

1. 開発経緯

1.1. 開発の趣旨

神戸市では平成7年1月阪神淡路大震災により、ライフラインの一つである下水道施設も甚大な被害が発生し、復旧に注力してきた。市内最大規模の東灘処理場は、その電力を環境局のクリーンセンターの発電で賄っているため、下水汚泥から得られる消化ガス（バイオガス）を自動車燃料として地域へ供給することにより、震災復興のシンボルとする取組みを開始した。

下水処理場では水処理で発生した汚泥の減量化・安定化のための汚泥処理設備を有する。汚泥処理設備では、汚泥を嫌気（無酸素）状態で発酵させる消化プロセスが全国約300箇所の処理場で採用されている。これにより汚泥中の有機物がガス化すると共に、病原菌が死滅し衛生的かつ臭気の低減を図ることができ、その副産物として消化ガスが発生する。消化ガスはメタンと二酸化炭素を主成分とする可燃性ガスで、従来からガスエンジン等の発電機やボイラーの燃料として利用されてきた。

しかし、都市ガスに比べて熱量が低いことに加え、微量不純物である硫化水素やシロキサン（有機珪素化合物の一種で燃焼するとシリカとなり機器を損傷させる）に起因して利用機器が損傷・劣化し、メンテナンス費用がかさむため、利用用途が限定的でその活用が十分に進んでいなかった。全国の消化プロセスを採用している下水処理場では、発生消化ガスの1/3程度は余剰ガスとして焼却処理されており、神戸市も同様の利用状況であった。

消化ガスは下水汚泥であるバイオマスから作られるため、カーボンニュートラルな環境にやさしいエネルギーであり、この利用拡大により二酸化炭素削減に貢献できる。2005年2月には京都議定書が発効され、下水道事業においても温室効果ガス排出量を削減する必要性が高まっている。また、東灘処理場では、消化ガス中の硫化水素を除去する脱硫設備や、その後ガスを貯留する低圧ガスタンクの老朽化のため、脱硫・貯留設備を高機能化する更新により消化ガスの有効利用を高めることが求められていた。

このような背景から、消化ガスの精製方法としては、水と電力のみを使用する非常にシンプルな高圧水吸収法を選定した。消化ガスを圧力下で水と接触させて、消化ガス中の二酸化炭素および微量不純物を除去し、可燃性ガスであるメタン純度を高め、天然ガスの性状に近づける消化ガス精製技術の開発に取り組んだ。

精製装置は海外から技術導入し、各種改良と不純物除去メカニズムの解明により、消化ガス中の二酸化炭素、硫化水素およびシロキサンの同時除去と、メタン濃度とメタン回収率を共に97%以上に両立することが出来た。精製ガスについては、自動車試験機関における排ガス・動力試験および公道での試験

走行を実施し、車両を改造することなく天然ガス自動車の燃料として利用することに成功した。

こうして本申請装置を使って、既設設備を高機能な脱硫設備に更新することにより、下水の消化ガスを、カーボンニュートラルな自動車燃料として地域へ供給できる、現在国内唯一の下水処理場として復興し、順調に稼働している。

なお、「バイオ天然ガス」とはバイオガスを精製して天然ガス成分に近いものを指し、「こうべバイオガス」とは、神戸市で当該ガスの名称を公募により決定した愛称である。

1.2. 開発目標

下水処理場の消化タンクで発生する消化ガスに対して下記の開発目標を設定した。

(1) 処理能力

- ①精製ガス中のメタン濃度が97%以上となること。
- ②精製ガス中の硫化水素濃度が0.1ppm以下となること。
- ③精製ガス中のシロキサン濃度が1.0mg/m³N以下となること。
- ④メタン回収率が平均で97%程度であること。

(2) 天然ガス自動車への適用

上記消化ガスを精製したバイオガスが、天然ガス自動車の改造なしで適用できること。

(3) 既設消化タンク脱硫設備への高機能脱硫システム化

消化ガス精製装置の運転制御方法と中圧ガスタンクの採用により、従来の脱硫設備から、その機能と共に有効利用を促進できる高機能な設備に更新が可能であること。

(4) 二酸化炭素排出削減効果

ガス精製に係るエネルギーが十分低く、天然ガス自動車の都市ガス代替で精製ガスを利用した場合に、70%の二酸化炭素排出削減効果があること。

1.3. 開発経緯

- 2004年7月 : 「消化ガスのバイオ天然ガス化」に関する共同研究を神戸市と株式会社
神鋼環境ソリューションと開始
東灘処理場で消化ガス精製装置の実証実験製作・建設開始
- 2004年10月 : 実証設備の運転開始
- 2004年12月 : 試験機関で精製ガスを使った自動車試験（普通車、大型バス）を実施
- 2005年7月 : 「消化ガスのバイオ天然ガス化」共同研究に独立行政法人土木研究所が加入
- 2005年10月 : 市バスでの公道試験走行開始
- 2005年11月 : 試験機関で精製ガスを使った自動車試験（中型バス）を実施
- 2006年3月 : こうべバイオガス品質管理基準策定
- 2006年4月 : こうべバイオガス活用設備事業が新世代下水道事業に採択される
- 2006年10月 : 市バス営業運転車両へのこうべバイオガス供給開始（1台/日）
- 2006年12月 : 共同研究報告書発行
- 2008年2月 : 東灘処理場こうべバイオガス活用設備 竣工

