

下水汚泥ガス化による エネルギー回収

株式会社 タクマ

エンジニアリング統括本部 エネルギー技術1部
〒660-0806 兵庫県尼崎市金楽寺町2-2-33
TEL 06-6483-2636
FAX 06-6483-2763

1. はじめに

現在、CO₂削減に向け、新エネルギーが注目されその利活用が推進されている。バイオマスも新エネルギー源の一つであり、その利活用に向けた様々な取組みがなされている。

下水汚泥のリサイクルはここ10年ほどで大きく進んでいるものの、マテリアルリサイクルが主であり、まだ未利用のものも多い。

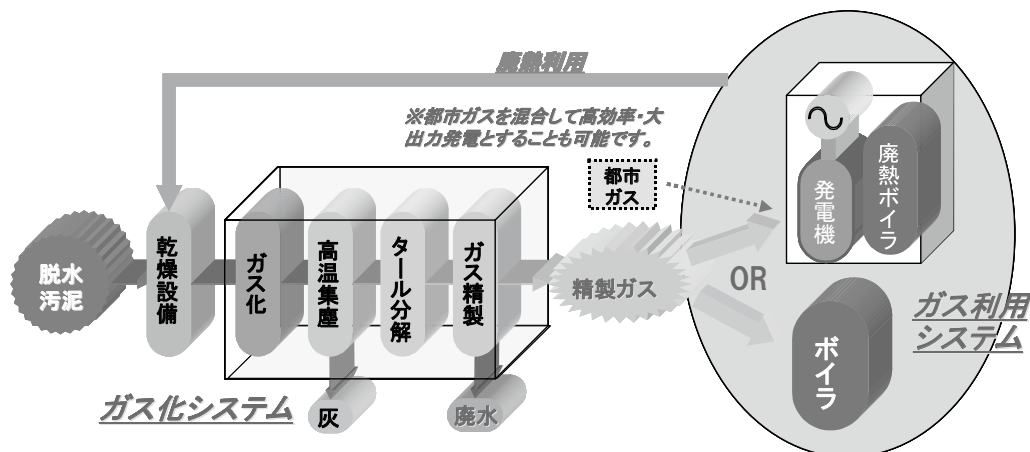
そこで弊社では、下水汚泥の保有エネルギーを発電用燃料の一部として利用可能な「下水汚泥ガス化発電システム」の開発に取り組んできた。

本ガス化発電システムは、含水率75～80%の汚泥を乾燥後、ガス化炉で空気により一部燃焼し800℃程度とすることで汚泥から水素や一酸化炭素などの可燃性ガスを取り出し、この可燃性ガスからダストや有害成分を除去し、清浄なガスとしてガスエンジン等の発電設備に投入して発電するものである。さらに発電時の廃熱は、汚泥乾燥等に利用し、エネルギーを有効に利用することができる。

発電した電気は、下水処理施設の動力の一部として利用することができるため、化石燃料の使用削減効果もあり、廃熱も有効利用するため熱効率の高いシステムとなる。

2. 下水汚泥ガス化発電システム

本システムのプロセスとキーワードを下図に示す。



<汚泥ガス化による3つのキーワード>

- 汚泥エネルギーの有効利用 ⇒ ガス化でエネルギーを効率よく取り出し利用。
- 温暖化ガス削減 ⇒ N₂Oを排出せず、効率UPでCO₂も削減。
- 下水汚泥の減容化処理 ⇒ 汚泥焼却処理と同程度の減容化が可能。

また発電燃料としてガス化ガスに都市ガスを混合することで、ニーズに応じた発電規模と有効利用できる廃熱量を任意に設定することも可能である。

こうした発電や廃熱利用による化石燃料の使用量削減に伴うCO₂削減効果に加え、従来の焼却では温暖化効果がCO₂の310倍と極めて高い亜酸化窒素を排出していたが、ガス化の場合には排出しない。したがって焼却システムと比べ大幅な温暖化ガス削減が可能で、地球温暖化対策に大いに寄与することができる。

タクマのガス化発電システムは、「乾燥」、「ガス化」、「高温集塵」、「タール分解」、「熱回収」、「ガス精製」、「発電」と7つのプロセスから構成される。以下に主要なプロセスについて概要を紹介する。

2-1. ガス化プロセス

ガス化は循環流動層方式のガス化炉を採用している。この方式は炉内を高温に加熱された流動媒体が循環するため、投入される汚泥と空気の混合・攪拌性に優れており、効率よくガス化することができる。また幅広い燃料種に適用可能で大型化も容易である。

