

<製品紹介>

縦型湿式電気集塵機 PAN WEP

Introduction of new vertical type wet electrostatic precipitator



(気)大気環境部第1エンジニアリンググループ
川 除 禎 平
Sadahira Kawayoke

当社では集塵装置としてガス流れが水平流の湿式電気集塵機「イオンスクラバー」を保有しているが、このたび新しいタイプの湿式縦型電気集塵機「PAN WEP」の販売を開始した。この装置は縦型でガス流れは下降流方式を採用している。また荷電部はスパイラル付のパイプ型放電極と円筒型集塵極を採用している。これらの構造により従来より高性能でかつメンテナンス性の優れた装置となっている。

本項ではこの縦型湿式電気集塵機「PAN WEP」について紹介する。

Shinko Pantec Co.,Ltd. owns Air Pollution Control Equipment called "Ionizing Wet Scrubber", that is of horizontal flow type. We have recently started marketing the new type, wet electrostatic precipitator called "PAN WEP".

It is of vertical type and down flow type in gas flow path, and adopts the pipes with spirals as discharging electrodes and the cylinders as particulate-collecting-electrodes.

This structure makes PAN WEP more excellent in properties and easier in maintenance than the conventional wet electrostatic percipitator.

Key Words :

電 気 集 塵 機
湿 式 電 気 集 塵 機
排 気 ガ ス 処 理
コ ロ ナ 放 電

Electrostatic precipitator
Wet electrostatic precipitater
Air pollution control
Corona discharge

ま え が き

環境対策は年々厳しくなる方向にある。最近では臭気対策について物質毎の濃度規制から混合臭気の臭気指数規制に変わったのをはじめダイオキシン排出濃度規制も制定された。

ばいじん規制についても環境対策の先進地である欧米を見習いより高度なPM2.5規制が検討されている。

また昨今では、企業イメージのアップ、地域住民の環境意識の向上にともない、法規制の強化を待たずにより高度処理機能を持った環境装置に改善をおこなう企業が増えつつある。

当社では、各規制に対応すべく、簡易的な溜水式集塵装置から高度処理を目的とした電気集塵機に至るまで一連の装置を取りあつかい、ユーザーニーズに合わせた最適な組み合わせを提案してきた。

このたび荷電極に放電線ではなくスパイラル付の放電パイプを利用した縦型湿式電気集塵機「PAN WEP」の販売を開始したので下記に紹介する。

1. 電気集塵機の基本事項

1.1 電気集塵機の原理

電気集塵機の基本原理について一般的な平板形の例を基に示す。(第1, 2図)

電気集塵機は、直流電源装置、絶縁支持された放電極および接地された集塵極で構成されている。集塵極は滑らかな面を有しており、放電極には直流電源装置により直流電圧が印加されている。この電圧を上げてくゆくと臨界値(コロナ開始電圧 V_c)で放電極上にコロナ放電が発生する。放電線近傍では正イオンと負イオンが共存しているが正イオンは直ちに放電極に中和され、負イオンは集塵極へ向かい流れはじめる。更に電圧を上げると火花放電(電圧 V_s)が発生しそれ以上の電圧を印加出来なくなる。

コロナ放電が発生している電極間を微粒子が通過すると、微粒子は負イオンの衝突により荷電される。荷電され電荷を持った微粒子は、電極間で発生している電界により集塵極方向へのクーロン力を受け集塵される。クーロン力は次式で表される。

$$F=qE \text{ (N)}$$

F : クーロン力 (N)

q : 粒子の帯電量 (C)

E : 電界強度 (V/m)

集塵電極に到達した微粒子は電荷を電極に与え中性となるが、そこではファンデルワールス力によって電極に付着した状態となる。

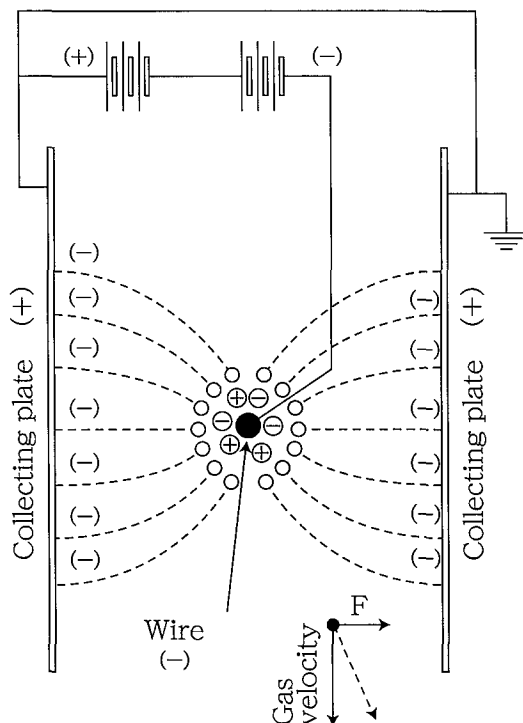
また、電気集塵機の集塵性能は電界強度に依存するため、火花放電発生直前の電圧での運転が望ましい。

