

第4章 計画・設計

第1節 導入計画

§ 23 計画の手順

本技術の導入に関する計画は、以下の手順で実施する。

- (1) 基本条件の設定
- (2) 基本計算
- (3) 施設計画の検討
- (4) 導入効果の検証
- (5) 導入計画の策定

【解説】

第3章 導入検討において、期待した導入効果が見込まれると判断された場合、その導入シナリオに基づき、以下の手順で導入計画を立案する。

- (1) 基本条件の設定（§ 24 参照）
- (2) 基本計算（§ 25 参照）
- (3) 施設計画の検討（§ 26 参照）
- (4) 導入効果の検証（§ 27 参照）
- (5) 導入計画の策定（§ 28 参照）

§ 24 基本条件の設定

導入計画の検討に先立ち、下水汚泥の発生量および濃度等の基本条件を設定する。

【解説】

管理年報等から表4-1に示す初沈汚泥および余剰汚泥の発生量、各種濃度（固形物、有機物、全窒素、NH₄-N）を設定する（最初沈殿池、最終沈殿池の引抜汚泥ベースの日最大値および日平均値）。

さらに、発電、水素製造・供給の有無、施設稼働率、運転時間等の基本条件を設定する。

表4-1 基本条件の設定

初沈汚泥	汚泥量	m ³ /日	日最大値 および 日平均値
	固形物	%	
	有機物	%	
	全窒素	mg/L	
	NH ₄ -N	mg/L	
余剰汚泥	汚泥量	m ³ /日	
	固形物	%	
	有機物	%	
	全窒素	mg/L	
	NH ₄ -N	mg/L	

§ 25 基本計算

基本条件の設定に基づき、基本計算を行う。基本計算では以下の項目を実施する。

- (1) 基本フローの検討
- (2) 物質収支の計算

【解説】

§ 24 にて設定した基本条件に基づき、基本計算を実施する。

(1) 基本フローの検討

水素製造・供給の有無を踏まえ、設備全体の基本フローを設定する。図4-1にフロー例を示す。

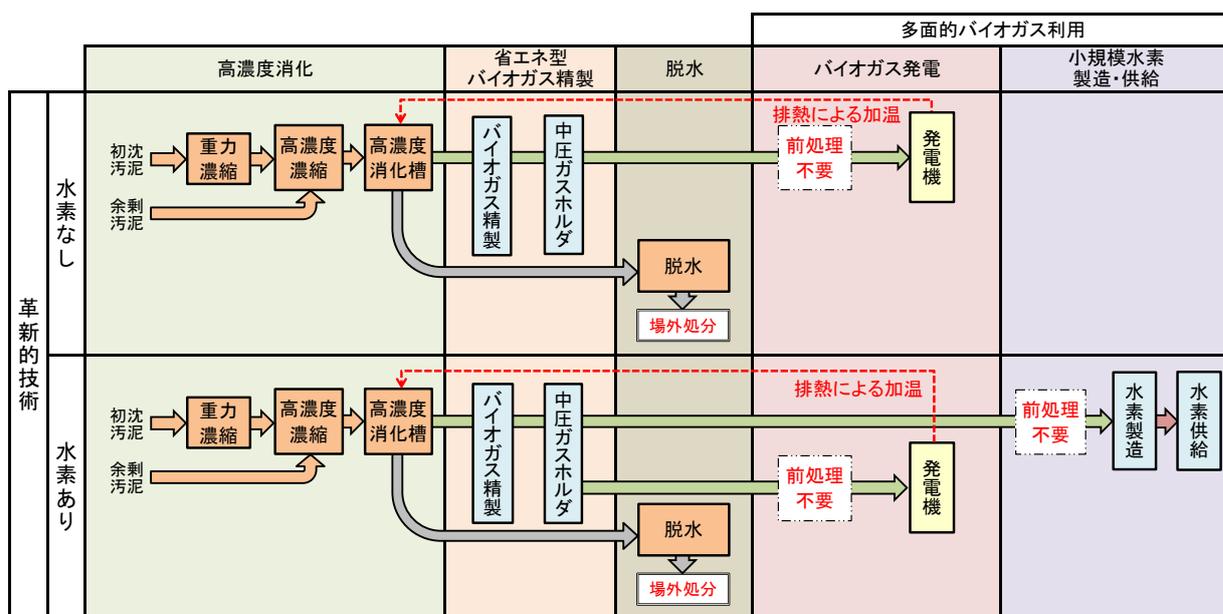


図4-1 基本フロー例

(2) 物質収支の計算

設定された基本フロー、基本条件に基づいて、各設備、機器の運転条件を設定して物質収支を算出する。革新的技術全体の算出例(日平均処理汚泥量 6.8 t-ds/日規模)を表4-2に示す。

