

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会長賞

自然冷媒を使用した高効率水冷アンモニアスクリーン冷凍機導入 及び高低2温度帯冷媒運転による省エネルギー設備

設備所有者：アサヒビール(株)吹田工場
設備施工者：(株)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)吹田工場
所在地 大阪府吹田市西の庄町1-45
概要 建家 地上4階建て
延床面積 7,533m²
構造 RC造
用途 工場



建物外観

1. システム開発の目的と経過

目的：

CO₂排出量の削減、及び省エネルギーを目的とした環境負荷低減型の冷却加熱システムの高効率化改修であり、下記4項目を実施する。

- ①ブライン搬送システムの変更
- ②冷凍システムの変更
- ③バッチ負荷対応蓄熱システムの導入
- ④冷却負荷の季節変動対応システムの導入

経過：

平成20年 (設計、検討等)
平成20年 (メーカー決定、施工、試運転等)
平成20年 (引渡し等)

2. 設備・システムの概要

NH₃スクリーンチラー、ブライントタンクを更新、冷水タンクを新設した冷却加熱システムであり、概要は以下である。

NH₃冷凍機は低温帯用、高温帯用に区分して設置。

ブライントタンクの構造変更により低温高温の2

温度帯の蓄熱を可能にし、負荷への送液システムを低温帯と高温帯に区分。

必要な生産水を一定温度まで冷却して冷水タンクへストックし、バッチ負荷のビール冷却用に使用する。

(1) 納入機器概要

NH₃スクリーンチラー(更新)

高温用 能力1,635kW×2台

低温用 能力1,225kW×2台

低温用 能力1,200kW×1台

ブライントタンク(構造変更による更新)

150m³(小型4基直列接続型)

冷水タンク(新設)

230m³(角型開放タンク)

熱交換器類、ポンプ類、制御機器類



NH₃スクリーブラインチラー(高温用)



NH₃スクリーブラインチラー本体

3. 着想

オゾン破壊係数 (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NH₃を使用した高効率タイプの冷凍機を採用し、環境負荷低減型の大温度差カスケード冷却システムを導入した。

①ブライン搬送システムの変更

低温の一定温度で送水していた従来の負荷側ブライン送液システムを、負荷に応じ低温帯負荷と高温帯負荷に分け、かつ低温負荷の戻りから高温帯へカスケードさせることにより、負荷側は大温度差かつ小流量運転とし、ポンプ搬送動力の削減を図っている。

②冷凍システムの変更

冷凍機は冷媒としてエネルギー効率が優れているNH₃冷凍機を採用し、冷凍機単体での消費電力の削減を行い、負荷側の大温度差カスケードシステムに伴い、冷凍機群を低温対応用と高温対応用に区分することで、高温側冷凍機の蒸発温度を上昇させ、COP向上を図る。また冷却水温度変化に伴い圧縮機の圧力比を変更することにより、最適圧縮が可能となり過圧縮や再圧縮による動力ロスを防止している。

以上、冷凍機動力及びポンプ搬送動力低減により、冷却システム全体として高COP化を図る。

③バッチ負荷対応蓄熱システムの導入

③-1. 低温用ブラインタンク新設

ビール工場特有のバッチ負荷による冷凍機発停回数の増加に伴う無駄な動力使用の削減として、ブライン蓄熱タンクの最適容量選定により、冷凍機発停回数を最小限にすると共に負荷の平

準化を行う。ここでは、高価なブラインでの蓄熱タンクを最小限にし、原水側での蓄熱タンクを設け、イニシャルコストの低減化も同時に図る。

③-2. 麦汁冷却方式見直し

前述に記載の原水側に蓄熱タンクを設け、冷水を24時間かけて連続的に冷却し、必要時に麦汁冷却工程に使用する。この時冷水は麦汁と熱交換され高温水となり、原料湯として回収する。従来の麦汁冷却システムは、1段目が原水での冷却、2段目が低温ブラインでの冷却であり、夏季ピークにおける原水温度の上昇により、必要以上の原水を必要としていたため一部余剰湯が発生していたが、それらを防止することが可能となり用水削減を図ることができる。

