事例No.	1508
公表年度	R3
団体の属性	一般市
団体名	佐賀県伊万里市

事例区分	公営企業

タグ	・下水道事業 ・（行政改革）業務の効率化 ・公共施設活用

事例種類	その他

事例内容・タイトル

伊万里市浄化センターにおける保有エネルギー高度活用型　汚泥処理・資源化システム

出典

雑誌「公営企業」先進事例紹介（令和３年８月号）

先進事例紹介



伊万里市浄化センターにおける保有エネルギー高度活用型　汚泥処理・資源化システム

伊万里市　上下水道部　下水道施設課　下水道工務係
主査　荘　　泰彦

1．はじめに

伊万里市は、九州佐賀県の西北部に位置する面積255.25㎢、人口53,734人（令和３年３月31日時点）を有する地方都市である。風光明媚で年間を通して温暖な気候の、とても住みやすい地域です。古くは「古伊万里」の積出港として、また石炭産業全盛期は石炭の積出港として栄えました。

昨今は、伊万里焼はもとより、伊万里湾沿岸開発による工場立地をはじめ地域特産のナシ、ブドウ、牛肉などの農産物の産地としても有名です。

平成31年３月に策定した第６次伊万里市総合計画において、「時代に柔軟に適応し　みんなで支え育てるまちづくり」を基本理念とし、将来都市像である「人がいきいきと活躍する　幸せ実感のまち　伊万里」の実現に努めています。

本稿では、国土交通省の新世代下水道支援事業により事業化し、当市の終末処理場である伊万里市浄化センターに導入した「伊万里市保有エネルギー高度活用型　汚泥処理・資源化システム」について紹介します。

2．下水道事業について

当市の下水道事業は昭和54年に着手し、伊万里市浄化センターは昭和63年３月に一部供用を開始しました。

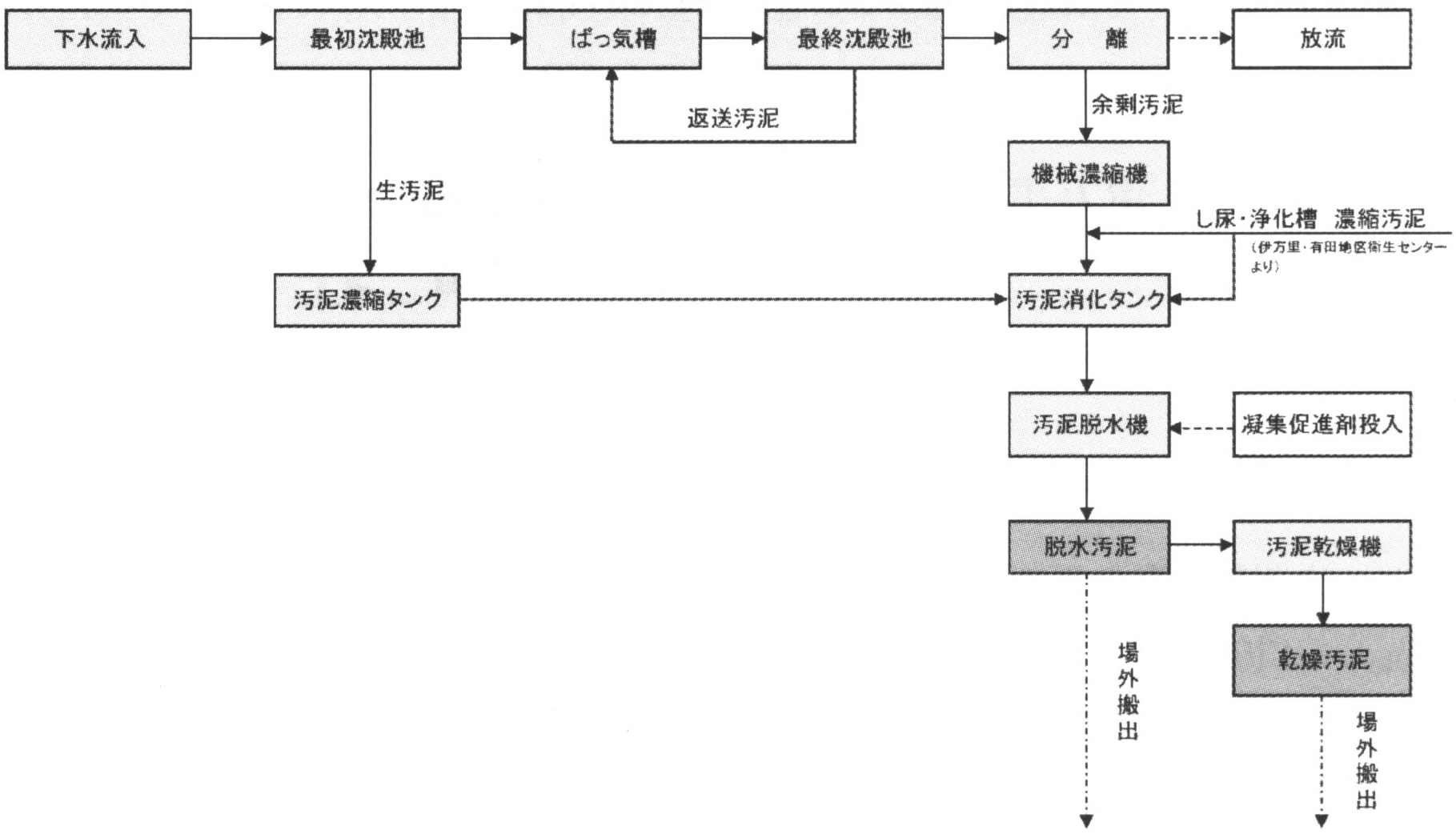
認可区域面積が1,234ha、令和２年度末時点の整備済面積は1,065haとなっており、約86％の面整備が完了しています。