表 4-2 革新的技術の物質収支例（日平均処理汚泥量 6.8 t-ds/日規模）

		単位	下水汚泥	
			初沈汚泥	余剰汚泥
処理量 (高濃度濃縮投入量)	湿重量	t-wet/日	340	340
	固形物濃度 (TS)	%	1.0	1.0
	固形物量	t-ds/日	3.4	3.4
	有機物濃度 (VS)	%	0.8	0.8
	有機物量	t-VS/日	2.72	2.72
計算条件	高濃度濃縮機回収率	%	95	
	有機物分解率	%	55	
	バイオガス発生量	Nm ³ /t-投入 VS	500	
	バイオガスメタン濃度	%	60	
	精製ガスメタン濃度	%	95	
	脱水機回収率	%	90	
	脱水汚泥含水率	%	80	
	水素製造原単位	Nm ³ -精製ガス/Nm ³ -水素	0.5	
計算結果	分解有機物量	t-VS/日	2.99	
	消化汚泥中有機物量	t-VS/日	2.45	
	消化汚泥中固形物量	t-ds/日	3.81	
	バイオガス発生量	Nm ³ /日	2,584	
	精製ガス量	Nm ³ /日	1,632	
	脱水汚泥量	t-wet/日	17.2	
	水素製造量	Nm ³ /日	表資 2-18 のように設定	

表 4-2 に示される計算結果は、以下の計算式をもちいて求めることができる。消化槽への汚泥投入量や濃度等の計算条件が異なる場合にも適用可能である。

高濃度濃縮回収率、精製ガスメタン濃度、脱水汚泥含水率としては、実証研究結果に基づき、それぞれ 95%、95%、80% をもちいる。既存の消化槽がない等により、VS 分解率、投入 VS 当たりバイオガス発生量、バイオガスメタン濃度の実績値がない場合は、それぞれ 55%、500 Nm³/t、60% と仮定する。

$$\text{分解有機物量 (t-VS/日)} = \text{有機物量 (t-VS/日)} \times \text{高濃度濃縮回収率 (\%)} \times \text{VS 分解率 (\%)} / 100$$

$$\text{消化汚泥中有機物量 (t-VS/日)} = \text{有機物量 (t-VS/日)} \times \text{高濃度濃縮回収率 (\%)} - \text{分解有機物量 (t-VS/日)}$$

第1節 導入計画

消化汚泥中固形物量(t-ds/日) = 固形物量(t-ds/日) - 分解有機物量(t-VS/日)

バイオガス発生量 (Nm³/日) = 有機物量(t-VS/日) × 高濃度濃縮回収率(%) × 投入VS当たりバイオガス発生量
(Nm³/t-VS)

精製ガス量(Nm³/日) = バイオガス発生量 (Nm³/日) × バイオガスメタン濃度(%) / 精製ガスメタン濃度(%)

脱水汚泥量 (t-wet/日) = 100 / (100 - 脱水汚泥含水率(%)) × 消化汚泥中固形物量 (t-ds/日) × 脱水機回収率
(%) / 100

§ 26 施設計画の検討

施設計画の検討に際しては、以下の項目について検討を行う。

- (1) 構成設備の諸元設定
- (2) 適用法令の確認
- (3) 配置計画

【解説】

(1) 構成設備の諸元設定

基本計算を基に、プロセスを構成する主要設備についての諸元（型式、能力、使用条件等）を設定する。

(2) 適用法令の確認

本技術の導入に当たっては、以下に示す法令が適用され、事前の確認および定められた手続きが必要となる。

1) 都市計画法

下水処理場は下水道事業として都市計画決定を行い事業認可を受けているが、新たに消化設備を設置する場合は、あらかじめ関係機関と協議・調整しておくことが重要である。

なお、市街化調整区域への小規模水素製造・供給設備の設置については、**開発許可制度運用指針 I-6-2 第1号関係(3)**の水素スタンドに関する規定を参考とすることができる。

2) 景観法

消化設備、バイオガス精製設備等を設置する自治体によっては、景観法が適用される可能性がある。あらかじめ関係機関と協議・調整しておくことが重要である。

3) 建築基準法

新たに消化設備、小規模水素製造・供給設備を設置する場合、用途地域内の立地制限について、あらかじめ建築部局に確認し、必要な手続きを行う必要がある（**法 48 条、別表第二**）。また、消化槽、ガスタンク等の工作物の設置について、建築部局に確認し、必要な手続きを行う必要がある。

