

バイオマス燃焼発電用ICFBの建設と運転・維持管理 — 神之池バイオマス発電所 —

岡本 晃 靖* 橋本 恭 二**
梶原 洋 和** 小林 元 大**

Engineering, Procurement, Construction, Operation and Maintenance of an ICFB which uses Biomass Fuel - Gonoike Biomass Power Plant -

by Teruyasu OKAMOTO, Kyoji HASHIMOTO, Hirokazu KAJIWARA, & Motohiro KOBAYASHI

Japan's largest biomass-burning power plant has been operating under a stable condition for over 1 year. EBARA has been involved in the engineering, procurement and construction of this plant; following the commissioning test, we are also involved in the operation and maintenance. The ICFB (Internally Circulating Fluidized-bed Boiler) used in this plant, while featuring conventional specifications, uses biomass as fuel. Its structure is made more simple than conventional boilers at incineration plants. That and a low air ratio operation is achieving high efficiency and low running cost. Three types of biomass fuel is used at the Gonoike Biomass Power Plant, namely tree bark, saw dust and planer dust. A total of 3 fuel supply sources enable a backup operation in case one source fails or stops. Following the commissioning. The ICFB has operated for 350 days during a period of 1 year.

Keywords: Fluidized-bed boiler, Biomass, Power plant, Engineering, Procurement, Construction, Operation, Maintenance, Dioxins, Bark, Saw dust, Planer dust

1. ま え が き

ICFB（内部循環流動床ボイラ）は、90年代には主に産業廃棄物焚き、タイヤ焚きボイラとして利用されてきたが、21世紀になると京都議定書に基づく温室効果ガ



10-03 01/226

写真 設備全景
Photo General view of plant

ス削減目標の達成のため、木質バイオマス焚きとしてのニーズが高まってきた。

昨年（2008年）、広島県に本社・工場を構える中国木材(株)の関東進出（鹿島工場新設）に合わせて、本施設を建設した（写真）。

本施設を所有する神之池バイオエネルギー(株)は、中国木材(株)と三菱商事(株)がそれぞれ50%出資して設立したSPC（特別目的会社）である。設備特性を熟知した当社は、前記の神之池バイオエネルギー(株)から運転・維持管理を受託し、引渡し後1年以上の安定した稼働を確認したので報告する。

2. 設備概要

設備フローを図に示す。発電所概要は次のとおりである。

2-1 発電所概要

神之池バイオマス発電所

建設場所：茨城県神栖市

竣工：2008年6月

発電出力：21000 kW

ボイラ型式：エバラ内部循環流動床ボイラ（ICFB）

最大蒸発量：106 t/h（ゲージ圧力5.8 MPa/460℃）

* 環境事業カンパニー 環境プラント事業統括部 インフラ
サブプロジェクト室
* 荏原環境プラント(株)

