

産業

No.828

機械

September

9
2019

特集

「優秀環境装置」



第45回優秀環境装置表彰に際して



優秀環境装置審査委員会
委員長 指宿 堯嗣

元号が平成から令和に改まった今年の6月18日に第45回優秀環境装置表彰が盛大に執り行われた。今回の優秀環境装置表彰事業は2018年8月末に開催の第1回審査委員会で始まり、事業の実施要綱、募集方法等について鋭意審議し、9月10日から約1ヶ月半にわたって公募された。その結果、大気汚染防止装置（2件）、水質汚濁防止装置（3件）、廃棄物処理装置（4件）及び再資源化装置（3件）の応募申請があり、複数分野にわたる申請が1件あったので、応募申請数は合計11件となった。また、企業規模での分類では、大企業3件、中小企業9件となった（共同申請が1件あったので申請件数としては11件）。応募件数が例年よりやや減ったこと、中小企業からの応募が全体の3/4を占めたことが印象に残った。

審査は、優秀環境装置表彰の実施要綱及び審査要綱の規定に基づいて慎重かつ厳正に行われた。優秀環境装置審査ワーキンググループ（WG）において、全ての申請案件について独創性、性能、経済性及び将来性の各指標を中心に一次評価が行われた。その中で高位の評価を得た装置について更に詳細な書面審査並びに実地調査が行われ、入賞候補8件が選定された。審査

委員会では、WGから推薦されたこれらの受賞対象候補について、更に総合的かつ客観的に慎重な審査が行われ、審査委員全員の一致によって、第45回優秀環境装置表彰の受賞装置として6件が選定された。6件の優秀環境装置の内訳は、大気分野、水質分野、廃棄物分野について、それぞれ2件であった（産業技術環境局長賞1件、中小企業庁長官賞1件及び日本産業機械工業会会長賞4件、経済産業大臣賞は残念ながら該当なし）。

産業技術環境局長賞受賞の装置では、不織布にフッ素樹脂をラミネートした高浄度で耐久性の高いフィルタ素材が使用され、一般的なバグフィルタの15~25倍のろ過面積を持つフィルタが開発された。従来の1/5の面積で装置の設置が可能であり、1 μ m以下の微小粒子を高効率に除去できる性能が長期間維持されることから、装置の運転コストが3割削減された。PM2.5、PM1.0あるいはナノ粒子等、微小粒子による環境汚染、健康影響に関心が高まっていることから、高い将来性が期待される。工作機械のクーラントタンクや洗浄液タンクの浮遊物・浮上油を回収する装置が中小企業庁長官賞を受賞された。開発された自動的に液面をとらえる2段式液面追従システムは、浮上油と

一緒に吸い込まれるクーラント液の量を低減し、更に2槽からなる分離槽による油水分離の高効率化によって、廃油処理費が低減された。また、クーラント液劣化の抑制によって液の更新頻度が減少し、更にクーラント液中のスラッジが低減して切削器材(刃物等)の寿命が延びることで、運転コストが大きく低減された。2010年以降、国内外の自動車、工作機械、建機等の工場に1,300台以上が納入されている。日本産業機械工業会会長賞を受賞した4件(大気分野:切粉、切削油の高効率回収、水質分野:汚泥の嫌気性消化槽の効率的攪拌、廃棄物分野:汚泥の都市ごみとの混焼及び高い粘度汚泥の安定的乾燥)も、いずれも甲乙つけがたい極めて優秀な環境装置として審査委員会で高く評価された。今回受賞された環境装置6件の技術開発の内容は多岐にわたっているが、いずれも環境保全に極めて有効あり、省エネルギーで経済性に優れた優秀環境装置として高く評価されたものである。受賞各社のご努力に心から敬意を表するとともに、今回の栄えある受賞を機に、今後ますます優秀な環境装置の普及、海外展開と更なる革新的技術の開発に期待したい。

