

# XF300 フロンの新規リサイクルプロセスの開発と冷却システムへの応用

(法政理工) ○ (学) 北村研太\* (学) 泉雅和, (学) 半崎就大, (正) 西海英雄, (正) 森隆昌

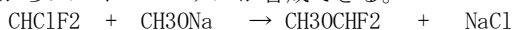
## 1. 緒言

冷媒として優れた性能から HCFC22 (フロン) が使われてきたが、HCFC22 はオゾン層を破壊することから先進国では 2020 年までに全廃が決定している。フロンが紫外線を浴びることにより放出される塩素原子一個あたりおよそ 10 万個ものオゾン分子が破壊される。オゾン層が破壊されると有害な紫外線が増え、皮膚ガンの増加や生態系への悪影響を引き起こす。オゾン層が 1 % 減少すると、皮膚ガンは 4 ~ 6 % 増加するとみる専門家もいる。従来までフロンの処理にはアークプラズマ分解法や二酸化チタン系触媒分解法、廃棄物混焼法などがあるが、高温や高圧などエネルギーコストが高い。そこで当研究室では従来よりも低コストで安全なフロンの分解を提案する。また、当研究室のフロンの処理プロセスから得られ、オゾン層を破壊しないフルオロエーテル(FE)を代替冷媒として使用することを考えた。本研究はフロンの新規処理・フルオロエーテル精製プロセス、フルオロエーテル並びに FE - CO<sub>2</sub>系の冷媒としての性能、そして爆発下限・上限の測定による安全性の検討により、FE 冷媒として使用するための研究である。

## 2. 理論・実験

### 2. 1 フルオロエーテル

以下の反応 (Williamson エーテル合成) によりフロン (R-22) からフルオロエーテルが合成できる。



フロン ナトリウムメトキシド フルオロエーテル 塩化ナトリウム

このフルオロエーテルは大気分解時間が数時間と短かく、沸点が低く、R22 に似た蒸気圧をもつため冷媒利用が有効であると考えられる。この反応を図 1 に示す装置で行った。今まではフルオロエーテルの中にメタノールが混ざらないようにするため、メタノール吸収塔、吸収塔の水が混ざらないように乾燥塔を設けていたが、新装置では、ガス吸収装置、乾燥塔を取り除き、ジムロート冷却器内の液体を水道水から -15℃ のエチレングリコールに変更した。これにより温度による分離ができるようになった。

### 2. 2 FE - CO<sub>2</sub> 混合冷媒

フルオロエーテルは可燃性を持つため、可燃性を抑えなくてはならない。そこで CO<sub>2</sub> との混合を考えた。FE の臨界点の測定、Joback 寄与法による各種パラメーターの推算より得られた値を、拡張型 15 定数 BWR 状態方程式へ導入し CO<sub>2</sub> モル分率と COP<sub>c</sub> の関係をしめた。

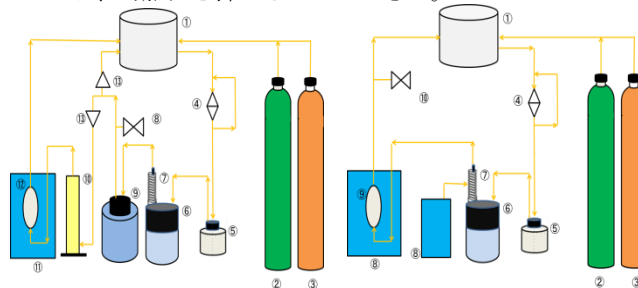
### 2. 3 FE と FE-CO<sub>2</sub> 系の爆発限界

FE は可燃性をもつため、CO<sub>2</sub> と混合し、可燃性を抑えることにした。そのために爆発限界測定装置 (図 3) 作成し FE、FE-CO<sub>2</sub> 系の爆発限界を測定した。試料には当研究室で作成したフルオロエーテル (純度 90vol.% 10vol.% 窒素、副生成物) を用いた。試料と空気、二酸化炭素との混合にはテドラパックを用い、資料の濃度はガスクロマトグラフィーを用いて測定した。爆発限界の測定は同じ濃度で 10 回行い、一度も爆発しなかったところを爆発限界とした。

