

## 1. はじめに

国土交通省が策定した新下水道ビジョン(H26.7)<sup>1)</sup>に示されるように、下水処理場は、汚水処理という本来の位置づけに加え、地域のエネルギー供給拠点としての位置づけが重要視されてきており、地域バイオマスを集約しエネルギーを創出する事業化が進み、既に、全国でも10施設あまりの取組みが報告されている。<sup>2)</sup>

豊橋市バイオマス利活用センター<sup>3)4)</sup>は、豊橋市とPFIによる事業契約を締結したJFEエンジニアリング(60%)、鹿島建設(29%)、鹿島環境エンジニアリング(10%)、オーテック(1%)からなる特別目的会社・豊橋バイオウィルが設計・建設・維持管理運営を行うもので、市内で発生した下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、生ごみを市内の基幹下水処理場である中島処理場で集約して受入れ、エネルギー利活用を図る施設であり、2017年10月より施設運営を開始した。本事業に対して、鹿島グループは、メタン発酵施設を健全に稼働させるために重要な受入前処理施設の設計・建設・運転を担当しており、独自技術を導入することで運転効率を高め、運転ノウハウ蓄積を行っているため、これらを中心に報告する。



写真1 施設全景

## 2. 事業および施設概要

### (1) 事業概要

本施設は、豊橋市バイオマス資源利活用施設整備・運営事業(PFI事業)<sup>3)</sup>に基づくもので、公募型プロポーザル方式により3グループの中から事業者選定が行われ、2014年12月、豊橋市と特別目的会社豊橋バイオウィルが事業契約を締結した。2年9か月の設計・建設業務(試運転含む)に続き、20年間維持管理、運營業務を行う(図1)。この中で、鹿島建設は受入前処理施設の設計・施工を担当し、鹿島グループの鹿島環境エンジニアリングが受入前処理施設の維持管理を担当している。

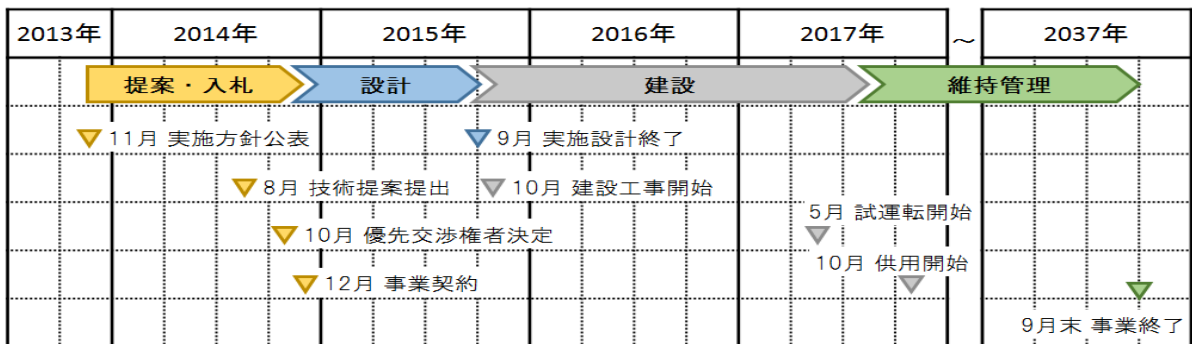


図1 事業工程

本事業の特徴・実施効果としては、①バイオマス資源を100%エネルギー化し、680万kWh/年を(一般家庭換算約1,890世帯分)<sup>3)</sup>売電、②本事業全体におけるバイオガス発電による温室効果ガス削減量は14,000t/年(杉の木約100万本植樹効果に相当)<sup>3)</sup>、③下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、生ごみの集約処理により、20年間で処理費用・設備更新費用として約120億円の削減が挙げられる。また、何よりも市が率先して生ごみ分別回収を行う決定をしたことが人口37.5万人都市での全国最大規模の実施例として注目を集めている。なお、以前は、下水汚泥は乾燥処理後に乾燥汚泥肥料として再利用され、生ごみは可燃ごみとして焼却処理されていた。