また、麦汁冷却用に一部使用していたLibr吸収式冷凍機を廃止し、高効率タイプのNH₃冷凍機にシフトすることにより、燃料削減が可能となる。

電力削減としては、各種熱交換器のアプローチを最小限にすることで従来の-4℃のブライン送液から、0℃ブライン送液に変更することが可能となり、高効率タイプのNH₃冷凍機のCOPが更に向上され、原水側での蓄熱による冷凍機発停回数の減少、各種ポンプのインバータ利用、及び大温度差システムによる搬送動力最小化などと合わせて、システム全体の電力削減が可能となる。

④冷却負荷の季節変動対応システムの導入

本システムは、年間を通した冷却システムの高

表1 施策項目別エネルギー効果

項目	施策項目	備考	年間削減量		
			電力 kWh/年	燃料(LNG) MJ/年	用水 m³/年
①	ブライン搬送システムの変更(ブライン送液系分割) (低温-3℃、高温0℃)	各種送液温度帯変更他 計10項目	1,252,251	754,109 ※1	0
②	冷凍システムの変更(R22冷凍機更新)				
	2-1 NH3高効率冷凍機導入	冷凍機COP向上	1,077,180	0	0
	2-2 圧縮機最適運転方式	圧力比変更による最適運転化	159,029	0	0
③	バッチ負荷対応蓄熱システムの導入				
	3-1 低温用ブライントーク新設(150M3)	冷凍機発停回数減少	350,521		0
	3-2 麦汁冷却方式見直し		655,425	18,606,770 ※2	30,000 ※3
合計			3,494,406	19,360,879	30,000

注記) ※1: 低温空調設備のうち、湿度制御見直しによる蒸気使用量削減効果を示す。

※2: Libr吸収式冷凍機停止による効果を示す。

※3: プロセス冷却に使用していた原水量の削減を示す。

表2 省エネ効果(原油換算)

	単位	発熱量 (GJ)	平成18年度(実績)		平成20年度(導入後)		
			数値	熱量(GJ)	数値	熱量(GJ)	
生産量	千KL/年	—	a	346.5	b	346.5	
昼間買電量	千kWh/年	9.97	27,971	278,871	24,477	244,032	▲12.5%削減 (CO ₂ 換算)
夜間買電量	千kWh/年	9.28	0	0	0	0	
LNG	千m³/年	45	13,818	621,810	13,353	600,867	▲3.4%削減 (CO ₂ 換算)
発熱量合計	GJ		900,681		844,898		▲5.7%削減 (CO ₂ 換算)
原油換算量	kl		b	23,238	c	21,798	
原油換算原単位	kl/千kl		d	67.06	e	62.91	
省エネ効果			f	6.2%	(d-e)/d		
			g	1,439.2kl	a×(d-e)		

回収年(都市ガス基準)=補助事業に要する経費(6.3億円)÷((1,439.2kl)×(@40,482円/kl))=10.8年

※@40,482円/kl=(@47,000円/千m³)÷(1.161kl/千m³)

1.161kl/千m³=(45GJ/千m³)×(0.258kl/10GJ)

47,000円/千m³: 都市ガスの燃料評価額

COP化を図るため、夏季の高負荷から中間期以降冬季にかけての低負荷にも対応するために、季節による、高温帯と低温帯の切り替えのタイミングを図ることによって高負荷から低負荷に追従可能な「マルチ熱源システム」とした。

4. 効果(省エネルギー)

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年間の消費電力量で3,494,406kWh/年の削減となり、表2「省エネ効果原油換算」の平成18年度実績である年間27,971千kWh/年と比べて12.5%の省エネルギーの試算となる。

5. 投資回収(省マネー)

A: 本設備の設計施工費(計画)

=630,000千円(税込)

B: 年間削減エネルギー費用(計画)

