

京都バイオサイクルプロジェクト ガス化メタノール合成技術開発(第1報)

(正)中村一夫^{1),2)}、堀寛明^{1),2)}、(正)酒井伸一³⁾、(賛)井藤宗親⁴⁾、(正)鮫島良二⁴⁾、
1)(財)京都高度技術研究所、2)京都市環境局、3)京都大学、4)株式会社タクマ

1. はじめに

京都バイオサイクルプロジェクトは、地域の廃棄物系・林産系バイオマス等を資源としてハイブリッドに活用し、CO₂ 排出量を削減するとともに可能な限り利用する再生可能資源の地域循環に関する実証を目指している。その中で既に廃食用油を Bio Diesel Fuel(以下 BDF と称す)化するプラントが稼働しているが、BDF 製造過程で天然ガス由来の工業用メタノールを使用している。このメタノールをバイオマスから製造することによって、真にカーボンニュートラルな BDF となる。メタノールは CO と H₂ から合成されるが、バイオマスをガス化することによって CO と H₂ を含んだガスが得られるため、バイオマスから BDF 製造に必要なメタノールを合成することが可能である。本技術開発ではバイオマスを高効率にガス化しメタノールを合成する技術を実用化するための実証を行う。

2. ガス化メタノール合成技術の特徴

図 1 に本技術の実用システムイメージ図を示す。バイオマスはガス化設備により CO、H₂ を含む可燃性ガスに転換され、その一部は BDF 製造に必要なメタノールの合成に使用される。プラント設備に必要な動力は、メタノール合成に利用しないガス化ガスとメタノール合成反応器からのオフガスを燃料とし、ガスエンジン等で発電して得る。またガスエンジン等の廃熱から蒸気や温水を得ることができ、本システムはバイオマスから「メタノール(液体燃料)」「電力」「熱エネルギー(蒸気・温水)」を取り出すことができるトリジェネレーションプラントである。

本システムでは循環流動層炉を用い、常圧空気吹き部分燃焼ガス化により木質系バイオマスを可燃性ガスに転換する。ガス化炉後段の高温域にてガス化ガス中に含まれるダストを除去後、触媒によりタールを分解する。タール分解後のガス化ガスから熱を回収後、酸性、アルカリ性ガス除去等のガス精製を行い高効率反応器によりメタノールを合成する。

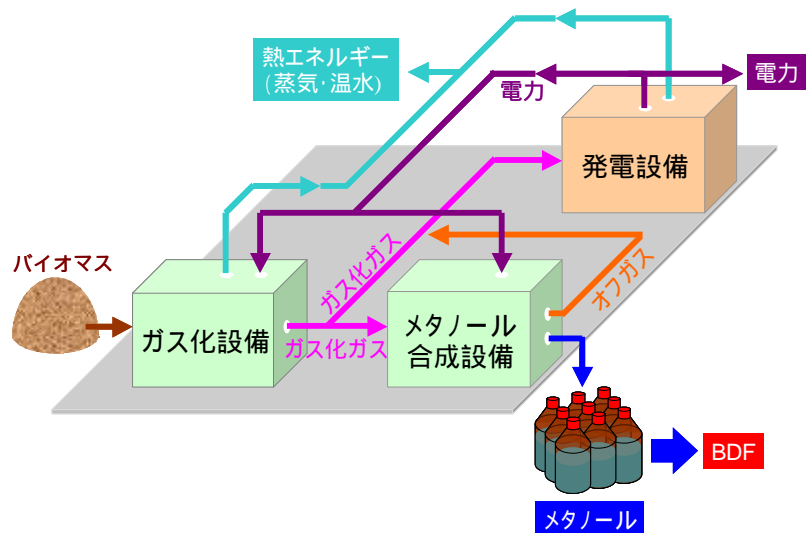


図 1 システムイメージ図

バイオマスのガス化で問題となるのはガス化過程で発生するタールに伴う運転阻害である。この対策として ガス化温度を高くする、ガス化炉出口に酸素や水蒸気を吹き込み、ガス改質を行う、触媒によりタールを分解するという方法が取られてきたが、はガス化効率の低下につながり、はダストや有害成分により触媒が被毒され長期連続運転が不可能であった。本システムではタール発生に起因する問題なくガス化効率を維持し、安定連続運転を確保するために以下の独自技術を採用している。

