



7,000tの巨大水蓄熱槽と地中熱を最大限に活用 昼間電力の大幅な ピークシフトを実現する 最先端ヒートポンプ技術

高さ634mの東京スカイツリー®が完成した。

自立式電波塔として世界最高となるタワーを実現した構造技術もさることながら、最新鋭設備巨大水蓄熱槽や地中熱を利用した節電・省エネにも注目が集まっている。目指したのは、地球環境にやさしく地域に貢献できる熱供給システムだった。

5月22日、ついに東京スカイツリータワー®がオープンした。高さ634mの電波塔と、商業施設、オフィスビル、水族館、ドームシアターなどからなる複合施設が建設されたのは、東京都墨田区の業平橋・押上地区。以前は東武鉄道株式会社の本社や操車場、生コン工場などがあったところだ。この敷地を含む10・2ヘクタールに及ぶエリアの冷暖房を担うのが、地域冷暖房システム（DHC）だ。DHCとはプラントで冷水、温水などをつくり、地域導管を通して一定区域内の冷暖房などを行うシステムである。

DHCを採用した理由について、株式会社東武エネルギーマネジメント常務取締役の今野真一郎氏は「個別分散型のシステムに比べて、省エネルギー、省CO₂、ヒートアイランド現象の抑制などの面で優れ、コスト削減も期待できる」と語り、プラント集約による環境面での貢献を理由に上げる。東武グループでは、既に西池袋や錦糸町の開発でDHCを採用、実績を上げており、それも導入の後押しになった。

DHCによる省エネルギー効果を試算すると、個別熱源方式と比較した場合、年間の一次エネルギー消費量を約44%も減らせるという。COP（成績係数）は

地域冷暖房システムが 節電・省エネに貢献

1・35以上であり、これは国内のDHC平均値0・749（経済産業省資源エネルギー庁「未利用エネルギー面的活用熱供給の実態と次世代に向けた方向性」より）をはるかに上回るものだ。また、省CO₂の面では、同じく個別熱源方式の場合と比較して約48%の削減になるという。

DHCのメインプラントは東京スカイツリーの西側、地下2階にある。機械室にはターボ冷凍機が2基、インバーターボ冷凍機が1基、ヒートイングタワーヒートポンプが3基、水熱源ヒートポンプが1基、合わせて7基の熱源機器が設置されている。特に冷却能力1350USRtのターボ冷凍機は、COPが6・4と、現時点で世界最高レベルの性能を誇る。東京スカイツリー地区に納入されたものが第1号機となる機種があるなど、最新鋭の機器が導入されている。

熱源機械室に併設して巨大な水蓄熱槽がある。冷凍機やヒートポンプでつくられた冷水や温水が中に貯められる。水深約15mの水蓄

熱槽は冷水水槽3基、冷水槽1基で構成され、合計で約7000tに達する。冷水水槽は季節に応じ一部を冷水槽から温水槽に切り替えながら運用されるという。水蓄熱槽には電力の需要が少ない夜間につくられた冷水水が貯められ、これを需要の多い昼間に使うことによって、ピーク時の使用電力を減らすことが可能となる。

蓄熱によるピークシフト効果は非常に大きい。夏季は最も暑い日で約40%、平均的な夏日で約50%の昼間電力を昼間から夜間に移行



スカイツリーの入り口から見上げるタワー本体。その巨大さに圧倒される



メインプラントの内部は「見える化」設備も充実。蓄熱槽の温度状況なども手に取るようにわかり、非常に興味深い

設備概要

●メインプラント

ターボ冷凍機：冷却能力 1,350USRt × 2 基 [三菱重工業、荏原冷熱システム]

インバーターターボ冷凍機：冷却能力 1,350USRt × 1 基 [三菱重工業]

ヒーティングタワーヒートポンプ：冷却能力 1,000USRt、加熱能力 11,520MJ/h × 1 基 [荏原冷熱システム]

ヒーティングタワーヒートポンプ：冷却能力 960USRt、加熱能力 12,240MJ/h × 1 基 [神戸製鋼所]

ヒーティングタワーヒートポンプ：冷却能力 480USRt、加熱能力 6,120MJ/h × 1 基 [神戸製鋼所]

水熱源ヒートポンプ（地中熱利用）：冷却能力 50USRt、加熱能力 800MJ/h × 1 基 [荏原冷熱システム]

水蓄熱槽（温度成層型 冷水槽 × 1 基・冷温水槽 × 3 基）：合計水量・7,000t、蓄熱容量・冷水 260GJ、温水 160GJ

●サブプラント

ターボ冷凍機：冷却能力 350USRt × 2 基 [三菱重工業]

温水ボイラー：加熱能力 1,674MJ/h × 3 基 [日本サーモエナー]

