

優良省エネルギー設備顕彰事例①

改修設備部門 (財)省エネルギーセンター最優秀賞

製品冷熱回収による省エネルギーと負荷平準化による 電力ピークカットシステム

設備所有者：アサヒビール株式会社博多工場

設備施工者：株式会社ダイキンアプライドシステムズ

建物の概要

名称 アサヒビール(株)博多工場
所在地 福岡県福岡市博多区竹下3丁目1-1
概要 建屋 地上5階建て
延面積 3,687m²
構造 RC造
用途 工場

1. システム開発の目的と経過

震災を機に電力事情が大きく変わりつつあり、原子力発電の稼働率が下がっている現在、各事業所での電力確保が必至となっている。こうした背景の中、各企業は、電力使用量の削減とともに、電力のピークカットを迫られている。

電力ピークカットの手段として、氷蓄熱、及び水蓄熱があるが、氷蓄熱の場合は氷を製造するために、冷凍機の蒸発温度を下げる必要があり、電力デマンドは下がるものの、電力使用量が増加する。また水蓄熱の場合は、顕熱蓄熱のため大型の蓄熱槽が必要になり、既存工場では設置スペースの問題、またイニシャルコストが大きくなるといった問題が生じてくる。

そこで本システムは、工場の昼間と夜間の電力デマンドの差があることと、冷熱の回収による負荷の削減化、既存設備の有効利用に着目した。

すなわち既存設備を最大限利用することにより、設置スペースの問題とイニシャルコスト削減化を達成し、冷水蓄熱の実施のみならず、そこに冷熱の回収を組み合わせたシステムにすること、その他冷却方式の見直しにより、負荷の削減、省エネ・低炭素化システムとともに、電力デマンド



アサヒビール株式会社博多工場 外観

の低減化に貢献出来る。

次項に、計画前での事前調査内容を含め、本システムに至る開発経緯を記載する。

(1) 取組前の冷熱負荷特性と昼・夜電力デマンドコントロールの状況

ビール工場では、製造工程のうち「仕込」と呼ばれるプロセスで麦汁を、95℃から低温領域まで冷却する工程(麦汁冷却)がある。この工程は、図1「麦汁冷却の能力図」から解るように、負荷形態はバッチであり、また瞬間的に大量の冷却熱量を必要とする。また夜間蓄熱を考えた場合に、日中と夜間での冷却負荷状況と冷凍機の稼働状況を確認する必要があり、施策前の24時間での稼働状況を図2「夏季の冷凍機稼働状況図」に示す。この2つの状況により、夜間での冷水蓄熱が非常に有効であることが解る。

一方、前記に述べたように冷水蓄熱をする場合に大量の蓄熱槽が必要になり、施工イニシャルコ

ストが大きくなり、設備償却年数（ROI）が悪く、現実的では無い。

そこで、製造工程の変更を行うことによって、既存のビールタンクを蓄冷タンクとして使用し、かつその保温性能も優れていることにより、転用による冷水蓄熱が可能と判断し実施に至る。

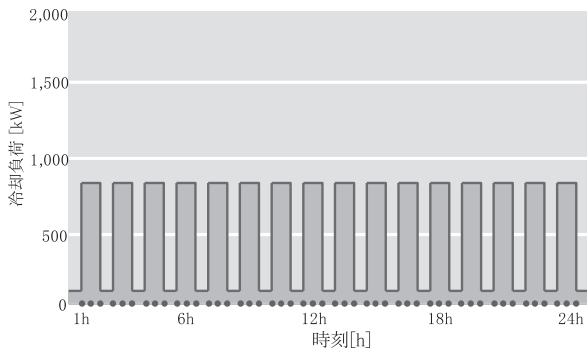


図1 麦汁冷却の能力図

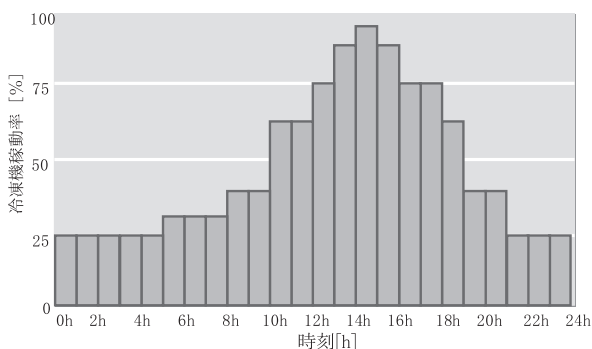


図2 夏季の冷凍機稼働状況図

(2) 新熱回収システムについて

ビール製造において、缶、ビン、樽等に充填する工程があり、通常充填時のビールは非常に冷えた状態にある。その後、常温に戻され、包装工程に移行される。この場合、ビールを常温にする時に、多量の温熱が必要で温水等が利用されていた。

よって、ビール詰機手前のパイプライン中で低温ビールの冷熱を回収出来れば、その利用用途は種々考えられ、冷熱負荷の削減による省エネルギー化が見込まれる。

そこで前述に記載した冷水蓄熱と合わせて、製品側の冷熱を冷水側に回収することにより、製品と冷水の熱交換といった燃料消費と冷熱を抑えた、燃料、冷熱の両面の削減が可能となる新冷熱回収システムを組み込むことが可能となる。

(3) 核となる高効率冷凍機の採用

ここでは、蓄熱をベースに考えるため、既存のブラインチラーより、ベースとなるチラーを2台更新し、利用温度帯で効率の高い、アンモニア冷媒を利用し、液冷却器、Vi（内部容積比）可変を組んだ、高効率ブラインチラー2台を導入した。内1台はインバータNH₃スクリーブラインチラーを採用。負荷の変動に追従可能なシステムとし、冷凍機の発停によるブライン温度乱れを防止している。

図3「年間負荷状況と冷凍機運転台数」より稼働時間を示す。これにより、更新能力と台数、インバータ機を選定している。

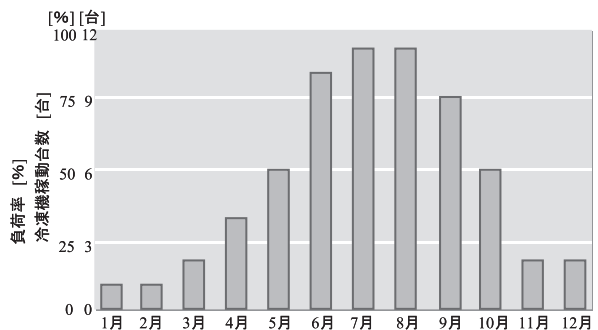


図3 年間負荷状況と冷凍機運転台数

(4) 経過：

| | |
|-------|-----------|
| 平成21年 | (検討、設計等) |
| 平成22年 | (施工、試運転等) |
| 平成22年 | (引渡し等) |

2. 設備・システムの概要

夜間に遊休している冷凍機を運転させ、低温冷水を製造し、低温冷水蓄熱をすることにより電力ピークカットを行う。さらに新熱回収システムとして「ビール常温充填」を利用した新冷熱回収システムを導入し、省エネルギー化を実施する。

熱源機の更新として、IHR22冷媒のスクリーブラインチラーの内、約800RtをNH₃冷媒のスクリーブラインチラーに更新する。以下に主要納入機器を記載する。

(1) 納入機器概要

－1 新設

①汎用ブラインチラー 能力1,534kW × 1台

- ②INVブラインチラー 能力1,298kW × 1台
- ③熱交換器類、ポンプ類、制御機器類等一式
- 2 既設転用
- ①冷水タンク 420m³× 2基
(既設ビールタンク転用利用)

3. 着想

(1) 冷水蓄熱による電力ピークカット

従来の麦汁冷却システムは図4に示すように、麦汁冷却用熱交換器の1段目が原料水での冷却、2段目が冷水での冷却、3段目がブラインでの冷却となっている。2段目の冷却熱源としてLiBr吸収式冷凍機を使用、3段目の冷却熱源としてブライン冷却R22スクリーブラインチラーを使用している。

麦汁冷却が図1に示すように、バッチ負荷のため各冷凍機の発停回数が頻繁に起こる。そこで、新設NH₃スクリーブラインチラーにより原料水をバッチではなく連続で冷却し、原料冷水を蓄冷する。これにより図6に示すように、昼間10時～16時までの6時間は冷水製造を完全停止させた。

