

●一般社団法人 日本冷凍空調設備工業連合会奨励賞 ●改修設備部門

フロンキーパー —冷媒漏えい故障早期発見による省エネ—

設備所有者：株式会社タカヤナギ

設備施工者：株式会社ナンバ

建物の概要

名称 株式会社タカヤナギ

所在地 秋田県大仙市

概要 商業施設（スーパーマーケット）



1. 技術開発の目的と経過

目的

スーパーマーケットなどで使用される別置型ショーケースでは年間平均16%のフロンが漏えいしている。50%以上漏えいした状態で使用し続けると、温度異常が現れるとともに、能力不足の状態で使用することとなり電力量が平均40%増加する。漏えいした状態で使用することは、機器の運転効率が低下するだけでなく、圧縮機の故障を誘発するリスクを高める。

また、漏えいしたフロンが地球温暖化、環境に及ぼす影響が問題化しているなか、漏えいを早期検知できる装置の開発を打ち出すに至った。

経過

平成22年頃よりフロンキーパーの研究開発を行い、平成24年に製品化に成功、販売を開始する。平成27年には特許を取得する。

2. 設備・システムの概要

フロンキーパーは受液器を持つ冷凍機すべてに取付可能である。

受液器内に溜まる液冷媒の液面が水平に取り出せるようにバイパス管を設け、シリンダー内のセンサーにより液面検知を行う。検知した結果はフロンキーパー盤にて計算を行い、液面に異常があった際はどの冷凍機に異常があったか報知するシステムである。

タカヤナギイーストモールにおいては、商品を陳列する

オープンショーケースを冷却する為の冷凍機及び、バックヤード等に設置してあるプレハブ冷凍庫、プレハブ冷蔵庫を冷却する冷凍機全台に設置。

フロンキーパー盤は冷凍機械室内にて毎日のフロン量を検知させ、異常があった際は自動電話発信機により、店長様及びタカヤナギ設備担当者様へお知らせするようにした。

3. 着想

主な冷凍機が冷媒漏れを起こすと、最初に充填したフロンガスの5割～7割が漏えいしないと気づけない現状がある。

また、冷凍機に封入された冷媒量は目視点検での判明は不可能なため、実際に漏えいとわかるには機器の不具合が発生してからとなる。温度異常の警報か又は冷えていないことに誰かが気がつかないと発見できない。

これでは、冷蔵庫に保管されている大切な商品へ悪影響がでるし、ショーケースに商品が陳列できないと言うチャンスロスも生まる。

冷凍設備が冷媒が少ない状態で運転を続けると、消費電力量が増したり、圧縮機不具合へのリスクも大きくなる。

よって、早期に冷媒漏えいを検知することが不可欠である。

通常、冷媒は冷凍サイクル内で液化と気化を繰り返すことにより冷却を行っている。

液化された冷媒は受液器に溜まり各冷却器に液送されて膨張弁で気化されることで冷却が行われる。その受液器内

に冷媒を集めて液量を計測することで、冷媒量の減少を把握するとともに、フロンキーパー盤にて各センサー情報を元に各種データから計算することにより、冬季における凝縮器内の「寝込み」等の問題点をクリアさせた（冷媒の液温度、外気温度別で変化）。

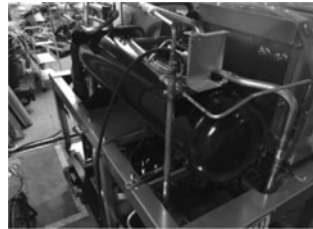
4. フロンキーパー設置例



シリンダー取付部



操作盤



シリンダー取付部

経済産業省・環境省が発表した平均的な漏えい量
冷凍機のフロンガス年間漏えい量

(※経済産業省データにより)

- ・別置き型ショーケース……………16%
- ・冷凍冷蔵ユニット……………17%

タカヤナギ店舗（イーストモール）で当てはめると
冷凍機 157.3kW、使用フロン量 636kg × 16% = 平均的年
間漏えい量 101kg（年間）

フロンキーパーによる漏えい量

使用冷媒=R404A（地球温暖化係数 3,920）

よって、イーストモールの規模の一般的なスーパーマーケットでは、年間 101kg のフロンガスが漏えいしていると言えるが、万一冷媒漏えいが発生したとしても 15% の漏えいで報知するためメンテナンス用補充冷媒量の削減、ショーケース温度上昇における商品ロス及びチャンスロスが少なくなることと冷えている状態で発見できることが大きな利点である。

