

論 文

コロナ放電による開放性ダスト・ミストの抑制

白 希堯*, 王 緒傳*, 劉 慎言*, 姜 兆仁**
朱 玉成*, 賈 凤林*, 石 広学*

(1985年3月28日受理)

Precipitation of Dust or Mist Emitted into Open Space
by Corona Discharge

X.-Y. BAI,* X.-C. WAN,* S.-Y. LIU,* Z.-R. JIANG,** Y.-C. ZHU,*
F.-L. JIA* and G.-X. SHI*
(Received March 28, 1985)

A general method for removing dusts and mists is to cover their emission source with the hood and to collect them by the precipitation facilities, such as a cyclon, bag-filter and electrostatic precipitator. Its precipitation system, however, is not simple and demands expensive equipments and much energy for the operation. As one of the simple methods for collecting the dusts or mists, the exposure of their emission source to electrostatic field and corona current has been tried. This method is a similar to the electrostatic precipitation. Only by setting the corona wires above the emission source, not using the hood and precipitation facility, the dusts or mists are instantaneously suppressed and do not float into the environment. Experiments have been made on the suppression efficiency by using the dusts of 0.3-1.5 μm in diameter. It has become clear from the basic experiments that the suppression efficiency of the dusts and mists depends chiefly on the voltage impressed to the corona wire. It has been also confirmed from the field experiments that the method is useful for the control of dusts or mists emitting in various processes of the industry. The results obtained from the basic and field experiments are presented in this paper.

1. まえがき

現今、ダスト、ミストの除塵および浄化の一般的な方法としては、ダスト、ミスト源をカバーで密閉し、送風装置でダスト、ミストを集塵净化装置に送ることである。通常の集塵净化装置としては、バッグ式、ベンチュリ式、サイクロン式、静電式の集塵净化装置が使われている。

ここで述べる開放性ダスト、ミストの静電抑制方法は上述の一般的な集塵净化方法と違って、開放性ダスト、ミスト（煤煙、酸ミスト、ラドン体、エアロゾル等）を、高電圧コロナ放電を利用して抑制かつ浄化するもので、その基本実験を紹介する。また、この静電抑制方法を各

種の開放性ダスト、ミストが発生する現場へ応用し、その効果および生体への影響を調べたので、それらの結果も紹介する。

2. 抑制方法の基本原理

交流電圧を昇圧、整流して得た負の直流高圧をコロナ線と地面との間に印加すると、その間に静電界が形成される。またコロナ線の周りにコロナ放電が発生し、それにより生じた負イオンがダスト、ミストの抑制作用をする。それは開放性ダスト、ミスト源から吹き飛ばされるダスト、ミストが負イオンによって衝撃荷電あるいは拡散荷電により凝集されるからである。粒径 0.5 μm 以上のものはおもに衝撃荷電により、粒径の 0.2 μm 以下のものはおもに拡散荷電により、静電界中で 1/100~1/10 秒の時間内に荷電する¹⁾。電界強度が激増すると、それにつれて粒子相互間の凝集作用も強くなり、荷電されたダスト、ミストの粒径はいずれも 20~50 倍くらいに増大する²⁾。

ダスト、ミストの静電界における荷電量 Q は次の式で

* 鞍山市静電技術研究所（鞍山市鉄西小西街）

Research Institute of Electrostatic Technics,
Anshan, Xiaoxijie, Tiexi, Anshan, People's
Republic of China

** 大連工学院応用物理学部（大連市凌水河）

Faculty of Applied Physics, Dalian Institute of
Technology, Ring-Shuiho, Dalian, People's Re-
public of China

表わされる。

$$Q = K_0 E_c D^2 \quad (1)$$

ここで E_c は電界強度のピーク値 D はダストの直径, K_0 は常数である。一方、荷電した粒子の受けるクーロン力 F は次の式で示される。

$$E = K_1 QE \quad (2)$$

ここで E は電界強度の平均値, K_1 は常数である。また、荷電した粒子が運動する駆進速度 ω は次の式で示される。

$$\omega = K_2 E E_c D \quad (3)$$

式(1)により、ダスト、ミストは最大電界強度 E_0 の増大によって、荷電量が増しその直径 D が増大すると、式(3)から駆進速度 ω も高められる。また、電界強度が増加すればコロナ放電もいっそう強くなるとともに、コロナ区域も拡大されるため、空中に漂っているダスト、ミストも荷電され、抑制効果はあきらかに増強される。このように、電界強度は荷電量、駆動速度に強烈なる影響を及ぼし、抑制効率におもな役目³⁾を担うことになる。

