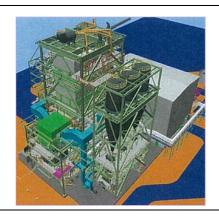
MHPS グループのバイオマス焚きボイラ技術の紹介

Biomass Fuel Fired Boiler Technology



岩元 英明*³ 筒場 孝志*³ Hideaki Iwamoto Takashi Tsutsuba

越智 健一*4 松本 慎治*5 Kenichi Ochi Shinji Matsumoto

地球温暖化対策を推進する観点から再生可能エネルギーの導入拡大は重要であり、火力発電所における再生可能エネルギーとしてバイオマスエネルギーの利用が拡大されてきた。さらに、2012 年7月から再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT: Feed-in Tariffs)が開始され、バイオマス発電設備導入や石炭火力での木質バイオマス混焼が促進されている。本報では、使用するバイオマス燃料や火力発電所のニーズに応じた MHPS グループ(三菱日立パワーシステムズ(株)、三菱日立パワーシステムズインダストリー(株))のバイオマス焚きボイラ技術について述べる。

1. はじめに

地球温暖化対策を推進する観点から 2012 年7月1日から再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) が開始され、2016 年3月には総合資源エネルギー調査会の火力発電に係わる判断基準ワーキンググループより省エネ法の改正案が提言されている(1)。発電効率は発電設備への投入エネルギーと発電で得られる電力エネルギー量との比率となることから、再生可能エネルギーであるバイオマス燃料を投入エネルギーとして利用することで発電効率の向上が可能となる(図1)。従って、火力発電所におけるバイオマスエネルギーの利用は地球温暖化対策および発電効率向上の観点から有効であり、バイオマス専用発電設備導入や石炭焚きコンベンショナルボイラでの木質バイオマス混焼が促進されている。

MHPS グループのバイオマス焚きボイラは、様々な発電容量やバイオマス燃料種類(木質チップ、ペレットなど)に対応可能であり、その中で流動床ボイラやコンベンショナルボイラをベースとしたバイオマス混焼技術に関する取組み状況およびその概要について紹介する。

燃料種 (発電方式)	単位	新設基準 (発電端・HHV)	既設基準 (発電端・HHV)
石炭火力	%	42.0	41.0
ガス火力	%	50.5	48.0
石油その他火力	%	39.0	39.0

対象事業者: 下記要件のいずれも満たし, 事業者発電容量1万kW以上を対象 ①売電比率50%以上, ②自家発自家消費率5割以下, ③当該発電設備発電容量1000kW 以上

図1 省エネ法改正案(1)

- *1 三菱日立パワーシステムズ株式会社 エンジアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ戦略部 主幹技師
- *2 三菱日立パワーシステムズ株式会社 エンジアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ戦略部 次長
- *3 三菱日立パワーシステムズ株式会社 エンジアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ戦略部 課長
- *4 三菱日立パワーシステムズ株式会社 エンジアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ技術部 課長
- *5 三菱日立パワーシステムズ株式会社 エンジアリング本部ボイラ技術総括部呉ボイラ技術部 課長
- *6 三菱重工業株式会社 総合研究所燃焼研究部 主席研究員

2. バイオマス焚きボイラ

2.1 バイオマス燃料の特徴

一般的なバイオマス燃料の例を**図2**に示す。バイオマス燃料は石炭等の従来燃料に比べて一般に発熱量が低いという特徴があり、性状の変動幅も大きい。またペレット燃料以外のバイオマス燃料は含有水分が多い。



図2 バイオマス燃料の例

燃料シュートから直接火炉に投入し火炉内流動床で燃焼させる燃焼方式を用いた流動床ボイラは、建築廃材やチップのような多様な燃料の使用に適している。一方、バイオマス燃料のうち、バイオマスペレット燃料はハンドリングが比較的容易であり、従来の石炭焚きボイラと同様に粉砕装置(ミル)で粉砕しバーナで燃焼するコンベンショナルボイラの燃料として使用する場合でも、各機器をわずかな変更で対応することが可能である。表1にバイオマスペレット燃料の性状例とその特徴を示す。

