

水熱源アンモニア冷媒氷蓄熱システムの実フィールドにおける性能検証

自然エネルギーの利用促進とアンモニア冷媒ヒートポンプユニットの汎用化を目指して

Actual Field Test to Assess Performance of Water-Cooled Heat Pump Unit Using Ammonia Refrigerant

With the object of popularizing the use of natural energy and putting heat pump unit using ammonia refrigerant to practical use.

(土木建築部 建築設備G)

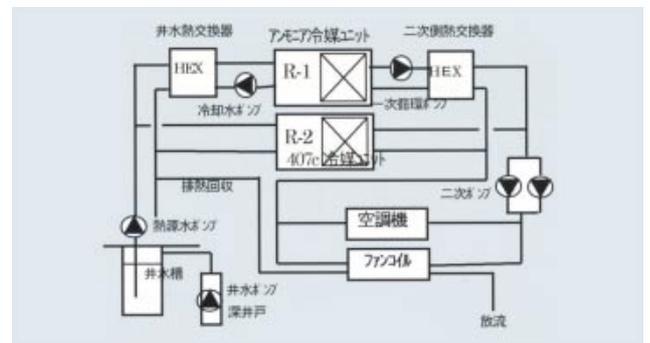
(Building Facilities Engineering Group, Civil and Architectural Engineering Department)

自然エネルギー、自然冷媒使用機器の利用促進と電気式空調の寒冷地普及対策として既に汎用化されている空気熱源アンモニア冷媒ヒートポンプユニットに加え同冷媒を使用した水熱源ヒートポンプユニットを平成11年に開発、実機を当社の伊那(営)に設置し性能検証を実施した。ここで寒冷地における本システムの有効性と寒冷地実負荷実態について確認した。

We have already developed air-cooled heat pump unit using ammonia refrigerant from the perspective of popularizing such systems using natural energy and natural working fluids. Aiming to further spread the use of electrical air conditioning systems in colder regions, we also have developed water-cooled systems and actually use them at our sales office, which is in a comparatively cold area, Nagano prefecture, and verified its efficiency.

1 はじめに

オゾン破壊係数及び地球温暖化係数が、共に「0」であるアンモニア冷媒を用いた空気熱源ヒートポンプユニットは既に汎用機として製品化されているが、寒冷地において外気温の影響を受けず安定した能力の発揮が期待できる水熱源ヒートポンプユニットに関しては製品化されていないため、平成11年度に製品開発を行い翌平成12年度に寒冷地である伊那(営)に設置した。本報においては主に冬期における本システムの運転実績と室内負荷発生状況について把握したので報告する。



第1図 空調システム概要

ゾーンをファンコイルユニットによるダクト・ファンコイル併用方式を採用している。また、水(井水)熱源方式を採用しているため自然エネルギーの有効利用の観点から熱交換後の冷却水(井水、13℃)を手動切替にて窓際のファンコイルユニットに導き、近年のOA機器類の増加や建物断熱性能の向上により発生が想定され冬期冷房負荷対応が可能なシステム(排熱回収)とした。空調システム概要を第1図に示す。

2 建物及び空調システム概要

本業務においてモデルとした伊那(営)は延床面積1,515m²地上3階建の事務所である。このうち本システムは事務室エリアを分担し、熱源機側はアンモニア冷媒および代替冷媒であるHFC407C使用機器の2台で先発機切替のローテーション運転とすると共に変動する室内負荷に対応するため熱源ユニットと冷温水ポンプを連動させた台数制御方式を採用した。事務室側は内部ゾーンを空調機によるダクト方式、周囲

3 冬期NH3冷媒ヒートポンプ運転実績

計測点として各熱源機廻りの熱源水と冷温水の流量及び温度差を測定し熱源機生成熱量と事務室側負



第2図 R-1 (NH3) 暖房運転グラフ(H14/1/3~H14/1/4)

荷熱量を算出した。アンモニア冷媒暖房運転グラフを第2図、運転状態解析データを第1表に示す。

蓄熱運転時間(図中)は最大2時間で満蓄となり蓄熱槽水温及び蓄熱量は設計値を満足する結果となった。蓄熱放熱運転(図中)は1時間で終了しその後は追掛運転(図中)と放熱運転(図中)を繰り返す。ユニット加熱能力及びヒートポンプの効率を表すCOP(成績係数)は圧縮機単体、ユニット共にいずれも設計値を満足することができた。ここで、ユニット成績係数はアンモニア冷媒氷蓄熱ユニット内のプロアポンプ、換気扇等の機器類まで含めたCOPを示す。なお、夏期においても冬期同様に蓄熱量、冷却能力、COP共設計値以上の値を満足することが確認できた。

* COP(成績係数) = 生成熱量(kW) / 動力(kW)

