

電氣的消霧に関する基礎実験

河村 誠, 黒崎 孝一, 増田 敦志, 北村 岩雄
中島 芳雄, 池田 長康

1. はじめに

現在の高度文明社会においては、人間や物資を短時間に大量に目的地へ輸送することがますます重要になってきている。全国的にも飛行場や高速道路網等も次第に整備拡充されてきているが、その運用はかなり自然任せであり、ひとたび自然現象に阻害されると交通量が多いぶんたちまちマヒ状態に陥り、パニックさえも起りかねない混乱が生じる。今回研究対象に選んだ霧についても同様であり、事前に発生が予測されても、しっかりとした対策もなく交通施設を悩ませる一つの要因となっているのが現状である。この研究は霧を通過させると同時に電氣的にすばやく消滅させてしまう装置を開発することを目標として行う。この実験の発端は霧の電氣的破壊の研究のためドライアイスで発生させた擬似的な霧の中に電極を入れ高電圧を印加したところ、霧が攪拌されるようにして短時間に消滅していく現象が確認されたことから、その最適な応用例として考案したものである。このような消霧装置が開発され、交通施設の近くに簡単に設置でき保守が容易で美観も損なわず、また消費電力もきわめて少なく、電氣的な部分を絶縁することで安全性もかなり高い施設になるものと期待される。その為にも電極構造とその印加電圧、交流と直流での違い、さらに霧の温度と流速に対する効果の度合い等、装置パラメーターを変えて調べ、その実験的解明を行うことが目的である。

2. 消霧実験 1

この実験では静止している霧の中の電極に高電圧を印加したときの霧の消え具合が電極構造および、電圧によってどう変化するかを調べる。

2.1 実験装置

この実験で使用した実験装置を図1に示す。装置は45cm×45cm×45cmの亚克力製の箱で底の部分が発泡スチロールでできている。その中に40cm×30cmの金網電極が2枚つるされている。この2つの電極は交流高電圧発生装置に接続されている。この電極間に電圧をかけたときの実験装置内の霧の動き及び霧の濃度の変化を観察した。また、スリットで絞った光を実験装置に通

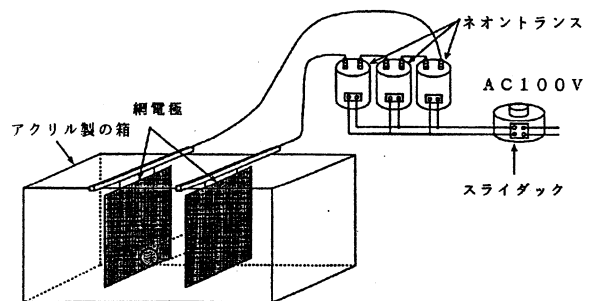


図1 実験装置

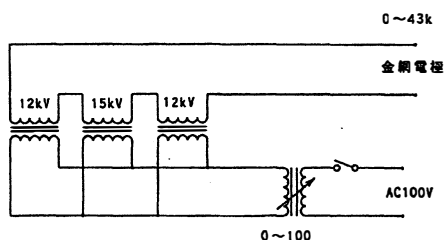


図2 高電圧発生装置回路図

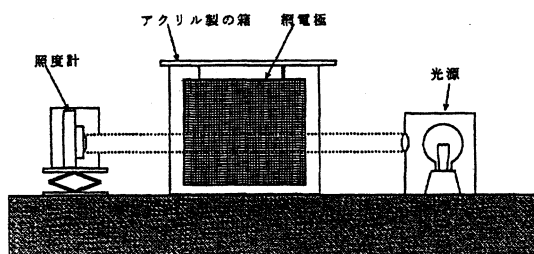


図3 装置の位置関係

し、その透過光の強さを照度計によって測定し、光の透過する割合を求め霧の濃度変化の目安とした。また、この実験装置と実験台は絶縁されており、上部は霧が逃げないようにふたができるようになっている。

図2は交流高電圧発生装置の回路図である。この装置はネオン用トランスを12kV-15kV-12kVの順に直列に接続したものである。この装置を用いて0Vから43kVまでの電圧を発生させることができる。

図3は光源と測定装置の位置関係を示している。光源としてスライドプロジェクターを使用している。その光を直径1mmの穴のスリットで絞り実験装置を通過させ反対側に設置した照度計を用いて透過光の強さを測定した。光源と測定装置の間隔は1.5mとし、光の通過する位置は2枚の電極の間、装置の底より15cmの部分とした。

