

高効率発電を目指した廃棄物のガス化・改質技術の実証

Demonstration of Gasification and Reforming Technology of Waste for High Efficiency Electricity Generation



早川 諒*
Ryo Hayakawa



河合卓也*
Takuya Kawai



皆川公司*
Koji Minakawa



細田博之*
Hiroyuki Hosoda

エネルギー源の多様化や二酸化炭素発生量削減の要請から、廃棄物からのエネルギー回収、とりわけ廃棄物発電に期待が集まっている。欧州ではバイオマス発電や、従来よりも高い発電効率が期待されるガス化発電に対して固定価格買取制度など電力買取価格のインセンティブが運用されており、また日本国内においても、2012年7月から、バイオマス発電等で得られた再生可能エネルギーの固定価格買取制度が開始された。今後、国内外においてバイオマスや廃棄物の高効率発電に対するニーズがさらに高まることが予想される。当社では、このようなニーズに対応するため、流動床式ガス化炉とプラズマ式改質炉の組み合わせによる高効率ガス化発電プロセスを開発すべく、(株)EUROPLASMA社と共同で実証設備を建設し2012年10月から実証試験を開始した。本報では、実証設備の概要およびこれまでに得られた試験結果について報告する。

Feed-in tariff program has been adopted in European market that has expected to biomass generation or advanced gasification technology generating electricity with high efficiency. Feed-in tariff program has been also started in 2012 in Japan, the market of renewable energy at home and abroad will be expanded under this program. KOBELCO ECO-SOLUTIONS decided to get into the renewable energy market with fluidized gasification technology and plasma reforming technology. KOBELCO ECO-SOLUTIONS has started a demonstration test with EUROPLASMA from October 2012. This report shows a story behind of this development, demonstration program and results through demonstration test.

Key Words :

廃棄物発電
固定価格買取制度
流動床式ガス化
プラズマ式改質
ガスエンジン

Waste to energy
Feed-in tariff
Fluidized bed gasification
Plasma reforming
Gas engine

【セールスポイント】

欧州および国内でニーズが高まっているバイオマスおよび廃棄物の高効率ガス化発電プロセスを提供する。

まえがき

欧州では、地球温暖化防止の観点から廃棄物の埋立規制の強化が進んでおり、廃棄物の熱処理技術が求められる有望な市場として期待されている。特に、バイオマス発電や高効率発電が可能となるガス化発電に対する電力の固定価格買取制度などのインセンティブが整備され、今後、市場が拡大していくと予想され、また国内においても同様に固定価格買取制度が整備され、従来よりも高い発電効率を得られる技術が求められている。当社では、廃棄物やバイオマスのエネルギー回収プロセスのニーズが高まっている国内外において、高効率発電が可能となるガスエンジンを活用した発電プロセスの適用性を検討してきた。

ガスエンジンを活用するためには、その燃料となる生成ガス中のタールをある許容レベルまで低減しなければならない。タールの改質にはこれまで触媒方式や空気や酸素の吹込みによる部分酸化方式¹⁾等が用いられてきたが、触媒によるタールの分解技術はまだ実用段階になく、また部分酸化によるガス化改質を行うと、自らの熱量を消費して改質炉の温度を上げる必要があり、冷ガス効率が下がるというデメリットがある。そこで当社は、ガス化炉で生成したガスにプラズマを照射し、ガスに含まれるタールを改質することとした。プラズマ加熱による改質

は、部分酸化方式と比較して、プロセス内に供給する空気（酸素）の量が極めて少ないため、得られる生成ガスの発熱量の低下が少ないという特長があり、ガスエンジンでの発電に有効な手段であると判断した。

当社は(株)EUROPLASMA社と共同で処理規模20 ton/dの実証施設を建設し、2012年10月から実証設備での実証試験を開始したところである。現在は、木材チップを使った試験によりプラントの基本性能の確認試験を行っている段階であるが、今後様々な対象物で試験を行いプロセスの最適化を進めていく予定である。

本報では、設備の概要およびこれまでに得られた試験の結果について報告する。

1. これまでの経緯

図1に本開発の全体工程を示す。2010年度からプロセスの検討および実証設備の設計を開始した。その後、実証設備の建設工事および試運転を経て2012年10月から実証試験を開始した。

2. 高効率ガス化発電プロセスの概要

当社が想定している高効率ガス化発電プロセスのフローを図2に示す。廃棄物もしくはバイオマスを流動床式ガス化炉へ供給しガス化した後、後段のプラズマ式改質炉にて生成ガス中のタールを改質する。その後排ガス処理を行い、ガスエンジンに適し