一方、コロナ線の付近でイオン風が発生すると、荷電ダスト、ミストはこれによってもダスト源に向かって運動する。その最大負イオン風の速度 v は次式で示される。

$$v = K(U_2 - 0.7 U_0) \quad (4)$$

ここで K はコロナ線からダストとミスト源までの距離が一定であるときの常数、 U_2 は印加電圧、 U_0 はコロナ開始電圧である。ダストを抑制するための電圧を増加すると、イオン風速も強くなり、コロナ線付近の風速は電圧 400 kV で 100 m/s⁴⁾ までに達する。しかし、ダスト源付近の風速は 0.6 m/s 以下に弱まる。その結果、抑制効果が増強するとともに、ダストの再飛散が減らされる。

以上のようにダストを抑制するとき、これに作用するおもな力は、クーロン力 F 、イオン風力 F_G 、ダスト自身の重力 G 、静電凝集力 F_Q 、空気による浮力 F_f で、いま次の式の関係

$$F + F_G + G + F_Q > F_f \quad (5)$$

が成立するときは、荷電したダストが速やかにダスト源にもどり、ダストは抑制される。一般にダストに対して人為的な加速度を付け加えないときは、その自然浮き上りの初速度は小さく、ほぼ 0.2~0.3 m/s で、空気の浮力も小さいので、ダスト、ミストはコロナ放電によって割合にたやすく抑制される。

電界強度とコロナ線とダスト源との距離を増大すれば、ダストの静電凝集作用も増強され、ダスト、ミスト源やその付近の物体、たとえば運搬物、酸槽の液面、コンクリート、砂、岩石、煉瓦、木板、構造物などが集塵

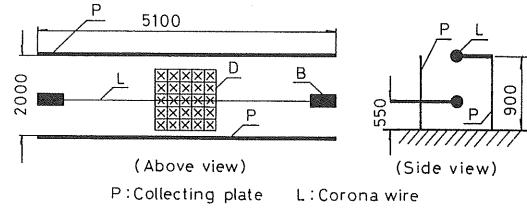


図 1 実験装置

Fig. 1 Experimental setup.

板の役割を果たし、ダストの飛散が抑制される。この方法はダストをその場で抑制することができ、密閉カバー、ダクト、プロワや集塵、浄化および各種の回収装置などが必要ないという利点をもっている。

なお、以下の論文ではダスト、ミストの抑制効率 η を下式によって求めた。

$$1 - \eta = \exp(-\omega A / Q) \quad (6)$$

ここで、 A はダスト源の表面積と補助集塵板面積の和、 Q は気体の流量（比集塵面積）を表わす。

3. 基礎実験

開放性ダスト、ミストをコロナ放電によって抑制する場合、各種の物理的要素間に存在する関係を検証し、現場応用設計の資料を得る目的で次の基礎実験をした。

基礎実験に使用した実験装置は図 1 に示すとおりである。ダスト源の面積は 1.2 m^2 ダスト源から 0.55 m と 0.85 m の高さの所にそれぞれ長さは 3.3 m のコロナ線 L が架設してある。補助集塵板 P は C 型 385 金属板で、その長さは 5.1 m 、高さ 0.9 m である。ダストの飛び立つ速度は 0.5 m/s (ダストの自然飛び立ち速度の 2 倍) である。実験に用いたダストは滑石粉で、その粒径分布は図 2 に示してある。ダスト源から飛び立つダストの濃度は 200 mg/m^3 である。実験に用いた電源装置は CGJ-1 型 (180 kV/10 mA), CGJ-3 型 (450 kV/10mA) の 2 台である。