なお、伊万里市浄化センターの概要を表－１、全体処理フローを図－１に示します。

当センターは、平成27年度時点で、供用開始から28年が経過しており、汚泥処理施設についても老朽化が著しく、更新の時期を迎えていました。

表－１　伊万里市浄化センターの概要（令和２年度末時点）

位　　置	佐賀県伊万里市二里町八谷搦627番地4
計画汚水量	15,100m^3／日（日最大）
処理人口	29,114 人
処理方式	標準活性汚泥法
汚泥処理方法	［濃縮］→［消化］→［脱水］→［乾燥］ ➡ 乾燥汚泥（場外搬出） ⬇ 脱水汚泥（場外搬出）



図－１　伊万里市浄化センター 全体処理フロー

３．伊万里市保有エネルギー高度活用型汚泥処理・資源化システム

3.1　導入の経緯

伊万里市浄化センターの汚泥処理系統の改築更新を検討するなかで、平成27年１～３月に、（公財）日本下水道新技術機構に依頼して「伊万里市汚泥資源化システム基礎調査」が実施され、地球温暖化対策や循環型社会の構築に寄与するとともに、下水道事業の経営にも大きく貢献するシステム（案）が提案されました。

それを受けて、平成27年９月に、新技術機構と当市との間で「伊万里市保有エネルギー高度活用型　汚泥処理・資源化システム」に関する共同研究基本協定を締結し、令和２年度末まで共同研究を進めてきました。

当市では、平成18年に「伊万里市バイオマスタウン構想」を掲げており、下水汚泥については「長期的には、経済性が確保できれば、エネルギーとしての活用を検討する」と示されていました。そのため、汚泥をできるだけ減量化し、発生する消化ガスは排熱を含め、より高効率に利用できるシステムになるよう検討しました。

また、事業実施にあたり、国土交通省の新世

代下水道支援事業制度による事業化を目指すこととなりました。

3.2　汚泥処理・資源化システム

「伊万里市保有エネルギー高度活用型　汚泥処理・資源化システム」は、平成27年度の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）に採択されました。

