

## 7.10 有害ガスの処理

有害ガスは、それぞれの発生源で排出形態が多様であり、その集煙方法および処理法を選択する際、処理ガスの特性と同時に設置場所、周辺環境、それに経済性などを考慮する必要がある。処理法を分類すると、①燃焼法、②触媒法、③凝縮法、④吸着法、⑤吸収法などがあり、①、②、③については7.12 炭化水素対策で記述されており、ここでは④吸着法、⑤吸収法についてその概要を述べることにする。

### 7.10.1 吸着法

吸着法は大きな内部表面積を持った多孔性の物質であり、被吸着物質に対して特有の親和力を有し、選択性もある。したがって、処理するガス成分に合わせて選定する必要がある。

吸着法による排ガスの処理は、比較的簡単な装置で確実な除去率を得ることが可能であるが、使用済み吸着剤の処理、吸着された成分の回収または廃棄処理についての考慮が必要である。一般に低濃度ガスの処理では、脱着工程を持たず新吸着剤と交換する方式が多く、大容量の高濃度ガス処理の場合は、脱着工程を設置して脱着成分の回収と吸着剤の再生を行っている。また、吸着装置を濃縮装置として用い、燃焼装置などと組み合わせて処理する方法も採用されている。

#### (1) 吸着剤

吸着剤の種類と主な用途を表7.10.1<sup>1)</sup>に示す。吸着剤は、物理的吸着剤と化学的吸着剤とに大別でき、物理的吸着剤は活性炭、ゼオライトなどで、もっとも多く用いられているのは活性炭である。形状は、粒状の他に繊維状、球状、ハニカム状などがある。一方、化学吸着剤には、活性炭表面に酸、アルカリ、酸化剤、触媒成分などを保持させた添着炭がある。例としてアンモニア、アミンなど塩基性物質の処理用として石炭を化学的に処理したスルホン化炭、酸性物質の処理用としてスルホン化ソーダ炭などがある。そのほか、硫黄化合物の処理用には、鉄イオンを基剤としたものやイオン交換樹脂を応用した化学吸着剤がある。

#### (2) 吸着装置

吸着塔で吸着剤と処理ガスとの接触方法には移動層方式、固定層方式（充填方式）、ハニカム回転式などがある。装置構造及び操業管理が容易な固定層方式が多く用いられている。

固定層吸着装置を図7.10.1に示す。固定層への充填方式には、吸着剤を直に充填する方式と、搬出入可能なカートリッジとして交換する方法がある。

粒状活性炭の場合、吸着剤の層高は、30～80 cmの単一層または多段層で用いる。充填層を余り薄くすると層内での濃度分布が不均一になり、厚くすると圧力損失が増大する。粒状活性炭の場合、処理ガスの基本流速は30 cm/s～60 cm/s程度である。連続式固定層は、吸着、脱着を交互に行うため、少なくとも2塔が必要となる。1塔で吸着させている間に、他の塔を脱着するためであり、このサイクルを繰り返す場合、吸着剤が吸着成分で飽和される前に脱着側は脱着を完了し、吸着温度にまで冷却されていなければならない。

表 7.10.1 吸着剤の種類と用途

吸着剤の種類		主な用途	
物理吸着剤	活性炭	炭化水素系溶剤回収・脱臭、排煙脱硫、排煙脱硝、フロン回収、ハロゲン化炭化水素の回収、スチレンの吸着	
	ゼオライト（親水性）	アンモニアの吸着、空気の脱湿、し尿処理場の脱臭、空気中の酸素分離、微生物脱臭法の担体、硫化メチル・二硫化メチルの吸着	
	ハイシリカゼオライト（疎水性）	水溶液からのアルコール、芳香族、ハラフィンの吸着	
	モレキュラーシービングカーボン	空気中の酸素分離	
	シリカゲル	空気の脱湿・脱臭	
	アルミナ	空気の脱湿・脱臭	
	活性白土	溶剤の精製、油脂類の脱色精製・脱臭	
化学吸着剤	添着吸着剤	塩基性ガス用	アンモニア、トリメチルアミンの吸着
		酸性ガス用	硫化水素、メチルメルカプタンの吸着
		金属添着炭	一酸化炭素、シアン化水素、ホスゲンの吸着
		酸化剤添着炭	一酸化窒素、硫化水素系、アミン、アルデヒド、アクロレインの分解・吸着
	イオン交換樹脂	アンモニア、トリメチルアミンの吸着、硫化水素、メチルメルカプタンの吸着	
	酸化鉄系脱臭剤	硫化水素、酢酸の吸着	

