

# お悩み相談室

## 84 冷却塔を利用した省エネルギー手法(その2)

設備お悩み解決委員会

相談 81

冷却塔による省エネルギー技術「フリークーリング」について教えてください。

◎冷却塔で冷水をつくる?

冷却塔の設計条件(たとえば湿球温度 WB27℃)は、通常、年間 10 時間程度しか出現しないため、WB < 27℃の条件では、出口温度が設計温度(たとえば 32℃)より低くなります。これを応用し、低温の冷却水をつくる技術を説明します。

中間期～冬期では除湿が不要な場合が多く、室内温度 26℃、空調機の給気温度 16℃の場合、冷水送水温度は 11～13℃で済みます。この温度程度の冷水は冷却塔で直接製造でき、この技術を「フリークーリング」(以下「FC」と記す)と呼びます。

◎FCの原理

冷却水は冷却塔内で空気と接触し、図1の矢印のような熱移動により冷却されます。このとき、設計出口水温 32℃と設計 WB27℃の差を「アプローチ」と呼び、一般に 5℃deg 程度を採用します。

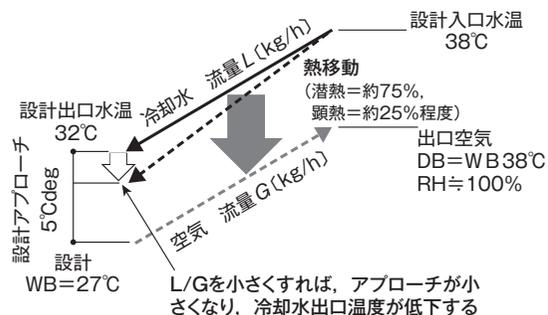


図1 冷却塔内の熱移動の一例

他方、冷却水流量  $L$  [kg/h] を空気流量 (ファン風量)  $G$  [kg/h] で除したものを「 $L/G$  (エルバイザー)」と呼び、空調用冷却塔では一般に 1.2～1.5 前後の値となります。

この数値を「小さくする」には、 $L$  は変えずにファン運転台数を増やし、分母の  $G$  を大きくする方法が一般的です。設計条件  $L/G$  を 100% としたとき、 $G$  を大きくして数値が 90% である場合を「 $L/G$  比 90%」などと表記します。このとき、塔内で水に接触する空気量が相対的に増え、より冷却が進んで、出口温度が WB に近づいて (アプローチが小さくなり)、出口水温が低下します。

図2より、入口温度 16.5℃の冷却水は、外気 WB12℃のとき、 $L/G$  比 90% の場合は出口温度が 15.1℃、50% の場合は 14.2℃となります。

◎FCの実施例

図3はFCの実施フロー例です。冷凍機冷却水流量の半分程度の流量 (88m<sup>3</sup>/h) のFC専用ポンプを選定し、5℃deg を計画温度差として、11.5℃の冷却水により、熱交換器を介して 13℃の冷

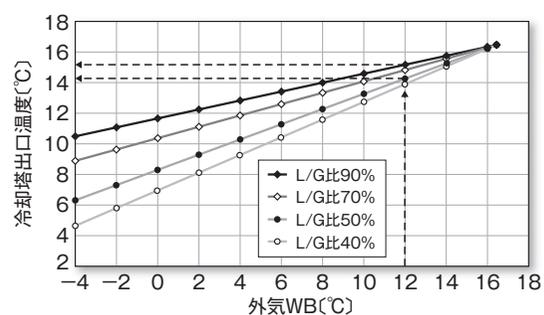


図2 冷却塔入口温度 16.5℃時の出口温度(例)

水を供給します。FC専用ポンプの流量は、冷却塔の均一散水が可能な下限流量が定格比の 30～50% のため、50% としています(下限  $L/G$  比 = 50%)。

なお、冷却水と冷水系では配管システムが異なるため、図3のように、一般には熱交換器を設置します。また、冷凍機と冷却塔が1対1ではなく複数台の冷凍機と冷却塔があり、冷却塔が統合されている場合は、停止中の冷凍機の冷却塔ファンを運転することができ、1対1と比べ  $L/G$  比を小さくするのが可能なため、一層効果的です。