以下、基礎実験によって得られた結果について紹介する。

3.1 ダストの粒径と抑制効率

粒径の 80% が $0.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の範囲にあるダストを使用して基礎実験を試みたところ、粒径が $1 \mu\text{m}$ のときの抑制効率は 99.96%，粒径が $0.3 \mu\text{m}$ の抑制効率は 99.76% で、図 2 の η 曲線からも明らかなように、広い粒径にわたって高い抑制効果が得られた。これはサブミクロングダストの凝集確率も増加し、そのため微小粒径のダストに対しても高い抑制効率が得られたと判断して

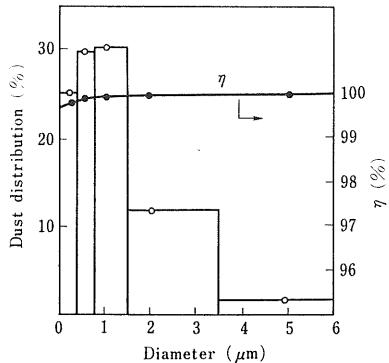


図2 ダストの粒径分布と抑制効率

Fig. 2 Dust distribution and suppression efficiency.

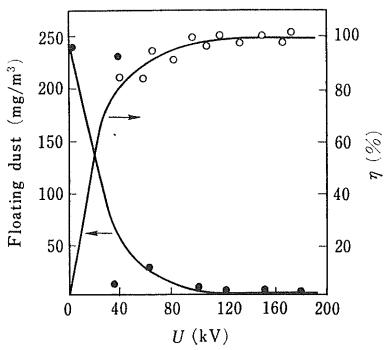


図3 印加電圧と抑制効率

Fig. 3 Impressed voltage vs suppression efficiency.

いる。

3.2 印加電圧と抑制効率

印加電圧と抑制効率は図3に示すように指數関数関係を呈しており、それは電圧 U の増加とともに上昇する。電圧が120 kVから180 kVに増加したときは抑制効率が0.32%ある。電界の平均強度が210 kV/mのとき、抑制効率は98%以上に達する。この結果は数多くの現場応用の測定データにおいても実証することができた。一般に現場応用における実験では、電界強度が250 kV/mのとき、抑制効率はすべて98%以上に達し、高濃度のダストに対しても電界強度を増加させるだけで抑制効率が上昇し、国家の衛生標準に達せられた。また実験室では99.9%くらいの最高抑制効率が得られ、図3からわかるように各要素が一定であると電界強度は開放性ダストの抑制効率に対し、主導の作用を果たしていると判断される。

3.3 ダストの飛び上り速度と抑制効率

ダストの飛び上り速度と抑制効率との関係は図4に示すとおりで、飛び上り速度が0.8 m/s以上になると、抑制効率は著しく低下する。しかし通常のダスト源から

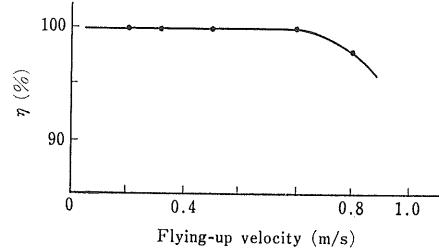


図4 ダストの飛び上り速度と抑制効率

Fig. 4 Flying-up velocity of dust vs suppression efficiency.

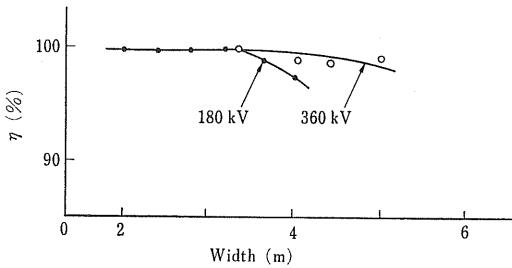


図5 ダスト源の広さと抑制効率

Fig. 5 Area of dust emission vs suppression efficiency.

