

優良省エネルギー設備顕彰事例⑥

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長奨励賞

CO₂二次冷媒自然循環システム

設備所有者：明治乳業(株) 稚内工場
設備施工者：(株)東洋製作所

建物の概要

名称 明治乳業(株) 稚内工場 バター貯蔵庫
所在地 北海道稚内市声問5丁目41番1号
概要 建家 地上1階
延床面積 338m²
構造 SRC造
用途 製品保管用冷凍庫

1. 技術開発の目的と経過

目的：

省エネルギー、CO₂排出量削減を目的とした小型CO₂/NH₃冷凍装置の開発

経過：

平成18年1月～平成18年4月（設計、検討等）
平成18年5月～平成19年5月
（試作、試験納入等）
平成19年6月～ （試運転、引渡し等）

2. 設備・システムの概要

(内容説明、構造、特徴等)

NH₃冷凍機、NH₃レシーバー、カスケードコンデンサー、CO₂レシーバー、CO₂ポンプ等をユニット内に収納した小型CO₂/NH₃冷凍装置で、システムの概要は以下である。

NH₃圧縮機で圧縮されたNH₃ガスはNH₃凝縮器(エバコン)で凝縮し、NH₃膨張弁で減圧されたカスケードコンデンサーに供給されたNH₃液の蒸発によってガス化し、NH₃圧縮機に吸入される。

CO₂ガスはカスケードコンデンサーでNH₃液の蒸発によって凝縮し、CO₂レシーバーに溜りCO₂



写真1 建物全景

液ポンプによってCO₂冷却器に供給される。供給されたCO₂液は冷却器で被冷却流体より熱を奪って蒸発し、カスケードコンデンサーでCO₂ガスがNH₃冷媒によって冷却され、CO₂ガスが液に相変化するためカスケードコンデンサー冷却境界壁面で圧力が低下し吸引作用によって循環する。

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の二酸化炭素(CO₂)とアンモニア(NH₃)を組み合わせた冷凍システム。

冷媒としてのエネルギー効率が高いアンモニア冷凍機を採用し冷凍装置の消費電力量を低減するとともに、負荷側設備でのアンモニアの毒性・臭気性によるリスクを最小限に押さえるため、二酸化炭素を二次冷媒として負荷側蒸発器へ供給する。

また、自然冷媒を採用することで冷凍装置内か



写真2 CO₂/NH₃ユニット外観（機械室）

らの冷媒漏洩による地球環境への影響を抑制する。
このシステムは環境保全の観点から普及しはじめているが、その殆どが大型設備であり、小規模冷凍装置へ展開を図り、さらなる普及促進のために、小型コンパクトなCO₂/NH₃ユニットを開発した。

4. 効果（省エネルギー）

表1に省エネルギー効果試算を示す。

試算では、従来フロン機（R404A空冷機）と比較して1年間の消費電力量で47,700kWhの削減となる。

実際には、平成19年7月～10月の月平均の使用電力量が、試算値の月平均消費電力量^{*}に比べ約13%低いデータとなった。夏期4ヵ月平均での実績値が12ヵ月平均の試算値よりも少なくなっていることから、年間を通した場合にはさらに省エネルギー効果が高くなると予想される。

（※試算値の月平均消費電力量：表1「省エネ型低温用自然冷媒装置の普及モデル事業」実施計画書 CO₂削減効果計算書の⑤年間消費電力量を12ヵ月平均で算出した値。）

5. 投資回収（省マネー）

省エネルギー効果試算より、削減される電力消費量は47,700kWh/年となり、電気料金を12円/kWhとすると、572,400円/年のランニングコスト低減となる。

イニシャルコストは従来フロン機と比べ6,000千円増となるが、環境省の「省エネ型低温用自然冷媒装置の普及モデル事業」から従来フロン機と



写真3 エバコン（蒸発式凝縮器）外観



写真4 アンモニア除害設備（NH₃スクラバー）外観

の設備費の差額の1/3が補助される。本件では2,000千円が環境省から補助されており、実質的な従来フロン機との差額4,000千円はランニングコストの削減効果により約7年で差額を減価償却することになる。

