

低GWP冷媒を使用した マルチ空調システム

Multi Air-conditioning System Using Low Global Warming Potential Refrigerant

*静岡製作所

要 旨

温室効果ガスによる地球温暖化への影響を抑制するため、各国排出量に対する規制を強化しており、欧州では地球温暖化係数(Global Warming Potential：GWP)の低い冷媒への転換が要求されている。そこで、三菱電機の従来機種で使用していたR410A冷媒に代わって、低GWPのR32冷媒を用いたマルチ空調システムを開発した。R410A冷媒のGWP値：2088⁽¹⁾に対して、R32冷媒ではGWP値：675⁽¹⁾であり大幅なGWP値削減になる。しかし、R32は微燃性冷媒であり、システム冷媒量が多くなる傾向のマルチ空調機に用いるに当たっては燃焼・爆発に備えた安全対策が必要になる。そのため、安全対策を考慮し、環境負荷を低減するR32冷媒を用いたマルチ空調システムを開発し、製品化した。

1. ま え が き

空調機に用いられる冷媒は、環境への影響からより環境負荷の低いものへとシフトしてきた。当社では、ルームエアコンとパッケージエアコンでR22冷媒(HCFC)からオゾン層を破壊しないR410A冷媒(HFC)への転換を実施している。加えて、更なる環境への負担軽減を目指して、よりGWP値の低いR32冷媒への置き換えを進めている。図1(a)に示した室外機と室内機が1対1又は同時運転のシステム(以下“シングルシステム”という。)では既にR32機種への置き換えを実施している。

しかし、R32冷媒は従来の冷媒と比較し、微燃性を持つという特徴がある。図1(b)に示すように1台の室外機に複数の室内機が接続され、1システム当たりの冷媒量が多くなるマルチ空調機(以下“マルチシステム”という。)では、冷媒漏えい時の燃焼安全対策が課題になっていた。そのため、マルチシステムでは冷媒量の少ない小型のハウジングマルチ機種を除きR410A冷媒を継続して使用してきた。

今回、環境負荷を低減するR32冷媒を用いたマルチ空調システムを開発した(図2)。

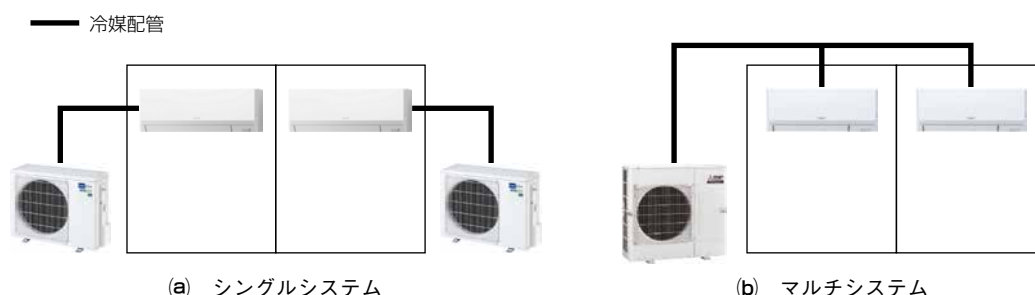


図1-シングルシステムとマルチシステム



図2- R32冷媒を用いた“PUMY-SMシリーズ”室外機

2. 市場状況と開発のねらい

欧州市場は特に環境への関心が高く、空調機の冷媒として使われているフッ素化ガスについてはF-Gas規制(Regulation (EU) No.517⁽²⁾)によって使用総量が規制されている。

現在マルチ空調機に使われているR410A冷媒についてはGWP値2088⁽¹⁾と高い上に、マルチシステムでは使用冷媒量も多いため、早急な低GWP冷媒への移行が求められる。今回の開発では、代替冷媒としてGWP値675⁽¹⁾であるR32冷媒を用いて、R32冷媒の特徴である微燃性への安全対策、及び従来機種同等のシステム柔軟性の維持を実現するマルチ空調システムの開発を目標とした。

3. 安全対策装置の検討

複数の個別空間を1台の室外機で空調するというマルチシステムの特性上、冷媒の漏えいが発生した場合にはシステム全体の冷媒が個別の部屋に漏えいしてしまう。冷媒が室内で漏えいした場合、シングルシステムの場合と比較して多くの冷媒が室内に溜(た)まり、可燃域を生成するリスクが発生する。そのため室内への漏えいを抑制する安全対策技術の導入が不可欠になる。この点がマルチ空調でR32への転換が進んでいない要因であった。

今回、従来のシステムに“室内機への冷媒センサー”“リモコンへのアラーム発報機能”“室外機への冷媒遮断弁”の三つの要素を追加することで、安全対策を実現した。これらの要素を用いて、冷媒漏えい検知時に次の制御を行うことでIEC(International Electrotechnical Commission)規格に準拠した安全性を担保する仕様とした。

