

# ミューミキシングエレメントのノーメンテナンスへの挑戦および湿式集塵装置への応用

鈴木 照敏\*, 小嶋 久夫\*\*

## 1. はじめに

ミューカンパニーは、「MU-SSPW」(Static Spiral Perforated Wings：静止型螺旋形多孔翼)を上市して34年目を迎えた。この間 MU-SSPW は液-液および気-液混合、吸収、放散、反応、冷却、分離、蒸留、抽出と多岐に渡る分野で応用されている。

化学工場、製鉄所や発電所等に採用され地球環境の保全と生産コストの削減に寄与してきた。今回は MU-SSPW の最大の特長の一つであるノーメンテナンスおよび湿式集塵機への応用について紹介する。

## 2. 開発経緯

蒸留や吸収塔に使用されているトレイや充填物は長い歴史を持っている。そしてたえず高性能化が追求され各メーカーから斬新な製品が発表されてきた。しかしながらトレイでは動きの少ない壁面近くのデッドエンド部やダウンカマー部、充填塔ではデストリビュータや充填物の上部から汚れが進行し塔差圧の上昇、さらに分離効率の低下、最終的にはフラッ

ディングに至るといふ欠点を解決できていない。

つまり、高効率と詰り防止は両立しない。汚れやすい系には旧態依然としてスプレイトレイやドーナツ・リングやエキスパンドメタルが採用されている。MU-SSPW は自浄作用、つまり自らの液体でまんべんなく系を洗浄しているという特長を持っている。

詰りが原因で3カ月に1回スペア装置に切り替えていた洗浄塔が MU-SSPW を採用して以来16年間ノーメンテナンスという実績や半導体のシラン系排ガスの処理塔が生成物で閉塞し、月一回ストップして危険な清掃作業を余儀なくされていたのが、MU-SSPW によって20年間もノーメンテナンスで運転しているという優秀性が証明されている(図1)。MU-SSPW はその構造上、向流でも並流でも運転が可能である。

向流では充填塔だと設計のガス空塔速度は、1m/sec であるが MU-SSPW は 3m/sec でも安定運転が可能である。さらに並流では 5m/sec 以上でも操作が可能で大幅な装置の小型化が可能である。特に MU-SSPW の並流塔はダイレクトクリーニングや反応に多く採用されている。以下に MU-SSPW が汚れや詰りに強いという特長について説明したい。