2008年 3月 : こうべバイオガス供給 (試供期間)

2008年 3月 : 財団法人下水道新技術推進機構による建設技術審査証明を取得

2008年 4月 : こうべバイオガス供給開始

2. 装置説明

2.1. バイオ天然ガス化装置の概要

「バイオ天然ガス化装置」とは、カーボンニュートラルな消化ガスに対して、二酸化炭素や硫化水素を除去し、発熱量等の性状を天然ガスに近い状態にまで精製する装置であり、バイオガス有効利用を促進させることを目的としたものである。

本技術のプロセスは、高圧水吸収法を採用し、下水処理水と電力のみで消化ガスを精製する。まず消化ガスをミストセパレータで固形物および水分を除去したあと、圧縮機で0.8 MPa から0.9MPa の範囲に昇圧して吸収塔下部から投入する。次に吸収塔上部から散水された水と気液接触させ、ガス中の二酸化炭素、硫化水素を水へ溶解させる。また、精製されたガスは除湿器で除湿される。水に溶解した二酸化炭素や硫化水素、シロキサンなどは、減圧塔を介してオフガスとして排出される。

バイオ天然ガス化装置の給水方式は、一過式と循環式の2つの処理方式があり、基本フローをそれぞれ図2-1および図2-2に示す。また外観を写真2-1に示す。

一過式は消化ガスと接触させる水を減圧塔から直接排水する方式で、循環式は水を系内で循環させる方式であり、例えば処理水が多量に使用できる場合は一過式、他設備との兼ね合いで水の使用量が限られ、消化ガスとの接触に必要な水量が確保できない場合は循環式での対応など、状況に応じた方式が選定できる。

いずれの方式においても、減圧塔で水の中から排出されたガスにはわずかにメタンを含むことから、このガスを消化ガス圧縮機に戻すことにより、メタン回収率を改善している。

装置の改良点としては、吸収塔内の充填材として気液接触効率が従来よりも高いものを初めて採用、脱気塔上部の散水を効率的に行うよう形状を変更、また消化タンク圧力検知による自動制御等を実施し、最適運転条件の確定を行っている。