項目	2010年度	2011年度	2012年度
プロセス検討	→		
実証設備設計		→	
建設工事			→
試運転			→
実証試験			→

図1 全体工程

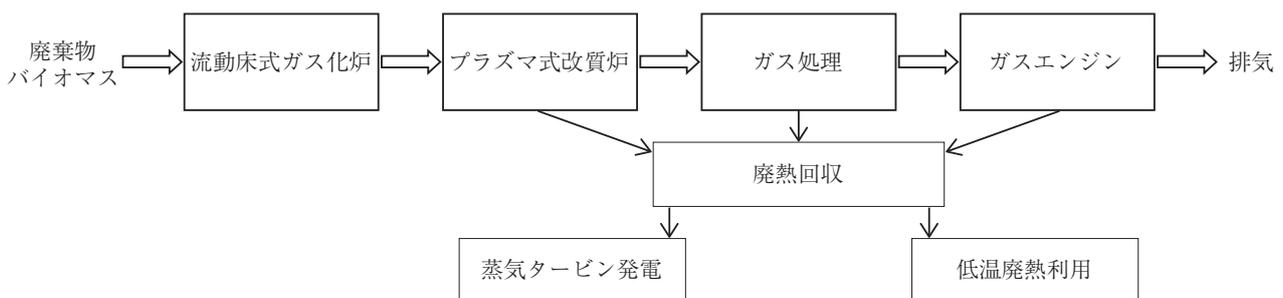


図2 高効率ガス化発電プロセス フロー概略図

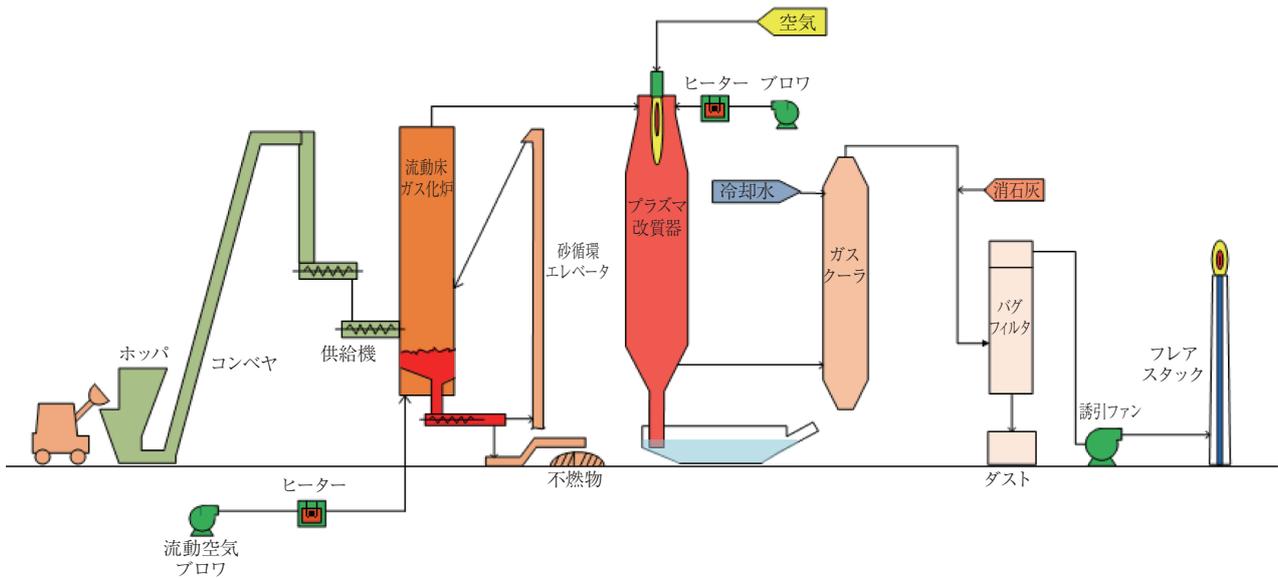


図3 実証設備プロセスフロー図

表1 実証設備の概要

定格能力	800 kg/hr
対象物	RDFと木材チップの混合物 低位発熱量 18.3 MJ/kg
ガス化方式	流動床式ガス化炉
改質方式	空気プラズマ方式
ガス冷却方式	間接熱交換方式
ガス処理方式	バグフィルタ (薬剤吹込み)

表2 実証試験の目標値 (第1ステップ)

タール露点温度	40℃以下
---------	-------



写真1 実証設備外観

た燃料ガスをガスエンジンに供給し発電を行うことで、従来のボイラータービン発電プロセスより高効率の発電を実現するものである。

3. 実証設備の概要

この高効率ガス化発電プロセスの実証を行うため、EUROPLASMA社のR&Dサイト(フランス、アキテーヌ地域圏モルセンクス)に実証設備を建設した。実証設備の概要を表1、プロセスフローを図3、設備の外観を写真1に示す。

4. 実証試験結果

1) 目標値

本実証試験では、第1ステップとして、ガス化炉での安定したガス化運転と、ガスエンジンの安定運転の阻害要因になるタールの改質性能を確認するこ

とを目標とした。当社が想定しているプロセスでは、ガス温度をガスエンジンの入口で40℃程度まで冷却する必要があるが、その時に生成ガスに含まれるタールが凝縮してエンジン入口でトラブルが発生しないよう、露点温度を入口温度の40℃以下とすることを目標とした(表2)。

