

環境時代の設計・製造・エンジニアリング技術

—大気汚染防止装置・水環境保全装置—

第1回

カルシウム系および塩素系有機化合物含有工業排水処理装置 「MU-SSPW」について

株式会社 ミューカンパニーリミテド 小嶋 久夫*

はじめに

当社が31年前にインターナルの技術革新として「MU-SSPW」(MU-Static Spiral Perforated Wings: ミュー静止型らせん状多孔翼)を上市して以来、液体、気体、粉体を取り扱う分野で、混合、吸収、放散、反応、冷却、分散、蒸留、抽出などに幅広く応用されてきた。

*こじま ひさお: 代表取締役
〒110-0007 東京都台東区上野公園18-8-306
☎03-3828-7090

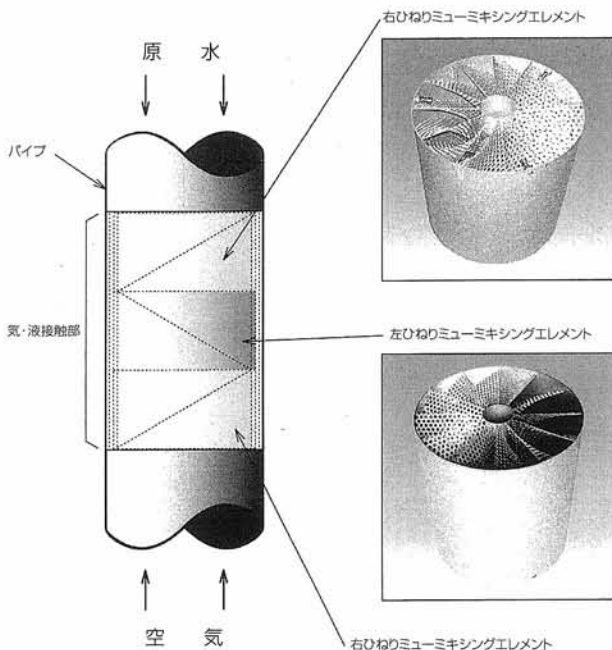


図1 「MU-SSPW」の基本構造

そして高性能、メンテナンスフリー、省エネルギー、省スペース(建設費の低減)などに優れた実績を上げ、その有効性は高く評価されている。特に近年、排ガス、排水、省エネルギーの環境問題の解決策としてMU-SSPWの優れた実力がクローズアップされている。なお、MU-SSPWはミューミキシングエレメントの構成要素になっている。

1. MU-SSPWについて

1-1 MU-SSPWの構造は図1のように円筒形のエレメントから成り立っている。これは高性能の気液接触効率を有する右ひねりと左ひねりの2種類の攪拌用混合翼から成り立っており、翼にはガスが通過する小さな孔が設けられている。

液体とガスはエレメントにより分割、合流、反転、せん断を連続的に繰り返しながら完全混合される。この径方向および軸方向のダイナミックな運動の原理は、白濁して怒涛のように流下する滝から得られた発想で、異流体間の究極の物質と熱の移動を追求した成果である。

1-2 図2は従来のインターナルであるパッキング(充填物)およびトレイとの比較である。パッキングは液体は塔の壁面を伝わって落下しやすく、ガスは反対に抵抗の少ない塔の中央を吹き抜けていく性質をもっている。