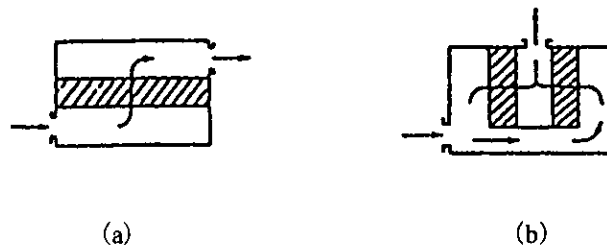


図 7.10.1 固定層吸着装置<sup>1)</sup>

移動層吸着方式は、吸着剤を移動させながら処理し、再生工程へ移動させ連続操作を行う方式であり、大容量のガス処理に適している。粒状の活性炭を使用した移動層では活性炭が摩耗し易く、ダストによってふさがれ易いことなどの欠点がある。移動層方式の一種として、球状ビーズ炭を用いた濃縮方式を図 7.10.2 に示す。この方式は、球状（直径 0.7 mm 程度）の活性炭を傾斜多孔板上に流下させ、順次下の段へ移動させ、塔下部から処理ガスを導入し吸着させる。使用済みの吸着剤は連続的に脱着塔に送られ再生し、被処理ガス成分は脱離濃縮されて燃焼装置など他の処理装置に導かれて最終処理される。

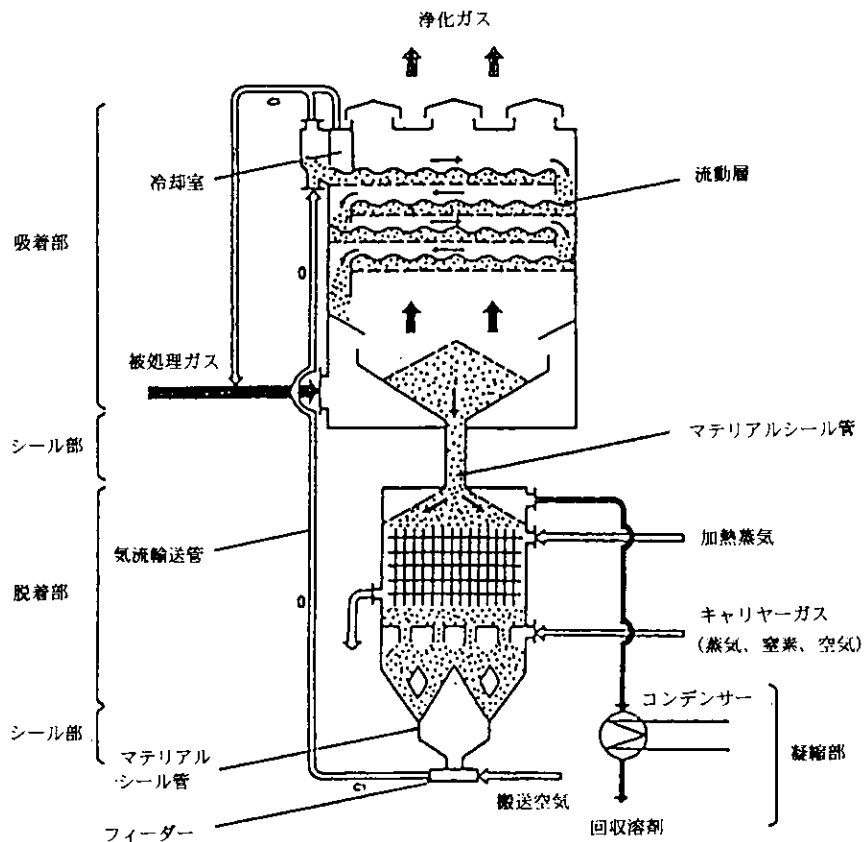


図 7.10.2 ビーズ炭を用いた連続吸脱着装置<sup>2)</sup>

図 7.10.3 にハニカム回転式吸着装置を示す。ハチの巣状の構造の活性炭を円筒形に成型した装置で、これを回転させ、吸着と加熱脱着を連続的に行い被処理ガス成分の濃縮用として用いられる。処理ガス成分が可燃性の場合、ガス量を減少させ成分濃度を高めて燃焼装置や触媒酸化装置と組み合わせて効果的に処理することが可能である。