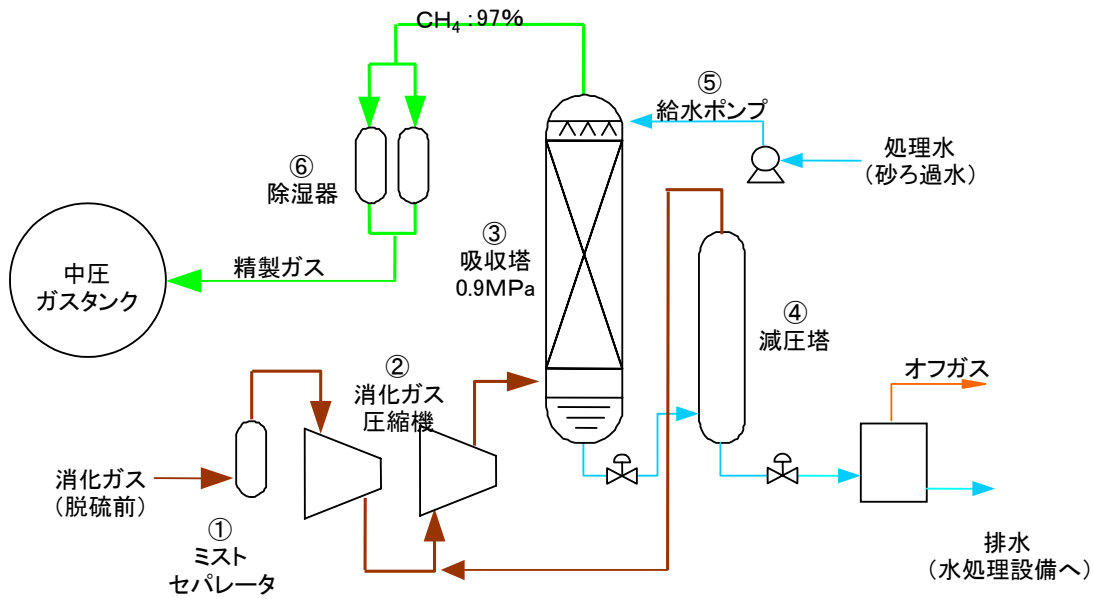


図 2-1 一過式

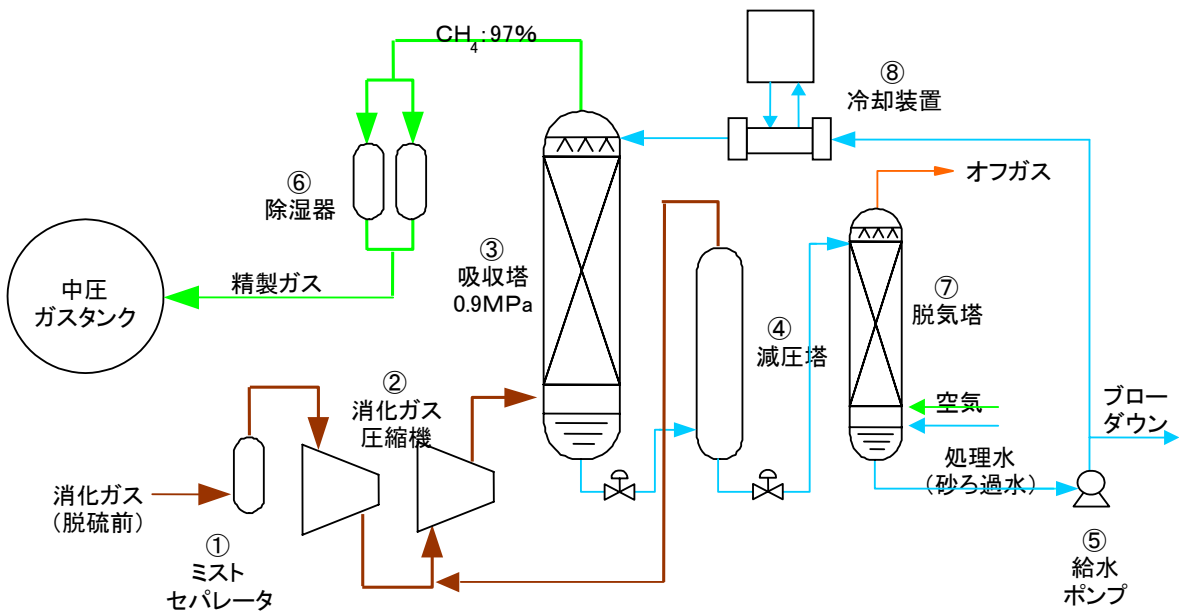


図 2-2 循環式

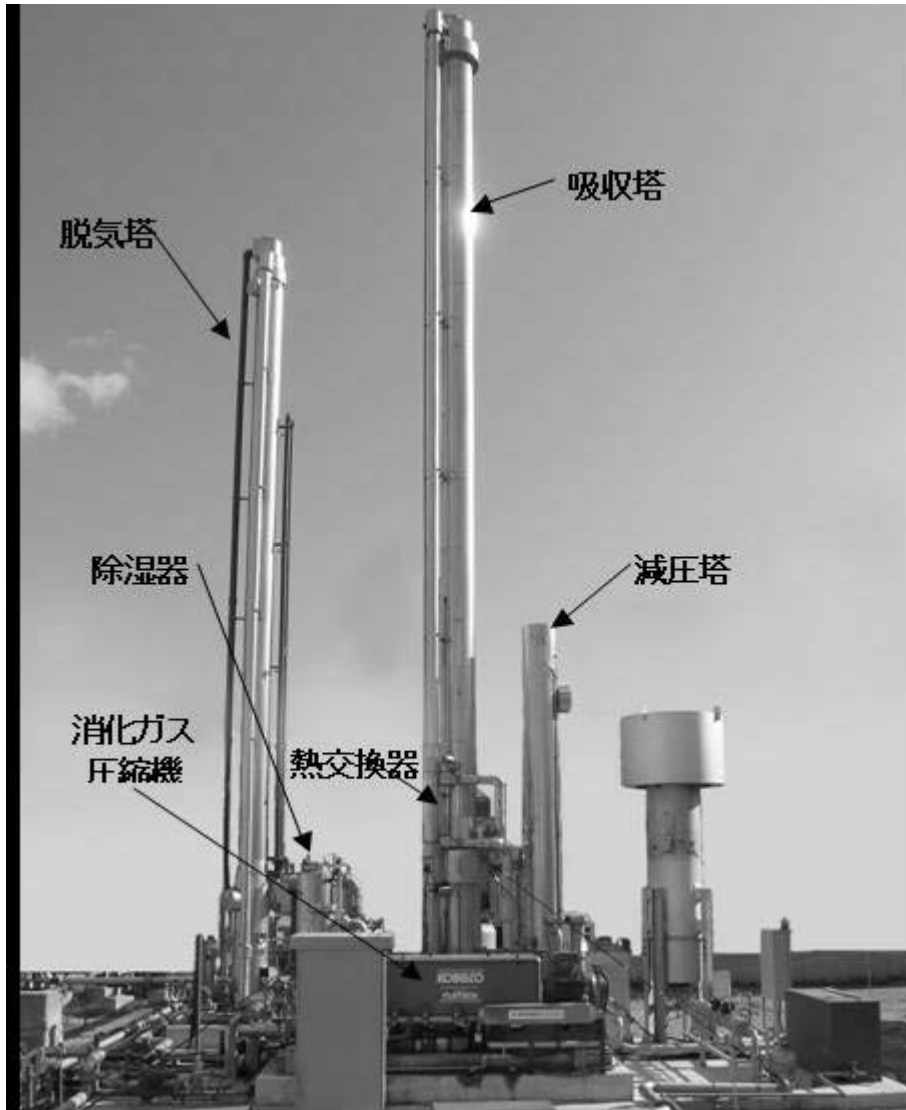


写真 2-1 バイオ天然ガス化装置の外観

2.2. バイオ天然ガス化装置の原理

消化ガスの主成分であるメタンは水にはほとんど溶解しないが、二酸化炭素や硫化水素は水に溶解しやすく、加圧下ではメタンとの溶解度の差がより一層大きくなる特性を利用して、メタンを選択的に抽出している。また、水温が低下すると溶解度が向上する。開発当初は、導入技術をベースに既設脱硫設備で脱硫された消化ガスを対象としていたが、吸収塔内部に接触効率の高い充填剤を採用し、未脱硫ガスに対しての脱硫性能を検証し、申請装置では、脱硫前処理装置は不要とし、高い脱硫機能を有するものとなった。一方、シロキサンは、水に難溶解性のため、常圧下での水との接触では除去できないが、加圧により凝縮し液滴となり、吸収塔内で水に叩き落とされることでガスから分離され、水と共に吸収塔から排出されるメカニズムを解明し、特許化すると共に、最適運転状況を確定した。これらの原理、メカニズムにより、高圧水を利用し吸収塔内で二酸化炭素、硫化水素およびシロキサンの同時除去が可能となった。

