

# カーボンニュートラルの達成に向けた バイオマス燃焼技術の取組み

Efforts Toward Steam Power Plant Utilized Biomass Combustion Technology



相吉澤 和俊\*<sup>1</sup>  
Kazutoshi Aiyoshizawa

加藤 雅之\*<sup>1</sup>  
Masayuki Kato

上口 将太\*<sup>2</sup>  
Shota Kamiguchi

川上 俊弘\*<sup>2</sup>  
Toshihiro Kawakami

植田 優也\*<sup>2</sup>  
Yuya Ueda

近藤 祐樹\*<sup>2</sup>  
Yuki Kondo

三菱重工業株式会社(以下、当社)は、カーボンニュートラル化に向け、様々な型式・出力の微粉炭焚スチームパワープラントを対象に、海外や国内にてバイオマス専焼あるいは混焼の実績を重ねており、直近では大型(1000MW 級)の超々臨界圧微粉炭焚スチームパワープラントにおいて混焼率 10%(熱量比)以上のバイオマス混焼運転を開始した。

## 1. はじめに

2030 年度の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を 2013 年度比で 46%削減、2050 年までにカーボンニュートラルを達成するという日本国内における目標の実現に向け、各発電事業者及び自家発電設備を保有する各事業者は、CO<sub>2</sub> 排出量低減に向けた様々な施策を進めている。特に CO<sub>2</sub> 排出量の多いスチームパワープラントにおいては、化石燃料使用量の低減が強く求められており、その代替燃料として入手性や経済性の面で有利なバイオマス燃料の利用が拡大している。微粉炭焚スチームパワープラントは、電源容量が大きく、かつ高負荷追従性のため調整電源としての役割を担うが、燃料を石炭からバイオマス燃料へ転換し、バイオマス混焼率を高めることや専焼化することで、微粉炭焚スチームパワープラントの長所を維持しつつ CO<sub>2</sub> 排出量を大幅に低減することができる。また、バイオマス専焼技術は欧州で先行して確立されていることから、国内でも早急(2030 年まで)にスチームパワープラントの CO<sub>2</sub> 排出量低減を推進したい事業者を中心に注目されている。

本報ではスチームパワープラントにおけるバイオマス燃焼方式の特徴と、技術適用の最新実績を紹介する。

## 2. バイオマス粉碎・燃焼方式の紹介

微粉炭焚スチームパワープラントでバイオマスを燃焼する技術には、①バイオマスを石炭とともに同一のミルへ投入・粉碎し、同一のバーナにて燃焼する混合粉碎・燃焼方式(木質チップ、木質ペレットに適用)、②バイオマス専用のミル・バーナで粉碎・燃焼する専用粉碎・燃焼方式(木質ペレットに適用)が適用される。混合粉碎・燃焼方式では石炭の燃焼性を確保するためバイオマスも細かく粉碎する必要があるのに対して、専用粉碎・燃焼方式ではバイオマスの燃焼性の良さから石炭よりも粗めの粉碎でよく、ミルの運転制約を受けにくいことから、バイオマスを多く処理することができるため、混焼率を高めやすい特徴がある。表1に概要を示す。

\*1 エナジードメイン SPMI 事業部 計画部 主席技師

\*2 エナジードメイン SPMI 事業部 技術部

表1 バイオマスの粉碎・燃焼方式(バーナ単位)

粉碎・燃焼方式	混焼率*	系統構成
①混合粉碎・燃焼	～数% (熱量比)	
②専用粉碎・燃焼	10～20% (熱量比)程度 ×ミル台数	

※:バーナ単位ではなく、ボイラでのバイオマス混焼率

専用粉碎・燃焼方式では、従来の微粉炭焚スチームパワープラントの設備から大幅な機器仕様の変更・改造を行わず、バイオマスに適した機器・装置を最小限追加することで、バイオマスの混焼率をより高めることが可能となる。専用粉碎・燃焼方式の燃焼設備には、微粉炭焚スチームパワープラントの設備として多数の運転実績がある縦型ミルと、着火安定性に優れた低 NO<sub>x</sub> バーナを、バイオマス向けに最適化することで、信頼性を向上することが可能である。当社ではバイオマス専用及び、石炭・バイオマス兼用のそれぞれに開発、設計した燃焼装置(ミル・バーナ)を適用している。

