

# 水冷媒ターボ製氷機による氷蓄熱システム

結城 了介 (ゆうき りょうすけ) 三建設備工業(株) 技術本部 つくばみらい技術センター 主査

## 1. はじめに

現在、広く普及している蒸気圧縮冷凍機の多くはフロンを冷媒としている。フロンは冷凍用冷媒として優れた物性を有するが、大気に放出された場合、オゾン層破壊や地球温暖化ガスとして地球環境に悪影響を及ぼす。近年ではフロンに対する規制により、オゾン層破壊係数 (ODP) ゼロの代替冷媒 (HFC 冷媒) への切り替えが進んでいるが、地球温暖化ガスとしての問題は残されている。地球環境に悪影響を及ぼさない自然冷媒への関心が高まってきている。

氷蓄熱システムは高密度蓄熱が可能であり、電力負荷平準化対策として有効な技術である。一般的に現場築造型の氷蓄熱システムは構成機器が多く、運転や維持管理が煩雑となる場合が多い。また、製氷システムは効率的な問題があり、一次エネルギー換算 COP が 1.0 未満となるシステムが多い。

本稿で紹介する水冷媒ターボ製氷機による氷蓄熱システム (以下、水冷媒ターボ氷蓄熱システム) は、安全無害な自然冷媒である“水”を用いたシンプルで高効率 (一次エネルギー換算 COP が 1.0 以上) の氷蓄熱システムである。

## 2. 水蒸気圧縮冷凍の特長

### 2.1 水冷媒

水の大気圧での沸点は 100℃ であるが、圧力を下げれば沸点は低下し (図 1 参照)、絶対圧力が約 0.6 kPa (大気圧の 1/200) では沸点は 0℃ となる。水を真空圧力下で作動させれば冷凍用冷媒として利用可能である。また、水の冷凍用途での理論成績係数は代替フロンやアンモニアと同等の値を示す。水は安全無害で地球環境に優しい自然冷媒としてだけでなく、効率面でも有用性の高い冷媒である。

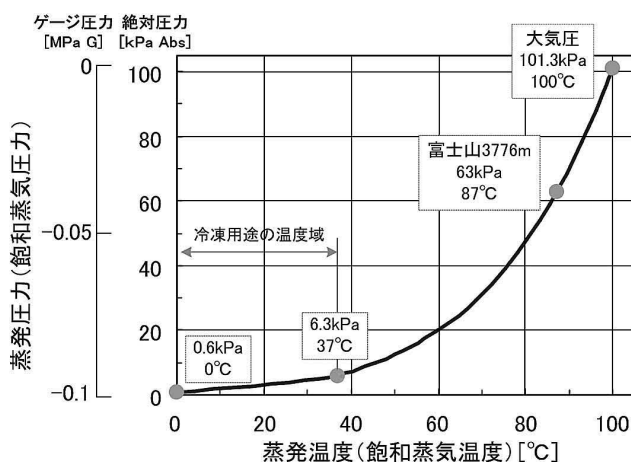


図 1 水の蒸発温度と蒸発圧力

水冷媒の冷凍用冷媒としての課題は、作動圧力が真空圧下となるため、圧縮する蒸気体積が大きくなること (R134a 対比、約 250 倍)、圧力比 (凝縮圧力/蒸発圧力) が高くなること (R134a 対比、約 3 倍) が挙げられる。実用の圧縮過程では大容量・高圧力比の圧縮機が必要となる。

### 2.2 水冷媒の冷凍プロセス

フロン冷媒等を使用した蒸気圧縮冷凍 (以下、従来圧縮冷凍) と水を冷媒とした水蒸気圧縮冷凍 (以下、水冷媒冷凍) の冷凍プロセスの模式図を (図 2、図 3) に示す。

水冷媒冷凍の冷凍プロセスは冷媒の蒸発、圧縮、凝縮の各過程で構成され、基本的には従来圧縮冷凍と同じである。水冷媒圧縮冷凍が従来圧縮冷凍と異なる点として、

- ・熱交換器を使用しないオープンシステムが可能 (直接蒸発、直接凝縮)。
  - ・凝縮過程後の膨張弁が無い。
  - ・冷凍機油を使用しない。
- の三点が挙げられる。

特に直接蒸発と直接凝縮は、構成機器として熱交換