

乾湿併用形冷却塔の紹介

Wet and Dry Cooling Tower of Counter Flow Type

(冷)生産部 技術課
原 田 征 一
Seiichi Harada
那 須 潔
Kiyoshi Nasu

In compliance with the design by New Tokyo International Airport Authority, the installation of a wet and dry cooling tower at the central cooling and heating facilities of the airport in Narita has been recently completed.

This paper describes features of this tower equipped with finned-tube air heater dry section coupled with counter flow wet section.

The tower was designed to prevent its surroundings from possible obstructives caused by visible plume, and it also features energy-saving operation by a combined system of automatic fan speed control and automatic inlet air louver opening control for both section of wet and dry.

本報告は新東京国際空港公団殿の設計に基き、最近当社が空港施設の冷暖房用に納入した乾湿併用型冷却塔の特長について紹介する。

この冷却塔はカウンターフロー型湿式塔に乾式部（フィンチューブ）を適用した例で、最新の技術を駆使したダンパーコントロールシステムと省エネタイプの運転が出来るもので、年間を通して白煙の障害が起らないように設計されている。

まえがき

当社は、わが国で初めての乾湿併用形冷却塔を1974年1月に納入して以来、すでに40件の採用をいただいている。しかし、これらの納入例の大部分は直交流型冷却塔に適用されたものである。

設計者でありユーザでもある新東京国際空港公団に納入した最新の乾湿併用形冷却塔、特に向流型冷却塔への適用例について紹介できる機会を得たので、ここにその概要と特長について記述する。

対象冷却塔は空港施設の冷暖房設備用であるが、曇天時、特に梅雨時において、風向によっては冷却塔からの白煙が障害となる可能性もあることから、これを防止するために乾湿併用形冷却塔が採用され建設されたものである。対象冷却塔の設計は、新東京国際空港公団によりなされたもので、その製作および建設工事を当社が1984年10月に担当し、1985年6月の完工後順調に稼動している。

1. 構造と機能およびその特長

前記の目的を満たすよう設計された冷却塔の断面および外観は第1図および第2図のとおりで、片吸込向流型冷却塔のルーバー上部に乾式空気加熱器を設置して乾湿併用形冷却塔にしたものである。

片吸込となっているのは、配管ルートや現有スペースを活用するための配慮である。

年間の気象データと運転条件から季節毎での白煙発生予測がなされ、立地条件を加味して乾湿併用運転時に場内に達しない白煙の長さに抑制できる乾式部の大きさとなっている。

この場合、白煙発生の面から最も厳しい外気条件として乾球温度25°C、相対湿度99%が採用されており、湿式部での冷却能力もほぼ100%必要な時期となることから、負

荷の少ない冬期の白煙対策として決定された乾式部の大ききより大きくなっている。

本冷却塔は湿式運転と乾湿併用運転の切り替えができるよう設計されており、冷却塔への戻り水は乾湿併用運転時のみ乾式部を通過するが、湿式運転時には通常の湿式冷却塔と同じく湿式部の充填材に直接散水できるような配管系になっている。

これは乾湿併用運転を最少限にしてポンプの動力費を節約するために考案された方式である。

乾式部と湿式部の吸込面には通気量を調節できる電動ダンパーを配備して、運転条件や気象条件に応じて乾湿併用運転時における乾式部と湿式部への通気量のバランスを自動的に変化させ得るような機能を有しており、送風機駆動用電動機は極数変換型を採用して、設備の必要排熱量に応じて停止/低速/高速の何れかを選択することにより省エネルギー運転を可能にし、併せて冷却塔からの送り水温度を一定の範囲にコントロールできるような機能を備えている。

本冷却塔の大きな特長は、前述の電動ダンパーの動作変換と送風機駆動用電動機の動作変換を一体化して乾湿併用運転時における冷却塔からの送り水温度コントロールと白煙の長さ調整の両方に対応できる機能を有していることにあり、水量・水温・気象条件などが自動記録され、それらのデータをコンピュータにより解析するための白煙発生予測プログラムをも備えていることである。

これらの設計は冷却塔の取り扱いを容易かつ簡便に、また迅速かつ正確にできるように配慮されている。特に従来計量することが難しいと言われていた冷却塔からの白煙対策における総合的な要素を含めた本システムは乾湿併用塔の計画・運用面で今後の指針となろう。

