



日本冷凍空調学会賞 技術賞

ヒートポンプ方式 ななめドラム洗濯乾燥機

Slanted Drum-type Washer Dryer using Heat Pump Drying Method

1. はじめに

洗濯機市場は、近年では洗濯乾燥機の需要が拡大し、中でも節水型のドラム式洗濯乾燥機が市場を牽引している。当社では、「省エネルギー」と「ユニバーサルデザイン」をキーワードに開発を進め、2003年11月に「ななめドラム式」の洗濯乾燥機（図1）を発売した。使いやすさの追求の結果、ドラムの角度を傾けた形状にすることで、高齢者から子供まで、また車椅子を使用した場合でも、簡単に衣類の出し入れができるようになった。



図1 ななめドラム洗濯乾燥機

しかし、乾燥には多くの電力と水が必要であり、また、ドラム内が高温になるため、途中でドアを開けられないという使い勝手の悪さもあった。「ななめドラム」を進化させるため、従来のヒータ式に替わり、新たな乾燥方式となる「ヒートポンプ乾燥方式」を開発した。

2. ヒートポンプ乾燥方式の特徴

これまでの洗濯乾燥機の乾燥方式（図2上）は、各社とも電力を熱へと変換する電気ヒータを温風の加熱手段として利用していた。一方、ヒートポンプ乾燥方式（図2下）では、電力はコンプレッサを駆動するために使用し、冷媒を循環させることで、吸熱側熱交換器において入力約2～3倍の熱量を空気から吸熱して、放熱側熱交換器において、吸熱した熱量にコンプレッサ入力分を加えた熱量を空気に対して放熱する。

今回開発したヒートポンプ乾燥方式では、従来のヒータ式に比べ必要な電力が約1/2に対して、加熱は約2倍である。衣類の水分を蒸発させるための加熱能力が向上するため、乾燥時間短縮も可能となった。

ここで、吸熱側熱交換器における吸熱は、ドラムを通過し、衣類から水分を蒸発させた後の湿った空気から行うものである。このとき、湿った空気は露点温度以下



中本重陽*
Shigeharu NAKAMOTO



朝見直*
Tadashi ASAMI



西島秀男*
Hideo NISHIHATA



椎崎啓*
Hiraku SHIIZAKI



田中優行**
Masayuki TANAKA

で冷却され、除湿されることになる。冷却除湿の手段として、従来のヒータ式では水道水を利用した水冷が主流であり、水とともに熱も外部へ捨てていたが、ヒートポンプ乾燥方式では水を使わず、熱を回収して再利用する

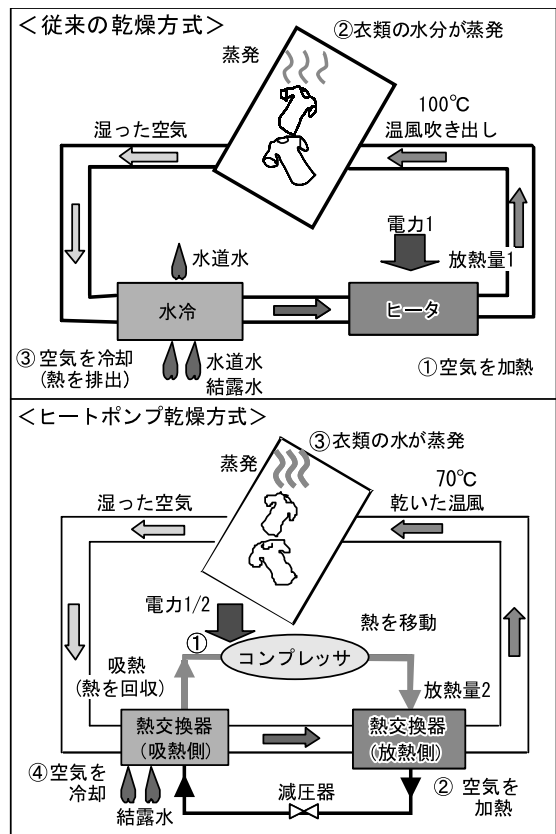


図2 乾燥方式の違い

* 松下電器産業(株)松下ホームアプライアンス社
Matsushita Home Appliances Company, Matsushita Electric Industrial Co.,Ltd.
** 松下冷機(株)
Matsushita Refrigeration Company
原稿受理 2007年2月23日