2.2 実験手順

実験は大きく分けて、i) 霧の発生、ii) 実験装置への霧の導入、iii) 電圧印加及び測定の3つの部分からなる。

i) 霧の発生 実験に用いた霧は、ドライアイス温水の中に入れて発生させたものである。このとき、温水の温度は25°C、ドライアイスは粉状に砕いたものを使用した。ここで用いた温水の温度は、実験を行ったときの気温等から最も霧が長持ちするように選んだ。

ii) 実験装置への霧の導入 別の容器を用いて発生させた霧を実験装置内に流し込む。その量は、照度計まで透過してくる光の照度が0Lxになるようにした。

iii) 電圧印加及び測定 電極に電圧を印加する。そのとき電源はナイフスイッチを用いてつないだ。また測定は電圧印加と同時に開始し、光源からの光が100%透過するまで計測を続けた。

2.3 実験パラメータ

今回の実験においては、a) 電極間電圧、b) 電極間隔、c) 網電極の網目の大きさ、の3点を実験パラメータとした。

a) 電極間電圧 電極間電圧として、今回は8kV、17kV、22kV、26kV、30kV、34.5kV、38kV、42kVの8点を設定して実験を行った。

b) 電極間隔 電極間隔については、9cm、11cm、13cm、15cm、17cm、19cm、21cmの7点を設定し実験を行った。

c) 電極網目の大きさ 電極として1.6mm, 3.2mm, 6.4mm, 12.7mm, 25.4mm, 76.2mmの網状電極と網電極を止めいている枠、及びアルミ板の8種類について実験を行った。

2.4 実験結果

測定結果は図4のように記録される。横軸は時間、縦軸は透過光の割合である。フルスケールで100%の光が透過し、一番下で全く光が透過しないことを表している。

a) 電極間電圧 図5は電極間電圧を変化させたときの消霧にかかる時間を示している。ここで消霧にかかる時間は透過光の割合が10%から90%になるまでにかかった時間を示している。またこのときの電極間隔は13cm, 電極網目の大きさは6.35mmである。この場合、消霧にかかる時間は電極間電圧が上がると指数関数的に減少し、消霧の効果は電極間電圧が高いほど高くなっている。

b) 電極間隔 図6は2枚の電極の間隔を変化させたときの消霧にかかる時間の変化を示している。このときの電極間電圧は43kV, 電極網目の大きさは12.7mmである。電極間隔を広げてゆけば、消霧にかかる時間は増加している。しかし、増加割合は次第に小さくなっている。よって消霧の効果は電極間隔が小さいほど高くなるといえる。

