



日本冷凍空調学会賞 技術賞

高効率蒸気供給システム SGH (スチームグロウヒートポンプ)

High Efficiency Steam Supply Systems, SGH “Steam Grow Heat Pump”

1. 本システムの概要と開発の背景

地球温暖化防止に対する様々な取り組みがなされる中、当社は、オフィスビルや商業施設などの空調用途、および工場のプロセス冷却用途の電気式ヒートポンプ型熱源機として、2008年に「ハイエフミニシリーズ・HEMⅡ」を開発・製品化¹⁾、その後、産業用加熱分野向けに、7℃の冷水と90℃までの温水を同時供給可能な電気式ヒートポンプ型熱源機「ハイエフミニシリーズ・HEM-HR90」を開発し、販売してきた^{2,3)}。

一方、工場などで蒸気を利用する工程においては、従来、120℃を超える高温蒸気はボイラでしか供給できなかったが、省エネルギー化ニーズの高まりにより、高温蒸気をヒートポンプで生成する技術と、その高効率化技術が求められていた。

そこで、新開発の高圧縮比・高温対応スクリーュー圧縮機の搭載、圧縮機モータの高温対応化、および高温に適した冷媒の採用により、世界で初めて120℃を超える蒸気供給を可能にした高効率なヒートポンプシステムを開発し、120℃対応機種（以下、SGH120）と165℃対応機種（以下、SGH165）を製品化した。

その結果、SGH120においてCOP 3.5（熱源水温度65℃の場合）を達成するとともに、従来のボイラに比べ約6割の省エネルギーと約7割のCO₂排出量削減を実現可能とした。

なお、スチームグロウヒートポンプは、当社と東京電力(株)、中部電力(株)、関西電力(株)の4社の共同開発によるものである。

2. 本システムの構成および特徴

2.1 ユニット構成

図1に本システム2機種の外観を、図2にシステム構成と冷媒フロー図を示す。

SGH120のシステムは、圧縮機、2つの熱交換器（蒸発器と凝縮器）および膨張弁から成る、ヒートポンプユニットとフラッシュタンクユニットから構成される。フラッシュタンクユニットは、ヒートポンプユニットで昇温した加圧水をフラッシュタンク内でフラッシュ蒸発させ、気水分離後の飽和蒸気（最高120℃、0.1 MPaG）を



飯塚晃一朗*
Koichiro IIZUKA

ユーザ側へ供給し、残ったドレンを循環ポンプによりヒートポンプユニットに戻す。

SGH165のシステムは、上記システムの後段に、さらに蒸気圧縮機ユニットを付設したものである。蒸気圧縮機ユニットは、0.2 MPaG から0.8 MPaG まで蒸気を圧縮することができる。



図1 SGH120およびSGH165の外観

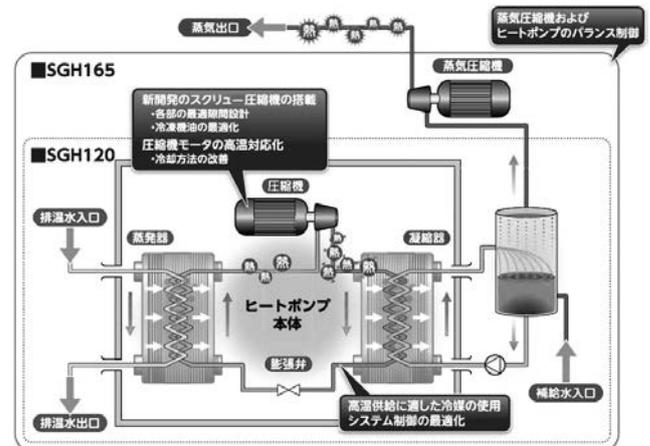


図2 システム構成と冷媒フロー図

* (株)神戸製鋼所
Kobe Steel Ltd.
原稿受理 2014年2月13日

2.2 高温対応および高効率化技術

高温供給が可能なヒートポンプとして、120℃以上の飽和蒸気を単独で供給できるものは、本システムが唯一である。今回、ヒートポンプで供給する温度の高温化と高効率化を達成するため、以下に挙げる技術開発を行った。

高温対応

- (1) 高温に対応した、新開発のスクリーウ圧縮機を搭載
高温下での熱変形を考慮した圧縮機内各部の隙間設計を見直し、吸込温度が高い運転条件でもモータが過熱しないよう、冷媒液を直接モータ内部に噴霧して冷却する方法を採用した。
- (2) 高温供給に適した冷媒を採用
HFC（ハイドロフルオロカーボン）の一種で臨界温度が高く低圧冷媒である R 245fa（臨界温度 157.5℃）をベースに、R 134a（臨界温度 101.1℃）を混ぜ合わせて、高効率運転を実現する最適な冷媒成分比を選定した。
- (3) 高温運転に適した冷凍機油の選定
高温下でも必要な粘度を確保し、劣化、スラッジ

