

# リバースジェットスクラバ DynaWave®

Reverse Jet Scrubber DynaWave®



(気)大気環境部第1エンジニアリンググループ  
道 場 研 二  
Kenji Michiba

当社は Monsanto Enviro-Chem Systems, Inc. (以下, Monsanto 社) が所有しているリバースジェットスクラバ DynaWave を国内販売することとした。同装置は, ガス急冷, ガス吸収および集塵という三つの機能を備えた多機能型スクラバである。特長は, 易メンテナンス性, 省スペースおよび運転操作が簡単といった点があり, 化学プラント工場からの排ガス処理および焼却炉排ガス処理などへの適用が推奨される。

We have begun to sell the reverse jet scrubber "DynaWave" in Japan, that Monsanto Enviro-Chem Systems, Inc. owns. DynaWave is a multi-function scrubber of gas quenching, gas absorption and dust collection. The advantages of DynaWave are easy maintenance, narrow foot-print area and simple operation and DynaWave is recommended to be applied for the treatment of the exhausted gas from a chemical plant facility, an incinerator and so on.

## Key Words :

ス ク ラ バ	scrubber
ガ ス 急 冷	gas quenching
ガ ス 吸 収	gas absorption
集 塵	dust collection

## まえがき

Monsanto 社では, 本装置を既に化学工場を主に140基以上の納入実績を所有している。

当社では, Monsanto 社より一部の機器を購入し, トータルのエンジニアリングをおこなうことで, 本装置の国内販売を実施する。

本技術の最大の特長は, ガス急冷, ガス吸収および集塵が同時に可能ということである。従来技術であれば, ガス急冷, ガス吸収および集塵をおこなうためには次のようなシステム (湿式システムに限定) が必要となる。

- ・急冷塔+イオンスクラバ (湿式電気集塵機)
- ・急冷塔+ベンチュリスクラバ
- ・急冷塔+ベンチュリスクラバ+洗浄塔
- ・急冷塔+漏れ棚塔 等

※上記は, ダスト量, 粒径および有害ガス量により選定が異なる。

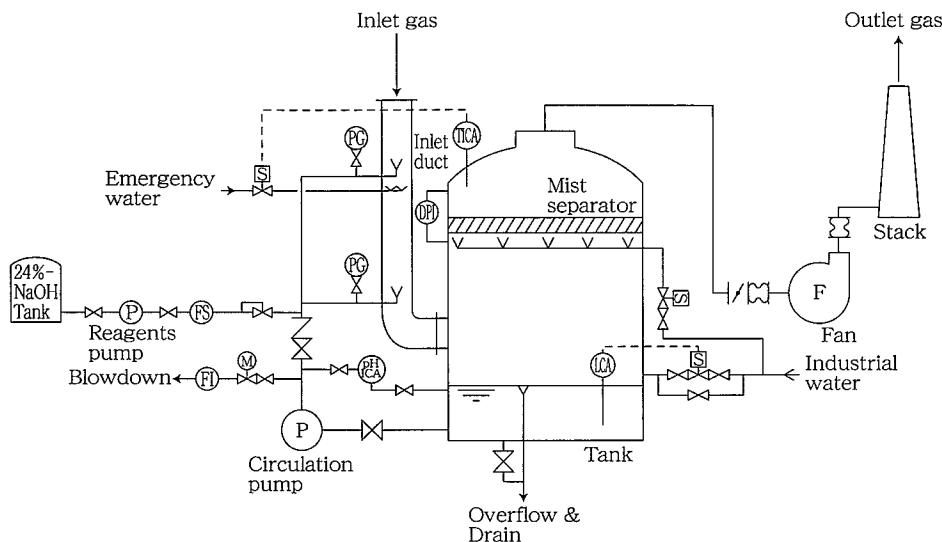
上記の如く三つの機能を有するためには通常二基以上の装置が必要となる。したがって, 設置スペースが大きい, およびメンテナンス項目が多いといった欠点を持っている。

しかし, 本稿で解説する DynaWave はこれらの欠点を解消することができる。

## 1. DynaWave の概略

原理は, 気液二層流の中で鉛直流特有の接触領域であるフロスゾーンを用いていることである。速い風速の下降流ガスに対して, 多量の液をガス流れに対して強い力で旋回させながら逆噴射させている。強い力で逆噴射させることでせん断力を生じさせ, そのせん断力でガスを分散させ, 気液接触効率および熱伝達効率を高めている。したがって, ガス急冷, ガス吸収および集塵が可能である。各機能に関しては後述する。

第1図に一般的なフロー (二段スプレ) を示す。



第1図 装置フロー  
Fig. 1 Flow sheet

入口ダクトより導入された排ガスに対して、ダクト内で特殊スプレノズルを用い循環水をガス流れに対して逆噴射させている。この部分において、ガス急冷、ガス吸収および集塵をおこなっている。

入口ダクトを通過したガスは後段のタンクに設置されたミストセパレータにて同伴されるミストを除去した後、排気される。タンク内の液は、タンクに設置されたレベルセンサから液面を検知し、必要に応じ工水を補給する。また、循環水中のpH値もガス吸収の性能に大きな影響をおよぼす因子であるため、常にpHセンサを用いて検知し、必要に応じ薬液を注入している。