またトレイはその構造上、デッドエンド部をもっており、そのためトレイフロアの両端では液体の流れが停滞している。それに液の流れの方向を

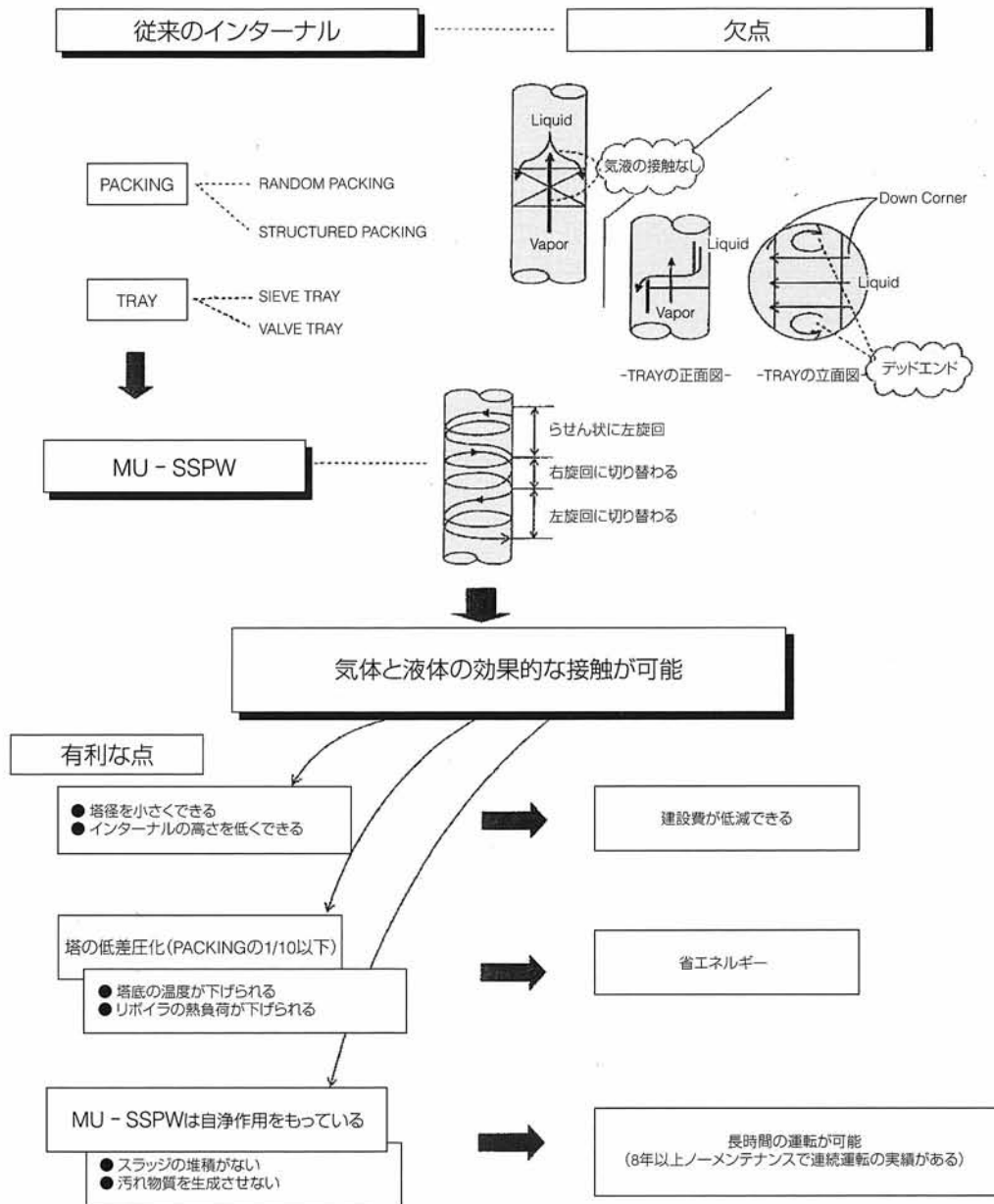


図2 塔のインターナルの革命
MU-STATIC SPIRAL PERFORATED WINGS (MU-SSPW)

転換させるダウンカマー部が必要で、これがトレイの有効面積を減少させている。各メーカーは、これらの欠点を解消する工夫を重ねてきたが、いまだに決定打を見出すことができないのが実情である。

