

## 6. 木質バイオ燃焼器の構造と機能 (19)

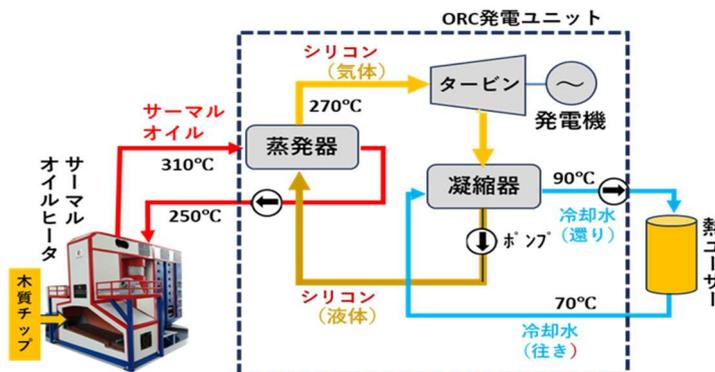
20260129

## ORC(有機ランキンサイクル)発電の原理と技術的特徴

火力発電や原子力発電では、水を作動流体としてボイラで加熱・蒸発させ、その蒸気でタービンを回して発電する。タービン通過後に低圧となった蒸気は凝縮器で再び液体に戻され、ポンプによってボイラへ圧送される。このような閉鎖循環サイクルをランキンサイクル (Rankine cycle) と呼び、蒸気発電における最も基本的な技術とされている。

他方 ORC (Organic Rankine Cycle) とは、作動流体として水の代わりに沸点の低い有機媒体を用いたランキンサイクルによる発電技術で、熱源流体と作動流体が分離されたバイナリー発電の一種である。

一例として有機媒体に沸点 270°C 程度のシリコンオイルを用いたシステムフローを図表 6.28 に示す。この場合、作動流体 (シリコン) は、その沸点以上に加熱された熱源流体 (サーマルオイル) によって加熱されて蒸気となり、その蒸気でタービンを回転して発電する。タービンを出た



図表 6.28 ORC ユニットのシステムフロー

出典：Turboden 社、協和エクシオおよび久木氏資料より作成

シリコン蒸気は凝縮器で冷却されて液体となり、ポンプで再度蒸発器に圧送されランキンサイクルを構成する。また凝縮器を出た冷却水から熱回収して熱利用することも可能。

ORC の技術的特徴は以下の通りである。

- ① **中低温熱源が利用可能**：70～300°C の低質熱源（工場排熱、温泉熱・地熱、バイオマスなど）でも、熱源温度よりも低い沸点を持つ有機媒体の選択によって発電が可能となる。さらに熱源が高温の時には凝縮水からの熱回収も可能。しかし温泉熱のように熱源温度が低い場合は回収しても利用価値が低い。また地熱の場合は地下資源の冷却を避け、資源持続性を優先するために熱回収は行なわれない。このように熱回収を伴わない ORC 発電に限って、実務・慣例的にバイナリー発電と呼ぶこともある。
- ② **小～中規模発電に最適**：発電規模は 100kW～数 MW で、発電効率は 5～20% と小規模発電の割には高い。また凝縮器の冷却水からの熱回収した場合の総合熱効率は最大 85% にも達する。中低温・分散型エネルギーに最適化した技術であり、熱電併給利用を前提とすると完成度の高い発電システムと評価できる。
- ③ **運転・保守が比較的容易**：使用圧力が低く、タービン回転速度も遅いためタービンの機械的ストレスが少なく安全である。また水を使用しないため金属部品やブレードの腐食や摩耗の心配が無く、材料選択が容易でメンテナンス性に優れる。