

# R32冷媒と水を利用したビル用マルチエアコン“HVRF”

池田宗史\*  
Soshi Ikeda  
石村亮宗†  
Katsuhiko Ishimura  
本村祐治†  
Yuji Motomura

"HVRF": Multi Air Conditioner for Buildings Using R32 Refrigerant and Water

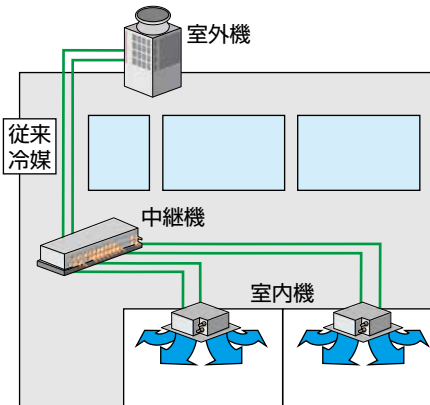
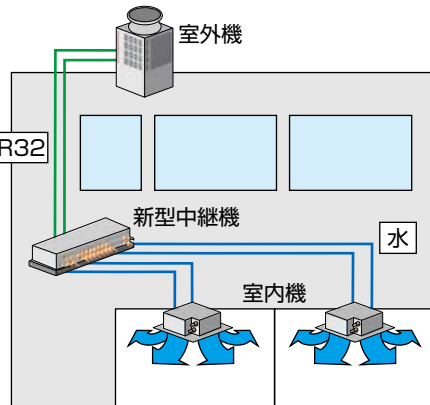
## 要旨

地球温暖化防止の観点から、温室効果ガスの生産量・消費量の削減を目的として各国の冷媒規制が強化され、空調機器に対しては、温室効果(GWP)が低い冷媒への転換が求められている。ルームエアコン等の小型空調機では、GWPが従来比1/3になるR32への切替えが進んでいる。しかし、冷媒使用量が多いビル用マルチエアコン等の大型空調機は、可燃性を持つR32を適用した場合、居室への冷媒漏洩(ろうえい)に備えた安全装置が必要になるため、設備設計・施工の複雑化とコストアップが課題である。そこで三菱電機は、R32を使用しながら、追加の安全装置が不要で、従来システムと同等の省エネルギー性<sup>(1)</sup>、機能、施工性を実現しつつ、温室効果ガス使用量を84%削減したR32冷媒と水を利用したビル用マルチエアコン“HVRF

(Hybrid Variable Refrigerant Flow)”を開発した。

このHVRFは、新たに開発した新型中継機を用いて、室外機から中継機までを冷媒で熱搬送し、中継機から室内機までを水で熱搬送する。熱搬送効率に優れた冷媒を室外機近傍の熱搬送に使用することで省エネルギー性を高め、毒性・可燃性がない水を室内機近傍の熱搬送に使用することで居室への冷媒漏洩を抑制した。この技術によって、施工性の維持と、R32適用による低GWP化と水利用による省冷媒化で温室効果ガス使用量削減を実現した。

欧州のようにフロン規制の厳しい地域では、低GWP化と省冷媒化による地球環境保全への貢献及び施工の容易性から、ビルやホテルの空調機としてのHVRFの普及が期待できる。

	従来システム	R32冷媒と水を利用したビル用マルチエアコン“HVRF”
システム構成		
温室効果ガス使用量	100%	16% (84%削減)
冷媒のGWP <sup>(注1)</sup>	100%	32% (68%削減)
冷媒の使用量 <sup>(注2)</sup>	100%	48% (52%削減)

(注1) 従来冷媒(R410A) : GWP=2,088, R32 : GWP=675, GWP値は、IPCC4次報告値  
 (注2) 試算条件は、室外機が冷房定格能力33.6kW(12HP)×1台、室内機が2.2kW(0.8HP)×20台、中継機が16分岐+4分岐、室外機から中継機までの配管長が40m、中継機から室内機までの配管長が11.2m