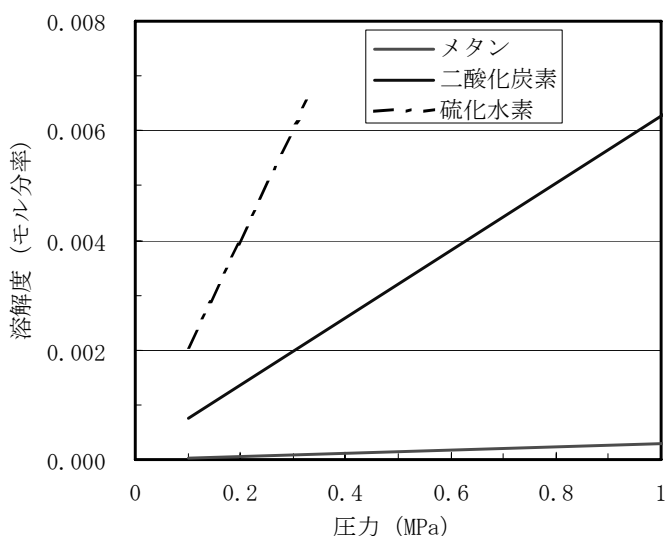


図 2-3 各物質の圧力と水への溶解度との関係 (18°C, 硫化水素は 20°C)

[化学便覧 基礎編 掲載データをグラフ化]

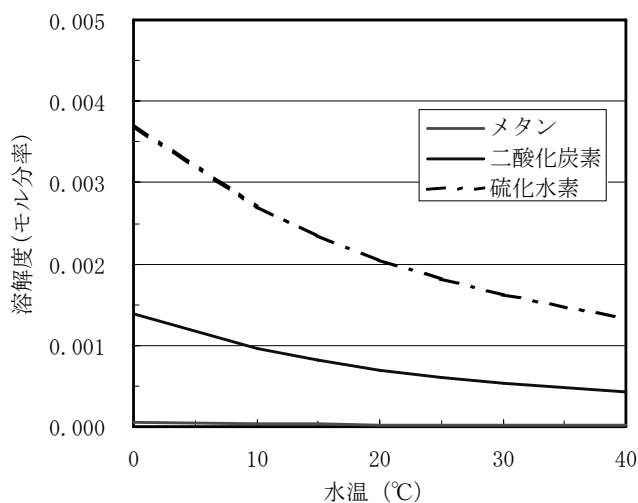


図 2-4 水温と水への溶解度との関係 (気体の分圧が 101.3kPa の場合)

[化学便覧 基礎編 掲載データをグラフ化]

2.3. バイオ天然ガス化装置による消化ガス高機能脱硫システム

従来脱硫設備では、消化タンクから排出される消化ガスは、脱硫設備を経由して消化タンクの圧力調整機能を有する低圧ガスタンクに貯留し、消化タンク加温用ボイラーや余剰ガス燃焼装置へ供給される。脱硫後の消化ガス中のメタン濃度は、脱硫前と同様に6割程度であり、硫化水素除去率は乾式脱硫の場合約90%、湿式の場合で約70%である。このため、残存する水分、硫化水素やシロキサン等の除去が必要となり、従来の有効利用技術では、この脱硫設備の下流側に、ガス精製装置を別途配置する必要がある。

高機能脱硫システムでは、消化タンクから発生した消化ガスは直接バイオ天然ガス化装置へ供給され、約0.9MPaの高圧水により消化ガスが精製され、メタン濃度は97%以上、硫化水素は0.1ppm以下、シロキサンは1.0mg/m³N以下となり、天然ガスに近い性状のバイオガスが得られる。消化タンクの圧力調整機能については、その圧力が一定になるようバイオ天然ガス化装置の消化ガス圧縮機の回転数を制御することで可能となり、特許として権利化済みである。精製後は、その圧力を利用し中圧ガスタンクの採用が可能である。この高機能脱硫システムでは、従来の脱硫装置、低圧ガスタンクを設置することなく、当申請装置のみで消化ガスの有効利用を促進出来る。消化タンク加温用ボイラーへの用途に加えて、コージェネレーション設備、天然ガス自動車（CNG車）燃料や、さらには都市ガス原料化もしくは導管接続へ有効な技術である。また、中圧ガスタンクの採用により設置面積の削減と建設費用の低減を図ることができる。