## (2) 施設概要

本施設は、図2に示す通り、下水汚泥351m<sup>3</sup>/日、し尿・浄化槽汚泥121m<sup>3</sup>/日、生ごみ59t/日の3種のバイオマスを混合槽で調整し、その複合バイオマスを5,000m<sup>3</sup>×2基の鋼板製メタン発酵槽によりバイオガスを製造する。バイオガスは発電能力1,000kWのガス発電設備で発電後、再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)を活用し売電する。メタン発酵処理で発生する発酵後汚泥は、脱水後に炭化設備(53t/日)で中温炭化することにより炭化燃料を製造し、近隣のバイオマスボイラを持つ工場等へ有価売却される。また、本事業敷地内には、合計で1,995kWの太陽光パネルを敷設している。<sup>4)</sup>

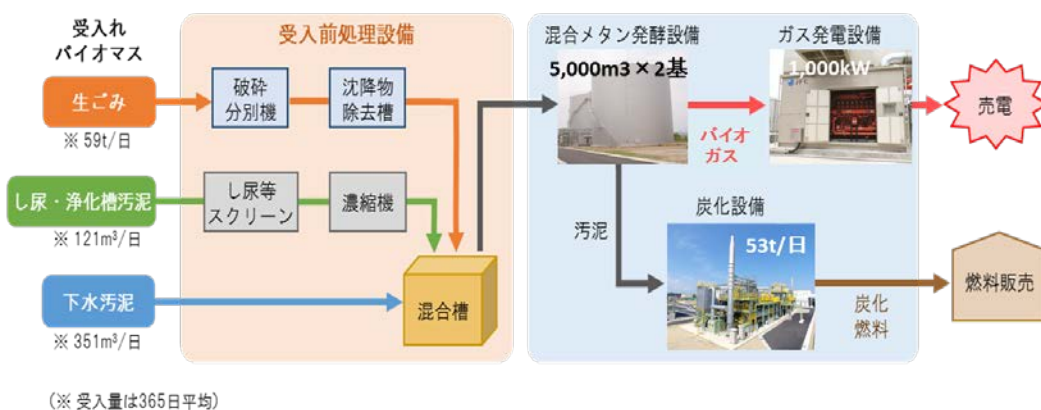


図2 本施設マテリアルフロー

## (3) 生ごみ受入前処理設備の概要

図3に示す生ごみ受入前処理設備は、後段のメタン発酵を効率的に進めるための鍵となる重要な施設である。パッカー車で収集された生ごみは、生ごみ受入れホップで一時貯留され、破碎分別機によって生ごみとビニール等の発酵不適物に分別される。ここで生ごみは加水・粉碎されスラリー状となり、生ごみスラリーは一軸ねじポンプで沈降物除去槽に移送される。沈降物除去槽では固形カルシウム分を沈降分離・除去し、生ごみスラリーは破碎ポンプによってさらに細かく粉碎され、ペースト状になる。この生ごみスラリーは、混合槽で下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥と攪拌混合され、複合バイオマス混合液(発酵原料)としてメタン発酵槽へ移送される。

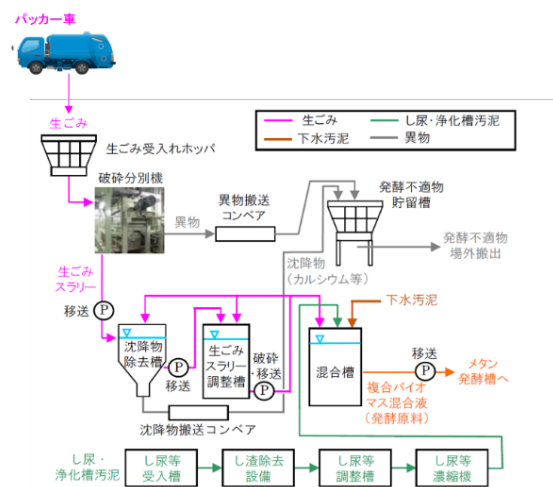


図3 受入前処理設備処理フロー

#### (4) 破碎分別機

本施設に導入する破碎分別機(3基)は、破袋・生ごみの破碎・スラリー化を一基で行うことができる高性能装置(処理能力 6t/hr)であり鹿島の独自特許技術である。図4に示す円筒状の分別機本体内で十字型の回転ブレードが高速回転し、生ごみに含まれる発酵不適物(ビニール袋、割りばし、弁当がら(プラスチック)等)を高精度(生ごみスラリー中のビニール等発酵不適物の残存割合を0.5%以下)に分別できる。この破碎分別機は2003年4月に第1号機を導入以降、稼働実績は本施設を含め7施設15基となり、現在、全ての施設において安定稼働を続けている。

