

冷凍空調用冷媒のRRCにおける再生利用と破壊処理のLCA比較

LCA comparison of refrigerant reclamation and destruction in RRC

嶋村光助*1)、馬場範夫 2)、伊坪徳広 3)

Kosuke Shimamura, Norio Baba, Norihiro Itsubo

1)日冷工/冷媒回収推進・技術センター/技術委員会、2)日冷工、3)武蔵工業大学

* simamura.kousuke@ruby.plala.or.jp

1. 趣旨

冷凍空調の分野では、フロン回収破壊法の施行により、冷媒回収が促進されてきた。しかし、市場から回収された冷媒は破壊されるケースが大半となっている。これは冷媒を蒸留して再生利用した方が環境影響をかなり小さくできることを知られていないためと考えられる。

冷凍空調用の主要冷媒は、原料が有限な資源であると同時に、リサイクル時に無害化処理するプロセスに必要なエネルギーも少なくはなく、その適切なプロセス選択は重要である。しかし、蒸留再生についての報告は数例に留まり、最新設備についての選択には不十分であった。

他方、主要冷媒はオゾン層保護の観点からR410Aへ代替が進められてきており、さらに温暖化影響の低い冷媒の研究も行われている。プロセスの比較のためには、これらの冷媒での環境影響評価が求められていた。

本報告は、以上の点を背景に、当RRCセンタ(次項参照)に登録され運営されている最新の再生設備群で、現在入手可能な冷媒での再生と破壊について、LCAの専門家の協力も得て、可能な限り厳密なLCAを目指し、レビューも加えたものであり、比較は炭酸ガス(CO₂)ベースで行っている。

2. 評価対象の紹介

RRCは、1993年に日本の冷凍空調機器業界の3団体((社)日本冷凍空調工業会、(社)日本冷凍空調設備工業連合会、日本フルオロカーボン協会)が協力して設立した団体である。RRCでは国内で唯一、回収した冷媒を設備補修用等へ再利用可能な高純度冷媒に精製できる設備を開発し、これまでに、蓄積した技術に基づいて国内の再生事業所を認定し、技術指導も行っている。

今回評価の対象としたのはこれらの認定再生事業所の代表3社にて実運転している蒸留再生と破壊設備である。

評価対象とした蒸留再生設備の仕様を表1(S1参照)に示す。市場から回収された冷媒には、冷凍機油、酸分、非凝縮ガス(空気)、まれに異種冷媒などが混合しているので、各再生事業所ではそれらの分離と冷媒の蒸留精製を行える設備を配備し

ている。仕様は比較的小型で、バッチの処理量は100kg または 1ton である。また再生純度規格も多少差異がある。

他方、評価対象とした冷媒破壊設備の仕様を表2(S2参照)に示す。いずれも冷媒を熱的に分解させ、フッ素および塩素分をアルカリで中和し固体で回収し廃棄処分し、また、炭素分は燃焼排ガスで排出する方式である。

3. 評価範囲と算定方法の設定

評価対象としたプロセスの範囲を図1、図2に示す。

修理などで回収した冷媒は、認定再生事業所に持込まれると、先ず回収した冷媒の劣化度合いなどを分析し、著しい劣化がない場合には蒸留精製される。精製は高い収率で行われ、その分は元の冷凍空調機器に充填し再利用される。他方、劣化が著しい場合などは破壊することとなる。破壊すると、成分のフッ素や塩素は無害化処理され埋め立て処分(まれにカスケード利用)され、他方、冷媒を回収した元の冷凍空調機器は、通常は修理され、それに必要な冷媒は新たに購入され補充される。