	ア 豊 (廃主豊)	バイオマスペレット燃料		
	石炭(瀝青炭)	ホワイトペレット	ブラックペレット	
燃料性状例				
高位発熱量	6400kcal/kg	4300kcal/kg	4800kcal/kg	
全水分	9%	10%	1-5%	
揮発分	31%	73%	77-85%	
固定炭素	49%	14%	17-23%	
灰分	11%	3%	<1%	
Cl	170ppm	480ppm	10-30ppm	
灰中 Na ₂ O	1%	4%	0.3-2%	
灰中 K ₂ O	1%	6%	8-18%	
大きさ	50mm 以下 (ミル投入時)	長さ30mm 程度 Φ6~8mm	長さ 30mm 程度 Φ6~8mm	
特徴	_	ブラックペレットに比べて 脆いが, ハンドリングは比 較的容易	トレファクション(半炭化 されており硬く,石炭ル 近いハンドリングが可能	

表1 バイオマスペレット燃料の性状例と特徴

2.2 バイオマス焚き流動床ボイラ

流動床燃焼は大きな熱容量を持つ流動材(燃料,砂)により高水分含有燃料や難燃性の燃料を安定して燃焼させることができるため、木質、建築廃材などの木質バイオマス系から廃タイヤなどの産業廃棄物系まで幅広く多様な燃料が利用できる。また、1000℃以下の低い温度で燃焼させることができるので、サーマル NOx 発生が抑制され環境負荷の低い運転が可能となる。

燃料を地産地消とする場合には、その集荷性や輸送性の点から発電設備は小規模とすることが好ましい。流動床ボイラのボイラ型式としては図3に示すように、気泡型流動床ボイラ、循環流動層ボイラがあり、MHPS グループでは発電容量が数 MW~50MW までの 80 缶以上の豊富な実

績があることから、燃料種や発電機出力に応じて最適な型式を選定することが可能となる(表2、 図4)。

・ 気泡型流動床ボイラ(BFB ボイラ)

BFB ボイラは、高温で流動する流動材の中に燃料を投入することで、粉砕処理が困難な燃料や難燃性の燃料でも効率的に燃焼させることができる。燃料中の異物に応じた炉底からの流動材抜出しを可能にする炉底形状と空気ノズル形状とすることで、燃料とともに持ち込まれる異物を安定して系外へ排出し、流動床内部での堆積に伴う流動不良を防止している。

循環流動層ボイラ(CFB ボイラ)

CFB ボイラは BFB ボイラよりも火炉(コンバスタ)内の空塔速度^{※1}を上げることで、粒子・ガス の混合を活発化し燃焼反応を向上させる。また、火炉出口にサイクロンを設置し、火炉から 飛び出す流動材をサイクロンで捕集し、再び火炉へ循環させ燃焼効率を向上させる。CFB ボイラは BFB ボイラと同様に多様な燃料への適合性が優れており、かつ高い燃焼効率を有するボイラである。

※1 装置内部のガス流動状態について内部に充填物が入っていない"空塔"であるとして計算する速度

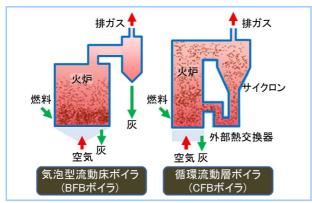


図3 流動床ボイラの型式

発電クラス(送電端) 5MW 10MW 15MW 20MW 50MW ボイラ型式 気泡型流動床(BFB) 循環流動層(CFB) 95t/h27t/h蒸発量 50t/h 85t/h 170t/h ボイラ 蒸気圧力 6MPaG 10MPaG 12MPaG 12MPaG 13MPaG 主要目 475℃ 540℃ 蒸気温度 510°C 505°C 505°C 木質バイオマス全般・石炭・RPF・廃タイヤなど 燃料 ロータリバルブ+燃料シュート 燃料投入方法 起動用層上バーナ(適用燃料:油/ガス) 起動方式

表2 発電クラスに対する流動床ボイラ型式



図4 蒸発量レンジに対するボイラ型式

2.3 コンベンショナルボイラでのバイオマスペレット利用

コンベンショナルボイラはバーナ燃焼方式であり、多様なバイオマス燃料への適合性としては流動床燃焼方式に比べて限られたものとなるが、蒸気サイクル効率向上に必要な高温高圧蒸気条件に対応した高効率石炭焚きプラントでバイオマスペレットを利用することで、バイオマスを利用した高効率発電が可能となる。石炭焚きボイラでバイオマスペレットを利用する技術には、バイオマスペレットを石炭とともにミルに投入することにより微粉炭と粉砕されたバイオマスが混ざった