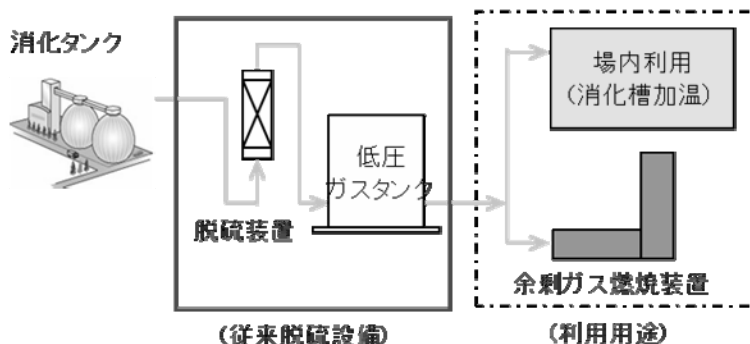


図 2-5 従来脱硫設備

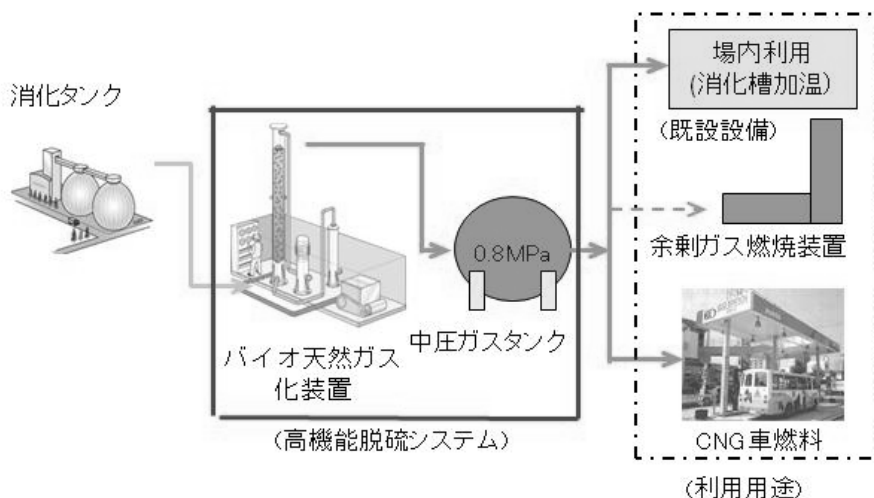


図 2-6 高機能脱硫システム

3. 成果

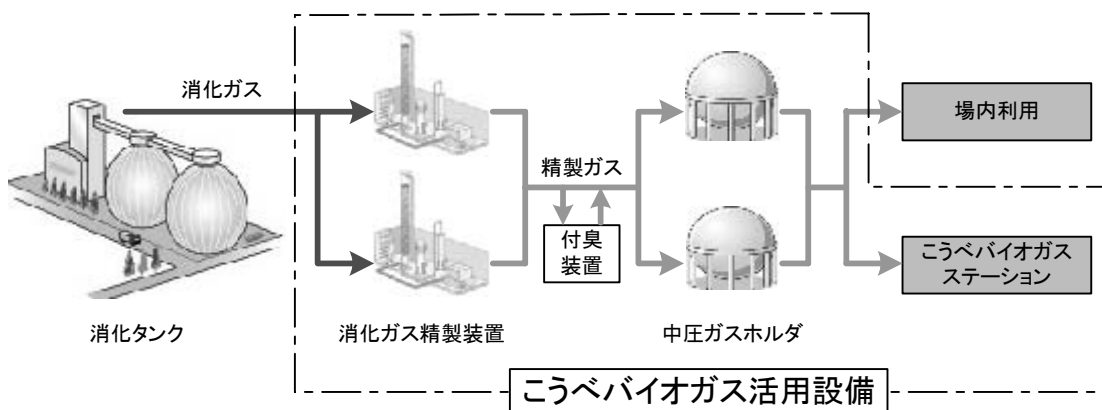
消化ガス処理量 80m³N/h の実証機による検証と、処理量 330m³N/h の実機の稼働により、下記を確認した。

3.1. 性能（安全性・耐久性）

(1) 装置能力

実設備の処理フローを下記に示す。既設の消化タンクから発生した消化ガスは申請装置（バイオ天然ガス化装置）へ直接供給された後、中圧ガスホルダへ一時貯留され、こうべバイオガスステーションで天然ガス自動車へ供給および場内利用として消化タンクの加温、空調用ボイラー燃料に利用される。

精製ガスは本来無臭であるが、天然ガス自動車の燃料として利用する場合、高圧ガス保安法の規定により、空气中に漏れた場合に臭いを検知できなければならない。そのため精製ガスに付臭を行っている。方式は、実証実験で検証済の蒸発方式を採用し、付臭剤には石炭ガスの臭いのするテトラヒドロチオフェン（化学式：C₄H₈S）を使用している。設備費が安価で動力を要しない蒸発方式において年間を通じて法規制を満たす付臭が可能であることを実証実験で確認できたことから、実設備でも採用し安定稼働している。



実機循環運転のガス分析結果を表 3-1 に示す。消化ガス量 241m³N/h、給水量 31.3 m³/h、水温は 7℃で、吸収塔圧力は 0.9MPa である。天然ガス自動車燃料に適した精製ガス運転管理値を、各成分とも満足していることを確認した。硫化水素およびシロキサンは 99%以上の高い除去率が得られており、精製ガス中の濃度は極めて低い値である。硫化水素は気液接触効率の高い充填剤の効果が発揮され、シロキサンは解明された除去メカニズムに基づいた最適運転条件の設定により、それぞれが目標値を達成している。