本方式により

- ①電力デマンドのピークカット
 - ②冷凍機にかかる負荷を平準化
 - ③冷凍機発停回数を低減させ、無駄な動力使用の削減
- を実現可能とした。

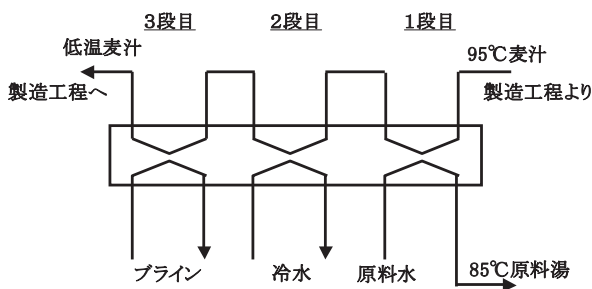


図4 更新前 麦汁冷却システム

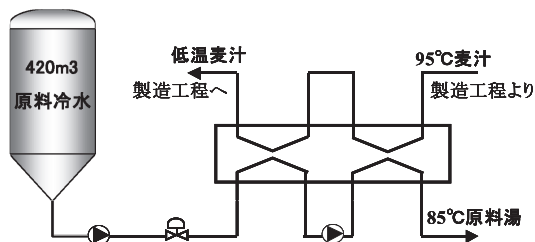


図5 更新後 麦汁冷却システム

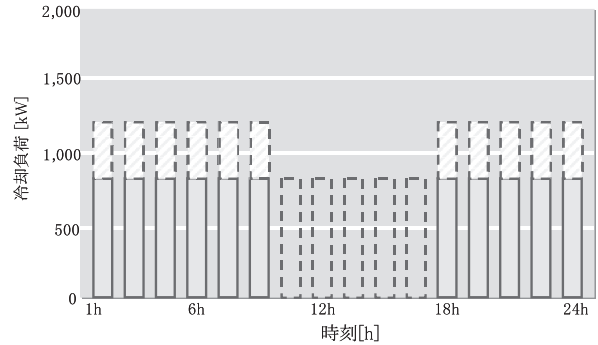


図6 冷水蓄熱負荷パターン図

現状で冷水製造に使用していたLiBr吸収式冷凍機を廃止し、新設したNH₃スクリーブラインチラーへシフトすることで燃料削減も可能となる。

(2) 新熱回収システムの導入

今回低温ビールを常温に温めて充填する設備（ビール常温充填設備）を設置したが、現状ではこのビールを温めるために燃料を使用している。そこで、麦汁冷却に使用するための、冷凍機で冷却する前の原料水を利用し、ビールと熱交換させることでビールを常温まで温める。これにより、現状で使用している燃料の削減、さらに麦汁冷却に使用するために、原料水を冷却する冷凍機負荷の低減が可能となる。

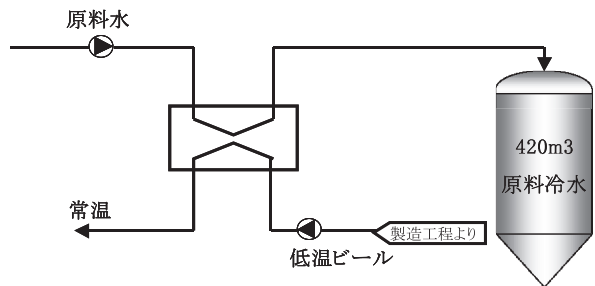


図7 新冷熱回収システム

(3) インバータNH₃スクリーブ冷凍機の導入

冷凍機は、既設のフロン（HCFC-22）冷凍機から、オゾン層破壊係数（ODP）がゼロであり、地球温暖化係数（GWP）が非常に小さい自然冷媒のアンモニアを使用した高効率アンモニアスクリーブ冷凍機へと更新する。また、冷凍機にインバータを搭載し、負荷変動に追従した運転をすることで冷凍機発停回数を低減し、無駄な電力使用を削減する。さらに、アンモニアスクリーブ冷凍

表1 施策項目別エネルギー効果 【導入計画値】

| 項目 | 施策項目 | 電力 kWh/年 | 燃料 MJ/年 | 工水 m ³ /年 |
|----|---------------|-------------|------------|-------------------------|
| ① | 冷水蓄熱と新熱回収システム | 1,110,480 | 0 | 0 |
| ② | 高効率冷凍機の導入 | 25,950 | 32,517,231 | 0 |
| ③ | ブライン搬送システムの変更 | 421,316 | 0 | 6,217 |
| | 合計 | 1,557,746 | 32,517,231 | 6,217 |

表2 省エネ効果原油換算 【導入計画値】

| | 単位 | 発熱量 (GJ) | 平成 20 年度(実績) | | 平成 23 年度(導入後) | | |
|---------|--------------------|-------------|--------------|---------|---------------|---------|----------|
| | | | 数値 | 熱量(GJ) | 数値 | 熱量(GJ) | |
| 生産量 | kl/年 | | a | 265 | | 265 | 計画削減値 |
| 昼間買電量 | 千kWh/年 | 9.97 | 10,113 | 100,827 | 8,865 | 88,379 | ▲12.3%削減 |
| 夜間買電量 | 千kWh/年 | 9.28 | 5,252 | 48,739 | 4,943 | 45,868 | ▲5.9%削減 |
| 都市ガス | 千m ³ /年 | 44.1 | 9,852 | 434,486 | 9,071 | 400,015 | ▲7.9%削減 |
| 発熱量合計 | GJ | | | 584,052 | | 534,263 | ▲8.4%削減 |
| 原油換算量 | kl | | b | 15,069 | c | 13,784 | |
| 原油換算原単位 | kl/トン | | d | 56.93 | e | 52.08 | |

【省エネ効果】導入計画値

| | |
|---|----------|
| f | 8.52% |
| g | 1,285 kl |

導入後の実績として、導入計画値 f=8.52%に対して、プラス数値が見込める予定である。
また、電力ピークの実績値として、23年度は22年度の約▲20%を達成。

機の変流量対応仕様により、ビール生産量、季節などによって変動するブライン温度を出口温度3パターン取出としシステムの最適化を図る。

4. 効果(省エネルギー)【導入計画値】

表1に「施策項目別エネルギー効果」を示す。
試算では従来システムと比較して1年間の消費のうち

- ・電力量 ▲1,557,746kWh/年、
- ・燃料 ▲32,517,231MJ/年、
- ・工水 ▲6,217m³/年の削減となり、

表2「省エネ効果原油換算」では、1285kl/年で、平成20年度と比べて8.52%の省エネルギーの試算となる。

5. 投資回収(省マネー)【導入計画値】

A: 本設備の設計施工費(計画)

= 465,675千円(税込)

B: 年間削減エネルギー費用(計画)

=74,900千円

従って、投資回収年数(A/B)は6.2年となる。

本設備は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の「エネルギー使用合理化事業者支援補助金」により実支出額の1/3が補助される。

{(465,675千円) - (補助金147,861千円)}
÷ (74,900千円) ≒ 4.2年

6. 他の建物への応用性

本システムはビール工場での実施例であるが、冷水蓄熱は多岐分野に渡り利用が可能であり、節

電、電力デマンドのピークカットを迫られる中、適用可能な業種も多様であると考えている。

経済性も考慮し、ポイントとなることを下記に記載する。

- ① 負荷変動が大きく、ピークシフトが可能となる設備
- ② 設備の転用や、遊休設備の利用が可能かを調査し、経済性を検討する
- ③ 未利用エネルギーを調査し対策を講じる
- ④ 上記経済性が向上するように一連のシステムを検討する

7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

開発製品として下記システムを利用

| | |
|----------------|------------------------|
| 特許第 3401509号 | 熱加工液冷却装置及び 熱加工液冷却方法 |
| 特許第 4671546号 | 冷熱搬送装置 |
| 特開 2010-256009 | 冷熱搬送装置 |

8. 環境保全、便利性等【導入計画値】

- 1) 電力削減量によるCO₂排出量削減

$$= (\uparrow 1,557,546 \text{ kW} / \text{年}) \times (0.387 \text{ kg-CO}_2 / \text{kWh})$$

$$= \underline{\uparrow 603 \text{ トン-CO}_2 / \text{年}} \quad (\uparrow 10.1\%)$$
- 2) 燃料削減量によるCO₂排出量削減

$$= (\uparrow 32,517,231 \text{ MJ} / \text{年}) \div (44.1 \text{ MJ} / \text{m}^3)$$

$$\times (2.26 \text{ kg-CO}_2 / \text{m}^3)$$

$$= \underline{\uparrow 1,666 \text{ トン-CO}_2 / \text{年}} \quad (\uparrow 7.9\%)$$

$$(\uparrow 3.4\%)$$
- 3) 工場全体のCO₂排出削減量合計

$$= \underline{\uparrow 2,269 \text{ トン-CO}_2 / \text{年}} \quad (\uparrow 8.4\%)$$

9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

- (1) ビールタンクを利用した電力ピークカット及び新熱回収システム導入

低温冷水を蓄熱するビールタンクは、縦型タンクの形状をしており、低温冷水の満水時と減水時では、水頭圧で18mAq (0.18MPa) の背圧差を生じる。そのため、満水時と減水時では、麦汁冷却熱交換器の冷水側圧力が変動する。また品質管理上、麦汁冷却熱交換器の麦汁側圧力は、常に冷水側よりも高い圧力しておく必要がある。

そこで、**図8**に示すように満水時は原料冷水タンクの液面の移動により背圧が変化しないよう、冷水系統内の圧力を監視し、ポンプの回転数制御で調整し、ポンプの回転数調整で絞りきれない部分のみを二方CV弁にて調整している。本システムにすることにより麦汁冷却熱交換器の入口側圧力が常に一定圧で管理される。またタンクのヘッドを有効に利用し搬送動力の省エネも可能となる。

万一ポンプが故障停止した場合でも、熱交換器の前後の冷水系統を遮断し、熱交換器内部の冷水を排出し、背圧の影響が無いように配慮している。

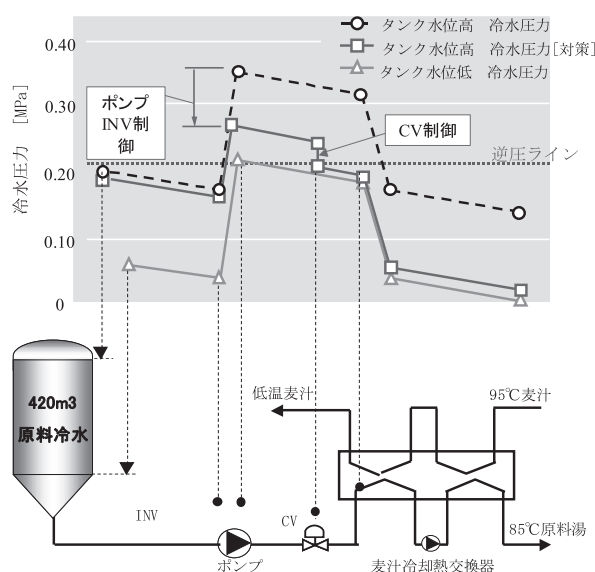


図8 熱交換器圧力低減対策

10. 市販性、販売状況、適用市場の大きさ、競合品又はシステムの比較、販売実績 (国内、外) 等

本実施例より、冷熱蓄熱を主体にした節電と電力デマンドの低減化は非常に有効であることが解る。また既存設備の有効利用も各工場により多様と思われる。それらを調査、利用することにより、同システムを各工場へ水平展開させていきたい。