◎FCの応用・活用法

FCは、効率が非常に高い反面、中間期など、WBがFC可能条件前後で変動する場合にはその運用が難しい側面があります。これを解決するには、図3のように、予冷/本冷モードを設け、FC冷水が負荷への送水温度(たとえば 13℃)まで下がらない WB 条件では、予冷モードで冷凍機入口側に戻し、冷凍機で 13℃まで冷却する方法がお勧めです。予冷で 1℃deg 程度しか下がらない条件でも、総合効率は冷凍機単体の場合より高効率を得ることが可能です。

ただし、予冷モードでの運転は、稼働冷凍機の冷却水温度が機器下限値以下にならないように、温度制御を行うか(図3)、FC運転と別システムの冷却塔を使用するなどの配慮が必要です。

◎FCによる省エネルギーの実施例

関東南部に位置する半導体工場での年間省エネルギー効果を図4に示します。施設全体で約▲22%の省エネを達成しており、そのうち▲14%(約▲1700万円/年)が、予冷運転を含むFC全体の省エネ効果です。このように、FCは、データセンターや半導体工場のドライコイルなど除湿の不要なプロセス冷却にきわめて有効です。

◎水質管理上の注意点

FC運転では、水温の低下に伴い、冷却水中の

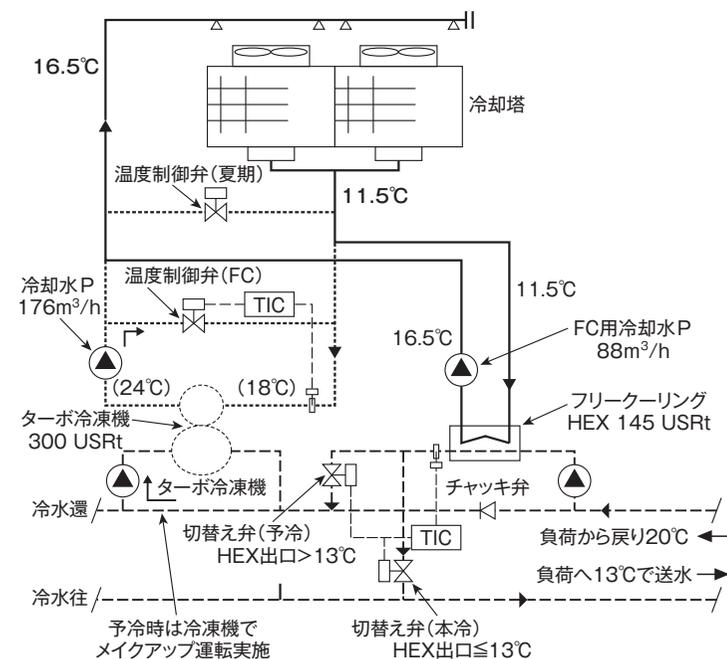


図3 FCの実施フロー例

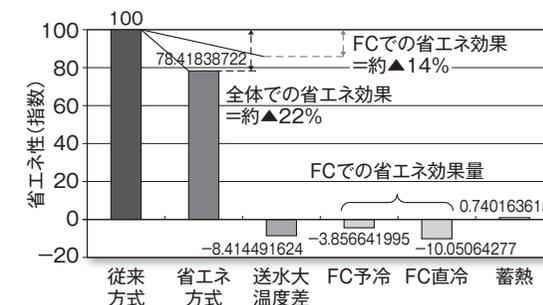


図4 FCによる省エネ効果検証の実施例

シリカ成分は溶解度が低下して、非常にスケール(析出)化しやすい環境となります。そのため、FC運転時には冷却水の濃縮倍率(補給水と冷却水の電気伝導度の比)を夏期より下げ、かつ、分散剤濃度を高めに運用する必要があります。

\* \* \*  
本委員会では読者の皆様からの「お悩み相談」をお待ちしています。

◆送り先  
〒101-8460 東京都千代田区神田錦町 3-1  
(株)オーム社「設備と管理」編集部  
設備お悩み相談係

(TMES 岡村 明彦[オカムラ アキヒコ])