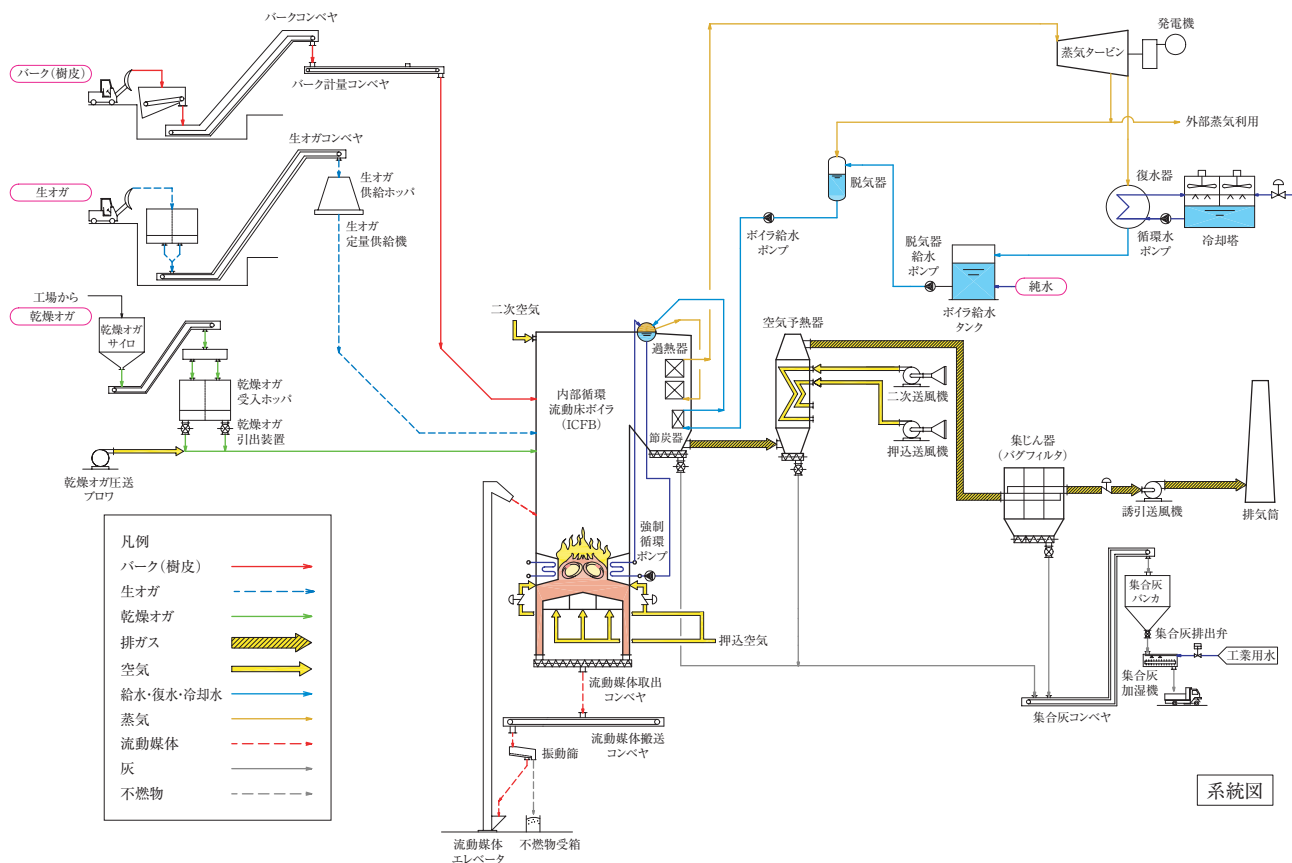


図 設備概略フロー
Fig Flow sheet

燃 料：バーク，生オガ，乾燥オガ

タービン型式：衝動復水タービン（水冷式）

発電した電力は所内及び中国木材(株)の工場で消費し余剰電力は売電している。また、タービン抽気からの中圧蒸気 (0.9 MPa) は近隣の工業団地に、低圧蒸気 (0.7 MPa) は中国木材(株)に送気を行っている。そのため、蒸気タービンの設計点 (最高効率点) は、発電機定格 (21 MW) でなく 18 MW 付近とした。

プラントの設計に際しては、過去のプラントの運転実績などを参考として、100 t/hクラスのバイオマス発電ボイラとして必要最小限の設備を目指した。今後の施設設計指針の試金石となればと考える。

2-2 公害防止基準

排ガスの公害防止基準及び引渡し性能試験時の測定結果を表1に示す。

排ガス処理設備としては、燃料の性状等から、除じんのためのバグフィルタと脱硝のための炉内尿素水噴霧があるだけで、触媒や消石灰・活性炭吹き込み設備等は採用する必要がなく、シンプルな設備構成となっている。

後述するが、尿素水は通常は使用しておらず、炉内の二

表1 公害防止基準及び排ガス分析結果
Table 1 Pollution prevention standard and analysis of exhaust gas

測定項目 Items	公害防止基準 Pollution prevention standard	排ガス分析結果 Exhaust gas analysis results
ばいじん Dust	30 mg/m ³ (NTP)以下 (O ₂ 6%, dry)	1 mg/m ³ (NTP)未満 (O ₂ 6%, dry)
窒素酸化物 NOx	15.5 m ³ /h (NTP) 以下	7.08 m ³ /h (NTP) [59 ppm × dry ガス量 120000 m ³ /h (NTP)]
硫黄酸化物 SOx	5.9 m ³ /h (NTP) 以下	0.816 m ³ /h (NTP) [68 ppm × dry ガス量 120000 m ³ /h (NTP)]
塩化水素化合物 HCl	-	26 ppm (O ₂ 12%, dry)
一酸化炭素化合物 CO	100 ppm 以下 (自主) (O ₂ 12%, dry)	30 ppm (O ₂ 12%, dry)
ダイオキシン類 Dioxins	0.1 ng-TEQ/m ³ (NTP)以下(自主) (O ₂ 12%, dry)	0 ng-TEQ/m ³ (NTP) (O ₂ 12%, dry)

