

都市域バイオマスを利用したガス化発電システムの研究

村田 博一

(技術研究所)

Research and Development of Gasification and Power Generation System Using Biomass from Urban Areas

by Hirokazu Murata

Abstract

Paper waste and kitchen garbage constitute about 85% of the waste in urban areas in Japan. This biomass can be an alternate fuel resource, replacing fossil fuel as a source of energy in urban areas. This project for utilizing urban biomass has been conducted for 5 years with NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization). This gasification system called the “Buil-biomaster” incorporates an entrained flow gasifier and an electrical generator.

This device is the first gasification and power generation system in the world using biomass such as paper from urban buildings. This system efficiently generates power by coordinating the gasification temperature and steam input and determining the ideal automation sequence according to the type of biomass.

This report summarizes the overall system and describes the utilization of dried kitchen garbage using waste heat from the gasification device.

概要

都市部の事務所ビル等で発生する廃棄物の約85%が紙ごみと生ごみである。化石燃料に対する地産地消の代替燃料として、この都市部で発生する利用可能な廃棄物(以後、都市域バイオマスと記載)の利用を目的に、「浮遊外熱式高カロリーガス化法」を採用したガス化発電装置である「ビル・バイオマスター」を製造し、現在まで(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)との共同研究を5年間実施した。本装置は、ビル等から排出される紙ごみ等の使用を目的とした初めてのガス化発電装置であり、ガス化温度や水蒸気投入量等を都市域バイオマスの種類別に初期条件として設定することにより、ガス化発電に最適な条件で自動化運転が可能である。本報告では全体のシステム概要と共に、ガス化発電装置からの高温廃熱を利用した生ごみ乾燥資源化について報告する。

§1.はじめに

当社では地球の温暖化対策、化石燃料の枯渇問題に対する対策として、再生可能エネルギーへの転換やごみの排出量削減などによるサステナブル社会の構築に向けた取り組みを実施している。その一環として、カーボンニュートラルなバイオマスを使った再生可能エネルギーの研究を開始した。

バイオマスとは、再生可能な生物由来の有機性資源のことで、農作物や木材等に加え、都市から排出

される紙ごみや生ごみ、下水污泥や家畜排泄物までを含んでおり、この積極的な利用により、二酸化炭素の排出量削減をはじめとする地球の温暖化対策や化石燃料に替わるエネルギー源として期待ができる。

バイオマスの利用方法は石炭や石油等と同様に燃焼させてその燃焼熱を利用したもの、ガス化炉によりガス化を行い生成ガスを利用するもの、また、生物化学変換技術を用いたメタン発酵のようにバイオマスを分解発酵させ生成ガスを利用する方法などがあげられる。

本研究では、都市部での建物から排出されるごみの約85%が紙ごみと生ごみであることから、バイオマスの持つエネルギーを最大限に利用することを考慮し、ガス化によるバイオマス利用を選択し、ガス化方法には噴流床の一種である「浮遊外熱式ガス化法」¹⁾を採用した。その理由は、本ガス化方法が従来の燃焼によるエネルギー利用とは異なり、粉碎したバイオマスを高温に加熱された反応炉内で水蒸気により熱分解することで、酸素を使わず、高カロリーな生成ガスを得られるばかりでなく、タールの生成量がガス化法の中では最も少ない0.1g/m³以下となるためである。

また、燃焼による燃焼熱利用や発酵による手法は施設規模に比例し効率が悪くなることから、都市部での個別ビルに導入する小型システムには向いていないと判断した。

2006年から当社技術研究所内に都市域バイオマスの基礎的なガス化データ取得のため、バイオマスガス化基礎実験装置による試験を実施した。紙ごみや乾燥後の生ごみ(以後、生ごみ乾燥資源化物と記載)などの都市域バイオマスの熱分解ガス成分中の70%以上がガス化発電に利用可能な有効ガス成分であることを確認した。さらに、2008年より実施した(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(以後、NEDOと記載する)との共同研究²⁾において、ガス化発電装置「ビル・バイオマスター」を設計・製造し、当社東京木工場内に設置し、都市域バイオマスのガス化発電の自動化に成功した。

本報告は生ごみ資源の有効利用を目的に、2011年よりNEDOとの共同研究³⁾として実施した、ガス化発電装置の廃熱を利用した生ごみ乾燥装置を加えたガス化発電システムの概要と生ごみ乾燥資源化について報告する。具体的な検討課題は、900~1000の高温条件下でガス化を行うガス化装置に対して、生ごみ中に含まれる塩分により、反応管材料に対してどのような影響をもたらすかを引張試験や表面観察により劣化状況の確認を行うことで、ガス化発電装置製造時の指針とすることである。

§2. ガス化発電装置の技術概要

ガス化発電装置は、農水省が開発した「農林バイオマス3号機」⁴⁾に当社のガス化に対するノウハウを加え、検討を重ね改良し、ビル・バイオマスターの設計・製造を実施した。写真-1にビル・バイオマスターのシステム外観を示す。向かって左側がガス化発電装置、右側が生ごみ乾燥装置である。