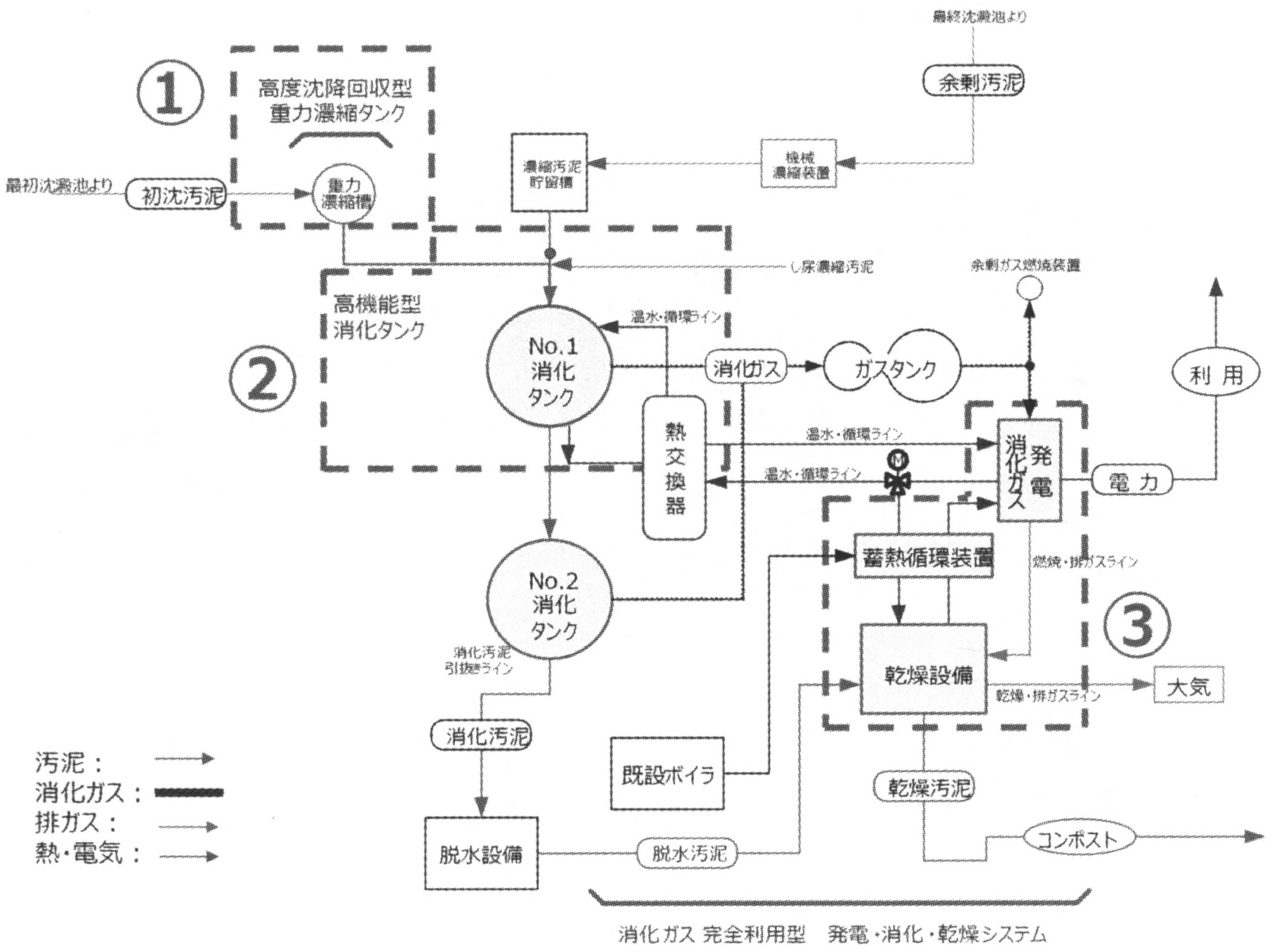
目的とするシステム構築のため、次の３技術を導入することになりました。

①　高度沈降回収型重力濃縮タンク

②　高機能型消化タンク

③　消化ガス完全利用型発電・消化・乾燥システム

なお、汚泥処理･資源化システムの全体フローを図－２、伊万里市浄化センターの航空（上空）写真を写真－１～３に示します。



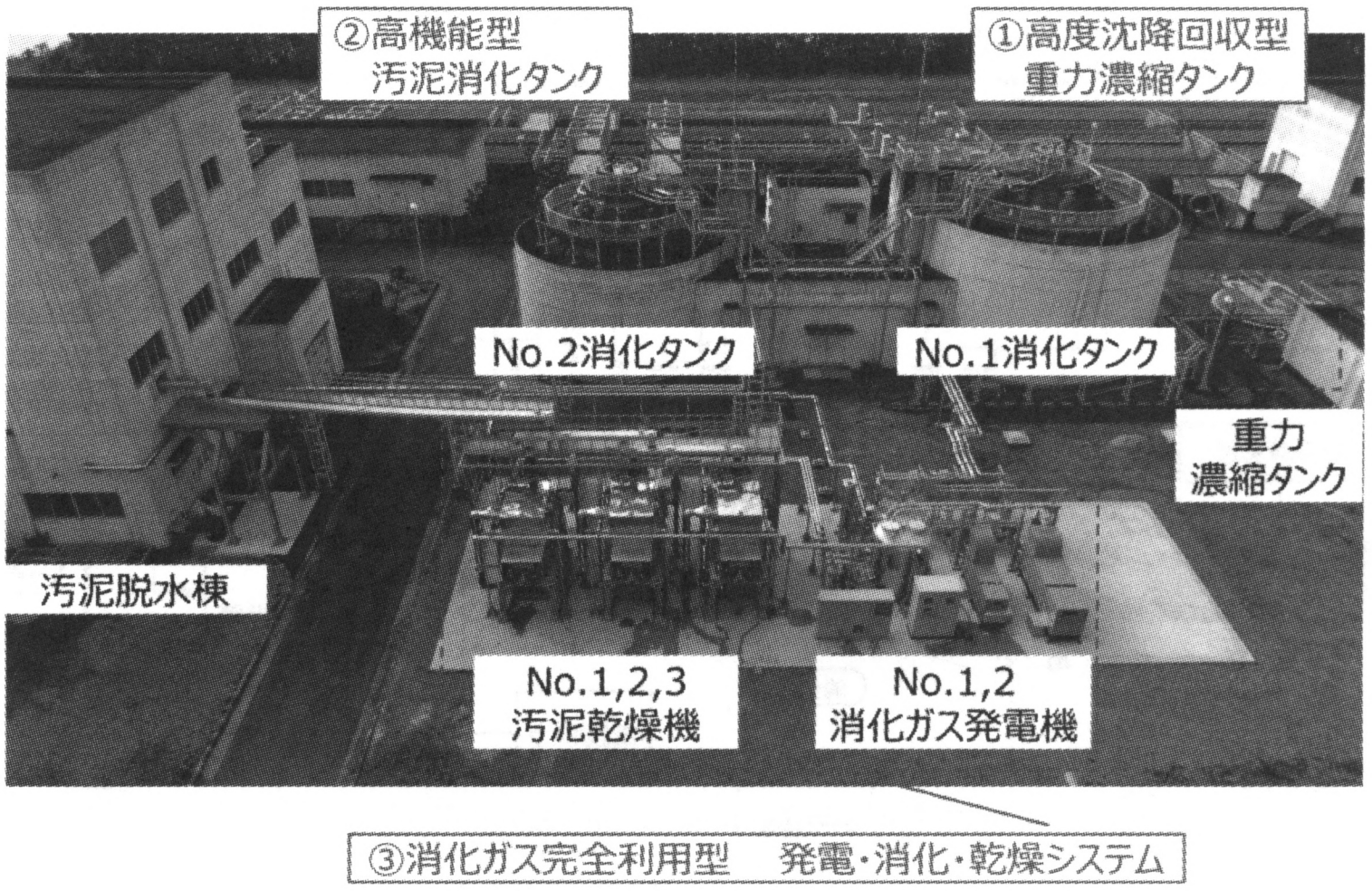
図－２　保有エネルギー高度活用型汚泥処理・資源化システム 全体フロー



写真－１　伊万里市浄化センター 航空写真