## ビル用マルチエアコン(2管式冷暖同時タイプ)の新旧システム比較

R32冷媒と水を利用したビル用マルチエアコンHVRFは、新たに開発した新型中継機を適用し、毒性・可燃性がない水の中継機と室内機との間の熱媒体として使用することで、可燃性を持つR32を使用しても、居室への冷媒漏洩抑制のための追加の安全装置が不要で、従来システムと同等の施工性と温室効果ガス使用量の削減を実現した。

## 1. ま え が き

低炭素社会の実現と、地球温暖化防止に貢献するため、温室効果が高いフロン(HFC(ハイドロフルオロカーボン))の排出抑制は重要と考えられる。このような背景から、欧州F-gas規制に代表される冷媒規制が強化されており、空調システムの低GWP化と省冷媒化の開発が進められている。ルームエアコン等の小型空調機では、GWPが従来比1/3になるR32への切替えが進んでいる。しかし、冷媒使用量が多いビル用マルチエアコン等の大型空調機は、燃焼性を持つR32を適用した場合、居室への冷媒漏洩に備えた安全装置が必要になるため、設備設計・施工の複雑化とコストアップが課題である。そこで当社は、R32を使用しながら、追加の安全装置が不要で、従来システムと同等の省エネルギー性<sup>(1)</sup>、機能、施工性を実現しつつ、温室効果ガス使用量を84%削減したR32冷媒適用と水利用のビル用マルチエアコンHVRFを開発した。

本稿では、HVRFの概要と導入技術について述べる。

## 2. ビル用マルチエアコンHVRF

### 2.1 HVRFの概要

HVRFは、従来システムと同様に、室外機、中継機、室内機で構成され、室外機と中継機の間及び中継機と室内機の間がそれぞれ2本の配管で接続される。HVRFは、新たに開発した新型中継機を用いて、室外機から中継機までを冷媒で熱搬送し、中継機から室内機までを水で熱搬送する。熱搬送効率に優れた冷媒を室外機近傍の熱搬送に使用することで省エネルギー性を高め、毒性・燃焼性がない水を室内機近傍の熱搬送に使用することで居室への冷媒漏洩を抑制している。そのため、HVRFでは、燃焼性を持つR32を適用しても、居室には安全装置の取付けが不要になる。また、HVRFは、中継機と室内機との間の冷媒量を削減できる。これらの結果、従来システムと同等の施工性と、R32適用による冷媒のGWP68%削減と水利用による冷媒の使用量52%削減で温室効果ガス使用量の84%削減を実現した。

#### 2.1.1 新型中継機“ハイドロ分流コントローラ”

図1に新型中継機であるハイドロ分流コントローラを示す。ハイドロ分流コントローラは、2台のプレート式の冷媒-水熱交換器、2台のポンプ及び弁ブロックで構成される。プレート式熱交換器は、室外機から供給される冷媒と室内機から流れてきた水とを熱交換する。ポンプは、中継

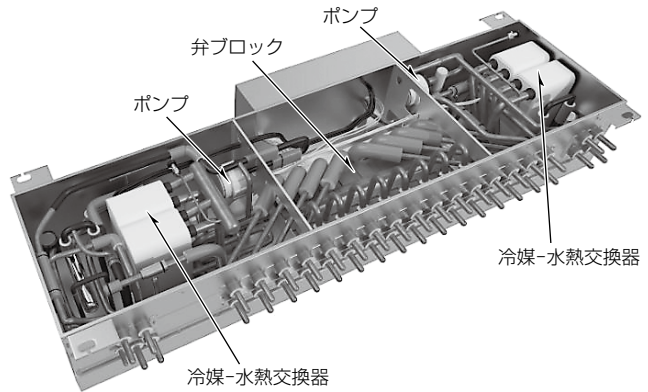


図1. ハイドロ分流コントローラ

機と室内機との間で水を循環させる。弁ブロックは、複数の切替弁で構成されており、複数の室内機ごとに、2台ある冷媒-水熱交換器のどちらか一方に水が流れるような循環経路を形成する。