【連絡先】〒660-0806 兵庫県尼崎市金楽寺町 2-2-33 株式会社タクマ 技術開発部

井藤宗親 Tel : 06-6483-2633 FAX : 06-6483-2762 e-mail : itou@takuma.co.jp

【キーワード】ガス化、メタノール、液体燃料

- (1) ガス化温度を 800~900 としてガス化に必要な熱量を抑制し、高いガス化効率を得る。
- (2) タールは外部エネルギーを投入しない触媒による分解方式とし、800 程度の低温で活性が高い独自開発のタール分解用触媒を適用する。これにより分解したタールも可燃性ガスとなり、ガス化効率の向上となると同時に、後段の設備へ悪影響を及ぼさない。
- (3) ガス化炉出口でタール分解触媒上流の 800~900 の高温域でダストを除去することで、触媒被毒を抑制し、触媒の安定運転を確保する。

またメタノール合成については従来の天然ガスを用いた合成に採用されている高温高压型でなく、プラントに投入されるエネルギー当たりのメタノール収率が最大となるよう以下の方式とした。

- (1) 反応器内部に凝縮部を設け非平衡反応方式とすることで平衡反応より高い収率を得る。
- (2) 圧力を従来技術の 5~10MPa から 4~6MPa とし、投入エネルギーを抑制する。
- (3) 合成温度を従来技術の 250~300 から 180~230 とし、投入エネルギーを抑制する。
- (4) メタノール合成のオフガスは循環しないワンパス方式の簡素なシステムとし、投入エネルギーを抑制する。

3. 設備概要

図 2 にフローシートを、図 3 にプラント外観を、表 1 に設備仕様を示す。平成 19 年度はガス化設備を建設し、平成 20 年度にメタノール合成設備を設置する予定である。ガス化炉は、常圧循環流動層式である。バイオマスは適度な大きさに破碎後、スクリーフイータにより炉下部に供給され、ガス化剤として空気及び蒸気を炉底部に吹き込むことでガス化する。ガス化空気は 500 まで予熱可能である。

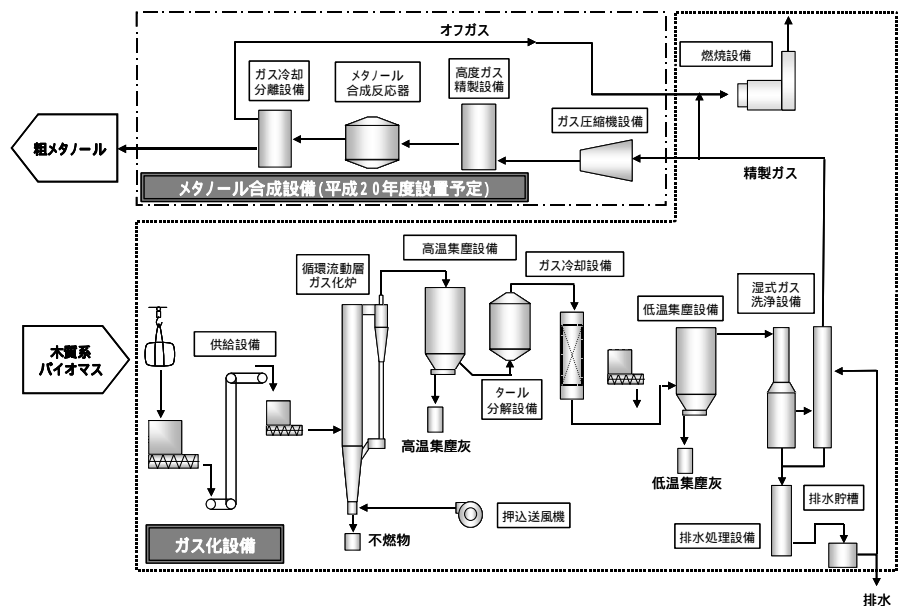


図 2 設備フローシート

ガス化ガスは、後段の高温集塵設備により除塵される。集塵装置はセラミックフィルタを、ダスト払落しはパルスジェット方式を採用した。ここでガス化ガスと灰等を分離し、集塵灰は集塵設備下部に設けたホッパに貯留し定期的に系外へと排出する。除塵されたガス化ガスは、タール分解設備にて触媒により分解された後、ガス冷却器にて 200 程度まで冷却される。冷却後、低温で析出する成分等を除塵するため低温集塵設備を設けた。除塵されたガス化ガスは湿式ガス精製設備にて微量有害物質を除去後、メタノール合成設備に導入される(メタノール合成設備は平成 20 年度設置)。なお本実証プラントでは、メタノール合成に利用しない余剰ガス及びメタノール合成のオフガスはガス燃焼設備にて燃焼する。