## 3. 結果・考察

- ・ガス吸収装置、乾燥塔を取り除いて、副生成物である水、メタノールを除去することができた。またこの新装置で純度 97.5% のフルオロエーテルを生成することができた。
- ・COP 評価により、CO<sub>2</sub> モル分率が 0.25 で最大値 6.94 という結果を得た。これは CO<sub>2</sub> や F E それぞれの純物質と比較しても高く、混合冷媒が優れた冷媒性能を有していると言える。また組成に対し、COP が一定以上の幅を持つため、安定した冷媒性能を期待出来ると言える。
- ・FE の爆発上限、爆発下限を測定した結果、爆発上限 39.45 vol%、爆発下限 7.3 vol% となった。このことより、FE は「爆発下限が 10% 以下」かつ「爆発下限と爆発上限との差が 20% 以上」(可燃性ガスの定義) なので可燃性ガスであるといえる。
- ・FE-CO<sub>2</sub> 系混合ガスは CO<sub>2</sub> モル分率 0.82 の混合ガスのとき、

空气中で爆発しなかった。このことより、CO<sub>2</sub> と混合することにより、可燃性を抑えることができた。



①テドラパック ②R22ボンベ ③窒素ボンベ ④ポンプ ⑤逆流瓶 ⑥反応容器 ⑦ジムロート冷却器 ⑧冷却機 ⑨シリンダー ⑩サンプリングバルブ

図 1 装置図 (左:旧装置図 右:新装置図)

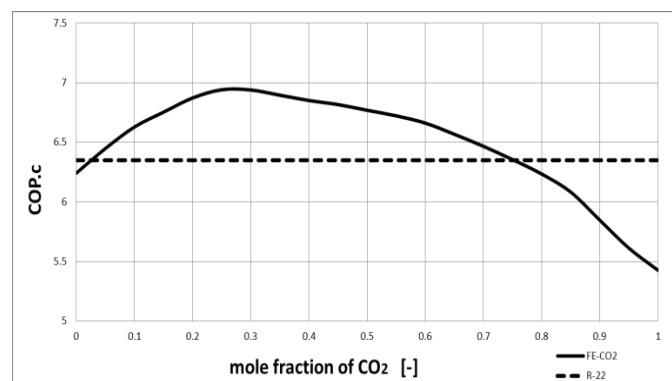


図 2 FE - CO<sub>2</sub> 混合冷媒の COP<sub>c</sub> と CO<sub>2</sub> モル分率の関係

| CO <sub>2</sub> [-] | 0    | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 0.2  | 0.25 | 0.3  | 0.35 | 0.4  | 0.45 | 0.5  |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| COP <sub>c</sub>    | 6.24 | 6.45 | 6.63 | 6.75 | 6.87 | 6.94 | 6.94 | 6.90 | 6.85 | 6.82 | 6.77 |
|                     |      | 0.55 | 0.6  | 0.65 | 0.7  | 0.75 | 0.8  | 0.85 | 0.9  | 0.95 | 1    |
|                     |      | 6.72 | 6.66 | 6.57 | 6.47 | 6.35 | 6.23 | 6.08 | 5.85 | 5.61 | 5.43 |

表 1 CO<sub>2</sub> モル分率と COP<sub>c</sub>



図 3 爆発限界測定装置

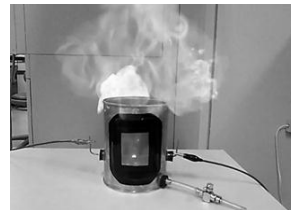


図 4 爆発の様子

## 参考文献

- 1) Hyun.joo. Lee, Hoon. Sik. Kim, Sang. Deuk. Lee, Won. Koo. Le e
- 2) <http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-33/mat01-4.pdf> (環境省 モントリオール議定書によるオゾン破壊物質の規制スケジュール)
- 3) K.Satoh,H.Nishiumi,andT.Kasatani,MTMS'97,432-437(1997)
- 4) H.Nishiumi,SSaito,J.Chem.Eng.Japan,8(5)356-360 (1975)
- 5) 西海英雄 [西海研資料 1]

\* 法政大学大学院 理工学研究科 応用化学専攻 森研究室 北村研太  
kenta.kitamura.2w@stu.hosei.ac.jp