=58,260千円

従って、投資回収年数(A/B)は10.8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。(参考)

{(630,000千円) - (補助金199,999千円)} ÷ (58,260千円) ≒ 7.4年

6. 他の建物への応用性

飲料工場、化学工場、半導体工場等で冷熱源が

セントラル方式になっている工場等に同様のシステムの利用が可能。

但し、各種工場において負荷状況はさまざまであり、まずそれぞれの負荷形態や運転状況を十分に把握すると共に、それらを年間通して負荷の変化、ラインや冷水の戻り温度、流量のバランスポイントをシミュレーションした上で、追従可能なシステム構成が要求される。

7. 環境保全、便利性等

試算値として

- 1) 電力削減量によるCO₂排出量削減
= (▲3,494,406kW/年) × (0.358kg-CO₂/kWh)
= ▲1,251トン-CO₂/年…①
(▲12.5%)
- 2) 燃料削減量によるCO₂排出量削減
= (▲19,360,879MJ/年) ÷ 1,000MJ/GJ ×
(0.0506トン-CO₂/GJ)
= ▲979.7トン-CO₂/年…②
(▲3.4%)
- 3) 工場全体のCO₂排出削減量合計
= ▲2,231トン-CO₂/年 (①+②)
(▲5.7%)

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ライン搬送システムの変更において

■既設配管の有効利用と分岐位置の決定

負荷側を高温用、低温用に分けることにより配管が新たに必要となるところを、最適切り替えポイントにて接続することにより、配管内の液体が低温帯から高温帯へ流れる場合、又はタンク側へ流れる場合も、システム上問題がないよう配慮している。

最適分岐ポイントを図2「更新後概略システムフローの(8-①-1)」に示す。

低温帯負荷の戻りを高温帯負荷へ有効にカスケード出来るよう、蓄熱タンク→低温帯負荷戻り管→高温帯負荷送り管の順番に配管分岐位置の決定を行う。

②冷凍システム変更において

■冷凍機単体周りCOP向上

冷凍機用送液ポンプにINVを設置し、冷凍機起

動時の所定能力に至らない間は、送水ポンプの回転数を落とし小流量運転とすることで、低温側の蓄熱タンクの温度乱れを防止している。

逆に、負荷が少なくなり冷凍機がパートロード運転になる場合は、送液ポンプの回転数を最大限に上げ、定格能力以上の流量を冷凍機へ送ることにより、蒸発温度を上昇させ、高効率化運転を保持するよう工夫している。

③バッチ負荷対応蓄熱システムの導入において

■ライン大温度差設計

従来システムは冷却負荷の大きいものは、冷凍機のライン入口温度が過度に高くなることによる過負荷防止対策として多量のラインを送ることで対応していたが、ライン系統の変更により冷凍機入口温度を制御することでライン送液量を最小限にし、配管口径の最小化、ポンプの小型化を行い、イニシャル、及びランニングコストの低減を図っている。

④負荷の季節変動対応システムの導入において

■高負荷、低負荷運転対応型

「マルチ熱源システム」

工場冷却負荷は製造量の変化及び外気温度変化に伴い、負荷変動が年間を通して発生する。夏季、中間期、冬季、及び操業、非操業時の全てを通して冷却システムの高効率運転が可能になるように負荷状況を把握並びに縦型タンク内各層の温度変動を計測し、夏季の直列運転から、冬季に向けて並列運転を自動制御にて最適選択することで、高負荷から低負荷まで、年間通して高COPを継続させることを可能とした。

(補助配管システムで対応)

9. 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

大型冷却設備のセントラル方式であって、年間負荷変動が大きい工場への採用が見込まれる。

本設備は個別機器関係においても様々な高効率化への工夫を組んでいる。

今後も更なる超省エネ及び環境配慮型の、一歩先を行く次世代型最適化冷却システムを開発中である。そこには弊社統合省エネ制御システムZU: NOS(ズーノス)を搭載予定である。

