

乾式電気集塵機と湿式洗浄塔による 排ガス処理装置納入事例紹介

Electrostatic Precipitator and Wet scrubber



(気)大気環境室
村上 一 徳
Kazunori Murakami

工場や処理施設等より発生するガス中のダストを捕捉・排出する装置のひとつとして、電気集塵機がある。内部構造は非常にシンプルであり、粒径の細かいダストも除去できる高性能集塵機として多くの分野で使用されている。

また、ガス中の有害物質や悪臭物質を除去する装置として、湿式洗浄塔を使用する場合が多い。本報では、乾式電気集塵機ならびに湿式洗浄塔の特長とともに、金属電解炉より発生するガスの除塵及びガス吸収を目的とした装置の納入事例を紹介する。

An electrostatic precipitator, which is available as one of devices for collecting and discharging dust in gases generated from factories, etc., is used in various fields as a high performance precipitator which has a very simple internal construction and is capable of removing the dust having fine particle sizes, too.

Further, there are many cases where a wet type scrubber is used as a device for removing toxic substances and malodorous substances in gases.

This paper introduces features of the dry type electrostatic precipitator and the wet type scrubber, and simultaneously, some examples of installations of systems designed for removing the dust in gases and absorbing the gases generated from a metal electrolytic furnace.

Key Words :

電 気 集 塵 機
湿 式 洗 浄 装 置
荷 電 粒 子
ガ ス 吸 収

Electrostatic precipitator
Wet scrubber
Charged particulate
Gas absorption

まえがき

近年、環境問題がクローズアップされ、工場や処理施設より排出されるガスに対する規制が、厳しくなってきた。また、法規制や条例などによる排出基準をクリア出来ない場合、操業が出来なくなる場合もある。

それらをクリアするために、状況に応じて様々な排ガス処理装置を設置するが、その装置のひとつとして、ダストとガス状成分が同時に除去できるとい

う利点のある湿式洗浄塔がある。しかし、湿式洗浄塔だけでは、ガス中のダストの性状やその他成分の条件により制約を受ける場合が多い。

また、ダスト除去の目的のため、電気集塵機を設置する場合があるが、電気集塵機のみではガス状の有害物質については除去できない。

しかし、これらを組み合わせることにより、高性能集塵とガス吸収を同時に行えることとなる。また、ダストについては再利用出来るものもあり、電気集

塵機においては、ダストのみを捕捉し、排出するので、この場合非常に有効な装置であるといえる。

1. 電気集塵機の原理と特長

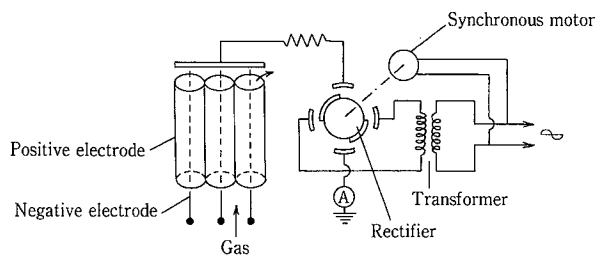
電気集塵機の型や種類には数多くあるが、原理的には同一であって、集塵の過程には次の三つの基本的機構がある。

- 1) ガス中に浮遊する微粒子を荷電する。
- 2) 荷電した微粒子を電解中で集塵極に集める。
- 3) 集塵極に捕捉したダストを搬出する。

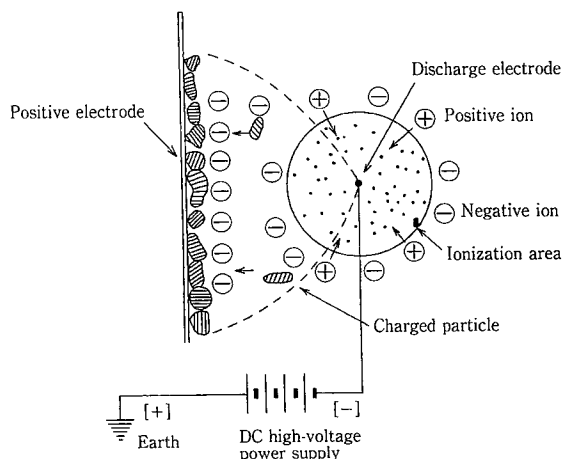
電気集塵機の機構を第1図に示す。

円筒状（または板状）の集塵極（陽極）内に放電線（陰極）を垂下し、両者の間に1500~6000volt/cm（使用電圧は3万から10万volt）程度の高圧直流電場をつくり、この間にダストを含むガスを0.5~3 m/sの速度で通す。