最後に、最近の環境関連トピックスの1つである廃プラスチックによる海洋汚染問題(海洋プラスチック問題)に触れておきたい。これまでに1億5,000万tを超える廃プラスチックが海洋に流出し、現在も年間およそ800万tが流出と推定されている。また、中国や東南アジア諸国が廃プラスチックの輸入規制を強化した結果、国内で急増している廃プラスチックの処理・削減が、日本や欧米で大きな課題になっている。2016年における日本の廃プラスチック総排出量は約900万tであるが、埋立・単純焼却分は16%程度であり、廃棄物焼却炉等によるエネルギー回収を伴う焼却処理分は

57%、ケミカルリサイクル及びマテリアルリサイクル(輸出分を含む)分は27%となっている。6月末のG20大阪サミットで海洋プラスチックごみ対策実施枠組が合意されたように、プラスチックの循環利用に向けた一層の対策が求められており、日本における環境装置等の技術開発のポテンシャルを活かせる新たなビジネス環境が生まれているように思われる。ペットボトル素材等マテリアルリサイクルシステムの構築、ケミカル、サーマルリサイクルの高度化、環境分解性プラスチック、プラスチック代替材料等の開発によって、国内だけでなくグローバルな問題解決に貢献することが期待される。

超高清浄化とコンパクト化を実現した 工業用集塵機



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

PM2.5等大気質の規制は厳しく、中国では集塵機の出口粉じん濃度は $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下になった。またアスベスト、ダイオキシン、放射能粉じんや発がん性物質ヒューム、ナノ粉体等、高清浄化のニーズが多様化してきており、対応が重視されている。また、これまでのバグフィルタでは高差圧破袋や脱落、メンテナンス頻度等によるランニングコストの低減要求は人手不足の問題もあり、喫緊の課題である。

当社の開発した工業集塵機「Iシリーズ」は、超高清浄化、コンパクト化、低ランニングコストを実現し、実績を積み上げてきた。これまでの集塵機の変える画期的な装置として評価を受けたものである。

2. 装置の説明

(1) 「Iシリーズ」の特徴

- ① 世界初のHEPA準抛の超高清浄度を実現
- ② 世界最大の大面積ブリーツ成形フィルタ
- 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
- ⑤ 堅固な成形構造と装着方法による長寿命化
- ⑥ コンパクト・軽量・耐震性に優れる

(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ガ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 $3.2\text{m}/\text{min}$ 程度で集塵装置より3倍以上速いものの、マイクロガ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風量も低下するため、交換消耗が必要である。

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に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、0.15 μ m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可能性がある。
 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リークし出口粉塵濃度が高くなる問題がある。

③ 目詰り再生

集塵装置では濃い粉塵濃度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、ケーキ層を払い落としフラッシュ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。