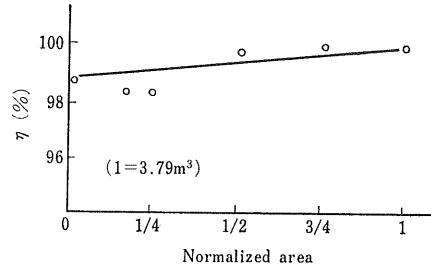


図6 補助集塵板の面積と抑制効率

Fig. 6 Area of sub-collecting plate vs suppression efficiency.

の自然飛び上り速度は0.5 m/s以下で、人為的に加速度を付け加えなければ飛び上り速度は抑制効率に対してほとんど影響がないようである。

3.4 ダスト源の広さと抑制効率

開放性ダスト源の広さと抑制効率との関係は印加電圧が一定のとき、図5に示すとおりである。印加電圧が180 kV、ダスト源の幅が3 m以内の場合、抑制効率は98%以上であって、印加電圧が360 kVになると、抑制効率98%以上の範囲が5 mくらいまで拡大される。

3.5 補助集塵板の面積と抑制効率

図6に示されるように、補助集塵板の面積が増加する

表1 コロナ線の形状と抑制効率

Table 1 Shape of corona wires vs suppression efficiency.

Corona wire	Efficiency (%)
Star shape wire	99.3
Thorn wire	99.3
Copper wire 0.3φ	99.0
Steel wire 0.6φ	99.1
Steel wire 1φ	99.0
Steel wire 4φ	99.0
Copper tube 10φ	99.2
Aluminum tube 10φ	99.0

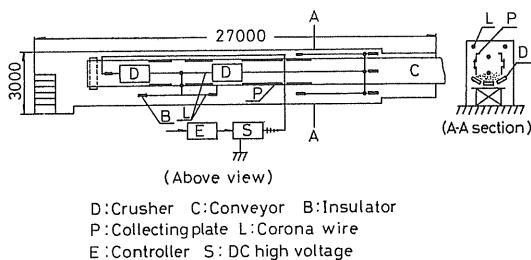


図7 現場実験の概要

Fig. 7 Schematic diagram of field experiment.

につれて、抑制効率は線形に変化する。しかし、その面積の大きさは抑制効率に対し大なる影響はない。もし補助集塵板の面積が 3.79 m^2 から 0 まで減少したときでも、抑制効率は 1.2% くらいしか減少しない。それゆえダスト濃度が割合大きいときと浄化要求の厳しいときだけ、補助集塵板を増設すればよいと判断される。

3.6 ダストの濃度と抑制効率

ダストの濃度が 10 g/m^3 以内のときは、抑制効率は 99% くらいである。現場応用ではダスト濃度が 100 g/m^3 以上に達したときにも、抑制効率はやはり 99% くらいである。だからダストの濃度の大小は抑制効率に大きな影響を与えないようである。

3.7 コロナ線の形状と抑制効率

コロナ線の形状と抑制効率の実験データは表1に示してある。表1からコロナ線の形状は抑制効率に対して大なる影響がない。通常現場で応用するときはなるべく線の太い、とげの少ないコロナ線を選んで使うほうがよい。こうすればその強度が需要を満たすのみならず、オゾンと酸化窒素の含有量も著しく低下する。

4. 現場応用研究の実例

開放性ダストのコロナ放電による抑制効果について、

表2 ベルトコンベアで運搬される材料から発生するダストの抑制

Table 2 Suppression of emission dust from materials carried by beltconveyor.

Voltage (kV)	Floating dust (mg/m ³)	Efficiency (%)
0	387	0
40	29	92.5
80	4.5	98.8
120	1.85	99.5
0/130	1,072.3/2.1	99.8
0/120	141.9/0.4	99.7

理論と実験から調べ、明るい見通しを得たので、環境保護や労働保護の分野にその応用研究を行なった。その結果、多種類の職業で一定の成果を収めたので、その結果について簡単に紹介する。