両極間にはいわゆるコロナ放電が起こり、負にイオン化された無数のガス分子が陽極の方向へ運動し、これが粒子と衝突して粒子が荷電する。



第1図 電気集塵機の機構
Fig. 1 Mechanism of electrostatic precipitator



第2図 電気集塵の原理
Fig. 2 Principle of electrostatic precipitator

荷電された粒子は集塵極へ集められ、その表面に捕捉、堆積される。集塵極に捕捉された粒子は集塵極上で集合体となり、槌打ち装置で払い落とされ、搬出される。（第2図）

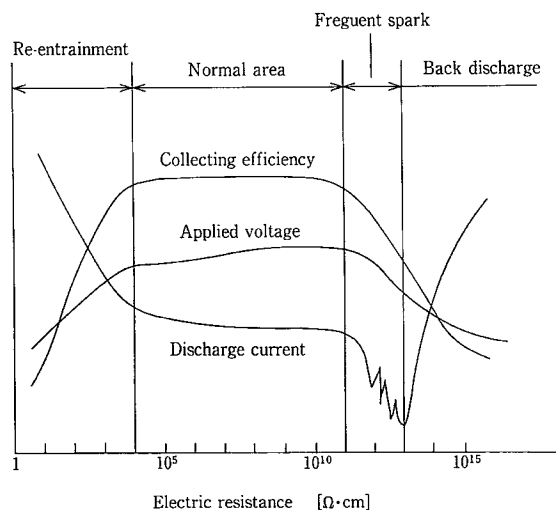
電気集塵機の集塵性能は第3図に示すように粒子の電気抵抗値に左右される。抵抗値が $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下では集塵極に到達した帯電粒子は直ちに荷電を失い、集塵極と同じ極性となるため反発力となり、再飛散を起こす。逆に、 $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の高抵抗ダストの場合、集塵極で荷電が蓄積されるために、槌打ちによっても容易に離脱せず、ついにはダスト層内で絶縁破壊を引き起こし、逆極性のイオンが飛び出す、いわゆる逆電離現象が起こり、集塵効率が低下する。

これに対して $10^4 \Omega \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 範囲のダストは荷電が適度に失われるために電流、電圧が共に安定し、高い集塵効率が保たれる。また、温度や水分量によっても電気抵抗値が変化するため、同じダストでも、これらの条件により集塵効率が変化する場合がある。

2. 湿式洗浄塔の特長

湿式洗浄塔には、スプレー塔、充填塔、ベンチュリースクラバー、溜水式スクラバー、トレイスクラバー、サイクロンスクラバーなどがあり、ここでは、吸収効率がよく通気損失が比較的小さいという面から充填塔についての特長を述べる。

充填塔の構造を第4図に示す。垂直円筒内に充填材をつめたもので、上部より液をスプレーし、その



第3図 粉塵の電気抵抗率と効率
Fig. 3 Relation between dust electric resistance and dust collecting efficiency