1.2 電気集塵機の特長

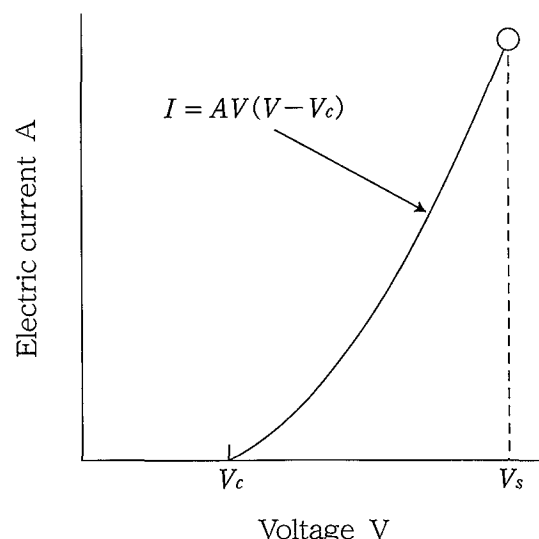
電気集塵機の特長をつぎに示す。

- 1) あらゆる種類の固体および液体の微粒子を高効率に集塵することができる。
- 2) 装置の圧力損失が低い(100~300 Pa)、運転費が安価に抑えられる。
- 3) 構造が簡単で可動部分が少なく保守点検が容易であるため、保守費用が安価である。
一方次のような短所もある。
- 1) ガス流速が遅く処理時間が長い装置が大型となる。
- 2) 爆発性ガスや可燃性ダストには使用が困難である。すなわち、集塵空間で発生する火花放電によりこれらの気体や粉体に引火し、爆発や火災を起こす危険性がある。
- 3) 乾式電気集塵機の場合、集塵性能が粒子の見かけ電気抵抗率に支配される。

粒子の電気抵抗率が約 $5 \times 10^8 \Omega \cdot m$ 以上の場合には集塵されたダスト層内で絶縁破壊を引き起こす逆電離現象という異常現象が発生し、集塵性能



第1図 平板形集じん極による集じん原理
Fig. 1 Collection theory



第2図 コロナ放電の特性
Fig. 2 Characteristic of corona discharge

が著しく低下する。

逆に $10^2 \Omega \cdot m$ 以下になると粒子は集塵極盤上を跳躍するのみで捕集されない。

4) 乾式電気集塵機の場合には、集塵極に堆積した粒子層を払い落とす際の槌打ち時に粒子の一部が処理ガスに同伴され排出されてしまう。

5) 粘性粒子や固着性粒子の集塵には適応できない。

1.3 電気集塵機の種類

電気集塵機を大別すると以下のように分類される。

1) 乾式と湿式

処理対象粒子が乾燥した固体微粒子であり、これを乾燥状態のまま捕集するものを乾式という。これに対し電気集塵機上流部ダクトで処理ガス中に水を噴霧したり、集塵室内に水を噴霧する事により飽和状態のガスを処理し、集塵極表面に水膜を作り集塵極上に捕集した粒子を水とともに洗い流す方式のものを湿式という。湿式電気集塵機は逆電離現象や再飛散が発生しないため集塵性能が極めて高い。しかしながら排水が出る欠点がある。

2) 垂直流と水平流

処理ガスが装置に対し水平に流れるものを水平流、垂直に流れるものを垂直流と呼ぶ。

垂直流の中には、ガス入口が装置の上部に位置している下降流方式とガス入口が装置の下部に位置している上昇流方式がある。

3) 平板型・円筒型と角型の集塵極

集塵極の形状により円筒型、角型および平板型がある。集塵極板上の電界強度を考えると放電極から集塵極までの距離が一定している円筒型が有利であるが、装置の構造上一般的には複数枚の平板集塵極を平行に配置し、その間に放電線を設置した平板型が主流である。角形は円筒型の欠点である集塵極配置の際に発生するデッドスペースを改善した方式で集塵極はハニカム状配置となっている。しかしながら平板型と同様に集塵極板上の電界が一様でない欠点がある。

放電極と集塵極の距離は、電圧にもよるが30～150 mm の範囲が一般的に採用されている。

4) 放電極の形状

放電極はシャープな形状ほどコロナ放電が発生し易いが、装置の大型化にともなう引張強度、通ガスによる振動および腐食環境に曝露されていることを考慮に入れ様々な形状が提案されている。丸形や角形断面が一般的であるが、鉄条網のような形状の他に放電板を採用しコロナが発生しやすいように端部に針を取り付けた形状もある。