4.1 ベルトコンベアのダスト抑制

回廊、トンネル内で使用されるベルトコンベアから発生するダストの抑制効果を調べるために、回廊で図7に示す実験を試みた。

実験した回廊は長さ 22.6 m、幅 3 m、高さ 4 m、ベルトコンベアの幅は 1 m で粒径 25 mm 以上の鉱石が円錐形粉碎機で細かく粉碎された後、ベルトコンベアで振動篩に送られ、選分される。ダストのベルトに対する速度は 0.3 m/s、ベルト上方の風速は 1.2 m/s、湿度は 85~93% である。人が絶えず往来している回廊内のダストを抑制するため、負イオンで空気の浄化を試みた。使用したコロナ線の全長は 37 m、その内訳はダスト源上部の長さが 14 m、とげ付き線が 8 m、残りの部分はピアノ線である。また、それとは別に空間のダストを抑制するためのコロナ線（長さ 23 m、太さ 1.2 mm のスチール線）を使用し、原料落下点にはダストを捕集するために C 型の補助集塵板を用いた。

コロナ線に電圧を印加すると、回廊内のダストの平均濃度は 533.3 mg/m^3 から 1.45 mg/m^3 に降下した。抑制効率は 99.7%，消費電力は 0.96 kW で、原料の落下点で測定したデータを表2に示す。また、図8は印加電圧に対するダストの濃度、抑制効率を示す曲線で、曲線Aは回廊内の風速が 0 (吹き通り風がない) のとき、曲線Bは回廊内に出入口があり、吹き通り風の速度が 0.6 m/s であることを示す。実験は回廊内のかか、トンネルまたは沈降室で多数実施し、抑制効率はいずれも 98% 以上で、ダストを抑制する効果のよい方法であることが実証された。

4.2 振動篩でのダスト抑制

2 台の振動篩 ($1,250 \times 2,500 \text{ mm}^2$) の上方に 5 本のコ

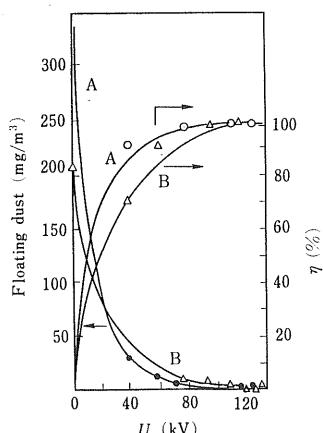


図 8 抑制効率に及ぼす風速の影響

Fig. 8 Effect of wind velocity to suppression efficiency.

コロナ線を架設し、それに 180 kV の電圧を印加すると、篩上方のダスト濃度は $6 \text{ mg}/\text{m}^3$ から $0.06 \text{ mg}/\text{m}^3$ に降低了。抑制効率は電圧に対して指數則を呈し、電圧が増加するとともに抑制効率も上昇した。

一方、振動篩付近のオゾン濃度は $0.108 \text{ mg}/\text{m}^3$ 、窒素酸化物濃度は $0.03 \text{ mg}/\text{m}^3$ で、みな国家所定の衛生標準より低く、この値は電圧印加前後においても顕著な差異が見られなかった。

4.3 鉱山坑道内の空気浄化

温度 93%、幅 2.6 m、高さ 2 m の坑道内で発破をかけると、煤煙が発生する。坑道内はプロワの運転で平均風速 $0.4 \text{ m}/\text{s}$ の気流が流れているが、この中に長さ 6.82 m のコロナ線を 4 本架設し、180 kV の電圧を印加したところ、 10 mA の電流が流れ、坑道内のダスト濃度は $53 \text{ mg}/\text{m}^3$ から $1.6 \text{ mg}/\text{m}^3$ に降低了。抑制効率は 97% で、削岩のときもダスト濃度が $8 \text{ mg}/\text{m}^3$ から $0.72 \text{ mg}/\text{m}^3$ に降低了。

4.4 セメント工場粉砕ミルの空気浄化

定格 $200 \text{ kV}/10 \text{ mA}$ の直流高圧電源を、取扱い風量 $3,510 \text{ m}^3/\text{h}$ (気圧 670 mmHg 、温度 48°C 、湿度 46%) の環境に設置し、ダストの抑制効率を調べた。その測定結果を表 3 に示す。

4.5 石炭とコークスのダスト抑制

ダスト源の上空に電圧 180 kV 、電流 5.3 mA のコロナ放電を発生させ、ダストの抑制効率を調べた。その結果を表 4 に示す。

4.6 電界カーテンによるダスト抑制

電界カーテン法は、回廊や坑道で採用される水幕净化除塵法とよく似ている。回廊または坑道内に負イオンによって一面の電界カーテンを作り、これによって回廊ま

表 3 セメントダストのコロナ抑制

Table 3 Suppression of floating cement dust by corona discharge.

