

地域冷暖房用新型重層式冷却塔の紹介

New Type Double-Deck Cooling Tower for DHC



気熱装置事業部冷却塔部
エンジニアリンググループ
新 後 宏 史
Hiroshi Niigo

六本木エネルギーサービス(株)では六本木六丁目市街地再開発地区に「地域冷暖房施設・特定電機事業施設」を建設し、2003年から熱、電気の供給を開始する。当社は地域冷暖房用冷却塔のメーカーとして採用され、新型重層式冷却塔を納入した。今回納入した新型は従来型にくらべ据付面積で約40%小さく設計されている。また、防振、白煙対策など周囲環境や日常のメンテナンスにも配慮された仕様となっている。

Roppongi Energy Service Co.,Ltd. is constructing "district heating and cooling facilities/special electric enterprise facilities" in the Roppongi 6-chome urban area redevelopment district to start the supply of electricity and heat in 2003. Shinko Pantec Co.,Ltd. has delivered 2 units of new type double-deck cooling towers for district heating & cooling for the facilities. The units were designed to minimize installation space by 40% compared to the conventional towers. The environment-oriented design includes air suspension for vibration-proof, air heating for plume reduction, and cold-water basin cleaning system for easy maintenance.

Key Words :

重層式冷却塔
地域冷暖房
防振
白煙防止

Double-Deck Cooling Tower
District Heating & Cooling
Vibration-proof
Plume reduction

まえがき

六本木六丁目再開発地区は1986年、東京都から再開発誘導地区の指定を受け95年に都市計画として決定。2000年4月に再開発工事に着手した。施工面積約11ha、延床面積約70万m²の大規模プロジェクトである。

六本木エネルギーサービス(株)は、再開発組合が進めている六本木六丁目市街地再開発事業地区に「地域冷暖房施設・特定電気事業施設」を建設し、オフィス、住宅、商業施設、ホテル等の建物に電気、熱を2003年春から供給する予定である。

本施設の建設は新日本製鐵(株)が一括で受注しており、当社は地域冷暖房用の冷却塔建設を担当した。この冷却塔は冷却水量13500m³/hと超大型冷却塔

であり、ホテル棟屋上への設置から空間制約があり据付面積を最小限にする必要があった。当社の据付面積最小重層式冷却塔は新宿、幕張、東京臨海地区に納入実績があるが、今回納入した新型重層式冷却塔は従来と比較し据付面積で約40%小さくなるように設計されている。また、直下階の室内環境対策のためよりグレードの高い空気バネの防振装置を設置している。

2基の白煙防止対策塔、電動機は全機インバータ対応、冷却塔周囲にサイレンサーを配置したきわめて環境にやさしい仕様となっている。更に、下部水槽には自動洗浄装置が取り付けられており日常のメンテナンスにも配慮されている。2002年5月に冷却塔の据付工事が完了したので、その概要をここに紹

介する。

1. 新型重層式冷却塔の概要

今回納入した13 500 m³/h は5台1基の構造となっており，中央に2 185 m³/h の冷却塔，左右2台が2 828.75 m³/h で計5台となっている。両側の2台は白煙防止対策塔となっている。従来の重層式冷却塔にくらべ，配管を全て内部に納め外観上は単層式と何ら変化がないような設計となっている。

写真1に上部外観を，写真2にその低騒音ファンの部分を示す。図1に全体図を示す。

1.1 設計条件

(1) 容 量

CT-1, 2, 4, 5 : 11 315 m³/h (2 828.75 m³/h · 1台)