- その他、他業種で利用が可能なものとして、
- ・清涼飲料工場・乳製品工場・冷凍食品工場

・各種工場空調熱源 等が考えられる。本システムを参考に、冷熱蓄熱による電力ピークカットのシステムが広がることを期待したい。

11. 概観、構造図



写真1 ビールタンク転用冷水蓄熱タンク



写真2 高効率アンモニアインバータ冷凍機



写真3 新熱回収システム及び冷水製造システム

優良省エネルギー設備顕彰事例②

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会 会長優秀賞

サザンスカイトワー八王子における 高効率な蓄熱式空調システム

設備所有者：サザンスカイトワー八王子 商業・業務等管理組合
設備施工者：(株)大林組

1. 技術開発の目的と経過

建物の概要

建物名称 サザンスカイトワー八王子
所在地 東京都八王子市子安町4-7-1
主要用途 店舗、住宅、業務、市民ホール、駐車場
敷地面積 10,279.39m²
建築面積 8,188.16m²
延床面積 99,769.87m²
構造規模 S造、一部SRC造、RC造 地下2階、地上41階、塔屋2階
駐車台数 自走式217台、機械式44台×3基
工期 2008年1月～2010年11月
写真1に建物外観を示す。



写真1 建物外観

目的

本建物はホール・商業・業務・集合住宅の複合用途のためホール使用時と不使用時に空調負荷が大きく異なっている。図1に建物の構成を示し、図2に計画時冷房ピーク日の熱負荷曲線を示す。冷房ピーク日の熱負荷の約1/3がホール部分の熱負荷となっている。この約1/3のホールのピーク熱負荷を夜間に移行させ電力負荷平準化を達成するため高効率な蓄熱式空調システム採用した。

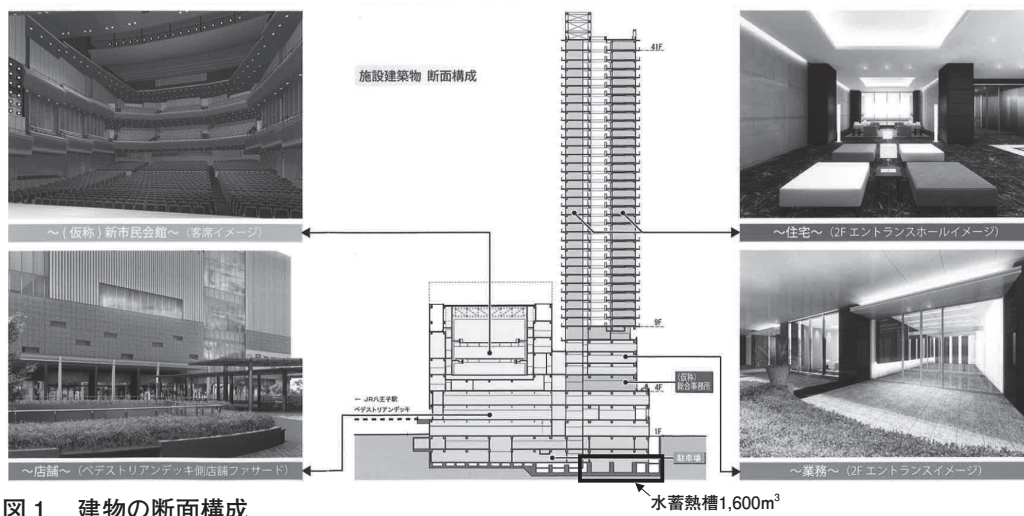


図1 建物の断面構成

経過：平成 18年～19年 計画・設計
 平成 20年 1月着工
 平成 22年11月30日 竣工

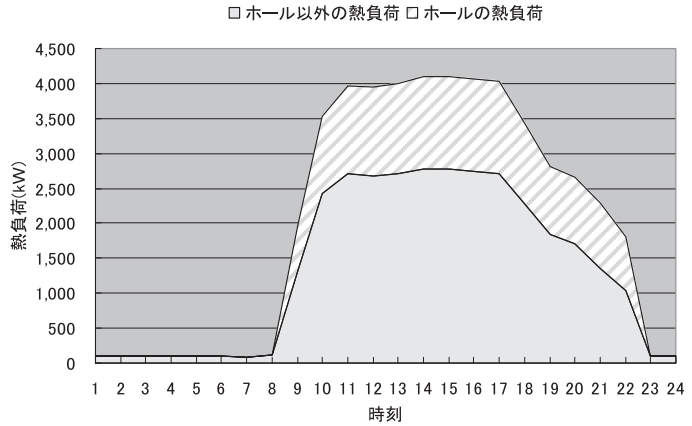


図2 計画時冷房ピーク日の空調負荷の推移

2. 設備・システムの概要

(1) 熱源システム

ホール・商業・業務といった複合用途の中でホールが満席になった時の尖頭的な空調ピーク負荷に対応するため、高効率な直列連結式温度成層型蓄熱槽の採用とガス焚冷温水発生機の採用（電気・ガス併用）により電力負荷の平準化を目指したシステムとなっている。

中間期や夜間などの低負荷対応として冷水・温水の小流量ポンプや冷却塔ファンの変风量システムを採用している。図3に冷水配管フロー図を示し、図4に温水配管フロー図(略)を示す。

凡例

- RT 電動ターボ冷凍機 225USRT
- CT 冷却塔 HEXプレート式熱交換器
- RC ガス焚冷温水発生機 190USRT
- CP 冷水ポンプ
- CSH 冷水往ヘッダー
- CRH 冷水往ヘッダー

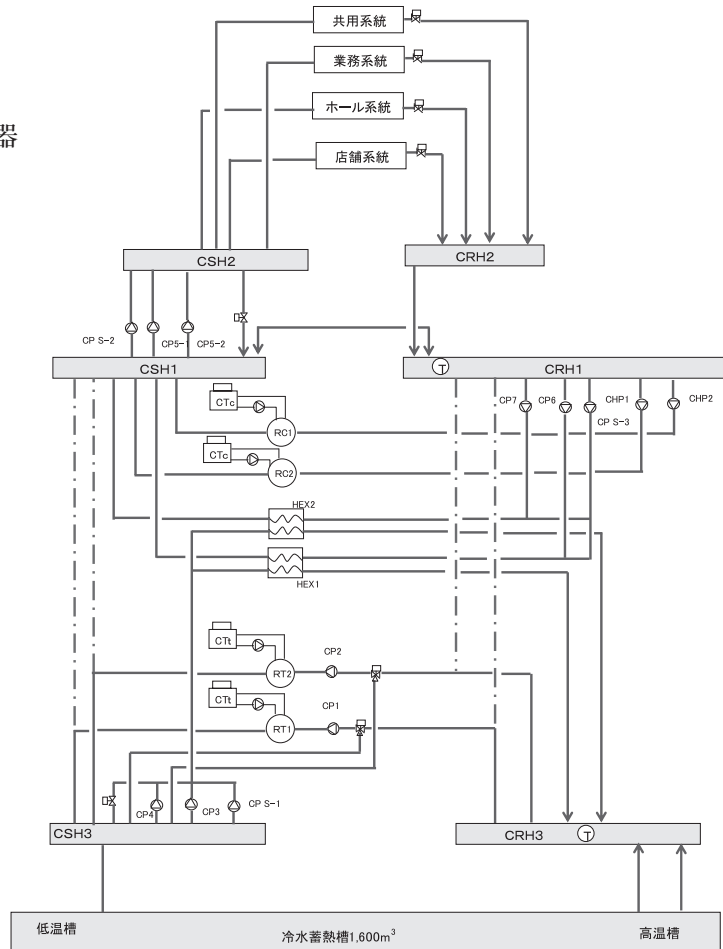


図3 冷水配管フロー図

(2) 空調システム概要

a. 店舗の空調設備計画

図5に店舗フロアの空調ダクトフロー図を示す。図5に示すように空調方式は外気処理空調機+ファンコイル (FCU) 方式となっている。ファンコイルユニットは一般的に利用温度差が確保しづらいと言われているが熱動弁による還り温度制御により利用温度差を確保している。