バイオマスは、揮発分が石炭と比較して高く、木質ペレットなどでは燃料中水分が他の固体燃料と比較して低い特性を有しており、その最小着火エネルギーが石炭と比較して小さく、特にミル内でバイオマスが高濃度となる専用粉碎・燃焼方式では、ミル内での自然発火や急速燃焼などの懸念がある。そこで、ミルや微粉炭管には、急速燃焼を防止するため、過度の圧力上昇を早期に検知し抑制する急速燃焼抑制装置(消火容器, 圧力感知器等で構成)を設置している。また、前述のとおり、バイオマスは最小着火エネルギーが小さく、金属等の接触により発生する火花が着火源となる可能性がある。そのため、金属等の異物を燃料搬送設備で除去する等、燃焼設備の上流での安全対策も重要である。

### 3. バイオマス混焼技術の適用事例紹介

#### 3.1 武豊火力発電所5号機

JERA パワー武豊合同会社向けに納入した設備であり、石炭と木質ペレットを混焼利用するボイラである。バイオマス混焼率は約 17% (熱量比) (発電出力 1070MW 時) であり、90t/h 程度の木質ペレットを使用する。ミル全6台中1台がバイオマス専用ミルであり、バイオマス専用ミルで粉碎されたペレットは6本(ミル1台:バーナ1段)のバイオマス専用バーナで燃焼する。当該プラントの発電出力は国内最大級であり、バイオマス燃焼設備の規模も当社では最大級である。武豊火力発電所5号機ボイラの諸元を表2、ボイラ外観を図1に示す。

燃焼システムは対向二段燃焼方式、ミルは MPS ミル、バーナは HT-NR3B バーナ(図2)を採用した。特徴は、木質ペレットに特化した、大容量バイオマス専用ミルとバイオマス専用バーナを有することである。バイオマス専用ミルには粉碎物の排出促進を、バイオマスバーナには幅広いバーナ負荷帯での安定着火を配慮し、運用面・構造面に対して最適化を図った。

表2 ボイラ計画諸元(武豊5号)

出力	1070MW
最大蒸発量	3210t/h
タービン入口主蒸気圧力/温度	26.4MPa(g)/600°C
燃料	石炭, 木質ペレット
混焼率	約 17% (熱量比)
堅型ミル型式	MPS-280BH
バーナ型式	HT-NR3B



図1 ボイラ外観(武豊5号)

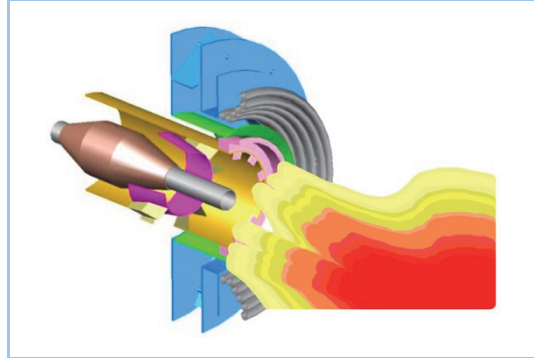


図2 バイオマス専用バーナ(武豊5号)

### 3.2 中国電力株式会社 三隅発電所2号機

中国電力株式会社向けに納入した設備であり、木質ペレットと石炭を混焼利用するボイラである。バイオマス混焼率は約 10% (熱量比) 程度 (発電出力 1000MW) であり、50t/h 程度の木質ペレットを使用する。当該プラントの発電出力は国内最大級であり、バイオマス燃焼設備の規模も当社では最大級である。三隅発電所2号機のボイラ諸元を表3、ボイラ外観を図3に示す。

燃焼システムは旋回二段燃焼方式、ミルはMVミル、バーナはM-PMバーナ(M-PM:Multiple Pollution Minimum) (図4)を採用した。燃焼設備の特徴は、ミル全6台のうち2台を石炭専用粉砕とバイオマス専用粉砕を切り替え可能な設備とし、当該ミルに接続している 16 本(ミル2台:バーナ2段)のバーナは石炭と木質ペレット燃焼を兼用している。

表3 ボイラ計画諸元(三隅2号)

出力	1000MW
最大蒸発量	2900t/h
タービン入口主蒸気圧力/温度	24.5MPa(g)/600°C
燃料	石炭, 木質ペレット
混焼率	約 10% (熱量比)
堅型ミル型式	MVM32RL
バーナ型式	M-PM バーナ



図3 ボイラ外観(三隅2号)

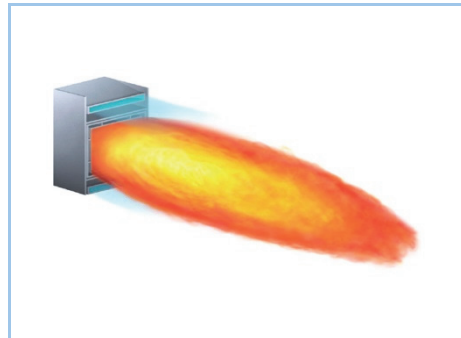


図4 バイオマス兼用バーナ(三隅2号)

