

優良省エネルギー設備顕彰事例③

改修設備部門 一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

牛乳冷却用氷蓄熱利用チルド水製造設備

設備所有者：榛名酪農業協同組合連合会
設備施工者：細谷工業株式会社

建物の概要

名称：榛名酪農業協同組合連合会本社工場
所在地：群馬県高崎市小八木町307-3
概要：建家 地上2階
延床面積 3000m²
構造 S造
用途 牛乳製造工場



1. 技術開発の目的と経過

目的

既存チルド水製造設備が30年を経過し老朽化が進んだために設備を更新し、大きな負荷変動に対し安定した冷水を供給し、併せて当該設備に使用される電力の大半を深夜電力へ移行し電力料金の削減をはかるために計画・実施した。

経過

平成22年7月、設備更新を24年度事業として決定（従来型での予算化）
平成23年4月既存設備電力測定開始、所要冷却負荷の調査測定、設計提案書着手
平成24年4月設置場所が決定。ブライン氷蓄熱設計提案書を作成・提出・契約
平成24年8月着工。
平成24年10月試運転、引き渡し。11月新設設備の電力測定開始

H23年												H24年												H25年																																															
4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																							
← 既存チルド水設備の電力測定（検証用） →												← 着工 →												← 試運転 →												← 使用開始 →												← 新設チルド水設備の電力測定（検証用）測定中 →												← 継続 →											
← 検証に使用した工場全体電力値 →																																																																							

2. 設備・システムの概要

設備機器

ブラインチラー	RCUP1500ALK 3	日立
	冷却能力	70kW (外気25℃) × 4台 計280kW
	出口平均温度	-13℃。
氷蓄熱タンク	蓄熱容量	2,256kW 日本BAC株式会社
ブラインタンク	膨張タンク兼用	1000L
ブラインポンプ	150L/min * 220Pa * 1.5kW	8台
冷水ポンプ	1600L/min * 400Pa * 18.5kW	2台 (交互)

