

教材としての模擬電気集じん装置の作製と環境技術の可視化

赤峰 修一*¹，市來龍大*²，金澤 誠司*²，大久保 利一*²

*¹大分大学工学部技術部，*²大分大学工学部電気電子工学科

1. はじめに

電気集じん装置 (ESP) は、火力発電所や工場からの燃焼排ガスに含まれている粒子状の大気汚染物質を除去する装置で、環境保全装置として幅広い分野で利用されている。一方、室内環境についても放電技術を用いた空気清浄機が広く一般に普及している。しかし、環境改善の背後にある電気技術の存在については、ほとんど認識されていないのが現状である。本研究の目的は、電気分野が環境改善に役立っていることを身近に知る教材として、小型模擬 ESP の作製と、集じん及び放電を可視化することで、電気工学を専攻する学生の環境学習を効果的に推進することにある。今回、小型模擬 ESP として線対平行平板型と線対同軸円筒型の分解可能な 2 タイプを作製したので報告する。

2. 小型模擬 ESP の作製

2-1. 線対平行平板型 ESP

平板間隔 50mm の線対平行平板型 ESP を図 1 に示す。ESP の本体は、透明アクリル板を使用して、集じんの様子を直接観測できるようにした。集じん極は、ステンレス板 (厚さ 2mm, 巾 80mm, 長さ 250mm) 2 枚を ESP 本体の内側の上下にスライドさせて挿入し、平行平板としている。放電線は、直径 0.2 mm のタングステン線を、アクリル側面に開けた穴に通して、ESP 本体の外側に設けた 2 本の支柱により、集じん極間の中心になるように取り付けた。放電線の両端にはバネを用いて、放電線振動の抑制と張力を持たせるようにした。アクリル側面の穴には、内径 1mm の碍子管を入れて、放電線とアクリル板を電気絶縁している。

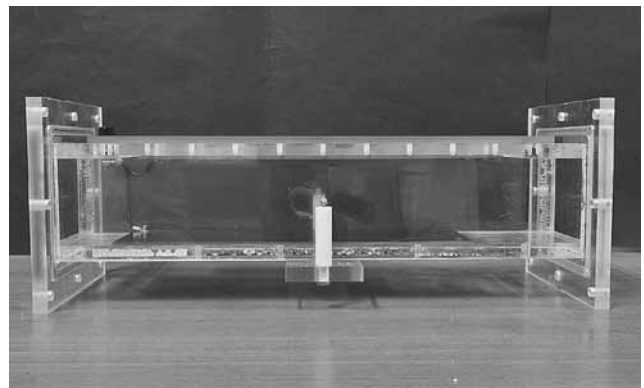


図 1 線対平行平板型 ESP

2-2. 線対同軸円筒型 ESP

線対同軸円筒型 ESP を図 2 に示す。ESP の本体は、透明アクリルパイプ (外径: 60mm, 内径: 50mm, 長さ: 240mm) を使用した。集じん極は、集じんの様子を直接観測できるように透明導電性フィルム (厚さ: 120 μ m) を用いて、アクリルパイプの内側に円筒状にして貼り付けた。透明導電性フィルムからの電極の取り出しは、アクリルパイプの両端に、真鍮製フランジをフィルムの導電面と密着させて取り付け、フランジを介して行うように工夫した。放電線は直径 0.2 mm のタングステン線を、集じん極の中心になるように平板型と同様な方法で取り付けた。

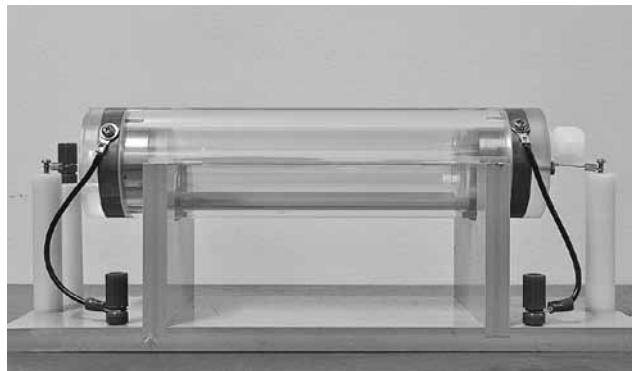


図 2 線対同軸円筒型 ESP

3. ESP 内の集じんの観測

線対平行平板型 ESP の煙粒子の軌跡を図 3 に示す。煙粒子の観測は、LED ランプ光源の光を ESP の下流側より照射して、煙粒子からの散乱光を撮影することで行った。印加電圧は 13 kV、シャッタースピード 1/30s で ESP の側面から撮影した。上流側より導入した煙粒子は、放電線方向に一端引き寄せられているのがわかる。この現象は、コロナ放電に伴って吹くイオン風の効果により、気流が放電線方向に引き寄せられるので、その力が煙粒子に作用しておこる⁽¹⁾。下流側では煙粒子が平板電極方向に吸い寄せられ、平板電極に衝突し、集じんされる様子がわかる。これは、イオン風の効果と荷電された煙粒子に働くクーロン力の作用によって起こる。