### 3. 冷温水を用いた冷暖同時運転

図2に冷温水を用いた冷暖同時運転を示す。従来のビル用マルチエアコンと同等の機能を実現するためには、複数の室内機が冷房及び暖房を混在して運転する冷暖同時運転の実現が課題である。そこで、室外機から供給される冷媒の圧力を制御し、2台の冷媒-水熱交換器それぞれで冷水と温水を同時に生成する当社独自の技術を開発した。2台のポンプと弁ブロックの切替えによって、冷房する室内機には冷水を供給し、暖房する室内機には温水を供給することで、冷暖同時運転を実現した。HVRFが持つ冷房運転、暖房運転、冷暖同時運転の各運転モードでの動作について述べる。

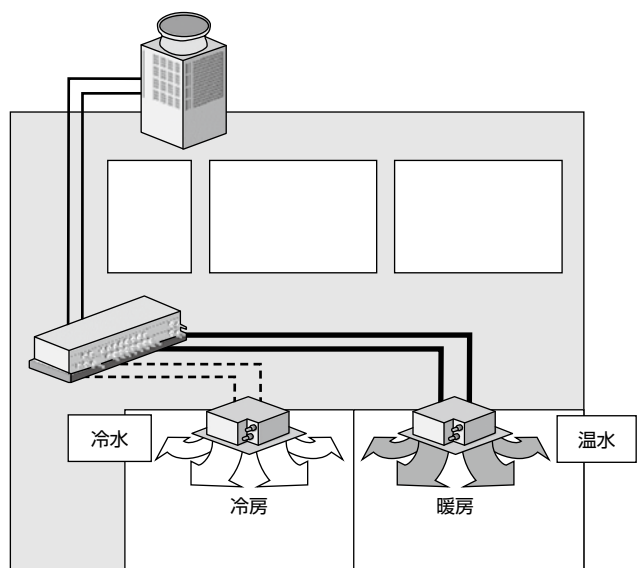


図2. 冷温水を用いた冷暖同時運転

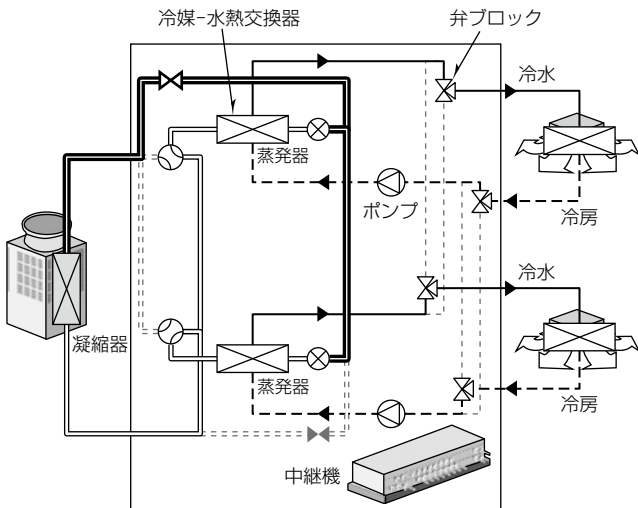


図3. 冷房運転時の動作

### 3.1 冷房運転

図3に冷房運転時の動作を示す。図中の二重実線及び実線はそれぞれ冷媒及び水の回路を示し、太線及び細線はそれぞれ高圧/高温及び低圧/低温を示す。

冷房運転に必要な冷水を生成するため、二つの冷媒-水熱交換器はどちらも蒸発器として作用する。室外機から供給された冷媒は、減圧され低温低圧になったのち、冷媒-水熱交換器に流入する。冷房する室内機を循環する水は、冷媒-水熱交換器で低温低圧の冷媒と熱交換し、冷却されて冷水になったのち、室内機へ供給される。

### 3.2 暖房運転

図4に暖房運転時の動作を示す。暖房運転に必要な温水を生成するため、二つの冷媒-水熱交換器はどちらも凝縮器として作用する。室外機から供給された冷媒は、高温高圧のまま、冷媒-水熱交換器に流入する。暖房する室内機を循環する水は、冷媒-水熱交換器で高温高圧の冷媒と熱交換し、加熱されて温水になったのち、室内機へ供給される。