2. PAN WEP 紹介

2.1 装置仕様

このたび当社が販売開始した湿式縦型電気集塵機は、下降流方式で円筒型集塵極を採用し、放電極(放電線ではなくスパイラル付パイプを採用している装置の構成および集塵原理を下記に示す。

1) 前噴霧装置

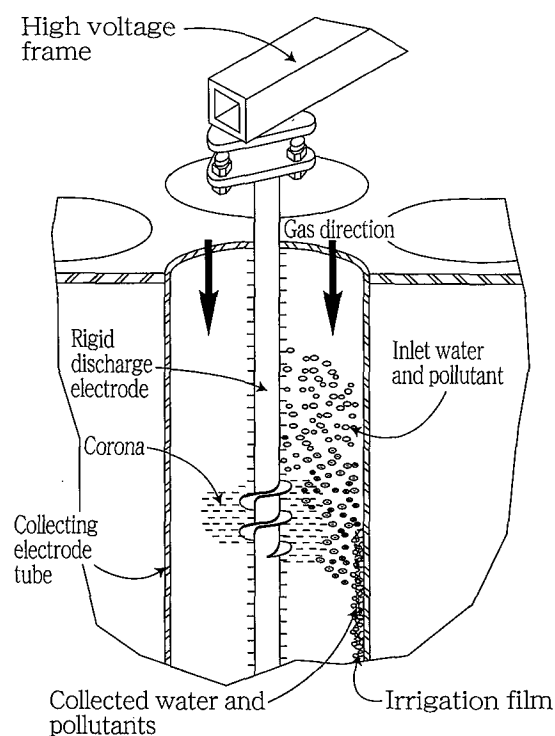
集塵部での水膜形成をおこなうため、処理ガス中に水滴を噴霧する装置である。ダクト内に設置されたミスト発生ノズルと、コロナ放電に悪影響を及ぼす大粒のミスト粒子を除去するためのミストセパレータにより構成されている。噴霧水量は $1000 \text{ m}^3/\text{min}$ の処理ガスに対し、 1000 L/h 以下あり、ガス条件により噴霧量を決定している。

2) 整流板

ガス入口コーン部分に整流板を複数枚設置し、ガスの整流をおこなう。ガス量と装置サイズを考慮し形状を決定し、圧力損失は 50 Pa 以下となるように選定されている。

3) 放電極 (第3図)

当該装置では、放電極に放電線ではなくスパイラル付の放電パイプを使用している。放電極は上部の高圧フレームにボルトで固定する構造のため



第3図 集塵部概要

Fig. 3 Outline of collection area

高压部の構造が非常にシンプルであり、高压フレームのクリープ変形による放電極の微調整も短時間で済む利点がある。

4) 集塵極 (第3図)

集塵極は円筒形であり処理ガス量および除去率により本数を決定する。

処理対象ガス中に含まれていたミストや前噴霧装置で加えられた水滴は固体粒子に比べ捕集されやすい傾向にあるため、優先的に捕集された水滴により集塵極上部に水膜が形成される。水膜はガス流れおよび重力により集塵極の出口側へ流れながら集塵極に捕集された粒子を洗い流す。

5) 内部洗浄装置

荷電部に堆積した粒子を定期的に洗浄するため洗浄水配管が装置内部に設置されており、1日に3~4回、各数分間の洗浄を実施する。洗浄工程においても直流電源装置は荷電した状態であるため、粒子の捕集を継続する事が出来る。

6) 工事工期

装置本体は、ガス入口コーン・放電極・集塵部およびボトム部に大きく分割されており、ユニッ

ト毎に工場内で製作される。また放電極も工場内で仮設置し現地搬入出来るため現地では調整のみとなる。これにより現地工事が短期間でおこなえる。

2.2 適用分野

米国では煤じん規制以外に各種重金属毎に排出規制が設けられている。この規制をクリアするために当該装置は開発され、産業廃棄物焼却炉排ガスはもとより合板乾燥工程排ガスおよびフューム除去等の処理に採用されている。当該装置を用いた実施例について納入実績および装置外形を第1表・写真1に、また重金属のみについて採取した除去率を第2表に示す。

また、煤じん濃度は経験的に入口負荷 $2 \text{ g/m}^3_{\text{N}}$ 以下が経済的でありそれ以上の濃度の場合には前処理装置を設置する方法が安価となる。