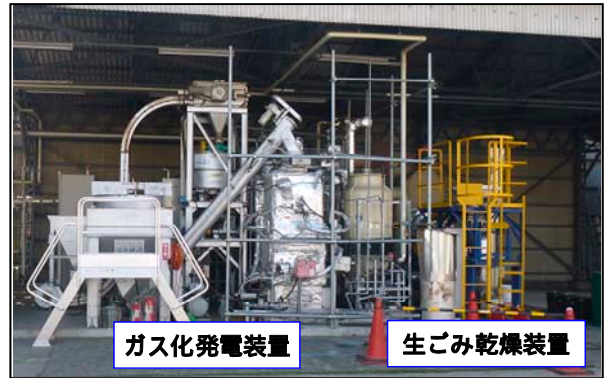


写真-1 システム外観

2.1 ガス化技術

本研究で採用した「浮遊外熱式ガス化法」を図-1に示す。このガス化法は噴流床で、投入するバイオマスの含水率も最大30%程度まで可能である。バイオマスの形状を2~3mm程度にしなくてはならないが、炉内温度が高いためタールの発生がガス化法の中でも最も少ないのが特徴である。また、小規模から大規模システムに対応できる利点がある。

投入されるバイオマスはガス化するガス化原料と反応管を温めるための外熱炉原料とに約6:4の重量比で分けた。外熱炉原料はガス化を行う反応管を900~1000に維持するため、外熱炉で燃焼させ熱をガス化炉へ供給する。この燃焼熱により加熱されたガス化反応炉内でガス化原料はH₂やCOを主な主成分とする可燃性のバイオガスに変換される。バイオマス形状はガス化原料で2~3mmの粉末状、外熱炉原料は30~50mm程度のチップ状もしくは8×20mm程度のペレット状にした。

ガス化装置内部では、ガス化用バイオマスを高温水蒸気雰囲気下で熱分解させる。

この反応により、熱分解された都市域バイオマスは、灰を残すだけで有機成分はほぼ全量ガス化し、クリーンな高カロリーガスへ変換される。

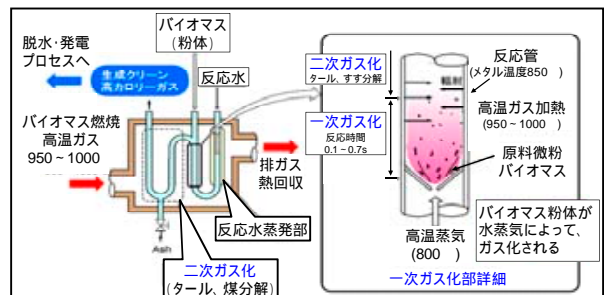


図-1 浮遊外熱式ガス化法

図-2に基礎実験装置により得られた、都市域バイオマスの違いによる900での生成ガス組成を示す。

これにより、都市域バイオマスの有効ガス成分 (CO₂ 以外のガス成分) が 70%以上であることが確認できた。

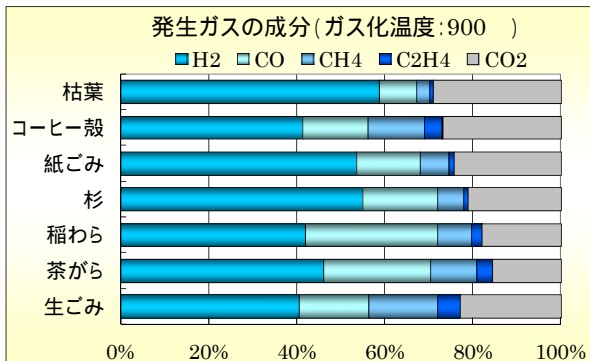


図-2 都市域バイオマスのガス化生成ガス組成

2.2 システムフロー

図-3 にビル・バイオマスターのフロー図を示す。乾燥重量でバイオマスを 30kg/h 投入した場合、外熱炉原料に 12kg/h 投入することで、ガス化原料 18kg/h のガス化、およびに投入水蒸気の加熱に必要な熱量をまかなっている。ガス化原料は反応炉内で水蒸気改質により、36Nm³/h のバイオガスとなる。生成したバイオガスはガス化発電に使用され、1時間当たり 29kW が出力される。

また、ガス化発電装置からの約 400 の廃熱は生ごみ乾燥に使用し、1時間当たり含水率 80%の生ごみ 13kg を含水率 15%~30%の乾燥生ごみにすることができ、約 3kg にまで減容化することが可能である。

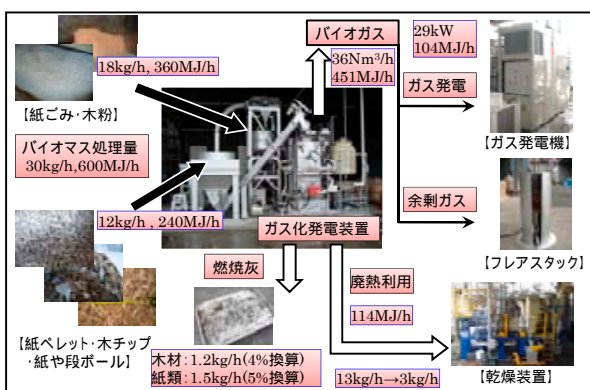


図-3 ビル・バイオマスターのフロー

2.3 ガス化装置

表-1 に主要機器構成および仕様概略を示す。ビル・バイオマスターのガス化ユニットは組立て後、6,900L×2,500W×3,900H の規模となる。ユニットごとの輸送ができるように設計しており、解体輸送