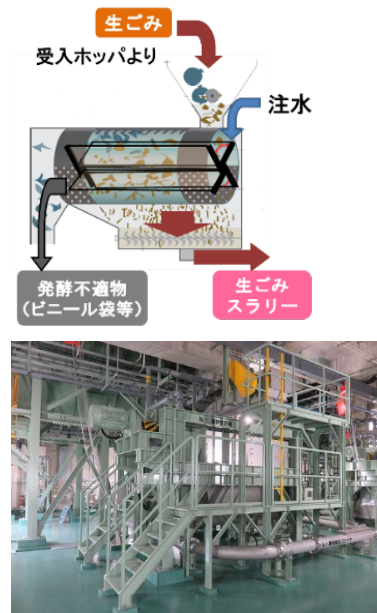


図4 破碎分別機

### 3. 運転・稼働状況

#### (1) バイオマスの収集

豊橋市バイオマス利活用センターへのバイオマス搬入計画を表1に示す。家庭系生ごみは週4日、事業系生ごみとし尿・浄化槽汚泥は週5日、日中受入れている。なお、豊橋市では、本施設の稼働にあたり、平成29年度より家庭系生ごみの分別収集を開始した。<sup>6)</sup>

表1 バイオマスの搬入計画

種別	搬入計画	搬入時間	車輛
家庭系生ごみ (49t/日)※	週4日(月・火・木・金)	9~12時 13~16時	パッカー車
事業系生ごみ (10t/日)※	週5日(月~金)		パッカー車 コンテナ車
し尿・浄化槽汚泥 (121m <sup>3</sup> /日)※	週5日(月~金)		吸引車
他処理場汚泥 (特環下水、公共下水)	適宜		吸引車

※ 365日平均値

#### (2) バイオマスの受入れ・分別状況

2017年10月から2018年3月までの受入実績を図5に示す。生ごみの受入実績は、平均で75%程度と計画量より少なく、一方、下水汚泥の受入実績は、平均で121%、し尿・浄化槽汚泥の受入は平均で115%と計画量より多かった<sup>5)6)7)</sup>。

なお、図6に示すように当期間のバイオガス発生量は、平均で計画値の90%と計画発生量を若干下回る程度である。これは、生ごみ受入量が計画受入量より少ないにもかかわらず、受入量の過半を占める下水汚泥が計画量より多く受け入れられていることが要因と考えられる。また、この期間の販売電力量は、平均で計画量の103%となっているが、これはガスエンジンの稼働率が計画を上回ったためであると考えられている<sup>5)6)7)</sup>。