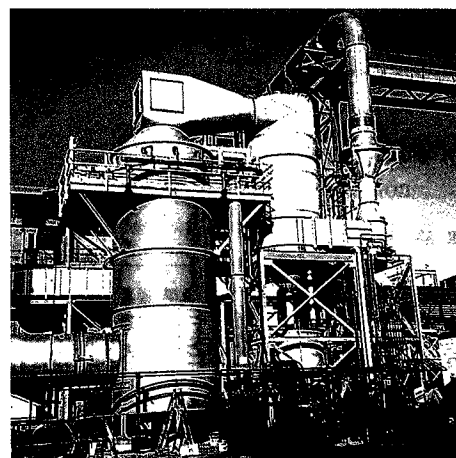


写真 1 PANWEP 実装置外観
Photo 1 Outside view of PANWEP

第1表 納入実績 (抜粋)

Table 1 List of installations (extract)

Application	Gas vol. m^3/min	Concentration		Effic. %
		Inlet $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$	Outlet $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$	
Hazardous Waste Soil Remediation	280	1 387	34	97.5
Liquid Incinerator	800	306	10	96.7
Fluid Bed Combustor Pharmaceutical Waste	1 840	1 172	20	98.2
Fluid Bed Combustor Sewage Sludge	630	523	34	93.4

第2表 処理ガス中の金属粒子別除去率

Table 2 Summary of metals emission and removal efficiency data

Run No.	Concentration, $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$ dry					Removal efficiency, %				
	As	Cd	Cr	Pb	Ni	As	Cd	Cr	Pb	Ni
1-IN	2.97×10^{-2}	2.97	7.99×10^{-2}	0.457	3.88×10^{-2}	97.8	98.3	97.2	98.6	(96.6)
1-OUT	6.62×10^{-4}	5.02×10^{-2}	2.24×10^{-3}	6.39×10^{-3}	1.32×10^{-3}					
2-IN	1.74×10^{-2}	4.79	5.48×10^{-2}	0.171	1.03×10^{-2}	97.4	99.7	96.3	97.5	(87.2)
2-OUT	4.57×10^{-4}	1.64×10^{-2}	2.03×10^{-3}	4.34×10^{-3}	1.32×10^{-3}					
3-IN	1.32×10^{-2}	0.434	5.71×10^{-2}	0.103	1.12×10^{-2}	98.4	97.9	97.1	98.0	(94.9)
3-OUT	2.17×10^{-4}	8.90×10^{-3}	1.64×10^{-3}	2.05×10^{-3}	5.71×10^{-4}					

Note: at the Ni, outlet concentration are less than the MDL

2.3 テスト機仕様

装置選定をおこなう場合には、通常はユーザー殿より頂いた条件を基に、過去の経験と照らし合わせ装置選定をおこなう。しかしながら設置場所の制約等の理由で限界設計をおこなう場合にはパイロットテストが必要となる。

テスト機の装置概要を下記に、装置外形を写真2に示す。

テスト機仕様

処理ガス量	10~60 m ³ /min
処理ガス温度	100 °C未満
設置面積	2.85 mW×6.9 mL×9.0 mH (+メンテナンスエリア)
電気容量	200 V級 30 A
補給水量	300 L/h 以下

むすび

法規制、自主規制を問わず煤じん規制は今後ますます厳しくなると推測される。当該装置はこれらの規制を充分満足できるものとする。

当社の装置がよりよい環境づくりに少しでもお役に立てれば幸いです。

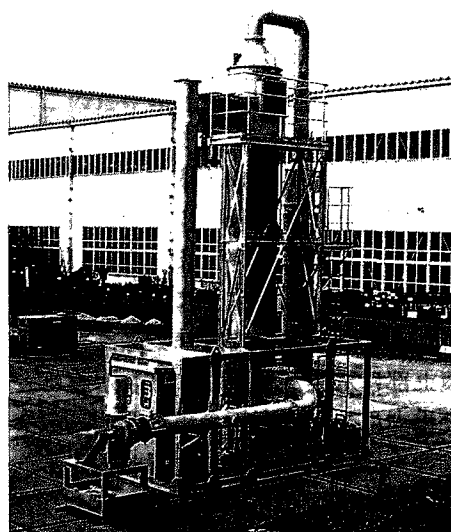


写真 2 テスト機全景
Photo 2 Outside view of pilot plant

[参考文献]

- 1) 檜山和成：化学装置（最新の集じん技術），11月号（2001），p.107
- 2) 浅野和利俊：静電気学会誌（静電気応用技術入門），14, 1（1990），p.76
- 3) 通商産業省環境立地局監修：公害防止の技術と法規（大気編），（社）産業環境管理協会

連絡先

川 除 禎 平 気熱装置事業部
 大気環境部
第1エンジニアリンググループ
T E L 078 - 232 - 8134
F A X 078 - 232 - 8067
E-mail s.kawayoke@pantec.co.jp