後の組立ができる。ただし、システム全体としては、発電機や定量供給装置、ホッパ、制御盤等はガス化ユニットとは別ユニットとなる。

これまでに得られたバイオマス原料の装置に対する知見として、反応炉に用いる 2~3mm の粉末状のバイオマスを外熱炉用原料として使用した場合、時間の経過と共に、外熱炉への原料供給直後のダンパ付近で瞬時に燃焼し、外熱炉上部の急激な温度や圧力の上昇を招き、外熱炉内のケーシングや反応炉への熱供給に対して悪影響を示すことから、粉末状のバイオマスを外熱炉に投入することを避け、ペレット状に成型し、使用することとした。

表-1 主要機器構成と仕様概略

| 工程 | 機器名 | 仕様 |
|-----------|------------|--------------------------|
| 生ごみ乾燥 | 定量供給ホッパ | 200V、50Hz、0.4kW |
| | 投入スクリーン | 200V、50Hz、1.5kW |
| | 生ごみ乾燥装置 | 13kg/h、200V50Hz |
| | 排出スクリーン | 3kg/h 排出 |
| | 集塵装置 | 200V、50Hz、2kW |
| ガス化発電 | 外熱炉 | 燃焼量：12kg/h |
| | ガス化反応装置 | ガス化粉体量：18kg/h |
| | エバポレータ | 蒸発量 50kg/h |
| | スクラバ | 水量 50L/h |
| | エアヒータ | 100Nm ³ /h |
| | 集塵サイクロン | ガス量 40Nm ³ /h |
| | 燃焼空気用送風機 | 2Nm ³ /min |
| | 燃焼ガス用送風機 | 2Nm ³ /min |
| | 生成ガス用送風機 | 1Nm ³ /min |
| | 生成ガスタンク | 2m ³ |
| ガスエンジン発電機 | 14.5kW × 2 | |

2.4 ガス化発電

2012年1月13日に実施したシュレッダー紙ごみによるガス化発電データを代表例として図-4に示す。図-4内の上図はガス化装置の温度履歴と発電機投入ガス流量、下図はガス化発電量を示す。上図より、ガス化開始後、反応管内上部温度が温度低下を示し、約 900 で安定していることが分かる。また、生成ガス投入量が 26.5Nm³/h であるのに対して、下図より平均して 25kW の発電を行っていることから生成ガス 1Nm³ あたり 0.94kW の出力が得られる。

現在までの一連のガス化発電においてまとめると、冷ガス効率は瞬時値の最大で 75%、最大出力が 31kW、平均 28kW の出力を確認し、投入したエネルギーに占める得られたエネルギーの比率となるエネルギー効率は 13%の実験結果が得られている。

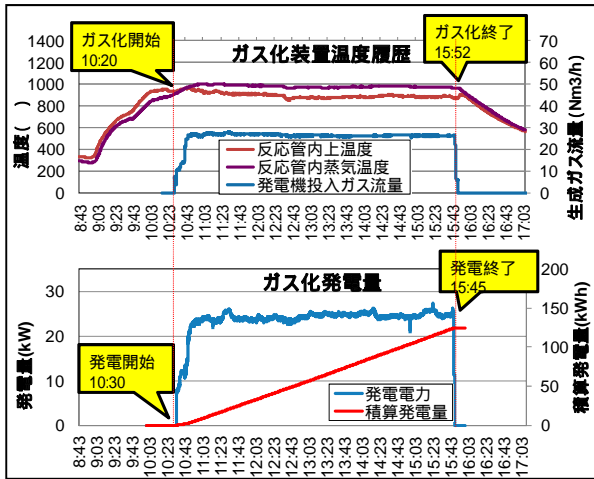


図-4 ガス化装置温度履歴とガス発電量

§3. 生ごみ乾燥による資源化物への変換

生ごみ乾燥装置の導入は利用バイオマス量の増大およびガス化発電装置からの廃熱利用を目的に実施した。生ごみ乾燥装置への廃熱供給には生ごみ乾燥装置の熱風入口温度が 400 以上となる反応炉排ガスを利用した。

3.1 生ごみ乾燥装置

写真-2 に生ごみ乾燥装置の外観、図-5 に生ごみ乾燥装置のフローを示す。生ごみ乾燥装置ユニットは、5,750L×1,940W×2,800H 規模であり、生ごみ乾燥装置の熱風入口から 400 以上の反応炉排ガスが供給されている。



写真-2 生ごみ乾燥装置外観

原料投入装置に生ごみを投入後、反転投入機により投入ホッパに供給される。投入ホッパは 2 軸のフィーダで構成されており、インバータ制御により、乾燥炉内に生ごみ原料を定量供給する。乾燥炉内に投入された生ごみは乾燥と攪拌を繰り返し、乾燥炉