未利用エネルギーの地中熱を 専用のヒートポンプに活用

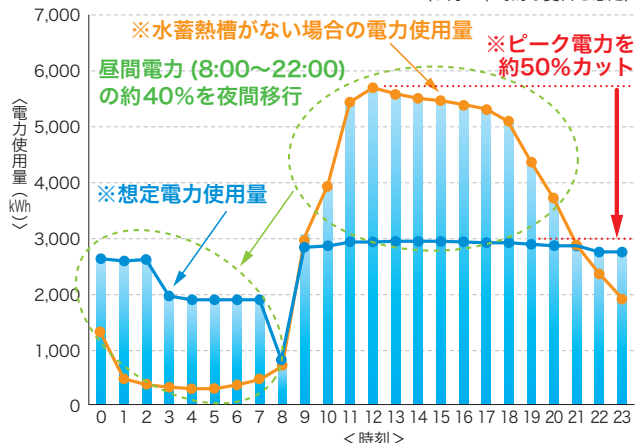
できると見込まれている（図1）。また冬季は、最も寒い日で約41%、平均的な冬日で約52%の昼間電力をカットするとしている。

水蓄熱槽にはもうひとつの重要な機能がある。それは非常時への対応だ。大規模災害が発生したときには、水蓄熱槽の水を生活用水として周辺の住民に提供するという協定を墨田区と結んでいる。成人が1日あたりに使用する水の量を約30ℓ/人とする、23万人分の生活用水をまかなえる計算だ。また火災時の放水にも水蓄熱槽の水が活用されるという。

「地域への貢献は、東京スカイツリータウンの開発におけるひとつの大きなテーマだった。より安全で、より安心できるまちづくりの一助になつてくれればうれしい」と、東武鉄道株式会社SC事業部課長の狩野伸明氏は語る。

図1 大容量水蓄熱槽がある場合とない場合の比較

(8月の平均的な夏日を想定)



出典：東武エネルギーマネジメント

東京スカイツリー地区の熱供給設備では数多くの省エネルギー対策、省CO₂対策が採られている。未利用エネルギーの活用もそのひとつだ。

「敷地のすぐ前を流れる北十間川の水、少し離れた隅田川の水、近くにある下水処理施設の水、地下鉄の湧水など、立地条件からヒートポンプの熱源として使えるものをつひとつ検討してきました」と今野氏は振り返る。水量の少なさや水の引き込みの難しさなどで河川水などの水資源の熱源活用は実現しなかったが、

地中熱利用とは、水熱源ヒートポンプを用いて地中から熱を取り出したり、熱を放出したりするシステムを指す。東京スカイツリー場の下に120mの深さで21本の管が入っている。こちらは1本あたり最大で冷熱48W/m、温熱40W/mの熱の採放熱が可能だ。

株式会社東武エネルギーマネジメント
常務取締役

今野真郎氏

東武鉄道株式会社
SC事業部課長

狩野 伸明 氏

というもので、建物を支える杭を有効活用したものだ。杭の長さは18・6 mである。基礎杭1本あたり最大で冷熱300 W/m、温熱235 W/mの熱が採放熱できる。

もうひとつは「ボアホール方式」と呼ばれるもので、任意の場

所にドリルで穴を開けてU字管を埋め込むというもの。東京スカイツリー地区では、エントランス広場の下に120 mの深さで21本の管が入っている。こちらは1本あたり最大で冷熱48 W/m、温熱40 W/mの熱の採放熱が可能だ。

*
*
*
*
*
*
*
*
*
*

東京スカイツリー地区の熱供給システムは建物とともに国土交通省の住宅・建築物省CO₂先導事業に選ばれ、また地中熱利用システムは環境省のクールシティ中枢



東京スカイツリー

地上デジタル放送などの電波を送信する電波塔としての機能とともに、新しい観光拠点としての役割も期待されている。高さ350mと450mに展望台を備え、足下には「東京ソラマチ」という複合商業施設が設けられている。

〒131-0045 東京都墨田区押上 1-1-2
<http://www.tokyo-skytree.jp/>
<http://www.tokyo-solamachi.jp/>
<http://www.tokyo-skytreetown.jp/>

「東京ソラマチ」のエンタランスは、東武スカイツリーライン「とうきょうスカイツリー駅」、同ライン・東京メトロ半蔵門線・都営浅草線・京成線「押上（スカイツリー前）駅」からすぐ



「環境配慮においてもシンボリックな存在として認められるものにしていきたい」という狩野氏。今後も熱供給システムについては積極的に「見える化」を図っていきたいという。メインプラントの機械室には、各機器の概要を説明したパネルやシステムの動作状況をリアルタイムに表示するディスプレイが設けられている。システムの解説には子ども向けにわかりやすく解説したものもある。「ここを訪れた子どもたちが建築設備や環境問題に関心を持ってくれたらうれしい」と今野氏は語る。

システムフロー図