メタンの回収率は、実証機で流量・濃度の測定値から平均 97%を確認し、実機でも 98%を確認しており、メタン濃度と回収率共に高い値を得ることが出来た。

精製に要する消費電力は、表 3-1 の分析を行った 1 日の平均で、消化ガス 1m³N あたり 0.36kWh、精製ガス 1m³N あたり 0.63kWh であった。これより、精製に要する電力は、精製ガスの保有エネルギーの 6%程度であり、精製によるエネルギーロスは十分低い値である。

表 3-1 ガス分析結果

		消化ガス (未脱硫)	排気	精製ガス (付臭後)	精製ガス 運転管理値
メタン	%	59.5	0.8	98.6	97以上
二酸化炭素	%	38.9	27.6	<0.1	—
酸素	%	<0.1	15.1	0.2	4未満
窒素	%	0.4	56.5	1.2	—
硫化水素	ppm	480	510	<0.02	0.1以下
水分	%	1.2	1.1	—	—
露点	℃	—	—	<-60	-51以下
シロキサン (D3～D6の合計)	mg/m ³ N	12.6	7.1	0.014	1.0以下
高位発熱量 (計算値)	MJ/m ³ N	24.0	—	39.4	—
	kcal/m ³ N	5,740	—	9,410	—
臭気濃度	—	—	—	3,000	2,000以上

(2) 装置性能

申請の装置は以下の通り操作性、環境面での安全性の高い装置となった。

① 操作安全性

- ・ バイオ天然ガス化装置は全て自動化されており、前後の関連設備とインターロックを取ることで安全に起動・停止を行えるようにしている。
- ・ 回転機器はガス圧縮機と高圧水用のポンプである。圧縮機は電動機と直結されて回転部分の露出箇所がなく、かつ防音カバーで完全に覆われている。ポンプも電動機直結タイプであり回転部分はカバーを設けている。
- ・ 消化ガス処理量制御は二つの方式がある。一つは消化タンク圧力が一定となるよう圧縮機の回転数を制御する方式である。もう一つは消化ガスの処理量をマニュアル設定する方式で、既設脱硫・ガス貯留設備と共に稼働する場合便利である。いずれの場合も消化ガス発生量が処理量を下まわった場合は、消化タンクが負圧になる可能性があるため、自動的に処理量を低下させ消化タンク圧力を保持し安全を確保している。
- ・ さらに、万一消化タンクが負圧に近づくと、直ちに中圧ガスタンクของガスを消化タンクへ戻すラインを設けており、安全対策を講じている。

② 環境安全性

- ・ 運転中の騒音源であるガス圧縮機は防音カバーで覆い騒音を低減している。さらに低減する場合は精製装置ユニット全体をカバーする方式の選択が可能である。
- ・ 精製ガスはメタンが主成分（97%以上）のため無臭となる。これを検知するため高圧ガス保安法にも規定されている付臭装置を設け、ガスがリークした場合容易に検知できるシステムを採用している。

③ 耐久性

- ・実証設備では昼間平日のみの運転を3年3ヶ月間継続し、問題の無いことを確認しており、実機では08年3月から08年12月までの運転を継続し、現在も順調に稼働している。
- ・実証機の約1年間の運転で交換した部品は、ミストセパレータ用フィルターのみであり、長期の耐久性が望める状況である。
- ・吸収塔内部には消化ガスと水の接触効率を向上させるための充填剤があり、特に下水処理水を使用していることから微生物による閉塞を危惧していた。しかし、実証機の3年3ヶ月間の断続運転後の内部点検と、実機での約1年の連続運転状況から、吸収塔内の閉塞がないことを確認しており、耐久性を確認できた。これは、吸収塔内の圧力が0.9MPaのため、下水中の微生物が生息しにくい状況であると推定している。

3.2. 特許の有無

本申請装置に関しては、以下の特許出願および商標登録を行なっている。

①名称：ガス精製方法

出願番号：特願 2005-089308、権利化済み 特許番号：特 04088632
神戸市/株式会社神鋼環境ソリューション

②名称：バイオガスの精製方法及びバイオガス精製設備

出願番号：特願 2005-214361、権利化済み 特許番号：特 04022555
神戸市/株式会社神鋼環境ソリューション

③名称：消化ガス利用システムにおける消化ガス精製方法およびその精製装置

出願番号：特願 2006-240586、公開中
神戸市/独立行政法人土木研究所/株式会社神鋼環境ソリューション

④名称：メタン回収方法および消化ガス精製装置

出願番号：特願 2006-240585、公開中
神戸市/独立行政法人土木研究所/株式会社神鋼環境ソリューション

⑤名称：バイオガスの精製方法及びバイオガス精製設備

出願番号：特願 2006-240584、公開中
神戸市/独立行政法人土木研究所/株式会社神鋼環境ソリューション

⑥名称：バイオ天然ガス

商標登録：4973289、登録済み
神戸市/株式会社神鋼環境ソリューション

3.3. 維持管理性（容易さ、低コスト等）

(1) 運転・操作性

- ・装置の起動・停止は一つのボタン操作であり、自動連動運転である。運転状況は操作画面で確認し、トレンドグラフとして表示できる。さらに遠隔においても運転状況や各種設定値の確認・変更が可能

