

吸収式冷凍システムのシミュレーション評価

Computer Simulation of Absorption Refrigerting System

○白山裕也*,千田洋*,栗原伸夫*

Yuuya Shirayama*,Hiroshi Thida*,Nobuo kuruhara

*八戸工業大学 大学院

*Hachinohe Institute of Technology

キーワード：吸収式冷凍システム (Absorption Refrigerting System), コンピューターシミュレーション (Computer Simulation)

連絡先：〒031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1 八戸工業大学 大学院工学研究科
機械システム工学専攻 栗原研究室

白山 裕也,Tel: (0178) 25-8174,Fax: (0178) 25-2008,E-mail:m02110@stud.hi-tech.ac.jp

1.研究目的

近年ターボ冷凍機の冷媒であるフロンガス (CFC、HCFC) によるオゾン層の破壊が大きな環境問題となっている。オゾン層を破壊しないとされている代替フロン (HFC) も地球温暖化係数 (GWP) が高いという問題があり、環境問題におおきな難点が残る。ターボ冷凍機に比べ吸収式冷凍システムは自然冷媒である水やアンモニアを使用でき、駆動源に廃熱や太陽熱が利用できるなど省エネルギー性からも環境に優しい空調システムといえる。しかし、吸収式冷凍システムを設計製作するうえで環境条件や用途に応じた最適化のために試作を繰り返す事により生じる時間的、経済的負担が問題となっている。本研究の目的はコンピューターシミュレーションによる吸収式冷凍システムの事前評価の可能性を試みて、吸収冷凍システムの設計製作の負担を軽減するシミュレーターを開発する事である。

2.研究内容

本研究のモデルとなる吸収式冷凍システムは水+LiBrを用いたシステムである。このモデルは冷媒である水の気化熱で冷水を得る仕組みで業務用、家庭用に広く使用されている吸収冷凍システムである。このモデルでのシステムの主要要素として、冷媒の気化熱を利用し冷水を作り出す Evaporator、Evaporator で発生した冷媒蒸気を吸収液により吸収する Absorber、吸収液を加熱し吸収液の濃度を上げる Generator、冷媒蒸気を冷却水にて冷媒に戻す Capacitor の4つに分けられる。シミュレーションモデルを構築するにあたって必要となってくる物理特性、運用条件などは実在機のそれとし、シミュレーションモデルの組み込み評価試験を行う。

3.シミュレーター開発環境

本研究では MathWorks 社で開発している汎用数値解析プログラム MATLAB / Simulink を用いて吸収冷凍システムのシミュレータの開発を行った。Simulink を用い

る利点として他のプログラム言語等とは違い比較的容易に、本格的な動的シミュレーターを構築できる点、サブシステム機能等、視覚的に見やすく作業性の向上が図れる点が上げられる。前者は本研究のシステム性能が変化していく様子を評価するにあたって重要な点であり、後者は比較的大きなシミュレーションモデルを構築する場合に効率面から言って重要な点であるといえる。

4.進捗状況

製作したシミュレーションモデルは、いくつかの未完成ブロックがあるがシステム全体としての動作を行える状況にあり、段階的にシステムの動作試験を行っている。Fig.1 にシステムの全体図を示す。この図の中央上から Generator & Capacitor、HeatExchanger、Absorber&Evaporator となっている。各ブロックはサブシステムの集合体となっており、それらの中に物理式やテーブルが収められている。

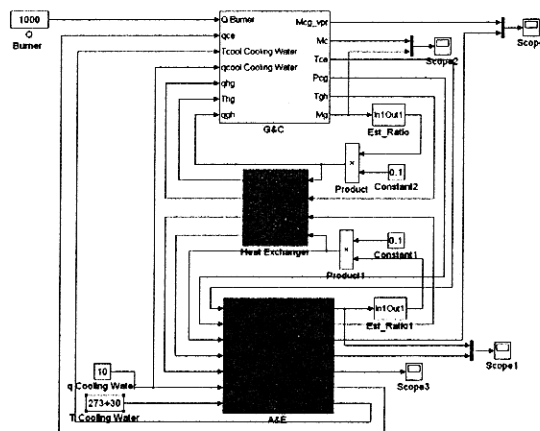


Fig.1 シミュレーションモデル全体図

左側に配置されているブロックは熱源入力側となっており、反対側のブロックは冷水出力、各状態のモニター側となっている。Fig.2 に Heat Exchanger 単体による試験結果、Fig.3 にシミュレーター全体での動作時の

