)	0.05~0.1		
Lycopodium	≈ 15		5.0

線香の煙粒子の挙動を Fig.11 に示す。ピンホールの数が73個の場合で写真の (a) は 4.8×10^5 V/m, (b) は 6×10^5 V/m のものである。これらの多くの写真に基づいて、フローパターンを Fig.12 のように4つのパターンに分類した。逆電離現象が発生していないフローパターン (文献7参照) とは非常に異なっている。



(a) $V = 24 \times 10^3$ V , $I_c = 1.35 \times 10^{-5}$ A



(b) $V = 30 \times 10^3$ V , $I_c = 6.15 \times 10^{-5}$ A

Fig.11 Picture of jcss stick particle loci in the condition of back discharge ($D=0.06$ m, $V_g=1.0$ m/s, 73 pinholes)

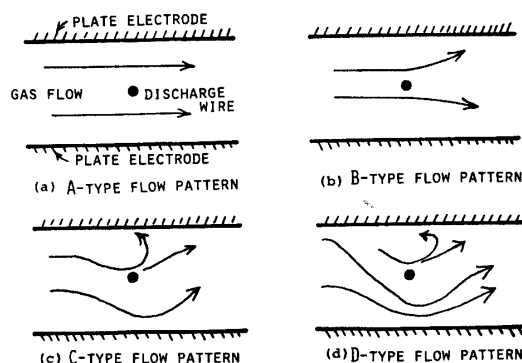


Fig.12 Aspect of air flow in the condition of back discharge field (See Fig.11)

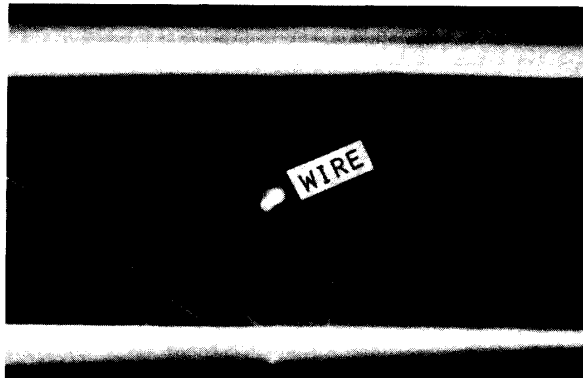
印加電圧を上昇していくにつれ、マイカ平板は下の電極のみに置かれているためマイカ表面の電位が上昇し下電極に対する放電が抑制される一方、上電極はアルミ電極であるのでほとんど普通に放電が行なわれている。その結果、イオン風は上電極方向が強く反対に下電極方向は弱くなることが考えられ、その様子が Fig.12 の C および D 型パターンである。このように逆

電離現象が起こると、マイカ平板方向へきた煙粒子は再び集じん空間へ向って流されており、これは逆電離イオン風がピンホールより放電線方向へ吹いているために気流が下の集じん電極に沿って流されていくにもかかわらず集じん空間へ押しやられることを意味する。

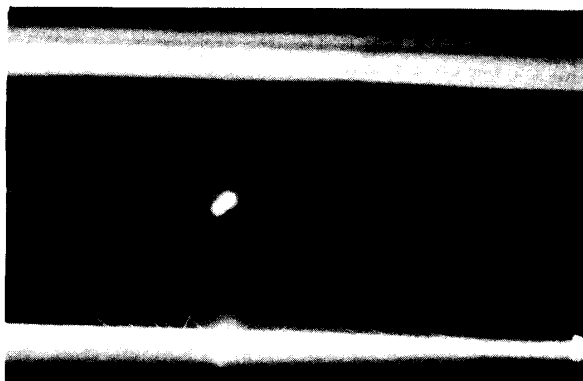
以上のことにより、このような状態にある EP にダスト粒子が導入されてくると一旦集じん電極に偏向されながら、集じん電極近傍にくると逆電離イオン風のためまた集じん空間へ引きもどされるという現象を生ずることが推察される。

4.2 ポリエチレン粒子の挙動

現象の観察のしやすさなどの点から Table 3 に示す粒径の大きいポリエチレン粒子を使用して逆電離状態における粒子の挙動を Fig. 13 に示す。放電開始前では線対両アルミ電極からなる通常の場合（文献 7 参照）における粒子の挙動とほとんど変化はない。放電が開始すると粒子は集じん電極方向へ偏向されるが、しかしこれは通常の場合（文献 7 参照）よりもその偏向の大きさは小さい。この理由としては放電が開始し