CT-3 : 2 185 m³/h

(2) 温度条件

入口水温 : 40.0 °C

出口水温 : 32.0 °C

湿球温度 : 27.5 °C

(3) 耐 震

水 平 : 1.5 G

鉛 直 : 0.75 G

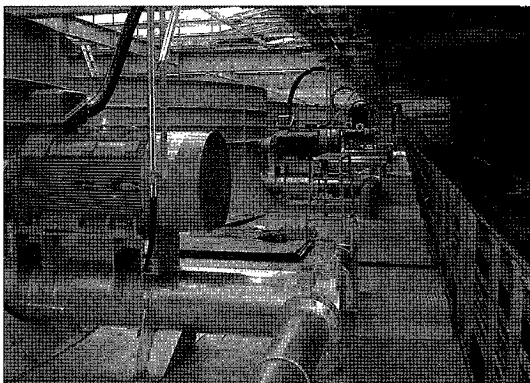


写真1 新型重層式冷却塔上部

Photo 1 Top view of new type double-deck cooling tower



写真2 低騒音ファン

Photo 2 Low-noise fan

(4) 騒音値

ファンスタック出口水平1 m 点 : 81 dB(A) 以下

(5) 白煙長さ

条件 外気温度 5 °C

相対湿度 60 %

入口出口水温差 8 °C のとき

CT-1, 5 : 10 m 以下

1.2 冷却塔諸元

		CT-1, 2, 4, 5	CT-3
塔 寸 法	全 全	41 720 mm	
	長 幅	15 100 mm	
	高 高	15 070 mm	
	全 高	17 570 mm	
運 転 重 量		901 000 kg	
送 風 機	型 式	軸流型低騒音ファン	同左
	直 径	7 310 mm	6 100 mm
	翼 数	9 枚	7 枚
	台 数	4 台	1 台
電 動 機	型 式	全閉外扇屋外型 三相誘導電動機 インバータ対応型	同左
	定 格	240 kW	190 kW
	台 数	4 台	1 台
減 速 機	型 式	スパイラルベベル 及びヘリカルギヤ	同左
	減 速 比	1/6.938	1/8.933
	台 数	4 台	1 台
空 気 加 熱 器 (CT-1, 5に取付)	型 式	自動開閉ダンパ付	—
	ダ ン パ 用 電 機	0.4 kW	—
	台 数	2 台	—
防 振 装 置	型 式	空気ばね	
	台 数	一式	
振 動 監 視 装 置	型 式	パイプロスイッチ MODEL 1500	同左
	台 数	4 台	1 台
自 動 洗 浄 装 置	ノズル径	φ 5.5	同左
	個 数	98個 × 4	92個

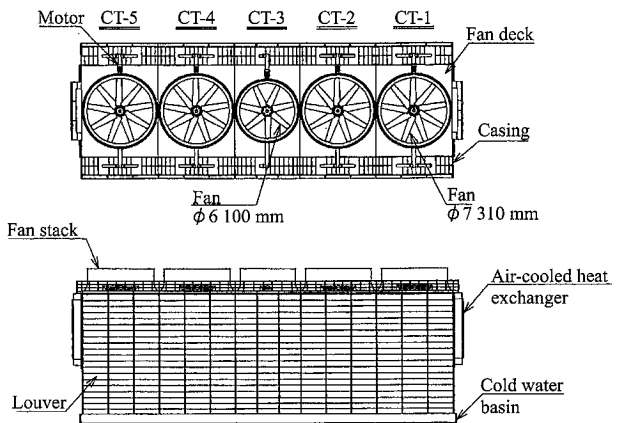


図1 全体図

Fig.1 Schematic drawing

1.3 冷却塔材質

- (1) 主要構造材：溶融亜鉛鍍金鋼
- (2) 外装・ルーバー：FRP 波板
- (3) 充填材：硬質塩化ビニール
- (4) エリミネーター：硬質塩化ビニール
- (5) 上部・下部温水槽：FRP
- (6) ファンスタック：FRP
- (7) 空気加熱器
 - フィン：アルミニウム
 - チューブ：溶融亜鉛鍍金鋼管
 - ダンパー：アルミニウム

2. 特長

2.1 構造

重層式冷却塔とは、上層下層に独立した充填層、散水機構を備え、通風は塔上部に設置した送風機単体で上下層共通におこなうものである。今回納入した新型では、従来2列にわかれていた充填層を1列で構成し塔高では約1.5m程度高くなるものの、設置面積で約40%、容積で約8%の省スペース化を図っている。図2に新型と従来型の断面構造図を示す。

2.2 振動対策

冷却塔には送風機、配管内の水流、水の落下などにより、振動が発生している。ビル屋上階に設置する場合、スラブから直下階に伝搬しないように、冷却塔を支える建築架台と冷却塔との間に防振装置を設置している。地域冷暖房用冷却塔の防振装置としては99%以上が金属バネを使用している。本仕様は直下階の環境条件 VL50以下、NC30以下 (VL: Vibrationlevel NC: Noisecriterion) と条件的には金属バネでも可能な範囲であるが、バネの固有振動数を

2.0 Hz程度まで下げ、よりよい環境作りのため空気バネの防振装置を採用した。

空気バネ防振装置は国内では東京オペラシティにつづき2号機となるが規模では国内最大となる。常時2台のコンプレッサーとレベルスイッチにより監視されている。

表1に「室内騒音と振動許容値」、表2に「防振用バネの特長の一覧」を示す。

写真3に空気バネの設置状態を示す。

2.3 白煙対策

冬期および中間期に冷却塔から出る白煙(可視ブルーム)を低減するために、空気加熱器を両端2台の冷却塔に設置している。

ダンパーは全てモートルシリンダーにより開閉可能となっている。写真4に空気加熱器を示す。

2.4 振動監視装置

冷却塔の故障は回転機器による場合が多い。この回転機器の異常を早期に発見するために振動監視装置を回転機器の共通架台に設置している。今回採用したものは加速度、速度、変位の振動モードから選ぶことができ、起動時の一時的な大きい振動による誤動作を起こさないように動作遅延時間が0~60秒の範囲で設定可能である。また、異常信号をアラーム、トリップと2段で設定可能である。今回は当社の長年の経験と実績から下記設定値とした。