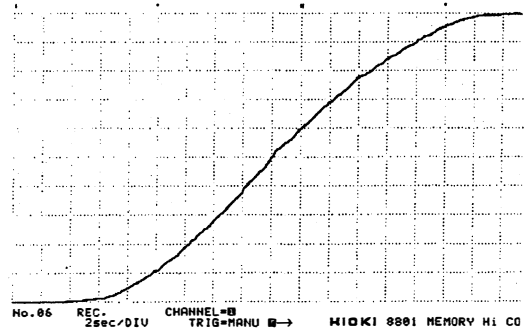


図4 測定記録の例

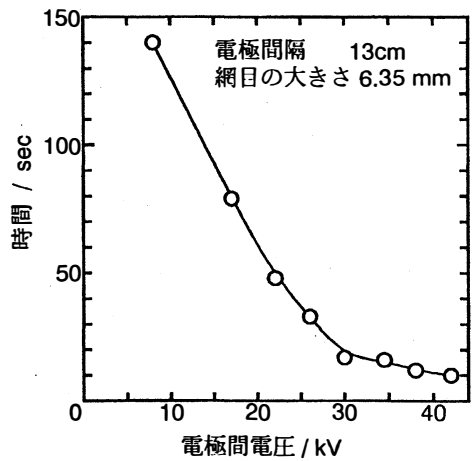


図5 電極間電圧に対する消霧の時間

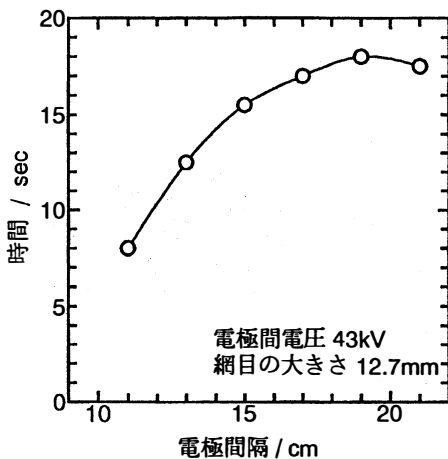


図6 電極間隔に対する消霧の時間

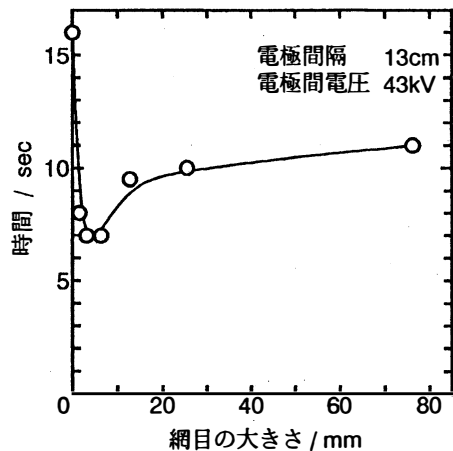


図7 電極網目に対する消霧の時間

c) 電極網目の大きさ 電極に用いている網の目の大きさを変化させたときの消霧にかかる時間の変化を図7に示す。このときの電極間電圧は43kV, 電極間隔は13cmである。この場合網目の大きさ0はアルミ板の電極を用いた場合のものである。この実験では消霧時間が極小値を持つ特性を示している。アルミ板を電極にした場合が網の電極を用いた場合と比べて多く時間がかかっているのは電極が板であるときの方が局所的な電界が弱くなっているのではないかと思われる。また網目が細かくなると消霧の効果が薄れるのは細かい網目の時の電界の分布が板電極の場合に近づいているのではないかと考えられる。

これらの実験から電極間の局所電界が強ければ強いほど消霧の効果が高くなるといえる。

3. 消霧実験2

この実験では静止している霧に続いて、霧が流れている場合に対する本消霧装置の効果を確かめる。ここでは霧の流量を変化させそのときの消霧効果の変化を調べた。

3.1 実験装置

図8は流れている霧に対する消霧実験を行う装置の図である。装置本体は消霧実験1の装置と同じくアクリル製で底の部分が発泡スチロール製である。大きさは45cm×45cm×100cm(主室)で右端に部分に30cmの長さの霧発生室(副室)が取り付けられている。実験装置の左端には空気抜き用の穴が4つあけられている。穴は上部に1つ下部に3つあけられており、下部の3つは自由に開閉できるようになっている。副室の天井には電動ファンが取り付けられており霧の流れを作り出すことができるようになっている。主室が長くとられているのは霧が網電極に到達する前に十分霧が流れている状態を作るためである。電極は前の装置同様30cm×40cmの大きさを持つ網、2枚からなっている。この2枚の電極は消霧実験1の時と同じように交流高電圧発生装置に接続されている。装置の上部は霧が抜けないようにふたができるようになっている。

この実験では流れてくる霧が電極の前後でどのようになるかを確かめるため、電極の前後2カ所に光源からの光を通すことにした。そのためにスリットに穴を2つあけてそれぞれの光の先に照度計をの透過率を測定した。光源と照度計の位置関係は消霧実験1と同じである。光を通す位置は2枚の電極の外側で、電極から5cm離れたところである。