Generator の冷媒量、Fig.4 に Capacitor の冷媒量、Fig.5 に Generator&Capacitor 内部圧力を示す。

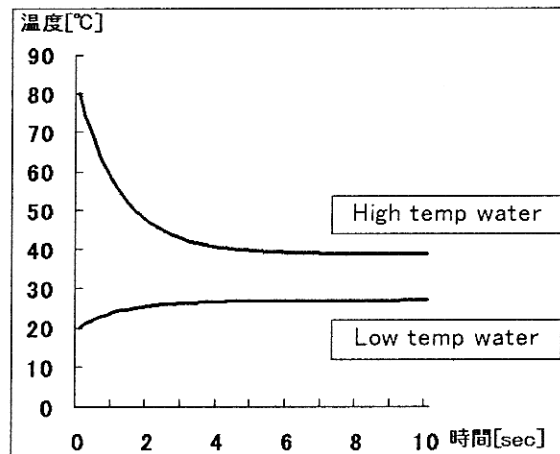


Fig.2 熱交換器単体シミュレーション

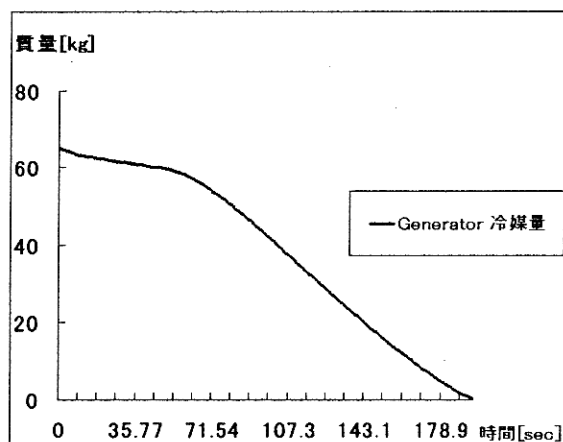


Fig.3 Generator の冷媒量

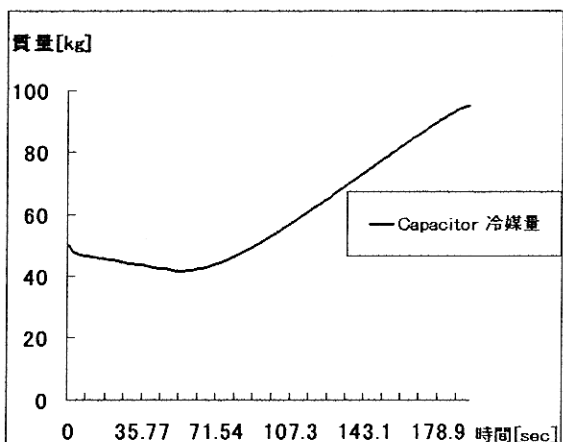


Fig.4 Capacitor の冷媒量

Fig.2 においてシミュレーション開始と共に Heat Exchanger を流れる高温水、低温水の温度が変化していき、熱交換を行っている様子がわかる。このシミュレーションでは高温水よりも低温水の流量を多く設定しているために定常時の温度は低温側よりとなっている。シミュレーションの結果からこの熱交換器単体での正常動作を確認した。

Fig.3 は Generator の冷媒量が増加していく様子である。シミュレーションの開始直後から冷媒量が低下していき、途中から更なる低下を見せている。最終的に Generator は枯渇している。Generator で冷媒量が 0 になればシミュレーションを強制停止するようにしているのでこの時点でシミュレーションが終了している。

Fig.4 でも同じように冷媒量の低下が見られるが、Fig.3 とは違い途中から増加している。これは Generator から供給される冷媒蒸気が多すぎる為だと思われる。Generator に供給される外部からの熱源を適正に制御するブロック、冷媒循環用のポンプなどを調整する必要がある。

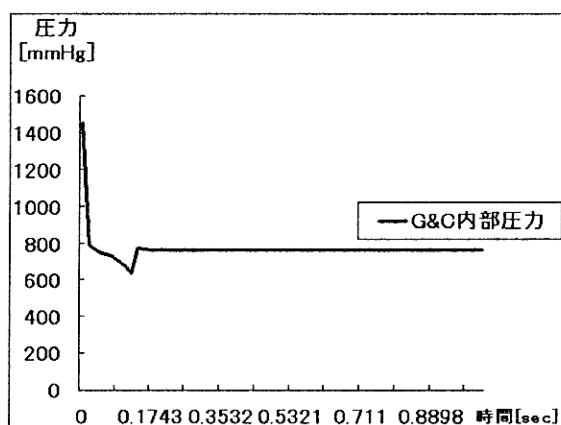


Fig. 5 G&C 内部圧力

この図は Generator&Capacitor 内部圧力の初期値を定常値ととっているが、計算上の 2 倍の値からシミュレーションが開始している。しかし開始と同時に内部圧力が

急激に低下していき、ある点まで低下をすると定常値で落ち着かせるように適切な制御を行っている様子がわかる。

5.今後の課題

現在未完成になっているブロックを完成させ、シミュレーションモデルの冷水出力の負荷変動、駆動源の熱量変化などシミュレーション実行中に入出力系を手動で変更できるようにする等の改善をし、システムの動作安定性を高めさまざまな運用条件でのシミュレーション評価を行う。実機の試作品から各種データを取りそれをシミュレーションモデルに組み込み完成度を高める。水+LiBr 以外の冷媒、吸収液の組み合わせの条件でシミュレーションを行い、溶媒特性などに応じてシステムが変化する様子を再現し、システム性能、安定性を検討する。

6.参考文献

- 日本冷凍協会：吸収冷凍機とヒートポンプ (1982)
- 日本冷凍協会：冷凍用自動制御機器 (1985)
- サイバネットシステム：MATLAB 技術トレーニングコース試料 (2002)