

消化ガスを燃料とする燃料電池システムの性能評価研究

全体期間

2003. 4～2005. 3

(目 的)

下水処理場の汚泥処理プロセスで生じる消化ガスは多くのメタンを含む有用なエネルギー源である。大阪市では、市内の各下水処理場の汚泥消化施設に高濃度消化方式プロセスを順次採用しているため、汚泥処理プロセスに使用するエネルギーが減少し、汚泥処理プロセス以外に利用可能な余剰ガス量が増加しており、この余剰ガスの利用用途の拡大が課題となっている。

消化ガスの有効利用の一つとして消化ガスを使用する燃料電池がある。しかし、消化ガスには、電池燃料の燃料として有用な成分であるメタンの他にさまざまな物質が含まれており、このうち、二酸化炭素(CO₂)は含有濃度が高いと相対的にメタン濃度を下げ、電池の出力を低下させる。また、硫化水素(H₂S)等は燃料電池にとって阻害物質であり、燃料電池の劣化を早めることになる。このため、大阪市においては、二酸化炭素と阻害物質の同時除去を目指し、平成5年度より湿式アルカリ2段吸収装置による実験を行ってきた結果、燃料電池の燃料として消化ガスを精製したガスが利用できる見通しを得た。そこで、この技術の実証実験を行うにあたり、平成8年度に大阪市と(財)下水道新技術推進機構の共同で新世代下水道支援事業制度機能高度化促進事業(新技術活用型)として実用化研究を実施した。その後、平成9年度から消化ガスを燃料とする燃料電池の実証プラントの建設に着手し、平成15年度に完成した。

本研究は、この完成した実証プラントを用いて、平成15、16年度の2カ年にわたり、燃料電池システムの有用性、維持管理性、経済性等について性能評価研究を実施し、取りまとめたものである。

(結 果)

1. 施設性能・能力

ガス精製設備の性能は、消化ガス量(G)と第1吸収塔の吸収液量(L)とによるL/G比と高い相関があり、適切なL/Gで運転を行えば、目標とするメタン濃度(85vol%-DG程度)の精製ガスを得ることができる。しかし、L/G比が大きくなるとメタン濃度の増加とともに、燃料電池の運転に支障をきたす窒素の濃度も増加し、処理目標値(4%)を超える可能性があるため、安定した施設性能を発揮させるためには吸収液温に配慮した運転管理方法の確立が必要である。

燃料電池の性能については、目標の発電効率(39%)をほぼ達成していたが、熱回収効率が73～80%と処理目標値を満足していなかったことがあった。これは、低温水側ではポンプ類の設計値が実運転より大きく、1時間に30分の間欠運転を行っていたことから、熱回収効率が低下する方向になったためである。

2. 環境性

燃料電池からの排ガスについては、消化ガスを直接燃焼しないため、従来の熱機関であれば燃焼過程で生じていた窒素酸化物の排出がごく微量であり、また化学反応による発電のため、駆動部分がなく騒音が少ないなど、環境負荷低減の面でも優れていることを確認した。

3. 維持管理性

ガス精製施設については、吸収液温に見合った適切なL/G比の管理が必要である。このため、日常の中央監視と巡視とともに、季節毎における消化ガス成分濃度の確認等の作業が必要になる。一方、燃料電池は駆動部がないため、設備の耐久性に優れ、自動運転となることから日常的な保守管理をほとんど必要としない。ただし、吸着塔の定期的な交換と電池本体(セル等)の交換が必要になる。

4. 経済性

燃料電池システムのユーティリティ消費量から見た発電コストは、1kW当たり3円から4円と安価ではあるが、建設費等を含んだ総合コストの観点から見た発電コストは、1kW当たり約36円程度(熱回収を見込むと1kW当たり26円程度)となり、現在の電力購入価格(12円/kW)より高価となった。項目として保守費が大きく、今後燃料電池システムの普及が進んでいくに連れ、建設費、保守費が改善されることにより発電コストが安価になっていくと考えられる。

(まとめ)

本性能評価研究において、消化ガス精製設備および燃料電池設備の性能目標は一部全塩素を除いてほぼ満足した運転ができた。ただ発電コストが高いという課題が残るものの、普及が進むに連れてコストが改善されていくものと考えられる。

共同研究者：大阪市都市環境局、財団法人 下水道新技術推進機構

研究担当者：堀江 信之、駒井 篤、内田 浩

キーワード

消化ガス有効利用、湿式吸収法、燃料電池、りん酸形