後段に移動し、乾燥後にロックアウトボックスで熱風と分離され、乾燥物排出装置により収集される。また、その際に発生する微細の乾燥生ごみは、集塵装置で集められ、ダストボックスで回収される。

乾燥物排出装置で回収した乾燥資源化生ごみを回収し、重量および含水率を測定した。

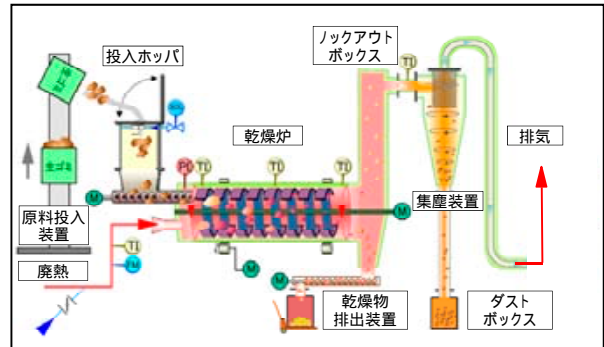


図-5 生ごみ乾燥装置のフロー

3.2 生ごみ乾燥試験

生ごみの乾燥資源化を行うにあたり、生ごみ組成は、食品リサイクル機器連絡協議会が定める、業務用生ごみ処理機の新性能基準(2006)に基づき調整した。その調整した生ごみを標準試験生ごみとして使用した。写真-3 に標準試験生ごみ試料を示す。



写真-3 標準試験生ごみ

写真内の標準試験生ごみ組成は 20kg 作成時の重量である。標準試験生ごみの混合割合は野菜類:73%、ご飯(炊飯した米):15%、魚類:12%である。ただし、都市部で発生する生ごみは弁当や通常の食品残渣を想定しているため、標準試験生ごみに塩分調整(重量比 2%)を実施した。

3.3 生ごみ乾燥試験結果

図-6 に 2013 年 1 月 24 日に実施した、生ごみ乾燥試験での生ごみ乾燥装置内部温度履歴を示す。

生ごみ乾燥装置の熱風入口温度は最大で 450 以上に上昇させることができ、400 以上での生ごみ

乾燥が可能となった。生ごみ乾燥装置の出口温度となるドライヤ(乾燥炉)出口温度は気化熱などの影響で、標準試験生ごみ投入直後に温度低下を示し、懸念された高温乾燥による炭化は示さなかった。

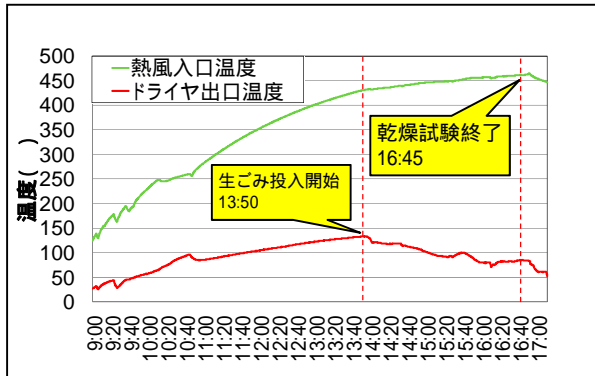


図-6 生ごみ乾燥装置内温度履歴

表-2 に生ごみ乾燥試験結果を示す。含水率が 75.4wt%の標準試験生ごみ 52.2kg を、生ごみ乾燥装置へ供給した。対象とする乾燥資源化した生ごみは、標準試験生ごみ投入後、160分から180分までに乾燥物排出装置に排出される乾燥物を回収し、その含水率と重量を測定している。その結果、回収した乾燥資源化した生ごみは 7.8kg、含水率が 25.0wt%であった。したがって、その乾燥重量は 5.8kg、水分量が 2.0kg である。つまり、乾燥開始から 3 時間後には含水率 25wt%の生ごみ乾燥資源化物であれば 23.4kg/h の回収量が期待できる。

表-2 生ごみ乾燥試験結果

| | |
|---------|------------------|
| 乾燥時間 | 180分 |
| 投入バイオマス | 52.2kg (75.4wt%) |
| 回収時間 | 16:30 ~ 16:50 |
| 乾燥重量 | 5.8kg |
| 回収バイオマス | 7.8kg (25.0wt%) |
| 水分量 | 2.0kg |

§4.生ごみ乾燥資源化物のガス化による影響

含水率 30wt%以下の生ごみ乾燥資源化物等を含む都市域バイオマスにおいては、そのバイオマスが持つ塩分によるガス化反応炉および配管への影響が懸念される。本事業においては、900 から 1000 でのガス化試験を行っているため、外熱炉からの反応炉への供給熱風は 1000 以上の高温である必要がある。ただし、生ごみ乾燥資源化物のガス化温度に関してはそのガス化組成の把握のため、800 でのガス化試験も行った。