環境省・経済産業省の漏洩量から割り出した試算

	数量		単価	金額
フロンガス	101	kg	4,500	454,500
充填料	101	kg	500	50,500
修理費	2	人工	35,000	70,000
調整費	4	回	50,000	200,000
諸経費	1	式		77,000
合計				852,000

又冷媒が 30% 漏えいすると 40% の電力量が増えると日本冷凍空調工業会から発表されている。

導入実績：対象機器数（冷凍機換算）350 台

納入先：スーパーマーケット、食品加工工場、食品物
流冷凍冷蔵庫（2017 年 12 月現在の実績）

スクリーン冷凍機、二段圧縮機型冷凍機、スクロール冷凍機、レシプロ型冷凍機

【システム】

- フロンキーパー盤
- 液面検知用シリンダーとセンサー
- 冷媒漏えい報知システム

【施工】

- ・液面検知シリンダーの取付
- ・シリンダーバイパス管の取付
- ・現状を記録し漏えい時の状態に戻すテスターを使用
できるにする

5. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点、設備の特徴

液面取り出しを行うバイパス管の取付は、各メーカーごとにより受液器の形状が違うため特に工事期間が短い場合、冷凍機が新品の場合にはメーカーや工事業者からは作業が困難であった。

この為、事前にバイパス管の取り出しをメーカーより取り付けたものを出荷してもらうようにした。現在、日立アプライアンス、ダイキン工業、三菱電機がフロンキーパー取付用冷凍機を出荷できる状態である。

1 台、1 台のコンデンシングユニットの配管の状況（冷却器が上か、下か、配管の長さ、アップダウンがどのようになっているかは全システムが違っているために試運転時の状況を記録に残しそのときと同じ条件で漏えい時には合わせて条件で再充填することで精度を上げることが出来るようになった。

そのために FK ミニを開発し初期の状態に合わせて漏えいがどの位漏れたか封入量をどの位充填しなければならぬかが一目で計測できるテスターを考案した。



メーカーで取り出し口を設置



Fロンキーパーミニ

6. 市場性、販売状況、適応市場の大きさ、競合品又はシステムとの比較、販売実績

フロンキーパーを導入いただいたお客様のほとんどは、フロンガスを冷媒とした冷凍機を使用されている。昨今、自然冷媒冷凍機の切り替えも行われているが、設備投資費用がフロンガス冷凍機より高額なこともあり、なかなか普及に至っていない。

そんな中、現在あるフロンガスを回収、再生、再利用の動きもあり、今ある設備を長く使用したいユーザーもたくさんおられる。冷媒として大変優秀なフロンガスを長く使うため「漏らさず、逃がさず回収する」事と、万一漏れてしまったら、早期に見出し修理する。補充する冷媒は最小限にとどめることが大切と考える。

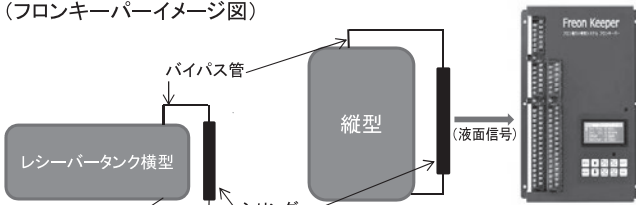
フロンキーパーは機械が毎日冷凍機内のフロン量を監視する。そして万一減ってしまった場合外部に警報として発信し、プロの手により修理を行う。

すでに、あるメーカーからは冷媒量の減少をアラーム発信する冷凍機も販売されている。

ナンバはすべての冷凍機にフロン量を検知できる装置が取付され、世界規模でフロンガスの大気放出が削減されることを目標と考える。

※もし自然冷媒に変わったとしても液面を検知することはどの冷媒にも適用できるために将来的にも使用が出来るものである。

(フロンキーパーイメージ図)



8. フロンキーパーにおけるフロン漏えい削減及び省エネに対する効果

1. フロン漏えい率

- ・15店舗全体の冷媒（各種）合計封入量 7,757kg
- ・16年度、漏えい量 764kg 全体の9.8%漏えいしていた。
- ・17年度、漏えい量 432kg 全体の7.4%漏えいしていた（按分した数値576kgで計算している）。
- ※17年度は9ヶ月分なので、按分で12ヶ月換算した場合が576kgにより算出している。
- ・経産省の発表した数値は年間漏えい量16%なので、16、17年度ともに漏えい量は削減できている。

フロン削減量 16年度 477kg
17年度 665kg

2. フロン CO₂ 換算量

- ・タカヤナギ様の冷媒保持量で年間16%の漏えいでCO₂換算した場合

R-22	R-404A	R-410A	合計
364.1kg	606.5kg	270.4kg	1241.12kg
659t-CO ₂	2,377.4t-CO ₂	565.1t-CO ₂	3,601.5t-CO ₂