振動モード：速度

アラーム設定値：10 mm/s

トリップ設定値：15 mm/s

動作遅延時間：20 S

2.5 下部水槽の自動洗浄装置(当社特許)

大型冷却塔の下部水槽には大気中の粉塵、昆虫、

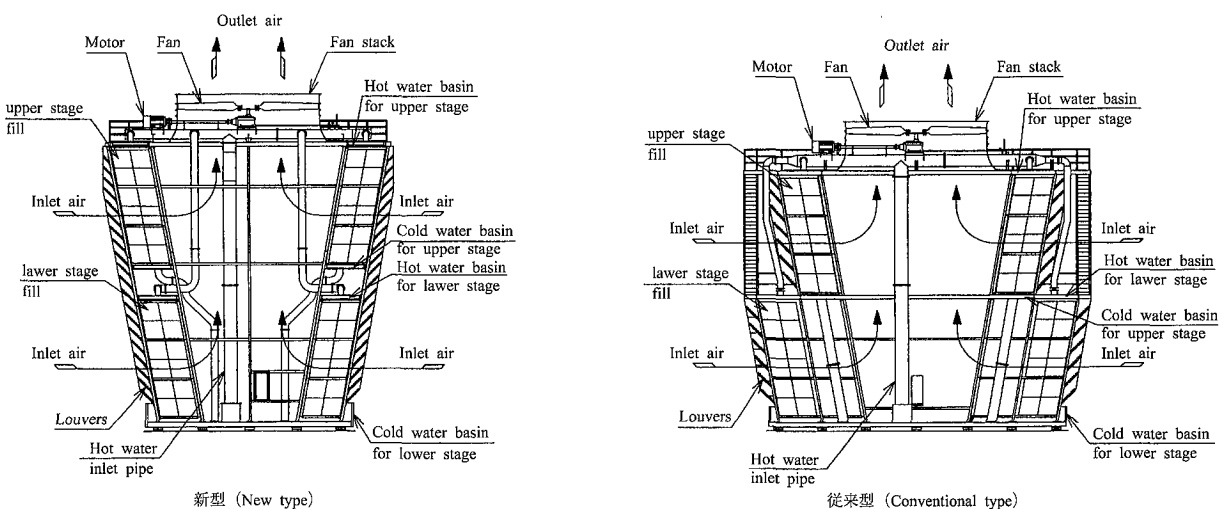


図2 断面構造図
Fig.2 Sectional drawing

木の葉などが堆積し、大きなメンテナンス費用が発生する。特に噴射ノズルを取り付けた洗浄配管を設置し噴射により水槽内のゴミを水槽中央部に集めることができる。

写真5に自動洗浄装置の設置状態を示す。

2.6 耐震構造

DHC用冷却塔では耐震構造が要求される。阪神淡路大震災以後はビルの屋上階にあり重要な設備との位置づけから水平震度 (KH)=1.5 G, 鉛直震度 (KV)=0.75 G の耐力が要求される。今回の冷却塔に

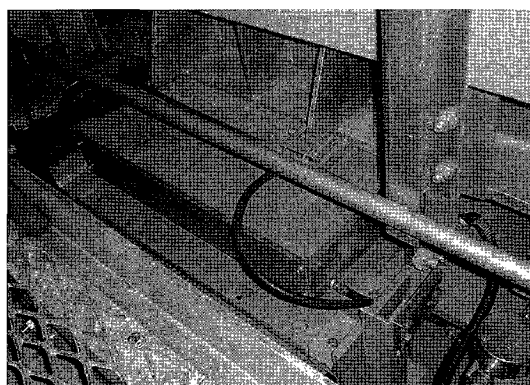


写真3 空気バネ
Photo 3 Air suspension

表1 室内騒音と振動許容値

Table1 Indoor noise and allowable limits of vibration

Kind of room	NC value	Noise level dB (A)	VL value
Radio (TV) studio	NC-15~20	25~30	40
Concert hall	NC-15~20	25~30	
Theater (500 people)	NC-25~25	30~35	
Music room	NC-25	35	
Schoolroom (without loudspeaker)	NC-25	35	50
Apartment	NC-25~30	35~40	
House/Hotel	NC-25~30	35~40	
Conference hall (with loudspeaker)	NC-25~30	35~40	
Home	NC-30	40	55
Movie theater	NC-30	40	
Hospital	NC-30	40	
Library	NC-30	40	
Store	NC-35~40	45~50	60
Restaurant	NC-45	55	