4) ガス事業法

バイオガスの供給事業（ガス事業を除く。）または自ら製造したバイオガスを使用する事業を行う者は、**ガス事業法第 105 条**の規定により、準用事業者¹⁾に該当する。したがって、新たに事

業を開始する場合は、管轄の経済産業省産業保安監督部長に準用事業開始届出書の提出が必要となる（**ガス事業法第106条**、**ガス事業法施行規則第169条**）。また、消化槽は「ガス発生設備」に、ガスホルダは「ガスホルダー」にそれぞれ該当するため、消化槽またはガスホルダの設置または変更を行った場合、20日以内に設置（変更）報告書の提出が必要となる（**ガス事業法第171条第1項**、**ガス関係報告規則第3条**）。さらに、消化槽、バイオガス精製装置、およびガスホルダについて、**ガス工作物の技術上の基準を定める省令**および**ガス工作物の技術上の基準の細目を定める告示**で定める技術上の基準に適合するように設置し、維持しなければならない。なお、ガス工作物の技術上の基準を定める省令に定める技術的要件を満たすべき技術的内容を例示したものとして、**ガス工作物技術基準の解釈例**が制定されている。

5) 高圧ガス保安法

小規模水素製造・供給設備を設置する場合、あらかじめ高圧ガス規制部局に確認し、必要な手続きを行う必要がある。なお、本ガイドラインに記載した規模の圧縮水素を製造する者は、**高圧ガス保安法第5条第2項第1号**の規定により、第二種製造者として都道府県知事または指定都市の長に届出を行う必要がある。また、本ガイドラインに記載した規模（300 Nm³以上1,000 Nm³未満）の高圧ガス（圧縮水素等）を貯蔵する者は、**高圧ガス保安法第17条の2**の規定により、第二種貯蔵所の届出も行う必要がある。

6) 消防法

余剰ガス燃焼装置、小規模水素製造装置、消化槽加温設備（温水ヒータ）等を設置する場合、火災予防条例に基づく届出を行う必要がある。また、新たに消化設備を設置する等により、消化槽立ち上げ時の加温燃料としてLPGを利用する場合、貯蔵の届出が必要となる。

また、本ガイドラインに記載した規模（300 Nm³以上）の高圧ガスを貯蔵する場合、危険物の製造所、貯蔵所、取扱所に対して20 m以上の距離を確保する必要がある（**危険物の規制に関する規則第12条第2号**）。

7) 労働安全衛生法

ゲージ圧力0.2 MPa以上の気体をその内部に保有する容器（第一種圧力容器を除く。）で、内容積が40 L以上のものは、第二種圧力容器に該当するため、個別検定合格品を使用する必要があるほか、1年ごとに定期自主検査を行う必要がある。また、危険場所に設置する電気設備は、防爆電気設備を使用する必要がある。

8) 振動規制法

バイオガス精製装置のバイオガス圧縮機等に関して、振動規制法の適用について環境規制部局に確認し、必要な手続きを行う必要がある。

9) フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律（フロン排出抑制法）

省エネ型バイオガス精製設備の冷却装置、小規模水素供給装置のプレクーラ等、フロンを使用する機器については、四半期に1回の簡易点検を行う必要がある。また、所定の電動機容量以上の機器については、1年ごとに有資格者による点検を行う必要がある。

10) 大気汚染防止法

消化槽加温設備として温水ヒータを設置する場合、ばい煙発生施設に該当する可能性があるため、あらかじめ関係機関と協議・調整しておくことが重要である。なお、本ガイドラインに記載した小規模水素製造装置（水素製造能力 25 Nm³/h）の改質器はガス発生炉であるものの、バーナーの燃焼能力が政令で定める規模要件より小さいため、ばい煙発生施設には該当しない（大気汚染防止法施行令第2条，別表第一）。

（3）配置計画

高圧ガス設備である水素供給設備，ならびに，ガス工作物の技術上の基準を定める省令の適用を受ける工作物である消化槽，バイオガス精製装置，およびガスホルダと，火気取扱設備（バイオガス発電設備，余剰ガス燃焼装置）との距離等，法令に基づく離隔距離，また，配管，メンテナンス・建設工事スペース等を考慮して，配置検討を行う。参考としてケーススタディーを実施した規模別のシステム全体の概算設置面積を表4-3に示す（詳細については資料編2「ケーススタディー」参照）。