6. 他の建物への応用性

食品工場のフリーザー冷却設備、配送センターの冷却設備等で多くの納入事例がある。

7. 環境保全、便利性等

表1に省エネルギー効果試算に環境省「省エネ型低温用自然冷媒装置の普及モデル事業」実施計画書 CO₂削減効果計算書を示す。

試算結果より従来フロン機（R404A空冷機）と

比較してCO₂排出量を年間49.2ton削減する。

削減量内訳

- 1) エネルギー起源CO₂削減量…26.5ton/年
- 2) 冷媒漏洩CO₂換算削減量…22.7ton/年

表1 省エネ型低温用自然冷媒冷凍装置の普及モデル事業実施計画書 CO₂削減効果計算書

		A 自然冷媒冷凍装置	B 比較対象フロン装置	既存の冷凍装置 (新規設置等で既存装置がない場合は記入不要)	
				C 撤去する装置	D 部分的に残る装置 (ある場合に記入)
型番等(記入できる場合は記入)					
冷却負荷	kW	53.3	53.3		
冷却温度	°C	-20	-20		
冷媒		NH ₃ /CO ₂	R404A		
凝縮温度	°C	31°C~35°C	31°C~35°C		
蒸発温度	°C	-34°C~-30°C	-34°C~-30°C		
冷凍能力	kW	59.6	63.6		
①冷凍機消費動力	bkW	29.16	44.6		
②その他補機動力一式	kW	8.6	2.0		
③合計動力(①+②)	bkW	37.8	46.6	0.0	0.0
④年間稼働時間	hrs/y	5,400	5,400		
⑤年間消費電力(③×④)	kWh	203,904	251,640	0	0
⑥電力換算値	kgCO ₂ /kWh	0.555	0.555	0.555	0.555
⑦エネルギー起源CO ₂ (⑤×⑥/1000)	t	113.2	139.7	0.0	0.0
⑧冷媒保有量	kg	80	200		
⑨年間冷媒漏洩率		0.03	0.03	0.05	0.05
⑩冷媒のGWP		1	3,780	0	0
⑪冷媒漏洩CO ₂ 換算量 (⑧×⑨×⑩/1000)	t	0.0024	22.68	0	0
⑫設置台数	台(式)	1	1		
⑬合計エネルギー起源CO ₂ (⑦×⑫)	t	(ア) 113.2	(イ) 139.7	(ウ) 0.0	(エ) 0.0
⑭合計冷媒漏洩CO ₂ 換算量(⑪×⑫)	t	(オ) 0	(カ) 22.7	(キ) 0	(ク) 0

← 年間消費電力量(試算結果)

CO ₂ 削減量				
⑮エネルギー起源CO ₂ 削減量(年間)	t	(コ)、(サ)欄のうち 大きい方	(イ)-(ア)	(ウ)-((ア)+(エ))
		(ケ)	26.5	(コ) 26.5
⑯冷媒漏洩CO ₂ 換算 削減量(年間)	t	(ス)、(セ)欄のうち 大きい方	(カ)-(オ)	(キ)-((オ)+(ク))
		(シ)	22.7	(ス) 22.7
合計削減量(⑮+⑯)	t		↑この列の(ロ)、(ク)欄は 比較対象フロン装置と自然 冷媒冷凍装置の差に ついて記入すること。	↑この列の(サ)、(セ)欄は 新規設置等で既存装置 がない場合は記入不要。
		49.2		

(注)裏面の記入要領に従い記入してください。

エネルギー効果試算

従来フロン機（R404）との比較

試算結果(年間)

項目	A. 自然冷媒冷凍装置 小型CO ₂ /NH ₃ 冷凍装置	B. フロン装置 R404A冷凍装置	差 A-B
年間消費電力量(kWh)	203,904	251,640	-47,736

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. R-22を冷媒に使用した小型のフロン冷凍設備のリニューアル更新に対応するため、ユニットの小型コンパクト化を実現した。
2. ユニットの小型化し分散して設置する小型分散方式に対応することで、負荷状況にあわせた装置の発停を細かく行い、大型機によるセントラル方式での容量制御による効率の低下を改善し、より大きな省エネルギーを図る。
3. CO₂液を過冷却することによりCO₂ポンプのキャピテーションを防止するシステムを採用し、同時にこのシステムでポンプの吸込揚程(NPSH)を低減しユニットのコンパクト化を実現。
4. アンモニア凝縮器にはエバコン（蒸発式凝縮器）を採用し、能力UPと運転動力の低減を図った。（寒冷地対策としてエバコンは外気温度10℃以下で空冷運転に切替えを行う。）
5. アンモニアの膨張弁にマグネティック比例制御弁を採用し、最適な過熱度制御を行うとともに、低負荷への追従性を向上させ、冷凍機の安定運転とCOP向上を図った。
6. 小型液ポンプを採用し消費動力の低減を図った。

