

革新的な高性能集塵機が目指すSDGs



株式会社流機エンジニアリング
代表取締役会長 西村 章

1. はじめに

国連は、地球規模の社会課題の解決に向け、「持続可能な開発目標 SDGs」が提唱され2030年の達成を目指し、ターゲットへの具体的な取り組みが求められている。

当社は超高清浄化とコンパクト化を実現した革新的高性能集塵機「Iシリーズ」を開発し、製造プロセスで発生する有害物質やPM2.5等の環境課題に取り組んでいる。

HEPA準拠、1/10のコンパクト化等、優れたフィルタ技術に加え、機能性粉体を組み合わせることにより、多様な環境課題の解決が可能になる。

SDGsのターゲットに貢献する高性能集塵機「Iシリーズ」の取り組みを紹介する。

2. 装置の説明

(1) 高性能集塵機「Iシリーズ」の特徴

- ① 世界初のHEPA準拠の超高清浄度を実現
- ② 世界最大の大面積ブリーツフィルタ
フィルタ室をバグフィルタ比1/10にコンパクト化
- ③ 表面濾過による目詰抑制
- ④ 亜音速インパルス衝撃波による強力な目詰再生
セミオフライン、オフライン制御

- ⑤ 堅固な成形構造による長寿命化
(バグフィルタの4倍)
- ⑥ コンパクト・軽量・耐震性に優れる
- ⑦ Iシリーズの特性を生かした機能性粉体による
機能拡張

(2) 集塵原理

集塵装置はフィルタ濾過を持続的に行う装置であり、濾過技術が中心にある。

濾過プロセスは、深層濾過と表面濾過に分けられる。

① 深層濾過

深層濾過はフィルタ層内部で粒子をトラップし、ガスを清浄化するプロセスで、一般空調用の外気取入フィルタやHEPAフィルタが相当する。例えば、HEPAフィルタは濾材にマイクログラスウールのフェルト状のフィルタを成形しており、通気速度は3.2m/min程度で集塵装置より3倍以上速いものの、マイクログラスウールの層内で微粒子をトラップし、高い清浄度を作ることができる。空調用HEPAフィルタの層内部にトラップした粒子は物理的に除去不能である。一定の粒子量が累積すると目詰差圧が増大するとともに通気量も低下するため、消耗交換が必要である。

② 表面濾過

集塵装置では、長期間運用を可能にするためには

深層濾過とならないように制御する方法が必要で、一義的には粒子をフィルタ表面でトラップし、フィルタ内部に侵入させないことがフィルタの長寿命化になる。

i) 微密膜によるトラップ

メンブレンフィルタ等、ナノメートルサイズの精度を持つ膜を基材となる粗いフィルタに貼り付けておく方法。「Iシリーズ」では、0.15μm テフロンメンブレン膜ラミネートにより表面濾過を実現している。

ii) プレコーティングによるトラップ

フィルタに粘土鉱物等の粒子を吸着させ、この一次付着層で微粒子をトラップする方法。ただし、この方法はナノメートルサイズの微粒子が多く含まれる粉塵の集塵では、長期的に目詰まりが進行する場合がある。

またコーティング用の吸着粉体を大量に消費する問題やパルス再生時に出口粉塵濃度が高くなる問題がある。

③ 目詰り再生

集塵装置では濃度の濃い粉塵を清浄化する性能が求められ、10g/m³の高濃度も珍しくない。一方、フィルタ表面でトラップされた粒子は凝集し、ケーキ層が形成される。ケーキ層も一種のフィルタとして機能し通気抵抗が発生する。安定した通気風量を確保するためには、ケーキ層を払落し目詰まりを

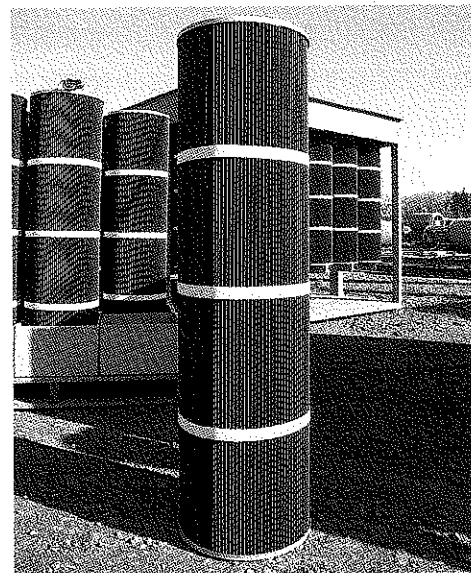


写真1 プリーツフィルタ

再生する必要がある。「Iシリーズ」ではインパルス衝撃波を利用した独自の方法を確立している。

④ 目詰り再生原理

高圧空気を瞬間的に開放するとき発生する亜音速のインパルス衝撃波が作用し、フィルタ内面に強力な粗密音を叩き付ける振動で、粉塵を払い落とす。亜音速インパルスを発生するパルスバルブ・高圧空気ヘッダタンク・衝撃波を効果的にする内部コーン・パルスコントロール装置により構成している。

