

# 単効用吸収式冷凍機におけるサイクルの性能解析

熱エネルギー工学研究室 秋山浩史朗

## 1. 緒言

吸収式冷凍機とは、圧縮式冷凍機の圧縮機のもつ役割を吸収剤を用いて化学的な方法に置き換えて冷凍サイクルを形成する冷凍機である。吸収式冷凍機の特徴としてフロン類を使用せず、消費電力が少ないという点が挙げられる。またコージェネレーションシステムや、工場などでの廃熱の有効利用などへの適用が進められている。しかしながら、COP(成績係数)が圧縮式冷凍機に比べ低いという問題がある。そこで本研究では、吸収冷凍サイクルのサイクルシミュレーション法を開発し、サイクルを構成する各要素機器における温度、濃度、圧力などの変化がCOPにどのように影響するのかを検討し、またCOP向上のための基礎的知見を得ることを目的とする。

## 2. 解析モデル

本研究では水-臭化リチウム系単効用吸収式冷凍機を対象にサイクルの性能解析を行う。解析対象とした吸収冷凍サイクルをFig.1に示す。各要素における水(液体、気体)、LiBr(臭化リチウム)水溶液のエンタルピーを圧力、温度、濃度より推算し、吸収冷凍サイクルを構成する再生器、凝縮器、蒸発器、吸収器、および熱交換器の熱収支式をとる。

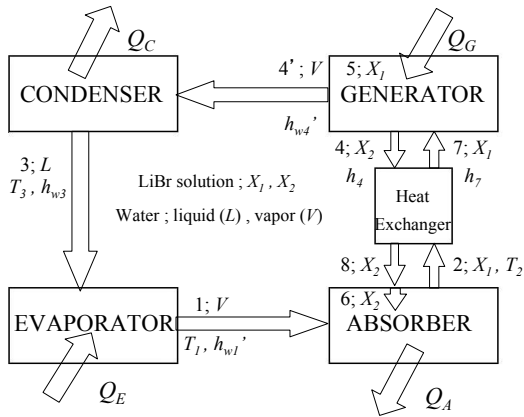


Fig.1 The outline of the absorption freezing cycle

各要素の入口と出口におけるエンタルピーを求め、得られたエンタルピーを用いて式(1)よりCOPを算出する。

$$COP = \frac{Q_E}{Q_G} = \frac{h_{w1}' - h_{w3}}{(a-1)h_4 + h_{w4}' - ah_7} \quad [-] \quad (1)$$

ここで、 $h_w$ は水の比エンタルピー[kJ/kg]、 $h_w'$ は水蒸気の比エンタルピー[kJ/kg]、 $h$ はLiBr水溶液の比エンタルピー[kJ/kg]である。また $a$ は溶液循環比であり、式(2)より与える。

$$a = \frac{X_2}{X_2 - X_1} \quad [-] \quad (2)$$

ここで $X_1$ 、 $X_2$ はそれぞれ稀溶液濃度[wt%]、濃溶液濃度[wt%]である。解析条件として冷凍出力 $Q_E = 352\text{kW}$ として冷媒循環量を決定し、溶液濃度差 $\Delta X (= X_2 - X_1)$ を4wt%、凝縮器出口温度 $T_3 = 40^\circ\text{C}$ と設定し、蒸発器出口温度 $T_1$ 、吸収器出口温度 $T_2$ を変化させて解析した。 $T_1$ は蒸発器で水が熱を奪って蒸発する温度であり、冷媒循環量、各要素でのエンタルピー、COP

に対して重要なのか検討するため変化させた。また $T_2$ は稀溶液濃度を決定するもので、濃度の違いが各要素の熱量やCOPにどの程度影響するのかを検討するため変化させた。

## 3. 結果と考察

Fig.2に $\Delta X = 4\text{wt\%}$ 、 $T_2 = 30, 34, 38^\circ\text{C}$ とした時の、 $T_1$ とCOPの関係を示す。 $T_2$ が一定で $T_1$ を変化させた場合、COPに及ぼす影響は小さいことがわかる。蒸発器と吸収器の圧力は等しく、 $T_1$ で決定される。また $X_1$ は吸収器の圧力と $T_2$ で決定されるが、 $T_1$ による圧力への寄与が小さいため、 $T_1$ を変化したときの $X_1$ に対しての影響は小さい。そのため再生器で必要とされる加熱量 $Q_G$ の違いも小さく、COPへの影響が小さいと考えられる。

Fig.3は $T_1 = 4^\circ\text{C}$ 一定とし、 $T_2$ が変化した場合における $T_2$ とCOPの関係を示す。 $T_2$ の増加に伴いCOPが減少している。 $T_2$ の増加によって $X_1$ が増加し、 $\Delta X$ 一定より $X_2$ も増加する。このため $a$ が増加することになる。式(1)から $a$ が増加することにより $Q_G$ が増加し、 $Q_E$ が一定のためCOPが減少する。また $X_2$ が増加することにより再生器出口における濃溶液および水蒸気の比エンタルピー $h_4, h_{w4}'$ が増加することも影響していると考えられる。

今回は蒸発器出口温度 $T_1$ と吸収器出口温度 $T_2$ の影響を検討したが、他の条件や再生器での熱交換速度、熱交換器での熱交換効率などを詳細に検討しCOPの最適条件を検討する。

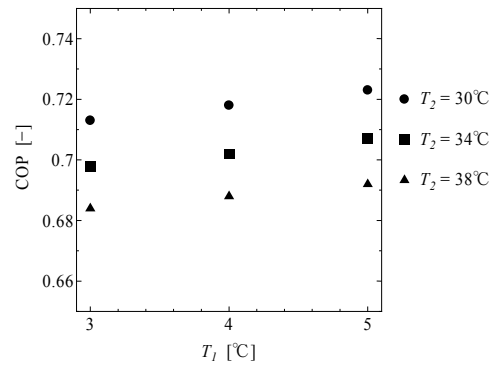


Fig.2 Relations of  $T_1$  in each  $T_2$  and COP

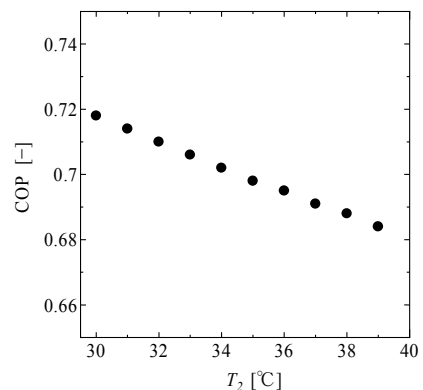


Fig.3 Relations of  $T_2$  and COP ( $T_1 = 4^\circ\text{C}$ )