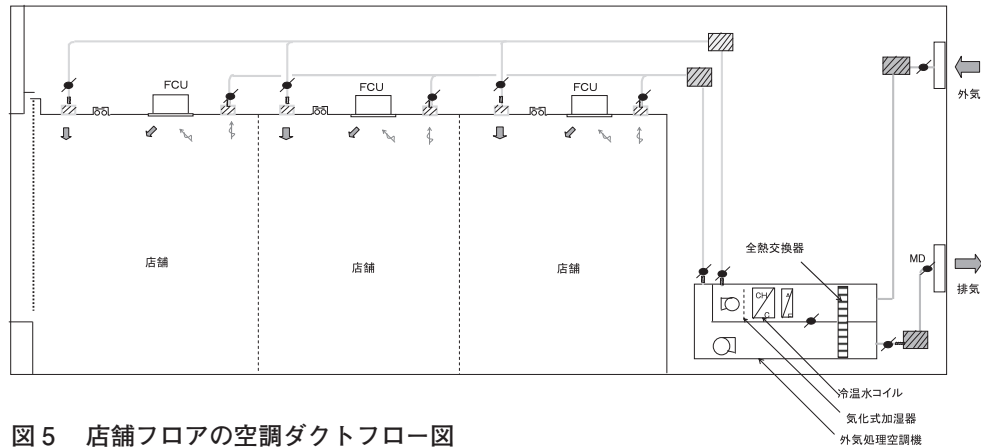


図5 店舗フロアの空調ダクトフロー図

b. ホールの空調設備計画

ホール客席系統は、床吹き出し空調方式となっており客席以外は単一ダクト変風量方式と一部の小部屋は外気処理空調機+ファンコイルユニット方式となっている。ホールの空調負荷の大半を占める客席系統には新規開発の床吹き出し口 (スマートフロー) を採用している。

写真3にスマートフローの気流実験の写真を示す。写真3に示すようにスマートフローの吹き出し気流は座席の背板に沿って室内に拡散していくため吹き出し温度を通常の床吹き出し口より低く設定することが可能である。

c. 業務フロアの空調設備計画

図6に業務フロアの空調ダクトフロー図を示す。図6に示すように空調方式はインテリア・ペリメータ共全空気による単一ダクト変風量方式となっている。外気取り入れと排気は8階レベルから取り入れている。省エネルギー手法として大温度差送風 ($\Delta t12^{\circ}\text{C}$) 全熱交換器によるピークカットCO₂センサーにより居住者数に応じて外気取り入れ量の低減を行っている。また、中間期には外気冷房をおこなっている。

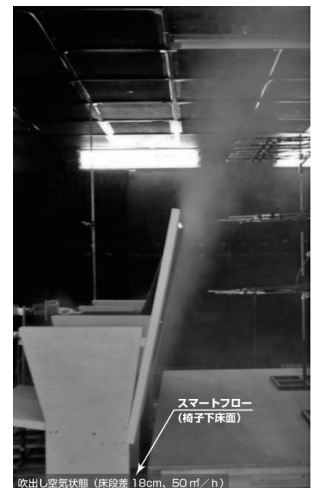


写真3 スマートフロー

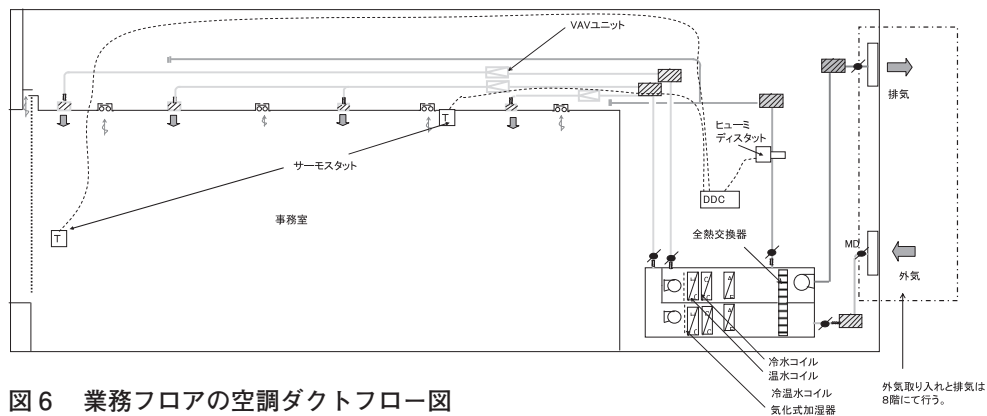


図6 業務フロアの空調ダクトフロー図

空調機方式なのでもともと利用温度差がつきやすいが大温度差送風とすることでコイル列数が増しさらに利用温度差がつきやすくなっている。

(3) 省エネルギー効果の確認

本物件には省エネ運用支援システムとして、BILCON-Σを導入している。BILCON-Σとは当社の開発したBEMSで汎用PCをデータ収集用に中央監視盤に接続したものである。このシステムでは建物固有の設備システム（蓄熱システム等々）のための専用のデータ表示画面を準備し、設計意図通りの運転が行なわれているかを随時確認することができる。以下にいくつかの画面例を示す。図7は冷熱源の台数制御状態を表示する画面である。負荷熱量や冷水往還温度による台数制御が想定どおり行なわれているかを確認できる。図8は蓄熱用のターボ冷凍機の運転状況を表示する画面である。ターボ冷凍機のCOPの変動とCOPの変動に影響を与える生産熱量（負荷率）、冷水出口温度、冷却水温度の変動を確認できる。図9は蓄熱槽内の温度プロフィールを表示する画面である。槽内温度分布に問題がないかを確認できる。

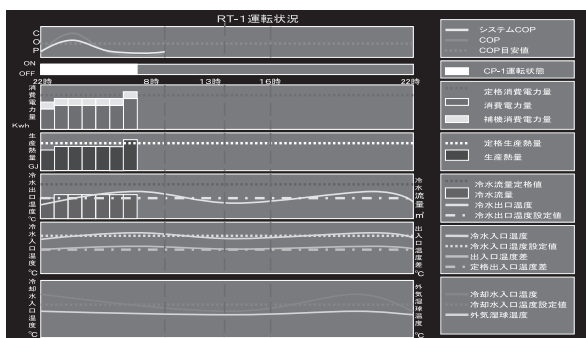


図7 冷熱源台数制御状況表示画面

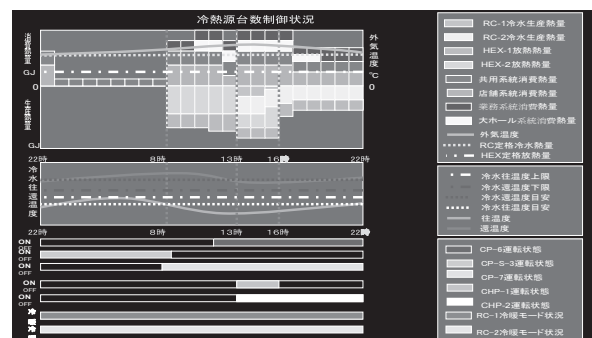


図8 ターボ冷凍機運転状況表示画面

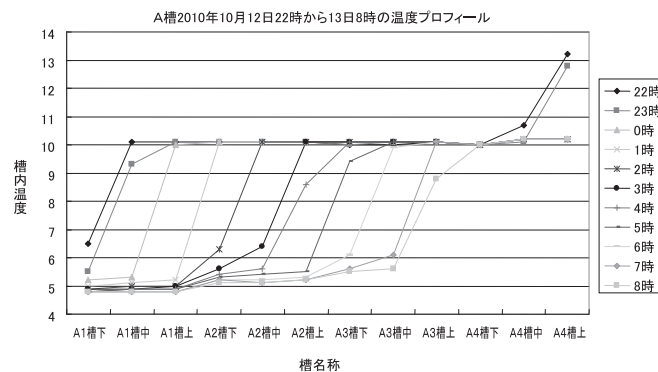


図9 蓄熱槽内温度プロフィール表示画面

3. 着想

高効率な蓄熱式空調システムとするために熱源側には限りなく高効率な直列連結式温度成層型蓄熱槽を導入し二次側空調システムには確実に利用温度差を確保するためにファンコイルに還り温度制御弁、ホール空調に新規開発の床吹出し口（スマートフロー）、業務フロアの空調に大温度差送風空調システムを採用した。熱源側と二次側空調システムの工夫により高効率な蓄熱式空調システムとなった。（詳細は略）

4. 効果（省エネルギー）

運用開始から今後のエネルギーの有効利用を目的としてエネルギー消費特性の把握や蓄熱システムなどの効果分析、省エネルギー手法の検証を行ってきた。

(1) 蓄熱槽の温度成層状況

図17(1点のみ掲載、他省略)に放熱時の温度プロファイルを示し図18(略)に蓄熱時の温度プロファイルを示す。図17、18に示すように放熱時、蓄熱時において低温側と高温側がはっきりと分かれており(グラフが切り立った状態)温度成層が計画通り良好に保たれていると評価できる。(略)

(2) 蓄熱槽流出入水の温度制御

蓄熱槽内を良好な温度成層に保つためにハード面では誘導配管・多孔ヘッダーを行いゆっくりと水を流すことで温度成層を形成させる。ソフト面では蓄熱槽に流出入する水温を制御することが重要である。図19冷水蓄熱時の温度制御フロー図の考え方を示す。図19に示すように冷凍機の出口温度が5℃となるように三方弁により入口温度を15℃に制御している。

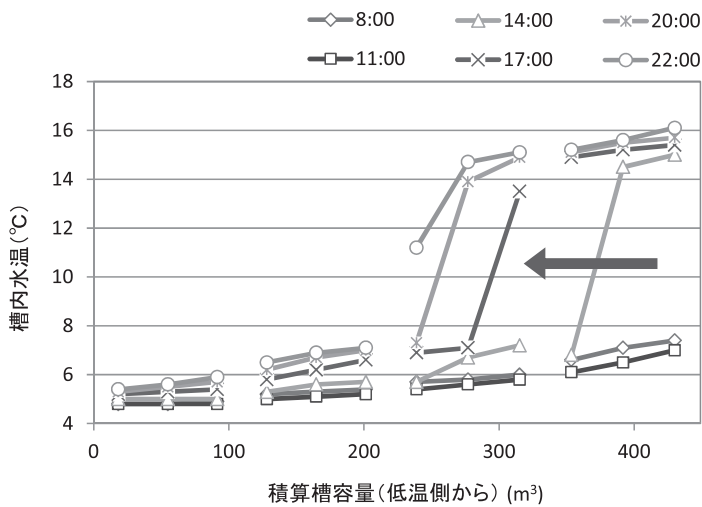


図17 放熱時の温度プロファイル (2011年8月10日)