1-3 MU-SSPWは1-1で紹介したように、従来とはまったく違った基本概念に立脚したインターナルである。

2. MU-SSPWの特徴

MU-SSPWの特に優れた性能は以下の3点である。

① ガスの空塔速度を2～6m/sで設計できる。

これは従来のインターナルよりはかなり大きな値であり、塔の断面を有効に使っているため低差圧、飛沫同伴しにくい構造になっているからである。また気液接触効率が高く、以下のメリットがある。

塔径は従来の半分以下にすることができ、インターナルの高さも下げられる。このため塔本体ばかりでなく設置面積のコンパクト化が可能となり建設費が低減できる。

② 低差圧で、圧力損失の比較を図3に示す。これは水-空気の系でのテスト結果である。

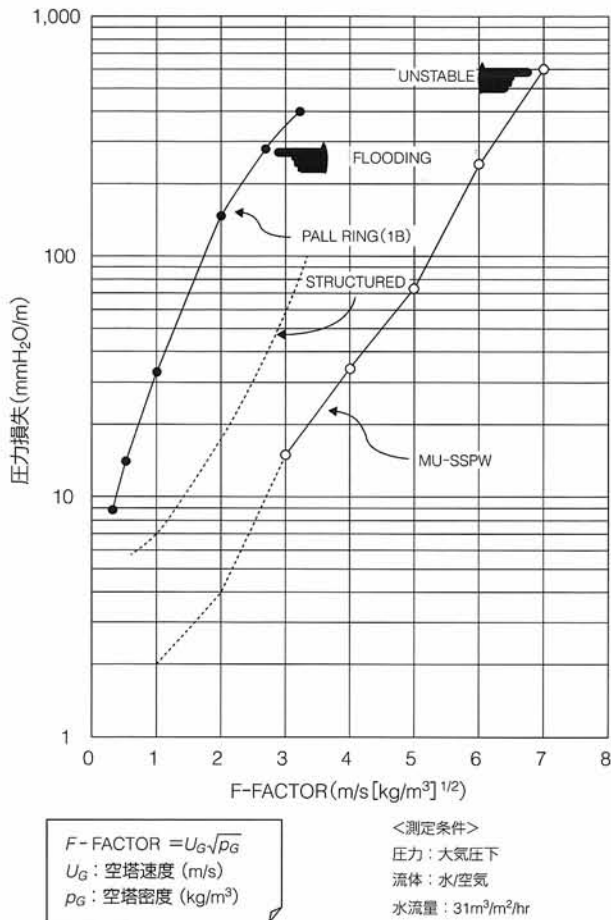


図3 圧力損失の比較(向流)

MU-SSPWはパッキングの1/10の低差圧で、塔の運転において低差圧化のメリットは塔底の運転温度が下げられるということである。これは省エネルギーと汚れ防止につながる。

- ③ それにMU-SSPWを導入して最も好評なのは長期安定運転が可能になったことである。MU-SSPWは前述の構造説明のごとく、液体はらせん状でダイナミックに反転を繰り返しながら流下していき、デッドエンドが発生することもない。つまり、常にMU-SSPWを自動洗浄しながら運転しているのである。この自浄作用によってスラッジの堆積や汚れ物質の生成、詰まりの発生が起こらない構造なのである。4カ月に一度清掃を繰り返していた塔が8年以上もメンテフリーで連続運転している実績がある。

適用事例

この事例はMU-SSPWの特徴の一つである自浄

作用がよく発揮され、大きな効果を生んだ案件である。

本ユニットはプロセス排水に含有されている塩素系有機化合物をシーブトレイを使った塔でストリップングし除去するのが目的である。また、この排水はカルシウム系物質も含有しており、これは塔内で析出しやすく、特にシーブトレイのダウンカマー部で析出して閉塞させるためにユニットの運転を4か月ごとに停止させ、開放し清掃していた。カルシウム系物質による詰まりが激しいため、リボイラーは使用できず、塔底に直接、生スチームを吹き込む方式を採用している。