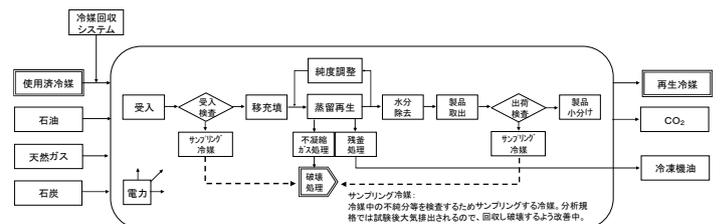


図1 蒸留再生プロセス

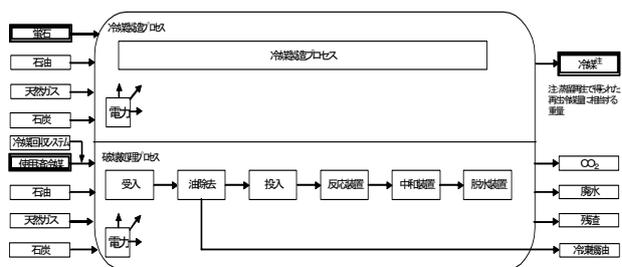


図2 破壊処理プロセス

評価を行ったプロセスの範囲は、冷媒を認定事業所に持込まれた時点を開始として、再生か破壊のプロセスを経て、再生できた分を元の冷凍

空調機器用に出荷するか新規購入するまでの間とし、破壊で生じた残渣は事業所から出荷するまでとした。

調査に当たっては、各プロセスの投入と排出データを収集し、事業所に入荷した回収冷媒 R22 の 1ton あたりに換算して集計した。

蒸留再生で行う純度分析で採取する冷媒、また非凝縮ガスパージ時に混入する冷媒は燃焼させるので、その燃焼排ガスを算定に加えた。今回の調査時点では冷媒の分析方法は JIS 分析規準による方法から密閉系に変更中であり、ここでは回収し破壊するとして算定した。

破壊処理でも破壊前に冷媒の成分分析を行うがこれは再生するために必要と解釈し、破壊処理の算定には加えなかった。

冷却水などの水、破壊後の酸分の中和薬剤は環境影響が不明なため算定に加えなかった。

算定にあたって、比較する指標としては、地球温暖化防止の観点を重視して、CO₂ を集計し評価した。

入力には電気、灯油、LPG 等があり、それぞれ表 3(S3 参照)の排出量原単位を用いた。

R22 の製造のデータは報告例も無いので最も近いと考えられる R12 についての報告(NEDO 平成 6 年度事業報告書)を代入し算定した。

4. 調査および算定結果

蒸留再生と破壊処理について実態調査し抽出した環境負荷物質を表 4~5 に示す。また、それらの、CO₂ 排出量について 3 社を平均し集計した結果を表 6 に示す。なお、破壊処理の場合も回収ボンベ中に冷凍機油はあり、同様に廃油としての処分などが行われるが表では省略した。

表 4 蒸留再生における環境負荷物質の算定(冷媒 1ton あたり)

収集データ	A 社	B 社	C 社
1 再生収率(%)	98.5	95.6	90.9
2 電気他(kgCO ₂)	154	276	344
3 分析用冷媒	1.1kg	1.1kg	1.1kg
4 非ガス中冷媒	14.3kg	42.9kg	89.7kg
冷媒の破壊処理の CO ₂ を集計 小計(kg CO ₂)	↓	↓	↓
	33.8	105	173
CO ₂ 合計(kg CO ₂) (3 社平均)	187.8	381	517
	(362)		
5 廃油	4.6kg	8.3kg	24.9kg

5. 考察

表 4 の蒸留再生の使用エネルギー起源の CO₂ は、他

の報告事例(平成 12 年 NEDO 事業報告)で 464kgCO₂

表 5 破壊処理の環境負荷物質の算定(冷媒 1ton あたり)

収集データ	D 社	E 社	F 社
電力	625kg CO ₂	1603 kg CO ₂	943 kg CO ₂
LPG	280kg CO ₂	D 社値を転用	737 kg CO ₂
燃焼排ガス	512kg CO ₂	512kg CO ₂	512kg CO ₂
合計	1417kgCO ₂	2395 kgCO ₂	2192 kgCO ₂
残渣(廃棄)	2033kg	2296kg	2604kg

表 6 蒸留再生と破壊処理の CO₂ 排出量(冷媒 1ton あたり)

収集データ	蒸留再生	破壊処理
3 事業所の CO ₂ 排出量(kg CO ₂)	(平均収率 95.0%) 平均 362	平均 2001
冷媒の新規生産分	新規生産は不要	2462 kg CO ₂ /t (R12 値) × 95.0% =2339 kg CO ₂
合計	362 kg CO ₂	4340 kg CO ₂

