

『化学装置』 2004年3月号別冊

# スタティックミキシングスクラバー方式 による湿式排ガス処理装置

株式会社 ミューカンパニーリミテド

# スタティックミキシングスクラバー方式 による湿式排ガス処理装置

ミューカンパニーリミテド 小嶋久夫

近年、従来の「公害規制」から「地球環境保全」への意識の転換と、ISO14000手得および環境負荷の少ないグリーン調達のために、新しい大気汚染防止対策技術および排ガス処理装置が強く望まれている。

従来の湿式排ガス処理装置は、用途に応じて、充填塔、スプレイ塔、多孔板塔、ベンチュリスクラバー、ジェットスクラバーなどがある<sup>1)</sup>。

従来技術における湿式排ガス処理技術の要望事項として、①高性能化、②メンテナンスフリー化、③省スペース化などがある。

このうち①は、高濃度ガスでの処理および処理後大気放出ガスの低濃度化、反応吸収の高効率化による回収率の向上。②は、連続運転による生産コストの低減、高所での危険作業の抑制。③は土地、空間の有効利用による固定費および基礎工事費の低減化などがある。

## スタティックミキシングスクラバー方式

当社が独自開発したミューミキシングエレメント<sup>2)</sup>から成る静止型混合器（スタティックミキサー）「ミュー

ーミキサー」を基本構成要素として利用している。このミューミキシングエレメントを利用した連続排水処理技術については、すでに報告されている<sup>3)</sup>。

スタティックミキサーを応用しているスクラバーということで、スタティックミキシングスクラバー方式と命名している。

本稿では、ミューミキシングエレメントを利用した、スタティックミキシングスクラバー方式による湿式排ガス処理装置「ミュースクラバー」（商品名）について以下に述べる。

## ミューミキシングエレメントを用いた 湿式排ガス処理装置

### (1) 基本構成と原理

ミュースクラバーは塔内に、図1に示す右捻りおよび左捻りのミューミキシングエレメントが交互に配置されている。

排ガスと吸収液とは、複数個のミューミキシングエレメントを並流で上部から下部へ通流する間に右および左方向の回転、分割、合流、反転、剪断応力作用を、無動力で、連続的に繰り返しながら、高効率で排ガスと吸収液は気液接触・混合・撹拌によりガス吸収される。

### (2) ミュースクラバーと充填塔との比較

従来、湿式排ガス処理装置の代表例として、充填塔が知られている。2重境膜説による理論解析、各物質でのHTU、NTUのデータは多数報告されている。

現在、低圧力損失（省エネルギー）下で、気液接触界面積を向上させて、省スペースをいかなる方法、

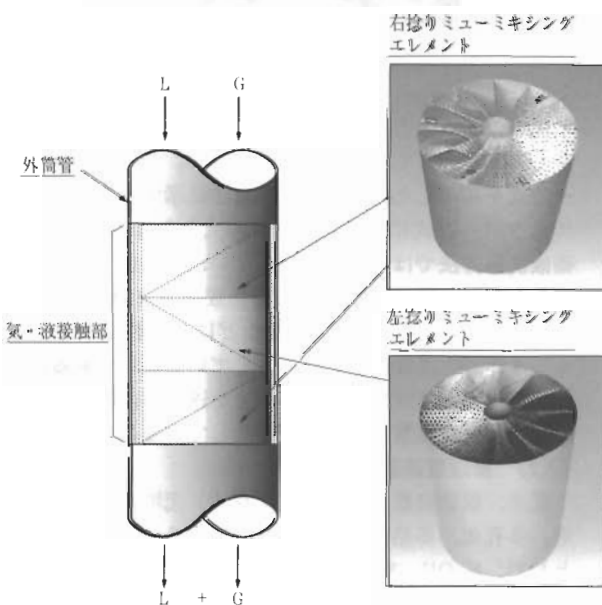


図1 ミュースクラバーの基本構成

表1 ミュースクラバーと充填塔との比較

項目	ミュースクラバー	充填塔
気液接触形態	並流	向流
ガス空塔速度 (m/sec)	0.5~1.5	0.5~2
液・ガス比 (L/m <sup>3</sup> )	1~5000	1~5
フライングの発生	無	有
偏流の発生	無	有
デッドスペース (死領域)	無	有
整流板の設置	無	有

