

内部循環型流動床ガス化炉 及び流動床ボイラシステム

 株式会社 荏原製作所

環境プラント事業本部
〒144-8510 東京都大田区羽田旭町 11-1
TEL 03-3743-6111
FAX 03-3745-3356

1. はじめに

近年、化石燃料の価格高騰や地球温暖化問題を背景にして、バイオマス系燃料のエネルギー利用が注目されている。ここでは多種燃料へ対応が可能で、高効率でエネルギー回収が可能な内部循環流動床ボイラ (ICFB) と、サーマルリサイクルに加えてケミカルリサイクルが可能な内部循環型流動床ガス化炉 (ICFG) の二製品を紹介する。

2. 内部循環流動床ボイラ

1) ボイラの構造

図1、図2に流動床部模式図とボイラ概観図を示す。流動床部は燃焼室とそれを挟む左右の熱回収室に仕切られており、燃焼室内での活発な旋回流動によって飛び出した高温流動媒体の一部が熱回収室に入る。この部分で流動媒体が層内伝熱管との接触伝熱することにより熱回収される。燃焼室内では流動媒体は活発な旋回流動の状態であることから非常に良く混合された

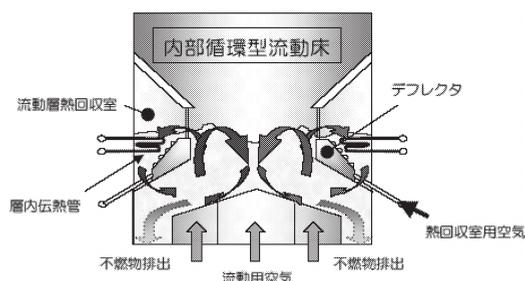


図1 内部循環流動床模式図

状態にあり、局部高温箇所を生じることなく、多品種の燃料や廃棄物を専焼あるいは混焼が可能となる。

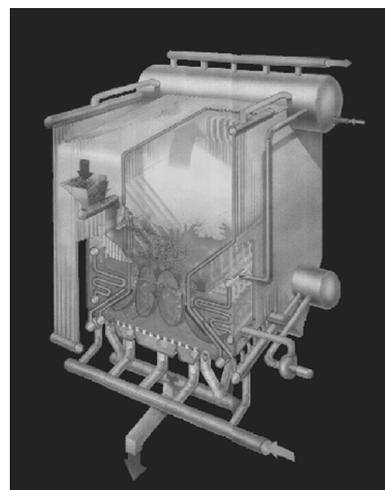


図2 内部循環流動床ボイラ概観図

2) 内部循環流動床ボイラの特長

- ① 熱回収室部への流動用風量の増減に応じて熱回収量が容易に制御できるため、負荷応答性に優れる。
- ② 外部循環流動層式の場合は燃焼ガスの空筒速度が4～8m/secで設計することが多いが、内部循環式はその半分以下の流速となり、低速ガス流速のため伝熱管の磨耗が抑制される。
- ③ 活発な旋回流動により不燃物の排出性能に優れるため、不燃物比率が高く低品質な燃料でも適用が容易である。

3) 施設紹介

パーク（樹皮）やおが屑などの木質系バイオマスを燃焼させ、その熱を有効利用している発電施設を紹介する。

- ・ 事業名称：神之池バイオマス発電所
- ・ 場 所：茨城県神栖市
- ・ 竣 工：平成 20 年 6 月
- ・ 対象バイオマス燃料：649.9 t / 日
 - 内訳 パーク ：230.4 t / 日
 - 生オガ ：352.8 t / 日
 - 乾燥オガ： 66.7 t / 日
- ・ 発生蒸気条件 ：5.8MPa 460℃
- ・ 最大蒸発量 ：106t/h
- ・ タービン発電機出力：21,000kW

2) エネルギー回収方法

- ① 横型 3 段抽気復水タービンを採用し、抽気蒸気を、隣接する飼料工場群（最大 35t/h）と木材乾燥工場（最大 25t/h）へ需要に応じて連続的に供給している。
- ② 発生電力は同発電所内での消費を控除した分を、隣接する木材工場へ供給しているほか、東京電力へも売電している。