Site	Dust quantity (kg/h)	Floating dust (g/m³)	Efficiency (%)
No electric field	289	115	0
Electric field	0.246	0.094	99.9

表 4 微粉炭のコロナ抑制

Table 4 Suppression of coal powder by corona discharge.

Upward length from dust emission (m)	Floating dust (mg/m³)		Efficiency (%)
	$U=0$ (kV)	$U=180$ (kV)	
0	970.0	40	99.58
4	700.0	2.0	99.71
8	270.0	2.0	99.25

たは坑道で発生するダスト、酸ミスト、ラドン体、エアロゾルなどを、カーテン近傍の物体や壁に吸着させることを試みた。

高さ 2 m、幅 3 m、長さ 38 m の回廊内のダスト源附近に長さ 6 m のコロナ線を 6 本架設し、180 kV の電圧を印加して電界カーテンを作った。この条件では人がカーテン通過しても問題がなく、発生するダストの濃度が $416.7 \text{ mg}/\text{m}^3$ から $1.67 \text{ mg}/\text{m}^3$ まで降低、抑制効率は 96% であった。

4.7 酸ミストの抑制

金属表面の酸化物と雑物を除去するための酸洗い、あるいは酸液中での電気化学反応で、ときどき高温の蒸気や圧縮空気などを使いプロセスの速度を促進させると、多量の酸ミストが発生する。酸ミストの粒径は $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ であるが、 $1 \mu\text{m}$ 以下のものも多い。このようなサブミクロ粒子が発生する開放性酸ミスト源(酸洗槽、化成ゾルの槽列、浸出塔など)の上方に 1 本あるいは数本のコロナ線を架設したところ、酸ミストが抑制され浄化の目的が達せられた。

表 5 はその現地応用の実験結果で、これからわかるように人間の気管に入る酸ミストの濃度はいずれも国家の衛生標準より低い。酸ミストの濃度は電圧の増加につれて低下し、抑制効率は指數則によって上昇する。

たとえば、ストリップ・スチールの酸洗いラインでは酸濃度 30~37% の塩酸溶液 11 t を $5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の高圧蒸気で $55 \sim 80^\circ\text{C}$ まで直接加熱したときに発生する酸ミストが 120 kV の電圧を印加することによって、酸洗い

表5 酸ミストのコロナ抑制

Table 5 Suppression of floating acids mist by corona discharge.

Process	Acid	Testing place	Floating mist (mg/m^3)			Efficiency (%)	Mist of environment (mg/m^3)
			$U=0$ (kV)	$U=80 \sim 100$ (kV)	$U=120 \sim 160$ (kV)		
Acid washing of strip steel	HCl	Respiratory zone**	1.7		0.5	71	1.7
		1.2 m upward from washing area	170	5~20	5	98	1.7
		Exhaust hole	175	5	5	98.1	1.7
Water tower of uranium*	H_2SO_4	Exhaust hole	17.2	2	1.3	92.4	
		0.2 m apart from tower	4.8	0.52~0.75	0.25	94.8	
Chemical arrangement of electrode	H_2SO_4	Respiratory zone (working area)	23.36	4.25		99.95	4.24

* Water dipping process of Uranium

** 5 m apart from washing area

タンク上の酸ミスト濃度が $170 \text{ mg}/\text{m}^3$ から $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ に降下し、酸ミストの抑制効率は 97% に達した。また、人間の気管における酸濃度は $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ に降下した。