## 4. まとめ

2018年～2019年に当社が納入した、国内110MW級の微粉炭・バイオマス混焼スチームパワープラントの営業運転開始以降、バイオマス混焼の実績を重ね、1000MW級の微粉炭焚スチームパワープラントにおいて、国内初となるバイオマス高混焼運転に適したバイオマス専用粉砕・燃焼方式の利用を開始した。武豊火力発電所5号機及び三隅発電所2号機のバイオマス専用燃焼・粉砕システムは当社でも最大級であり、この実績によりプラント出力110MWから1070MWに至るまでの幅広いスチームパワープラントに対するラインナップが揃った(図5)。

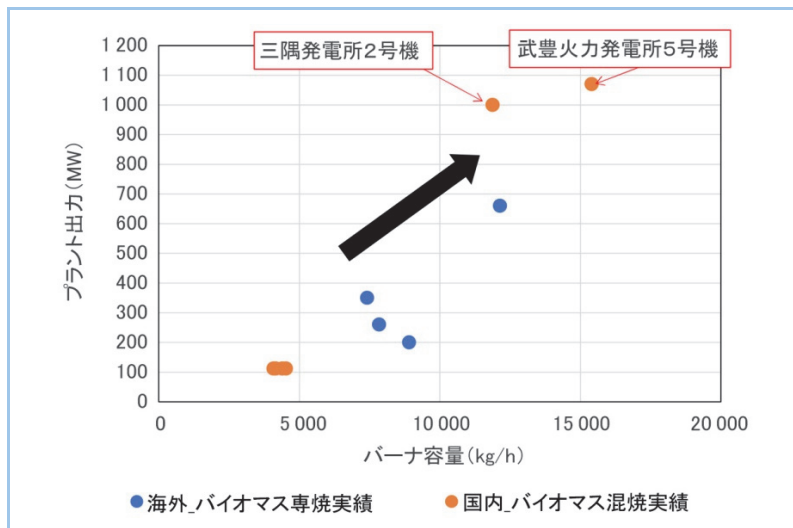


図5 バイオマスプラント・バイオマス専焼バーナの実績

今後は、本報で示した設計・試運転実績を他既設プラントへ展開し、バイオマスの導入や混焼率拡大、ひいては専焼化の検討に取組み、各発電事業者及び自家発電設備を保有する各事業者のニーズに応え、カーボンニュートラル社会の実現に貢献する(図6)。

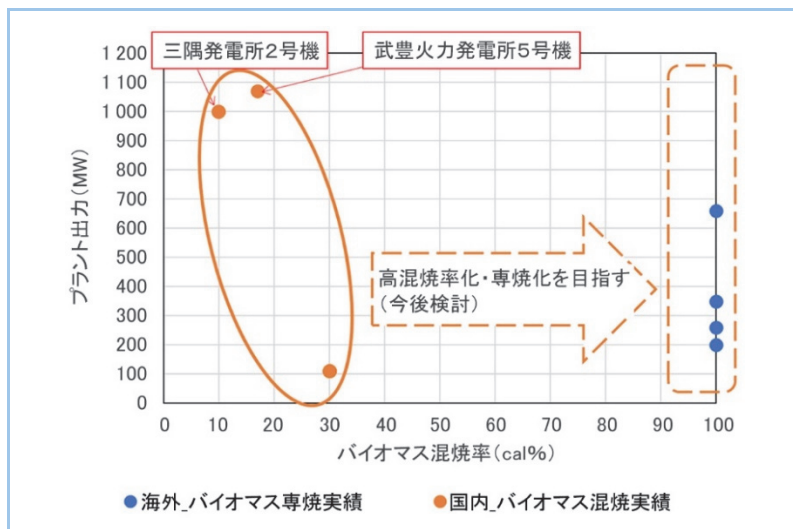


図6 バイオマスプラント・混焼率実績と今後の展望

## 参考文献

- (1) 横式龍夫ほか 微粉炭バイオマス高混焼率発電設備の運転実績三菱重工技報 Vol.55 No.4 (2018)
- (2) 横式龍夫ほか MHPS グループのバイオマス焚ボイラ技術の紹介三菱重工技報 Vol.54 No.3 (2017)
- (3) 池田明弘ほか 微粉バイオマス専焼技術を適用したカーボンニュートラルな発電システムへの取り組み 三菱重工技報 Vol.56 No.3 (2019)