

後楽事業所 (地域冷暖房施設 再構築その2工事)



● 下水熱統合システムによるプラントCOPの改善

申請者 | 東京下水道エネルギー株式会社 技術部、株式会社三菱地所設計
設備オーナー | 東京下水道エネルギー株式会社

未処理下水活用の地域冷暖房施設の再構築

東京下水道エネルギー株式会社の「後楽事業所」は、1994年に再生可能エネルギーである未処理下水(温度差)を活用した「後楽一丁目地区熱供給事業」として地域冷暖房施設を稼働させた。しかし、東北地方太平洋沖地震以降の省エネルギーにおける取り組み変化と施設稼働後20年の経過に伴うシステムの老朽化、環境確保条例順守など、省エネルギー面で課題が生じた。

このため、2011年度に施設のリニューアル(通常の再構築)の計画・設計に着手し、2013年度の実設計検討の中で単純な最新鋭の省エネルギー機器の導入に加え、下水熱利用設備と熱供給設備を既存の蓄熱槽を活用することで、一体的に制御して統合化する工夫として、再構築で「下水熱利用統合化熱源システム」を組み込み、一次エネルギー削減量の22%を目標に再構築を実施してきた(図1)。

下水熱利用統合化熱源システムの運用

「下水熱利用統合化熱源システム」は、以下の制御システムを組み合わせ最適運用を行っている(図2)。運用支援機能の情報を参考に、必要な供給熱量と下水温度によりフィールド制御を行い、運転データの分析評価を行いWG会議により改善を進めた運用を行ってきた。

◆ 運転支援機能

既存のソフトではなく、蓄積された運転実績データからARIMAモデルによる予測式を新たに作成し、①長期負荷予測(24時間後予測) ②下水温度 ③短期負荷予測(3時間後予測)を行っており、熱需要予測(MAE(平均絶対誤差):2.6%)および下水温度(MAE:0.0115℃)の精度で予測している(図3)。

◆ フィールド制御機能

熱需要と下水温度の状況を確認し、運転支援機能を参考に①熱源水(未処理下水)取水ポンプ制御 ②熱源機負荷率最適制御 ③負荷追従制御を行っている。

◆ 計量並びにエネルギー管理

実績データを分析し、最適制御を行うことを目的に、①各需

図1 熱源システム概要

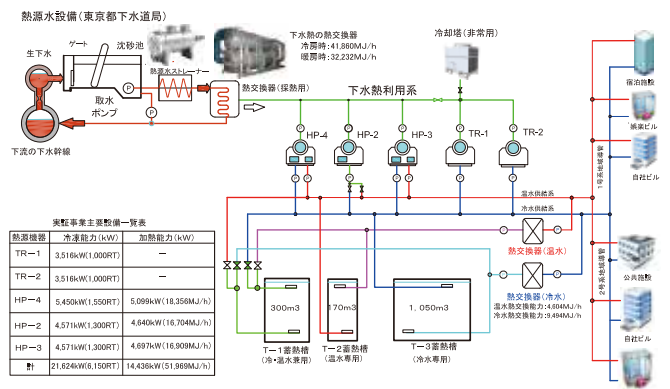


図2 実証システム概要

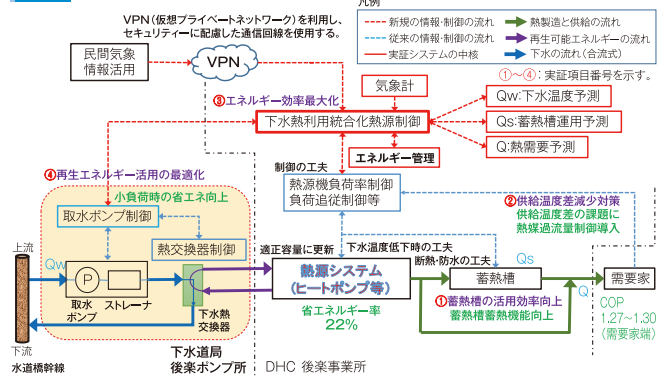


図3 コミッショニング推進体制

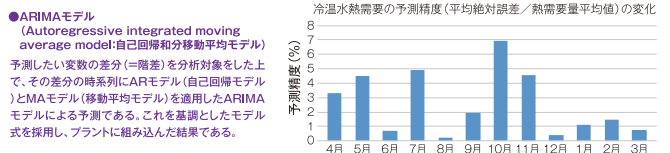
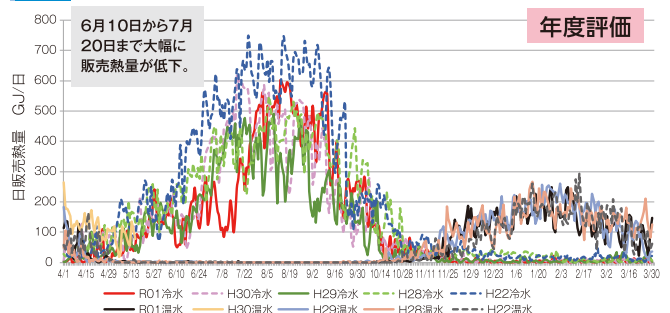


図4 令和元年度の日販売熱量、対平成22年度比較



要家(6か所)への販売熱量計量 ②エネルギー効率 ③下水熱利用率 ④蓄熱利用率 ⑤導管ロス ⑥蓄熱槽ロスのデータを蓄積分析評価し、2013年から2019年にかけて、概ね3か月ごとに事業主、運転管理者を含む関係者によるWG会議を開催し、運用の改善を行ってきた(図4)。

