「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.6　冷凍・冷蔵設備

5.4.6-1　コンデンシングユニット

1．コンデンシングユニットのイメージ図と設備の概要

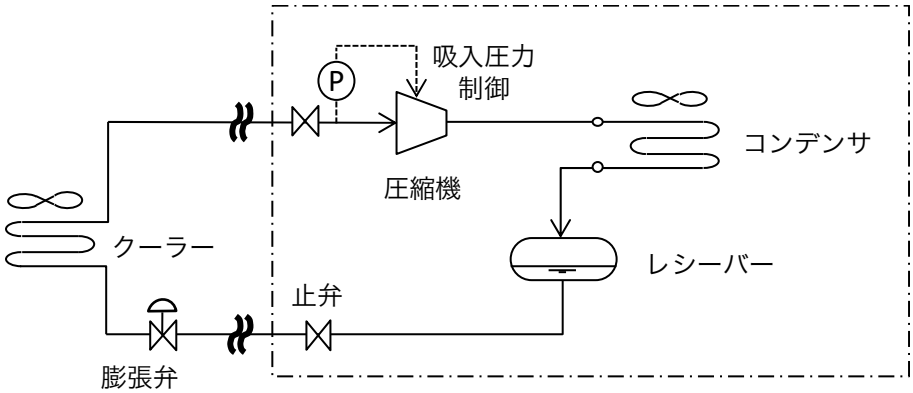


図 5.4.6.1-1 コンデンシングユニット

コンデンシングユニットとは、冷凍装置のクーラー（蒸発器）部分を除いた、圧縮機（冷凍機）とコンデンサ（凝縮器）を一体化したものである（図 5.4.6.1-1 一点鎖線部）。ユーザーは、別に調達したクーラーと本ユニットを現場にて冷媒配管にて接続し、冷凍装置を作り上げることとなる。なお、膨張弁は本ユニットには含まれず、クーラーの付属品となっている。ユニット内には、上記、圧縮機とコンデンサのほかに、レシーバー（受液器）、アキュムレーター、冷媒ドライヤーや圧縮機吸入フィルター等を含むことが多い。

コンデンサは、水冷式と空冷式があり、水冷式の場合は別にクーリングタワー（冷却塔）が必要となる。そして、水冷コンデンサの形式は、小型ユニットでは、二重管式、中・大型装置では、シェル＆チューブ式が多く使われている。しかし、近年では、高効率、コンパクト化に優れたブレイジング（ロー付）式プレート熱交換器が使用されることも多い。

一方、空冷式の場合は、空冷コンデンサの架台の下に圧縮機等、その他機器を収めた一体型ユニットの他に、空冷コンデンサを別置きし、圧縮機等ユニットと冷媒配管で結ばれたセパレート型がある。

コンデンシングユニットの冷凍サイクルは、クーラーの温度域に応じて単段圧縮と二段圧縮サイクルを使い分けることとなる。目安は、蒸発温度で－30℃程度までは、単段圧縮で行なうことが多いが、それ以下だと二段圧縮サイクルが必要となる。ただし、効率は、蒸発温度に関わらず常に二段圧縮機の方が良い。圧縮機の形式は、従来

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

主力であったレシプロ型のほか、小型には、ロータリーおよびスクロール圧縮機が、中・大型にはスクリュー圧縮機が広く使われている。

冷媒はユニット内にあらかじめ封入されているが、不足する場合は、現場で追加チャージすることになる。冷媒種類は、従来はほぼすべてフロン R22 であったが、オゾン層破壊物質としてのフロンガス規制のため、現在は、分子内に塩素原子を含まない代替フロン、主に R404A が使用されている。しかし、近年は、サイクル性能に優れた R410A が低温分野にも一部採用されるようになってきた。

なお、本節は、コンデンシングユニットであるが、本ユニットは単独で使用されることはなく、常にクーラー（蒸発器）と結ばれて、冷凍冷蔵装置として使用される。したがって、本節では、クーラーを含めた冷凍冷蔵装置の省エネについて考える。

２．冷凍設備に特有なエネルギーロスの例

●圧縮機の過剰な負荷

冷凍機の排熱は、コンデンサ（凝縮器）にて、大気（空冷）または冷却水（水冷）に放出される。この時、凝縮器の性能が劣化していると圧縮機吐出圧力が上昇し、圧縮機の消費電力が増える。

●冷却能力の低下

冷蔵倉庫の冷却は、クーラー（蒸発器）にて、庫内空気を冷却して行なわれる。この時、クーラーの性能が劣化していると圧縮機の吸入圧力が低下し、冷却能力が低下する。そのため、冷凍機負荷率が上昇し、冷凍機の消費電力量が増加する。