今回、塩分調整を行った生ごみ乾燥資源化物をガス化原料や外熱炉原料に使用することでその影響を検討した。

4.1 生ごみ乾燥資源化物のガス化試験

標準試験生ごみ試料は写真-4 内に示す 4mm メッシュのふるい装置により粒径を調整し、細かいもの(乾燥資源化物写真:右)はガス化用原料として、大き目のもの(乾燥資源化物写真:左)は外熱炉用原料として使用する。大き目の生ごみ乾燥資源化物には魚類の骨、野菜の繊維質、米の塊などが多くみられた。また写真-4 内の左下写真には紙ごみと乾燥生ごみを 9:1 の比で混合した試料の写真を示す。

生ごみ乾燥装置には内部に攪拌翼を設け、その回転数や滞留時間を調整し、乾燥資源化生ごみの粒径の調整を行ったが、全てを 3mm 程度として回収することが困難であったため、あらかじめ、標準試験生ごみ試料を粉砕機で調整し、使用することとした。

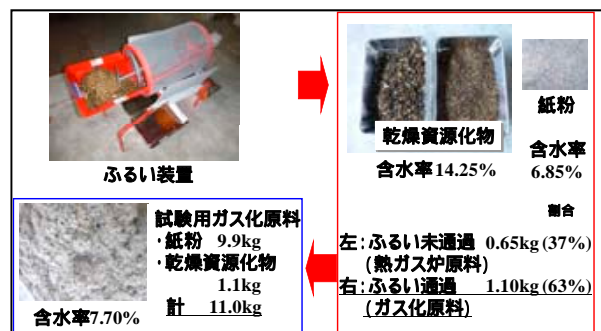


写真-4 紙ごみと標準試験生ごみとの混合試料

日本建築学会の「建築運用に発生するごみのリサイクル推進に寄与する建築計画とごみの処理システムに関するガイドライン」⁵⁾を参考に、一般的な 4 万 m² 程度の事務所ビルにおける紙ごみ排出量を 219t/年、生ごみ排出量を 73t/年として、含水率 80wt%の生ごみを乾燥資源化し、生ごみの重量が 1/5 になると想定した。

混合率が紙ごみ：生ごみ乾燥資源化= 9:1 と添加量が低いことから、見かけ上も紙ごみのみと変わらず、ガス化に関しても紙ごみと同様な利用が可能であった。

4.2 生ごみ乾燥資源化物のガス化試験結果

図-7 に混合物(紙：生ごみ=9：1)のガス化時の生成ガス組成、表-3 に都市域バイオマスの生成ガス発熱量比較を示す。生ごみと紙ごみの混合物のガス化を行った場合、ガス化温度が 1000 での紙ごみ単体のガス化組成では見られなかった C₂H₄ の発生が確

認められ、生ごみ混合による影響がみられた。

表-3 より、標準試験生ごみと紙ごみ混合物の生成ガスの発熱量が、紙ごみ単体に比べて大きい値になることを確認した。

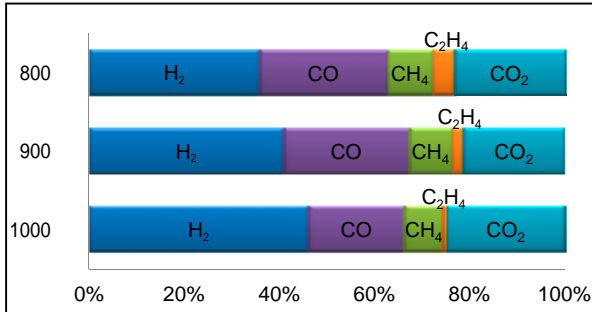


図-7 混合物(紙：生ごみ=9：1)の生成ガス組成

表-3 都市域バイオマスの生成ガス発熱量比較

| 温度(°C) | 生成ガスの発熱量 (MJ/Nm ³) | | |
|--------|--------------------------------|------|------------|
| | 紙ごみ | 生ごみ | 紙ごみ生ごみ=9/1 |
| 800 | 15.2 | 15.3 | 14.7 |
| 900 | 13.5 | 14.9 | 13.7 |
| 1000 | 11.3 | 13.4 | 12.2 |

4.3 生ごみ乾燥資源化物の反応管材料への影響

生ごみのガス化による反応管材等への影響を確認するため、反応管の後段に反応炉材として十分な耐熱性能を有する3種類の試験片を入れ、定期的なそれを取り出して、劣化度を評価し、ガス化用反応管としての適性を検討した。

3種類の試験片は、インコネル600、TH921(耐熱鋳鋼)、SUS310Sとし、試験方法は各素材をJIS5号試験片(JIS Z2241;試験部幅×長さ 25mm×60mm、t=3mm、評点距離 50mm)に加工して、ガス化を行う反応管内で所定の特殊環境下に暴露したのち、暴露前(ブランク)のものと試験片重量、引張強度、表面状態を比較する。なお、暴露時間は0時間、255時間、399時間の3水準を設定した。

引張試験は、島津製作所製精密万能試験機(オートグラフAG-50kNB型)を使用し、JIS Z2241「金属材料引張試験方法」に準じて試験を実施した。計測項目は荷重と試験片のひずみとし、試験区間中央表裏にひずみゲージ(FLA-5-11-1L)を貼付して実施した。