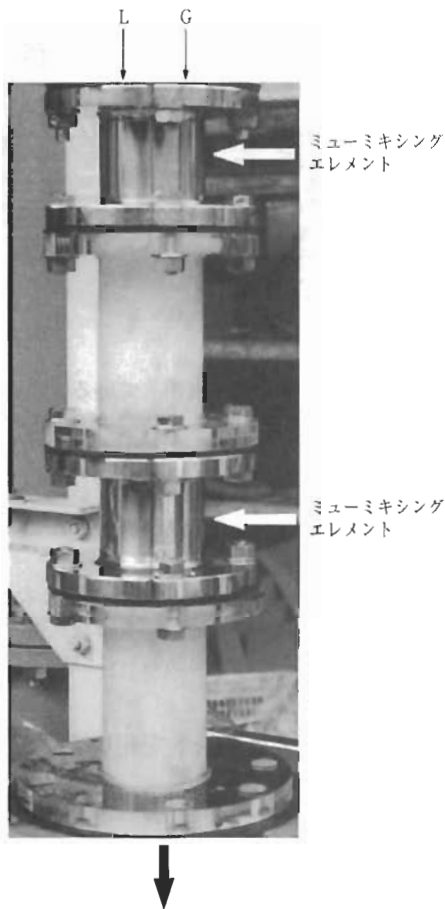


写真1 気液接触状態

いかなる技術で達成するかが問われ、そして強く要求されている。

ミュースクラバーと充填塔との比較を表1に示す。表1から明らかのごとく、ミュースクラバーはガスと液体とは並流で使用されるために、フラディングおよび偏流の発生も無く、デッドスペースも無い状態で高効率の気液接触が行なわれている。

このために、大きなガス空塔速度および液・ガス比でガス吸収ができる。したがって、高濃度ガスの吸収・反応処理および塔径を細くする設計が可能となり、省スペース化が達成できる。

ミュースクラバーにおける気液接触状態例を写真1に示す。

### 適用事例

#### (1) 脱臭装置への適用

ミューミキシングエレメントを利用した脱臭装置については、すでに報告されている<sup>4)</sup>。

本稿では、処理風量1,500m<sup>3</sup>/min、悪臭成分16物質を含有している排ガスの脱臭装置への適用を以下に述べる。

表2 ミュースクラバーと充填塔との性能比較

項目	ミュースクラバー	充填塔
処理風量 (m <sup>3</sup> /min)	1,500	1,500
臭気濃度	入口: 2,000以下 出口: 300以下	入口: 2,000以下 出口: 300以下
洗浄液	酸+アルカリ・次亜 2塔方式	酸+アルカリ・次亜 2塔方式
洗浄塔のサイズ (M)	φ18×5.6H	4×4×5.8H
洗浄塔の断面積 (m <sup>2</sup> )	2.5×2塔=5.0	16×2塔=32
洗浄塔内の充填物容積 (m <sup>3</sup> )	10.2×2塔=20.4	32×2塔=64
ガス空塔速度 (Nm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h)	35,000	5,600
液空塔速度 (kg/m <sup>2</sup> ·h)	177,000	20,000
洗浄液量 (L/min)	7,500	5,400
消費電力 (kW)	254	246
メンテナンス作業回数 (年間)	0	1~4
メンテのための運転休止日数 (日)	0	7~30