4 代替冷媒(HFC407C)熱源機との比較

夏期(冷却時)及び冬期(加熱時)の測定期間中における圧縮機単体、システムのCOP比較を第2表に示す。

ここでシステムCOPは前述のユニットCOPに冷却ポンプ、一次循環ポンプの補機類まで含んだものである(第1図参照)。これによると圧縮機単体では、冷媒特性の優れたアンモニアを使用したR-1が良い結果となったが、一つの完結したシステムとして取り扱った場合、付随する補機が少ない代替冷媒を使用したR-2の方が良い結果となる。これはアンモニアを冷媒としているため漏洩時における安全確保上、井水側と事務室側に熱交換器を設置する必要があり、補機動力が増加し結果としてCOPの低下を招いたことによるものである。

5 冬期室内熱負荷特性に関する考察

事務室内温熱環境測定結果を第3図、第4図に示す。

本空調システムは前述の通り排熱回収(第1図参照)のシステムを採用しているため、効果確認のため事務室内を1.5m間隔50点に分割し冷却水再利用前後の室内温度測定を実施した。事務室側負荷熱量計測結果から冬期設計時最大熱負荷に対してピーク時に発生した実負荷は朝の立上時で70%、その他の空調時間帯では概ね50%以下であったことから冬期冷房負荷の発生が考えられ、このことは第3図の測定結果からも伺われる。排熱回収後は大幅に室内環境が改善され(第4図)本システムが窓際の輻射熱除去に有効であることが確認できた。

6 まとめ

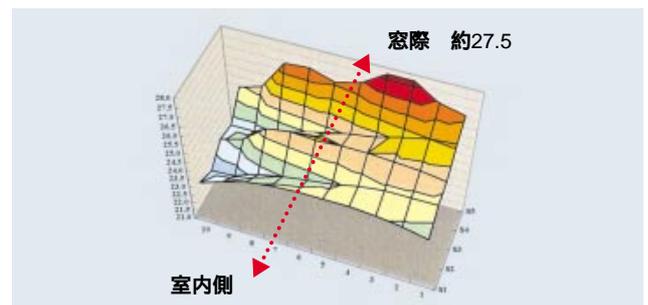
本検証により熱源機としては外気温度の変動に能力が左右されない水熱源の特性を生かした安定した連続運転が可能であることが実証できた。今後の課題としてポンプ等補機動力の低減による効率化や本空調システムにみられるような貴重な資源である冷却水(井水)の再利用手法の検討があげられる。これらにより昨今の地球環境問題に配慮しフロンに代わる代替冷媒として優れた特性を持つアンモニアを利用した氷蓄熱ユニットの汎用性は十分にあると考える。

第1表 R-1運転解析データ(H14.1.4)

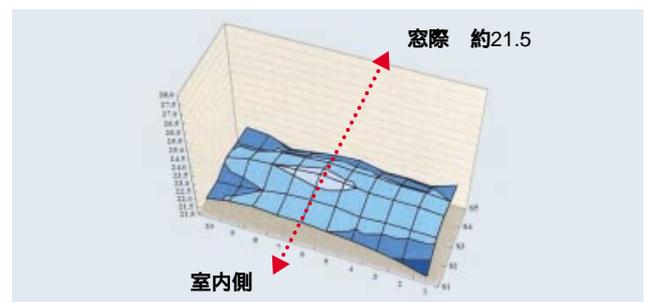
種別	項目	単位	設計値	実測値	評価
蓄熱量	夜間蓄熱量	MJ	168.0	176.3	105%
	蓄熱槽水温		50.0	50.2	100%
加熱能力	蓄熱能力	kw	44.4	47.6	107%
	熱源機能力	kw	46.1	46.5	101%
	ピーク能力	kw	69.8	56.2	参考
COP	圧縮機(蓄熱)		3.77	4.33	115%
	圧縮機(追掛)		4.17	4.02	96%
	ユニット(蓄熱)		3.48	3.97	114%
	ユニット(追掛)		3.82	3.69	97%
	システム(蓄熱)			3.31	
	システム(追掛)			2.67	
その他	二次側熱量	kw	500	250.4	参考
	冷却水温		15.0	14.5	
	外気温度		-9.2	最高3.5、最低-3.3	
	騒音値	dB(A)	50以下	50以下	

第2表 代替フロン冷媒との能力比較(COP)

項目	R-1(アンモニア)		R-2(407C)	
	圧縮機	システム	圧縮機	システム
冷却時	4.0	2.8	3.5	3.0
加熱時	3.5	2.2	3.0	2.2



第3図 2階事務室室温分布(排熱回収前)



第4図 2階事務室室温分布(排熱回収後)



執筆者 / 一瀬 茂弘
Ichinose.Shigehiro@chuden.co.jp