3.2 実験手順

この実験も消霧実験1と同様に大きく分けて、i) 霧の発生, ii) 電圧印加, iii) 実験装置への霧の導入及び測定の部分からなる。

i) 霧の発生 実験に用いた霧は、ドライアイス温水の中に入れて発生させたものである。このとき、温水の温度は40°C, ドライア

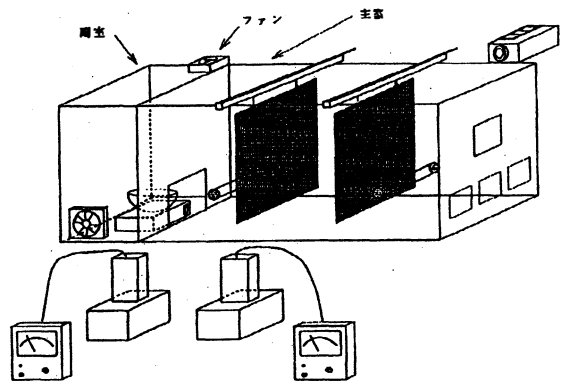


図8 流れる霧に対する実験装置

イスは粉状に砕いたものを使用した。

ii) 電圧印加 電極に電圧を印加する。電圧は43kV、電極の網目の大きさは6.4mmのものを使用した。この条件は消霧実験1で最も効果の高かったものである。

iii) 実験装置への霧の導入 実験装置に取り付けられた霧発生用の副室でドライアイスの霧を発生させ、その霧を副室と主室をつなぐ穴から流した。流量を稼ぐために副室の天井に取り付けられた電動ファンを回し、副室に対して空気を導入した。測定は主室内に霧が流入すると同時に始め、測定装置内が落ちつくまで行った。

3.3 実験パラメータ

この実験では、a) 流入量を変化させたときの消霧効果の変化、b) 流入量を変えず、電極後ろの排気量を変化させた時の消霧効果の変化の2つをパラメータとして実験を行った。

a) 流入量の変化 霧の流入量を変化させるために、主室と副室をつなぐ穴の大きさを変化させた。穴の大きさとして、90mm×80mm、65mm×50mm、45mm×40mm、30mm×30mmの4通りのものを準備した。

b) 排気量の変化 実験室の後ろの排気量の変化は、主室の最後端の排気用の穴を開閉することによってつけた。排気穴、2個、3個、4個の3通りについて実験を行った。

3.4 実験結果

図9は流入量を変化させた場合の電極前後の光の透過具合の変化を表している。穴の大きさ4種類に対してそれぞれ電極に電圧を印加した場合と印加していない場合の2通りについて示している。前は電極通過前、後は電極通過後を示している。

図10は網の前の光の透過率に対する網の後の光の透過率を示したものである。測定点は照度が下がり始めてから14秒から16秒の間のそれぞれの照度である。また点線は電極の前後で光の透過率が変化しない場合で消霧効果が全くない場合である。点線からの距離が離れているほど消霧の効果が高いといえ