写真2 脱臭装置全景

従来の充填塔方式とミュースクラバー方式との処理風量1,500m<sup>3</sup>/minでの比較を表2に示す。ミュースクラバー方式を適用した脱臭装置を写真2に示す。このミュースクラバー方式による脱臭装置の大きな特長は、従来、薬液洗浄方法では難しいとされていた排出口での臭気濃度300以下を維持し、さらに悪臭成分ガス以外の粉塵、油脂および洗浄液中の微生物などによる目詰まりもなく、1年以上連続運転を可能としていることである。

操業以来、メンテナンスフリーを達成し、エレメントの洗浄、交換作業と場所を不要としていることである。

#### (2) 排煙脱硫装置への適用

従来、脱硫装置として、スプレー、充填物、液中拡散形、多孔板、多格子などが知られている。SO<sub>2</sub>の吸収剤として、NaOH、Mg(OH)<sub>2</sub>、CaCO<sub>3</sub>などから何を選択するかで、適材適所がある。

ミュースクラバーの特徴は、1塔で、ガス冷却、ガス

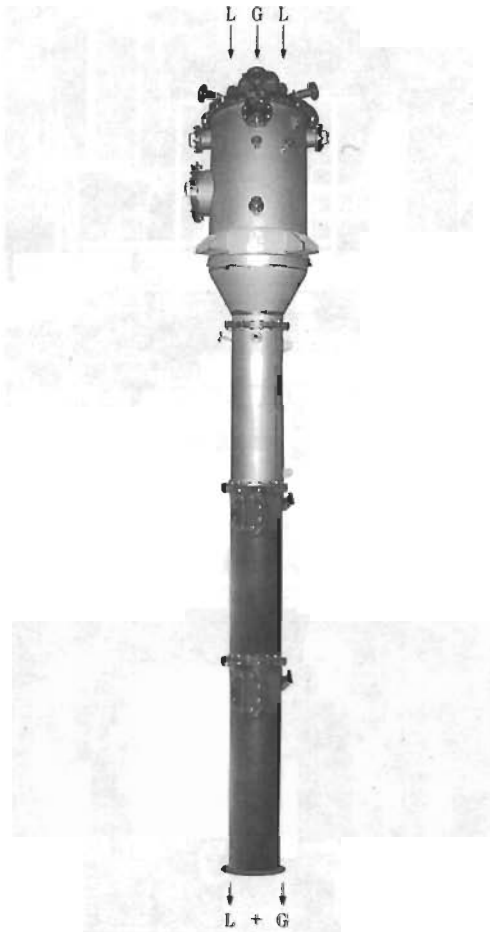


写真3 脱硫装置

吸収、除塵機能を保有していることである。さらに、石灰/石膏法に利用した場合は、排ガス中の酸素濃度にもよるが、亜硫酸カルシウムの酸化用設備(曝気装置)を不要または吹込み空気量の低減が可能となることである。

また、ミューミキシングエレメント自身が吸収液の分散機能を保有しているので、スプレーノズルの使用を不要としている。吸収液を噴射する必要もなく、溢流状態でよい。ポンプの省エネルギーおよびスプレーノズルが不要になる。

脱硫装置に利用したミュースクラバー塔を写真3に示す。塔頂部から高温度の排ガスと吸収液とを導入して、塔内を並流で通流して、ガス冷却、ガス反応吸収、除塵および酸化反応処理される。処理後のSO<sub>2</sub>吸収効率は98%以上、除塵効率は90%以上である。

この1塔処理方式は、焼却炉などの排ガス処理装置に利用することで、高性能化、省スペース、メンテナンスフリー、ダイオキシンの除害などが達成されている。

(3) SiCl<sub>4</sub>, SiF<sub>4</sub>, SiHCl<sub>3</sub>, SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>などのケイ素化合物の加水分解反応による除害