### 3.3 冷暖同時運転

図5に冷暖同時運転時の動作を示す。冷暖同時運転に必要な温水と冷水を生成するために、二つの冷媒-水熱交換器はそれぞれ凝縮器及び蒸発器として作用する。室外機から供給された冷媒は、高温高圧のまま、凝縮器として作用する冷媒-水熱交換器に流入する。凝縮器を通過した冷媒は、減圧され低温低圧になったのち、蒸発器として作用する冷媒-水熱交換器に流入する。暖房する室内機を循環する水は、凝縮器として作用する冷媒-水熱交換器で高温高圧の冷媒と熱交換し、加熱されて温水になったのち、室内機へ供給される。冷房する室内機を循環する水は、蒸発器

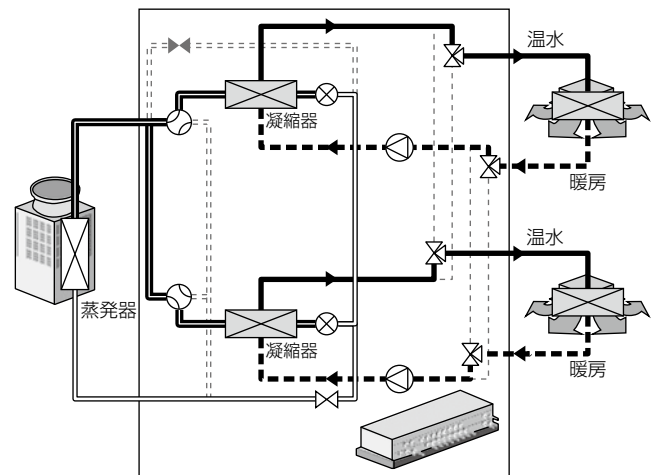


図4. 暖房運転時の動作

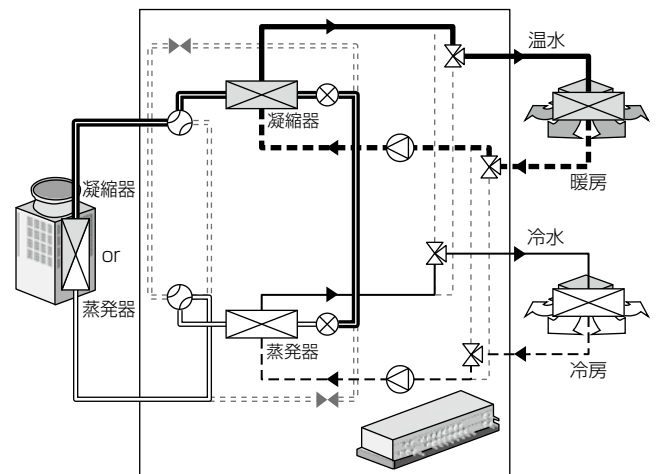


図5. 冷暖同時運転時の動作

として作用する冷媒-水熱交換器で低温低圧の冷媒と熱交換し、冷却されて冷水になったのち、室内機へ供給される。

## 4. む す び

R32冷媒と水を利用したビル用マルチエアコンHVRFの開発によって、R32適用による冷媒のGWP68%削減と水利用による冷媒の使用量52%削減で温室効果ガス使用量の84%削減に成功し、従来システムと同等の省エネルギー性<sup>(1)</sup>、機能及び施工性を実現した。

HVRFは、冷媒規制が先行する欧州で、ビル用マルチエアコンへの主要な能力範囲である冷房能力22.4~56.0kWの全てで製品化を完了した。低GWP化と省冷媒化による地球環境保全への貢献及び施工の容易性から、ビルやホテルの空調機としてのHVRFの普及が期待できる。

### 参考文献

- (1) Ikeda, S., et al.: Development of Hybrid VRF using R32 refrigerant, The 25th IIR International Congress of Refrigeration, TS-407.4 (2019)