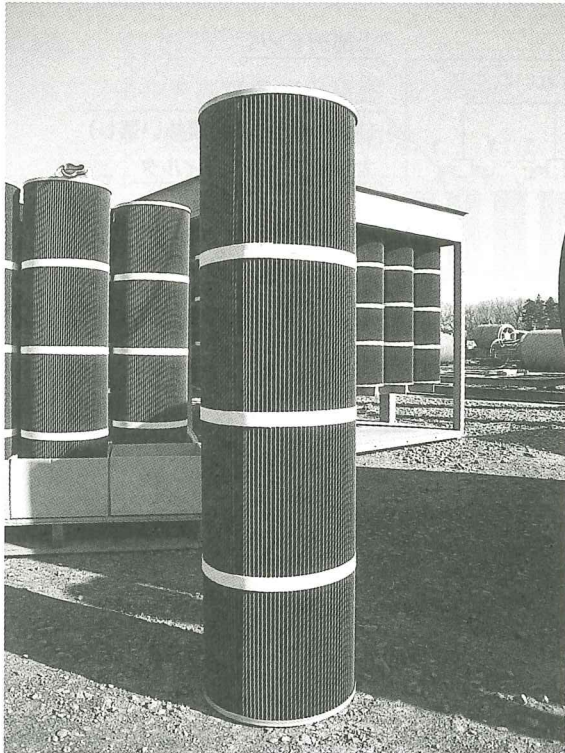


写真1 プリーツフィルタ

CONFIDENTIAL

文書番号：空 29-103 3 / 3

8. 試験結果

(1) 圧力損失試験結果

試験体：①ZF600-1200	圧力損失 [Pa]
風量 [m ³ /min]	10.2 (定 常)
	300

(2) 粒子捕集率試験結果

試験体：①ZF600-1200		平均粒径範囲：0.1~0.5 [μ m]		終 止 捕集率 [%]
試験風量：10.2 [m ³ /min]		試験粒子：多分散型シリカ		
捕集率	[上流側]		[下流側]	
	測定時間 [分]	計数値 [個/100 mL]	測定時間 [分]	計数値 [個/100 mL]
1	30	2628	30	32
2	30	2600	60	38
3	30	2603	60	57
		17.4	2036	0.141

捕集率 [%] = $\left(1 - \frac{C_2}{C_1}\right) \times 100$ (D)

n: 粒子捕集率 (%)
 C₁: フィルタ上流側平均エアロゾル濃度 [個/mL]
 C₂: フィルタ下流側平均エアロゾル濃度 [個/mL]

JACA 〒108-0007 東京都中央区日本橋浜町 5-7-9 伊藤町ビル 3 階
 TEL: (03)3665-6591 FAX: (03)3665-6593 E-mail: jaca@jaca1983.or.jp
 URL: http://www.jaca1983.or.jp

CONFIDENTIAL

図1 エアフィルタ性能試験証明書

表1 フィルタ比較表

	従来装置(H社)	申請装置(当社)
フィルタ	織布(軟質)	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	1 μ m×90%	0.15 μ m×99.95%
フィルタ寸法	H6m× ϕ 165	H2m× ϕ 455
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	15 ℓ /本 4.8 ℓ /m ²	120 ℓ /本 1.5 ℓ /m ²
フィルタ寿命	1年	4年(30,000H)

④ 目詰まり払い落とし原理

高圧空気を瞬間的に開放するとき、亜音速で発生する、インパルス衝撃波をフィルタ内部に作用させ、フィルタ内面に強力な粗密音波を叩き付ける振動により、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・高圧空気ヘッドタンク・衝撃波を効果的に伝達する内部コーン・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本当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。

