

4.3 フロン無害化技術

フロンの使用方法はさまざまであり、それを回収し、無害化することも重要である。無害化技術にも多くの技術があり、燃焼・熱分解法、化学分解法、光分解法に分類される。日本ではすでに 30 以上のフロン分解施設があるが、燃焼・熱分解法が最も多く、触媒による化学的分解施設が数カ所ある。燃焼・熱分解には、廃棄物混焼法、セメントキルン法、高温水蒸気法、高周波プラズマ法などがあり、化学分解法では触媒分解法が多い。これらの概要を以下に示す。

4.3.1 廃棄物混焼法

フロンを一般廃棄物・産業廃棄物とともに焼却することによって熱分解を行う。フロンの熱分解にあたっては水素源が必要であるが、廃棄物中には水分などが含まれており、スチームや水を別途供給する必要はない。円筒型の回転式燃焼炉（ロータリーキルン）および 2 次燃焼室で構成されるものが多い。有機廃棄物や補助燃料とともにフロンをキルン中に供給して破壊する。汚泥や廃油を数トン/h の処理能力をもつロータリーキルンでは、フロンを 30～40kg/h で供給し、99.999% 以上の分解効率を達成しており、大気への各種排出基準を充たしている。運転管理としては、850℃以上の温度領域で 2 秒以上の滞留時間とし、フロンを総廃棄物の 2% 以下に抑えて供給する。

4.3.2 セメントキルン法

フロンをセメントや石灰製造の焼成工程に混入させることによって熱分解を行う。フロンの熱分解にあたっては水素源が必要であるが、製品原料中に充分含まれており、スチームや水を別途供給する必要はない。また、熱分解によって生成する酸性排ガスは、アルカリ性の製品に吸収されるため、排ガス処理設備を特に必要としないメリットがある。1,450℃以上のセメントキルンにフロンを投入すると 99.99% 以上の分解率で無害化できる。5,000 トン/日のセメント生産能力をもつキルン内に 2～4 kg/h のフロンを投入する試験では、酸性排ガスは各種排出基準以下で、ダイオキシンは 0.08ng/Nm³ 以下であった。また、分解で発生する塩素分は製品のセメントの品質に影響を与えるので、フロンの処理量には注意が必要である。

4.3.3 高温水蒸気分解法

この方法は、本来非常に安定なフロンを水蒸気、助燃剤、空気の供給で 1,200℃以上の高温になった燃焼炉中で分解する方法である。助燃剤とフロンが反応して生じた酸性排ガスは、ガス吸収槽に吹き込まれて吸収される。フロンを 15～165kg/h で供給し、99.999% 以上の分解率が得られる設備がある。

4.3.4 プラズマ分解法

非常に高温のプラズマを発生させ、その熱によってフロンを分解する。高周波プラズマでは、最高約 10,000℃まで炉内温度が上昇できる。フロンの分解専用炉であるため、分解反応に必要な水素源として水蒸気を別途供給する必要がある。現在、千葉縣市川市に高周

波プラズマによるフロン無害化設備がある。フロンを 50kg/h 以上の分解処理する能力があり、フッ化水素、塩化水素などの大気への排出、廃水の各種基準なども満足している。

4.3.5 触媒分解法

フロンの分解反応の活性化エネルギーを、触媒を用いて下げることで比較的穏やかな反応条件下で分解を行う。フロンの分解専用炉であるため、分解反応に必要な水素源として水蒸気を別途供給する必要がある。440℃以上に加熱した酸化チタン (TiO_2) 系、リン酸アルミニウム (AlPO_4) 系などの固体触媒にフロンを接触させて分解する設備がある。他の方法に比べてエネルギー的に有利であるが、現段階では、1～5 kg/h 程度の供給能力の設備しか実績がない。少量のフロンの無害化設備に適する。無害化反応で生じたフッ化水素など酸性の排ガスは水酸化カルシウムなどで中和し、排ガスは排出基準を満足している。

4.3.6 紫外線分解法

紫外線による廃棄物の分解方法は污水处理などで用いられている。紫外線単独ではフロンを効率的に分解するのは難しいが、アルコール溶媒にフロンを溶解すると分解の活性化エネルギーが低下し、フロンを効率的に分解できる。常温常圧の反応であるため、装置が簡易であり、小規模の無害化に適している。研究は行われているが処理設備はない。この方法では処理可能なフロンの種類が限定されるので注意が必要である。

4.3.7 リアクタークラッキング法

燃焼・熱分解法の 1 方法であり、日本にはこの方法による設備はないが、ソルベイ社がドイツに設備をもっている。酸素-水素炎による 2,000～2,200℃の高温でフロンを分解する。2つの反応器で、処理能力は合計で 200kg/h である。分解反応で生じるフッ化水素や塩化水素は回収して化学原料などに用いる。これまで、欧州のフロン約 7,000 トンを無害化している。