

## 膨張弁を通過した冷媒の気液二相流動現象の可視化

## Two-phase Flow Visualization of Refrigerant Fluid at Expansion Valve

○正 藤井 康彦 (太平洋工業) 正 木村 繁男 (金沢大) 正 齋藤 隆之 (静岡大)

正 木綿 隆弘 (金沢大) 正 松村 和彦 (太平洋工業)

Yasuhiko FUJII, Shigeo KIMURA, Takayuki SAITO, Takahiro KIWATA and Kazuhiko MATSUMURA

Pacific Industrial Co., Ltd. Godo-cho, Anpachi, Gifu, 503-2397

Key Words : Two-Phase Flow, Refrigerant Fluid, Air Conditioner, Expansion Valve, Visualization, Noise

## 1. 緒論

近年、家庭用及び事務所・店舗用の空気調和装置において、低騒音化が要求され、冷媒の流れに起因して発生する冷媒流体音、振動音が騒音としてクローズアップされてきた。冷媒の流れに起因する騒音の内、特に膨張弁内部の絞り機構部で発生する冷媒流体音と振動音の低減が重要となってきた。膨張弁の絞り機構部を冷媒が通過する際発生する冷媒流体音は、従来から存在しておりシステムとしての研究がなされている。しかしながら、膨張弁の絞り機構部に焦点を当て、冷媒流れの可視化と計測による実験で、気液二相の基礎的な流体現象を解明した研究はほとんど見当たらない。そこで本研究では、膨張弁の絞り機構部の気液二相の流体現象に焦点を当て、絞り機構部流れの可視化及び流体の圧力と温度の計測により、音源である流体の変動現象解明を行った。

## 2. 実験装置と実験方法

使用冷媒がR410aの家庭用空気調和装置を利用し、実験に最適な可視化装置を開発した。可視化装置は実験に必要な強度、精度、透明度等を持つべく改良を重ね、最適な材質、体積、形状による設計と複合成形による工法で確立をした。可視化はレーザー光(CW-YAG:静岡大)を当て、高速ビデオカメラ(Phantom V9.0:静岡大)により撮影を行った。また、圧力と温度の測定装置を可視化装置と同形状に製作し、可視化と対比できるようにした。圧力と温度の測定位置は、流れの変化に対応できるように膨張弁の絞り機構部の上流側と下流側に分散して設置した。実験条件は圧縮機回転数4条件、膨張弁の絞り機構部の弁開度4条件の合計16条件とした。

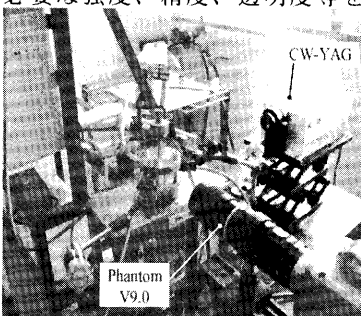


Fig.1 Photo of experimental device  
対応できるように膨張弁の絞り機構部の上流側と下流側に分散して設置した。実験条件は圧縮機回転数4条件、膨張弁の絞り機構部の弁開度4条件の合計16条件とした。

## 3. 実験結果及び考察

図2に試験条件が圧縮機回転数1920rpm弁開度150°を例にした絞り機構部の可視化全体写真を示す。絞り機構部の管内壁面に焦点を合わせ、外部から撮影したもので、絞り機構部の上流側で冷媒が液状態となるのが確認される。下流側では、膨張過程であるテーパー部に気液二相の白濁事象が確認される。膨張弁絞り機構部の上流側は、すべての試験条件で図2と同じく冷媒が液状であったため各条件での撮影は、詳細現象を明確にすべくテーパー部分を拡大した。代表として弁開度100°、圧縮機回転数4条件の