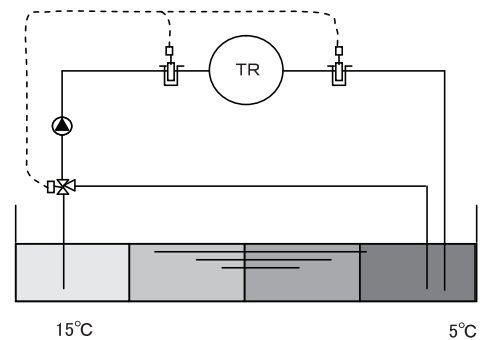


図19 冷水蓄熱時の温度制御フロー図

(3) 電力負荷平準化効果

運用検証の実測データによる電力負荷平準化の効果を以下に示す。

a. 熱源運転の夜間移行率

図21に年間の熱源の電力消費量と夜間移行率を示す。図21に示すように冬期・中間期は外気冷房などにより冷水使用量が少ないため夜間移行率が100%となっている。また、蓄熱槽は蓄熱槽の放熱ロスが少ないとホールの使用スケジュールに合わせて蓄熱量を決めるのは管理者の負担が大きいため常に満蓄にしておくようにした。その結果中間夜間移行率は1.0になった。7月は夜間移行率が0.8をきったが熱源運転の見直しにより8月は0.8以上となった。

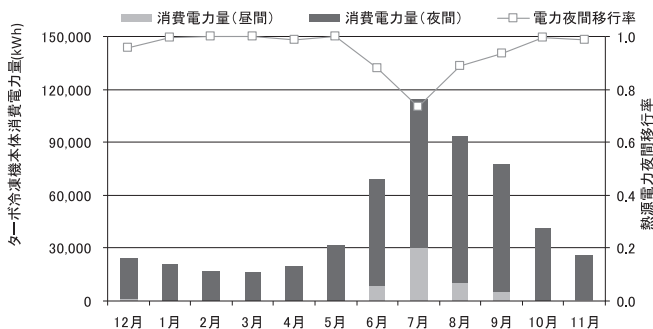


図21 年間の熱源の電力消費量と夜間移行率

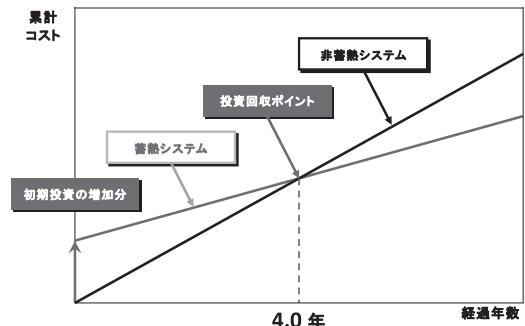


図26 コストパフォーマンスカーブ

5. 投資回収 (省マネー)

運用検証による実測データにより経済性を評価した結果として図26にコストパフォーマンスカーブを示す。図26に示すように非蓄熱システムとした場合の勾配を黒い線で示しと今回応募した蓄熱システムとした場合の勾配を赤い線で示す。回収年数は蓄熱システム部分に要したイニシャルコスト100、省ランニングコスト25になったため $100/25=$ 回収年数4年とした。

6. 他の建物への応用性

ピーク電力負荷抑制が必要な状況の中、どのような建物にも適用が可能であり、建物の使い勝手に合わせて蓄熱式空調システムを応用可能である。

7. 環境保全、便利性等

(1) CO₂排出量

表3の熱源消費電力量を使用しCO₂排出量を算出した結果を以下に示す。

CO₂排出量換算値 電気(昼間・夜間とも) 0.374kg-CO₂/kWh 東京電力の数値による。

①冷水

昼間 73,446kWh×0.374kg-CO₂/kWh=27,469kg-CO₂/年

夜間 620,554kWh×0.374kg-CO₂/kWh=232,087kg-CO₂/年 A計 259,556 kg-CO₂/年

蓄熱なしとした場合 (仮定)

1次エネルギー削減効果で計算した数値を採用する。

③冷水

751,795kWh×0.374kg-CO₂/kWh=281,171 kg-CO₂/年 … B

したがって、CO₂排出量の削減効果は

冷水 B-A=削減値21,615 kg-CO₂/年 → 削減率7.7%

8. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

- ①尖頭的な冷房ピーク負荷という特性のある複合建物に構造的に必要なピットを高効率な『直列連結式蓄熱槽』を適応させ最大限夏場の冷房ピーク負荷を削減し電力負荷の平準化を達成した。
- ②蓄熱効率を最大限高めるために冷水利用温度差を確実にとることに着目し二次側空調システムに工夫を凝らした。通常温度差のつきにくいファンコイルには還り温度制御弁、ホールにはスマートフロー、業務施設には大温度差送風など利用温度差を確保しやすい要素を盛り込んだ。
- ③一般的にはスペース・コスト的な制約が大きい水蓄熱槽であるが『直列連結式温度成層型水蓄熱槽』の構築により構造基礎梁空間を有効利用し必要とする蓄熱容量を確保した。また、蓄熱水槽は整形で同じ大きさの水槽とすることで施工の容易性にも貢献できた。
- ④中間期や夜間の低負荷対応として小流量ポンプを採用し低負荷でも利用温度差を確保し蓄熱効率を高める工夫をした。
- ⑤ビルコンΣにより竣工後の運用段階での検証によりシステムを評価した。電力負荷平準化などの効果確認と各種発表などによる蓄熱の確かな有効性について積極的に社会へ発信する。

優良省エネルギー設備顕彰事例③

改修設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会 会長奨励賞

粉乳濃縮ドレン利用廃熱回収設備

設備所有者：雪印メグミルク(株)大樹工場
設備施工者：(株)東洋製作所

建物の概要

名称 雪印メグミルク株式会社大樹工場
所在地 北海道広尾郡大樹町緑町35番地
概要 建 家 地上1階
延床面積 325m² (当該関連施設のみ)
構造 S造
用途 乳製品製造施設

1. 技術開発の目的と経過

目的：製造用冷却水の廃熱再利用による省エネルギー化

経過：平成21年(設計、検討等)製造用冷却水の廃熱再利用提案依頼を受け企画、設計を行う。
平成22年(試作、試験納入等)詳細設計及びコスト試算
平成23年(試運転、引渡し等)平成23年10～11月試運転引渡し、12月上旬から運用開始。

2. 設備・システムの概要

概要：製造設備からの廃温水を温水ヒートポンプ機へ供給、ボイラー用軟水器からの水を加熱しボイラー給水タンクへ供給する。

特色：製造設備から通期に渡り35～40℃近い温度の冷却水が排水されている事に着目し、その冷却水排水を使用しエネルギー消費効率の高い温水ヒートポンプシステムを計画。
ヒートポンプ設備を採用する事で、廃温水の温度を汲み上げ、ボイラー給水に熱を移す事によりボイラーの省エネ運転へ大きく貢献する。



建物外観

3. 着想

・施主より製造設備からの廃温水再利用提案の依頼を受けて平成22年10月に年間常に稼働するボイラー設備へ着目。ボイラー給水温度が40℃前後の為にさらに昇温させる為に蒸気を使用していた。このボイラー給水温度昇温に使用する蒸気使用量の削減を行う事で化石燃料(重油)の使用量を削減し、さらにCO₂削減へ貢献したいと考え、廃熱を利用した温水ヒートポンプ設備の提案を行った。

4. 効果

温水ヒートポンプ設備稼働時間4,000h/年における省エネルギー効果
＜ボイラー蒸気設備＞
蒸気製造量：ETW加熱能力×3,600 [kJ/kW] ÷ (ボイラ製造蒸気Δh×ボイラ効率)
=602.1[kW]×3,600[kJ/kW] ÷ (2,782[kJ/kg]×0.84)
=927.5kg/h×4,000h/年=3,710ton/年

重油削減量：ETW加熱能力÷(C重油低発熱量×ボイラ効率)

=602.1[kW]×3,600[kJ/kW]÷(41,900[kJ/L]×0.84)

=61.6L/h×4,000h/年

=246.4kL/年

蒸気ボイラ-CO₂排出量：重油削減量×C重油CO₂排出係数

=246.4kL/年×2.98kg-CO₂/L

=734.1t/年

<温水ヒートポンプ設備>

温水ヒートポンプ消費電力：139.7kW

温水ヒートポンプCO₂排出量：139.7kW×0.479 [kg-CO₂/kWh] ×4,000h/年=267.7t-CO₂/年

よってCO₂排出削減量は

734.1t/年-267.7t/年=466.4t-CO₂/年

年間省エネルギー量は重油量換算にして

466.4t-CO₂/年÷2.98kg-CO₂/L=156.5tL/年

杉の木換算：33,317本/年 (14kg-CO₂/本)

温水ヒートポンプ設備導入により、化石燃料(重

油)並びにCO₂削減へ大きく貢献している。

5. 投資回収(省マネー)