3. 内部循環型流動床ガス化炉

内部循環型流動床ボイラの技術と流動床ガス化の技術を発展・融合させ、新しい概念の内部循環型流動床ガス化炉を開発し、実証を行ってきた。新型炉は都市ごみ、下水汚泥を含むバイオマスなどの、水分が多く発熱量が低い低品質なものを原料にしても、高濃度可燃性ガスを得ることが可能である。この技術により、設備の規模や周囲環境に合わせた柔軟なエネルギー回収・利用が可能となる。

ここでは、その新型炉「内部循環型流動床ガス化炉 TWINRec ICFG」（以下 ICFG）、及びそのエネルギー回収システムを紹介する。

ガス化炉に投入された原料は還元雰囲気下で加熱され、水素やメタンを主成分とする可燃性熱分解ガス（以下生成ガス）と熱分解残渣（ガスになり難いタールなどの未燃炭素分や灰）へと転換される。従来の多くの流動床式ガス化炉

では、一定量供給した酸素分だけ原料を燃焼させ、その熱で熱分解ガス化を行っている（図 3）。

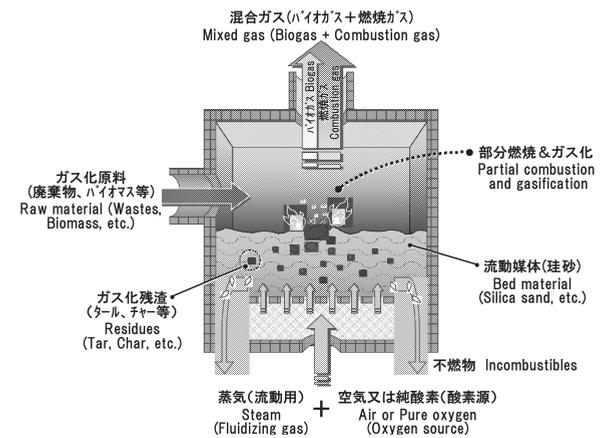


図 3 流動床ガス化炉（部分燃焼式）

従来の部分燃焼式の場合、燃焼しやすい生成ガスが燃焼して主なガス化熱源となるため、回収される生成ガス量はその分だけ減少することとなる。また、同一の炉内で燃焼とガス化が行われるため、炉から排出されるガスは生成ガスと燃焼排ガスの混合ガスとなり、ガス中可燃分は希釈されてガスの発熱量は低下する。加えて酸素源として空気を使用すれば、空気中の窒素により混合ガスは更に希釈されるので、それを避けるためには高コストな純酸素の使用が必要となる。そのほか、混合ガス中のダストには未燃炭素分が含まれるため、その処理には十分に留意する必要がある。

これらの課題に対し、ICFG は炉内を仕切壁で燃焼とガス化に特化した 2 室に分割した構造とすることで課題に対応していることが最大の特徴となる（図 4）。

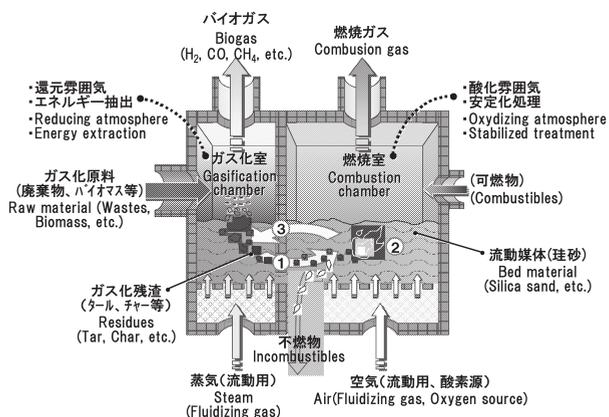


図 4 内部循環型流動床ガス化炉

原料はガス化室に投入され、600～700℃に保たれた流動媒体により熱分解ガス化され、生成ガスが発生する。ガス化室には流動化用で蒸気を供給するため、ほぼ無酸素状態となっている。したがって生成ガスは燃焼せず、燃焼排ガスとの混合による希釈も生じないため、ガス化室からは濃度が低下していない生成ガスが無駄なく抽出可能となる。ガス化の際に発生する残渣類は、ガス化反応により温度の低下した流動媒体と共に仕切壁下部の開口部から燃焼室に移動する（図4の①）。