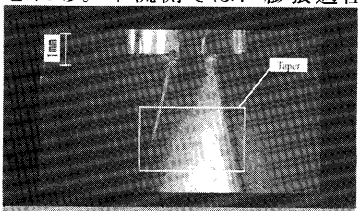


Fig.2 Flow-visualization photo at expansion valve  
テーパー部可視化写真を図3(a)、(b)、(c)、(d)に示す。現象を順に見ると圧縮機の回転数4条件とも共通に見られるのがキャビテーションの発生で、気泡と液が混合された状態となっている。気泡の大きさを測定すると数十μm程度である。また、圧縮機回転数1260rpm、1920rpm、2880rpm、3480rpmそれぞれの差異は写真からでは明確に

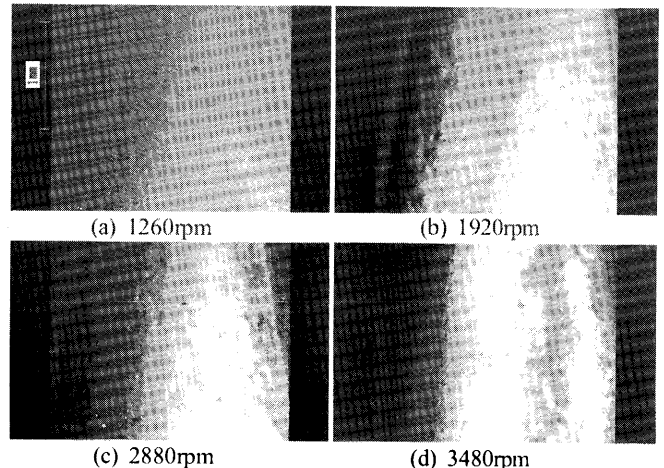


Fig.3 Flow-visualization at valve opening 100pulse

はわからない。これらの流動様式は、環状噴霧流においてさらに管の表面上に気泡が現れているものと推測される。150°の現象は100°と類似している。200°では流れが100°、150°と少し異なり層状になっている。また一部にキャビテーションの発生らしきものが見られるが100°、150°に比べ顕著なものではない。200°では圧縮機の回転数4条件とも類似した流動様相で、流動様式は環状噴霧流と推測される。また300°の現象は200°と類似している。過去より冷媒流体音と振動音は、圧縮機回転数が比較的低く膨張弁の絞り機構部の弁開度も小さい時に発生する傾向が確認されている。これと考え合わせると弁開度100°と150°の流れの現象が冷媒流体音と振動音の発生源に関与する可能性が考えられる。次に、可視化装置をブロックごと交換し、可視化の場合と同条件で冷媒圧力と冷媒温度を測定した。冷媒圧力は、絞り機構部上流側圧力間に差がなく、下流側間にも差がないが、絞り機構部を挟んだ上流側と下流側には顕著な差がある。その差は圧縮機回転数の増加とともに拡大傾向にある。冷媒温度は上流側2箇所それぞれ差があり、絞り機構部を挟んだ上流側と下流側にも差があるが、下流側2箇所間には差が見られない。

## 4. 結論

空気調和装置に使用される膨張弁の絞り機構部で発生する気液二相の流体現象について、流れの可視化及び計測実験を行い以下の結果を得た。

- (1) 当実験に最適となる可視化装置を開発し、それによる膨張弁の絞り機構部の有用な可視化ができた。
- (2) ニードルが挿入された絞り機構部の上流側で、冷媒が液状態となっていることと、絞り機構部の下流側となるテーパー部分が気液二相状態で流動することが確認された。

## 参考文献

- (1) 観音・ほか2名、三菱重工技報, Vol. 28 No. 2 (1991-3), 135
- (2) 梅田ほか6名、機論(B編) 59巻557号 (1993-1)
- (3) 宮本悠樹・齋藤隆之、機論(B編) Vol. 71, No. 51307-1313 (2005)
- (4) T. saito, K. Tsuchiya and T. Kajishima, Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 29, 305-313, (2005)