特に市街地に設置される冷却塔や自動車道に隣接して設置される冷却塔に対しても有効な方式である。

参考として乾湿併用形冷却塔の仕様は以下の通りである。

(1) 冷却塔条件

型 式：乾湿併用形カウンターフロー型
セル 数：1
循環水量：1870 m³/h

入口水温：42.5 °C
 出口水温：32 °C
 湿球温度：27 °C

(2) 送風機

型式：軸流送風機（手動可変ピッチ）
 直径 / 翼数：7920 mm φ/6
 回転数：145 rpm/97 rpm
 台数：1

(3) 減速機

型式：スパイラルベベルおよびヘリカルギヤ
 減速比：1/9.99
 台数：1

(4) 電動機

型式：屋外型全閉外扇三相誘導電動機
 出力：190 kw/60 kw—4P/6 P
 電源：3000 V, 50 Hz
 台数：1

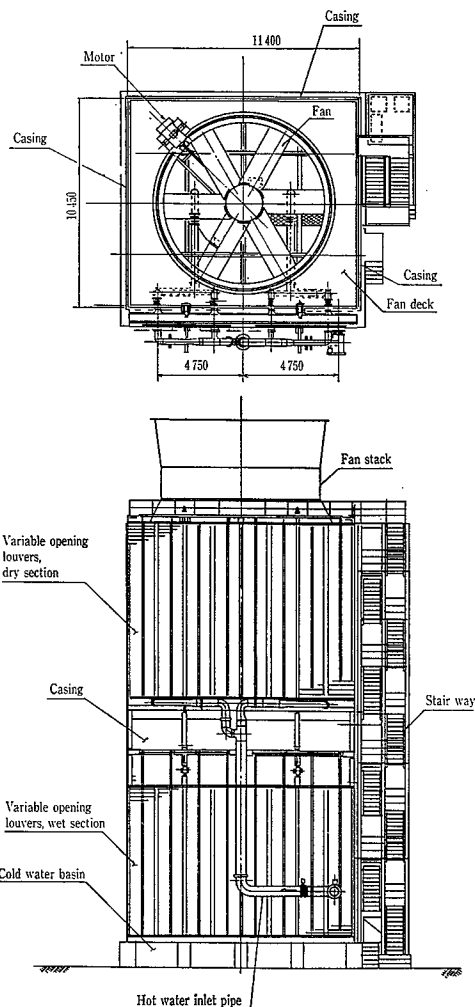
起動方式：リアクトル起動

(5) 空気加熱器（フィンチューブ）

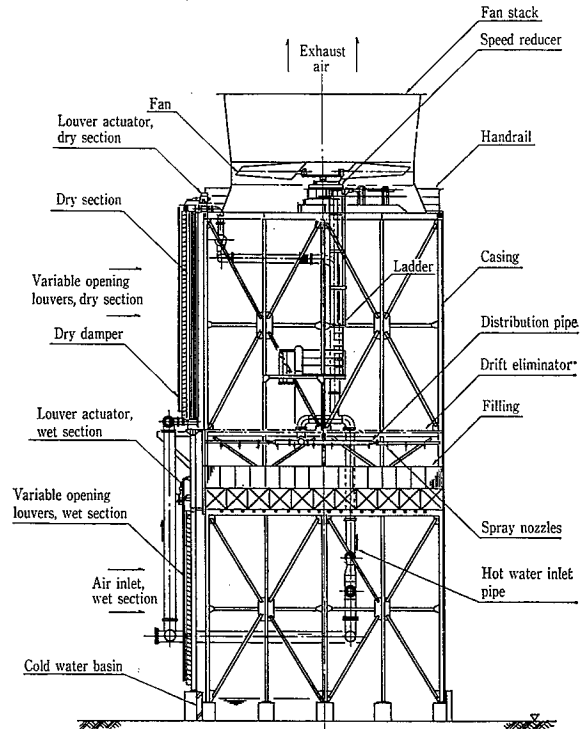
型式：カバーボックスヘッダー型
 チューブ：鋼管25.4φ
 フィン：アルミニウム製（L型）