引張試験後の試験片の表面状態について、一般部をデジタルマイクロスコープ(キーエンスVHX-200)で拡大撮影して比較した。

写真-5に試験片写真を示す。上段は左から暴露前、暴露後(清掃前)、暴露後(清掃後)を示し、下段は引

張試験後の試験片で、左からブランク(暴露前)、回収1回目(255時間後)、回収2回目(399時間後)の試験片写真である。ここに示すように、暴露後の試験片は煤の付着が見られることから、清掃して引張試験を実施した。

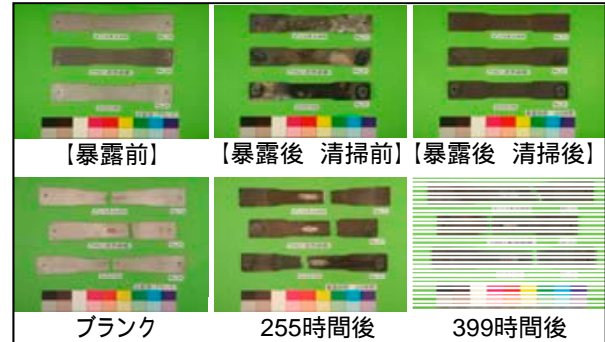


写真-5 試験片写真

表-4に重量測定結果を、表-5に引張試験結果を示す。表-4より、暴露後の試験重量においてSUS310Sのみが重量減少を示すことが確認できた。

表-4 重量測定結果

| 鋼種 | 暴露時間 | 初期重量 | 清掃前 | 清掃後 | 煤付着量 | 清掃後重量 | 備考 |
|-------------|-------|--------|--------|--------|------|-------|-------|
| インコネル600 | ブランク | 134.88 | — | — | — | — | No.14 |
| | 255時間 | 134.88 | 135.25 | 135.03 | 0.22 | 0.15 | No.11 |
| | 399時間 | 134.41 | 134.87 | 134.84 | 0.03 | 0.43 | No.12 |
| TH921(耐熱鋳鋼) | ブランク | 129.02 | — | — | — | — | No.24 |
| | 255時間 | 128.76 | 128.94 | 128.87 | 0.07 | 0.11 | No.21 |
| | 399時間 | 125.90 | 126.21 | 126.00 | 0.21 | 0.10 | No.22 |
| SUS310S | ブランク | 112.04 | — | — | — | — | No.34 |
| | 255時間 | 112.31 | 112.11 | 110.89 | 1.22 | -1.42 | No.31 |
| | 399時間 | 111.83 | 109.55 | 109.01 | 0.54 | -2.82 | No.32 |

表-5 引張試験結果

| 鋼種 | 暴露時間 | 断面積(mm ²) | 最大荷重(kN) | 弾性係数(Gpa) | 引張強度(MPa) | ブランク引張強度(MPa) | 伸び(%) | 備考 |
|-------------|-------|-----------------------|----------|-----------|-----------|---------------|-------|-------|
| インコネル600 | ブランク | 80.9 | 57.0 | 193.1 | 704.6 | 100.0 | 38.2 | No.14 |
| | 255時間 | 82.1 | 46.2 | 199.9 | 562.7 | 79.9 | 39.8 | No.11 |
| | 399時間 | 81.1 | 45.0 | 218.0 | 554.0 | 78.6 | 評点位置 | No.12 |
| TH921(耐熱鋳鋼) | ブランク | 79.4 | 40.9 | 143.9 | 515.1 | 100.0 | 評点位置 | No.24 |
| | 255時間 | 80.3 | 39.6 | 159.1 | 493.2 | 95.7 | 評点外 | No.21 |
| | 399時間 | 79.5 | 37.7 | 180.1 | 474.6 | 92.1 | 評点位置 | No.22 |
| SUS310S | ブランク | 71.9 | 40.9 | 181.1 | 568.8 | 100.0 | 47.7 | No.34 |
| | 255時間 | 71.9 | 37.5 | 150.0 | 521.6 | 91.7 | 38.7 | No.31 |
| | 399時間 | 69.8 | 37.3 | 188.6 | 534.6 | 94.0 | 36.2 | No.32 |

表-5より、全ての試験片において、最大荷重の減少が確認され、弾性係数は255時間暴露の試験片のみ減少したが、399時間暴露の試験では全ての試験片がブランクより増加していることが確認できた。

引張強度については一様に減少したがその減少率はインコネル600が最も大きく、約20%となった。

図-8～11 に応力-ひずみ曲線を示す。ひずみゲージは加力途中で測定不能となるのでひずみが 5%までの曲線を示す。図-8 の暴露前試験片での応力-ひずみ曲線において、1%ひずみで比較するとインコネル 600 の応力が最も高く、次に TH921、SUS310S と続き、2%ひずみからはインコネル 600 と TH921 は等しくなり、SUS310S だけが約 100N/mm² だけ低い結果となった。弾性係数の結果を考慮すれば、反応管材料の優位性はインコネル 600 TH921 > SUS310S となった。

図-9 に示すインコネル 600 の応力-ひずみ曲線より、暴露後の応力は約 200 N/mm² 減少した。図-10 に示す TH921 の応力-ひずみ曲線より、暴露後の応力は 1%ひずみで約 30N/mm² 増加した。図-11 に示す SUS310S の応力-ひずみ曲線より、暴露後の応力は約 70N/mm² 減少した。暴露試験結果より、反応管材料の優位性は TH921 > SUS310S > インコネル 600 となった。

