

さらなる省エネルギーのための 排熱利用技術の紹介



企業レポート

飯嶋和明*

The introduction of some utilization methods of the thermal energy for further energy conservation.

Key Words : thermal energy, heat pump, heat storage, generation

1. はじめに

エネルギー資源を海外に依存しているわが国では、オイルショック以来省エネルギー対策が推進され成果を上げてきた。しかし、地球温暖化対策への対応や震災後のエネルギー政策の変更により省エネルギーに関する要求がさらに高まりを見せている。

三機工業(株)は建築物の空調設備、衛生設備、電気設備、情報通信設備の設計・施工および、都市の上下水道設備、焼却設備などさまざまな環境を創造する設備を提供している。これらの設備は快適性、安全性、利便性などの要求を満たすと同時に、省エネルギーへの配慮が常になされてきた。本報では、

さらなる省エネルギーへの要求にたいして、弊社が取り組んでいる省エネルギー技術の中から排熱利用技術のいくつかを紹介する。

2. バイナリー発電

熱は熱としてそのまま利用することが合理的であるが、排熱の発生と利用には場所、時間、容量が一致せず、その利用が困難な場合が多い。そこで、排熱温度が150～200℃程度あれば、最も便利なエネルギーの形態である電気エネルギーに変換する手段がある。一般にバイナリー発電システムといわれるもので、200℃以下と比較的低温の排熱から電力を

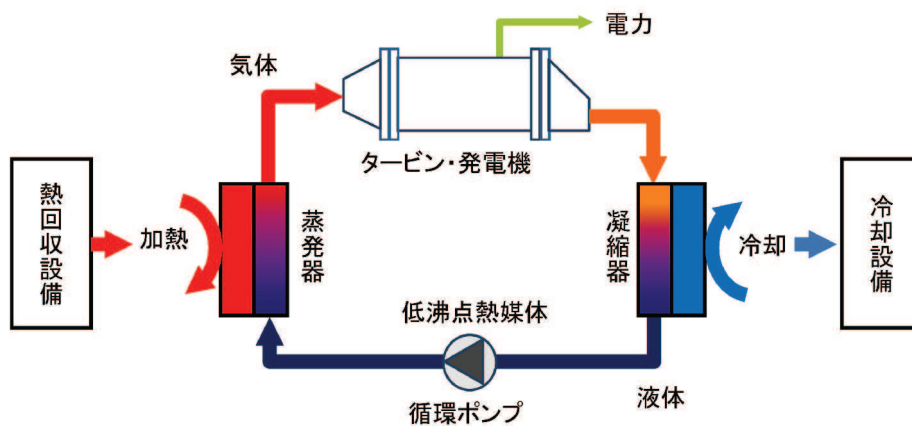


図1 バイナリー発電の概念図



* Kazuaki IIJIMA

1958年8月生
室蘭工業大学博士後期課程生産情報システム工学専攻
現在、三機工業株式会社 エネルギーソリューションセンター 統括部長
博士(工学) 環境設備
TEL : 03-6367-7140
FAX : 03-5565-5175
E-mail : kazuaki_ijjima@eng.sanki.co.jp

得ることができる。発電の概念図を図1に示す。熱源から蒸気または高温水の形で熱を取り出し、バイナリー発電ユニットに供給する。発電ユニット内では供給された熱により低沸点物質の熱媒体が気化し、その蒸気によりタービンを回転させて発電する。タービンから出た熱媒体は凝縮器で冷却され液に戻り、ポンプで再び蒸発器に送られ循環する。

弊社は実績の豊富な米国のGE エナジー社製の発

電ユニットを主に用いてシステムを提供している。発電ユニットの主な仕様を表1に示す。

表1 バイナリー発電システムの仕様

型式	CC125 型
原理	ランキンサイクル (エコマイザによる熱回収機構付)
熱媒体	代替フロン (R-245fa)
発電方式	単段タービン+三相交流同期発電
発電端出力	125kW (400 ~ 480V、50/60Hz)
送電端出力	113kW
特徴	磁気軸受けの採用により高効率でメンテナンスが容易

装置への入力温度が135℃以上であれば発電効率は約13%得られる。これまで使われずに環境中に排出されていたエネルギーの割ほどを回収して利便性の高い電気エネルギーに変換することができる。使用している熱媒体は沸点15℃のR-245faで、環境負荷の小さな物質が選定されている。装置の特徴としてタービン発電機の軸受けに非接触方式の磁気軸受けを採用することにより、26,500 rpmの高速回転を実現し、発電効率の向上が図られている。また、オイルフリーのためメンテナンスが容易な設備となっている。