(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。

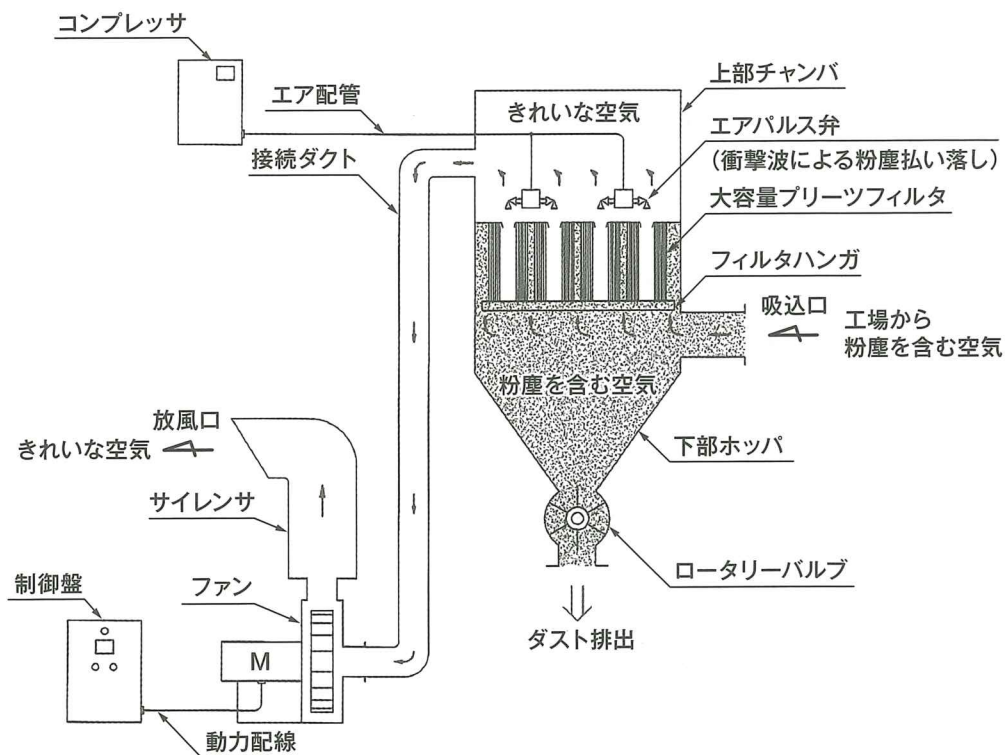


図2 構造・処理フロー

表2 他社比較 3000m²クラスの例

	バグフィルタ	プリーツフィルタ	他社比
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	74 t	12 t	1/6
フットプリント	65m ²	11m ²	1/6
パルスエア	37 kW	11 kW	1/3
耐震性	74 t × 6.5m	12 t × 3m	×13

3. 開発経緯

(1) 開発趣旨

長年、バグフィルタは集塵装置の基本型として定着してきたが、出口清浄度やフィルタの損耗によるランニングコストの増大、また重心位置が高く耐震性が脆弱である。これらの現状を鑑み、革新的な集塵技術を開発する。

(2) 開発目標

アスベスト・放射能ダスト等の有害微粒子を捕捉するためHEPA規格に準拠する。

フィルタ損耗によるコストを縮減するため、30,000H以上に相当する耐久性を検証、実現する。

コンパクト化・低重心により、耐震性を10倍以上とする。

(3) 開発経緯

- 2006年 フィルタ高精度化の研究 PTFEメンブレン膜ラミネート加工方法
- 2008年 フィルタ大面積化の研究 φ400×2,000mm、50m²、超寿命耐久試験
- 2009年 第1号機納入
- 2010年 フィルタ高温化の研究 PPSスパンボンド(180℃)
- 2014年 モジュール化設計、製造生産性を30%UP(20%のコストダウン)
- 2015年 フィルタ大面積化の研究 φ455×2,000mm、80m²、超寿命耐久試験
- 2017年 HEPAフィルタ評価試験

4. 実績

- (1) PM2.5～PM0.1電炉・精錬・溶射・溶接ヒュームのナノ粒子の大気汚染を防止
- (2) 重金属・発ガン性微粒子・ダイオキシン・アスベスト・PCB等の封じ込め
- (3) 廃炉・除染・中間貯蔵事業に伴う放射線粒子の封じ込め
- (4) ナノ粉体加工プロセスの曝露防止
- (5) トンネルじん肺の根絶

「Iシリーズ」のこれまでの実績は200台で、建設環境分野を含めると累計600台を超える。また特筆すべきは、HEPA準拠しているため、精密空調工場では排気を大気放風せず室内に循環利用できる。このことから、空調コストの大幅な低減が実現した。

5. 将来性

「Iシリーズ」は、従来装置(バグフィルタ)では実現できなかった、超高精度とメンテナンスフリーで高付加価値の用途に採用されてきた。本装置の実績評価も高まり、5,000m²クラスの大型受注を得ており、スケールメリットが大きいことから、将来的に10,000m²クラスの受注を目指したい。特にダイオキシン、アスベスト、放射能粉塵や発ガン粉塵では強みを発揮している。HEPA規格準拠の集塵機は世界でも本装置が唯一であり、薬品・ナノ粉体の回収等精密プロセス用途やPM2.5、PM0.1等の環境対策として大きな可能性がある。海外、特に中国、東南アジア、インドでは環境行政が厳しく指導していくと考えられ大きな需要があり、純国産技術として世界で戦える十分な技術優位性があると自負している。海外展開の課題はコストであり、ノックダウン方式で現地生産する方式を試行中で、中国向けにPM2.5対策・トンネル工事用途で多くの引き合いが寄せられている。