水精錬の浸出塔（容積 44 m^3 ）ではオーバルプの取扱い量 $36 \text{ m}^3/\text{h}$ 、硫酸の注入量 $9 \text{ t}/\text{h}$ で、蒸気の注入量は $3.2 \text{ t}/\text{h}$ 、そのとき塔内の温度は 65°C 以上に上昇、酸ミストが発生するが、 155 kV の電圧を印加すると、排気口から 0.4 m のところの酸濃度は $17.2 \text{ mg}/\text{m}^3$ から $1.3 \text{ mg}/\text{m}^3$ に降下した。

化成現場の酸濃度は通常 $4.24 \text{ mg}/\text{m}^3$ であるが、化成ゾル槽に $80 \text{ kV}/\text{m}$ の静電界を印加すると、その濃度は 48% に降下した。蓄電池の電極板が充電化成されるときの槽列上空の酸濃度は $23.36 \text{ mg}/\text{m}^3$ まで上昇するが、静電界を印加すると、酸濃度は $4.25 \text{ mg}/\text{m}^3$ に降下した。このように静電界を印加すると抑制効率は 99.9% 以上になった。

4.8 ラドン体と放射性エアロゾルの抑制

ウラニウム鉱の精錬過程では、多量のラドン体がダスト粒子および他の凝集核に付着する。ラドン体の最大輻射は人の気管支の分岐点で発生する。この場合ラドン体やエアロゾル源の上方に数本のコロナ線を架設して、コロナ線に負の電圧を印加すると、ラドン体の濃度は 160.50 (計数値) から 14 (設計値) に降下し、抑制効率は 91.28% に達した。電圧を 140 kV にすると、エアロゾルの濃度は $9.4 \times 10^{-16} \text{ Ci/l}$ から $1.2 \times 10^{-16} \text{ Ci/l}$ に降下し、抑制効率は 87.2% に達した。このようにウラニウム鉱の精錬に応用すると、危害性の大なる有害物を抑制でき図9に示すように著しい効果を収めた。

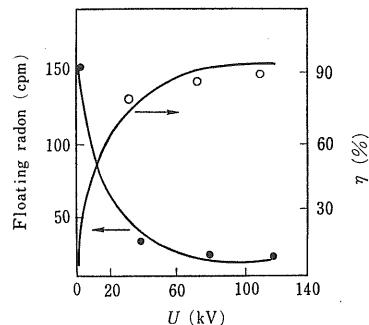


図9 コロナ放電によるエアロゾルの抑制

Fig. 9 Suppression of aerosols by corona discharge.

5. 爆発危険の問題

可燃性ダストは火花放電が点火源となって爆発を引き起こす心配がある。爆発を引き起こす必要条件は、十分な酸素を含んでいる密閉空間で、可燃性ダストが一定の濃度に達し、点火を満足するエネルギーがあるときである。

実験によると、わが国の褐炭の爆発限界濃度は $45 \sim 55 \text{ g}/\text{m}^3$ 、無煙炭は $110 \sim 335 \text{ g}/\text{m}^3$ 、引火温度は $700 \sim 800^\circ\text{C}$ 、また小麦の爆発限界濃度は $20 \sim 2,000 \text{ g}/\text{m}^3$ 、引火温度は $290 \sim 410^\circ\text{C}$ である。しかし、対象としている開放性ダスト源の濃度は通常 $5 \text{ g}/\text{m}^3$ 以下であり、この抑制技術を応用すると、さらにその濃度を $0.02 \text{ g}/\text{m}^3$ 以下に低下させることができる。いずれも爆発下限界濃度の値よりずっと低い。またコロナ線付近はイオン風速が相当大きく (400 kV のとき 100 m/s)、温度を下げる作用をもっている。それゆえダストが引火温度に上昇する

こともなく、爆発の恐れは全然ない。

上述のこととは 10,000 回の実測および数年間の現場応用実験によっても、開放性石炭、コークス、穀物などのダストが、火花放電により爆発を引き起こしたことなく、その可能性のないことが実証された。であるからこの技術は燃焼、爆発する性質をもつダストに対しても応用されるものである。

6. 生体に及ぼす影響

開放性ダストの飛散を抑制するとき、ダスト源の上空に強大な静電界と高い濃度のイオンが存在する。その生体への影響について調べた。

6.1 負イオンの影響

地球上の静電位は晴天時 220 V であるけれども、雷雨時は 40 kV 以上にも達する⁵⁾。しかし、この静電抑制技術に必要な静電界は自然界の雷雨時のそれよりもずっと低い。