弊社はこのユニットに対して、焼却設備で培った熱のハンドリング技術や電源設備に関する保有技術を用いて、設置環境に合わせた最適なコストパフォーマンスを発揮できるシステムを提供する。

排熱利用は政策的にも推進されていて補助金の対象となるほか、熱源として地熱(温泉)を利用する場合には固定価格買取制度が適応になる。バイナリー発電は太陽光、風力とは異なり比較的安定した計画的な発電が可能である。

3. 蓄熱・搬送システム (トランスヒートコンテナ)

もう少し温度の低い排熱、または発生が不安定で時間変動のある場合など発電にはそぐわない場合には、熱を蓄えて利用場所まで運ぶ蓄熱搬送システム、熱の宅配便「トランスヒートコンテナシステム」を提案する¹⁾²⁾。トレーラを用いてコンテナ形の蓄熱槽を運ぶ状況を図2に示す。この蓄熱槽の内部には熱を蓄えるために潜熱蓄熱材が充填されている。潜



図2 トランスヒートコンテナ

表2 蓄熱材の種類と蓄熱槽の仕様

タイプ	低温タイプ		高温タイプ	
蓄熱材	酢酸ナトリウム三水和物		エリスリトール	
融点 ℃	58		118	
潜熱量 kJ/kg	265		339.8	
熱源温度 ℃	70-90		130-150	
利用温度 ℃	40-50		70-90	
タンク重量 トン	20	24	20	24
蓄熱量 MWh	0.85	1.1	1.1	1.4
輸送距離 km	20 程度			

熱蓄熱材は個体と液体との間の相変化に伴って発生する融解熱(凝固熱)を利用するもので、蓄熱密度が大きくとれることや、安定した出力温度が得やすい特徴がある。システムの仕様を表2に示す。蓄熱材はいずれも食品添加物などに利用されているものを選定し、安全性は確保されている。現在は温度の高低により2種類の材料を使い分けている。酢酸ナトリウム三水和物は融点が58℃のため、70~90℃の熱源温度で蓄熱し、利用場所では温度40~50℃で出力する。主に暖房、給湯に利用される。エリスリトールは融点が118℃と高く、熱源温度も130~150℃が必要となる。出力温度は90℃が可能なため、吸収式冷凍機の熱源にも利用できることから冷房需要にも適応できる。

蓄熱槽の構造を図3に示す。蓄熱槽の下部から熱媒として油を流し、上部で回収して循環させる。蓄熱材はいずれも水溶性で油に溶解することはない。油は蓄熱材よりも密度が小さく軽いため蓄熱材から分離して循環する。この油を加熱することにより蓄

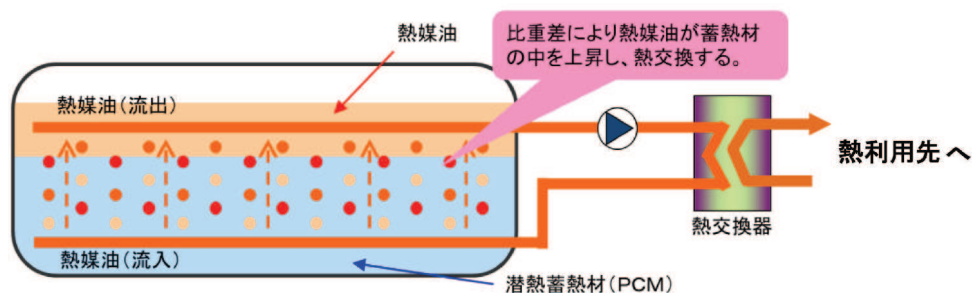


図3 蓄熱槽の構造

熱し、利用場所ではこの油を介して熱を得る。このように蓄熱材と油とが直接熱交換をするため、蓄熱槽内部の構造物が少なく、高出力で高い蓄熱密度が得られる。

導入実績は4件あり、熱源はいずれも焼却施設の排熱を用いている。供給先は病院2件、温浴施設1件、栽培漁業施設1件である。この他に、輸送せずに固定して蓄熱槽として利用している事例もあり、工場の排熱を蓄えボイラが停止する時間に暖房や給湯に利用している。これらの事例では排熱の利用量に相当する化石燃料の消費量が削減し、省エネルギーに貢献している。