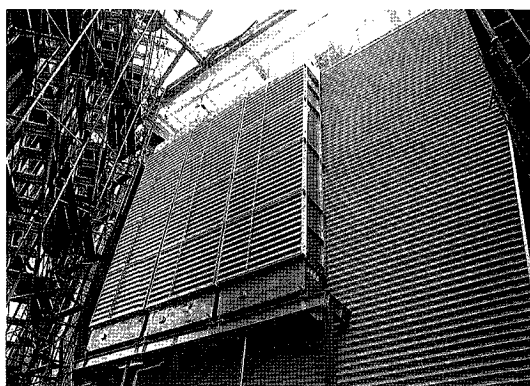


写真4 空気加熱器
Photo 4 Air heating

表2 防振バネの特長の一覧

Table2 Summary of characters of vibration proof springs

(A: Excellent, B: Good, C: No problem, D: Slight problem)

Type Item	(a) Coil spring	(b) Laminated spring	(c) Air spring	(d) Vibration proof spring
①Natural frequency (Hz) normally applicable as vibration system	1~10	1~10	0.7~3.5	4~15
②Damping performance	No	Yes	Depends on use	Yes
③High frequency vibration-isolating ability (Soundproof effect)	D	D	A	B
④Working temperature range (°C)	-40~150	-40~150	-20~80	-30~120
⑤Oil resistance/Aging resistance	A	A	B	B
⑥Uniformity of product	A	B	B	B
⑦Structural compactness	A	B	C	A
⑧Space required	B	B	B	A

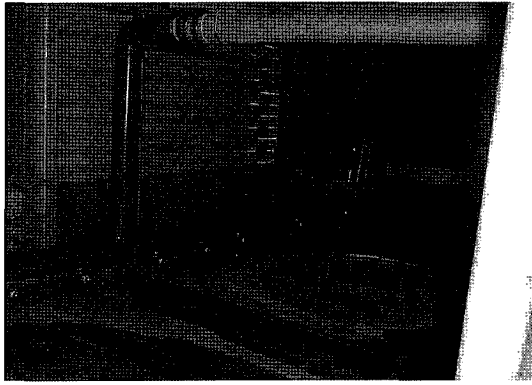


写真 5 下部水槽自動洗浄装置
Photo 5 Cold water basin cleaning system

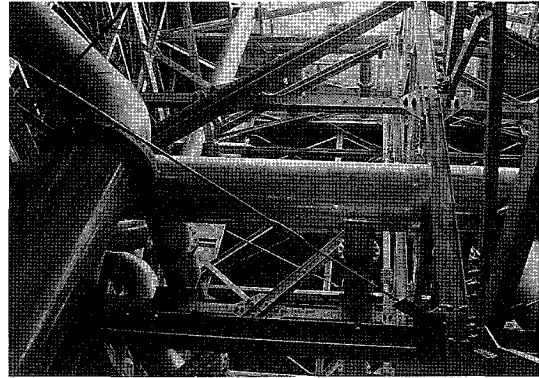


写真 6 骨組ブレース構造
Photo 6 Construction of framework braces

ついても同規準により設計した。

写真 6 に骨組ブレースを示す。

- 1) 適用規準
建築基準法：同施行令
日本建築学会：鋼構造設計規準
- 2) 構造：ブレース構造
- 3) 鋼材表面処理：溶融亜鉛鍍金 HDZ-45
- 4) 主構造材
柱：H 125×125×6.5×9
梁：BH 250×250×16×28
ブレース：180×75×7×10.5

むすび

民間国内最大規模の六本木再開発事業のエネルギー供給事業に当社冷却塔が採用されたことは誠にうれしく思います。これを機にさらにコンパクトで高性能かつ環境にやさしい冷却塔の開発につとめる所存であります。

最後に本稿の執筆にあたりご指導とご協力をいただいた、六本木エネルギーサービス(株)殿と新日本製鐵(株)殿に深甚の謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 公害防止の技術と法規(振動編)

連絡先

新 後 宏 史 気熱装置事業部
冷却塔部
エンジニアリンググループ

TEL 078 - 232 - 8136
FAX 078 - 232 - 8066
E-mail h.niigo@pantec.co.jp