能であり、操作性に優れている。

- ・消化ガスの処理量はマニュアルで設定する方式と、消化タンク圧力が一定になるよう自動的に処理量を調整する方式を有しており、運転操作範囲が広い。
- ・吸収塔への散水方式は、一過式と循環式を選定できる。循環式の場合は給水を約7℃に保持することにより常温よりも水への二酸化炭素の吸収量が増加するため、処理量が常温の5割程度増加する。このため広範囲な処理量設定が可能となる。
- ・バイオ天然ガス化装置の出口には、連続ガス分析計を設置しており、規定のガス性状から外れた場合は、そのガスを精製装置入口へ戻し、内部で循環することにより、規定のガス性状を常に得られるよう制御されている。尚、内部循環しても精製ガス性状が回復しない場合は、精製装置をバイパスして余剰ガス燃焼装置へ供給するラインを設けている。

(2) メンテナンス性

- ・精製原理がシンプルであることから、特殊な機器の構成はなく、メンテナンスに特殊技能を必要としない。
- ・さらに、精製に要するユーティリティは電力と下水処理水のみであり、薬品を使用することがなく、扱いが容易である。
- ・中圧ガスタンクを採用できるため、その補修面積を低減でき、さらに精製ガス中の硫化水素や水分が完全に除去されているため補修頻度を長く設定できる。

(3) 維持管理コスト

- ・精製に利用されるユーティリティは電力と処理水であり、精製に要する電力は、精製ガスの保有エネルギーの6%程度であり、精製によるエネルギーロスは十分低い値である。
- ・全自動運転のため、特別な調整運転は不要で、通常点検のみのため、維持管理要員を抑えることが出来る。

以上の成果を元に、申請装置と従来装置の比較を表3-2にまとめた。従来装置としては消化ガスの乾式および湿式脱硫装置とした。

表 3-2 比較表

項目	従来脱硫設備	申請装置
脱硫機能 (硫化水素除去)	乾式脱硫の除去率：90% 湿式脱硫の除去率：70%	99%以上の除去率があり、 精製ガスの硫化水素濃度は 0.1ppm 以下となる
メタン濃度と メタン回収率	発生消化ガスと同様 60%程度 他のメタン精製では右記の両立は不可	メタン濃度は 97%以上 メタン回収率も 97%を両立
シロキサン 除去性能	シロキサンを除去するには、活性炭設備 などの別途除去設備が必要であり、長期 運転の事例が少なく、基準値による定量 評価が難しい。	メタン濃度を上昇させると同時に シロキサンの除去が可能であり、 シロキサン濃度は 1.0mg/m ³ N 以下 となる
有効利用性	・消化タンクの加温用ボイラー ・空調用ボイラー	左記に加えて ・天然ガス自動車燃料等
設置スペース	流入水量約 100,000m ³ /d で比較すると	
	低圧ガスホルダ設置面積は約 400m ²	申請装置＋中圧ガスホルダで約 100m ²
維持管理性	乾式脱硫の場合は脱硫剤が必要、湿式で は脱硫装置内部の定期洗浄が必要 シロキサン除去には特殊活性炭が必要 さらにガスタンクが大きく補修面積が 大きく費用が高くなる	精製には下水処処理水と電力のみ であり、運転管理が容易 ガスタンクの補修面積が小さく費 用が削減できる

3.4. 経済性（他社・従来装置との比較等）

従来の消化ガス脱硫システムと今回の高機能脱硫システムを比較すると下記の通りであり、申請装置では、年間経費は同等で二酸化炭素の削減効果や高品位なガスが得られる。

表 3-3 経済性比較

項目	従来脱硫方式	申請装置による高機能脱硫システム
処理規模	処理消化ガス 400m ³ /h	同左
処理フロー	消化ガス ⇒脱硫装置（湿式） ⇒低圧ガスタンク （有効利用）	消化ガス ⇒バイオ天然ガス化装置 ⇒中圧ガスタンク （⇒有効利用）
設備費	100（シロキサン除去装置含む）	103
維持管理費 （維持管理費内訳）	100 （電力：18%＋補修・消耗品費：82%）	92 （電力：44%＋補修・消耗品費：56%）
経費（15年償却）	100/年	100/年
二酸化炭素削減効果	—	2,200tCO ₂ /年
評価	発熱量が低く、有効利用はコージェネレーションに限定される	年間経費が同等で高品位なガスが得られ有効利用用途が拡大する

3.5. 将来性（既存設備との代替、普及の可能性等）

2005年2月に京都議定書が発効し、下水道事業においても温室効果ガス排出量の益々の削減が求められる。昨今の地球温暖化防止対策に対して、当申請装置は廃棄物である下水汚泥からエルギーを得るものであり、非常に有益であると考えられる。

消化タンク施設に必要な消化ガス脱硫設備や中圧ガスタンクの更新時期を迎えた下水処理場では、既設設備同様の単純更新ではなく、未利用消化ガスエネルギーの利用促進が求められる。

よって、今後益々求められてくる低炭素社会形成に向けて、当申請装置は、従来の脱硫・ガス貯留機能を有した上で、消化ガスの有効利用に適したガスに精製できることから、さらなる普及が確実に期待できる。

3.6. 独創性（先進性、類似装置等）

バイオ天然ガス化装置を適用することにより下記の独創性を有する。

(1) 天然ガス自動車燃料への適用

申請装置で精製したバイオ天然ガスを使って、下記の自動車試験を実施し都市ガスの代替燃料として問題の無いことを確認した。

①既存の天然ガス自動車（普通車および大型・中型バス）について、財団法人日本自動車輸送技術協会およびDRD（旧社名：日産ディーゼル技術研究所）による動力および排出ガス試験を実施し、下記の結果を得た。