状態で石炭バーナより火炉内へ投入される方法(混合粉砕方式)と,バイオマスペレット専用のミルと専用バーナを用いて火炉内へ投入される方法(専用粉砕方式)がある。

混合粉砕方式では、従来の微粉炭機を流用できることから改造が少ないというメリットがあるが、バイオマスペレットによるミル粉砕能力の制限から通常混焼率は入熱比3~5%が上限となる。これに対して、専用粉砕方式ではバイオマスペレット混焼比率を高くすることが可能となる。

(1) 専用粉砕方式

専用粉砕方式では、バイオマスペレット用の燃焼設備を最適化することで、従来の石炭焚きボイラ設備から大幅な機器の変更を行わず、バイオマスペレットの混焼比をより高くすることが可能となる。このバイオマスペレット用の燃焼設備としては石炭焚きで多数の運転実績がある竪型ミルと着火安定性に優れる低 NOx バーナを使用することで、高い信頼性を得ることができる。バイオマスペレット燃焼に使用する低 NOx バーナは、試験炉にてバイオマスペレット専焼での安定した燃焼を確認している。その状況を図5に示す。

また,バイオマスペレットは揮発成分が石炭と比較して多いこと,燃料中水分が石炭と比較して少ないことからその自然着火エネルギーは石炭に比べて非常に小さい。このため,専用粉砕方式では自然発火などに対する十分な配慮が必要となる。

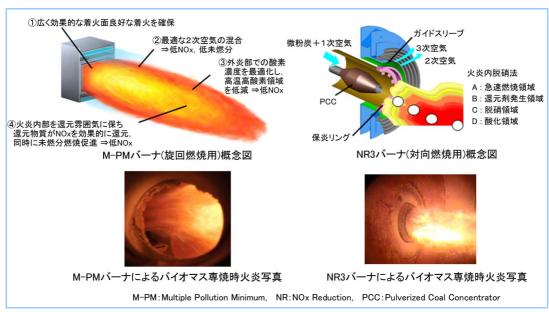
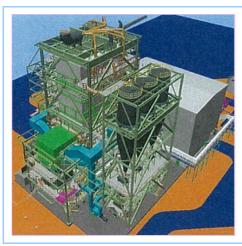


図5 バイオマスペレット専焼時バーナ火炎状況

(2) コンベンショナルボイラでのバイオマスペレット混焼適用例 専用粉砕方式を適用したバイオマス混焼ボイラの概要を**図6**に示す。



- ■バイオマスペレットを最大50%混焼可能
- ■木質ペレット専用粉砕ミルシステム (石炭専焼ミルへの切替も可)

主蒸気: 566 °C/16.7 MPa

再熱蒸気: 566 °C 燃料: 瀝青炭, 木質ペレット

プラント効率 36%以上(送電端, 石炭専焼時)

実績 現在,6缶を建設中

図6 バイオマス混焼ボイラ概要

石炭焚きボイラへ専用粉砕方式によるバイオマスペレット混焼を適用する場合には、必要なバイオマス混焼率に適したバイオマスペレット専用粉砕用のミル台数を選定する必要がある。 図7はミル4台のうち2台をバイオマス専用ミルとした例であり、この場合にはバイオマス混焼比率 50%までの混焼が可能となる。

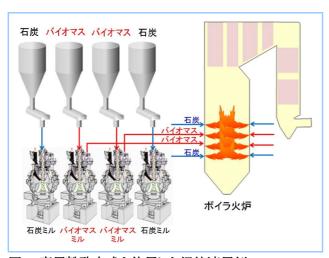


図7 専用粉砕方式を使用した混焼適用例

既設の石炭焚きボイラからバイオマスペレット混焼への改造を行う場合には, 既設の一次通 風系統の設備容量を確認した上で, 混焼比率のニーズに応じて改造が必要な燃焼設備台数 を選定することとなる。

3. まとめ

地球温暖化対策および効率向上の観点から火力発電所におけるバイオマス燃料の利用は有効な手段の一つである。火力発電に使用されるバイオマス燃料の種類は多様であり、燃料に応じた最適なボイラ設備でのバイオマス利用が、安定した電力供給と高い効率での運転のために重要となる。

MHPS グループでは本論文で紹介したバイオマス焚きボイラ技術を活用して、地球環境と調和する発電技術を提供してゆく。

参考文献

(1) 経済産業省,総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 火力発電に係る判断基準ワーキンググループ 最終取りまとめ (2016-3)