

屋外湿球温度 — 冷却塔 (クーリングタワー) の能力に影響を与えるパラメータ



クーリングタワーは工業用一般空調設備システムに用いられており、蒸発冷却によってプロセス水から熱を除去します。蒸発冷却は、屋外湿球温度と循環水入口温度の差によって決まります。

冷却塔は、いくつかの条件が揃った際に最も効率的に稼働します。その条件とは、屋外湿球温度を制御システム設定値として用いていること、屋外湿球温度を計測する機器が正確かつ信頼性の高いものであること、また、その計測器が定期的に機器のセンサのドリフトをチェックされていることです。これらの条件のいずれか一つでも満たしていない場合、冷却塔を過剰に使用することになり、それによって水とエネルギーの使用量が増え、ファンとポンプの機能寿命が短くなります。

工業規模の蒸発冷却

冷却塔の機能は循環している冷却水から熱を除去することであり、一般空調設備システムのチラーユニットにある冷媒を冷却するための冷却水が使用されます。チラーの中では、冷媒から冷却水への熱交換が生じます。この熱交換により冷媒が冷却され、冷却水が温められます。

冷却水がさらに冷媒からの熱を受け入れるには、冷却水から廃熱を除去しなければなりません。温められた冷却水が

チラーから冷却塔に送られ、そこで複合多孔質表面に散布され、ファンでの気流にさらされた後、蒸発が最大限に促進され、冷却水から熱が除去されます。こうして冷やされた冷却水がチラーに戻り、再び冷媒から熱を受け入れます。

水、エネルギー、機器のコスト

水とエネルギーの使用は冷却塔の運転におけるコストが高くなる要因です。蒸発により失われた冷却水は補う必要があり、タワーのファンとポンプを動かすにはエネルギーを消費します。自動制御システムを備えた冷却塔は最大効率で動作するように設計されており、そうした運転コストを最小限に抑えると同時に、ファンやポンプの機器のメンテナンスと修理のコストを低減します。

湿球温度により制御される設定値

冷却塔は、一般空調設備システムの他の部分と同様に、設定値を用いた制御システムによって動作します。一般空調設備シ

ステムにおける最も一般的な設定値は、温度および湿度の上限値と下限値です。冷却塔は、単独の下限設定値、すなわち屋外湿球温度によって制御されます。

蒸発冷却の効果は、環境変数(相対湿度、飽和水蒸気圧、温度)の組み合わせが、水が空气中に蒸発しない状態に達した時点でなくなります。屋外湿球温度は、蒸発冷却によってのみ達成可能な最低温度であり、タワーから蒸散するプロセス水が達成可能な最低温度です。湿球温度は、乾球温度、すなわち周囲空気の温度を上回ることはありません。

米国に拠点を置くWPIの国際エネルギー効率コンサルタントであるティム・ウィルコックス氏は次のように述べています。「冷却塔は、特定の場所における一定範囲の湿球温度で動作するように設計されています。タワーのオペレーターは、システムの湿球温度を必要な際はいつでも即答できなくてはなりません。答えられないようであれば、運転に最適な計測値を用いているとはいえません。」

選択肢の一つである露点温度

露点は結露が始まる温度です。つまり、空気が水蒸気で完全に飽和し、水の生成が始まる温度です。冷却塔制御システムにおける用途として、露点温度は湿球温度に次いで優れた計測値です。これは、露点温度は水が(蒸発するのではなく)凝縮する温度の計測値であり、その温度における空気中の水蒸気量と関連するためです。湿球温度と同様に、露点温度も乾球温度を上回ることはありません。

相対湿度だけでは不十分

相対湿度は最も一般的に用いられる湿度計測値です。空気中に存在する水蒸気量を、その温度で物理的に実現可能な水蒸気の飽和量に対する百分率として表した比率が相対湿度です。相対湿度を用いる場合の難点は、それが温度に大きく左右されることです。空気が保持できる水蒸気の飽和量は温度に左右されます。例えば、温度が18°Cで相対湿度が96%の場合、気温が2°C上がるだけで相対湿度は85%まで下がります。

冷却塔の運転では、なじみがあるために相対湿度がしばしば用いられますが、相対湿度は蒸発冷却効果がなくなる温度を示してはくれません。それでも、湿球温度の算出には、センサ機器で計測した相対湿度と温度の情報が必要です。

湿球温度の計測

従来、湿球温度は濡れた布(または濡れた靴下)で覆って気流にさらした温度計で計測されてきました。振り回し式乾湿計は2つの温度計を備えた機器で、それぞれ周囲温度(乾球温度)と湿球温度を計測します。湿球温度計は、濡れた芯を取り付けてぐるぐる回し、気流と蒸発冷却を生じさせます。こうした計測機器は精度が低く、手動操作を必要とし、工業規模の冷却塔制御システムに必要な精度や信頼性は得られません。

現在では、湿球温度は手動による計算ミスなどのない、自動で相対湿度と温度から湿球温度を算出する計測器で計算されています。

最良の結果を得るためのベストプラクティス

ウィルコックス氏は、冷却塔を設計通りに運転するために4つのベストプラクティスを採り入れるよう、冷却塔の所有者に推奨しています。

第1に、システムの設計を担当する機械技術者は、相対湿度と温度の直接計測に基づいて湿球温度を自動算出するために、制御システムにあらかじめプログラムを組み入れるよう指定すべきです。計算式は、ヴァイサラなどのウェブサイトやホワイトペーパーで入手することができます。

第2に、システム設計者は、正確でセンサのドリフトが生じにくい、正確に校正された高品質のセンサを指定すべきです。ウィルコックス氏は次のように述べています「オペレーターが安価で低品質のセンサを利用することで生じるリスクを必ずしも理解しているとは限りません。こうした安価で誤差が生じやすいセンサでは、例えば蒸発冷却が生じ得ないときにそれが生じたように表示してしまうような不正確な計測値をもたらした際には、エネルギーの浪費や機器の過剰使用によるダメージのために莫大な費用が発生してしまう恐れがあります。」

第3に、オペレーターの管理者は、試運転時にセンサと制御システムのプログラムが仕様通りであることを確認すべきです。そして最後に、冷却塔のオペレーターは、長期にわたるセンサの正確さと信頼性を確保するため、メーカーが推奨する定期メンテナンスを実施する必要があります。

変換を容易にする湿度計算式

ヴァイサラでは、相対湿度、露点・霜点、絶対湿度、水分含有量、混合比、蒸気圧、PPM、および湿球温度を計算または変換するためのツールを無償で提供しています。

ヴァイサラのデジタル機器に用いられている主要な湿度変換式を記載したホワイトペーパーは検索エンジンからキーワード「湿度変換式」で検索していただくことが可能です。

単位変換を素早く行い、温度や圧力などの周囲条件を変えることによる影響を確認するために、一つの既知の値による複数の湿度パラメータに利用できる計算式をウェブサイトでダウンロードできます。

計算式は www.vaisala.co.jp/humiditycalculator で入手できます。

VAISALA

詳細は以下よりお問い合わせください。
www.vaisala.co.jp/contact

www.vaisala.co.jp

Ref. B211232JA-A ©Vaisala 2013

本カタログに掲載される情報は、ヴァイサラと協力会社の著作権法、各種条約及びその他の法律で保護されています。私的使用その他法律によって明示的に認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製、送信、頒布、保管等を含む)をすることは、事前に当社の文書による許諾がない限り、禁止します。仕様は予告なく変更されることがあります。

CE