

微粉炭バイオマス高混焼率発電設備の運転実績

Operating Results of Coal and Biomass Fuel Fired Boiler



横式 龍夫*¹
Tatsuo Yokoshiki

松本 慎治*²
Shinji Matsumoto

江守 大昌*³
Daisuke Emori

永富 学*⁴
Manabu Nagatomi

横山 康*⁵
Yasushi Yokoyama

澤 昇吾*⁶
Shogo Sawa

三菱日立パワーシステムズ(株)(以下、MHPS)は、福島県相馬市の相馬エネルギーパーク合同会社向けに微粉炭バイオマス高混焼率発電設備を納入し、設計時の計画通りに定格負荷にて安定的にバイオマス混焼比率(熱量比)30%の運転ができることを確認した。

コンベンショナルタイプの微粉炭バイオマス高混焼率発電設備で、カーボンニュートラルな木質ペレットの混焼により石炭専焼時に比べて環境負荷の低減を可能とした。

1. はじめに

再生可能エネルギー(以下、再エネ)のバイオマス燃料を火力発電設備で利用することは、カーボンニュートラルの燃料利用な観点から、有効な手段の一つである。

MHPS は、微粉炭バイオマス高混焼率発電設備で、再エネであるバイオマス燃料(木質ペレット)を、定格負荷にて安定的にバイオマス混焼比率 30%運転できることを確認した。併せて定格負荷でバイオマス混焼比率 34%(試運転段階)を達成するとともに、部分負荷では同 50%(試運転段階)を達成した。これは、当社が福島県相馬市で相馬エネルギーパーク合同会社向けに受注し、2018 年3月に竣工した出力 11 万 2000kW の発電設備での混焼試験において達成したもので、10 万 kW 級の大規模微粉炭焚き火力発電設備では国内最高となる。

本報は、福島県相馬市で相馬エネルギーパーク合同会社向けのボイラの特徴と適用技術の概要について紹介する。

2. 計画概要

当該微粉炭バイオマス高混焼率発電設備(以下、バイオマス高混焼率ボイラ)の仕様(計画諸元)を表1に、ボイラ組立図を図1に、それらの特徴を以下に示す。

- ・ 本バイオマス高混焼率ボイラは、中小型容量においても高蒸気条件を適用可能でかつ多数の納入実績があり信頼性が高い強制循環の単胴放射再熱形コンベンショナルタイプを採用
- ・ 蒸気温度は、バーナノズルの角度及びスプレイ水で調整するシンプルな制御方式を採用

*1 三菱日立パワーシステムズ(株) エンジニアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ技術部 次長

*2 総合研究所 燃焼研究部 主席研究員

*3 三菱日立パワーシステムズ(株) エンジニアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ戦略部 主席技師

*4 三菱日立パワーシステムズ(株) エンジニアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ技術部 主席チーム統括

*5 三菱日立パワーシステムズ(株) エンジニアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ戦略部 主席技師
技術士(機械部門、総合技術監理部門)

*6 三菱日立パワーシステムズ(株) エンジニアリング本部ボイラ技術総括部ボイラ技術部

- ・燃料粉碎燃焼システムは、石炭と木質ペレットのそれぞれを専用粉碎/燃焼するシステムとして、同一ミル/バーナで改造なく石炭とバイオマス(木質ペレット)の切替運用が可能なシステム

(本設備でも初期は石炭専焼を確認し、その後改造なくバイオマス混焼を行っており、切替はいつでも可能)

表1 ボイラ計画諸元

発電出力	112 MW
ボイラ型式	水管ボイラ 単胴強制循環形 MB-FRR
主蒸気流量	355 ton/h (@BMCR)
主蒸気圧力	16.7MPa(g)
主蒸気温度	569℃
再熱蒸気温度	569℃
主燃料	瀝青炭, 木質ペレット

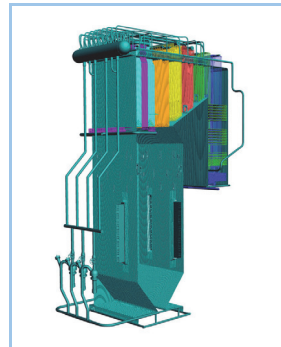


図1 ボイラ組立図

2.1 燃料の特徴

木質のバイオマス(チップ、ペレット、バーク等)は、一般的に、石炭の様な化石燃料に比べて発熱量が低く、種類により水分は多様で、また低灰分、高揮発分であるなどの特徴がある。

このうち、本バイオマス高混焼率ボイラに用いるバイオマス燃料は木質ペレット(ホワイトペレット)であり、一般的な瀝青炭と比較して、水分が少なく、高揮発分であり、貯蔵や粉碎等において自然発火などに対する十分な配慮が必要となる。

2.2 ミル(MVミル)

コンベンショナルタイプのボイラで木質ペレットを利用する技術は、混合粉碎方式と専用粉碎方式があり、以下に特徴を示す。

- ・混合粉碎方式:

木質ペレットを石炭と共にミルに投入し、粉碎されたバイオマスと石炭(微粉炭)が混合した状態でバーナより火炉内へ投入される方法

- ・専用粉碎方式:

木質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

専用粉碎方式では、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、ペレットの混焼比をより高くすることが可能となる。

バイオマス高混焼率ボイラには、石炭で多数の納入実績がある堅型ミル(MVミル)を採用し、前述のとおり、同一ミルで石炭とバイオマス(木質ペレット)の切替運用が可能なシステムである。

詳細図を図2に示す。

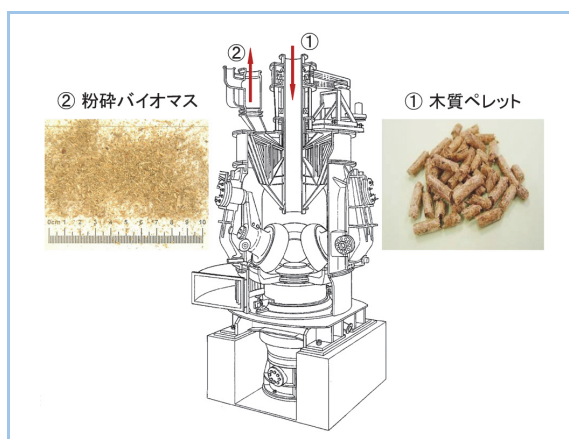


図2 MVミル

2.3 燃焼システム, バーナ

バイオマス高混焼率ボイラの燃焼システムは、実績が豊富な旋回燃焼(CUF: Circular Ultra Firing)及び二段燃焼方式を、またバーナは M-PM バーナ(M-PM: Multiple Pollution Minimum) (図3)を採用した。

内部保炎形式である M-PM バーナの採用より、外部保炎形式である従来の当社製バーナより更に環境負荷の低減化(低 NO_x 化)が、木質ペレットにおいても確認された。

- ・ 広く効果的な着火面 ⇒ 良好な着火を確保
- ・ 内部保炎かつ低 O₂ 燃焼
⇒ 火炎内部で還元物質(揮発分, チャー)が NO_x を効果的に還元
- ・ 最適な位置, 量の二次空気投入・混合により酸素濃度の最適化

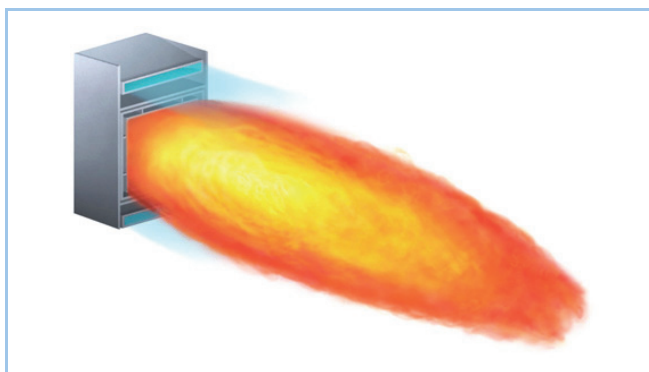


図3 M-PM バーナ

2.4 標準設計仕様

当該微粉炭バイオマス高混焼率発電設備は、10 万 kW 級石炭焚きボイラとして標準設計仕様(耐圧部の伝熱面仕様を固定, パターン化)を採用しており、接続配管や付帯設備を含めた全体をパッケージ化することで、プラントの短納期化と高い信頼性を両立させている。本ボイラプラント全体系統図を示す(図4)。

木質ペレットについては、お客様の調達性及びミルでの粉碎性を考慮して、ISO 規格における木質ペレット構成粒子径の中間グレードに相当する I2industrial(平均粒子径 d50=1.0mm)に対応する仕様とした。