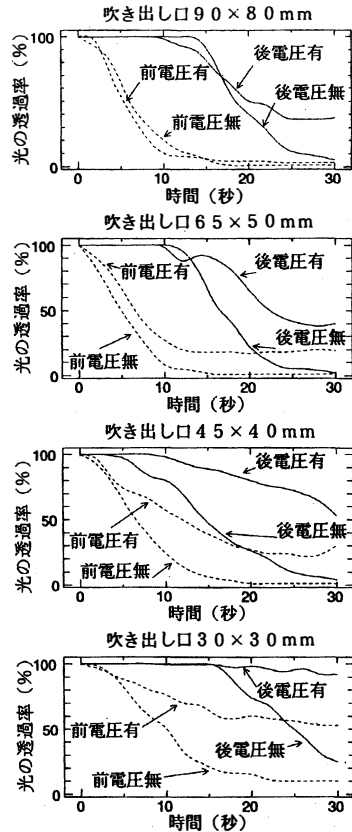


図9 流入量を変化させた場合の消霧効果の変化

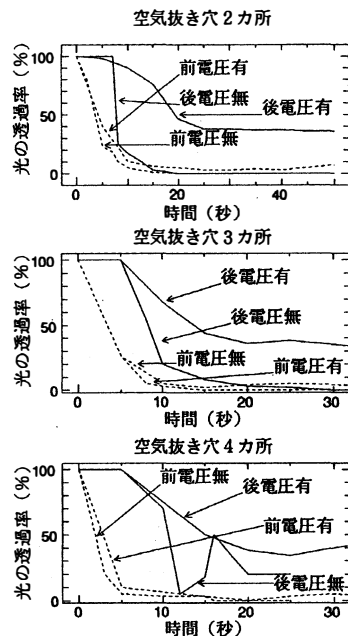


図10 消霧の効果

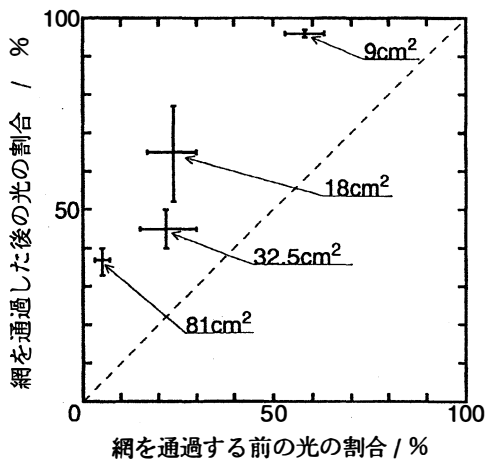


図11 排出量を変化させた場合の消霧効果の変化

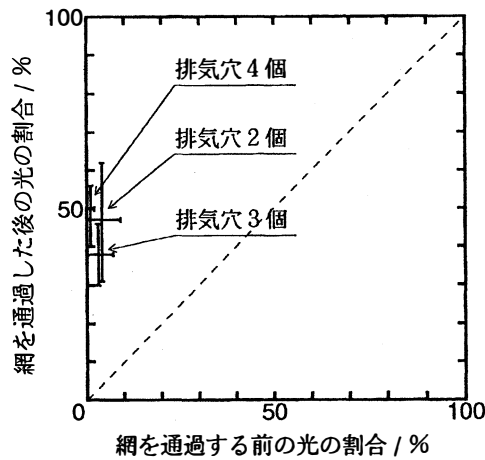


図12 消霧の効果

また、この装置を実用化するに当たって解決しなければならない課題はまだ多い。そのひとつとして耐風性が挙げられる。この装置を高速道路に設置する際何10kmにもわたって網を張り巡らせるわけであるから風による影響を受けにくい形状を考える必要がある。さらに効果的な電極形状も研究課題である。これから高電圧源として直流の電源を用い、交流の場合と比較検討していく予定である。また、消霧の現象の電氣的解析も同時に行っていく予定である。

る。

図11は排出量を変化させた場合の電極前後の光の透過具合の変化を表している。排出用の穴の数3種類に対してそれぞれ電極に電圧を印加した場合と印加していない場合の2通りについて示している。

図12は網の前の光の透過率に対する網の後の光の透過率を示したものである。測定点は照度が下がり始めてから14秒から16秒の間のそれぞれの照度である。

この2つの場合を比較すると、排気量を増やしたときの方が光の透過率の落ち方がはやい。穴の数を変化させても光の最終透過率は余り変化しなかった。また、どの条件の場合も電極を通過した後の方が電極を通過する前に比べて霧がうすくなっている。霧の流量によって多少の差こそ見られるものの、消霧の効果としては十分といえる。しかし、この実験を行っているときの電極の周りでは霧は渦を巻いていて、電極から跳ね返されているように見える。そのことから電極の部分で遮られているとも考えられる。この実験では霧を遮ることより霧を消すことを目的としているので、霧を通しやすくまた霧を消す効果の高いような電極を開発する必要がある。

4. ま と め

ここまでの実験から以下のことが分かった。

- 1) 霧の中に高電圧を印加した場合、霧の状態によらずかなり良い消霧の効果が得られた。
- 2) 消霧の効果は、電極間の局部的電界が強くなるとそれに依じて大きくなる。

Basic experiments on electric quenching for fog

Makoto Kawamura, Kohichi Kurosaki, Atsusi Masuta,
Iwao Kitamura, Yoshio Nakajima, Nagayasu Ikeda

In the present motorization life, the dense fogs on the high ways bring about many traffic affairs. It is important to solve this fog problem. The fact was found from another experiment that the fog generated by dry ice disappeared as soon as applying the high voltage. In this experiment, we examined the fog quenching characteristics which depend on an applied voltage, the distance of both electrode, the mesh size of the electrode net and the fog conditions. It is found that the high voltage applying is very effective for the quenching in the static and the flowing conditions and the local electric field plays the important role in it.

〔英文和訳〕

電氣的消霧に関する基礎実験

河村 誠, 黒崎 孝一, 増田 敦志,
北村 岩雄, 中島 芳雄, 池田 長康

現在の自動車社会において、高速道路に発生した霧は様々な交通障害を引き起こしている。この霧の問題を解決することは重要な課題である。ドライアイスを用いて発生させた霧に高電圧をかけると霧が消えるという事実は他の実験から見付けられた。この実験では、電極間電圧、電極間隔、電極網目の大きさ、霧の状態と消霧の特性の関係を調べた。この結果高電圧を印加することは静止または流動しているどちらの状態の霧の消滅に対しても大変効果的であり、局部電界が非常に重要な役割を果たしていることが分かった。