(a) $V = 30 \times 10^3 \text{ V}$, $I_c = 61.5 \times 10^6 \text{ A}$



(b) $V = 36 \times 10^3 \text{ V}$, $I_c = 2.07 \times 10^6 \text{ A}$

Fig. 13 Picture of polyethylene particle loci in the condition of back discharge (63 pinholes)

てもマイカ電極方向へのイオンが少ないためおよび負イオン風速がかなり弱いためと考えられる。また、このとき集じん電極に達した粒子のうち少数はマイカ電極上で小さい跳躍現象を繰り返して風下へ移動していく。

Fig. 4 のコロナ放電特性から推察できたように逆電離現象は平均電界強度が $4 \times 10^5 \text{ V/m}$ 付近で発生して、この電界強度以下での粒子の挙動が Fig. 13 である。EP 内へ導入された粒子はまず放電極間周辺で負に帯電され、イオン風およびクーロン力により集じん電極方向へ偏向されそして集じんされる。しかし、一旦集じんされた粒子はそれ以後次のような異なった3つのパターンを示す。

- (1) 集じん電極に達した粒子がそのまま集じんされ続けているもの。
- (2) 集じん電極に達するやいなや直ちに垂直方向へ再飛散するもの。
- (3) 集じんされてからある時間を経て飛散するもの。印加電圧を上げるとダスト粒子の飛散は激しくなり、粒子の再飛散は逆電離が起っている地点で発生していると考えられ、ピンホール上やそのごく近傍に集じんされてきた粒子はすぐに飛散される。またピンホールの周辺に集じんされた粒子はそのまま集じんされているかまたは気流や逆電離イオン風やマイカの表面での電位傾度によるクーロン力によりピンホールに接近しそして飛散するものと思われる。

このように粒子がマイカ層上において飛散するときの粒子への作用力としては主に、

- (1) 粒子電荷を放電極に放電することによって生じる放電極方向への作用力である放電圧力
- (2) 集じんされた粒子が逆電離コロナにより逆帯電しそのために生ずる放電極方向へのクーロン力
- (3) 逆電離イオン風による作用力

などが考えられるが、Fig. 10 の逆電離イオン風のシュリーレン写真や線香の煙粒子の挙動から考えると逆電離イオン風の影響が大きいと思われる。また、集じん電極の近傍ですぐに集じんされずに電極に少し沿って移動し集じんされるなど逆電離イオン風の影響が粒子の挙動に現われているのがうかがえる。

Fig. 14 と Table 4 に逆電離状態での1粒子の軌跡とその速度を示す。このように粒子は非常に速い初速度で放電線方向へ垂直に再飛散するわけである。そして負イオンシャワーにより逆電離された気流やイオン風により集じんされるか風下へ流される。また、再飛散した粒子が放電線より風上か風下かによりその挙動が異なるものもあり、(a), (b) では飛散しても風下

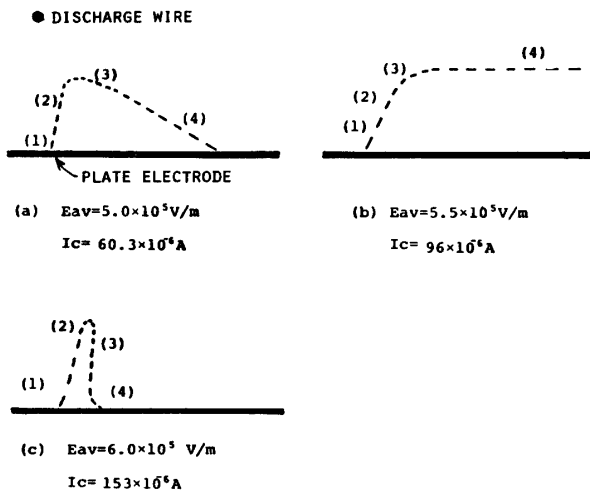


Fig.14 Aspect of polyethylene particle loci in the condition of back discharge (63 pinholes, See Fig.13)

Table 4 Polyethylene particle velocity ω (m/s) of reentrainment phenomena (see Fig.14)

$E_{av}(\times 10^5 \text{V/m})$	5.0	5.5	6.0
Position			
(1)	1.61m/s	2.4	2.42
(2)	0.98	1.53	0.61
(3)	0.77	1.21	0.81
(4)	1.41	1.61	1.09