(6) 構造材材質

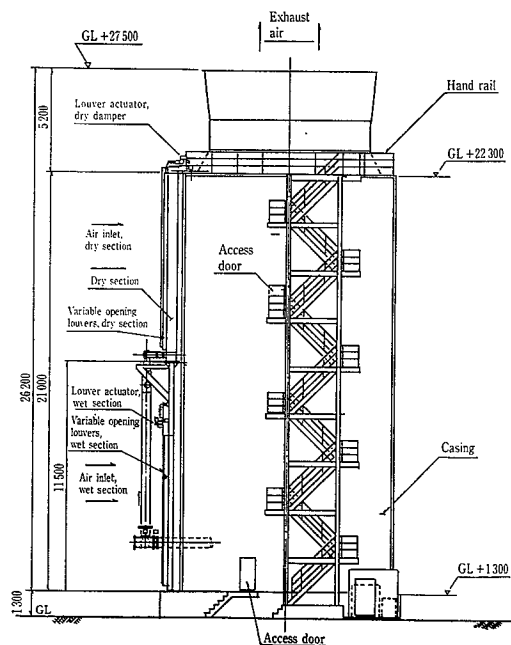
主構造：溶融亜鉛メッキ鋼
 外装板：波形アスベストセメント板
 乾式部ダンパー：アルミニウム製
 湿式部ダンパー：アルミニウム製
 ファンスタック：溶融亜鉛メッキ鋼
 充填材：硬質塩化ビニル製
 エリミネータ：硬質塩化ビニル製
 散水管：溶融亜鉛メッキ鋼



第2図 外観図
 Fig. 2 Schematic drawing



第1図 断面構造図
 Fig. 1 Sectional drawing



階段、手摺：溶亜融鉛メッキ鋼
 冷水槽：鉄筋コンクリート製
 また、写真1～4に外観他各部を示す。

1. 白煙の実態調査

白煙の実態調査は、白煙多発時（早朝あるいは湿度の高
 い時）に行い、発生状況の把握は目視・写真撮影および
 TRへの記録により行った。

運転方法は、湿式運転から乾湿併用運転へ切り替えを行
 う、ほぼ同一の外気条件における白煙発生状況を観察し、
 乾湿併用運転時での低減効果を調査したもので、その一部
 を紹介する。

白煙発生状況調査の結果の代表例を写真5～16および第
 1表に示す。これらを整理すると次のような傾向となっ
 ている。

1) 乾湿併用運転時の発生白煙は湿式運転時に比較して非
 常に少なく、長さにおいて約1/4～1/3に低減しており、10
 m以下であった。

2) 第1表に示すごとく、湿式運転時の白煙発生状況は外
 気状態により大きく変化し、ケースNo.1～4のように相
 対湿度が70%以下であっても外気温度が低い場合には
 多量の白煙が発生する。

一方、相対湿度が90%程度であっても、ケースNo.5
 のごとく外気温度が高い場合には白煙は少なく、ケ
 ースNo.1～4に比較して約1/2の長さとなっている。

これらはほんの一部で、白煙の状態を定性的な傾向とし
 て表わしているにすぎないので、量的なものとの関連を追
 求するため、当社としては今後さらに負荷状況の変化およ
 び外気条件の変化に伴う調査を継続してゆく所存である。