さらに、高温度のガスを取り扱うため、何らかのトラブルによりノズルからの液噴射が停止した際の装置の保護が必要となる。この対策として、タンク内に温度センサを設置し、温度異常を検出した際には、緊急水を噴射するシステムとしている。

## 2. DynaWaveの特長

### 2.1 多機能

前述した各機能に関して、下記にそれぞれ記述する。

#### 2.1.1 ガス急冷

ガス急冷のメカニズムを記述する。スプレノズルから噴射された水が高温のガスと接触することにより水が蒸発する。その際、蒸発に必要な潜熱をガスから奪い取るためにガスが冷却される。この現象を瞬時に実施することが急冷である。

急冷後の温度は、入口ガス温度および水分量によって決定される。つまり、水が蒸発し、ガスの湿度が飽和に達した時点でガス温度は水の温度と等しくな

る。この温度を断熱飽和温度という。

また、この断熱飽和温度以下にガス温度を下げる操作をガス冷却といい、スプレノズルから噴射される循環水の温度を冷却することでガス冷却は可能となる。本装置ではタンク下部の水をポンプにて循環使用しているが、その循環配管中に熱交換器を設置することにより達成される。

本装置では最大1200℃の高温ガスを急冷することが可能である。

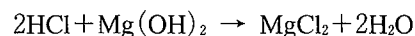
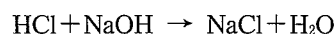
#### 2.1.2 ガス吸収

入口ダクト部の気液接触にて、ガス側の有害ガスを液側へ吸収させる。吸収された有害ガス成分は液中に含まれる薬品により、中和および酸化される。本装置での処理可能有害成分は以下の通りである

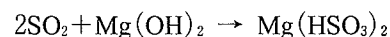
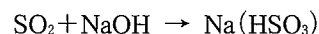
HCl, HF, HBr, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>等

参考としてHClおよびSO<sub>2</sub>に対する反応の一例を下記に示す。

HCl

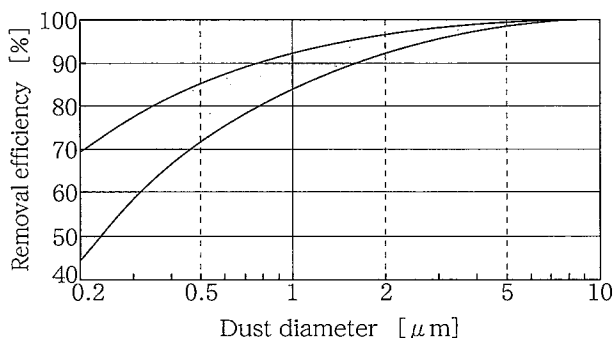


SO<sub>2</sub>



第 1 表 HCl および SO<sub>2</sub> に対する除去性能  
Table 1 Removal efficiency for HCl and SO<sub>2</sub>

Reagents	HCl removal efficiency [%]		SO <sub>2</sub> removal efficiency [%]	
	1 stage of spray	2 stages of sprays	1 stage of spray	2 stages of sprays
Caustic : NaOH	95.0	99.9	90.0	99.5
Milk of lime : Ca(OH) <sub>2</sub>	92.0	99.5	85.0	98.5
Limestone : CaCO <sub>3</sub>	90.0	99.0	70.0	92.5



第 2 図 ダストに対する除去性能  
Fig. 2 Removal efficiency for dust

また、HCl および SO<sub>2</sub> の除去性能を第 1 表に示す。ただし、スプレノズルの段数により性能が異なるため、段数が一段時と二段時での除去性能を示す。

### 2. 1. 3 集塵

前述したフロソゾーンと呼ばれる非常に激しい気液接触現象が入口ダクト部にて起こるため、ガス中に含まれるダストも液側へ取り込むことが可能となる。

各ダスト粒径に対する除去性能を第 2 図に示す。なお、この図は、スプレ段数が二段での除去性能である。

### 2. 2 特殊スプレノズルの採用

吐出口径が 50 mm 以上と非常に大きい吐出穴とすることによってノズル部での詰まりをなくしている。したがって、循環水中の SS 濃度は最大 20 % と高く計画することが出来るため、他の湿式処理装置に比べ、排水量が非常に少なくなる、つまり給水量が少なくなるといった利点がある。

この大きな吐出口径がフロソゾーンを形成する上で最も重要な因子となる。一般的なスプレノズルでは、液を分散し気液接触効率を高めているが、上述したようにこの特殊スプレノズルにて吐出された液が速い速度の下降流のガスと接触し、そのせん断力によりガスを分散させている。