4. 熱回収ヒートポンプの活用

さらに低い温度における熱の有効活用としては、ヒートポンプを用いて利用しやすい温度へ変換する方法がある。事例を図4に示す。冷水と温水とを同時に使用する食品工場の例である。冷凍機は7℃の冷水を製造するために排熱を冷却塔を介して大気に排出する。この冷凍機に戻る温度の高くなった冷水から熱回収ヒートポンプを用いて熱を回収し7℃の冷水にして戻し、一方の回収した熱で65℃の温水

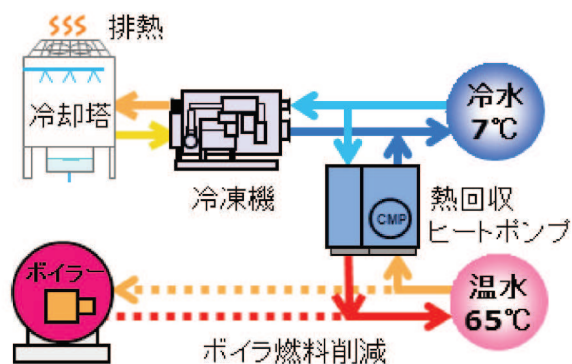


図4 熱回収ヒートポンプの導入例

を製造する。この場合の一次エネルギーの削減効果を試算した例を表3に示す。比較のために重油ボイラ（低位発熱量基準の効率95%）で温水を作り、冷水をCOP6.0の冷凍機で作る条件の試算結果も示す。結果は冷温水1MJを作るのに消費される一次エネルギー消費量 (MJ/MJ) を示す。*1 ボイラを用いた場合の一次エネルギー消費量は1.12MJ/MJであるが、熱回収ヒートポンプを用いることにより0.8MJ/MJと28.6%の削減になる。*2 また、熱回収ヒートポンプの場合には温水と同時に冷水が作られるために、冷水を作るための一次エネルギー消費

表3 熱回収ヒートポンプによる一次エネルギー削減効果
(冷温水1MJ製造するのに要する一次エネルギー消費量 MJ/MJ)

	ボイラと冷凍機	熱回収ヒートポンプ	削減効果
機器効率、COP 温/冷	0.95 / 6.0	3.4 / 2.4	
温水	1.12	0.80	28.6%
冷水	0.45	0	
総合 (平均)	0.79	0.47	41.0%

(熱回収ヒートポンプは温水1MJ当たり冷水を0.7MJ利用可能とした。)

*1 結果は冷温水1MJを作るのに消費される一次エネルギー消費量 (MJ/MJ) を示す。

*2 このようにヒートポンプにより一次エネルギーの消費量以上の熱エネルギーの有効利用ができる。

量は0と評価できる。総合として温水、冷水の平均から一次エネルギー削減効果は41%になる。

熱回収ヒートポンプはこのように省エネルギー効果の高いものであるが、排熱の発生と利用のバランスがとれていないと稼働率が悪くなり効果が上がらない。したがって、排熱の発生状況と利用側の状況をよく分析し、状況に合わせた設備容量、運転条件の設定などのシステム設計が重要になる。また多少バランスに変動があっても装置の運転が継続できるような工夫が必要である。

このような冷暖房や給湯など比較的環境温度に近い温度場での熱利用は、ヒートポンプを有効に利用することにより省エネルギー性能の高いシステムを構築でき、エネルギーコストの削減にもつながる³⁾。

5. おわりに

どのようなプロセスにおいても消費したエネルギ

ーは最終的に熱エネルギーとして環境中に排出される。ここで紹介した技術のように、排熱を有効に利用することによってさらなる省エネルギーの実現が期待される。排熱の発生場所と利用先との熱融通、熱のネットワークなど社会インフラとしてのシステムの進展にも貢献したい。

参考文献

- (1) 定塚徹治、トランスヒートコンテナシステムの技術開発、省エネルギー、Vol.64、No.4、(2012)
- (2) 岩井良博、潜熱蓄熱技術とその輸送技術、化学工学、第78巻、第2号、(2014)
- (3) 高井裕紀、高山グリーンホテルの省エネルギー対策について、電力と建築設備、35、(2007.3)