以上の機器を用いて図1のようなシステムを構築した。

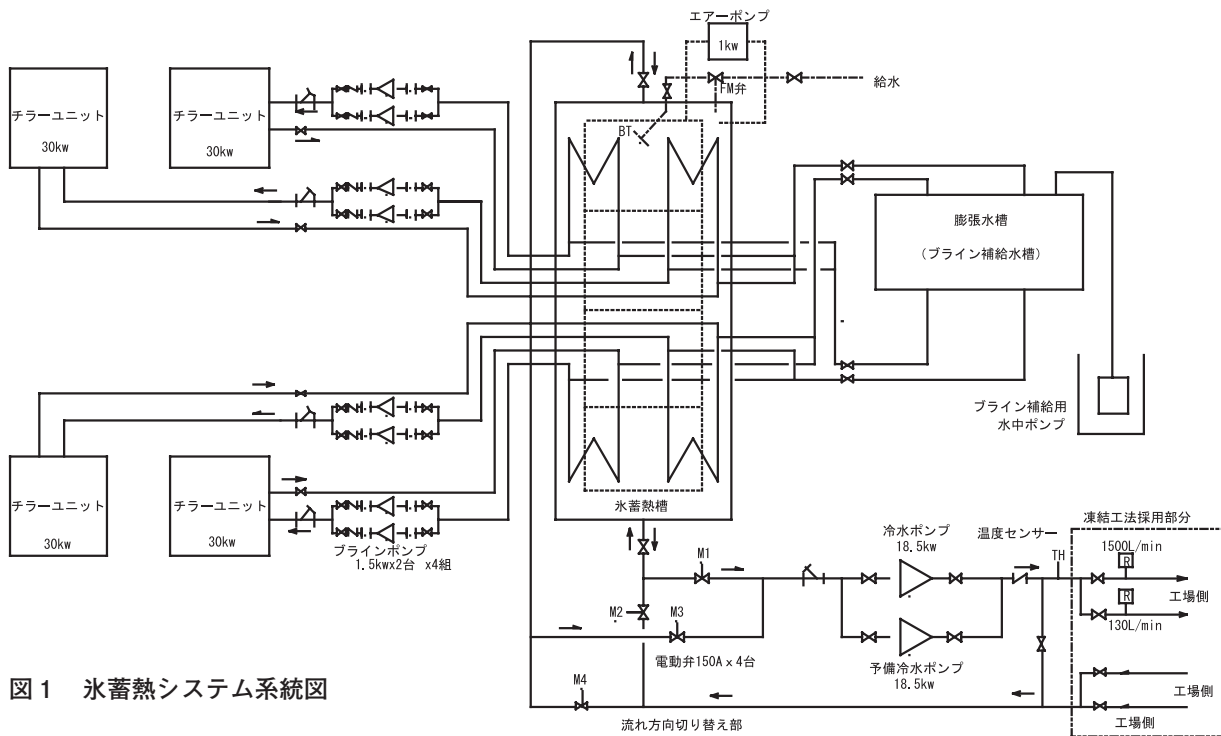


図1 氷蓄熱システム系統図

構造、特徴等

- ・工場稼働時間のAM 8：00～PM 5：00迄は100%蓄熱利用運転とし追いかけ運転は最小限となるようにしたため電力削減に大きく貢献した。
- ・熱源機器であるブラインチラーユニットは配管系統を4系統に分け、メンテ時でも75%運転を可能とし工場の生産に影響を与えないよう配慮した。
- ・蓄熱利用の効率向上と氷の厚みの均一化を計るために毎日24時間おきに蓄熱槽の水の流れを反転させた。このことにより融解時でも残氷すること無く効率よく蓄熱の利用が出来た。
(図1で電動弁150A×4台の部分)
- ・ブラインチラーユニットのON、OFFはブライン循環ポンプと連動させONはタイマーにより運転し、OFFは氷厚センサーにより停止させ蓄熱時にも省エネを反映させた。
これにより夜間電力が優先的に使えるようになった。
- ・負荷の変動により融解速度を制御し安定した水温を供給するため、エアープンプを冷水出口水温にて制御した。
- ・ブラインポンプはより省エネを計るため1系統2台運転とした。ポンプ1台では3.7kWの能力が必要であったが1.5kWのポンプ2台を並列に使用する事で同等能力となり、4組なので0.7kW×4組=2.8kW/Hの節電ができた。

3. 着想

- 1) 工場内における冷却負荷の値は季節、時間等により大きく変動するため、負荷変動に対し十分追従できるシステムの計画を行った。
- 2) 現況の設備は直膨コイルによる製氷蓄熱方式であり、冷凍機の冷媒系統は2系統のため点検や万が一のメンテナンス時には工場の生産工程の大半を数時間止めざるを得ず、生産管理上大きな問題点となっていた。
- 3) 現況の設備は氷蓄熱のシステムを使用しているが、電力を測定した2月でも昼夜連続運転をしているため本来の蓄熱システムになっていない。このため電力料金が高額となりこれを改善することにした。
- 4) 現状のシステムでは常に氷が大量に残っていて蓄熱槽の能力が生かされていない。
これを改善することにした。
- 5) 工場は24時間常時稼働していた。新規システムとの切り替え時間は2時間以内と制約された。このため新規システムとの時間内の切り替え方法の検討が必要とされた。また試運転時には旧システムも同時稼働しているため工場電力を使用するとデマンドの上昇を招くため、別電源確保の検討も併せて行った。

4. 効果

更新前の平成23年4月からの工場全体年間消費電力の実測値は 8,160,048kWh。

更新前の既存冷水設備の平成23年4月からの年間消費電力実測値は 950,224kWh。

更新後の平成24年11月～25年10月の冷水設備の年間電力量実測値は 700,354kWh。

冷水設備の削減電力量は $950,224 - 700,354 = 249,870$ kWh

工場全体の削減率は $249,870 \div 8,160,048 \div 3\%$

当該冷水設備の削減率は $249,870 \div 950,224 = 26\%$

工場全体の消費電力では3%の削減

当該設備の消費電力では26%の削減

冷水温度は0.6℃～2℃で推移している。

平成 23 年 4 月からの工場全体年間使用電力量 (kwh)

H23/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H24/1	2	3	合計
625,968	689,712	729,696	814,272	856,128	761,088	691,416	614,424	601,920	599,640	563,952	611,832	8,160,048

更新前の冷水設備年間消費電力実測値 H23/4～H24/3

H23/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H24/1	2	3	合計
72,552	81,045	83,205	98,943	105,835	85,197	79,384	71,457	70,769	69,899	58,391	73,547	950,224

更新後の冷水設備年間消費電力実測値 H24/11～H25/10

H24/11	12	H25/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
52,683	50,337	49,708	45,329	53,729	54,252	59,070	62,430	73,231	78,411	63,933	57,241	700,354

※実測値について

- ・工場全体年間使用電力量は東電の検針記録を使用。
- ・既存設備については平成23年4月から計測を開始したのでこのデータを用いた。
- ・更新後の年間消費電力量について、測定期間は平成24年11月～となっているが夏季を含んだ1年間を測定しているので比較検証用として使用した。

5. 投資回収

更新前の平成24年度既存冷水設備の年間電力量実測値は950,224kWh。

電力料金15,870,530円

更新後の平成25年度冷水設備の年間電力量実測値は700,354kWh。

電力料金9,376,672円

削減電力量6,493,857円

投資金額は約60,000,000円なので

投資回収年数 $60,000,000 \div 6,493,857 = 9.24$ 年で回収できる。

新設設備を20年使用するとすれば回収年数を差し引いた残り10年はユーザーにとって十分な利益となる。

また既存と同じシステムを採用した従来型の場合のコストは約55,000,000円であり、そのコスト差の5,000,000円は約0.8年で回収できることになる。いずれにしても設備の更新を考えていたユーザーにとって大きなメリットとなった。