表4-3 概算設置面積（参考）

処理規模（日最大流入下水量）	m ³ /日	50,000	35,000	20,000
高濃度消化設備	m ²	1,300	1,190	1,080
バイオガス精製設備	m ²	257	278	270
バイオガス発電設備	m ²	258	230	224
水素製造・供給設備	m ²	233	252	246
総面積	m ²	2,048	1,950	1,820

§ 27 導入効果の検証

§ 25 の基本計算結果， § 26 で検討した施設計画に基づいて，第3章で評価した導入効果の再検討を行い，目的とする導入効果が得られるか検証する。

【解説】

§ 25 の基本計算結果， § 26 で検討した施設計画に基づいて，総費用，エネルギー収支，CO₂排出量，その他の効果について，簡易算定式あるいは積み上げによる再検討を行い，導入効果が得られるか検証する。

(1) 総費用

(2) エネルギー収支

(3) CO₂ 排出量

(4) その他の効果

§ 28 導入計画の策定

前項までに行った施設計画と導入効果の検証に基づいて、施設計画、導入効果、計画上の留意点を盛り込んだ導入計画をとりまとめる。

【解説】

これまでの検討結果に基づいて、本技術の導入に関する導入計画書を作成する。導入計画書には、基本条件、基本計算結果、施設計画に加え、導入効果の検証結果、計画上の留意点を含めてとりまとめる。

第2節 施設設計

§ 29 高濃度消化設備の設計

基本計算に基づいて設定した構成設備の諸元により，高濃度消化設備の設計を行う。

- (1) 高濃度濃縮装置の設計
- (2) 高濃度消化槽の設計

【解 説】

(1) 高濃度濃縮装置の設計

高濃度濃縮装置は消化槽投入汚泥を原料汚泥 TS=8%相当まで濃縮するものである。初沈汚泥，余剰汚泥および返送消化汚泥の混合汚泥に対して安定した濃縮性能が得られることから，型式はスクリー式とする。

高濃度濃縮装置の処理能力は，投入汚泥の日最大固形物量に基づいて算出するが，台数は点検または故障時を考慮して，2 台以上とする。例えば，初沈汚泥，余剰汚泥の日最大固形物量の合計が 8.5 t-ds/日，返送消化汚泥 (NH₄-N 濃度を低減する必要があるとき) の固形物量が 6.8 t-ds/日のとき，

$$(8.5+6.8) \div 24 \text{ 時/日} \div 2 \text{ 台} = 0.32 \text{ t-ds/時} \cdot \text{台} \rightarrow 350 \text{ kg-ds/時} \cdot \text{台} \times 2 \text{ 台とする。}$$

消化汚泥の返送率は，消化槽内 NH₄-N 濃度が 2,000 mg/L 以下となるように定める。初期返送率は表 4-4 から設定する。例えば，消化槽投入汚泥※の T-N 濃度が 5,000 mg/L のとき，初期返送率は 2%とする (消化槽有効容積が 1,000 m³ のときは 20 m³/日)。初期返送率で NH₄-N が 2,000 mg/L 以下まで下がらない場合は，あるいは，2,000 mg/L より十分低い場合は，T-N から NH₄-N への転換率が仮定と異なるため返送率を 0.5 ポイント刻みで増減させ，1,500~2,000 mg/L 程度で安定するようにする。

$$\text{※消化槽投入汚泥 T-N(mg/L)} = \text{原料汚泥 T-N(mg/L)} \div \text{原料汚泥固形物濃度 (\%)} \times 8\%$$

表 4-4 消化汚泥の初期返送率

消化槽投入汚泥 T-N(mg/L) ※原料汚泥の 8%濃縮後	初期返送率 (消化槽容積に対し)
4,000 mg/L	返送なし
4,500 mg/L	1%
5,000 mg/L	2%
5,500 mg/L	3%

(2) 高濃度消化槽の設計

高濃度消化槽では中温消化 (38~40℃) を行う。高濃度消化槽の有効容量は式 (4・1) によって求める。

$$V = Q \cdot T \quad \dots\dots\dots (4 \cdot 1)$$

ここで、

V : 高濃度消化槽有効容量 (m³)

Q : 消化槽投入汚泥量 (m³/日), 返送消化汚泥を含まない原料汚泥 TS=8%相当の日最大値。

T : 消化日数 (日), 日最大投入汚泥量時に 16 日を下回らない日数とする。

投入汚泥の固形分濃度, 有機分濃度をそれぞれ TS (%), VS (%) とし, 式 (4・1) をもちいると, 有機物容積負荷 L (kg/m³/日) と消化槽投入汚泥量 Q (m³/日), 消化槽有効容量 V (m³) の間には, 式 (4・2) の関係がある。

$$L = Q \times TS / 100 \times VS / TS \times 1000 \div V$$

$$= TS / 100 \times VS / TS \times 1000 \div T \quad \dots\dots\dots (4 \cdot 2)$$