ボイラー設備のみの運転と温水ヒートポンプ導入後のメリット収支は以下ようになる(※)。

<設備全イニシャルコスト>

機器：13,500千円

配管設備：8,500千円

TOTAL：22,000千円

③メリットランニングコスト=6,514千円

上記より投資回収年は、22,000÷6,514=**3.37年**となる。

運転時間を増やす事により投資回収年を縮める事も可能である。

6. 他の建物への応用性

ボイラー設備を保有し、常時10~40℃の一定流量排水が発生している工場であれば応用可能である。

さらに常時排水が無い場合でも、廃温水をタンクへ回収し循環させる事での運転が可能であり、

(※)

| | 試算ケース | | 大樹工場 |
|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 稼働時間/年 | (Hr/年) | 4000 |
| 蒸気ボイラー 対ETWH型 1基当たりの メリット計算 | 蒸気製造単価 | [円/ton] | 3,320 |
| | ボイラ製造蒸気Δh (12℃給水⇒0.5MPaG蒸気) | [kJ/kg] | 2782 |
| | ボイラ効率 | [--] | 0.84 |
| | C重油低発熱量 | [kJ/Lit] | 41,900 |
| | C重油CO ₂ 排出係数 | [kg-CO ₂ /Lit] | 2.98 |
| | 時間当たりランニングコスト | [円/Hr] | 2587 |
| | 年間ランニングコスト | [千円/年] | 10,347 |
| | 時間当たりCO ₂ 排出量 | [kg/Hr] | 183.5 |
| | 年間CO ₂ 排出量 | [ton/年] | 734.1 |
| | 電気単価 | [円/kw] | 6.86 |
| | 加熱能力 | [kW] | 602.1 |
| | 消費電力 | [kW] | 139.7 |
| | ETWH型 | 電気CO ₂ 排出係数 | [kg-CO ₂ /kWh] |
| 時間当たりランニングコスト | | [円/Hr] | 958 |
| 年間ランニングコスト | | [千円/年] | 3,833 |
| 時間当たりCO ₂ 排出量 | | [kg/Hr] | 66.9 |
| 年間CO ₂ 排出量 | | [ton/年] | 267.7 |
| メリット収支 | 時間当たりランニングコスト | [円/Hr] | 1,628 |
| | 年間ランニングコスト | [千円/年] | 6,514 |
| | 時間当たりCO ₂ 排出量 | [kg/Hr] | 116.6 |
| | 年間CO ₂ 排出量 | [ton/年] | 466.4 |
| | CO ₂ 排出量取引コスト | [千円/年] | 583.0 |
| 杉の木換算 | [本/年] | 33,317 | |

※杉の木換算値：14kg-CO₂/本

※CO₂排出量取引単価：1,250円/ton-CO₂

(環境省自主参加型国内排出量取引制度参照)



温水ヒートポンプ

また10～40℃以上の高温廃温水の場合でも既設給水と混合し設計廃温水入口温度まで下げ必要流量を確保することで使用する事も可能と考える。

7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様
設備仕様、客先条件（※機器仕様条件とは若干異なる。）

- ・軟水（ボイラー給水）流量：641L/min
- ・軟水入口温度：7.45℃
- ・軟水出口温度：57℃
- ・軟水過熱量：602.1kW
- ・廃温水流量：583L/min
- ・廃温水入口温度：46℃
- ・廃温水出口温度：34.6℃

温水ヒートポンプ仕様

- ・加熱能力：602.1kW
- ・冷却能力：463.6kW
- ・圧縮機：115kW（INV）
- ・外形寸法：2,200L×1,200W×2,100H
- ・運転重量：3610kg

8. 環境保全、便利性等

本設備導入により、ボイラー年間重油使用量が246.4kL削減され、年間CO₂排出削減量としては734.1トン（C重油CO₂排出係数：2.98kg-CO₂/L）の削減となり、温水ヒートポンプ年間消費電力＝139.7kW×4,000h＝558.8Mw消費され、年間CO₂排出量は267.7トン（電気CO₂排出係数：0.479kg-CO₂/kWh）、本設備導入による年間CO₂排出削減量734.1-267.7＝466.4tとなります。

年間重油使用量が246.4kL削減された事で、各製造施設の経費削減も図ることができた。

9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

発想した点

- ・廃温水利用提案を依頼され、製造現場で必要性が高いボイラー設備の効率化の関連について、温水ヒートポンプ設備の応用を発想した。

工夫した点

- ・施主製造設備からの廃温水温度及び流量が変化する、高温での廃温水がある際は1工程の廃熱回収では熱を回収しきれず、まだまだ熱を回収できる温度での排水となってしまふ。そこでドレン回収タンクを設け、2工程、3工程と温水ヒートポンプを循環しできる限り廃熱を回収しきることさらに省エネルギー効果の効率化を図る。また廃温水が一時的に減少した際にも高温の廃温水を循環させる事で発停の回数を減らし機器への負担を減らし、設備ランニングコストの削減も同時に行う。

10. 市場性、販売状況、適応市場の大きさ、競合品又はシステムとの比較、販売実績（国内、外）等

市場性

- ・本設備は供給温水温度が設計上65℃と蒸気とも熱湯とも言えない温度での供給ですが、本設備の様にメインの設備になるのではなく、少しでも既設設備を効率よく運転させる為の補助設備としての実績ができた。さらに省エネルギーへの企業として取組みが重要視されるなか、新たな主要の設備を導入するにはインシヤルコストが大きくなかなか踏み出す事が難しい。そこで既設設備をより効率的に運転する事、無駄に排出している物を削減する、資源のリサイクルを行う事が必要となる。

本設備は廃温水という資源をリサイクルし、排出物を無駄にしない事で既設ボイラー設備を効率的に運転を行う事ができ、省エネルギー化を図ることができる。

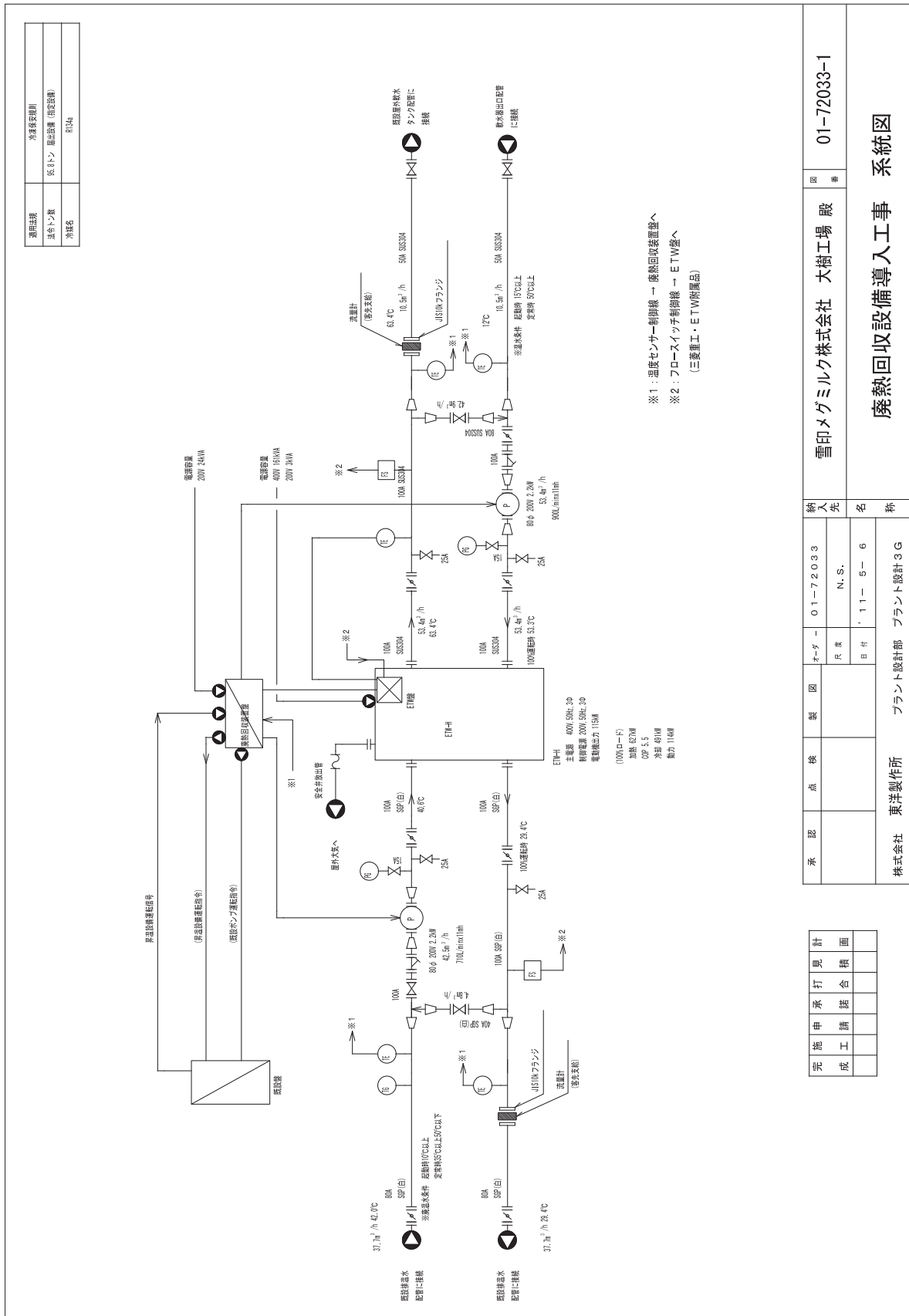
さらに化石燃料（重油）使用量削減を行う事で、CO₂排出量削減へと繋がりCSRへの取組みの一環として今後数多くの導入が期待される。

