

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。

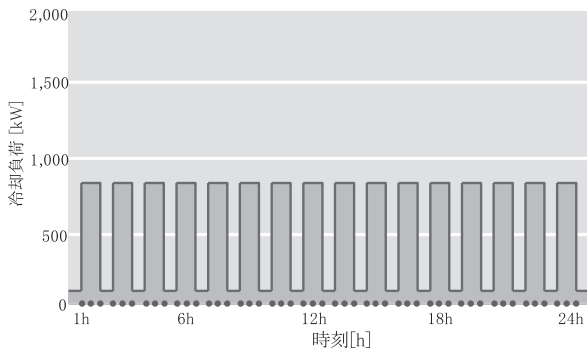


図1 麦汁冷却の能力図

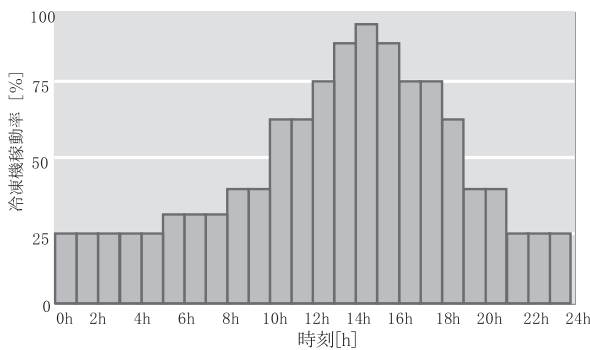


図2 夏季の冷凍機稼働状況図

(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）可変を組み込んだ、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。

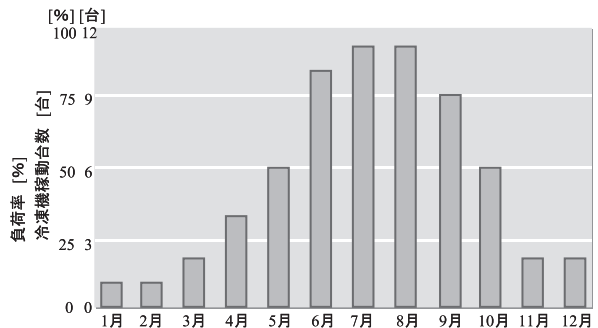


図3 年間負荷状況と冷凍機運転台数

(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。

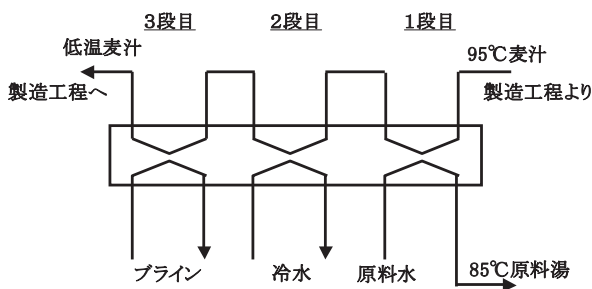


図4 更新前 麦汁冷却システム

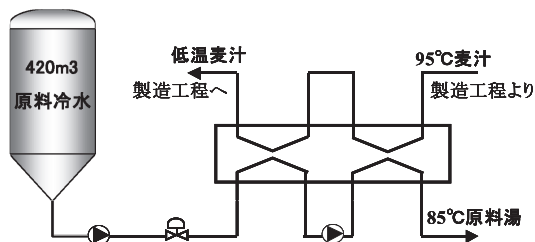


図5 更新後 麦汁冷却システム

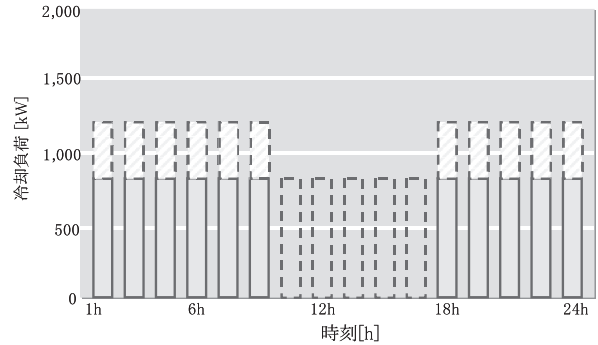


図6 冷水蓄熱負荷パターン図

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。

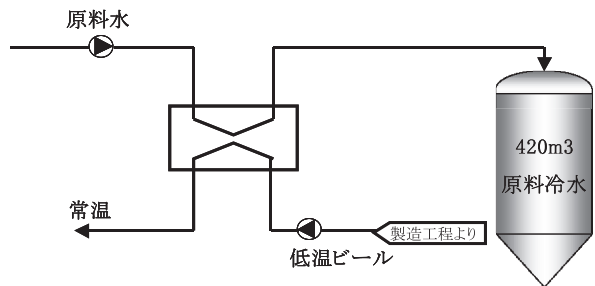


図7 新冷熱回収システム

(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)

$$= 465,675 \text{ 千円 (税込)}$$

B: 年間削減エネルギー費用(計画)

$$= 74,900 \text{ 千円}$$

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。

$$\{(465,675 \text{ 千円}) - (\text{補助金} 147,861 \text{ 千円})\} \\ \div (74,900 \text{ 千円}) \approx 4.2 \text{ 年}$$

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する。

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。

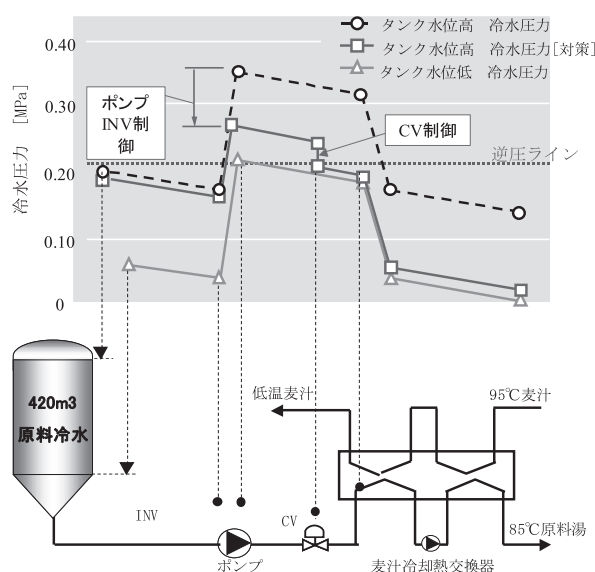


図8 熱交換器圧力低減対策

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

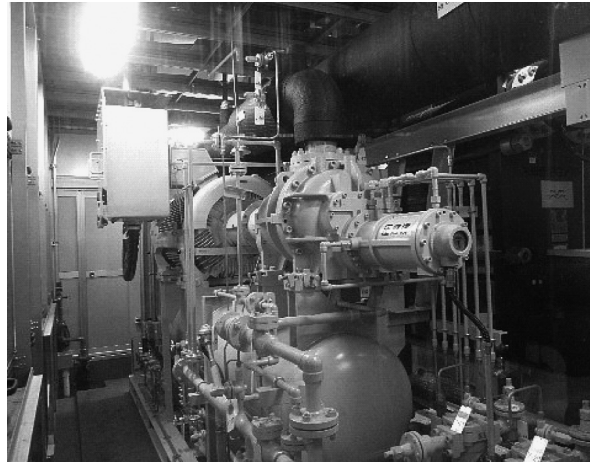


写真2 高効率アンモニアインバータ冷凍機



写真3 新熱回収システム及び冷水製造システム