写真－２　伊万里市浄化センター 上空写真①（Ａ矢視）



写真－３　伊万里市浄化センター 上空写真②

それでは、３技術の概要について、以下で説明します。

⑴　高度沈降回収型重力濃縮タンク（図－３、写真－４）

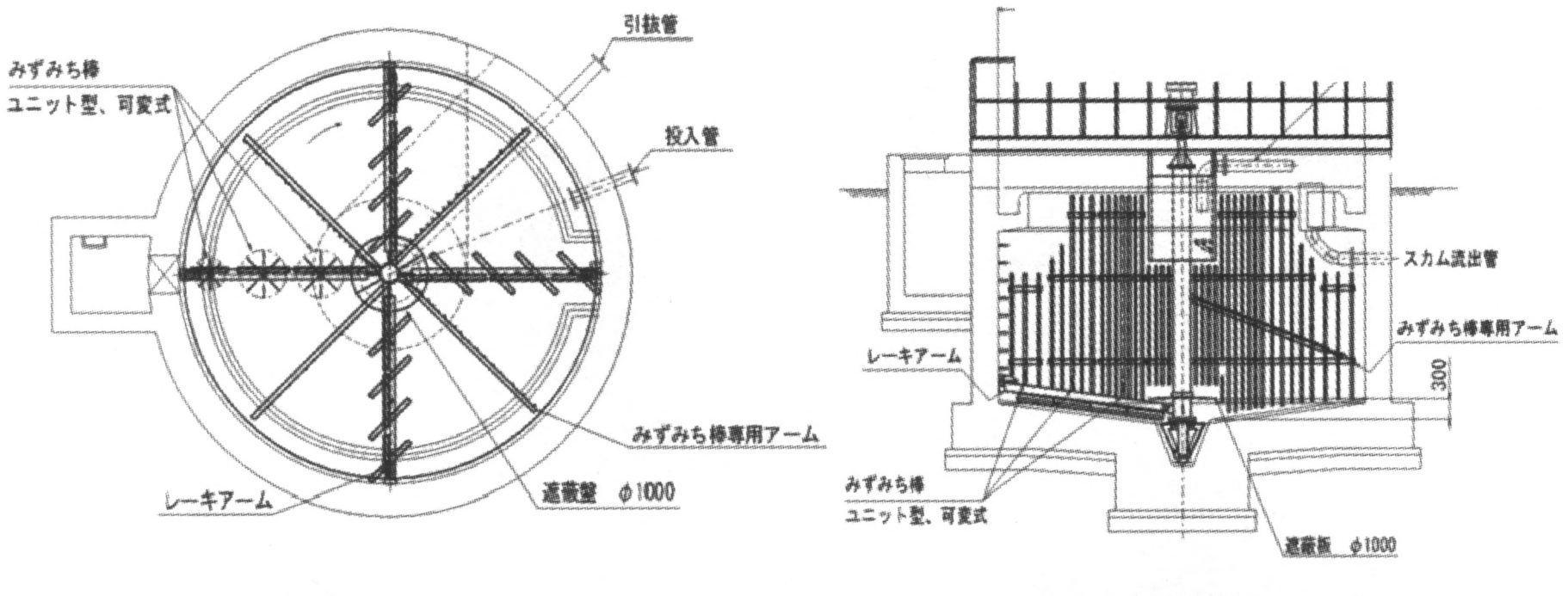
汚泥粒子を速やかに沈降濃縮させる「みずみち棒」と、沈降濃縮した高濃度の汚泥を掻き寄せ、選択的に引き抜くための「遮蔽板」を採用した。遮蔽板は汚泥引き抜き部上部に設けることで、高濃度汚泥のみを引き抜き、上澄み液を同時に引き抜くことを防止するための装置です。