であり、管理方法の改善などの結果と見られる。蒸留再生の CO₂ 排出量が破壊処理に比べ小さくなった理由は、消費エネルギーが少なく、また新たに市販冷媒を購入しないで元の冷凍空調機器を稼働できるためと考えられる。

6. 結論と今後の課題

表 6 の結果を図 3(S4 参照)にまとめた。破壊処理に比べ蒸留再生の温暖化影響分は CO₂ 換算した平均で約 1/12 (JIS 規格の純度の A 社で 1/23、RRC 規格の純度では B 社 1/11、C 社 1/8)であり、蒸留再生することで大きな効果があることを確認できた。これは主に破壊した分を新規に購入する冷媒の製造に要する CO₂ が大きいからである。

また、その効果に比べて、分析用冷媒は少量でも放出すると GWP 値が R22 で 1810 kg CO₂ もあり影響が大きく、分析時の回収は必要であると確認できた。

さて、今回は R22 であったが R410A については、①蒸留の収率、②冷媒単体の製造の温暖化影響分のデータ、などの不明点が多くある。R410A は収率は低いと考えられるものの、R22 よりフッ素含有原子数が多いことから、蒸留再生による効果は同程度以上にあると筆者は考えている。RRC ではこの収率把握のための実験を 2 月に予定している。

末尾ながら、本調査研究にあたり協力頂いた認定再生事業所の方々、日本冷凍空調学会、当技術委員会の方々に感謝申し上げます。

S1

表 1 蒸留再生設備の主仕様

	A 社	B 社	C 社
1.処理方法	1t バッチ	0.1t バッチ	1t バッチ
2.再生規格 (純度)	JIS K1517 (99.5%)	RRC1001 (99.98%)	RRC1001 (99.98%)
3.加熱源	灯油ボイラ 蒸気 200kg/h 動力 1.0kW 灯油 14.2L/h	電気ヒータ 容量 15kW	灯油ボイラ 蒸気 700kg/h 動力 3.4kW 灯油 49.9L/h
4.冷却源	チラー8.5kW ポンプ 1.5kW	チラー2.75kW ポンプ 1.5kW	チラー11kW ポンプ 3.7kW
5.冷媒ポン プ	空気駆動 15kW	空気駆動 1.5kW	空気駆動 2.2kW
6.その他		湯煎動力 5kW	

S2

表 2 冷媒破壊設備の主仕様

	D 社	E 社	F 社
1.処理方式	過熱蒸気反応法		液中燃焼法
2.処理能力	25kg/h		12kg/h
3.反応・燃 焼炉	電気ヒータ 定格 38.2kw		ガスバーナ LPG1.5m ³ N/h
4.過熱蒸気	蒸気 40kg/h, LPG1.1 m ³ N/h		-----

S3

表 3 入力分の CO₂ 排出係数

基礎データ(入力)	排出係数
電気	0.000555 t-CO ₂ /kWh [※]
灯油	2.49 t-CO ₂ /kL
LPG	3.00 t-CO ₂ /t

※; 温暖化防止法(省令)の電力使用に伴う CO₂ 排出係数

S4

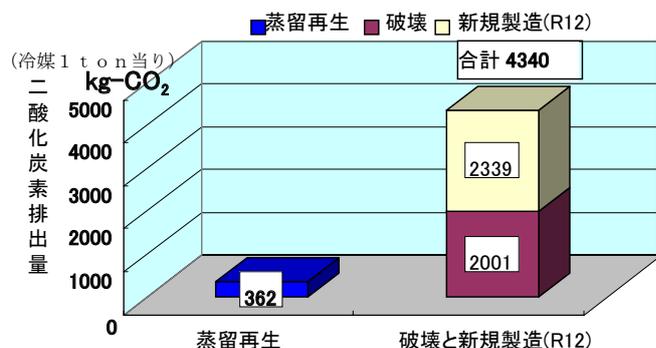


図 3 冷媒 (R22) の蒸留再生と破壊処理 CO₂ 排出量比較 (冷媒 1ton あたり)