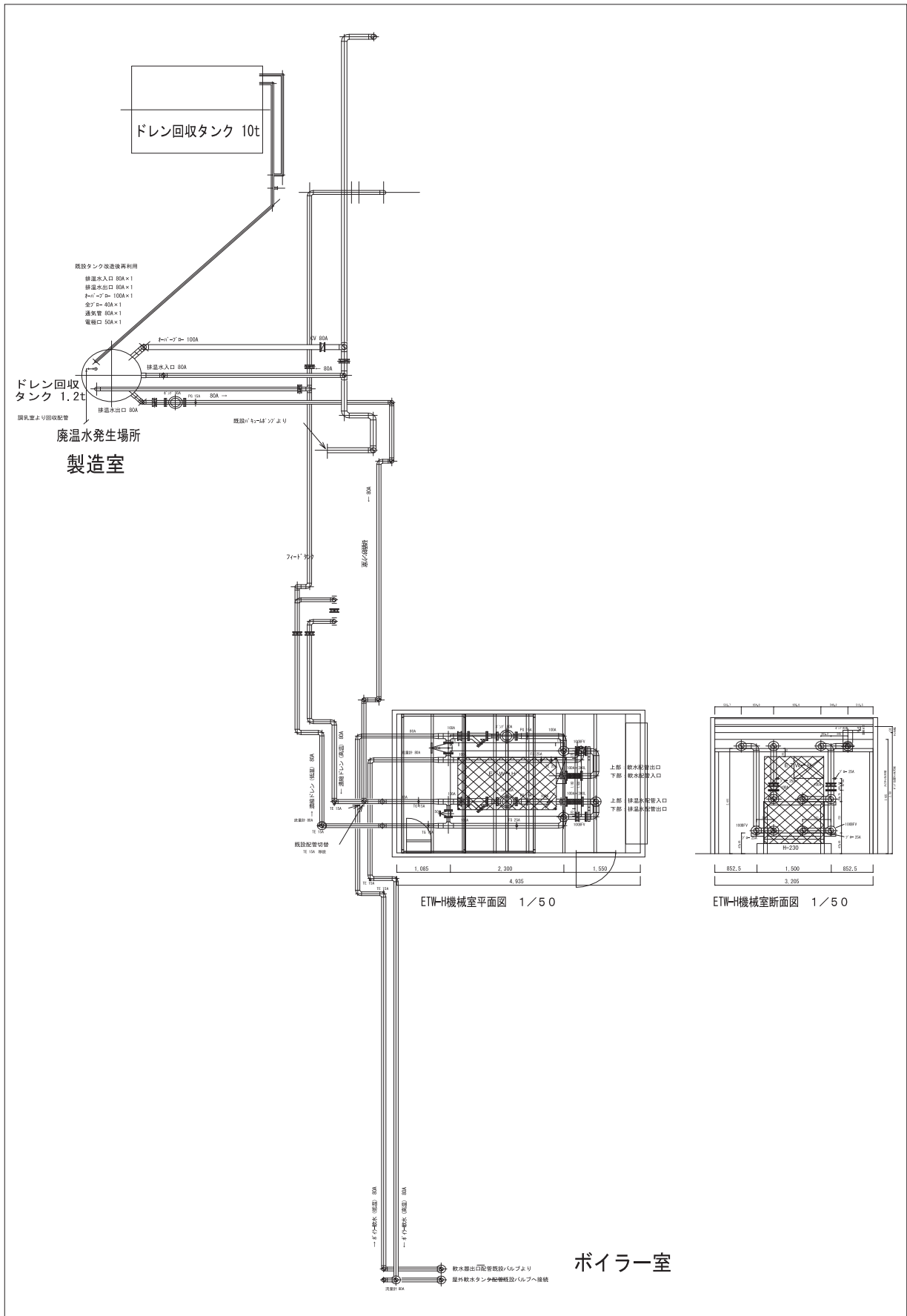
販売状況・実績

- ・ヒートポンプ推進事業チームとしてヒートポンプ販売6例目であるが、ボイラー設備への導入は初号機となる。

11. 外観・構造図

構造・システムフロー図





優良省エネルギー設備顕彰事例④

改修設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会 会長奨励賞

ホテル日の出岬給湯燃料削減工事

設備所有者：雄武町観光開発(株) ホテル日の出岬
設備施工者：アクア冷熱(株)

建物の概要

名称 ホテル日の出岬

所在地 北海道紋別郡雄武町字沢木346-3

1. 目的

平成20年9月頃より原油の値上がりがあり、A重油の使用量を下げするため。

経過

平成20年10月 (設計、検討)

平成21年3月 (試作、納入)

平成21年4月15日 (試運転、引渡し)

2. 設備・システムの概要

内容説明 水道水5℃～10℃→熱交換器17.5℃
→ヒートポンプ55℃～60℃→
→貯湯タンク→加圧ポンプ
→ボイラーの補給湯

構造 AQ-20BW (3φ×200v×15kW)
加熱能力67.4kW/h

排熱改修用ヒートポンプ2基を使用。

特徴 浴槽の洗い場から出る排湯を利用。
排熱回収方式

3. 着想

A重油燃料の高騰により、削減する為の方法としてヒートポンプを提案。

既設の重油ボイラー補給水に55℃～60℃を供給するという考えで設計した。

ボイラーの設定温度は、80℃なので20℃位の昇温ですむ。



建物外観

4. 効果 (省エネルギー)

○使用・運転・計算・条件

1日入浴者数平均450人(日帰り客、宿泊客含む)

450人/d×100L/一人×(60℃-17.5℃)

=1,912,500kcal÷860kcal=2,223kW

2,223kW÷24h=93kW/d

∴93kW<AQ-20BW、加熱能力67.4kW/h×2基

2,223kW÷(67.4kW×2)=16.4h/d

電力量料金

AQ-20BW(15kW×2) 熱源P 0.4kW×2

排熱P 0.75kW×2

北海道電力

業務用ウイークエンド料金 平日10.23円/kWh

休日 9.24円/kWh

平日 (16.5kv+0.5kv+0.93kv)×2×16.4h/d×
247日×10.23円/kWh=1,486,027円

休日 (16.5kv+0.5kv+0.93kv)×2×16.4h/d×
118日×9.24/kWh=641,221円

合計=1,486,027円+641,221円=2,127,248円
 A重油
 L当りの発熱量 11.3kW/L
 熱効率 70%
 単価 111.6円/L (平成20年9月)
 1日負荷 2,223kW/d
 $2,223\text{kW}/\text{d} \times 30\text{d} \times 12 = 800,280\text{kW}/\text{年} \div$
 $(11.3\text{kW}/\text{L} \times 0.7) = 101,173\text{L}/\text{年}$
 $101,173\text{L}/\text{年} \times 111.6\text{円}/\text{L} = 11,290,906\text{円}$
 差額=11,290,906円-2,127,248円
 =9,163,658円/年

○使用、運転、計算、結果

A重油使用量 (別紙)
 平成20年314,000L/年
 平成21年283,000L/年 (平成21年4月ヒート
 ポンプ設置)
 差額
 A重油 314,000L-283,000L=31,000L/年
 金額 25,530,500円-18,167,700
 =7,362,800円/年

ヒートポンプ電気量(機械にアワメーター設置)
 4月4.9h 5月6.0h 6月4.8h 7月5.4h
 8月7.4h 9月5.6h 10月4.6h 11月4.1h
 12月3.9h 1月4.0h 2月3.9h 3月5.0h
 $=60.1\text{h} \div 12 = 5.0\text{h}/\text{d}$ (平均)
 電気量計算
 AQ-20BW (15×2) 熱源P 0.4kW×2
 排熱P 0.75kW×2
 北海道電力

$5.0\text{h}/\text{d} \times 2\text{基} \times 30\text{d} \times 12 = 3,600\text{h}/\text{年}$
 平日 $(16.5\text{kv} + 0.5\text{kv} + 0.93\text{kv}) \times (3,600\text{h} \times 0.67)$
 $= 43,247\text{kWh}$
 休日 $(16.5\text{kv} + 0.5\text{kv} + 0.93\text{kv}) \times (3,600\text{h} \times 0.33)$
 $= 21,301\text{kWh}$
 電気量計: 43,247kWh+21,301kWh
 $= 64,548\text{kWh}/\text{年}$
 電気料金計算
 業務用ウィークエンド料金 平日10.23円/kWh
 休日 9.24円/kWh

平日: 43,247kWh×10.23円/kWh=442,417円
 休日: 21,301kWh×9.24円/kWh=196,821円
 電気料金計=442,417円+196,821円
 $= 639,238\text{円}/\text{年}$

省エネ性
 電気量増加分: 64,548kWh/年
 重油削減分: $31,000\text{L} \times 39.1\text{MJ} \times 0.278\text{kWh}$
 $= 336,963\text{kWh}/\text{年}$
 省エネ: $336,963\text{kWh}/\text{年} - 64,548\text{kWh}/\text{年}$
 $= 272,415\text{kWh}/\text{年}$

| | | 改修後(H21年度) | 改修前(H20年度) |
|----|---|--|---------------|
| 電気 | 量 | ○ヒートポンプ導入による増加分 64,548kWh/年**① | |
| | 額 | 639,238円/年**② (増加分) | |
| 重油 | 量 | 283,000L/年 (▲31,000L/年) kWh換算: ▲336,963kWh/年**③ (31,000L×39.1MJ×0.278kWh) | 314,000L/年 |
| | 額 | 18,167,700円/年 (▲7,362,800円/年)**④ | 25,530,500円/年 |