これにより、濃縮汚泥濃度：3.5%-TS 以上を得、４%-TS 以上となることを目指します。

⑵　高機能型消化タンク（図－４、写真－５～６）

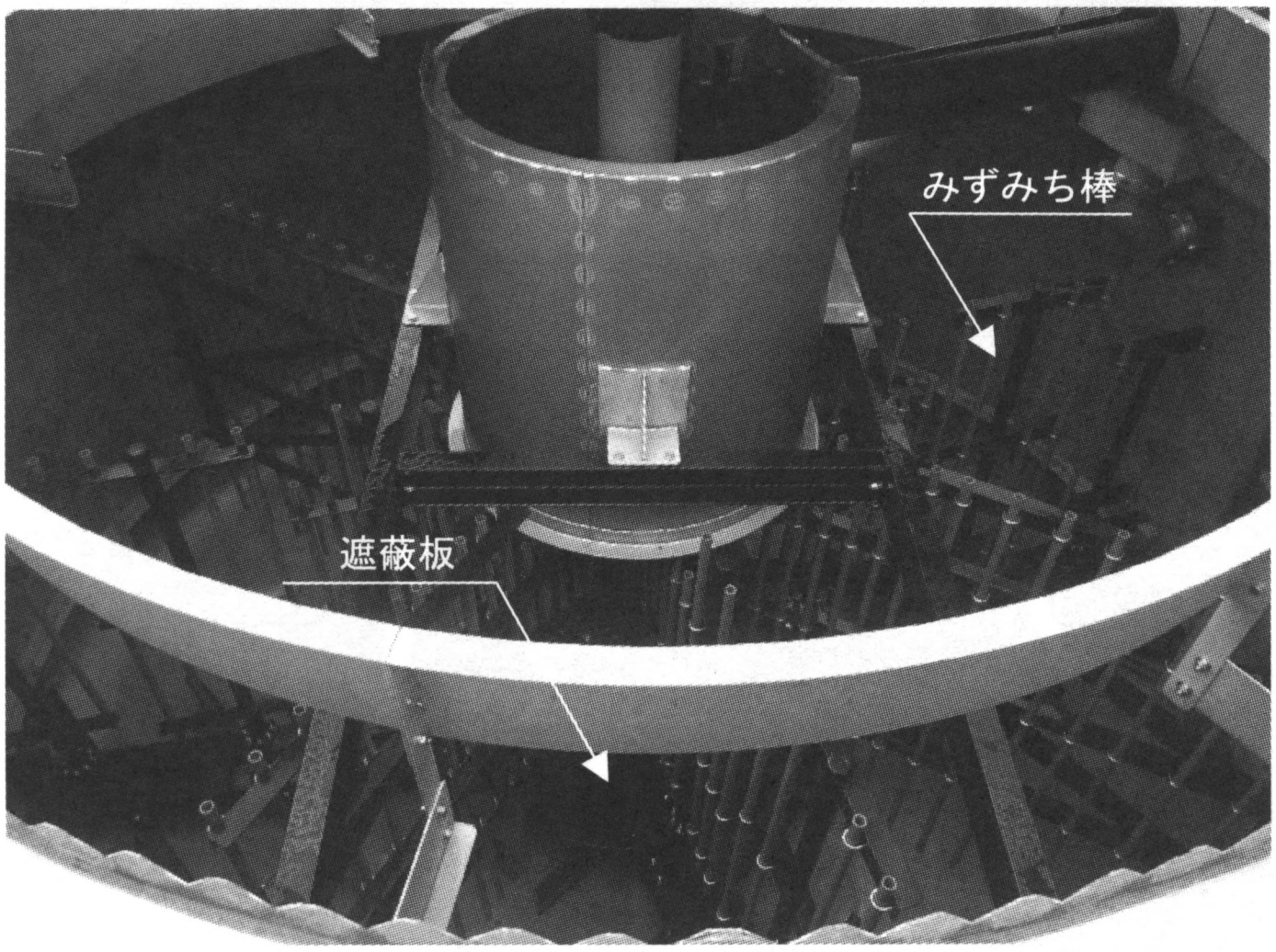
消化タンク内部に可動部を設けない「タンク外ポンプ撹拌方式」とタンク内の未発酵物流出を防止する「発酵床盤」を採用した。上記の高度沈降回収型重力濃縮タンクと高機能型消化タンクにより、消化成績の向上とガス発生量の増加、消費電力量の削減が期待できます。