実証結果に基づき有機物容積負荷 L は 4.4kg/m³/日以下とするため, 消化日数 T は以下の式 (4・3) を満たす範囲で設定する。

$$T \geq TS / 100 \times VS / TS \times 1000 \div 4.4 \quad \dots\dots\dots (4 \cdot 3)$$

投入汚泥が TS=8%, VS/TS=0.88 のとき, $T \geq 16$ となるため, 一般的な汚泥であれば, $T=16$ (日) とすることにより, 式 (4・3) を満足することができる。

なお, 消化槽 1 槽当たりの有効容量 5,000 m³ までは実証施設 (槽容積 1,000 m³) と相似での製作が可能である。5,000 m³ を超える容量については攪拌性能を個別に検討したうえで設計を行う。

高濃度消化槽は鋼板製 (全溶接円筒形貯槽) とする。形状および構造は, 以下のとおりとする。

1) 形状

鋼板製消化槽の形状は円筒形とし, 内径と有効水深との割合は 1 : 1 程度とする。底部は平底とする。

2) 構造

消化槽の構造は, 全溶接鋼板製とする。耐食性を考慮し, 消化槽内面に防食塗装を施工する。熱の放散を防ぐため, 消化槽外面に保温材を施工する。保温材は, 断熱性能に優れるポリスチレンフォームを標準とする。汚泥の投入管, 引抜管等を設ける。

3) 攪拌

攪拌機は, 高濃度消化槽内の温度分布の均一化および汚泥の均質化を図るため, 高濃度に対応したインペラ式機械攪拌機とし, 槽外部に設置するポンプによる循環を併用する。次の事項を考慮する。

- ・ 正転運転およびし渣絡みつき・堆積物蓄積防止のための逆転運転が可能なものとする。

- ・消化槽内に設置するインペラ，駆動軸等は，金属製で耐食性および耐久性に優れたものとする。駆動軸が大気中から消化槽内に貫通しているため，バイオガスが外部に漏えいしない軸封構造とする。

4) 加温

加温は間接加温方式とする。消化槽の外部に消化汚泥熱交換器を設置し，熱供給源と消化汚泥熱交換器とを循環する温水によって，消化槽と消化汚泥熱交換器とを循環する汚泥を間接的に加温する。

消化汚泥循環ポンプの吐出量は，加温に必要な熱収支から求められる汚泥循環量と，消化槽循環回数から求められる汚泥循環量の，いずれか大きい方の値にて決定する。

① 熱収支から必要となる汚泥循環量

$$Q_{Sc} = \frac{3,600 Q_{max}}{\rho_s \cdot C_s (T_s' - T_s)} \dots\dots\dots (4 \cdot 4)$$

ここで，

Q_{Sc} : 消化汚泥循環量 (m³/h)

Q_{max} : 鋼板製消化槽の加温最大熱量 (kW)

ρ_s : 汚泥密度 (=1,000 kg/m³)

C_s : 汚泥比熱 {=4.186 kJ/(kg・K)}

T_s' : 消化汚泥熱交換器出口汚泥温度 (K)

T_s : 消化汚泥熱交換器入口汚泥温度 (K)

② 消化槽循環回数から必要となる汚泥循環量

$$Q_{Sc} = V \frac{n}{24} \dots\dots\dots (4 \cdot 5)$$

ここで，

Q_{Sc} : 消化汚泥循環量 (m³/h)

V : 鋼板製消化槽有効容量 (m³)

n : 鋼板製消化槽循環回数 (=0.5 回/日)

消化汚泥循環ポンプの能力算出に当たってもちいる式(4・5)の消化槽循環回数の値は，**汚泥消化タンク改築・修繕技術資料** p.109 (財団法人下水道新技術推進機構)における計算例に準じて，0.5 回/日とすることができる。

③ 消化汚泥循環ポンプ吐出量

式(4・4)で求めた熱収支から必要となる汚泥循環量と、式(4・5)で求めた消化槽循環回数から必要となる汚泥循環量とを比較し、値が大きい方を採用する。なお、消化汚泥循環ポンプの吐出量には、20%程度の余裕を見込む。