液が充填材上部で分散され、充填材の表面を伝わって膜状に流下する。一方ガスは下方から塔内に入り、充填材の間隙を上昇する内に液と接触して吸収が行われる。

充填材として適当な条件は

(1) 単位充填容積についての有効な気液界面積が

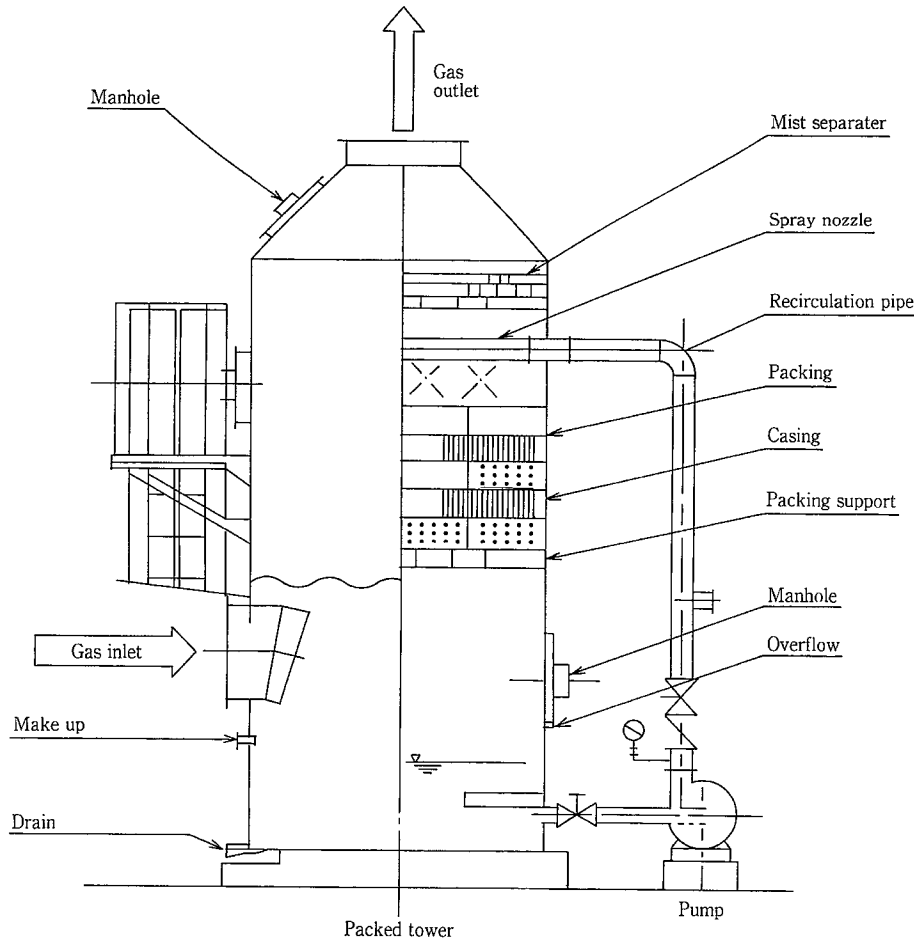
なるべく大きいこと。

(2) ガスの圧力損失がなるべく少ないこと。

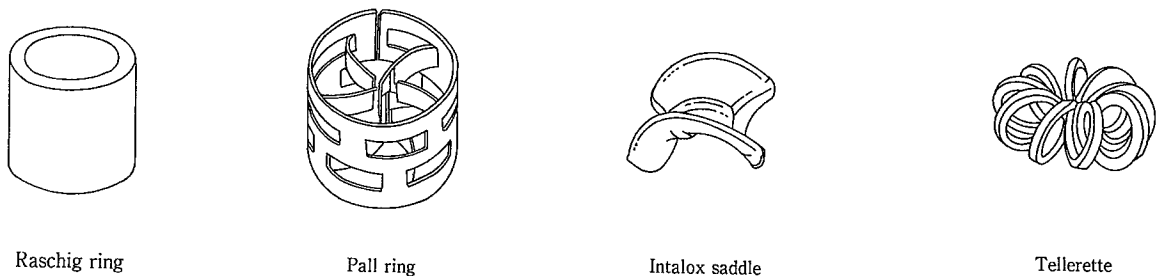
(3) 処理するガスや液に対して耐食性であること。

(4) 安価なこと。

などであり、当方ではこれらの条件により、主にスーパーパックやテラレットを用いている。



第4図 湿式充填塔
Fig. 4 Packed tower



第5図 各種充填材
Fig. 5 Packings of several kinds

代表的な充填材を第5図に示す。

3. 納入実績の紹介

《発生源》希土類金属電解炉

《処理目的》ダストの回収及びフッ素化合物の除去

《運転条件》風量：220 Nm³/min

ガス温度：150℃

対象成分：ダスト、フッ素化合物

《装置概要》

電気集塵機

型 式：乾式

塔体寸法 (mm)：2 800 W×3 100 L×7 500 H

ケーシング：SS400

ダスト排出機：槌打ち装置、スクレーパ、
ロータリーバルブ

No. 1 充填塔

型 式：VSP-175