写真 1、2 にそれぞれスプレノズル単体写真および入口ダクトに設置済みのスプレノズル写真を示す。

材質は、テフロンおよび炭化ケイ素の二種類があ

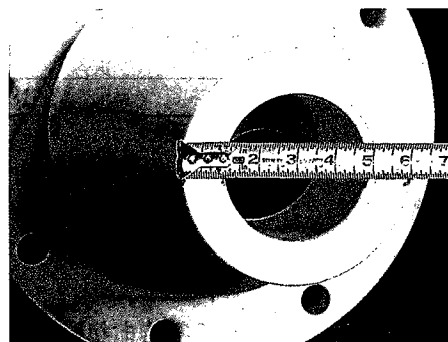


写真 1 スプレノズル単体 (inch)  
Photo 1 Spray nozzle

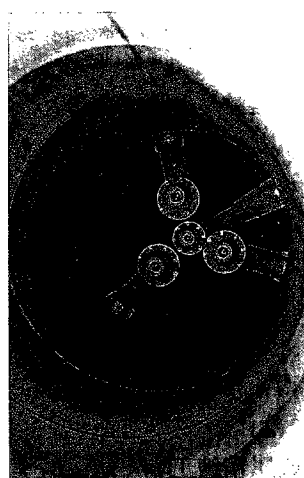


写真 2 ダクト内設置済みスプレノズル  
Photo 2 Spray nozzles in inlet barrel

り、耐摩耗性および耐食性に非常に優れている。寿命は半永久的である。

スプレノズルの段数に応じて、吸収性能および集塵性能が異なり、通常は一段または二段での仕様となる。

装置圧力損失はどの機能を優先させるのか、またどの程度除去率を望むのかによって異なるが、一段当たり 2.5~4.0 kPa である。

### 2. 3 低メンテナンス構造

前述したように、本装置と競合する排ガス処理設備は、二基以上の装置を組み合わせる必要があるため、メンテナンス項目も多くなるという欠点があっ

第2表 ランニングコスト比較  
Table 2 Comparison of running cost

	DynaWave		Quenching tower+Venturi scrubber+Packed tower	
	Amount of consumption	Annual cost [yen/y]	Amount of consumption	Annual cost [yen/y]
Electricity a unit cost : 15 yen/kWh	196 kW	7 644 000	206 kW	8 034 000
Industrial water a unit cost : 20 yen/t	11 t/h	572 000	21.4 t/h	1 112 800
Drainage a unit cost : 100 yen/t	0.3 t/h	78 000	10.6 t/h	2 756 000
24 %-NaOH a unit cost : 25 yen/kg	383 kg/h	24 895 000	383 kg/h	24 895 000
Total		33 189 000 yen/y		36 797 800 yen/y

たが、本装置は、第1図を見れば明らかのように非常にシンプルな構造であるため、通常のメンテナンス項目としては、モーター機器（ファンとポンプ）および計装機器のみとなる。

前述したようにスプレノズル部での詰まりは発生しないため、ノズルはノーメンテナンスとなる。

#### 2.4 省スペース

本装置は一基にて多機能を有するため、非常に省スペースとなる。

#### 2.5 簡易な運転操作

循環ポンプおよびファンを起動させるのみであるため、運転操作は非常に簡単となる。

### 3. DynaWave 適用分野

DynaWave は、圧力損失が高いという欠点がある。したがって、各機能個々に対してのみの処理も可能であるが、本装置の最大の特長である三つの機能すべてを生かす適用において、イニシャルおよびランニングコストでメリットが得られる。

Monsanto 社の納入実績では、硫酸製造を主とした化学プラント工場および金属精錬工場での納入実績が多い。当社としても、化学プラント工場からの排ガスおよび焼却炉排ガスへの適用を検討している。

#### 4. DynaWave 適用例

焼却炉排ガスへの適用を例にランニングコスト比較結果を以下に示す。

発 生 源 家屋スクラップ廃材の焼却炉排

ガス

風 量 32 000 m<sup>3</sup>/h-wet

温 度 650 °C

水 分 量 9.2 Vol%

ダスト濃度 入口 1 g/m<sup>3</sup><sub>N-dry</sub>

出口 0.05 g/m<sup>3</sup><sub>N-dry</sub>

HCl 濃 度 入口 1 000 ppm

出口 5 ppm

SO<sub>2</sub> 濃 度 入口 60 ppm

出口 5 ppm

運 転 時 間 2 600 h/y

上記仕様に対して、当装置では二段スプレにて処理が可能であるが、他の処理方法では、急冷塔+インチュリスクラバ+充填塔が必要となる。これらのランニングコスト比較を第2表に示す。

なお、前述したように入口ダクト部にてガス温度は瞬時に急冷されるため、焼却炉排ガス処理に適してもダイオキシン類が再合成されることはない。

#### む す び

当装置は、前述したように三つの機能が要求される場合は、イニシャルコストおよびランニングコストを含めたトータルのメリットが得られる。

化学工場排ガスおよび焼却炉排ガスに限らず、本装置に適する排ガス条件の検討を継続すると共に、さらなる努力を重ねていく所存である。

連絡先

道 場 研 二 気熱装置事業部  
大気環境部  
第1エンジニアリンググループ  
T E L 078 - 232 - 8134  
F A X 078 - 232 - 8067  
E-mail k.michiba@pantec.co.jp