これにより、消化率：50%-TS 以上、ガス発生

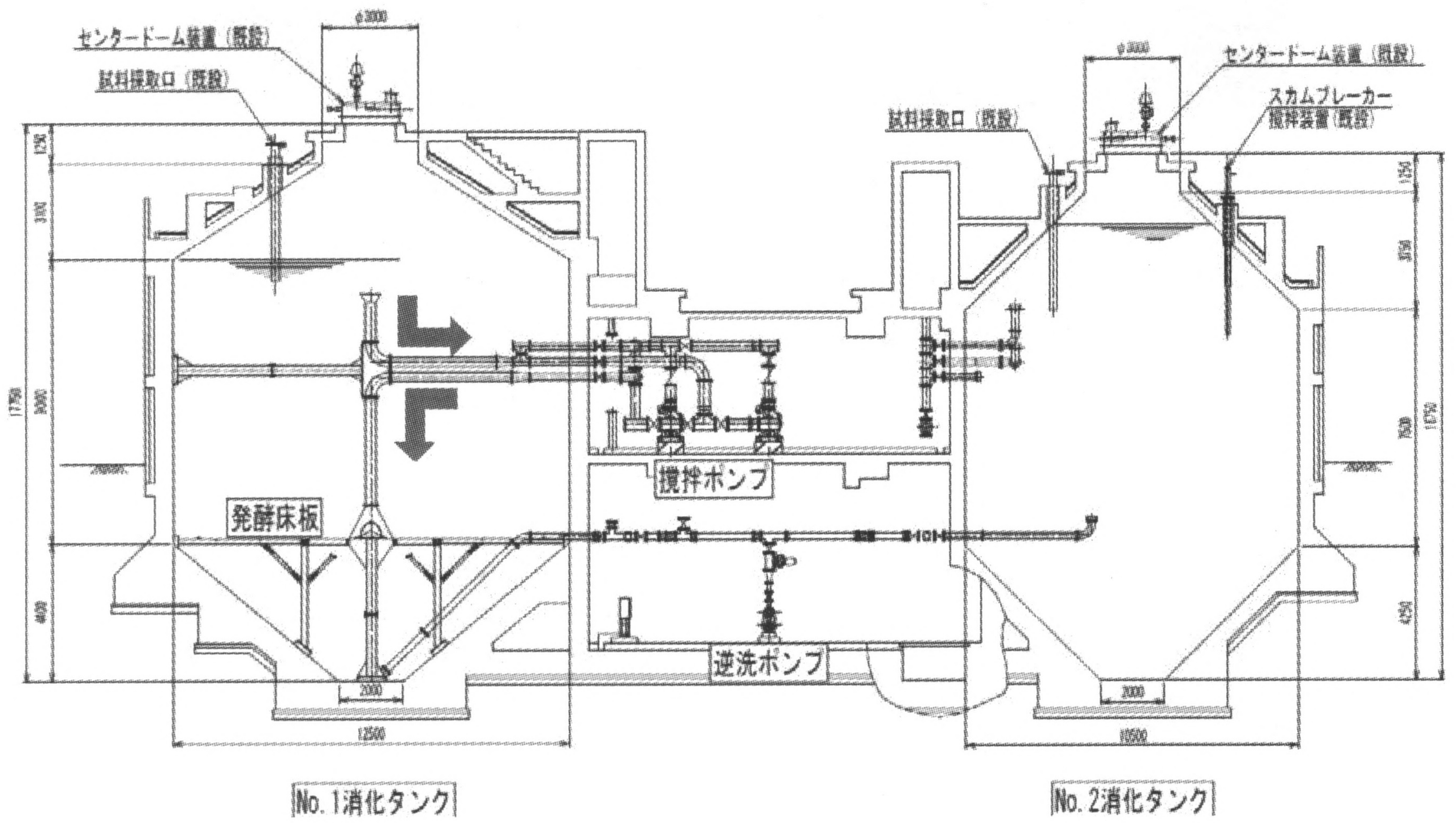


汚泥濃縮タンク 平面図　　汚泥濃縮タンク 断面図

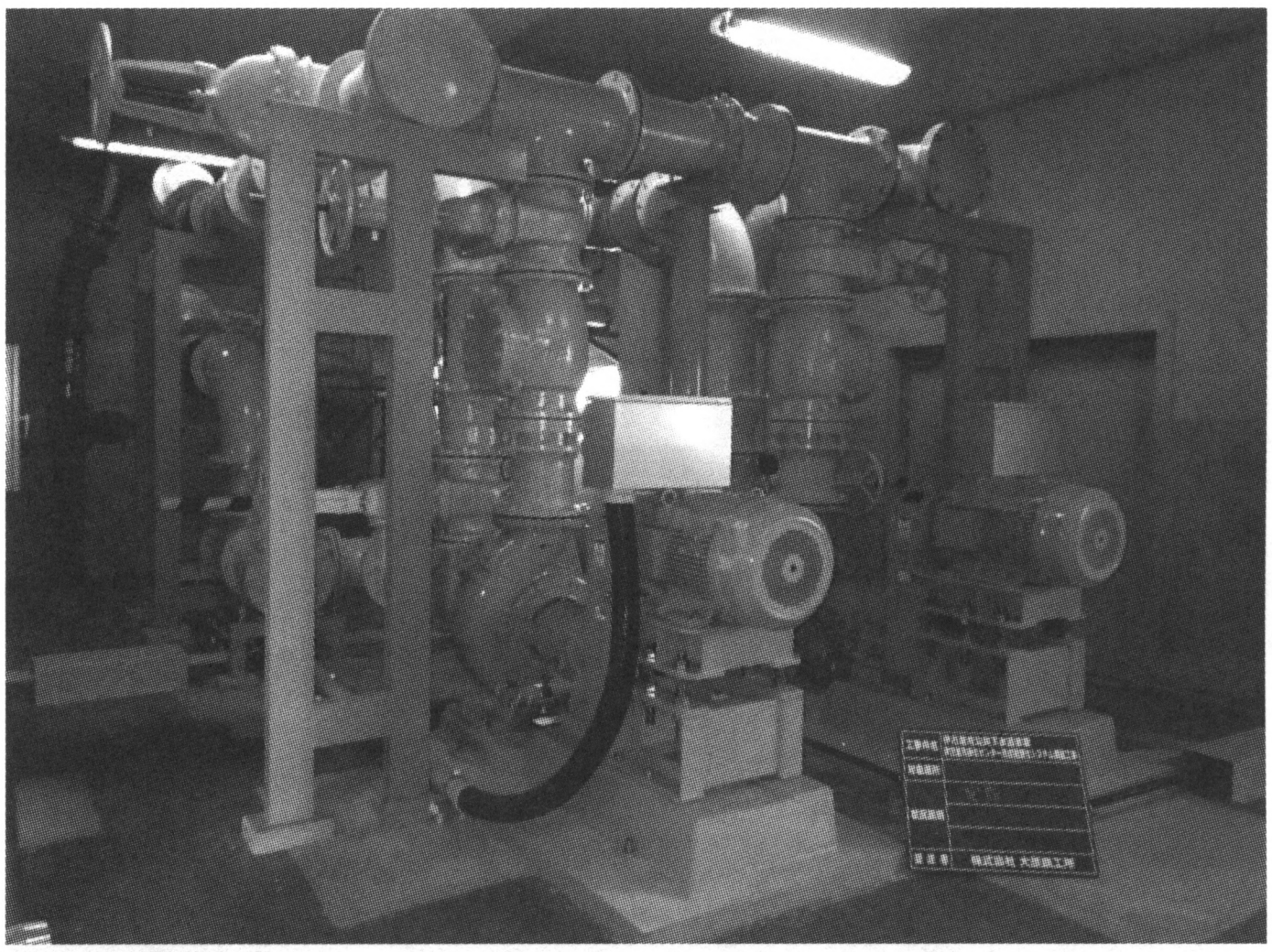
図－３　高度沈降回収型重力濃縮タンク



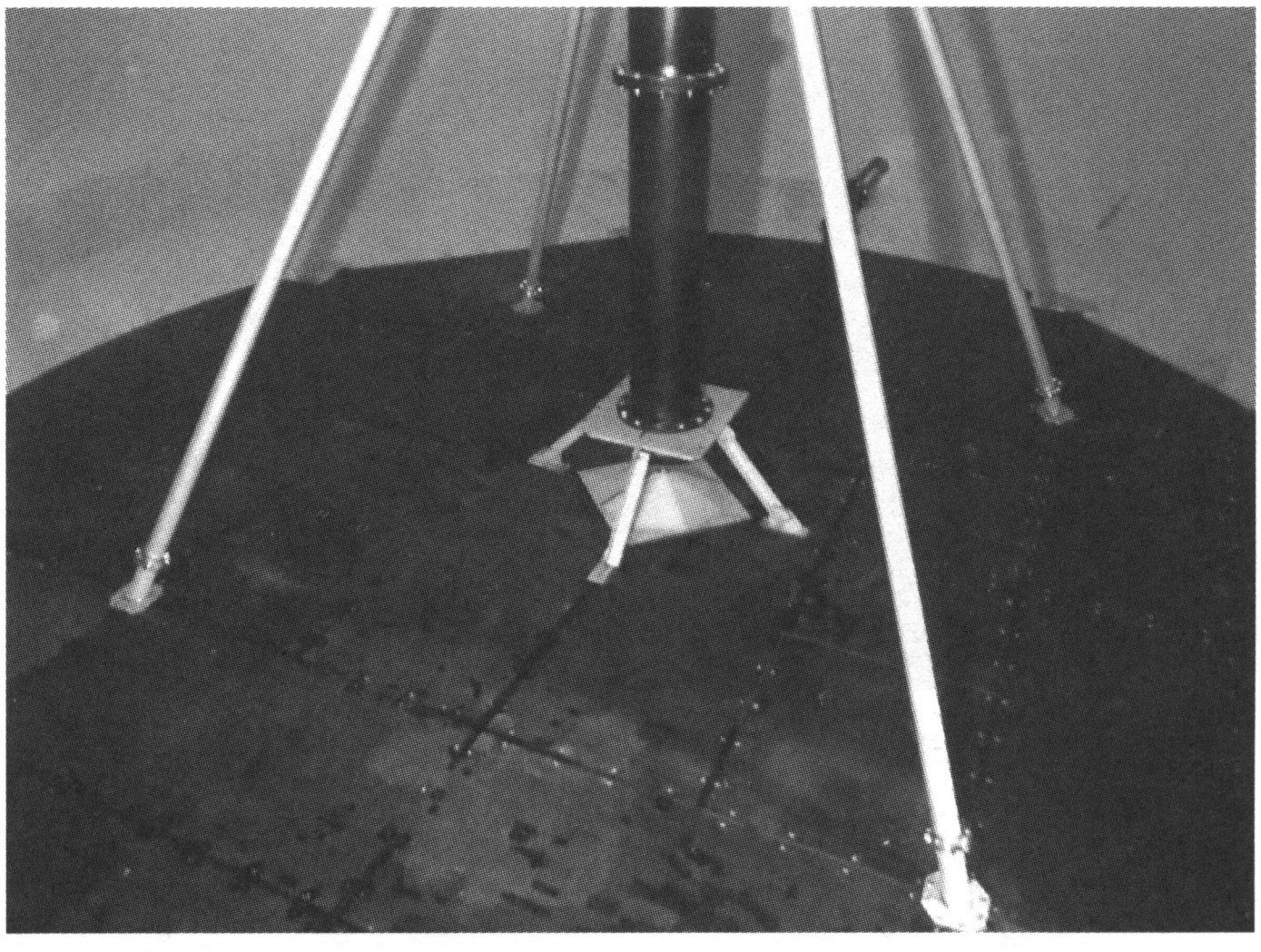