塔体寸法 (mm)：φ1 750×H 6 550

ケーシング：FRP製

充填材：テラレット SO 型、PP 製

充填高さ：2 400 mm

No. 2 充填塔

型 式：VSP-175

塔体寸法 (mm)：φ1 750×H 7 050

ケーシング：FRP製

充填材：テラレット SO 型、PP 製

充填高さ：2 000 mm

電解炉より発生する排ガス中のダストをそのまま回収し、かつ、排ガス中のフッ素化合物を除去するため、乾式電気集塵機と湿式充填塔が採用された。

システムフローを第6図に示す。電解炉より発生したガスは、まず電気集塵機に導入され、ここでガス中のダストを捕捉し、系外へ搬出する。ダストを除去されたガスは次にNo. 1 湿式充填塔へ導入され、KOH（苛性カリ）を含んだ溶液と効率よく気液接触し、ほとんどのフッ素化合物を吸収、除去する。さらに、完全にフッ素化合物を規制以下にするため、No. 2 湿式充填塔へ導入し、再び KOH を含んだ溶液と気液接触させ、大気へ放出する。

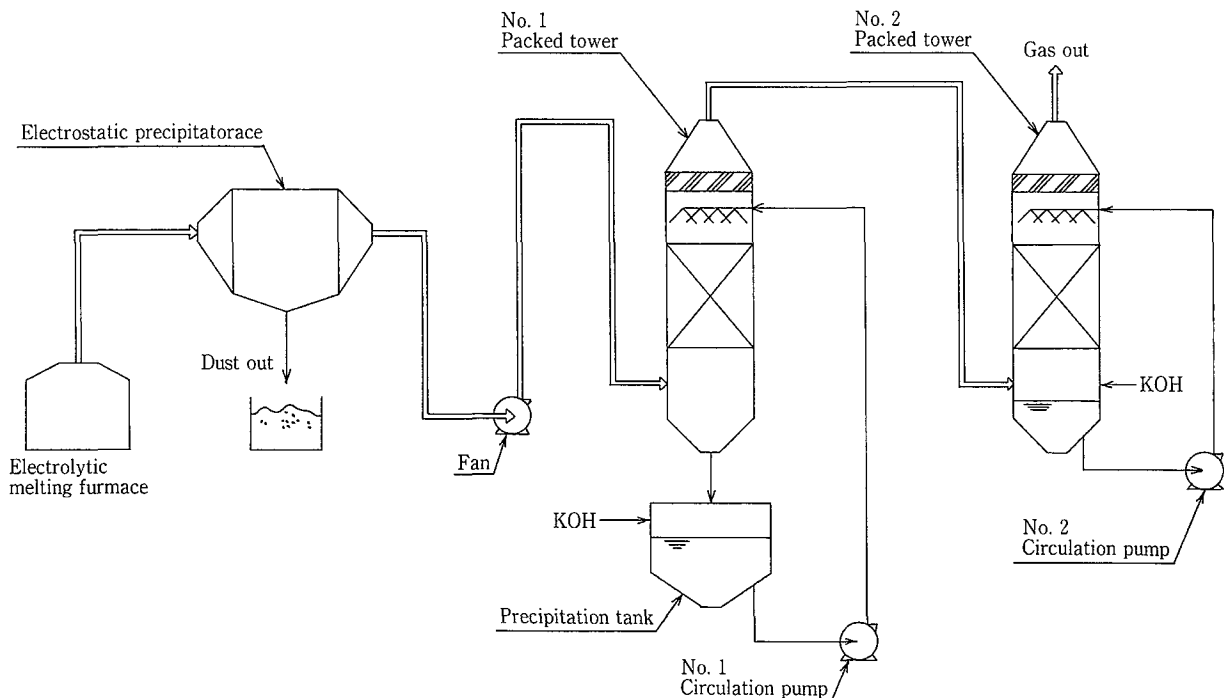
KOH 溶液は洗浄塔に設置された pH 計の管理により、常にアルカリ性となるよう注入している。また、ガス吸収性能維持のための循環液水質管理については定期的に循環液を抜き出して液の分析を行い、液中のフッ素濃度がある規定値に達した時、全量抜き出して新水と入れ替える方式をとっている。

