

# フロン<sup>①</sup>の破壊処理の実用化について

応用研究部主任研究員 辰市 祐久

## 1 はじめに

フロン（クロロフルオロカーボン）は熱に対して安定で、不燃性であり、人体に対する毒性が低く、化学的に不活性で、油をよく溶かす等の優れた性質をもっている。このため、フロンは精密機械や電気部品の洗浄剤、ウレタンフォーム用の発泡剤、電気冷蔵庫やエアコン用の冷媒、スプレー用の噴射剤として広く使用されてきた。

しかし、ガス化して大気中に放出されたフロンは、安定であるため、成層圏に達して長期間滞留し、オゾン層を破壊することが分かり、結果として、紫外線が増加して動植物に重大な影響を与える可能性が指摘されている。そこで、1996年よりオゾン層を破壊する能力の高いフロンは、国際的に生産が中止されることになった。

フロンを大気中に放出させないためには、生産を規制するとともに、各種の製品中に封入されているフロンを回収することが重要となる。近年、冷媒用のフロンの回収については地方自治体を中心に積極的に行われ、東京都においても、庁有車や都有施設の空調冷凍機、粗大ごみとして棄てられた家庭用冷蔵庫などからフロンを回収している。

回収されたフロンについては、再利用する方法があるが、最終的には、安全な形に破壊する必要がある。そのため、回収・再利用と平行してフロンの破壊方法を早急に確立することが必要とされている。

現在、フロン破壊技術として、高周波プラズマによる分解法が検討されており、実用規模の実験が行われている。その他、産業廃棄物焼却炉を用いた熱分解法や、触媒法などが研究されている。

今回は、国連環境計画がフロンの焼却分解技術の一つとして推奨しているセメントキルン法を選び、各種の燃焼条件におけるフロンの破壊実験を行うこととした。実験は、実用炉を用いる前のステップとして、小型セメントキルンを用いてフロンの破壊効率及び副生成される汚染物質の排出状況について検討した。

## 2 実験方法

### (1) 使用したセメントキルン及び運転条件

実験に用いた実験用小型セメント焼成炉（ロータリーキルン）の概要を図1に示す。

キルンの長さは834cm、内径47cmであり、100kg/hrの造粒乾燥したセメント原料を炉内に送入し、焼成によってできるセメント半製品（クリンカー）は50kg/hr程度となる。また、燃料には重油を用いて炉温を1400℃程度にした。実験に使用したフロンは東京都清掃局が廃冷蔵庫から回収したもの（フロン12）であり、流量調整後のフロンをステンレスパイプによりバーナー火炎手前に注入した。

### (2) 実験条件

フロンの注入量は20ml/minを定格注入量とした。これは、セメントの品質を保つ必要があるため、フロン破壊により生成される塩素がセメント製品中に含まれる割合を一定以下に抑えるために設定した注入量となっている。その他、フロン注入量を増やした場合や、炉内酸素濃度や炉内温度を変えた場合についても実験を行った。

### (3) 排ガス測定

フロンの破壊効率や排ガスの安全性を確かめるため、排ガスの測定を行った。

測定項目はフロンとフロンの破壊によって生成されるフッ化水素、塩化水素及び副生成物であるクロロベンゼン類、ダイオキシン類等の有機塩素系化合物である。

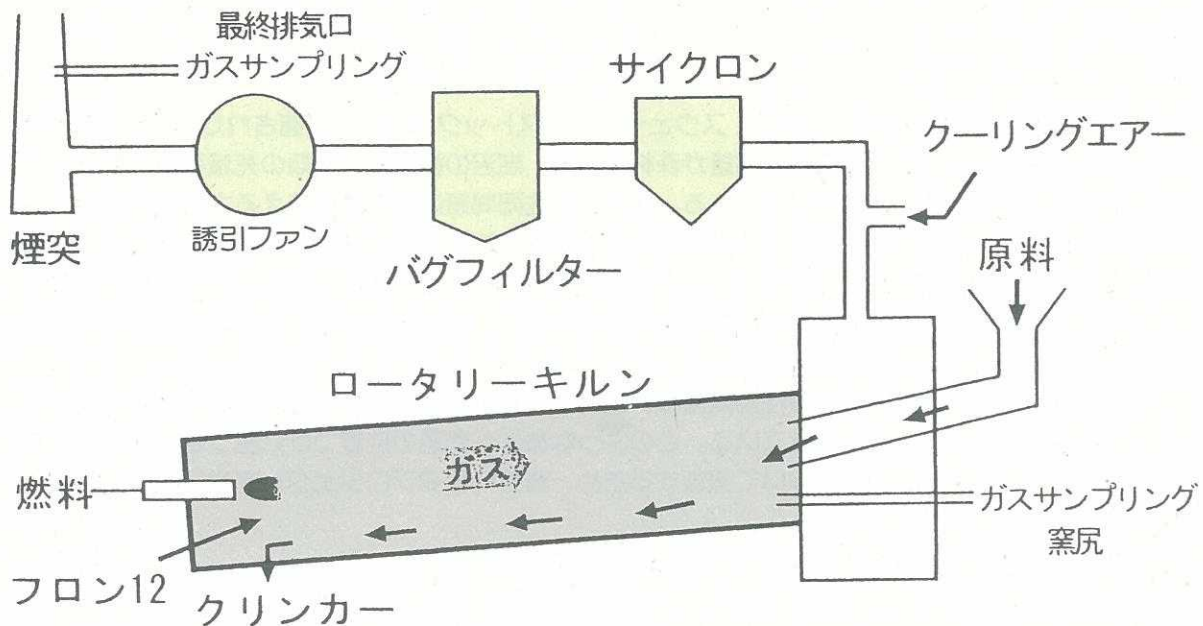


図1 小型セメント焼成炉の概要図

### 3 結果及び考察

#### (1) フロンの破壊効率

排ガスのフロン濃度の平均値 (0.43ppb) はフロン未注入時 (0.59ppb) より低く、助燃空気中のフロンも破壊されていた。このことから、セメントキルンによってフロンはほぼ完全に破壊されたと言える。実験条件を変え、①フロンを定格より25倍過剰に注入した場合、②窯尻酸素濃度を3%から2%にした場合、③焼成温度を1400°Cから1200°Cまで落した場合、でも破壊効率は99.7%以上と高かった。

#### (2) フッ化水素及び塩化水素

一般に、フロンを燃焼処理するとフッ化水素と塩化水素が生成されるので、炉材の腐食や排ガス処理装置が必要になる等の問題がある。今回の最終排気口におけるフッ化水素、塩化水素濃度は0.06ppm以下と非常に低い濃度であった。窯尻ではフッ化水素、塩化水素とも14ppm前後であり、煙道内のセメントの粉じん(ダスト)等で捕集されていることを示していた。実用炉では、このダストは回収されセメント原料に戻されるため、フッ素、塩素は最終的にはセメント製品中に取り込まれるので、フッ化水素や塩化水素用の排ガス処理装置を必要としない。

#### (3) 有機塩素系化合物

排ガス中のクロロベンゼン類、ダイオキシン類等の有害な有機塩素系化合物は、極めて微量であり、フロン未注入時と注入時とを比較しても増加傾向は見られなかった。即ち、フロン破壊により新たな二次汚染物質は生成していないことを示していた。