\*Terutoshi SUZUKI, \*\*Hisao KOJIMA  
(株)ミューカンパニーリミテド

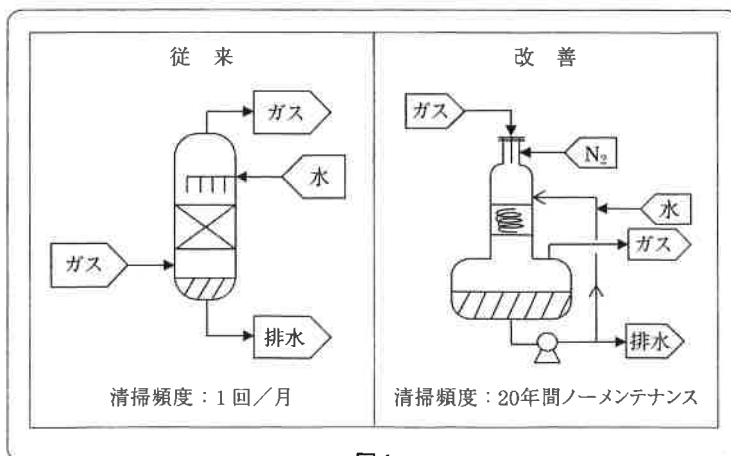


図1

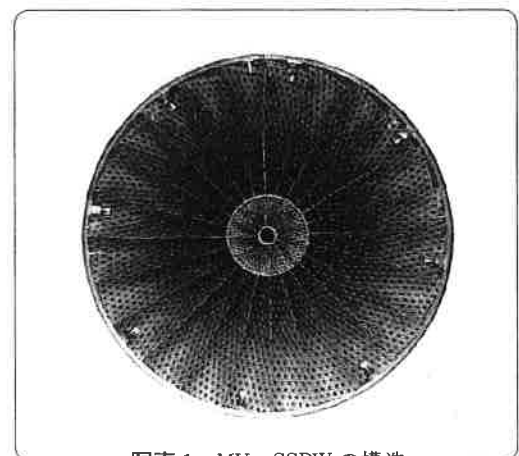


写真1 MU-SSPW の構造

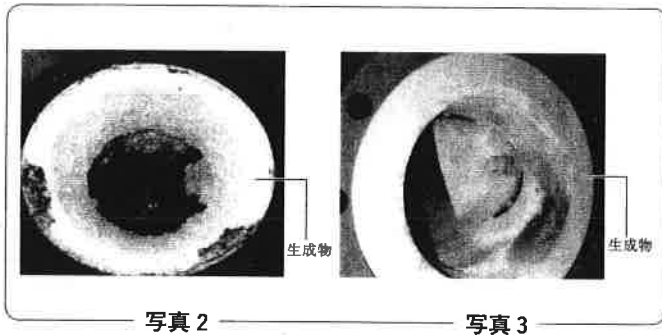
### 3. 構造と特徴

#### 3-1. 構造

MU-SSPW が汚れや詰りに強い理由は、液体自身が螺旋状で流下する構造にある (写真1 参照)。

静止した螺旋状の多孔翼に添い重力で液体が回転しながらダイナミックに流れ落ちてゆき、ガスは主として翼の孔を通過していく。気液の接触は孔と翼の間隙で行われデッドエンドスペースがない。排ガスは螺旋状の羽根に添って流れる螺旋流と羽根の中心部を流れる直進流と羽根の穴部を流れる分割流とからなる渦巻状の乱流を形成している。

螺旋状に右回転および左回転を繰り返しながら流下する液体がたえずエレメント全体を洗浄している。この自浄作用によって汚れや詰り (閉塞) を防止している。



#### 3-2. 特長

次に汚れの激しい塔に MU-SSPW を採用してノーマンテナンスを達成した事例を 2 つ紹介したい。

(1) 半導体メーカーのシラン系 (例えば  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{SiHCl}_3$ ,  $\text{SiH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ )

排ガスとの加水分解反応、吸収及び除塵を目的としている塔で生成する  $\text{SiO}_2$  やその異性体によって充填物とガスのフィードノズルの閉塞が頻発化していた (写真 2, 3 参照)。この清掃作業は爆発の危険性の伴う作業であった。

この塔に次の三つの改善を実施した。

- ①使用していた不規則充填物を MU-SSPW に変換した。
- ②ガスと液体の流れを向流から並流に変更した。
- ③ガスのフィードノズルをデッドエンドのないタイプに変更した。

$\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ , エア, He などのガスを 2 重管または 3 重管方式のガス導入管に供給して、加水分解反応で生成する  $\text{SiO}_2$  などによる目詰まりのトラブル発生を抑制した。

上記の如く危険な清掃の作業頻度がなくなり、安全が高度に担保された。これは国内外からリピータの多い事例である。

(2) 次は石油化学工場の排ガス洗浄塔 (Scrubbing Tower) への MU-SSPW の採用事例である。排ガス中のダストと VOC を水により洗浄除去し

ていたが、不規則充填物が 3 カ月で詰まりスベアに切り換えていた。SUS の充填物は、その都度焼却して再生させていたが、半分以上は新品に交換していた (図 2 参照)。

写真 4 は 16 年後の開点検時の MU-SSPW の写真である。翼に変色はあるが、まったく詰りはない。この改善のポイントは、MU-SSPW を採用することでガス・水の流れ方向を向流から並流に変更でき、塔を小型化できたことにある。