- ・ バイオ天然ガスを燃料とした場合、燃料ガス発熱量あたりの燃料消費率は、都市ガス13Aを燃料とした場合と同等であった。

- ・ 排出ガスについては、都市ガス 13A 燃料の場合と比較して、バイオ天然ガス燃料の方が THC（全炭化水素）は高く、窒素酸化物は低い傾向が見られた。いずれも当該車両に適用される技術指針値を満足した。
- ・ メタン濃度は 95%（都市ガス 13A に対する発熱量比 80%）以上であれば、既存の天然ガス自動車において、都市ガス 13A を燃料に用いた場合と実用上有意差のない動力性能および排出ガス性能が得られた。

②長期の公道試験走行では、国土交通省兵庫国道事務所神戸維持出張所道路維持作業用パトロールカーによる 2 年 5 ヶ月の使用により、バイオ天然ガスと都市ガスの違いは特にないと行った感想を運転手から得た。

③短期の公道試験走行として、神戸市交通局市バス、神戸市環境局ごみ収集車、神戸市建設局東水環境センター公用車、民間事業者運送用車両による各種試験を実施した。その結果、燃費や運転手による運転感覚については一般の天然ガス自動車と同等であり、実験期間中のバイオ天然ガス使用によるトラブルはなかった。また、市バスにおける排気ガスの成分についても CO や HC とも基準値以下であることを確認した。

④これらの結果により 2006 年 10 月からは、神戸市交通局市バスの車両による営業運転を開始している。

⑤実機では、上記公道試験走行に参加した車両に加え、下水汚泥脱水ケーキ運搬車を含め、登録台数は約 120 台を超え、現在バイオ天然ガスを安定供給している。

(2) 消化ガス中の不純物同時除去

消化タンクから生成される消化ガスを直接処理し、メタン純度を高めるのみならず、ガスタンクや燃焼機器への損傷原因となる硫化水素やシロキサンさらには水分を同時除去できるため、設備はシンプルとなり、経済的である。

(3) 既設消化タンク設備更新時の高機能化

上記不純物同時除去に加えて、従来脱硫設備機能である消化タンク圧力調整が可能である。このため、従来の消化施設の脱硫設備、低圧ガスタンクの更新時に、本申請装置と中圧ガスタンクを適用することにより、高機能な脱硫設備に更新が可能であり、消化ガスの有効利用を促進することが出来る。

(4) 下水処理場の一般市民へのアピール

下水処理場を一般市民への理解を深めるために、近年はその上部空間のテニスコートなどでの利用、処理水による水辺と親しむ修景用地や各種イベントが開催されている。このような状況の中、当申請装置により、下水処理場で発生するガスを低公害車である天然ガス自動車の燃料として供給することで、益々一般市民への下水道の理解が深まり啓蒙活動を強く促進できる。

3.7. 今後の規制に対する対応策

本申請装置の設置により、以下の通り今後予想される法整備や規制強化に対応できる。

(1) 環境負荷としての二酸化炭素排出規制強化

本申請装置は、正にカーボンニュートラルなバイオガスの有効利用であり、二酸化炭素排出量の低減に大きく寄与できる。バイオガスは下水処理過程で発生するものであり、その精製に要する電力は精

製ガス 1m³N/h あたり 0.63kWh である。これは製品ガスの保有エネルギーの 6%弱であり、精製に要するエネルギー使用量が非常に低い。

(2) RPS 法への適用

RPS 法（電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法）により電気事業者に対してその販売電力量に応じて一定の割合で新エネルギーの利用を義務付けられている。その新エネルギーにはバイオマスの利用が含まれ、本申請装置は、バイオマス的一种である下水汚泥の消化ガスを効果的に利用できる技術である。バイオマス利用のポイントの一つは安定して収集できることにあるが、下水の場合は配管で各家庭、事業所と接続されており、効率的に収集されるバイオマスであり、効果的な活用が期待できる。

(3) 自動車排ガス規制に対する低公害車促進への寄与

天然ガス自動車は、都市ガスを圧縮した圧縮天然ガス（CNG）を燃料とした代表的な低公害車で、窒素酸化物の排出量が少なく、硫黄酸化物は排出されない。この燃料に当申請装置で精製したバイオ天然ガスを利用することにより、都市ガス使用と比較して二酸化炭素を 70%削減できるため、さらなる低公害車として普及促進に寄与できる。

4. 応用分野

下水処理場で発生する消化ガスの精製のほか、生ゴミからのメタン発酵や、ゴミの埋立地から発生するバイオガスの精製への適用範囲拡大を期待している。

一方、近年ガス事業者がバイオガスの導管への接続基準を公表し、バイオガスの利用拡大の動きが見られる。当申請装置により精製したバイオガスの場合、メタンガスが主成分のため天然ガスグループ 12A（燃焼速度 34 以上 47 以下、ウォッベ指数 49.2 を超え 53.8 以下）に相当する。これをさらに熱量調整等の技術を付加することにより、天然ガスグループ 13A（燃焼速度 35 以上 47 以下、ウォッベ指数 52.7 を超え 57.8 以下）に調整することにより、ガス事業者の導管接続への可能性があり、飛躍的なバイオガス利用促進を図ることができる。