(3) 大面積プリーツフィルタ

大面積プリーツフィルタの集塵原理は従来方式のバグフィルタと同じであるが、集塵装置はフィルタ面積が支配的になることに着目し、大面積プリーツ成形フィルタとすることで1本あたりのフィルタ面積をバグフィルタの15~25倍に増大し、合せて従来方式の課題を解決することが可能となった。

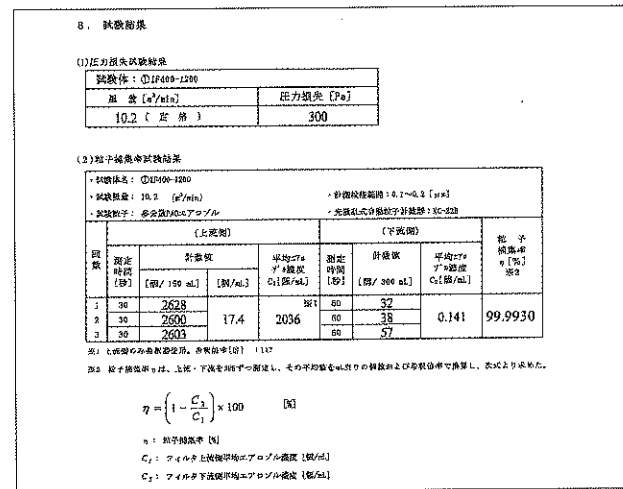


図1 エアフィルタ性能試験結果

表1 フィルタ比較表

	バグフィルタ	Iシリーズ
フィルタ	織布(軟質)/不織布(短繊維)	スパンボンド(硬質)
フィルタ形状	円筒袋	円筒プリーツ成形
フィルタ精度	1μm×90%	0.15μm×99.95%
フィルタ寸法	H6m×φ165	H2m×φ455
面積	3.1m ²	80m ²
出口清浄度	100mg/m ³	0.01mg/m ³
目詰り再生	エア逆流洗浄	インパルス衝撃波
エア消費量	15ℓ/本 4.8ℓ/m ²	120ℓ/本 1.5ℓ/m ²
フィルタ寿命	1年	4年(30,000H)

(4) 装置

図2に示すように、粉塵粒子は集塵機内のフィルタ表面でトラップされ清浄気体として通気する。フィルタ表面では一定時間通気すると大量の粉塵がトラップされ凝集積層される。そのままでは目詰りし通気困難になるため、一定間隔で積層粉じんを払い落とし、目詰りを解消することで持続的に濾過運用できる。

(5) 機能拡張

① セミオフライン制御

粉じんの特性によっては、衝撃波パルスエア再生が困難な場合がある。超微粒子・高比重が小さい凝集性が低い等の粉じんの場合はフィルタから剥離しても下部ホッパーに沈降せずフィルタに再吸着されるため、結果的に目詰り差圧が高止まりする。このため、再生時はフィルタの出口を個別に塞ぎ一時的に通風を遮断することで、目詰り再生効果を高めることができる。

② オフライン制御

セミオフラインに加え、通風入口も塞ぎ、通風路を完全に切り離しオフライン化することで、目詰り再生効果が高い。水蒸気を含む粉じんや、付着性粉じんのフィルタ再生が可能、また集塵機の長期運転における無停止でのフィルタ交換を可能とする。

③ ガス吸着・触媒担持

フィルタ表面に機能性粉体を添着することで、ガス浄化の機能拡張が可能になる。粉体は粒子径が小さいほど分散性が良く、比表面積が大きくなるため、ガスの接触効果が高くなる。このため、微量の添着でも、機能性粉体の反応性は非常に高くなる。以下に機能性粉体と活用方法を示す。