- (1) 空調空間で冷媒漏えいが発生した場合、室内機に搭載した冷媒センサーで漏えいを検知する。
- (2) 漏えいを検知すると、リモコンに内蔵したアラームが発報し、ユーザーへ漏えいを知らせるとともに室外機へ情報を伝達する。
- (3) 室外機は内蔵の冷媒遮断弁を用いて室外機へ冷媒を回収し、室内へ漏えいする冷媒量を抑制する。

3.1 冷媒センサー内蔵室内機

冷媒漏えいを検知するセンサーを室内機に内蔵した。漏えいは微小な漏れであることが多いため、室内機の風量が大きな状態で運転していると空気が攪拌(かくはん)されて、検知精度が落ちる可能性がある。

このシステムではセンサー位置の検討・実機での漏えい検知試験を行い、最大風量で運転している場合でも漏えいを検知できる仕様を確立した。

また、室内機へ内蔵するに当たって、冷媒で冷やされた空気によってセンサー回路基板が結露することを防ぐため、パッキンを用いた密閉構造にして基板への空気の流入を防ぐ仕様にした。

3.2 アラーム内蔵リモコン

居室に漏えいを知らせるアラームはリモコンに内蔵とした。通常の操作で使うリモコンとアラームを共通にすることで、追加のアラームが不要なシステムを実現した。

3.3 冷媒遮断弁内蔵室外機

冷媒漏えい時、室内に漏えいする冷媒量を最小限にするためには、室内機の手前側で冷媒を遮断する必要がある。各室内機の根元に遮断弁を取り付けて、漏えい発生時に遮断するという方法も考えられるが、この方式では室内機ごとに遮断弁の設置・配線が必要になるため必要部材の増加・工事負荷の増加が課題となる。

そこで、室外機に遮断弁を搭載するシステムを検討した。室外機に遮断弁を内蔵すれば、施工時の追加部材は不要になり、従来同様に室外機の据付だけで済ませることができる。しかし、室外機に遮断弁を設置した場合、室外機—室内機間の配管や、他室内機に溜まった冷媒が漏えいして、室内機ごとに遮断弁を設置した場合に比べて漏えいする冷媒量が多くなるデメリットがあった。

この対策として、室外機に遮断弁を搭載するとともに、冷媒回収運転を行うことで、配管や他室内機に溜まった冷媒を室外機に回収し、冷媒漏えい量を削減したシステムを実現した。遮断弁は液管・ガス管それぞれに設置し、この遮断弁を

用いて室外機移設時に行う冷媒回収(ポンプダウン)と同等の動作を自動的に行う。

室内機・リモコン・室外機それぞれに安全対策要素を内蔵することで、従来のシステムに対して据付時の追加部材が不要でありつつ、従来同等の施工性を実現した(図3)。漏えい検知時の動作を図4に示す。