燃焼室は空気を用いて流動化しており、燃焼室内は酸化雰囲気中に保たれている。したがって移動してきた残渣類はここで完全燃焼し、その燃焼熱により燃焼室の流動媒体は800～900℃に保たれる（図4の②）。

燃焼室とガス化室は仕切壁と流動媒体により分離されているため、燃焼室に酸素源として空気を投入しても生成ガスに影響を与えることはない。燃焼室で加熱された流動媒体はガス化熱源として再びガス化室へと移動する（図4の③）。

このように、流動媒体を介して二室の間で熱及び物質を循環させることで、ガス化と燃焼という異なる現象を同時に機能させることが可能となる。なお、生成ガスに同伴されるダスト

（灰分や未燃炭素分）は後段に設置するガス洗浄設備で捕集したのち、燃焼室に投入して完全燃焼処理を行うことが可能である。そのためこのシステムでは、灰分は燃焼室から排出される燃焼ガスに集約され、既存の焼却炉と同等となるため、灰処理には既存の設備が使用可能である。また、系内で発生する排水を燃焼室に注入して燃焼処理することも可能であり、その場合は排水処理設備を簡略化することが可能となる。

得られた生成ガスは高温改質、洗浄、微量成分除去など使用目的に合わせて精製することで、バーナやガスエンジンの代替ガス燃料としての利用や、水素ガスやメタノールなどの各種化学工業原料としての利用も可能となる。このようにICFGにより原料を高濃度可燃性ガスという化学エネルギーへと転換することで、様々な状況に応じた柔軟かつ効率の良いエネルギー活用が可能となる。

なお、生成ガス、燃焼ガスともにICFG後段で高温化（850℃、滞留時間2秒以上）したのち200℃以下まで急冷するプロセスを経るため、他の焼却炉、ガス化炉と比較して同等以上のダイオキシン抑制性能も有している。

紹介したICFGの活用事例としては、図5に示すような使用方法が挙げられる。

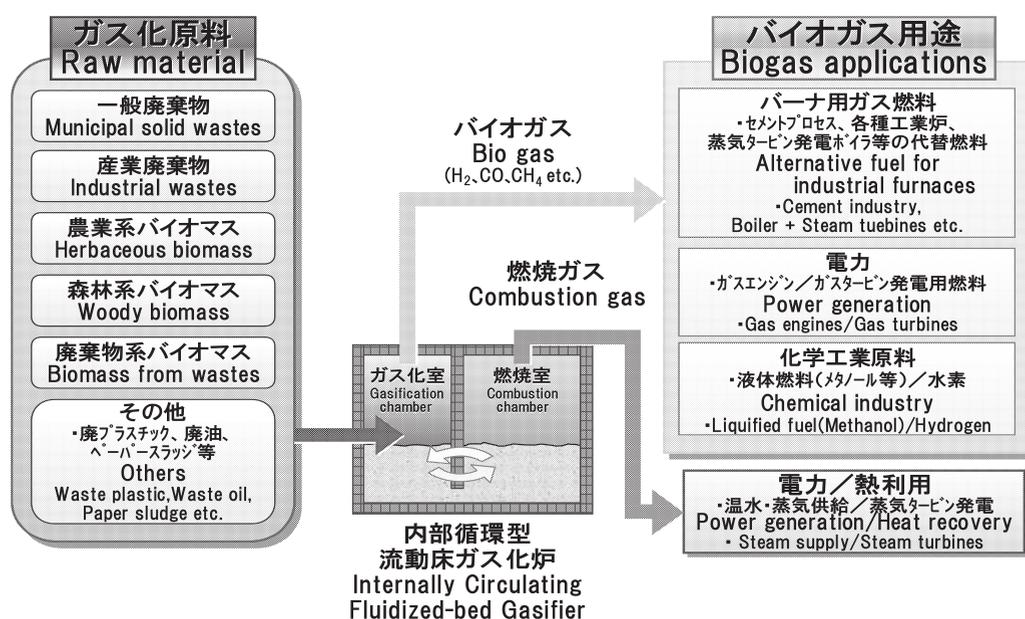


図5 原料及びバイオガス用途例