※ A = 3,601.5t-CO₂ とする。

- ・対策を何もしなければ年間、3,601.5t-CO₂ のフロン漏えいになる計算になる。

- ・16年度の漏えいしたフロン CO₂ 換算量は 1,893t-CO₂ になる。

Aと16年度を比較すると、3,601.5t-CO₂ - 1,893t-CO₂ = 1,708.5t-CO₂ 削減されている。

- ・17年度の漏えいしたフロン CO₂ 換算量は 1,836t-CO₂ になる（按分した数値1,836t-CO₂ で計算している）。

※17年度は1,377t-CO₂ と出たが、こちらも9ヶ月分の数値なので、12ヶ月換算した場合は1,836t-CO₂ になる。

Aと17年度を比較すると、3,601.5t-CO₂ - 1,836t-CO₂ = 1,765.5t-CO₂ 削減されている。

16、17年度のCO₂削減量は以下ようになる。

CO₂削減量 16年度 1708.5t-CO₂
17年度 1765.5t-CO₂

3. 省エネ効果

冷媒漏えいにより加算される電気料金
(年間漏えい16%で算出)

$$1,983\text{kW} \times 16\% \times 1.4\text{倍}^* \times 24\text{h} \times 365\text{日} \times$$

$$0.35\text{ (稼働率)} \times 16\text{円} = 21,790,282\text{円/年間}$$

* B = 21,790,282 とする

※全体冷凍機台数の16%が30%以上の冷媒漏れを引き起こすと連続運転をするために電気料金が4割上がるという日冷工の調査による数値を元に算出している。

○16年度の冷媒漏えいにより加算される電気料金
(年間漏えい9.8%で算出)

$$1,983\text{kW} \times 9.8\% \times 1.0\text{倍}^* \times 24\text{h} \times 365\text{日} \times$$

$$0.35\text{ (稼働率)} \times 16\text{円} = 9,533,248\text{円/年間}$$

※フロンキーパーは漏えい15%以内に発見する事

ができるので、電氣的にも冷却にも影響がない状態なので、掛け率が1.0倍になっている。

16%の冷媒漏えいにより加算される電気料金が上記のBなので、

$$21,790,282 \text{ 円} - 9,533,248 \text{ 円} = \underline{12,257,034 \text{ 円}}$$

16年度フロンキーパーを設置して削減された電気料金 12,257,034/年間

○17年度の冷媒漏えいにより加算される電気料金
(年間漏えい7.4%で算出)

$$1,983\text{kW} \times 7.4\% \times 1.0 \text{ 倍}^* 24\text{h} \times 365 \text{ 日} \times 0.35 \text{ (稼働率)} \times 16 \text{ 円} = \underline{7,198,575 \text{ 円/年間}}$$

※こちらも上記同様15%以内の漏えいなので、掛け率を1.0倍にしている。

16%の冷媒漏えいにより加算される電気料金が上記Bなので、

$$21,790,282 \text{ 円} - 7,198,575 \text{ 円} = 14,591,707 \text{ 円}$$

17年度フロンキーパーを設置して削減された電気料金 14,591,707 円/年間

16年度削減された電気料金 12,257,034円/年間

17年度削減された電気料金 14,591,707円/年間

4. 結果

フロンキーパーを取り付けたことで温度異常になる前に早期漏えいを教えてもらえるため、大変助かると喜ん

で頂いている。さらにフロン漏えい回数は同じでも一回当りの充填量は間違いなく少なくなっている。

フロン漏えいは起こるがフロンキーパーを取り付けることで連続運転が起こることは無く、電気料金がアップしない。これだけで省エネ効果、フロン漏えい削減効果が期待することが出来る。

仮に漏えいしても、冷凍能力は十分に維持しているので商品の劣化はないのでお客様には鮮度よい商品の提供ができることと、お店側では商品ロス、販売チャンスから免れるので色々な角度からもフロンキーパーの活躍ぶりが見てとれる。

漏えい警報が出たらすぐに修理体制をとって頂くことで漏えい量削減に繋がると考える。

この度の報告書ではガス漏れの修理費まで比較しなかったが、漏えい量からしても修理費は少なくなっていると考ええる。

現在はデータを回収に出向かないと手元に入らないが、IoTを使用したシステムに変更していくことで正しい情報をリアルタイムでお客様に伝えるようにすることがまもなく完成するためにもっと正しい情報がお伝えできると思う。