9. 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

冷媒にR22を使用した小型分散方式の既設フロン冷凍装置リニューアル、並びに新規冷凍冷蔵倉庫や食品凍結装置の冷却装置としての採用が見込まれる。

10. 外観・構造図

構造・システムフロー図

システムフロー図を図1に示す。

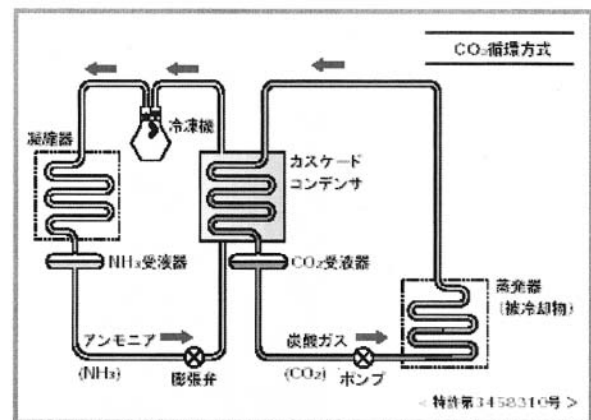


図1 CO₂二次冷媒循環システムフローシート

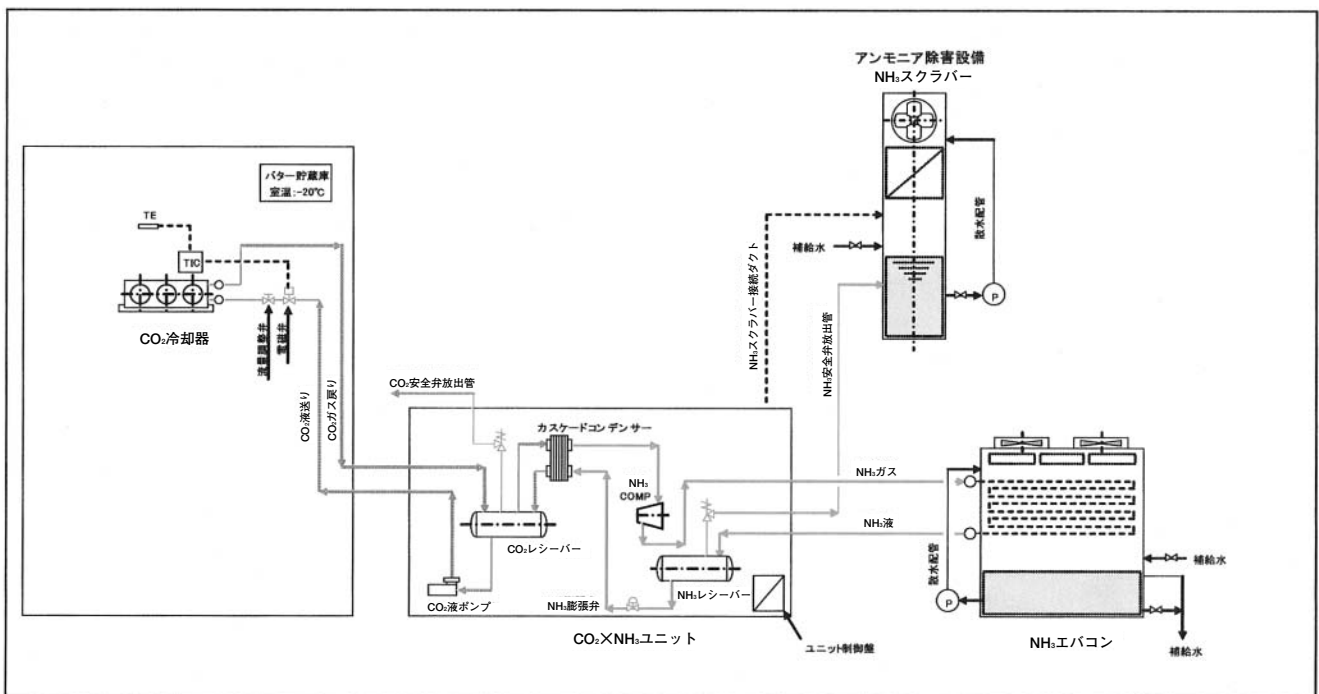


図2 当該設備概略フローシート