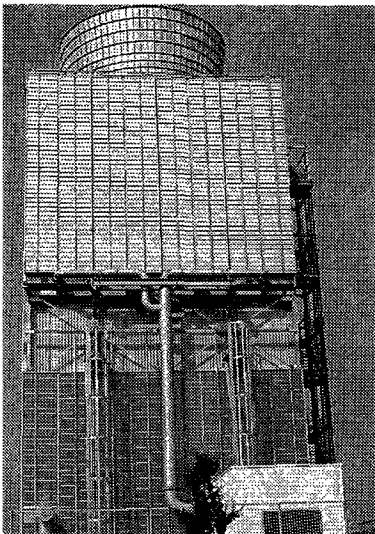


写真1 外観
 Photo.1 A view of cooling tower

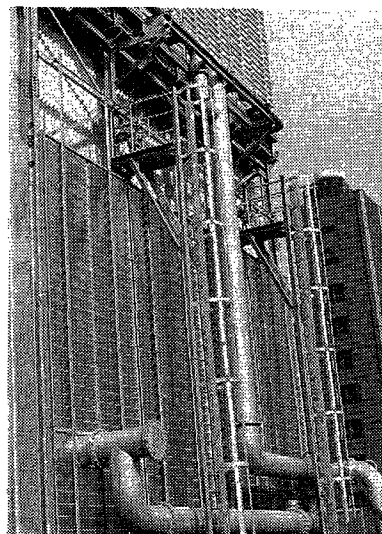


写真2
 湿式部ダンパー
 Photo.2
 Variable opening louvers for wet section

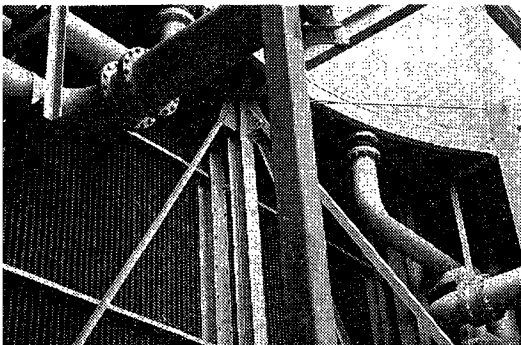


写真3 塔内からみた空気加熱器
 Photo.3 A view inside tower

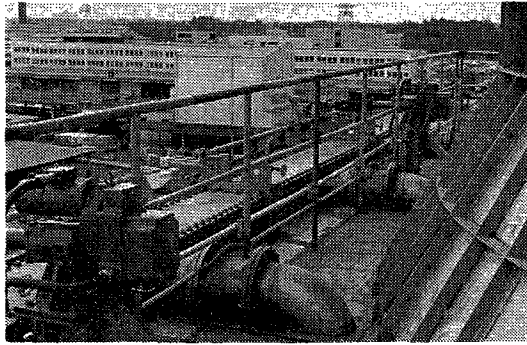


写真4 ダンパー駆動用ユニット
 Photo.4 Louver actuator

第1表 白煙発生状況調査結果
 Table 1 Result of plume observation

Case No.	Ambient condition		Inlet water temp. °C	Flowrate m³/h	Motor No. of poles	Plume length m	
	DBT °C	RH %				Wet operation	Wet/Dry operation
1	-0.4	64	34.6	1090	6	60	8
2	0.0	65	34.1	1000	4	60	8
3	1.5	68	32.7	1000	4	45	8
4	-0.5	69	34.1	1000	4	70	8
5	11.4	88	34.6	940	4	35	8
6	12.4	95	36.0	920	4	50	8