本実証設備は、京都市南部クリーンセンター内に設置した。京都市南部クリーンセンターは第 1 工場(ごみ焼却能力 600t/日)の他、第 2 工場(休炉中) 資源リサイクルセンター、破碎施設などを有する複合型廃棄物処理施設である。本敷地内には 5000L/日の廃食用油燃料化施設(BDF 製造設備)があり、ここで 600~700kg/日のメタノールが消費されている。本実証設備で製造したバイオメタノールはここに持込み利用される予定である。



図3 プラント外観

表1 ガス化設備仕様

項目	仕様
燃料	木質系バイオマス（廃材・剪定枝等）
燃料量	500kg/日（約20kg/h）
ガス化炉	循環流動層ガス化炉（200mm×6mH）
ガス化方式	部分燃焼ガス化
ガス化温度	800～900
ガス化剤	空気/蒸気
流動媒体	オリビン/ドロマイト
高温集塵設備	ろ過式集塵設備
ろ過材	セラミックフィルタ
ダスト払落し	逆洗パルス方式
タール分解設備	固定床式触媒反応器
触媒	Ni系
低温ガス精製設備	バグフィルタ+湿式ガス精製設備
ガス燃焼設備	円筒縦型バーナ燃焼方式

4. 性能確認試験

ガス化設備の安定運転と性能確認のため事前性能確認運転を行った。実験時の各設備内の温度トレンドを図4に示す。ガス化炉内温度は約780～830程度で安定し、高温集塵設備内部温度は約770、タール分解設備温度は約750で安定運転できた。このときの炭素転換率（＝ガス中炭素分[kmol/h]/燃料中炭素分[kmol/h]×100）は約95%、冷ガス効率（＝ガス発熱量[kJ/m³N]×ガス化ガス量[m³N/h]/燃料入熱[kJ/h]×100(低位基準)）は約65%程度であった。この試験で得られたガス組成を基に、メタノール合成量をシミュレーションした結果、5MPa×210条件で投入エネルギー当たりのメタノール収率は、天然ガスから合成方式を適用した既存システムと比べ2倍程度となることを確認した。今後さらに最適化を図っていきたい。

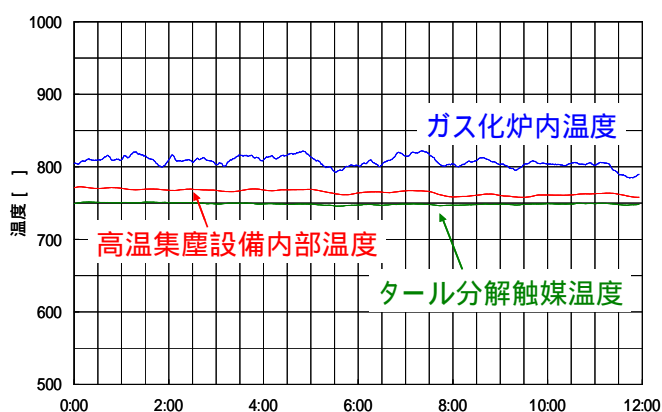


図4 試験結果の一例（温度トレンド）

5. まとめ

平成19年度は実証設備の設計及びガス化設備の建設・試運転を行い安定運転を確認した。平成20年度はメタノール合成設備を新たに建設し、種々の木質系バイオマスに対してガス化メタノール合成運転を行い、全体システム（ガス化～タール分解・精製～メタノール合成）としての運転の最適化を図る。またバイオマス由来メタノールがBDF製造に使用できる品質であるか確認を行い、メタノール品質を考えた運転条件の最適化を図る予定である。

【謝辞】本実証事業は環境省「地球温暖化対策技術開発事業」（平成19年度～）により実施されたものであり、関係者に謝意を表す。