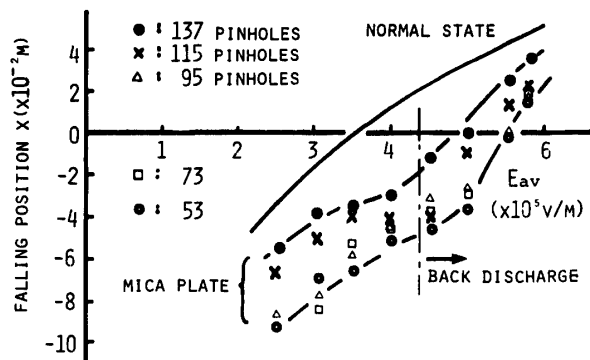


Fig.15 Relation of polyethylene particle falling position and average field strength in the back discharge field

へ流されるが、(c) では飛散した粒子は放電線近傍にくるため逆帯電され、そのためその速度は減少しましたすぐに集じんされる。

Fig.15 に粒子が線直下の点から粒子落下地点までの距離 X と平均電界強度 E_{av} との関係についてピンホールの数をパラメータとして示す(実線は通常状態での落下位置特性である)。この X は粒子捕集効果を示

す評価基準であって、 X が大きいほどその効果は大である。 E_{av} が小さいとき、マイカに達したイオンシャワーはマイカ表面に蓄積し、そのため表面電位が上昇し放電は抑えられることになる。その結果、イオンシャワーは減少したイオン風速も低下するため、通常時に比べ X の値は非常に小さい。 E_{av} が大きくなると逆電離が発生し、イオンシャワーは急増し X の値は通常状態の値(文献7参照)に近づくわけであるが、エアロード時に比べまだイオンシャワーの量は少なくまた逆電離イオン風のために X は小さいと考えられる。

最後に石松子についてもポリエチレン粒子と同様の実験を行なった。詳しい実験データに基づいての検討は省略するが、ポリエチレン粒子とほぼ同様の挙動を示した。なお、逆電離イオン風による再飛散現象はポリエチレン粒子よりも顕著であった。

4.3 逆電離状態における飛散粒子速度の考慮

実験で測定したダスト粒子の集じん電極からの再飛散粒子の速度は 2.5m/s 以上といったように非常に速い。ここでは過去の研究や観察された現象から、次に列記する 5 項目の仮定を用いて再飛散粒子の速度をクーロン力だけを考慮して平均移動速度の式から求めた。

(1) 正イオンは集じん電極から一様に発生し、集じん電極近傍には負イオンは存在しない。

(2) 集じん電極近傍の電界は Fig.4 のように逆電離電流と等しい通常での(線対両平板での)平均電界強度 E_{av} とする。

(3) 粒子は集じん電極に達するまでに正イオンのため帯電量は 0 となり、電極に達したのち急激に正イオンにより逆帯電されそして飛散する。

(4) 上記の飛散する粒子に作用する力は放電線方向に働くクーロン力だけである。

(5) 求めた粒子の速度は集じん電極より 0.01m の位置である。

ダスト粒子の速度を求めるにあたり次式の平均移動速度 $\bar{\omega}_{re}$ の式⁹⁾を用いている。

$$\bar{\omega}_{re} = \omega_{th} C(\alpha) (D/\omega_{th} \gamma)^\beta \tag{3}$$

ただし、 $C(\alpha) = 0.792/\sqrt{\alpha+1/\alpha}$, $\beta = 0.524$, $a = \sqrt{\tau_M/\tau_E}$, $\gamma = \sqrt{\tau_M}$, $\tau_E = (e-1)\tau_0$ (理論移動速度), $\tau_M = m/(6\pi\eta a)$ (運動緩和時間), $\tau_E = (e-1)\tau_0$ (等価帯電時定数), $\tau_0 = \Delta \epsilon_0 E/i$ (帯電時定数) とする。

使用したダスト粒子はポリエチレン粒子であるので、 $\delta = 1.61$, $\tau_M = 9.34 \times 10^{-2}$ sec, $\eta = 1.83 \times 10^{-5}$ Ns/m² (20°C), $a = 90 \times 10^{-6}$ m である。そして電流を供給している面はピンホールの存在する領域 S とし、電流密