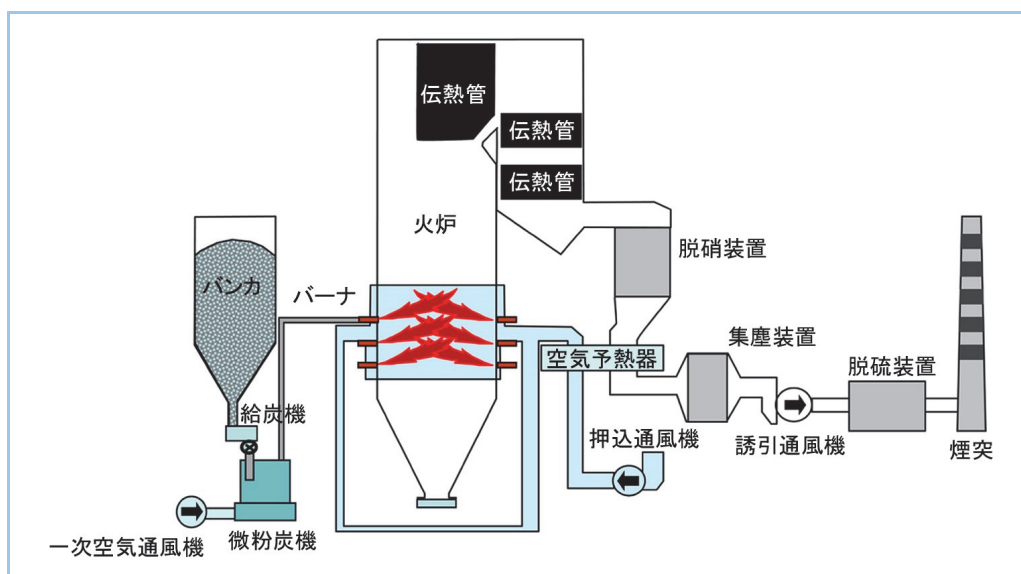


図4 ボイラプラント全体系統図

3. 運転実績

3.1 バイオマス混焼時の主要性能

表2に、バイオマス混焼時の運転、試験実績を示す。プラント効率、環境値共に、計画値を十分上回り、安定した状態で運転されている。

表2 微粉炭バイオマス 30%混焼時ボイラ主要性能(定格負荷時)

	計画値	実績値
環境値(煙突入口)		
NOx値 ^{※1} (O ₂ =6%換算)	60 dry-ppm 以下	50 dry-ppm
SOx 値 ^{※1} (O ₂ =6%換算)	100 dry-ppm 以下	4 dry-ppm
煤塵濃度 ^{※1} (O ₂ =6%換算)	25 mg/m ³ N-dry 以下	3 mg/m ³ N-dry 以下

注) ^{※1}: 1時間平均値

バイオマス専用粉砕ミルは、所定のミル容量及び粉砕性能を達成した。このミルは石炭ミルと同等の応答性で追従可能であることを確認し、バイオマス混焼時も石炭専焼時と同等の負荷変化率を達成した。

木質ペレットは石炭に比べて水分が少なく、ミル入口空気温度は低下するが、石炭専用及び木質ペレット専用の何れの運用モードにおいても、風煙道系統における各種ダンパ等の制御性は良好であった。

3.2 木質バイオマスの燃焼について

図5に、バイオマス(木質ペレット)微粉、微粉炭の燃焼状況を示す。M-PM バーナによりバイオマス、石炭共に、安定かつ適切に燃焼が行われていることが、各種計測結果から確認された。バイオマスは石炭に比べて火炎輝度は低い状況であるが、バーナ単体で十分な安定着火が得られており、バイオマス専焼にも適用可能であることを確認した。

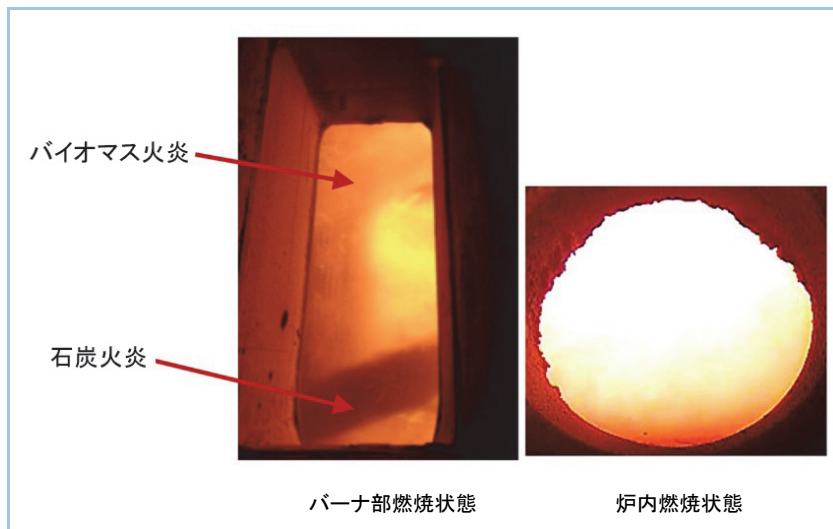


図5 バイオマス燃焼状況

4. 今後の展開とまとめ

相馬エネルギーパーク合同会社向けに微粉炭バイオマス高混焼率発電設備を納入し、木質ペレットのバイオマス燃料を熱量比にして定格負荷で最大 34%(試運転段階)の割合で混焼させることに成功した。

また、本成果を基に、コンベンショナルタイプでのボイラでの更なるバイオマス高混焼率化、バイオマス専焼化の開発を進めている。

カーボンニュートラルな木質バイオマス燃料の専焼化により、環境負荷の更なる低減をめざし、お客様とともに再エネによる電源の立上げを通して、電力システムの安定・発展に寄与し、地球温暖化の抑制、省エネルギー社会の実現に貢献する。

参考文献

- (1) 横式龍夫ほか，MHPS グループのバイオマス焚きボイラ技術の紹介，三菱重工技報 Vol.54No.3(2017)p.54～58