

CO₂を用いる冷媒自然循環型冷却器の性能解析と逆循環防止法

岡崎多佳志*
野浪啓司**
山田俊成**

Performance Analysis and Control Method of the Reverse Circulation of Cooling Systems with Natural-Circulation Loop Using CO₂ Refrigerant

Takashi Okazaki, Keiji Nonami, Toshinari Yamada

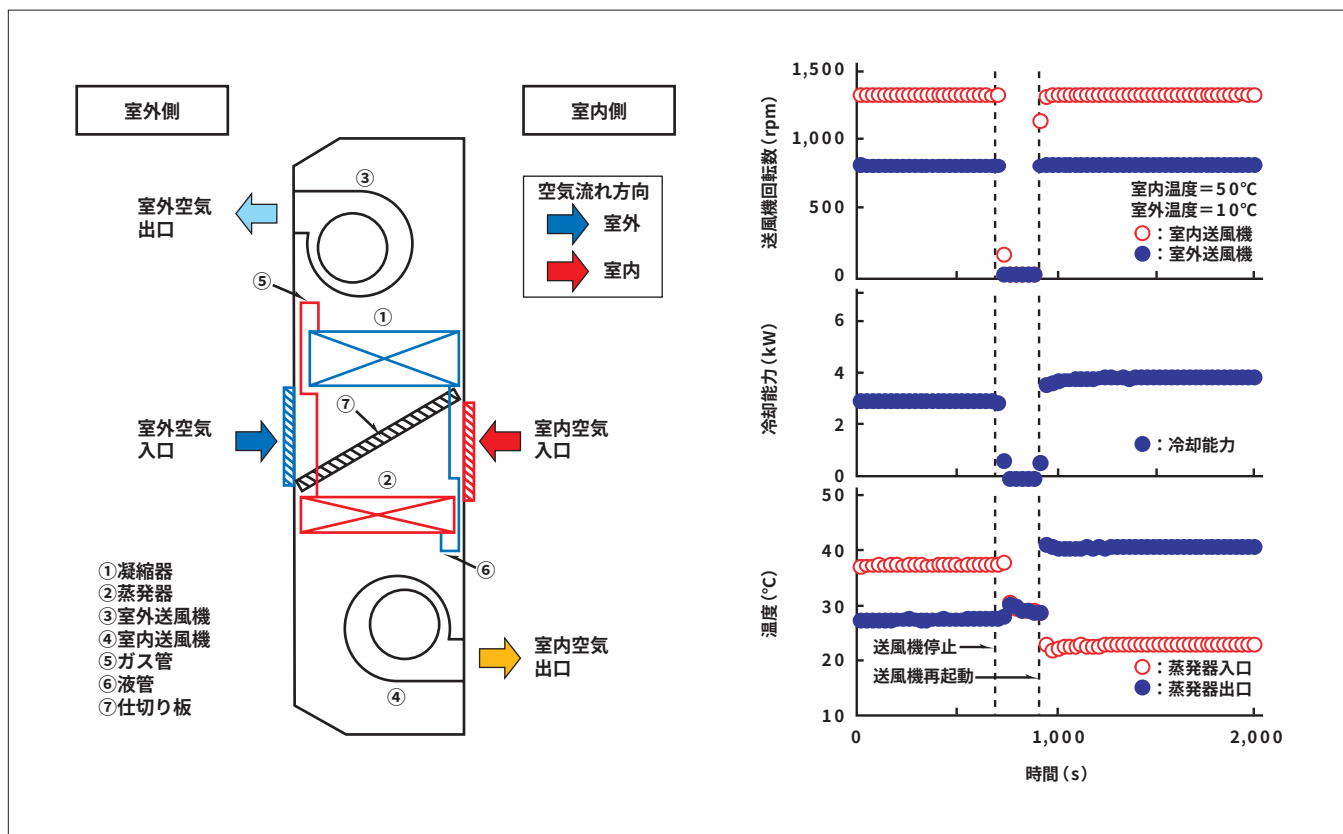
要 旨

移動体通信基地局の設置局数は年々増加し、基地局に収納される電子機器の発熱密度も増加している。この種の通年冷却に対し、従来ヒートパイプや沸騰冷却を用いる冷却器が各種提案されている。一方、近年自然冷媒採用の観点から2次ループシステムの2次側熱搬送媒体として二酸化炭素(CO₂)の利用が注目されている。CO₂を用いる冷媒自然循環型冷却器の実用上の課題は、超臨界状態(臨界温度31℃以上)での冷却能力確保や循環駆動力の低下に伴う冷却運転の安定性確保である。特に、超臨界状態からの起動特性を調べることは機器設計上重要となる。三菱電機は、CO₂を用いる冷媒自然循環型冷却器を試作し、冷却性能を実験及びシミュレーションによって調べ、HFC(Hydrofluorocarbon)系冷媒であるR410Aの場合と比較した。実験結果から、室内温度30℃(室外温度10℃)の気液二相状態では、CO₂の冷却

能力はR410Aに比べて4~13%大きくなるが、超臨界状態となる室内温度50℃(室外温度40℃)では冷却能力が約11%低下し、これらの傾向はシミュレーション結果と一致した。

また、超臨界状態からの起動特性を実験的に調べ、吸込み空気温度の分布に注目して逆循環の発生条件を推算した結果、逆循環の発生は、密度の温度依存性に起因しており、温度に対する密度変化が大きくなる臨界温度、臨界圧力付近では特に逆循環が発生しやすいことが分かった。これに加えて、逆循環が生じた場合に送風機を一時的に停止・再起動させ、逆循環を正循環に反転させる送風機制御法の有効性を調べた。その結果、送風機を停止・再起動させる本制御法の有効性が明らかとなり、この制御法が送風機の停止によって冷媒量分布を適正化するとともに、逆循環の駆動ヘッド差を低減する手法であることが分かった。

特集
I



開発冷却器の断面図と送風機制御による流れの反転

冷却器は、凝縮器①と室外送風機③が収納される凝縮器側空間、蒸発器②と室内送風機④が収納される蒸発器側空間、及びこれらの空間を仕切る仕切り板⑦から構成され、凝縮器と蒸発器がガス管⑤及び液管⑥で接続されている。送風機の停止・再起動に伴い800~1,000秒付近で蒸発器の出入口温度が逆転し、逆循環から正循環へと流れが反転している様子が分かる。