2) 対象物

本実証試験においては、各種廃棄物やバイオマスなどの混合物を対象に試験を行うことを想定しているが、今回の試験では、まずは木材チップ(写真2)を原料として基本性能であるガス発熱量およびタールの改質性能について確認すべく試験を行った。試験に使用した木材チップの分析結果を表3に示す。今回の木材チップ単体の試験では、計画時よりも低い発熱量での運転となった。

表3 木材チップの分析結果

項目	単位	
水分	%	24.1
灰分	dry%	0.38
揮発分	dry%	84.0
燃料比	-	0.2
低位発熱量	MJ/kg	13
C	dry%	51.55
H	dry%	7.08
N	dry%	0.04
O	dry%	40.73
S	dry%	0.01未満
Cl	dry%	0.01未満



写真2 木材チップ外観

3) 運転結果

表4に主要な運転条件を示す。また、図4に温度のトレンド、図5にプラズマ式改質炉出口のガス組成のトレンドを示す。ガス化炉砂層温度、ガス化炉出口温度およびプラズマ式改質炉出口温度に大きな変動はなく安定した運転ができた。また、ガス組成についても変動はほとんどなく、安定にガスが得られることを確認した。今回は計画値よりも発熱量の低い木材チップを対象に試験を実施しているためガス中のCOやH₂の濃度がそれぞれ10%程度であるが、今後運転の最適化や発熱量の高い処理物での試験を行うことで、より高い発熱量のガスを得る計画である。

4) タール改質性能

次に本プロセスでのタール改質性能について述べる。写真3、写真4にガス化炉出口および、プラズマ式改質炉出口のタール採取ビンの様子を示す。タールはアルコールに吸収させる方法を用いて採取した。ガス化炉出口では、タールとともに生成ガスに

含まれる灰やチャーなども採取されており、採取ビンのアルコールが黒もしくは黄色く着色されているのがわかる。一方、プラズマ式改質炉出口のものは透明であり、ほとんどタールが含まれていないことが伺えた。

タール濃度は、ガス化炉出口では約10 g/Nm³程度存在していたが、プラズマ式改質後は0.6 g/Nm³まで減少しており、残存したタールの主成分はベンゼンおよびトルエンであることが確認できた。改質後のタールの露点温度は20℃で、目標値の40℃以下であることが確認され、ガスエンジンに十分適用できる改質性能を有することが確認できた。

表4 運転条件

処理量	木材チップ	800 kg/h
温度	ガス化炉砂層	700 ~ 750 ℃
	ガス化炉出口	800 ~ 850 ℃
	プラズマ式改質炉出口	1 000 ℃
運転空気比	ガス化炉	0.28 ~ 0.30
	プラズマ式改質炉	0.35 ~ 0.45

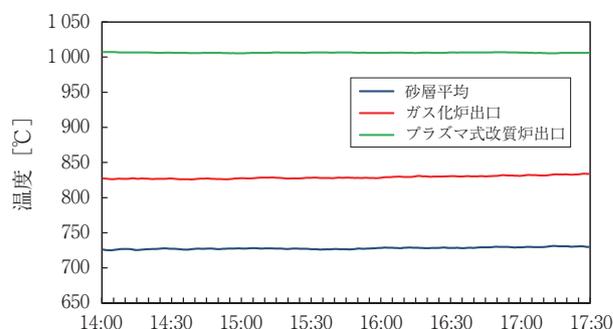


図4 各所運転温度

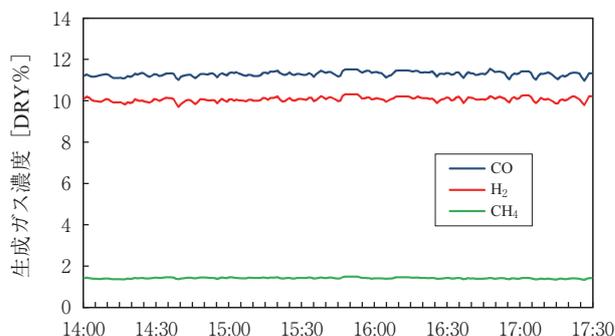


図5 生成ガスのトレンド (プラズマ式改質炉出口)



写真3 ガス化炉出口でのタール採取ビン



写真4 プラズマ改質炉後でのタール採取ビン

む す び

流動床式ガス化炉とプラズマ式改質炉の組み合わせによる高効率ガス化発電プロセスを開発するための実証試験を開始した。まず、木材チップを使用した試験を行いガス化発電プロセスの基本性能を確認した。今後は、プロセスの最適化に向けた追加試験を継続するとともに、RDFや各種バイオマスなど多

様な処理物を対象に試験を行い、欧州のみならず、国内のニーズにも適合した高効率ガス化発電プロセスを完成させる予定である。

[参考文献]

- 1) 財団法人エネルギー総合工学研究所ほか：高効率廃棄物ガス変換発電技術開発 平成15年度報告書(2003), pp.125-170

*商品市場・技術開発センター プロセス技術開発部 廃棄物処理室