シラン系 (Si) 化合物と水との加水分解化学反応式

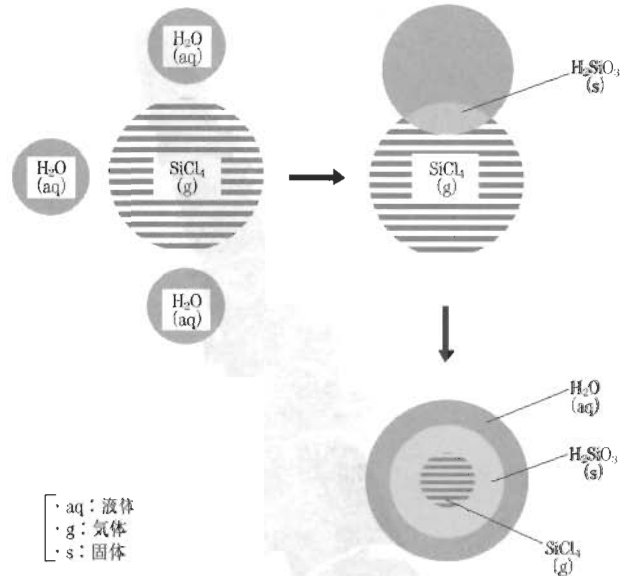


図2 SiCl<sub>4</sub>の加水分解反応モデル

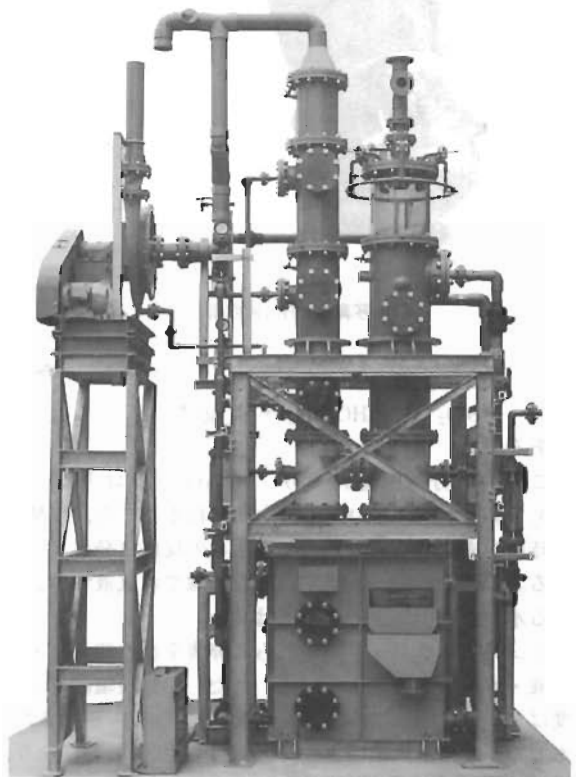
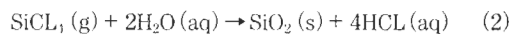


写真4 SiCl<sub>4</sub>除害装置

は、

$\text{SiCl}_4(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{aq}) \quad (1)$			
四塩化ケイ素	シロキサン	塩化水素(塩酸)	
実反応量 10kg/Hr	3.2kg/Hr	4.6kg/Hr	8.6kg/Hr