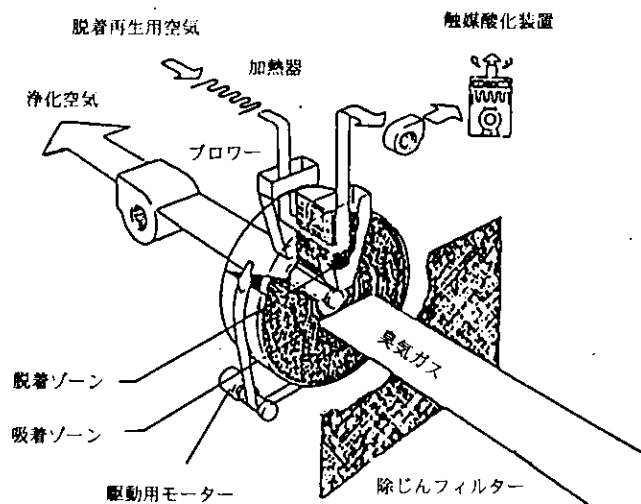


図 7.10.3 ハニカム回転式連続濃縮装置<sup>2)</sup>

### (3) 吸着剤の再生

脱着法には加熱による熱スイング法と減圧による圧力スイング法とがあり、とくに熱スイング法である加熱脱着法が広く行われている。加熱媒体として加熱水蒸気、加熱空気、加熱窒素ガスなどが用いられ、加熱と同時に減圧して脱着する方式もある。可燃性の有機溶剤に対しては発火、爆発などを考慮しなければならない。とくにメチルエチルケトン、シクロヘキサノンなどのケトン類の回収では、ケトンの酸化、蓄熱による温度上昇での発火の例があり、とくに運転停止時充分に脱着する必要がある。

一般に、吸着剤の再生は、完全に脱着するには長時間を要するため、100%の脱着は行わない。実際には技術的及び経済的見地から適当な脱着率にとどめて循環使用する。

### (4) 排ガスの前処理

処理ガスが高温で、かつ多量のダスト、ミストを含む場合、吸着操作上きわめて不都合であり、吸着剤を損なう原因となる。また、処理ガス濃度が高い場合、作業時間を長く保つためには、適当な前処理装置を付設する必要がある。普通は前処理として洗浄方式が多く用いられているが、活性炭を濡らさないように洗浄液の飛沫を吸着層まで同伴しないよう充分注意しなければならない。吸着は低温ほど除去率がよく、一般には、処理ガス温度40℃以下とする必要がある。

## 7.10.2 吸収法

### (1) 中和吸収法と酸化吸収法

洗浄吸収法は、有害ガスの除去法として最も広く用いられている。吸収処理法を大別すると、物理的に水に吸収させる方法と、汚染ガスを吸収薬液と化学反応させる化学的吸収がある。後者には、中和反応により液中に固定させる方法、酸化反応により無害物に分解させる方式とがある。水による吸収は、成分が水に可溶で成分濃度が高い場合に適用される。中和法には、酸洗浄によるアンモニア、トリメチルアミンなど塩基性ガスの除去、アルカリ洗浄によるフッ素、フッ化水素、塩素、塩化水素、メルカプタン、硫化水素などの酸性ガスの除去が挙げられる。酸化吸収法は、吸収液として、次亜塩素酸ソーダ、過マンガン酸カリ、過酸化水素などの水溶液が用いられ、とくに、悪臭ガスの分解処理に使用されている。

ダストが共存する場合、ガス成分の吸収と同時にダスト除去にも効果がある。有機化合物系有害ガスは、水への溶解度が一般に小さく、吸収法だけで十分な除去効果を上げるのは困難であり、他の処理法と組合せて採用される例が多い。

### (2) 吸収装置

吸収装置には、吸収液をガス中に分散する方式と、液中に処理ガスを分散させる方式とがある。吸収液への溶解度が大きいガスに対しては吸収液を分散させる装置が適しており、吸収液への溶解度の小さいガスの処理にはガスを液中に分散させる装置が適している。一般には、吸収液として被吸収成分の溶解度の大きな薬液を使用するので、液を分散させる充填塔やスプレー塔を採用する例が多い。大容量のガス処理には、多孔板式漏れ棚塔や十字流接触装置などが採用されている。

### (3) ミスト除去

一般に、吸収洗浄方式では、吸収液がミストとなり大気中に飛散し二次的公害を引き起こすこともあり、ミスト除去装置を付設する必要がある。ミスト除去には、吸収塔上部に充填物を詰めただけのものが多いが、この形式ではミスト除去効果は低い。とくに、温度が高く、凝縮性ガスを含む場合、吸収塔を出たあと、配管ダクト内で成分が凝縮し、これが飛散するため、ミスト除去装置の設置場所は、できるだけ排出口の近くにすることが好ましい。