の発生のない冷凍機油を選定した。

高効率化

- (4) 機種ごとに適した圧縮機を採用
SGH120 では二段スクリーウ圧縮機、SGH165 では単段スクリーウ圧縮機を採用した。圧縮機を使い分けることで高効率運転を可能とした。
- (5) ヒートポンプシステムの最適化
(2) で選定した冷媒でヒートポンプシステム制御を最適化した。
- (6) フラッシュタンクを用いた飽和蒸気単独供給
フラッシュタンクにて気水分離し、飽和蒸気のみを効率よくユーザ側または蒸気圧縮機へ送ることを可能とした。

2.3 仕様および性能

表 1 に概略仕様を、図 3 に熱源水入口温度に対する、全負荷時の COP 特性、および、蒸気供給量（給水温度 20℃）を示す。SGH120 の定格条件での性能は蒸気供給量 0.51 t/h、COP 3.5、SGH165 のそれは蒸気供給量 0.84 t/h、COP 2.5 を達成した。

表 1 概略仕様

型 式	SGH120	SGH165	
性 能 例	供給蒸気	0.1 MPaG	0.6 MPaG
		120℃	165℃
	熱源水温度	65℃	70℃
	加熱能力	370 kW	624 kW
	蒸気流量	0.51 t/h	0.84 t/h
	COP	3.5	2.5
使用熱源水範囲	35 ~ 65℃	35 ~ 70℃	
供給蒸気圧力範囲	0.0 ~ 0.1 MPaG	0.2 ~ 0.8 MPaG	
寸 法	W1325×D4850×H2540	W4400×D3180×H2810	
重 量	4000 kg	7090 kg	

3. 本システムの導入分野とメリット

蒸気を使用する工程を有する工場には、排温水や排蒸気といった排熱が少なからずある。一般の工場では、既存の燃焼ボイラから各プロセスへ蒸気を供給するが、熱源から遠く離れた各プロセスへの蒸気供給配管において、かなりの熱ロスや減圧弁でのロスが生じるため、プロセスで使用後のドレンが十分に再利用されていないケースが多い。そこで、蒸気を使用する工程の近くに本機を設置し、これら排温水から熱回収しヒートポンプサイクルにて蒸気を生成すれば、需要先への熱源機分散設置による蒸気配管ロスの削減、プロセスに最低限必要な圧力の蒸気を供給することによるエネルギー使用量の削減、生産プロセスより排出されている未利用排熱の有効活用を行うことができる。

4. む す び

近年、産業界においては、地球温暖化対策推進法や改正省エネルギー法の施行により、社会的責任として環境経営への取り組み強化と一層の省エネ活動の推進に迫られている。

今後もユーザ個々および社会ニーズを的確にとらえ、高効率性や省エネ性に優れた商品の開発を推し進めることで、低炭素化社会の実現に貢献していきたい。

文 献

- 1) 神崎奈津夫, 飯塚晃一郎, 田下友和: OHM, (7), 43 (2004).
- 2) 下田平修和: 建築設備と配管工事, (631), 28 (2009).
- 3) 下田平修和: 建築設備と配管工事, (647), 23 (2010).

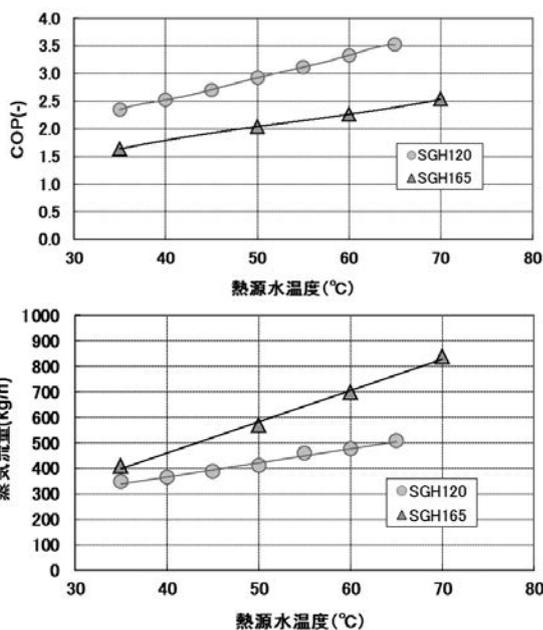


図 3 SGH の全負荷 COP と蒸気流量