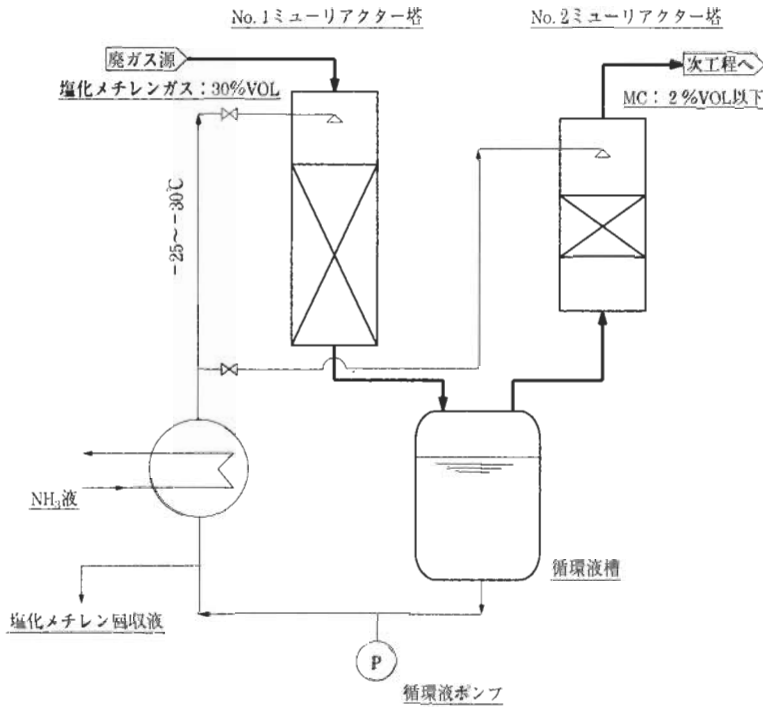


図3 塩化メチレン回収フローシート

◎処理後ガス

ケイ素化合物：0.01mg/Nm<sup>3</sup>以下  
HCL濃度：3 ppm以下

(4) HCL回収

SiO<sub>2</sub>などを含有した高濃度HCLガスの回収については、すでに報告<sup>5)</sup>されているので省略するが、この回収装置を写真5に示す。客先の技術協力により、年間連続稼働時間8,000時間を保証し、HCL回収率は98%以上である。

(5) 塩化メチレンガスの深冷法による回収

この回収装置を写真6に、フローシートを図3に示す。

仕様の詳細は省略するが、充填塔方式からミュースクラバー方式の利用により、塩化メチレンの回収率は97%前後になり、さらに排ガス中に含有している粉塵による閉塞もなく、一年以上連続運転を達成している。

(6) 排風機を使用しない排ガス処理装置への適用

吸収液の噴射エネルギーによる吸引効果により、排風機(送風機)を使用しないで、排ガス処理に利用できる。その吸引効果は、-10～-30mm水柱程度である。反応装置からの高濃度排ガス処理に最適である。

これら以外に、チタン製のミュースクラバーも製品化している。



以上、ミューミキシングエレメントを利用した、スタティックミキシングスクラバー方式による湿式排ガス処理装置「ミュースクラバー」について、簡単に述べた。

長年に亘るガス吸収の基本的理論である「2重境膜説」に対して、理論的な解析は、いまだ不十分であるが、自然界の観察から、情緒的な「滝幻想」の発想で、製品化してきた新しい湿式排ガス処理装置について述べさせて戴いた。

以上述べたミュースクラバーは、高性能化、省スペース化、メンテナンスフリー化、高濃度処理化を達成している。今後は低価格で、より高性能な排ガス処理装置および気液反応装置の研究・開発に邁進する所存である。

最後になりましたが、新しい考え方に基づいた、湿式排ガス処理装置にかかわらず、採用・ご指導して戴いた多くの皆様方に、ここに記して多大なる謝意を表します。

〈参考文献〉

- 1) 杉山和成：「最新の有害ガス除去技術」, 化学装置, 44, 10 (2002), 45.1, 45.5, 45.10 (2003)
- 2) 特許：米国5, 605, 400号, 欧州0678329号, 叩聞36981号
- 3) 小嶋久夫：化学装置, 42, 8, P. 61～P. 63 (2000)
- 4) 峯保男, 小嶋久夫：実用産業情報, 13, P. 204～P. 208 (1998. 6)
- 5) 美谷芳雄, 西野耕治：化学装置, 37, 4, P. 91～P. 95 (1995)

(株)ミューカンハニーリミテド  
〒110-0007 東京都台東区上野公園18-8-306  
Tel. 03-3828-7090  
Fax. 03-3823-2890