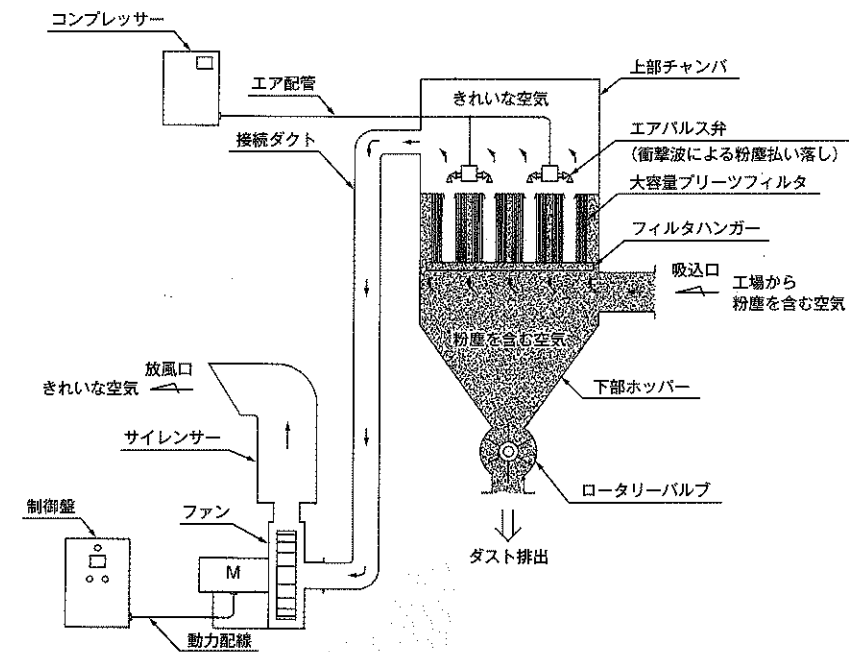


図2 構造・処理フロー

表2 機能性粉体と活用方法

活性炭パウダ	脱臭・VOC
ゼオライトパウダ	アンモニア・アルデヒド吸着
消石灰(ミスト混合)	NO ₂ ・SO ₂ 吸着中和
活性化二酸化マンガン	オゾン臭の浄化
鉄系パウダ	硫化水素吸着固定化
固体アミンパウダ	CO ₂ 吸着
シリカゲルパウダ	除湿乾燥

表3 バグ比較 3000m²クラスの例

	バグフィルタ	Iシリーズフィルタ	比較
1本の面積	3.1m ² φ165×6m	80m ² φ455×2m	×25.8
フィルタ本数	960本	40本	1/24
フィルタ寿命	5,000~10,000H	30,000H(4年)	×4
フィルタ室容積	880m ³	88.6m ³	1/10
装置重量	74t	12t	1/6
フットプリント	65m ²	11m ²	1/6
パルスエア	37kW	11kW	1/3
耐震性	74t×6.5m	12t×3m	×13

3. SDGsターゲットと取り組み

表4 SDGs ターゲットと取り組み

2.9 大気汚染による死亡・疫病の大幅減少	<ul style="list-style-type: none"> トンネル切羽集塵によるじん肺根絶 発がん性粉じん対策 PM2.5の発生源対策
6.3 汚染の減少、有害物質の放出最小化	<ul style="list-style-type: none"> 廃炉・除染・中間貯蔵に伴う放射線物質の封じ込め アスベスト・ダイオキシン・PCBの封じ込め、重金属類粉じん
7.3 エネルギー効率の改善	<ul style="list-style-type: none"> CO₂吸着による換気量縮減による省エネルギー 除湿換気による冷熱エネルギー縮減 インバータ風量制御
9.4 クリーン技術・環境に配慮した技術・プロセス拡大	<ul style="list-style-type: none"> 燃焼排ガス中のCO₂吸着、濃縮 VOC吸着・回収
11.6 大気室の管理・環境負荷軽減	<ul style="list-style-type: none"> PM2.5発生源対策、NOx・Sox吸着中和
12.4 製品ライフサイクル延長・化学物質の放出削減	<ul style="list-style-type: none"> ダイオキシン、PCB、放射性物質の封じ込め VOC回収再利用
12.5 廃棄物発生を大幅に削減	<ul style="list-style-type: none"> フィルタ長寿命化 鉱物性粉体の二次利用(セメント)

4. おわりに

SDGsは広範囲で、それぞれ連携して取り組むべき目標ターゲットを設定している。本稿では限られた個別のターゲットへのアプローチを高性能集塵機が達成できる可能性を示した。

機能性粉体をハンドリングして、多くの課題解決により、持続的成長に寄与していけると自負する。

機能性粉体は機能を保持するために再生・再使用することがベストであり、熱脱着法によるオンサイト型再生装置の開発・商品化を進めている。

高性能集塵機と機能性粉体を組み合わせた装置は、新たな革新的環境装置として社会に貢献していけると確信し、世界の環境課題に取り組んでいきたい。