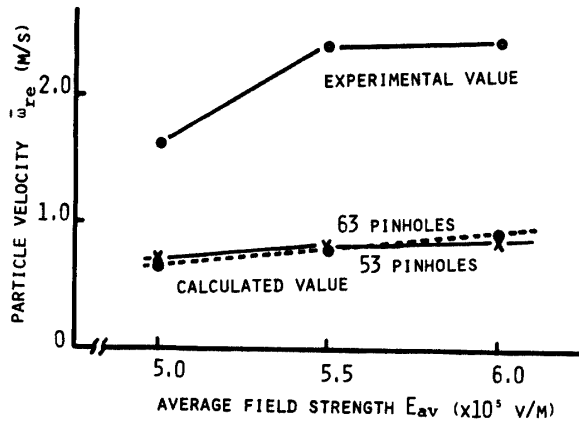


Fig. 16 $\bar{\omega}_{re}$ vs. E_{av} characteristics of polyethylene particle

度 J はコロナ電流 I_c を $S=0.15\text{m}^2$ (53 穴の場合), $S=0.71\text{m}^2$ (63 穴の場合) で除したものを使用した。

(3) 式より求めたポリエチレン粒子の飛散速度 $\bar{\omega}_{re}$ を Fig. 16 に示す。これらの値はクーロン力がダスト粒子に働く作用力として求めた値で、実験値に比べると約 1/2 から 1/3 程度の値である。これから考察すると、放電圧力によるものなどを実験値より差し引いたとしても、その値は計算値よりも大きいと判断される、したがってダスト粒子の再飛散速度に逆電離イオン風が非常に大きな効果をもたらすと考えられる。

5. まとめ

本研究の結果を要約すると次のようである。

(1) 高低抗堆積ダストの代りにピンホール付きのマイカ板を用いることによって再現性のある逆電離現象が得られた。針電極または線電極対平板電極の放電特性は逆電離が生じるまでの電圧ではピンホールの数に関係なく同一である。しかし、逆電離発生後はピンホールの多いほど電流増加率は大きくなる。そして対数での増加率 β は後者の方が 2 倍ほど大きい。

(2) 逆電離に伴ってマイカ平板上から放電極方向へ吹く逆電離イオン風はシュリーレン装置によって確認された。放電極からの負イオン風とこの逆電離イオン風との衝突によって生じるはずの 2 次イオン風は

複雑な乱流となるためか確認されなかった。

(3) ガス速度 1m/s 中での印加電圧増加に対して逆電離イオン風の影響によるフローパターンを 4 つに分類した。

(4) 逆電離状態において粒径の大きい粒子はマイカ板上に付着後、非常に速い速度で垂直方向へ再飛散する。この粒子挙動は放電線直下の点、これより風上の点、これより風下の点などで大きな相異がある。

(5) 粒子再飛散の作用力として放電圧力、放電線方向への逆荷電によるクーロン力、逆電離イオン風作用力などが考えられる。中でも逆電離イオン風はシュリーレン写真、粒子の挙動およびモデル計算による粒子速度から考えると非常に大きな効果をもたらしていると考えられることができる。

謝辞 本報告について、御指導ならびに御支援いただいた増田教授 (東大・工)、赤崎教授 (九大・工)、梶崎教授 (山口大・工)、加屋野教授 (山口大・理) に深く感謝する。また実験その他で援助いただいた本学池田技官ならびに研究室の学生諸兄に深く感謝する。

参考文献

- 1) 例えば、竹中智彦、川崎元之、足立宜良：山口大学工学部研究報告, 29, 2, 233 (1979)
- 2) K. Hashimoto, T. Adachi and M. Kawasaki, Inter. Workshop on El. Diel. 11 BP 10 (1978)
- 3) 足立宜良：電気学会論文誌, 90, 4, 710 (1970)
- 4) S. Masuda and A. Mizuno: J. Electrostatics, 2, 375 (1977)
- 5) S. Masuda: Inst. Phys. Conf. Ser., 27C, 154 (1975)
- 6) 足立宜良：電気学会論文誌, 93-B, 7, 273 (1973)
- 7) 足立宜良、川崎元之、中林広光：静電気学会誌, 4, 3, 195 (1980)
- 8) 浜田満男、池田隆、足立宜良：山口大学工学部研究報告, 21, 1, 53 (1970)
- 9) 足立宜良、羽野光夫、竹中智彦：同上, 27, 2, 225 (1977)
- 10) 松本陽一、増田閃一：電気学会論文誌, 94-A, 12, (1974)
- 11) 足立宜良、川崎元之：静電気学会誌, 2, 3, 158 (1978)

(昭和 54 年 10 月 15 日 受理)