6. 他の建物への応用性

当工場では当該設備の他に冷水設備が2ヶ所ほどあり、同じシステムでも省エネを図れるが、温水負荷もあるので冷温水同時取り出しのチラーユニットを使用すればさらに節電・省エネになる。又蓄熱槽のタイマーでの冷水往還を24時間で切り替える方法や新システムとの切り替えに凍結工法の採用などは類似システムに応用できる。

7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

2. 設備・システムの概要を参照

8. 環境保全、便利性等

CO₂の削減量は削減電力が249,870kWであったのでCO₂排出量換算を0.406kg-CO₂/kWhとすると

101,447kgのCO₂が削減された。(換算値は東京電力2012年度排出原単位)

また操作性や便利性については毎日のバルブの切り替えまで自動化し、全てを自動化した。

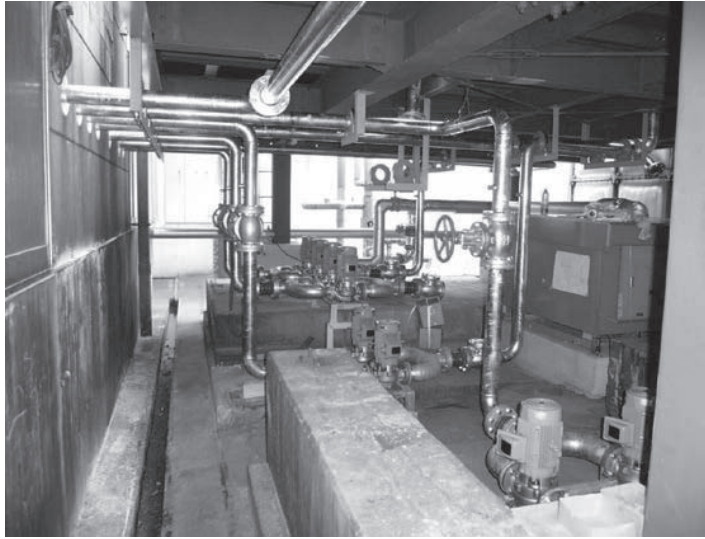
9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

- 1) 負荷の大きな変動に対し、常に一定の水温を供給するためには氷蓄熱が最適であり氷蓄熱によるシステムを構築した。
- 2) 直膨コイルに比べリスクが少ないブラインチラー方式とした。また万が一のメンテナンス時の対応として熱源機を4分割し、ブラインの配管系統も4分割した。
これにより点検・メンテナンス時でも75%運転を可能とし工場の生産管理に影響を与えないようになった。
- 3) システムの稼働時間が昼夜連続運転をしているので、夜間電力を優先に使用するため、タイマーによる運転制御(ON)と氷厚による運転制御(OFF)をすることにした。
- 4) 蓄熱槽内の氷の付着や蓄熱利用時の氷の融解の均一化をはかるために、蓄熱槽内の水の流れをタイマーにより自動的にバルブを切り替え毎日変更するようにした。この方法により着氷の偏りが無く、また融解時にも均一に氷が解け、残氷することなく蓄熱の有効利用がより向上した。
- 5) 搬送動力の節電にはブラインポンプはタイマーと氷厚により、エアーポンプは冷水の出口水温により、冷水ポンプはタイマーで制御できるようにし、節電を計ると共に水温を1℃～2℃で制御させ、工場の製品の品質向上をはかる事ができた。
- 6) 試運転は仮設発電機と仮設配線で行う事とした。これにより工場電力は全く使用せずデマンドの上昇が抑制できた。また試運転時の負荷は水槽の水をブローし常に井水を補給することで負荷とした。試運転終了後の配線の繋ぎ替えは1時間以内で終わった。
- 7) 工期の短縮と、新設機械廻りの配管の防錆性維持のため、配管の殆どを工場加工してプレハブ化し、製作した配管の全てを溶融亜鉛メッキとした。このことにより配管の実質的な工期の短縮と、試運転時のフラッシングの時間が大幅に削減した。
- 8) 新システムとの切り替えは液体窒素による配管凍結工法を採用することにした。これにより配管凍結からバルブ取り付け・運転までの作業時間は約2時間で終了した。この方法は既存の配管内の水を抜かずに施工ができ、再稼働時の水張りやエア抜き作業を省略することができ新システム切り替えの時間を大幅に短縮した。

(図1の凍結工法採用部分)

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等

牛乳・食品工場においては大量の冷水を必要とされているが、古い設備では冷凍機による直膨コイル方式が大半を占め、主流であった。しかし本システムのようなブラインチラーを使用した氷蓄熱方式とすれば深夜電力の使用による大幅な使用電力の削減になり、さらに直膨コイルのような冷凍機本体の損傷のリスクはない。また冷温水同時取り出しを行えば更にCOPが向上する。現在同工場の既存冷水設備の2箇所、及び別工場の冷水設備について計画中。



プレハブ配管
施工状況



流れ方向切り替
え用電動弁



稼働状況