○省エネ効果
 ③-①=336,963kWh-64,548kWh=272,415kWh/年削減

5. 投資回収 (省マネー)

料金
 年間差額=7,362,800円(A重油H20年-H21年)
 $-639,238\text{円} = 6,723,562\text{円}/\text{年}$
 ※基本料金はキュービクルに余裕が有り、引き
 込む事が出来たのでカウントしません。

設備工事代——23,400,000円(電気、配管工事)
 $23,400,000\text{円} \div 6,723,562\text{円} \approx 3.48\text{年}$
 ※燃費差が予想より大きい——重油の高騰、入
 浴者数の違い、安いウィークエンド料金等が
 考えられます。

6. 他の建物への応用性

ボイラー70℃~80℃使用例が多い。55℃~60℃位の補給水をボイラーに供給するだけでも燃費の差がでる。ボイラーは10℃~20℃のアップで済む。(既設の建物は、他にもボイラーを利用しているのもそのまま)

給湯を沢山使用する施設、温泉、ホテル、スーパー銭湯、サウナ、サウナの水風呂等に利用出来る。

7. カタログを別紙添付

圧力温調弁——配管に設置して一定の温度を出せる (40℃、50℃、60℃) 別紙添付

8. 環境保全、便利性

CO₂排出抑制

CO₂積算 電力 0.36kg/kWh
A重油 2.7kg/L

電力

AQ-20BW (15kW×2) 熱源ポンプ (0.4kW×2)

排熱ポンプ (0.75kW×2)

$(16.5\text{kw} + 0.5\text{kw} + 0.93\text{kw}) \times 2 \times 5.0\text{h} \times 30\text{d} \times 12$
= 64,548kWh

$64,548\text{kWh} \times 0.36 = 23,237\text{kg}/\text{年}$

A重油

年間負荷

$(67.4\text{kW} \times 2) \times 3,600\text{h}/\text{年} = 485,280\text{ kW}\cdot\text{h}$
 $(11.3\text{kW}/\text{L} \times 0.7) = 61,350\text{L}/\text{年}$

$61,350\text{L} \times 2.7\text{kg}/\text{L} = 165,645\text{ kg}$

CO₂削減率

ヒートポンプ : A重油ボイラー

= 23,237kg : 165,645kg = 1 : 7.1

9. 工夫、発想、創作

凝縮器を一基足すことによって、10℃→60℃まで一気に昇温出来る。普通膨張弁の出口は42.3℃で流れていきますがまだ20℃～30℃位熱は取れるのでさらに熱回収が出来る。圧力温調弁もその時に圧力を調整しながら一定の温度で出湯する。

10. 市場性

ボイラーで暖房・給湯、空冷で冷暖房している物件は全て対象。ただ熱源が必要。

販売状況——

景気、不景気に左右されるが、ヒートポンプ設置まで時間がかかる。1年～2年くらいの時間がかかる。設置までの時間が長い。

適応市場の大きさ——

空調関係全て対象。熱源は必要である。

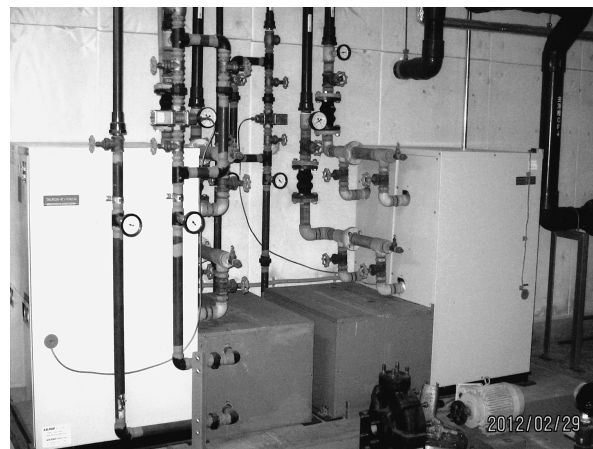
競合品又はシステムとの比較——

国内4～5社、海外の機械を扱っている会社も2～3社あります。ボイラーも競合します。

システムはボイラーとは違うので、新しい配管図面を作成。熱源は地下水・排熱・地熱か、熱源を確認しなければならない。



水冷式ヒートポンプ



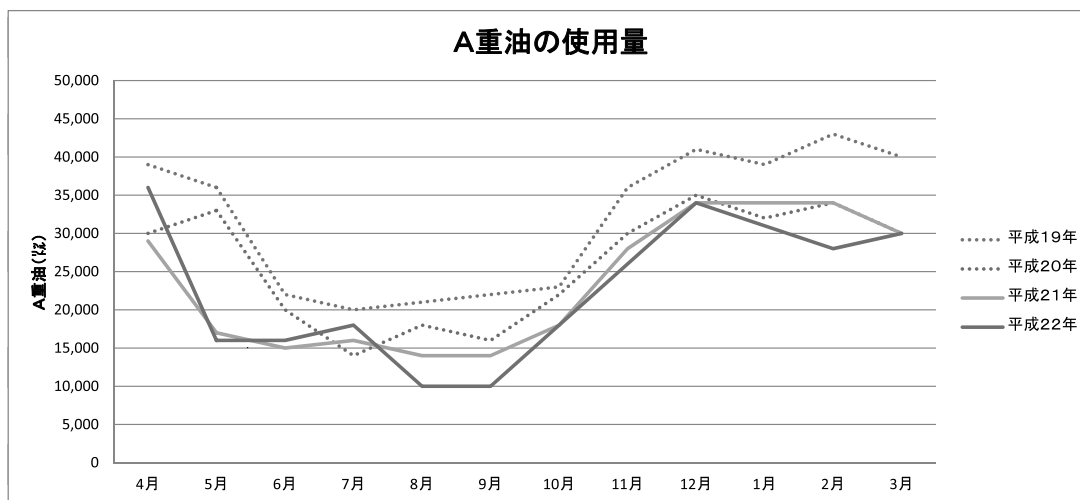
本体配管 (貯湯槽へ)

雄武町ホテル日の出岬A重油燃費状況

A重油(%)の使用量
*ヒートポンプは平成21年4月設置

| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 年計 | 金額(円) |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------------|
| 平成19年 | 39,000 | 36,000 | 22,000 | 20,000 | 21,000 | 22,000 | 23,000 | 36,000 | 41,000 | 39,000 | 43,000 | 40,000 | 382,000 | 27,081,500 |
| 平成20年 | 30,000 | 33,000 | 20,000 | 14,000 | 18,000 | 16,000 | 22,000 | 30,000 | 35,000 | 32,000 | 34,000 | 30,000 | 314,000 | 25,530,500 |
| 平成21年 | 29,000 | 17,000 | 15,000 | 16,000 | 14,000 | 14,000 | 18,000 | 28,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 30,000 | 283,000 | 18,167,700 |
| 平成22年 | 36,000 | 16,000 | 16,000 | 18,000 | 10,000 | 10,000 | 18,000 | 26,000 | 34,000 | 31,000 | 28,000 | 30,000 | 273,000 | 20,342,000 |

A重油使用量はヒートポンプ設置前の平成20年には314,000%であったが、設置後の平成21年は283,000%、平成22年273,000%と平成20年と比べそれぞれ31,000%、41,000%と減り、率にして90%、87%の減となった。
費用効果は設置前の20年は25,530,500円であったが21年は18,167,700円、22年は20,342,000円とそれぞれ7,362,800円、5,188,500円と大きく減り、率にして71%、80%の減となった。



雄武町ホテル日の出岬電気量計算書

設置ヒートポンプ設置年月日
設置ヒートポンプ

平成21年4月16日
AQ-20BW(3φ×200V×15KW)
熱源ポンプ 0.4kw×2
排熱ポンプ 0.75kw×2

| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 年計 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 平成20年電気料金(1,000円) | 1,634.5 | 1,581.1 | 1,635.6 | 1,591.4 | 1,722.8 | 1,676.1 | 1,592.4 | 1,511.3 | 1,514.1 | 1,817.9 | 1,830.8 | 1,722.8 | 19,830.8 |
| 平成21年電気料金(1,000円) | 1,625.0 | 1,433.6 | 1,499.4 | 1,565.0 | 1,572.7 | 1,648.8 | 1,583.3 | 1,574.3 | 1,554.8 | 1,636.0 | 1,660.1 | 1,556.9 | 18,909.9 |
| ヒートポンプ電気料金(1,000円) | 102.6 | 125.7 | 100.5 | 113.1 | 155.0 | 117.3 | 96.3 | 85.9 | 81.7 | 83.8 | 81.7 | 104.7 | 1,248.3 |
| ヒートポンプ稼働時間(時/日) | 4.9 | 6.0 | 4.8 | 5.4 | 7.4 | 5.6 | 4.6 | 4.1 | 3.9 | 4.0 | 3.9 | 5.0 | |

* 電力料金 業務用ウィークエンド電力
基本料金 2,320.5 円/kw
電力量料金 平日 10.23 円/kwh
電力量料金 休日 9.23 円/kwh

* ヒートポンプ電気料金はAQ-20BW 2台の合計
* ヒートポンプ稼働時間は平均時間より算出

平成21年

18,167,700円(重油)
— 1,143,600円(H・P)
17,024,100円
重油代前年との差額
25,530,500円(H20年)
— 17,024,100円(H21年)
8,506,400円(差額/年)