④ 消化汚泥熱交換器伝熱面積

消化汚泥熱交換器の伝熱面積は、式(4・6)によって求める。

$$A = \frac{1000 \cdot Q_{max}}{K \cdot \Delta T} \times 1.2 \dots\dots\dots (4 \cdot 6)$$

ここで、

A : 消化汚泥熱交換器の伝熱面積 (m²)

Q_{max} : 鋼板製消化槽の加温最大熱量 (kW)

K : 総括伝熱係数 {W/ (m²・K)}

$$\Delta T : \text{対数平均温度差} \left(\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)} \right) \quad (K)$$

ΔT₁ : 消化汚泥熱交換器の入口温水温度 T_w と出口汚泥温度 T_s' との差 (K)

ΔT₂ : 消化汚泥熱交換器の出口温水温度 T_w' と入口汚泥温度 T_s との差 (K)

なお、式(4・6)中の1.2は総括伝熱係数の変動に対する余裕を考慮した値である。

消化汚泥熱交換器での汚泥循環量を Q_{sc} (m³/h)、温水循環量を Q_w (m³/h) とすれば、T_s' および T_w' は式(4・7)、(4・8)によって求めることができる。

$$T'_s = T_s + \frac{Q_{max}}{\rho_s \frac{Q_{sc}}{3,600} \cdot C_s} \dots\dots\dots (4 \cdot 7)$$

$$T'_w = T_w - \frac{Q_{max}}{\rho_w \frac{Q_w}{3,600} \cdot C_w} \dots\dots\dots (4 \cdot 8)$$

ここで、

ρ_s : 汚泥密度 (=1,000 kg/m³)

ρ_w : 温水密度 (=1,000 kg/m³)

C_s : 汚泥比熱 {=4.186 kJ/ (kg・K)}

C_w : 温水比熱 {=4.186 kJ/ (kg・K)}

5) その他

消化槽は、ガス事業法における「ガス発生設備」、「ガス発生器」に該当するため、ガス工作物の技術上の基準を定める省令に適合するものでなければならない。

また、ガス工作物の技術上の基準の細目を定める告示 第2条第1項の規定により、事業場の境界線に対して、消化槽の外側から5m以上の離隔距離を有する必要がある。

§ 30 省エネ型バイオガス精製設備の設計

基本計算に基づいて設定した構成設備の諸元により、省エネ型バイオガス精製設備の設計を行う。

- (1) バイオガス精製装置の設計
- (2) 中圧ガスホルダの設計

【解説】

(1) バイオガス精製装置の設計

バイオガス精製装置は、バイオガスを発電機燃料、水素製造原料等として有効利用するために、メタン濃度を高めるとともに、硫化水素、シロキサン、水分の除去が可能なものとする。バイオガスの発生量に基づいて、必要となる処理量を決定する。

1) 型式

精製方式は、高圧水吸収法とする。

2) 性能

バイオガス精製装置は、表4-5に示される標準的な管理値を満足する、高品位な精製ガスを供給できるものとする。

表4-5 精製ガス標準管理値

成分	メタン	硫化水素	水分（露点）	シロキサン
単位	%	ppm	℃	mg/Nm ³
管理値	95 以上	0.1 以下	-50 以下	1.0 以下

3) 構造

ガス事業法に基づくガス工作物の技術上の基準を定める省令に従うとともに、最高使用圧力0.2 MPa以上、かつ、内容積40 L以上の圧力容器である吸収塔、減圧塔および除湿器は、労働安全衛生法に基づく第二種圧力容器とする。

バイオガス圧縮機は、バイオガスを0.7 MPa程度まで昇圧可能な容積式圧縮機（流量調整のため回転数制御可能）とし、冷却方式は水冷式とする。硫化水素および水分を含むバイオガスによって腐食されない構造および材質とする。

吸収塔は、材質SUS316L相当の円筒形容器で、下部から昇圧されたバイオガスを供給し、上部から供給される循環水と向流接触させる。また、バイオガスと循環水を効率良く接触させるため、充填物を内蔵する構造とする。