段燃焼のみでNOxの公害防止基準値をクリアしている。

COはごみ処理施設と比較して若干高めだが、燃焼空気を低くしボイラ効率を高めるとともにNOxを下げる方針で運転調整をした。

なお、ダイオキシン類については、毒性等価係数がか

かわるすべての異性体が定量下限値未満となり、毒性等量が0となった。

乾式の排ガス処理であるため、余計な排水は発生せず、主な排水は純水製造設備排水、ボイラブロー水、冷却塔ブロー水である。本発電所の排水は、隣接する中国木材(株)の排水処理設備にて工場の排水と共に適切に処理されている。

3. バイオマス燃焼発電用ICFBの特長

木質バイオマスは化石燃料に比べてエネルギー密度(発熱量×かさ密度)が低いいため、収集・貯留の問題か

ら石炭・RPF・タイヤ等と混焼して使用されるケースが多い。本発電所は木材工場と隣接しているため、他の助燃料を混焼する必要がなく、木質バイオマス100%で運転する。建設時点において、木質バイオマス専焼発電設備としては日本最大である。

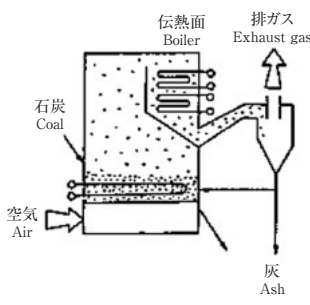
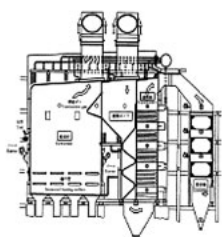
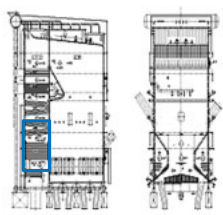
ICFBは、流動層からの熱回収、速い負荷応答、不燃物排出が容易などの特長があるが、それらを活かしつつバイオマス燃料用に特化した設計を行った。

3-1 受入供給系統

本発電所では、3種類の製材・加工屑(パーク、生オガ、乾燥オガ)を燃料として活用している。

表2 バイオマス用ICFBと従来型ボイラの比較(当社比)

Table 2 Comparison with boiler

項目 Items	バブリング型流動床ボイラ Bubbling type fluidized-bed boiler	廃棄物用ICFB ICFB for waste (ICFB; Internally circulating fluidized-bed boiler)	バイオマス用ICFB ICFB specialized for biomass fuel
ボイラ構造 (主要部比較) Geometry of boiler (Comparison in main parts)			
層内伝熱管 Inbed tubes	燃焼室内に設置 裸管層内管は磨耗により交換頻度高い 耐火被覆の場合は信頼性低 - Installed in the furnace - Need to exchange because of erosion - Low reliability in case protected by refractory	燃焼室とは別の熱回収室に設置 流動が緩やかなため磨耗少ない 溶射により保護 - Installed in the heat recovery cell beside the furnace - Little erosion because of mild fluidization - Protected by self-fluxing alloy spraying	同左 Ditto
層温度制御 Control of bed temperature	成り行きとなりやすい 層内温度はばらつきやすい - Depends on fluctuation in fuel - Uneven bed temperatures	確実に制御 旋回流動により均一 - Reliable control - Almost same bed temperature by using revolving fluidization	同左 Ditto
蒸発量 Steam flow	一般的に数十t/h以下 In general, less than approx. 50 - 60 t/h	~ 70 t/h	106 t/h (計画は130 t/hまで可能) (It's possible to plan 130 t/h class boiler)
燃焼空気比 Excess air ratio for combustion	一般的に1.6~2.0 In general, 1.6 - 2.0	1.6~2.0	1.3
不燃物排出 Capability for discharging the non-combustibles	大型不燃物や、ワイヤのように絡まる物は難しい Difficult to discharge large non-combustibles or wires	旋回流動により良好 Easy to discharge by using revolving fluidization	旋回流動により良好 Easy to discharge by using revolving fluidization
設置スペース Installation area	大きい Large	大きい Large	小さい Small

燃料系統の受入供給設備は、燃料それぞれの形状・性状に最適な搬送機器を採用して建設費低減を図るとともに、3種類の独立した供給系統をもつことによって、バルキーな燃料特有の搬送トラブル時には残りの系統からの供給量を増やし、バックアップ可能な設計とした。搬送機器の余裕率はボイラ最大負荷時の設計バランスに対し約1.6～2.1とし、搬送物のかさ密度の変動、燃料中の含有水分変動による発熱量変動（＝使用量の変動）及びバックアップ時などに迅速対応可能としている。