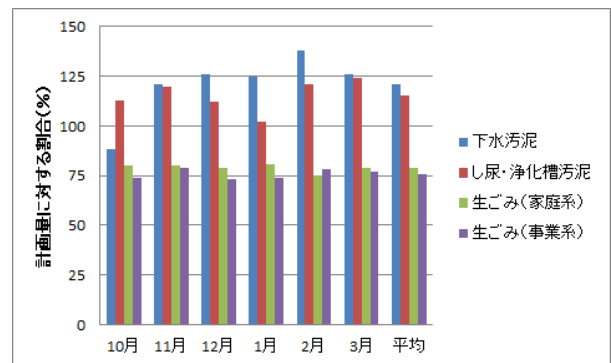


図5 バイオマス受入実績

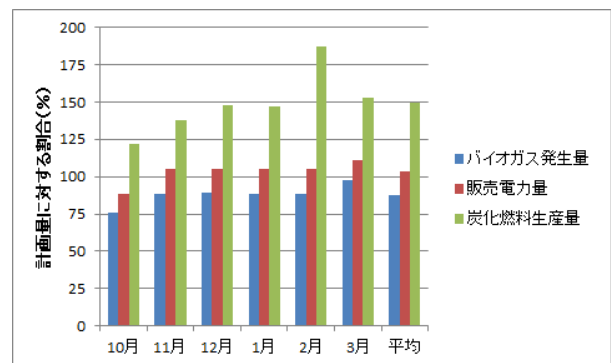


図6 バイオガス発生量、販売電力量、炭化燃料生産量

生ごみ受入量は曜日によってばらつきがあり、週初には収集日ベースでの計画受入量 99.8t(家庭系ごみ計画受入量 49t/日×7/4(週 4 日受入)+事業系ごみ計画受入量 10t/日×7/5(週 5 日受入))を超える受入れがある。供用開始日から最も受入量が多くなった日は 2018 年 1 月 4 日であった。年末年始で 1 週間施設が稼働していなかったため、154t/日(365 日平均 59t/日の約 2.6 倍)の受入量を記録したが、本施設では安定した受入・前処理を行うことができた。

### (3) 発酵不適物の混入状況

生ごみ受入量に対する発酵不適物の割合は、約 21%(沈降物除去槽からのカルシウム等沈降物量を含んだ値)であった。発酵不適物割合の計画値は生ごみ量の約 15%であり、表 2 のごみ質分析の結果、厨芥類以外の発酵不適物分は 15.5%であることから、受入れた生ごみ中の発酵不適物割合はほぼ計画値どおりであった。ただし、実際には沈降物すなわち発酵不適物として排出される物質(卵殻等)が、ごみ質分析上厨芥類に分類されるので、実際の発酵不適物割合は計画値より多く測定されている。なお、このことから沈降物除去槽では、沈降物が十分に分離・除去されていることが分かる。<sup>6)</sup>

一方、市民および排出事業者の分別ルール遵守を求めているなか、磁選機等による金属の分離は行っていないことから、スプーンなどの金属の混入は、装置の健全な運転を妨げる。これに対して、異音やモーター電流値による管理で早期発見に努めている。また、不適物ではないものの骨、貝殻などの単一の事業系生ごみが大量に搬入された場合にも、装置の運転に支障を及ぼす可能性があるため、継続的な安定稼働には運転者の熟練とノウハウ蓄積が本事業の円滑な運転上非常に重要である。

表 2 ごみ質分析(2017 年 10 月)

分析項目		家庭系生ごみ	事業系生ごみ
ごみ 種 類 組 成 分 析	水分 (%)	81.1	63.8
	厨芥類 (%)	84.5	→ 発酵に適す
	ビニール・合成樹脂・ゴム・皮革類 (%)	12.4	15.5% 不適
	紙・布類 (%)	1.6	
	木・竹・ワラ類 (%)	0.2	
	不燃物類 (%)	0.0	
その他 (%)	1.3		

## 4. まとめと今後の課題

本施設は 2017 年 10 月より施設運営が開始されたが、受入前処理設備において、①機器の破損につながる生ごみ中の異物の混入防止と、混入した場合の対処方法、②生ごみ、し尿・浄化槽汚泥の受入バイオマスの季節変動(量、質)の把握、③事業系生ごみの受入物による運転への影響が課題として挙げられる。こうした課題に対して、鹿島環境エンジニアリングを中心に対応を行っており、ノウハウが蓄積されている。

本事例は、生ごみの分別収集を行い下水処理場をエネルギーセンターとするチャレンジングな試みであるが、本事業で蓄積されたノウハウが展開されることを期待している。

### 【参考文献】

- 1) 国土交通省:新下水道ビジョン
- 2) 国土交通省:下水処理場における地域バイオマス利活用マニュアル, pp.3, 2017.3
- 3) 豊橋市ホームページ
- 4) 豊橋市バイオマス利活用センターパンフレット, 豊橋市、株式会社豊橋バイオウィル
- 5) 菅野 一敏:豊橋市における下水処理場への複合バイオマスの受入れと混合メタン発酵処理の取組み, 第 55 回下水道発表会講演集, pp.146-148, 2018.7
- 6) 正岡 卓:豊橋市における複合バイオマスによる再生可能エネルギー創出の取組みについて, 第 55 回下水道発表会講演集, pp.332-334, 2018.7
- 7) 小倉 秀夫,下田 研人:豊橋市における複合バイオマスエネルギー化施設の立上げ・運営状況について, 第 55 回下水道発表会講演集, pp.1166-1168, 2018.7