下水熱利用統合化熱源システムの評価

◆省エネルギー評価

再構築後、後楽一丁目地域は供給熱量ベースで年間プラントCOPは、1.18まで向上している。「熱供給事業便覧令和元年版(平成30年度実績等収録)」によると、効率面で全国10位の高効率な地域冷暖房施設となっている。これは、運転支援機能による蓄熱運用支援、下水温度と供給熱量(冷水および温水供給量のバランスにより制御:図5)によるフィールド制御の有効性による。

また、冷水供給において、ピーク負荷の5%程度の低負荷時には直送用のINVターボ冷凍機からの供給ではなく、蓄熱システムからの供給が有効であることが確認されており、軽負荷時の効率改善を目的として、蓄熱槽活用率を運用の目安としている(図6)。

なお、今回の再構築での蓄熱システム評価としてシミュレーションを行い、蓄熱システムがない場合と比較し16%効率向上が図れていることを確認している(図7)。また、INVターボ冷凍機の過流量制御について、夏期の冷水需要が大きい期間においてその有効性が確認された(図8)。従来は軽負荷時の供給温度差縮小時の対応として活用されてきたが、熱負荷特性によって採用検討することが望まれる。

◆総合評価

再構築完了後、下水熱統合化熱源システム本格運用を開始して3カ年評価分析を行ってきた。外的な変動要因(耐震工事や新型コロナウイルス感染症など)がある中で、再構築計画時の目標はほぼすべて達成している。

蓄熱槽活用効率の検証において、蓄熱槽断熱防水の性能評価では「過去の実績データから、竣工当初の劣化のない状態の蓄熱槽断熱効果の推定を行う」方法での熱ロス算出で検証した結果で効果を確認している(図9)。

統合化制御の中核となる下水温度予測、熱需要予測技術については、構築した予測モデルの精度向上と検証を行い一定の成果が得られた。

今回の再構築では、事業の主要なテーマである未利用エネルギーと蓄熱槽に関する事項において以下の効果を上げることができた。

改善の効果

- (1) 年間プラントCOP:1.18
- (2) 蓄熱槽活用効率:36.2%
- (3) 下水熱利用COP※:1.23(未利用エネルギー活用評価)
 ※下水熱利用COP:冷温水製造熱量(製造熱量)を、下水熱交換器一次側熱量(採熱量)で割った値と定義した。

図5 熱源水取水ポンプ実証制御

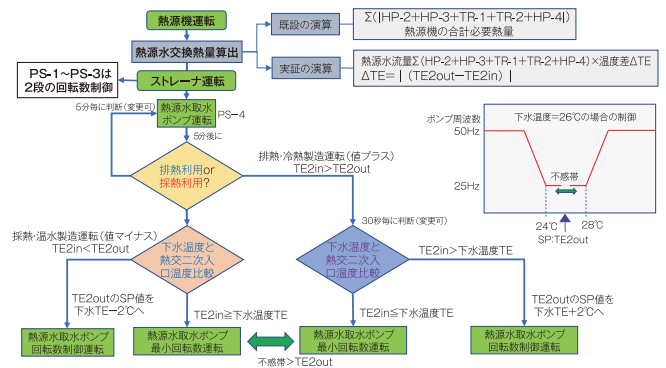


図6 2019年度蓄熱槽活用効率推移
年間推定蓄熱槽活用効率=36.2%

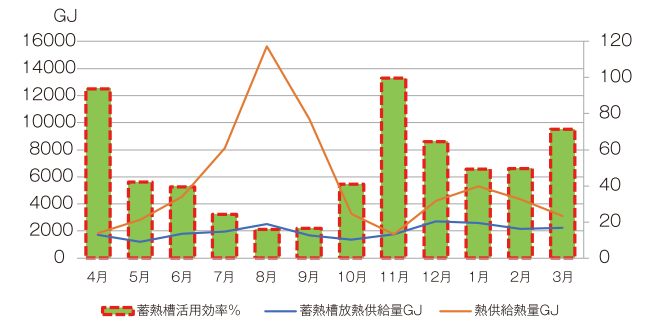


図7

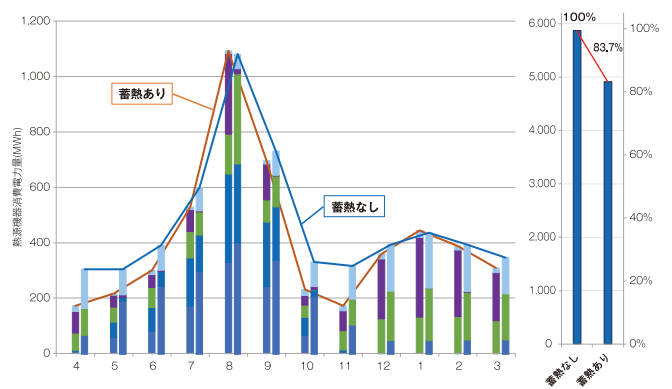


図8 過流量制御 実績データ vs 仮想データ(増段)

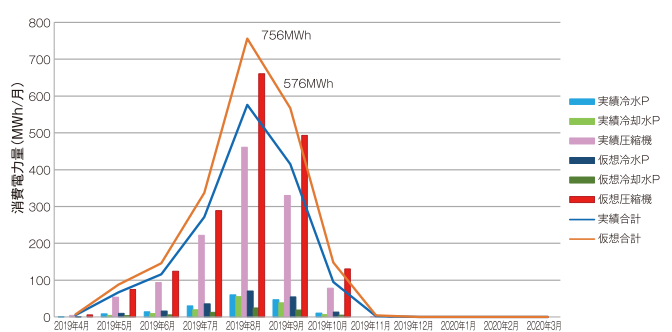


図9