排水中に塩素系有機化合物が300wtppmあり、これを90%以上塔頂へ除去回収しプロセスで再利用している。塔は直径2.8mでシーブトレイ8段を有し、減圧水蒸気蒸留操作を行っている。ダウンカマー部の汚れの進行により塩素系有機物の除去効率が逐次低下してくるので、還流量を増加させたり排水処理量を減量させて対応しなければならず、ついには運転継続不可能となりユニットを停止し開放清掃するというパターンの繰り返しであった。

まず根本原因である塔内部の汚れや詰まりをなくすことが命題であったが、インターナルであるシーブトレイに代えMU-SSPWを採用することによってこれら問題の解決を図ることにした。

改造の結果

第一の目的である塔内部の汚れ、詰まりは前述のMU-SSPWの自浄作用によって解消することができ、長期の安定運転が可能となった。そして、改造後8年が経過したが塩素系有機化合物の除去率は95%以上を維持しており、安定した低差圧を保った運転を継続している。

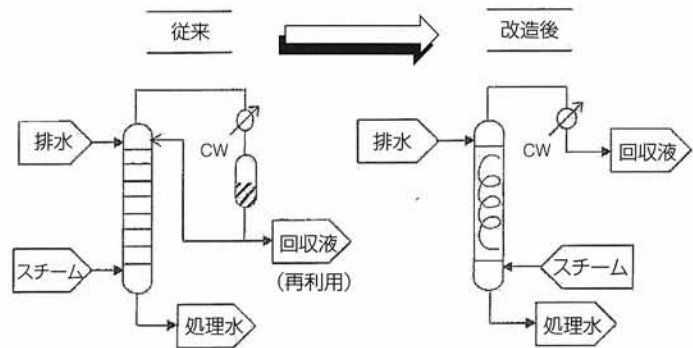
さらに、定期開放の内部点検でトレイやダウンカマーには汚れや詰まりはまったく発生していないことが確認された。

図4は“従来”と“改造後”の塔諸元と運転結果を比較したものである。

汚れ、詰まりが解消したばかりでなく、付随して以下のメリットがある。

- ① スチーム使用量が2/3と大幅に削減し、ラ

図4 “従来”と“改造後”の
塔諸元と運転結果



塔諸元		
インターナル	シーブトレイ	MU-SSPW
段数/高さ	8(段)	9(m)
塔径(m)	2.8	1.5
運転結果		
排水処理量(トン/hr)	400~600	600
排水中のカルシウム系物質 (wt%)		5
排水中の塩素系有機化合物 (wtppm)		300
処理水中の塩素系有機化合物 (wtppm)	20~30	10
除去率(%)	90	95%以上
還流比(還流/回収液)	2~3	0
スチーム使用量(トン/hr)	12	4
塔内蒸気速度(m/s)	1~1.5	2~4
全差圧(mm H ₂ O)	700	150以下
連続運転時間	4カ月	8年以上
メンテのための停止回数(回/年)	3	0

ンニングコストの低減に大きく寄与することができた(図4中①)。

“従来法” → “MU-SSPW採用”
 $12 \text{ トン/hr} \times 8,000 \text{ hr/yr} = 96,000 \text{ トン/yr}$
 $4 \text{ トン/hr} \times 8,000 \text{ hr/yr} = 32,000 \text{ トン/yr}$
 $(96,000 - 32,000 \text{ トン/yr}) \times (3,000 \text{ 円/トン}) = 192 \text{ 百万円/yr}$ の削減

② 開放・清掃がなくなり保守管理費がゼロになった(図4中②)。

約20百万円/回 × 3回/yr =
 60百万円/yrの削減

③ 安定した高効率で塩素系有機化合物を回収

し再利用できることでケミカルの使用経費を削減できた。

まとめ

本稿では、当社のMU-SSPWの排水中の塩素系有機化合物のストリッピングへの適用例について簡単に紹介した。

MU-SSPWの自浄作用によって安定した長期運転が可能になったことを理解いただけたと思う。MU-SSPWのもつ可能性を混合、吸収、放散、反応、冷却、分散、蒸留、抽出の分野だけでなく、さらに広く追求していきたいと考えている。