《測定結果》

フッ素化合物（フッ素として）

No. 1 洗浄塔入口：1 600 mg/Nm³

No. 2 洗浄塔入口：6.6 mg/Nm³



第6図 電気集塵機と湿式洗浄塔のフローシート

Fig. 6 Flow sheet for Electric precipitator and Wet scrubber

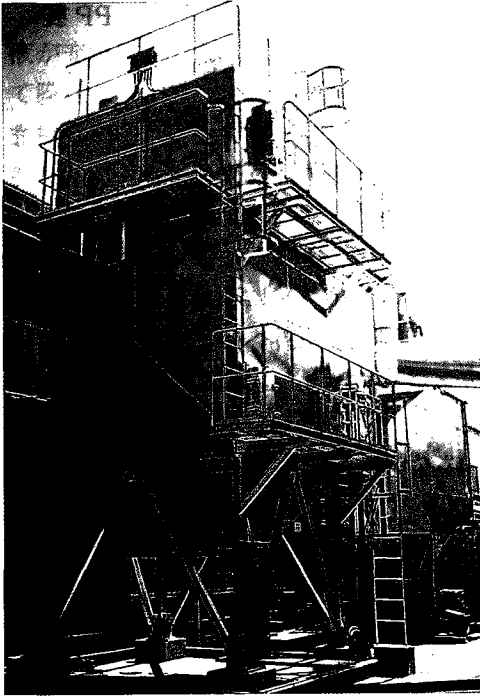


写真 1 電気集塵機
Photo.1 Electrostatic precipitator

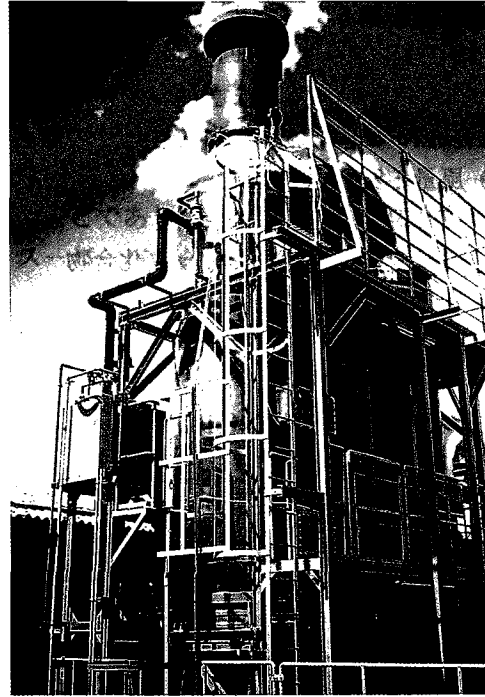


写真 2 湿式洗浄塔
Photo.2 Wet scrubber

No. 2 洗浄塔出口： 0.2 mg/Nm³
(出口保証値： 0.5 mg/Nm³ 以下)

ダスト

電気集塵機入口： 0.39 g/Nm³
電気集塵機出口： 0.03 g/Nm³
No. 2 洗浄塔出口： 0.0085 g/Nm³
(出口保証値： 0.1 g/Nm³ 以下)

測定結果よりダスト除去率は電気集塵機にて92.3 %を確保しており、洗浄塔出口にて97.8 %であった。

また、フッ素化合物の除去率についてはNo. 1 洗浄塔出口で99.6 %、No. 2 洗浄塔出口で99.99 %であり、非常に良好な結果であったといえる。

納入装置の外観を写真 1、2 に示す。

むすび

金属電解炉より発生するガス中のダスト除去・回収およびガス吸収装置の納入例について乾式電気集塵機と湿式洗浄塔の組み合わせシステムを紹介した。

近年、環境問題がクローズアップされる中、ここに紹介したシステムにおいてもかなりのニーズがあると考えられる。特に電気集塵機については非常に高集塵性能で構造もいたってシンプルであり、メンテナンスも容易である特長を有している。今後もユーザーのニーズに応じて、他の機器との組み合わせを提案し、環境問題に役立てたいと思う。

[参考文献]

- 1) 亀井 三郎：化学機械の理論と計算，産業図書(株)
- 2) 化学工学便覧，17章 集塵・分級
- 3) 高分子学会編，静電気ハンドブック
- 4) 飯島 歩：電気集塵機とその電源（その1）

連絡先

村上 一 徳 気熱装置事業部
大気環境室

TEL 078 - 232 - 8134

FAX 078 - 232 - 8067

E-mail k.murakami@pantec.co.jp