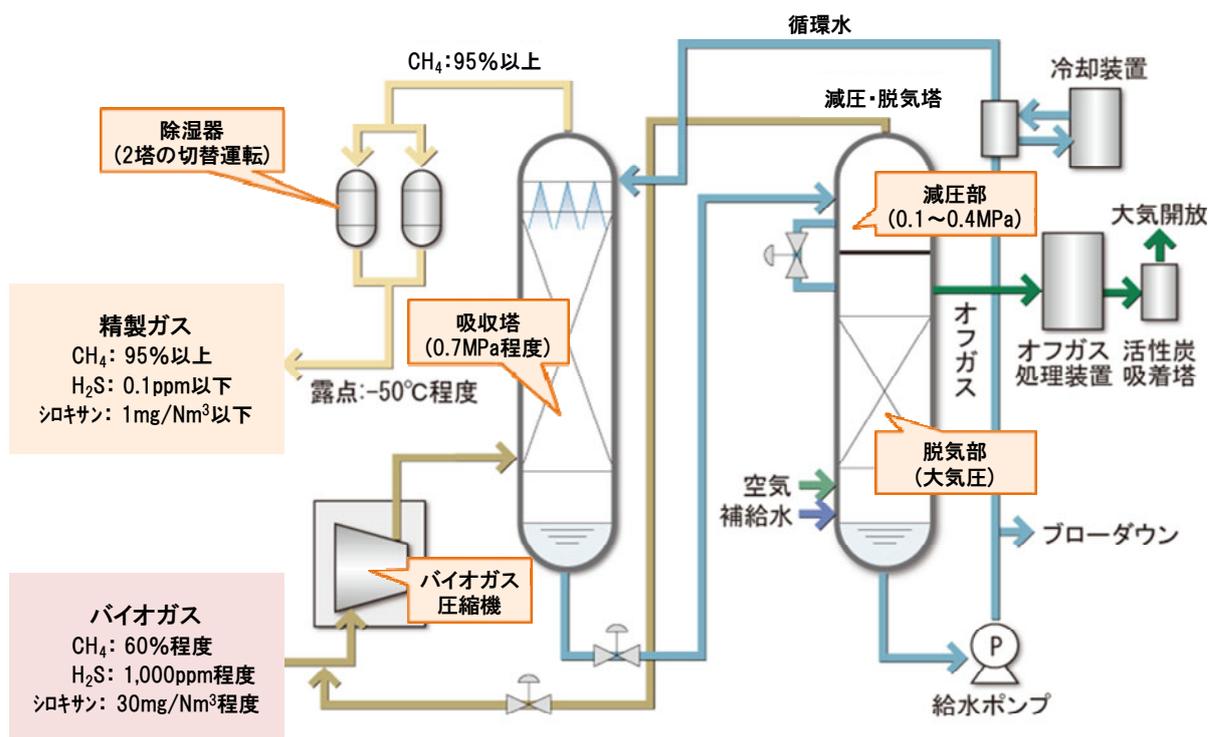


図4-2 バイオガス精製装置の構造

除湿器は、2塔式の円筒形容器で、吸着材を内蔵する。吸収塔でメタン濃度が高められたバイオガスから水分を除去するとともに、吸収塔で除去されなかったシロキサンを吸着除去するもので、2塔の切替によって連続的に運転可能な構成とする。運転待機側の除湿器には、再生ガスヒータで所定温度に加温した精製ガスを供給し、吸着材を再生させる。

給水ポンプは、内圧0.7 MPa程度の吸収塔の頂部に循環水を供給可能な多段ポンプ（流量調整のため回転数制御可能）とする。

減圧・脱気塔は、材質 SUS316L 相当の円筒形容器で、上部が減圧部、下部が脱気部である。吸収塔下部から抜き出された循環水を減圧部で0.1~0.4 MPa程度に減圧した後、脱気部の上部に供給する。脱気部は充填物を内蔵しており、脱気ブロウによって脱気部下から送り込まれる空気と循環水が向流接触することにより、循環水を再生させる。

冷却装置は、循環水へのガス溶解効率を高めるため、循環水を所定温度にまで冷却可能な空冷式チラーとする。

循環水の補給は上水で行うものとし、給水ユニットをもちいて補給する。

4) その他

吸収塔、減圧・脱気塔および循環水配管は、保温材で覆い、外気の熱による循環水の温度上昇をできるだけ抑制する。再生ガスヒータ、除湿器および付属配管は、放熱低減および火傷防止のため、保温材で覆う。

ガス工作物の技術上の基準の細目を定める告示 第2条第3項の規定により、事業場の境界線に対して、バイオガス精製装置の外面から3 m以上の離隔距離を有する必要がある。

また、**ガス工作物技術基準の解釈例** 第8条の規定により、火気取扱設備（ボイラ、燃焼炉、焼却炉、喫煙室等）に対して8 m以上の距離を有する必要がある。

(2) 中圧ガスホルダの設計

中圧ガスホルダは、バイオガス精製装置から供給される精製ガスを貯留するものであり、以下の各項目を考慮して定める。

1) 型式

バイオガス精製装置における高圧水吸収方式の精製圧力を活用して中圧式とする。常用圧力は、0.7 MPa程度とし、最高使用圧力は、1 MPa未満（0.97 MPa程度）とする。