写真-6 に試験片の表面状態の拡大写真を示す。写真上段 1 列は暴露試験前、中段 1 列は 255 時間暴露後の試験片、399 時間暴露後の試験片を示す。これより、下段 1 列は暴露後の試験片表面では暴露時間の増加に伴い、最大荷重の低下に起因する劣化が見られるようになり、亀裂が確認された。ただしその亀裂は TH921 が最も少なかった。その亀裂の大きさはインコネル 600 > SUS310S > TH921 となった。

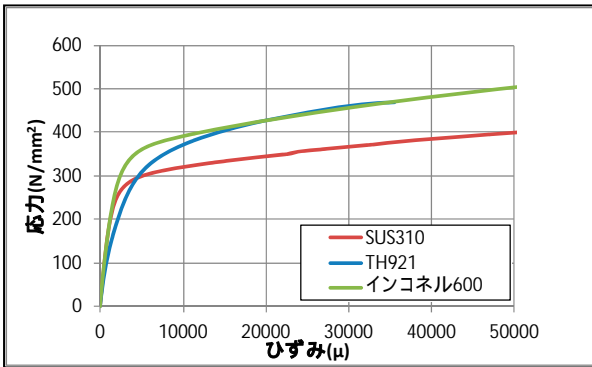


図-8 暴露前試験片の応力 ひずみ曲線

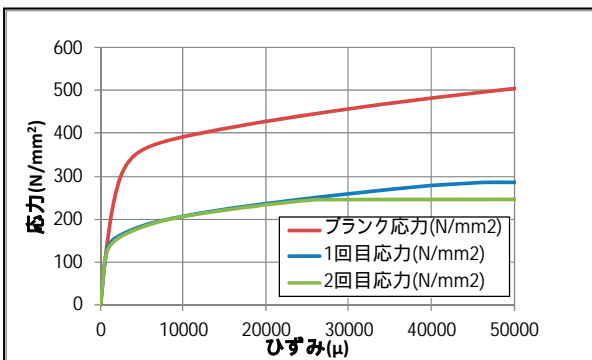


図-9 インコネル 600 の応力 ひずみ曲線

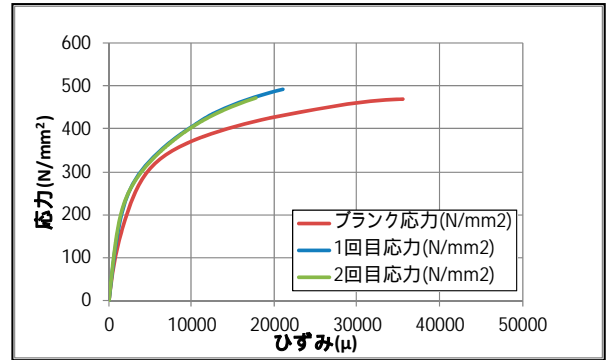


図-10 TH921 の応力-ひずみ曲線

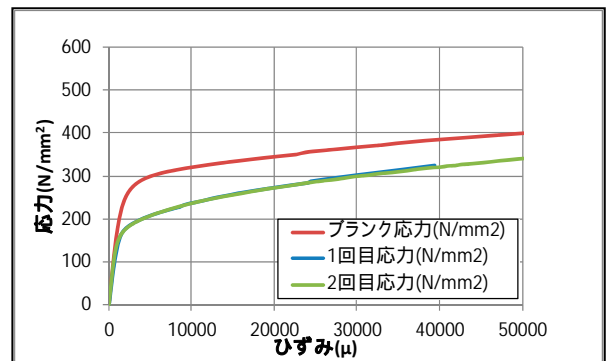


図-11 SUS310S の応力-ひずみ曲線

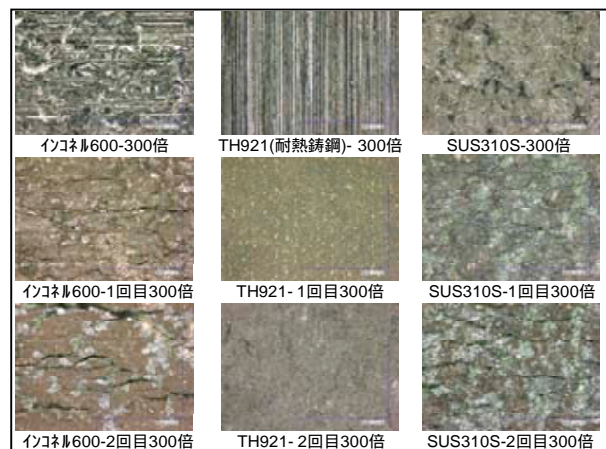


写真-6 試験片写真

図-12 に最大引張荷重低下割合と暴露時間の関係を示す。縦軸に最大引張荷重低下割合とそこから計算した劣化深度を示し、横軸を暴露時間とした。

その結果インコネル 600 の最大引張荷重の低下割合が最も高く、SUS310S と TH921 はインコネル 600 に比べ暴露時間が 399 時間では 1/3 となり、計算される劣化深度も約 0.3mm から 0.1mm 程度に抑えられることが確認できた。よって、試験片表面に与える影響はインコネル 600 > SUS310S > TH921 となり、表面観察結果と一致した。