また、各燃料中の腐食成分（例えばCl）の多寡に応じて、ボイラ過熱器の腐食減肉速度が計画値以下となるよう、3種類の燃料配合比率の管理を可能とし、ボイラ蒸気条件の高温高压化を図っている。

3-2 ボイラ構造

木質バイオマスは、ハンドリング性・発熱量などの性状が化石燃料と廃棄物の中間の物質である。そのため、廃棄物焚きボイラの燃焼空気比（ $\gamma \approx 1.6 \sim 2.0$ ）をどこまで石炭焚きボイラ（ $\gamma \approx 1.2 \sim 1.4$ ）に近づけて高効率化を図ることができるか、及び、腐食・灰付着を考慮し伝熱面積を広く取っている廃棄物焚きボイラの構造をどこまで石炭焚きボイラのようにシンプルにできるかがコスト面で非常に重要となる。

バイオマス用ICFBと従来型ボイラの比較を表2に示す。

燃焼空気比の低減は、燃料の定量供給性向上と最適な空気投入配分の検討及び燃焼制御によって達成した。

4. 運転・維持管理

4-1 運転・維持管理体制

本施設は、運転員2名、4交代と、日勤の保全班、管理者合わせて14名（顧客管理者除く）という少人数で操業している。定期点検時・緊急時には、本社の維持管理及び技術部門が、整備計画を含めて対応している。

一般的な官需向けのごみ処理施設と異なり、炉・ボイラ・その他関連設備が1系列で、全体がシンプルな機器構成ということもあり、少人数で運転・維持管理している。

4-2 運転実績

試運転完了・引渡し後1年間の稼働実績を表3にまとめた。

運転日数は、木質バイオマス燃料をボイラに投入した日数の合計である。2008年10月25日～11月1日と2009年3月15日～21日に計画停止し、受入設備改善や燃料調整を実施している。なお、1年定期点検は、2009年7月に

表3 年間稼働実績
Table 3 Annual operation results

対象期間 Operation period	2008年7月1日～ 2009年6月30日
運転日数 Operated days	350日
LPG使用日数 LPG used days	17日
尿素水使用日数 Urea water used days	21日
総発電量 (kWh) Total power generation	83082600
中圧蒸気送気量 (t) Total quantity of mid. press. steam	78966
低圧蒸気送気量 (t) Total quantity of low press. steam	87804

行われたため、その定検日数は含まれていない。

計画停止時及び1年定期点検時に層内伝熱管の肉厚測定を行ったが、異常磨耗等は発見されず、良好な状態であった。また過熱器も良好な状態であったが、これらは今後も長期的な経過観察を行い、保全を充実していく。

LPGは、ボイラの起動用及び緊急時の助燃用として使用している。

尿素水は、炉内に噴霧し無触媒脱硝を行う。年間使用日数のうち、2009年4月に17日間使用しており、その意図的な使用を除けば、ほとんど使用することなく運用している。

竣工引渡し直後の2008年8月に、特高送電線落雷によってタービンが停止したが（現在は対策済み）、それ以降、プラントが即時停止する必要のある不具合は発生していない。

5. あとがき

本設備は、2008年6月末の引渡し以降、順調に稼働している。当社のバイオマス発電ボイラとしては5号機にあたり、これまでの納入・稼働実績が評価され、第35回優秀環境装置表彰事業（2009年）において日本産業機械工業会会長賞を受賞した。今後も当社のバイオマス燃焼発電用ICFBは、化石燃料に由来する二酸化炭素を削減し、地球温暖化防止に貢献できるものと確信している。

最後に、計画から建設・試運転、更にその後の運転・維持管理に当たり、多大な御指導・御協力をいただいた中国木材(株)並びに三菱商事(株)の関係各位に、深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 塚本主祐, 他「バイオマス発電設備-日本製紙(株)来工場ICFB-」, エバラ時報No.208 (2005-7).
- 2) 岡本晃靖, 「内部循環流動床ボイラーによる木質バイオマス燃焼発電施設」, 環境浄化技術 (2008-12).
- 3) 日本産業機械工業会会長賞, 「バイオマス燃焼発電用内部循環流動床ボイラー」, 第35回優秀環境装置表彰事業.

