

消化ガスを燃料とする燃料電池システム

～消化ガス電気エネルギー変換技術～

共同研究者：大阪市

1. はじめに

下水処理場における汚泥消化工程からは、エネルギーとして利用可能な消化ガス（メタンガス）が発生する。発生した消化ガスは主として消化槽の加温に利用されている。大阪市では汚泥消化の方式を順次、高濃度消化に切り替えていくことを計画しており、これにより、消化槽加温に要するエネルギーが減少することが見込まれ、消化ガスの有効利用先の検討が課題となっている。

上記の消化ガス有効利用の一つの選択肢として、大阪市では、前処理設備で消化ガスを都市ガス並みに精製した後、燃料電池に供給する「消化ガスを燃料とする燃料電池システム」の検討を行っている。本研究は平成8年度に実用化評価研究を実施しており、その成果を基に設計・施工した200kW級の発電プラ

ントを用い、施設の性能・能力・維持管理性・経済性の確認を行うと共に、大規模施設への適用等について検討を行うものである。

2. 技術の概要

図-1に本システムの処理フローを示す。本システムは消化ガスを精製する前処理設備（湿

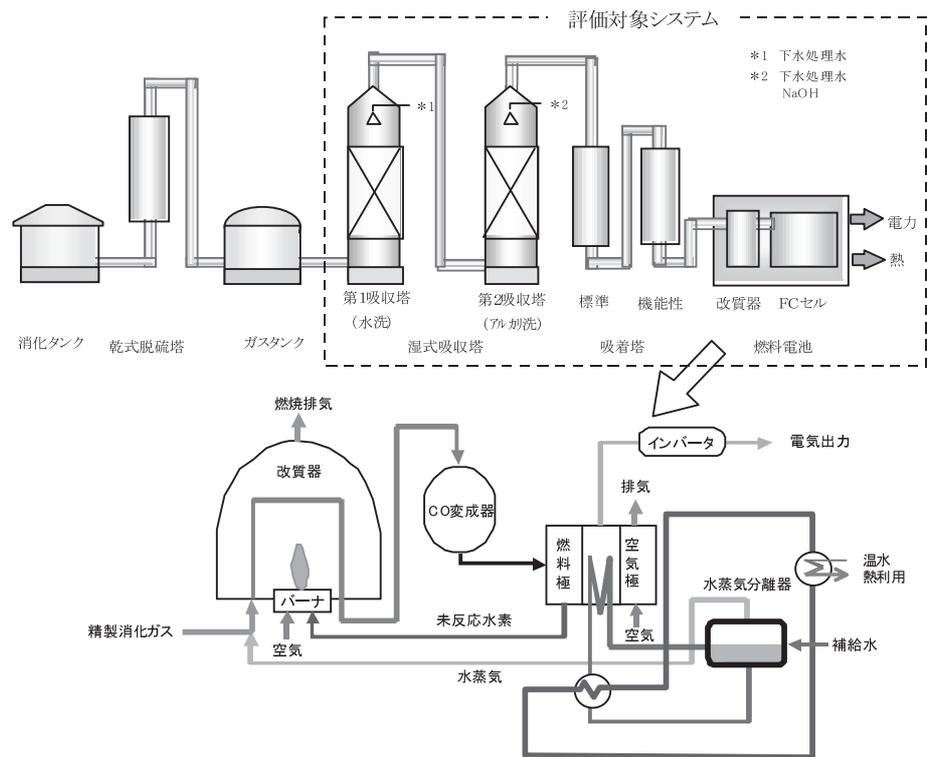


図-1 処理フロー

式吸収法を採用)と、燃料電池(リン酸型を採用)より構成されている。前処理設備で、消化ガスを都市ガスレベルまで精製することにより、都市ガス用のリン酸型燃料電池を稼動、発電するシステムとなっている。

(1) 前処理設備

本システムの前処理設備は、2段式の湿式吸収塔および活性炭吸着塔で構成されている。第1吸収塔において下水処理水を用いてCO₂とH₂Sを吸収させ、第2吸収塔において、苛性ソーダを用いて残りのCO₂とH₂Sを吸収させることにより、燃料電池に供給可能な精製ガスを得ることができる。また、後段の活性炭吸着塔で、シロキサンや有機炭化水素等の微量有害物質が除去される。

表-1に主要なガス精製技術とその原理を示す。ガス精製技術としては、湿式吸収法の他に、吸着剤の吸着力を利用するPSA法や高分子膜に対するガスの透過速度差を利用する膜法等がある。湿式吸収法は大量の水が必要であるが、下水処理場には処理水が潤沢に存在する。そのため、立地条件を活かして効率的なガス精製を実現できる前処理技術と位置づけることができる。

表-1 ガス精製技術

	湿式吸収法	PSA法	膜法
ガス精製の原理	溶媒に対する各成分ガスの溶解度の差と化学反応を利用する	各成分ガスの吸着材への吸着力を利用する	高分子膜に対する膜透過速度の差を利用する