●冷蔵庫の余計な負荷

低温冷蔵庫は外気と大きな温度差がある。外気からの熱侵入防止が求められる。

●冷却設備の老朽化

コンデンシングユニット本体の他、クーラーや冷却塔もあわせて老朽化した設備の高効率設備への積極的な更新が求められる。

３．対策候補選定時に考慮すべき事項

●圧縮機の過剰な負荷

コンデンサ（凝縮器）の伝熱性能が落ちると、冷媒凝縮温度が上昇し、冷凍機の消費電力が増加する。この伝熱性能の低下は、冷媒凝縮温度と放熱先媒体（空気または冷却水）との温度差の拡大で確認できる。したがって、凝縮温度の監視は重要である。なお、冷媒凝縮温度は、圧縮機吐出圧力の飽和温度として冷媒熱物性表（またはモリエル線図）から読み取ることができる。また、伝熱性能の低下要因として、

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

伝熱管の汚れ等による伝熱係数の低下の他に、放熱先媒体の流量不足もあることに留意が必要である。さらには、冷凍機負荷率により、この熱交換に必要な温度差が大きく変わることも同じく留意しなければならない。

●冷却能力の低下

クーラー（蒸発器）の伝熱性能が落ちると冷媒蒸発温度が低下し、冷却能力が低下する。この伝熱性能の低下は、庫内温度と冷媒蒸発温度との温度差の拡大で確認できる。したがって、蒸発温度の監視は重要である。なお、冷媒蒸発温度は、圧縮機吸入圧力の飽和温度として冷媒熱物性表（またはモリエル線図）から読み取ることができる。

蒸発温度の低下要因としては、着霜による伝熱性能の低下が最大であろう。着霜は霜層が大きな熱伝導抵抗になるばかりではなく、クーラーの通風路を狭くし、風量低下をきたすことによる悪影響が大きい。このほか、蒸発温度低下の要因として、膨張弁の不調、冷媒不足等が考えられる。

●冷蔵庫の余計な負荷

冷蔵庫の最大負荷は、入出庫の際に生じる外気の侵入である。冷蔵庫にはこの負荷を軽減するため、前室（準備室）が設けられているが、前室が本来の役割（庫内と外気の緩衝帯となる）を果たしていない場合が散見される。

入出庫の際の内外空気の置換の最小化（エアーカーテンの有効利用）、前室の温度管理等が大切である。また、庫内照明の不要時消灯も大切である。照明の白熱灯から LED 灯への更新も有効である。

●冷却設備の老朽化

圧縮機のインバータ化、容積型圧縮機の高効率化、電子式膨張弁の採用他、高効率機器の採用が望まれる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

４．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
負荷設備	冷蔵等品等の量および配置方法を設定しているか	運用改善	各冷蔵等品等につき配置方法を設定する	
	複数の冷蔵設備等の負荷を調整しているか		負荷の調整方法を設定する	
	断続運転が可能な設備の運転を集約しているか		断続運転が可能な設備の運転集約化	
	冷蔵庫等内の温度を設定しているか		各冷蔵等品等の保管温度を設定する	
	熱媒体の温度、圧力および流量冷蔵庫等内の温度、冷蔵等品等の量と配置を計測記録しているか		熱媒体の温度、圧力および流量冷蔵庫等内の温度、冷蔵等品等の量と配置の計測記録	
	冷蔵庫等制御盤の電圧および電流を計測記録しているか	運用改善	冷蔵庫等制御盤の電圧および電流の計測記録	
	冷蔵等用伝熱面の汚れ、着氷等を除去しているか		伝熱面の清掃、着氷の除去	
	冷凍庫内のクーラーのファンが、サーモによる冷却停止中も運転しているか		冷却停止中はクーラーファンの運転停止	
	ショーケースの夜間・非営業時における漏気損失が大きいか	部分更新・機能付加	ショーケースにナイトカバーの設置	260211
	断熱材、シールパッキン等が健全であるか		断熱材、シールパッキン等の交換、補強	
	冷蔵庫内の照明が白熱灯で、点灯時間が長いか		冷凍冷蔵設備の照明のＬＥＤ化	260231
	冷蔵庫の入出庫時に多量の冷気の漏出があるか		冷凍冷蔵設備におけるエアカーテン、ビニールカーテンの設置	260221
冷凍設備	冷凍機の吐出圧力が高過ぎないか	運用改善	水冷凝縮器の清掃	
			空冷凝縮器のショートサーキット解消	
	冷凍機の吸入圧力が低過ぎないか		冷凍機運転の改善	260141
			デフロストの確実な実施	260131
	庫内温度の異なる冷蔵庫内に設置されたクーラーが共通の冷凍機に吸引されているか	部分更新・機能付加	冷却系統の適正化（EPR の廃止）	
	適切な断熱保温材を施しているか		断熱保温の強化	
	エネルギー効率の高い熱交換器を採用したか	設備導入	高効率冷凍・冷蔵設備の導入	260311
	熱媒体の輸送配管経路の合理化および冷凍機の分散化等により放熱面積を低減しているか		熱媒体の輸送配管経路の合理化および冷凍機の分散化	