この塔は反応と除塵が目的なので並流が有利である。5m/sec のガス空塔速度でダストをたたき落すようにした。並流塔に出来るのは MU-SSPW の大きな特長の一つでもある。

### 4. 応用事例

MU-SSPW を湿式集塵機に応用した事例を次に紹介したい。

ミュースクラバー (MU-SSPW) の集塵

従来		改善	
清掃頻度	1 回 / 3 カ月	交換以来 16 年間ノーマンテナンス	
ガス空塔速度	0.9 (m/sec)	5 (m/sec)	
L/G L: 水流量 (ℓ/hr) G: ガス流量 (m³/hr)	2 (ℓ/m³)	6 (ℓ/m³)	
塔径	4.5 (m)	1.8 (m)	
差圧	10 (kPa)	<100 (mmH <sub>2</sub> O)	
材質 塔本体 エレメント	SUS304 SUS304	FRP PVC	

図 2

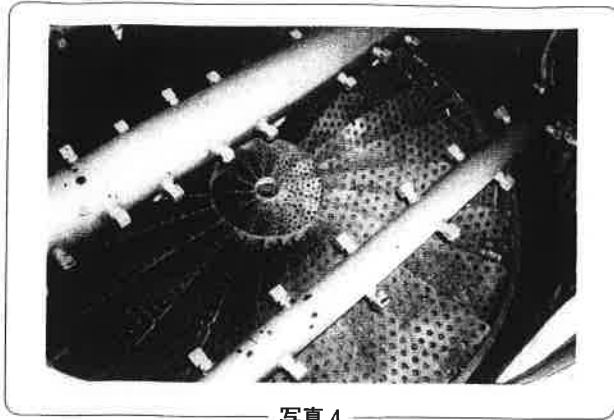


写真4

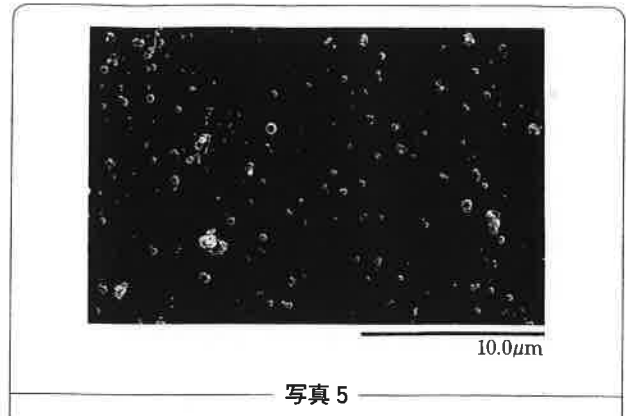
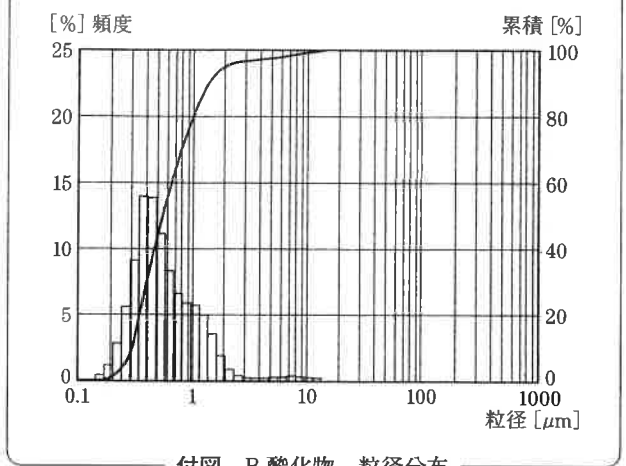