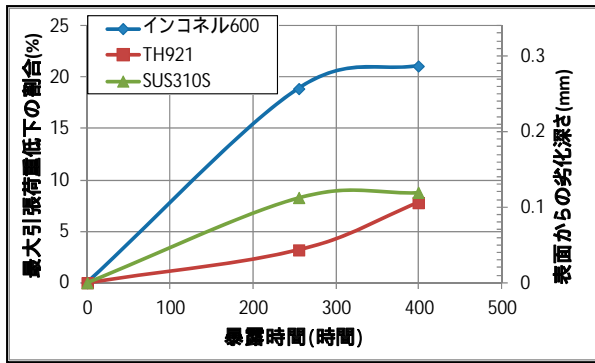


図-12 最大引張荷重低下割合と暴露時間の関係

以上の試験結果をまとめると、塩分を含んだ生ごみ乾燥資源化物のガス化を念頭に反応炉材を選定すると、比較した試験片では TH921 が最適であることが確認できた。ただし、価格面ではインコネル 600 > TH921 > SUS310S の順に高価であることから、本装置の市場導入時の設計段階での更なる検討が必要になる。

§5.市場調査

図-13 にバイオマス原料としての事務所ビルからの紙ごみ排出量を示す。条件としては東京都内のオフィスビル等を想定している。全国製紙原料商工組合連合会の調査⁶⁾によると、1700 人規模のオフィスでは厨芥ごみやミックスペーパーを除いた 78.6%の紙ごみが使用可能となる。1 日あたりの回収量は焼却処分される 21.4%を除いて、1.1t にものぼることから、275t/年の回収が見込め、所期条件を上回る紙ごみ回収が期待できる。

本装置の市場導入に向け、初期価格設定から発電単価の目標を立て、4 万 m² 規模のオフィスビル等への導入に向けた経済性評価を行った。その結果、採用企業のメリットがある発電単価のターゲットコ

ストである 17.4 円/kWh にするには、機器の初期設備費用を 3500 万円、初期工事費を 570 万円、保守のための人件費を年間 500 万円、交換部品を年間 50 万円とすることで可能となった。

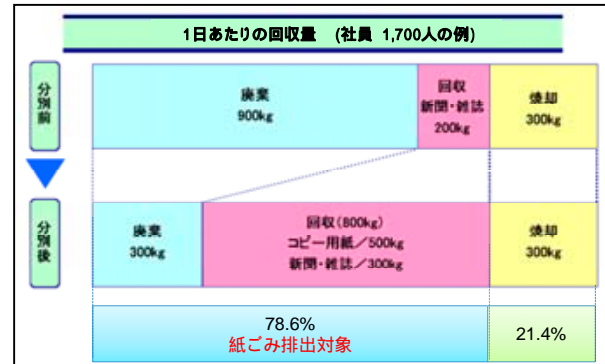


図-13 事務所ビルからの紙ごみ排出量

§6.おわりに

都市域バイオマスを用いたガス化発電装置「ビル・バイオマスター」の開発を実施してきた。これまでの実験結果から、ガス化発電の自動化運転、都市域バイオマスの性状を考慮したガス化技術、長期連続運転を可能にする装置内の反応管材料の選定、廃熱を利用した生ごみの減容化および乾燥資源化に関する知見等を得た。今後の課題として、更なる信頼性の向上、装置の小型化やコストの低減、安全性の拡充が求められる。

謝辞

本報告は(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)平成 20~22 年度²⁾、23~24 年度³⁾の共同研究の一部をとりまとめたものである。ご指導・ご助言を頂いた長崎総合科学大学の坂井正康名誉教授をはじめ、関係各位に謝意を表す。

<参考文献>

- 1)坂井正康, “バイオマスが拓く 21 世紀エネルギー”, 森北出版株式会社, 1998.
- 2)(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)平成 20 年度「新エネルギー技術フィールドテスト事業/地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業/都市域廃棄物のガス化・メタノール合成による地域エネルギーシステム実用化に関する実証試験事業」
- 3)(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)平成 23 年度「バイオマスエネルギー技術研究開発/戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業(実用化技術開発) /生ごみや紙ごみ等の都市域廃棄物による地域エネルギー転換システム実用化の研究開発」
- 4)農林水産省、農林水産技術会議、「農林バイオマス 3 号機」の開発, 2004. <http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/2004/0319.htm>
- 5)社団法人 日本建築学会、日本建築学会環境基準(AIJES-W001-2009)建物運用時に発生するごみのリサイクル推進に寄与する建築計画とごみ処理システムに関するガイドライン - 大規模事務所・商業施設および集合住宅の設計・運用管理 -, 丸善出版株式会社, 2009.
- 6)全国製紙原料商工組合連合会、オフィスの紙リサイクル、何でも Q & A、<http://www.prpc.or.jp/linkfile/offispaperrecyclingqa.pdf>