一方、負の静電界は神経、筋肉、器官に刺激を与え、生体機能を調節する。すなわち中枢神経の機能を改善し、新陳代謝と血液循環によい影響を及ぼすと同時に血圧の上昇を促し、血液の形成を刺激する。また腎臓機能を高め、菌に対する抵抗力を増加させるなど 20 種あまりの疾病に効果が見られた。

負イオンでは空気を新鮮化することで快く感ぜられるとともに、負イオンの作用で鎮痛、催眠、せき止め、汗止揚、疲労回復などの効果があった。

6.2 オゾンと酸化窒素の影響

通常、コロナ放電によって高濃度の負イオン (5×10^4 ~ $5 \times 10^6 \text{ cm}^{-3}$) が発生するほか、オゾンと酸化窒素も発生する⁶⁾。このオゾンと酸化窒素は生体に害を及ぼすため、その量を国家の衛生標準より低下させる方法として以下のような対策を実施した。

1) 処理の要求を満足する範囲で、できるだけコロナ線の直径を増大し、コロナ線のとげを減少する。

2) ダスト源の真上には正の電圧を印加し、ダスト源以外の広大な空間には負の電圧を印加するとともに、コロナ線は特殊線と半導体線を用いる。

以上の方法でオゾンの濃度は 0.08 mg/m^3 以下（国家衛生標準は 0.3 mg/m^3 ）、酸化窒素の濃度は 0.1 mg/m^3 以下（国家衛生標準は 5 mg/m^3 ）になった。

6.3 感電危険

感電危険については米国の Dalziel が実験結果を総合し、感電に対する最大許容エネルギー W_0 の理論⁷⁾を次式で表わしている。

$$W_0 = I_0^2 t R_0 = 27 (\text{W} \cdot \text{s}) \quad (7)$$

この式によると、人体（抵抗 R_0 ）を通過するエネルギー（電流 I_0 、時間 t ）が 27 (W·s) 以下に保てば、人体の安全が保証される。これより電源 CGJ-1 型 (180 kV/10 mA) は感電のとき、遮断時間を 20 ms 以内とし、人体の抵抗が $1,000 \Omega$ のとき人体を通過する最大エネルギーが $0.002 \text{ W} \cdot \text{s}$ という感電の最大許容エネルギーより小さくし、人体の安全が必ず保てるようにした。これは多数の実例からも実証することができたが、二次傷害の予防には注意せねばならない。

7. まとめ

コロナ放電による開放性ダストを抑制する技術について理論、実験または現場応用の研究からその実用意義と広範な応用前途が実証された。以下この方法の利点を列挙する。

- 1) ダスト源の上空に数本のコロナ線を架設するとダストが抑制されるとともに即座に空気が浄化される。また酸ミスト、媒煙、ラドン体、放射性エアロゾルなどの抑制効果もある。
- 2) エネルギーの消耗はほかの集塵技術の消耗量の $1/10$ 以下で、わずか 1 年間くらいで設備経費を還元することができる。
- 3) オゾン、酸化窒素は国家標準よりも低く、しかも負イオンの発生で職場内の空気を新鮮、清潔に保つことができる。
- 4) 空気の送入設備が不要で、騒音もなく室内温度の保持にも有利である。

参考文献

- 1) 公害対策電気技術専門委員会：電気学会技術報告書, p. 39 (1976)
- 2) З.М. Кунин : Стадъ., 7 (1955) 662
- 3) H. Paterson : IEEE Trans. Ind. Appl., IA-17 (1981) 5
- 4) 足立宜良 : 静電気学会誌, 4 (1980) 153
- 5) 王 鵬飛訳 : 物理気象学, pp. 278-321, 科学出版社, 北京 (1960)
- 6) 康 智道 : 自然雑誌, 5 (1982) 843
- 7) 曾 永林 : 接地電気抵抗, pp. 166-188, 水利出版社, 北京 (1979)