2-2. 高温集塵プロセス

生成ガス中には、ばいじんや微量の未燃炭素分、タールが含まれる。このガスをガスエンジン等に利用するには、これらを取り除く必要がある。本システムでは、ガス化炉で発生した高温ガスから、タクマが独自開発したセラミックフィルタ式高温集じん装置によりばいじんを除去する。これにより、後段でタール分解触媒が安定して機能し、下流の熱回収装置の伝熱管への灰の付着も抑制できるので効率よく熱回収できる。さらに高温捕集灰は、有害な重金属類や有機性物質は含まず、無害化処理の必要がない。

2-3. タール分解プロセス

ガス化で生成するタールは多種多様であり、

高温下で気化しているが、低温では析出し、中には結晶化するものもある。これらは配管等のつまりを引き起こし、安定運転を阻害する原因となる。このタールの処理がガス化の安定運転で最も重要になる。そこで弊社は高効率にタールを分解する触媒を開発した。触媒を写真1に示す。この触媒により、タールを水素と一酸化炭素といった可燃性ガスに変換することができる。これにより設備運転上のトラブルを回避し、ガス化効率も向上する。タール分解後は、除塵され、かつタールも除去されたクリーンな高温ガスとなるため、安定した運転が可能になると共に、高効率発電や熱回収することができる。



写真1 タール分解触媒

2-4. 熱回収プロセス

タール分解設備を通過した生成ガスは清浄な高温可燃ガスとなるため、熱回収装置は伝熱効率が高くコンパクトなものとする事ができる。

2-5. 発電プロセス

前述したように発電量は任意であり、汚泥から生成したガスに都市ガス等を加えることで任意に発電量を設定することができる。発電規模を大きくすれば、発電設備の廃熱で汚泥乾燥用熱源の全てを賄える。また発電量がそれほど必要ないのであれば、生成したガスの一部は発電用とし、一部は直接燃焼して蒸気等による熱回収を行うことで自立したシステムを構築することも可能である。

3. 実証試験

弊社では本システムの開発を平成13年度に開始し、平成16年度 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業」にて、NEDO、東京瓦斯株式会社殿と共同で15 ton/day 規模の汚泥ガス化発電実証試験設備を建設、ガス化発電の実証試験を開始した。本事業は平成20年度に終了したが、その間に実用化の確認を目的として3ヶ月間の連続運転を実施し、国内初となる2000時間の連続ガス化運転を達成した。

実証設備の仕様と外観を表1、写真2に示す。

表1 実証設備仕様

原料	： 高分子系脱水汚泥
処理量	： 15ton/day（脱水汚泥ベース）
乾燥水分	： 入口80% ⇒ 出口20%
ガス化方式	： 常圧 空気吹 循環流動層方式 空気比 0.3~0.4
高温ガス精製設備	： フィルタろ過除塵+タールの触媒分解
熱回収設備	： ガス化空気予熱+廃熱ボイラ
低温ガス精製設備	： 酸及びアルカリ洗浄
発電設備	： ガスエンジンコージェネレーション設備
発電出力	： 200kW
熱回収（蒸気+温水）	： 約270kW（最大）



写真2 実証設備外観

発電出力は、都市ガスの混焼にて200 kW、汚泥ガス化ガス専焼で100 kW程度である。残渣は汚泥焼却灰と同様にセメント用原料として再利用された。

4. 環境負荷低減に向けて

実証試験の結果に基づいて、汚泥処理150 t/日規模を想定してエネルギー収支を試算すると、ガス化は焼却と比較して、一次エネルギー使用量を約22%に相当する年間約10.7万GJ削減が可能である。またCO₂排出量は、ガス化では焼却と比較して排出量が約50%と大幅に低減され、年間約1.9万tonのCO₂削減が可能であるという結果が得られた。

これより、本システムは従来の焼却処理と比較して大幅に温室効果ガスを削減できる貢献度の高いシステムであるということが試算の上でも確認できた。

5. おわりに

本ガス化システムは、有効なエネルギー源として利用されていなかった下水汚泥をエネルギーとして利用することができるだけでなく、焼却では発生する亜酸化窒素を排出しないことから、前述したように焼却炉と比べ温暖化ガスを約50%削減することができる技術である。

弊社では、今後とも個々の客先のニーズに応じた最適エネルギー利用システムを提案し、バイオマスボイラ、ごみ焼却プラントのパイオニアとして、地球温暖化防止に貢献していく所存である。