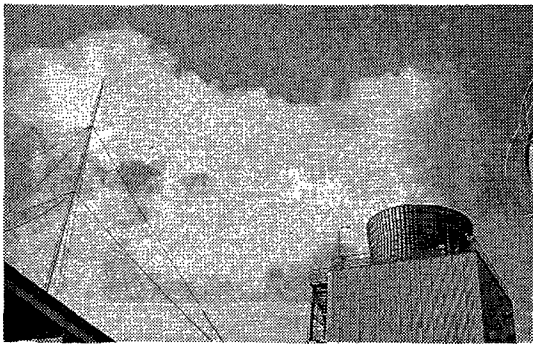


写真 5 CASE NO.1 湿式運転
Photo.5 Wet operation

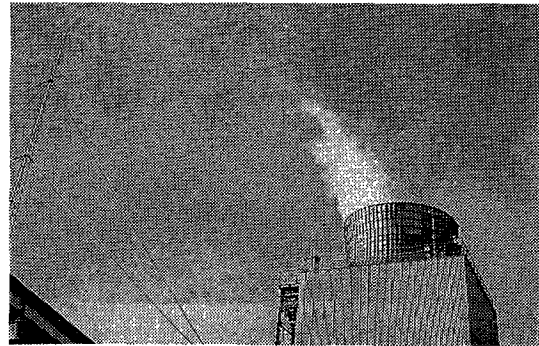


写真 6 CASE NO.1 乾湿併用運転
Photo.6 Wet/Dry operation



写真 7 CASE NO.2 湿式運転
Photo.7 Wet operation

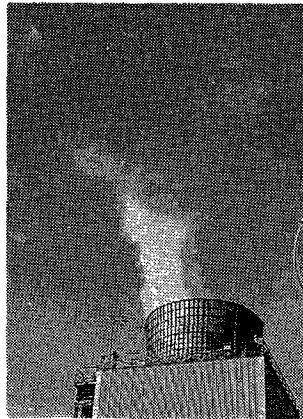


写真 8
CASE NO.2 乾湿併用運転
Photo.8
Wet/Dry operation

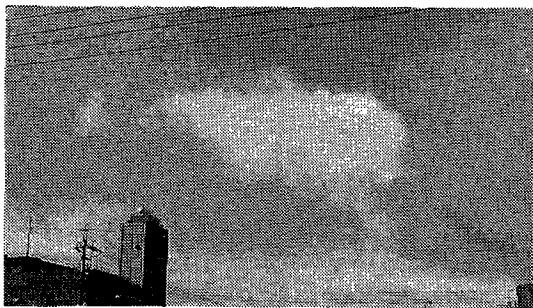


写真 9 CASE NO.3 湿式運転
Photo.9 Wet operation

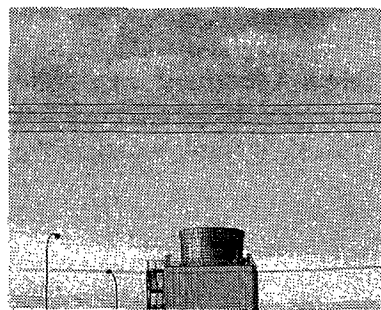


写真 10 CASE NO.3 乾湿併用運転
Photo.10 Wet/Dry operation



写真 11 CASE NO.4 湿式運転
Photo.11 Wet operation

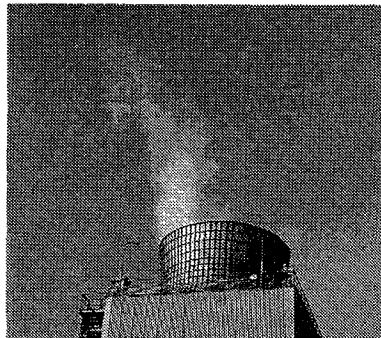


写真 12 CASE NO.4 乾湿併用運転
Photo.12 Wet/Dry operation

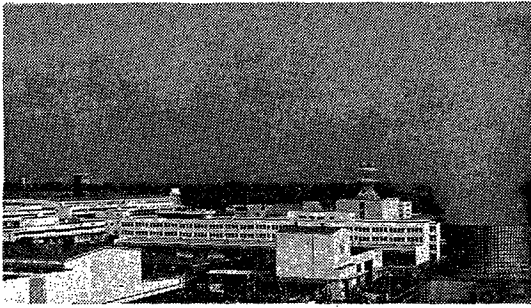


写真 13 CASE NO.5 湿式運転
Photo. 13 Wet operation

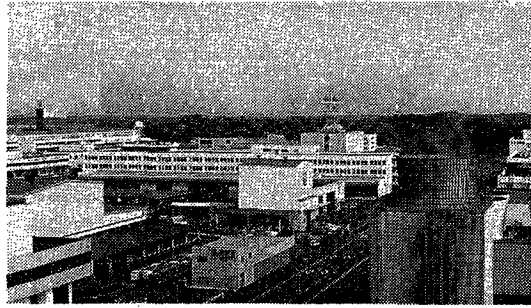


写真 14 CASE NO.5 乾湿併用運転
Photo. 14 Wet/Dry operation

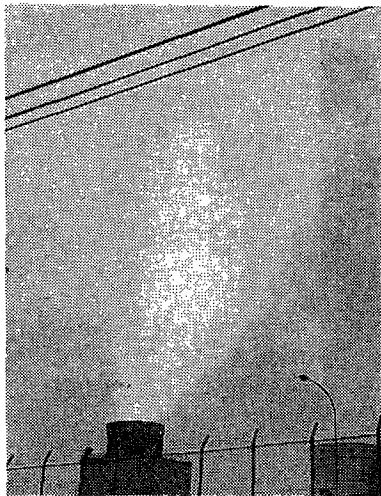


写真 15
CASE NO.6 湿式運転
Photo. 15
Wet operation

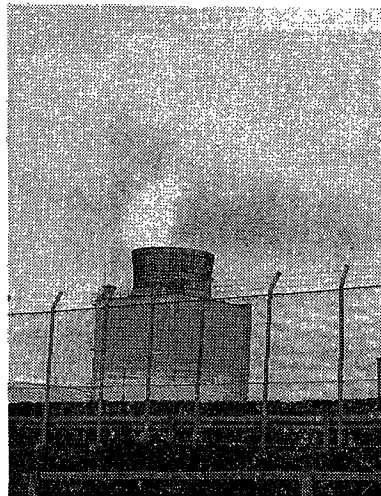


写真 16
CASE NO.6 乾湿併用運転
Photo. 16
Wet/Dry operation

む す び

乾湿併用形冷却塔の最新の納入例について、その採用の背景及び特長を中心に紹介したが、需要家各位のご計画に際しご参考になれば幸いである。

さらに、本稿の紹介に当り多大なるご指導および助言をいただいた新東京国際空港公団殿のご好意に感謝し敬意を表します。