写真5



付図 B 酸化物 粒径分布

機能についてはすでに述べている。従来技術の代表例であるバグフィルターとの比較を表1に示した。放射性廃棄物の焼却処理施設に応用した場合の比較例である。

機能に関しては、バグフィルター方式は集塵のみ、MU-SSPW方式は除塵、ガス吸収、冷却を保有している。分離限界粒子径は、前者は $0.3\mu\text{m}$ 、後者は物質により $0.15\mu\text{m}$ である。ガス流速は、一方は $0.017\sim 0.005\text{m/sec}$ 、他方は $5\text{m/sec}$ である。

なお、減容係数/除染係数については空欄である。これらの係数は放射性廃棄物の処分に際して、無限循環に落ち込まないためにも、重要な因子になる。

MU-SSPW方式における循環液中に捕集されたA酸化物の走査型電子顕微鏡写真を写真5に示した。また、B酸化物の粒子分布と粒子径の関係を付図に示した。写真5からA酸化物の粒子径は約 $2\mu\text{m}$ 以下である。B酸化物の平均粒子径は約 $0.5\mu\text{m}$ であり、最小粒子径は約 $0.15\mu\text{m}$ である。多数の実績を有しているMU-SSPWを直列に2塔、3塔と多段に配置することで、より集塵効率は向上する。バグフィルター方式では期待できないMU-SSPWの利点である。洗浄水の親水性を高めることで、集塵効率はさらに向上する。

表1 バグフィルター方式とMU-SSPW方式との比較

	バグフィルター方式	MU-SSPW (ミュースクラバー)方式
機能	集塵のみ	除塵 ガス吸収 冷却
原理作用	ろ過材に集積させて捕集する。	気液接触により水溶液中に捕捉する。
① 集塵効率/除塵効率	90%以上	99.9%以上 (3塔処理の場合)
② 分離限界粒子径 [ $\mu\text{m}$ ]	0.3	0.15以下
③ ガス流速 [ $\text{m/s}$ ]	$0.017\sim 0.005$	5
④ 圧力損失 [KPa]	1~2	1.5~5
⑤ ガス温度	$250\text{℃}$ 以下	$1,200\text{℃}$ 以下も処理可能
⑥ 水分	高湿度不可	問題なし
⑦ メンテナンス [回/年]	2~5 (入口粉塵濃度による)	なし
⑧ ろ布材の交換費用	大	使用しない
⑨ 放射性廃棄物の形状	固形物(粉末)/焼却処分または固化・埋立・貯蔵処分 ろ過材及びろ布の焼却処理の場合は、再処理が数回必要になる。	洗浄液の磁性体処理により固形処理が可能になる。 アスファルト固化 水に溶出しにくい 貯蔵処分
⑩ 装置据付け面積 面積比 (ろ布面積:塔径)	大 100	極小 0.1~0.3
⑪ 捕集粉塵処理	困難 ろ過材の交換時、払い落とし時および払い落とした粉塵を系外に取り出す時に粉塵が周囲に飛散する。	容易 洗浄液中に存在している。
⑫ 減容係数/除染係数	—	—

## 5. 終わりに

MU-SSPW の他社にない特長である自浄作用によるノーメンテナンスの効果が御理解いただけたと思う。MU-SSPW は高効率の気液接触と詰り防止を両立できる唯一のエLEMENTと自負している。

さらに、現代問題になっていると思われる、目に観えない偏西風に乗って大気中を浮遊している「 $0.1\mu\text{m}$ 以下の放射性微小粒子」は、クリーンルームに使用されている超高性能フィルター「ULPA」でも 100%捕集は困難と言われている。

仮に、1個の高エネルギー放射性微小粒子がIC（集積回路）上に付着する可能性は絶対無ではないと想像すると、それらの微小粒子はノイズの発生原因になるのではないかと憂慮するものである。さらに、生物界への影響を最小限に予防するためにも、21世紀の地球環境および人類が直面する重要かつ困難な課題であると危惧する。それ故にさらなるMU-SSPWによる創造的破壊を、「無始無終」の精神で、螺旋状に一步一步、着実に歩いていく所存である。