2) 容量

ガスホルダの幾何容積（容器容積）と貯蔵量との関係は、式（4・9）で求められる。

$$Q = (10 \cdot P + 1) \times V \cdots \cdots \cdots (4 \cdot 9)$$

ここに、

Q : 貯蔵量 (Nm³)

P : 貯蔵圧力 (MPa)

V : 幾何容積 (m³)

「下水道施設計画・設計指針と解説 後編－2019年版－」に記載されているとおり、バイオガスを発電等で常時利活用し、消費量も安定している場合には、ガスホルダの容積をその用途により決定することができる。貯蔵圧力の上限はバイオガス精製装置の精製圧力である0.7 MPa、貯蔵圧力の下限は利活用装置への供給圧力（小規模水素製造装置の場合、0.15 MPa程度）であり、その上下限での貯蔵量の差が有効貯蔵量に相当し、精製ガス量の6時間分程度とすることができる。

3) 形状

円筒形とし、完成品のトラック輸送が可能な寸法とする。

4) 構造

ガス事業法に基づく**ガス工作物の技術上の基準を定める省令**に従うとともに、**労働安全衛生法**に基づく第二種圧力容器とする。

安全対策として、安全弁のほか、地震時等に閉止する緊急遮断弁を設ける。

5) その他

ガス事業法における「ガスホルダー」に該当するため、**ガス工作物の技術上の基準を定める省令**に適合するものでなければならない。バイオガス精製装置と同様に、第二種圧力容器の個別検定合格品とする。

また、**ガス工作物の技術上の基準の細目を定める告示** 第2条第1項の規定により、事業場の境界線に対して、中圧ガスホルダの外面から10 m以上の離隔距離を有する必要があるほか、**ガス工作物技術基準の解釈例** 第8条の規定により、火気取扱設備（ボイラ、燃焼炉、焼却炉、喫煙室等）に対しても8 m以上の距離を有する必要がある。

ガス工作物技術基準の解釈例 第76条第5号および第90条第2号の規定により、遠隔操作可能な緊急遮断装置で停電時も機能が失われないものをガスの受入配管および送出配管に設ける必要がある。

§ 31 小規模水素製造・供給設備の設計

基本計算に基づいて設定した構成設備の諸元により、小規模水素製造・供給設備の設計を行う。

- (1) 水素製造装置の設計
- (2) 水素供給装置の設計

【解説】**(1) 水素製造装置の設計**

1) 型式

水素原料は精製ガスとし、水素製造方式は水蒸気改質法とする。

2) 装置能力

都市ガス原料仕様のラインナップから水素必要量に応じて選定する。新規需要創出を考慮した小規模水素製造を想定する場合、最小規模（水素製造能力 25 Nm³/h）を選定する。燃料電池自動車向けに利用する場合、製品水素の品質は ISO 国際規格（ISO 14687 Grade D）に定める水素品質を満足するものとする。

改質部、精製部を含む本体ユニットと、水素原料である精製ガスを昇圧する原料圧縮機ユニット、製品ガス純度を管理するための CO 分析計、および、改質部に供給する純水を製造する純水装置ユニットを有する。

運転制御は動力制御盤にて行い、起動、停止、待機運転等のモード切替はタッチパネルや監視用パソコンの操作により、全自動で行うことができる。ガス漏れ等の重故障が発生した場合は、安全措置として電源供給を遮断し系内を窒素パージする。その他の停止時は、水素パージを行い自動停止する。

(2) 水素供給装置の設計

圧縮機処理能力 30 Nm³/日未満の圧縮水素スタンドであり、高圧ガス保安法に基づく技術上の基準として、一般高圧ガス保安規則第 12 条の 2 が適用される。構成機器の基本仕様は表 4-6 のとおりとする。

表4-6 水素供給装置の基本仕様

圧縮機	種類	油圧駆動式
	圧縮段数	二段圧縮
	冷却方式	水冷式
	吸込圧力	0.5 MPa
	吐出圧力	40.0 MPa
	法定処理能力	30 Nm ³ /日未満
蓄圧器	容器種類	特定則容器, 複合容器 (TypeⅢ)
	容器容積×バンク数	300 L × 3バンク
	最高充填圧力	40.0 MPa
ディスペンサー	常用圧力	40.0 MPa
	充填圧力	35.0 MPa
	充填制御	圧縮水素充填技術基準 JPEC-S 0003(2014)に準拠