線対同軸円筒型 ESP の集じんの様子を図 4 と図 5 に示す。図 4 は、印加電圧 0 kV で、上流側から導入した煙粒子が ESP 内を充滿し、集じんされることなく下流側より噴出している。図 5 は、図 4 の状態で、1.4 kV の高電圧を瞬時に放電線に印加した 3 秒後の様子を示す。充滿していた煙粒子は放電によって荷電され、クーロン力の作用により、導電性フィルムの集じん電極に瞬時に集じんされている。下流部からの煙粒子の噴出が観測されず、ESP 内は比較的クリアになっていることがわかる。

4. まとめ

特色ある 2 種類の模擬 ESP を通して、ESP の構造や電気工学的原理を知り、環境問題についても学生に深く実感してもらうことが可能となった。線対平行平板型 ESP により、コロナ放電に伴って発生するイオン風の存在を煙粒子の奇跡から確認することができた。線対同軸円筒型 ESP では、放電により荷電された大量の煙粒子が、クーロン力の作用により、瞬時に集じんされる様子を観測することができた。今回、集じんの様子を可視化することで、教科書で学んだ電気の知識が、環境改善に大いに役立っていることを身近に知ることができるようになった。ここでは報告しなかったが、室内環境用の空気清浄器の一部に用いられているストリーマ放電を、針対金網電極系で可視化しており、コロナ放電との違いを学ばせることができた。

謝辞

本研究は、平成 23 年度科学研究費補助金（奨励研究：課題番号 23918003）の補助を受けて実施した。

参考文献：(1) 大久保、「線対平行平板電極形電気集じん装置における流れ場の解析と実験」

電気学会論文誌 A, 106(8), P377-383, 1986-08

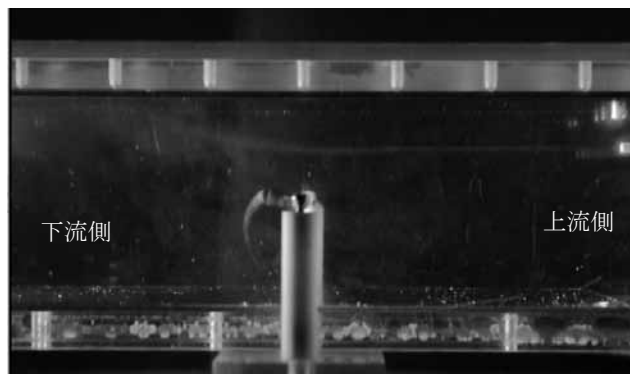


図 3 線対平行平板型 ESP の煙粒子の軌跡

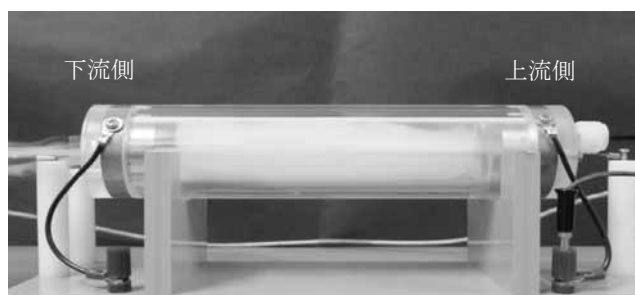


図 4 線対同軸円筒型 ESP の集じんの様子 V=0kV

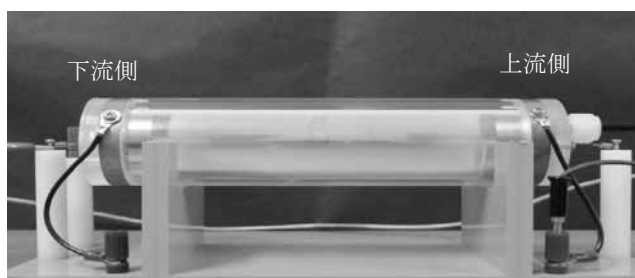


図 5 線対同軸円筒型 ESP の集じんの様子 V=1.3kV