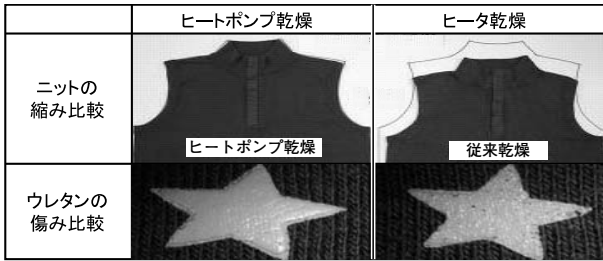


図3 乾燥の仕上がり比較

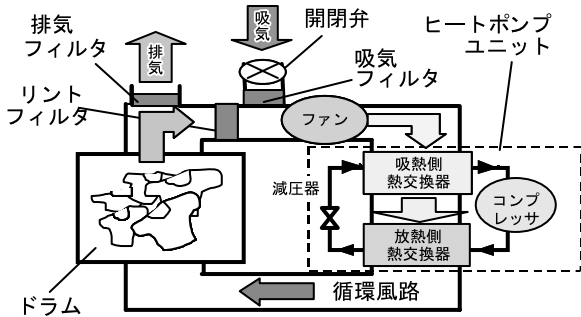


図4 外気導入による冷凍サイクルの安定化

ため、節水・省エネである。

一方、ヒートポンプで得られる温風温度は約70℃で、低温の乾燥空気を使って乾燥させることになる。低温で乾燥させるためには、従来の2倍近くの風量を必要としたが、これによってドラム内はそれほど高温になることがなく、ユーザーは乾燥途中、いつでもドアを開けて衣類の出し入れをすることができる。また、低温乾燥による新たな訴求として、図3に示すように衣類の縮みや傷みを抑えることができた。

3. 洗濯乾燥機におけるヒートポンプ応用

乾燥性能向上には、温風の温度はより高く、湿度はより低いほうがよい。温風温度を高くするには、冷媒の凝縮圧力(温度)を高くする必要がある、温風湿度を低くするには、蒸発圧力(温度)を低くして冷却除湿能力を上げる必要がある。つまり、凝縮圧力をコンプレッサに過負荷がかからない程度の高い圧力に維持しながら、蒸発圧力をなるべく低くするような冷凍サイクルを実現する必要があった。

図4に示すようにヒートポンプ乾燥方式では、ヒートポンプと回転ドラム(乾燥室)を通る乾燥用空気は循環しているため、循環風路内にコンプレッサの入力相当の熱が常に加えられ、循環空気の温度が上昇する。そのため、これと熱交換する冷媒の圧力(温度)も上昇し続け、凝縮圧力が所定以上の圧力を超えると、コンプレッサに過負荷が生じる。これを回避する手段として、コンプレッサを低速で回転させ、循環風路内に加える入力自体を減らす制御が必要となる。しかしこれは、前記の乾燥性

能向上に必要な高い凝縮圧力を維持しながら、蒸発圧力を低くする冷凍サイクルと相反するものである。そのため、高速回転時のコンプレッサ入力相当の熱を循環風路外へ放熱させる必要がある、そこで、放熱効率の優れた外気導入方式を開発した。本方式はファンの送風による負圧と動圧とリントフィルタで生じる圧損を利用して、冷たい外気を吸気し、

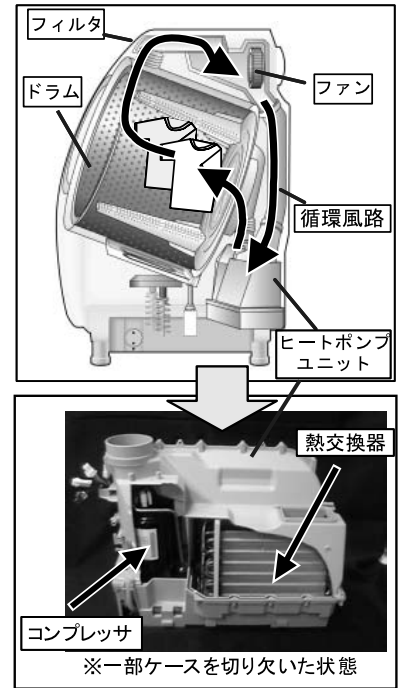


図5 全体構成とヒートポンプユニット

高温空気を排気することによって放熱を行うものである。さらに、吸気経路には開閉弁を設け、周囲環境の温度や乾燥用空気の温度などに応じ、循環風路外への放熱を適切に制御するように構成したものである。

一方、実装面では(図5)、ヒートポンプ装置を洗濯乾燥機に搭載するにあたり、性能を確保しつつ、製品後方下部の限られた三角スペースに収めるため、小型高性能コンプレッサの開発と熱交換器を含めたヒートポンプユニットのコンパクト化を行った。

4. おわりに

ドラム洗濯乾燥機において世界初のヒートポンプ乾燥方式を確立し、当社1年前の従来機種に対し、洗濯から乾燥まで、消費電力量54%低減(4000Wh→1840Wh)、使用水量57%低減(150L→65L)を実現した。ランニングコストで考えると、年間の電気・洗剤・水道代合計約26,600円で、従来機種に比べて、約24,000円も少ない。併せて、乾燥所要時間46%短縮(230分→125分)し、乾燥後の衣類の上質な仕上がりを実現した。また、いつでもドアを開けて衣類を出し入れできるようにすることで使い勝手をよくし、ユニバーサルデザインを進化させた。ヒートポンプ乾燥方式ななめドラム洗濯乾燥機は、2005年11月28日に発売されヒット商品となり、冷蔵庫やエアコンだけでなく、ヒートポンプ技術応用商品で洗濯乾燥機という新たな市場が創出された。今後も、本質機能・省エネルギー・ユニバーサルデザインに磨きかけた商品開発に取り組んでいく。