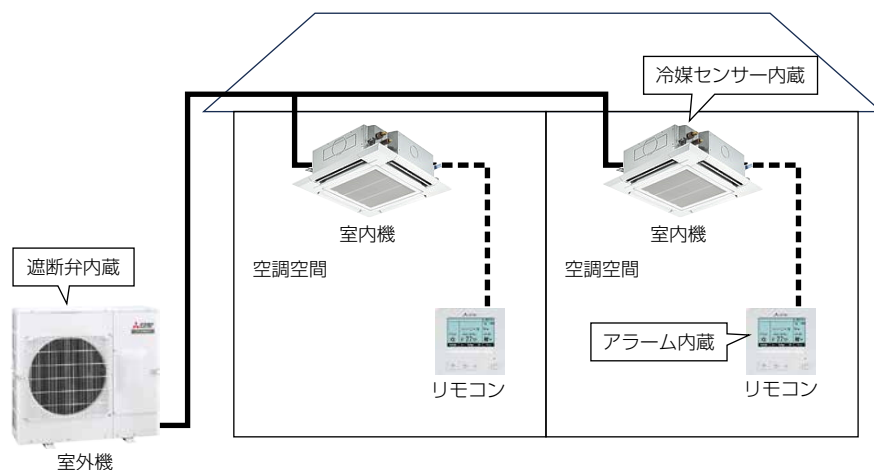


図3-安全対策装置を搭載したマルチ空調のシステム図

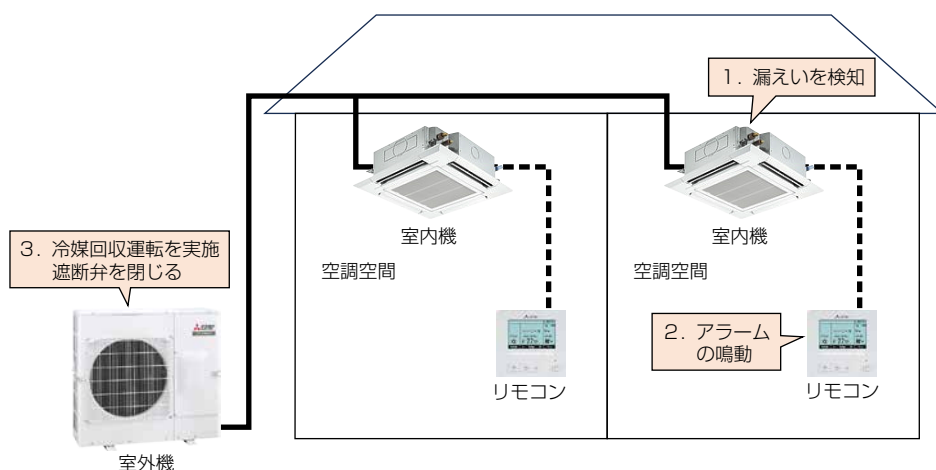


図4-漏えい検知時の動作

4. システム柔軟性の維持(分岐Boxシステム)

当社マルチ空調システムでは、室内機と室外機を直接接続する“水道管方式”に加えて、分岐Boxを経由して接続する“分岐Box方式”がある。分岐Box方式では分岐Boxが冷媒の分配・制御、通信の変換を行うことで既存のシングルシステムで用いられるルームエアコンやハウジングエアコン、パッケージエアコンの室内機をそのまま利用可能にしている。

今回の開発機種ではこの分岐Boxシステムでも安全対策を行い、R32冷媒への対応を実現した。分岐Boxを用いたシステムでは、先に述べたとおり、既存の室内機が接続可能であるという特長を維持するため、安全対策のない既存の室内機を接続可能にする別置きの“センサーアラームキット”と、これと接続可能な分岐Boxを新規に開発した(図5、図6)。

このセンサーアラームキットを分岐Boxに接続し、各室内に据え付けることで、冷媒センサー・アラームの機能を受け持つことができる。これによって、微燃性冷媒に対する安全性を確保した上で、分岐Box方式の特徴である幅広い室内機バリエーションを維持したラインアップの展開を可能にした。センサーアラームキットと分岐Boxを用いたシステム図を図7に示す。



図5- センサーアラームキットPAC-SK60SA-E



図6- 分岐Box PAC-MMK40BC

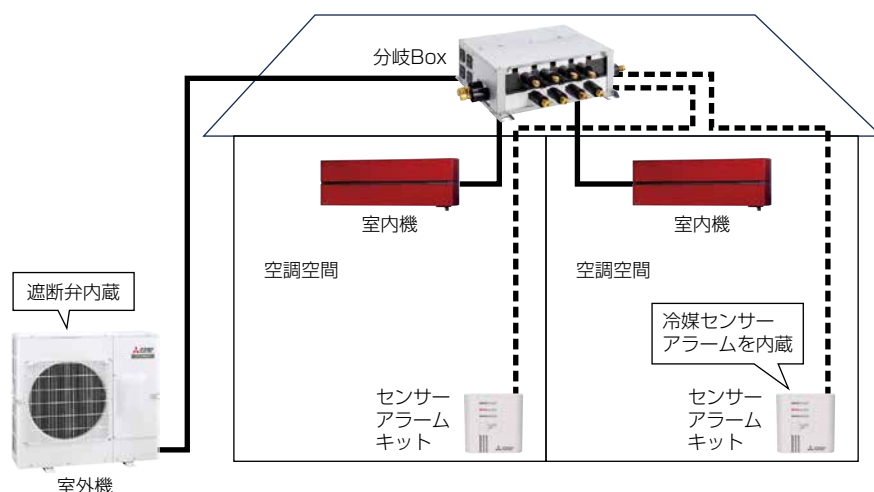


図7-センサーアラームキットと分岐Boxを用いたシステム図

5. む す び

今回、欧州向けマルチ空調機の低GWP冷媒化対応として冷媒漏えい時の安全性を確保しつつ、システムの柔軟性を維持したR32マルチシステムの開発を行った。この機種を起点として各国へ低GWP冷媒を使用したマルチ空調システムの展開を行い(日本国内向け“Fitマルチ”については2024年9月発売)、更なる地球温暖化防止・カーボンニュートラルの実現に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) The Intergovernmental Panel on Climate Change : AR4 Climate Change 2007: The Physical Science Basis
<https://www.ipcc.ch/report/ar4/wgl1/>
- (2) the European Union : Regulation (EU) 2024/573 of the European Parliament and of the Council of 7 February 2024 on fluorinated greenhouse gases, amending Directive (EU) 2019/1937 and repealing Regulation (EU) No 517/2014 (2024)
<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/573/oj>