(2) 燃料電池設備

図-2に燃料電池の原理を示す。燃料電池は、平板の電解質板を2枚の電極が挟み込んだ単電池を積層した構成となっている。この単電池に都市ガスやメタノール等を改質して造った水素含有ガスと空気を送り込み、水の電気分解の逆反応によって、燃料を燃焼させることなく直接電気エネルギーとして取り出す装置である。燃料電池には、リン酸型、熔融炭酸塩型、固体電解質型等いくつかの種類があり、本研究では民生用として開発され、ほぼ商用化の段階に達しているリン酸型燃料電池を採用している。リン酸型燃料電池は、他のタイプの燃料電池よりも発

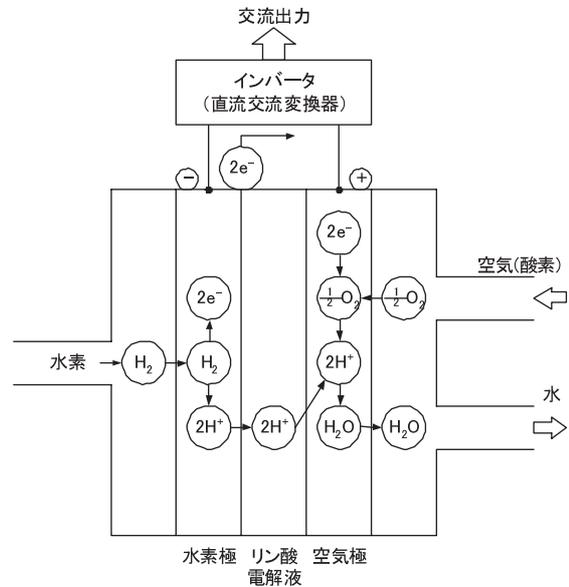


図-2 燃料電池の原理 (リン酸型)

電効率がやや落ちるものの、作動温度が200℃と比較的低いため、取り扱いが容易である。

なお、燃料電池のライフは5年程度と言われているが、大阪市の採用しているリン酸型燃料電池(200kW)に関して、4万時間(約5年)を越えた運転実績を有する民間のプラントは、2004年1月31日現在で14件ある。

3. 実用化研究の成果

平成8年度に実施した実用化研究において、下記の結果を得ている。

(1) 経済性

リン酸型燃料電池の特徴を従来のガスエンジンによる発電と比較してみると、

- ① エネルギー効率が高い
- ② 排ガスがクリーン
- ③ 騒音振動が少ない
- ④ 維持管理が容易

等、多くの面で優れており、また、建屋は不要である。しかし本体経費はやや高価であり、寿命の延命化が課題である。

流入水量200,000m³/日(流入SS濃度120mg/L, SS除去率90%)の施設(以下大規模施設という)を仮定し経済性の比較を行ったところ、削減電力代では有利であるが、ランニングコストは高くなり、総合的には大きな差はなかった。

しかし、下水道資源の有効利用、環境保全の観点等を総合的に判断すれば、燃料電池導入の意義は大きいと考えられる。

(2) 発電電力の試算

大阪市内で全量消化を行っている処理場について、平均電力使用量および消化ガス燃料電池発電量を推定すると、消化ガス燃料電池発電により、処理場で必要になる電力量のうち約30%を賄うことができる試算結果となった。一方で、場内の電力使用量について30%、消化ガス発電量について20%の変動幅を考慮しても、消化ガス発電量が場内電力使用量を上回ることはなく、余剰電力はほとんど発生しない試算結果となった。

(3) 排熱利用計画

大規模施設を対象として、燃料電池発電システムの排熱を利用した消化槽加温システムについて検討した結果、燃料電池の排熱と引抜汚泥との熱交換により消化槽加温システムの必要熱量を全量賄えることが分かった。

4. 性能評価研究の研究項目

(1) 前処理設備

- ・微量有害成分の除去性能
消化ガス中に含まれ燃料電池に悪影響を与えるH₂S等の除去性能を確認する。
- ・メタンガスの精製性能
消化ガスのメタン濃度を都市ガスレベルまで高める性能について評価する。

(2) 燃料電池設備

- ・エネルギー回収率
精製したメタンガスを燃料とした場合のエネルギー回収率が、都市ガスを燃料とした場合と同等程度であるかを確認する。
- ・トラブル発生の有無
精製したメタンガスを燃料として1年程度の実証運転を行い、出力低下等のトラブル有無を確認する。
- ・エネルギーの有効利用方法
発電された電気エネルギーの有効利用方法についての検討を行う。

(3) システム全体

- ・経済性
システム全体の経済性を把握する。
- ・維持管理性
保守点検や立上・停止等の維持管理性についてとりまとめる。
- ・スケールアップ
大規模施設への適用（燃料電池を増設した場合）等について検討を行う。

5. 今後の予定

平成16年度の夏季、冬季にデータ取得を行い、年間を通じた本システムの性能、能力を把握すると共に、維持管理性、経済性を評価し、性能評価書を取りまとめる予定である。

新技術を採用して

平成15年9月から試運転を行っており、処理場設備として、安定した運転に向けて取り組んでいる。

燃料電池の発電の際に発生する温水を消化槽の加温の熱源の一部として利用している。稼働してまもないため、稼働率や熱回収の運転結果を見極めた上で、処理場設備の一環として利用をはかりたい。

(藤田 真 都市環境局水質調査課 課長代理)