写真－４　高度沈降回収型重力濃縮タンク



図－４　高機能型消化タンク



写真－５　No.1消化タンク撹拌ポンプ（槽外設置）



写真－６　発酵床盤（No.1消化タンク内部）

率：投入VS量当たり500N m^3／t-VS以上、消費電力量：分解VS量当たり205kWh／t-VS以下を図ります。

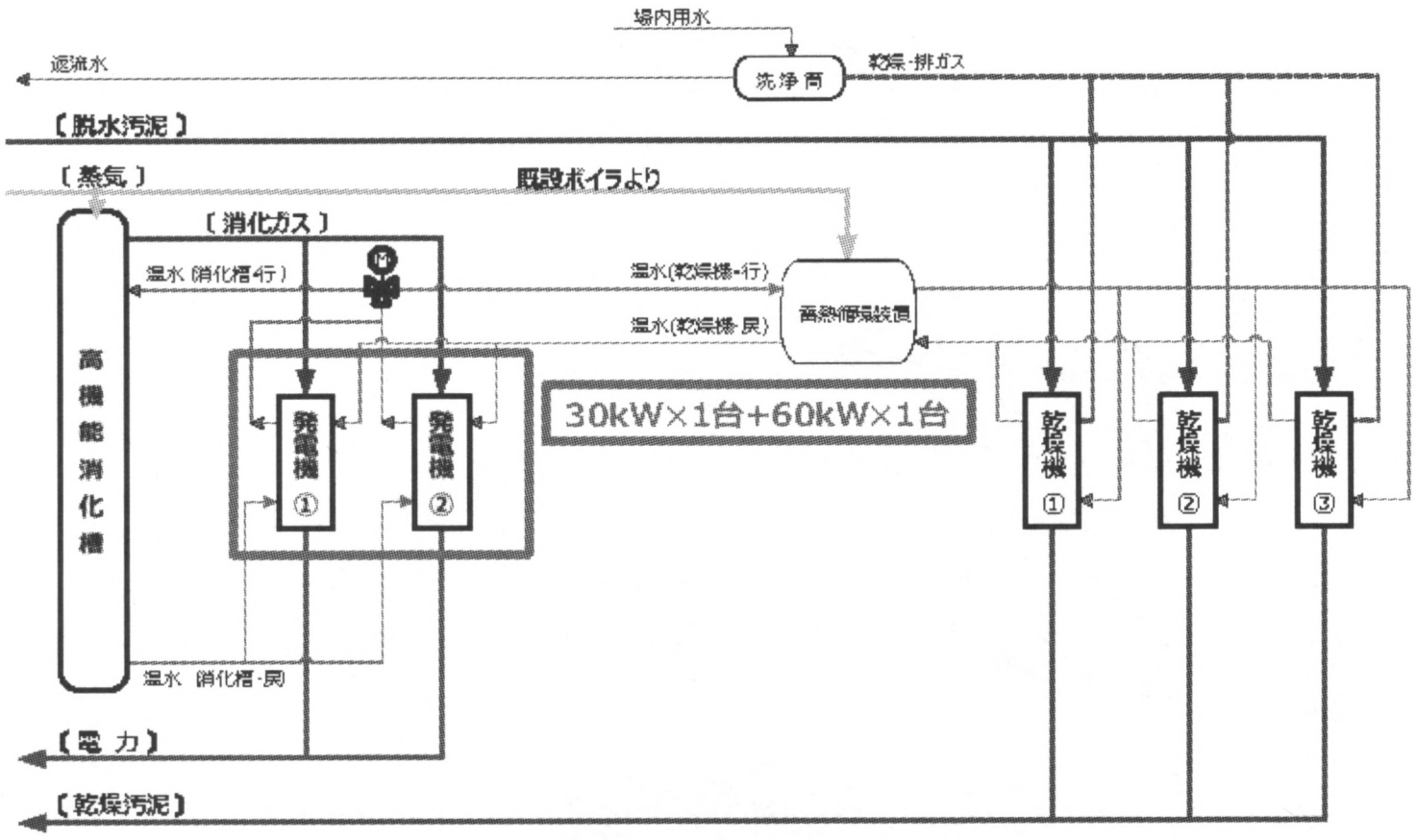
(3)　消化ガス完全利用型発電・消化・乾燥システム（図－５～６、写真－７～８）

本システムは、消化タンクで発生する消化ガスを全量発電に利用し、発電機で発生する排熱を温水として回収することで、嫌気性消化タンクの加温と汚泥乾燥（蓄熱循環装置の温水加温）に用いる仕組みです。

これにより、発電効率：34％、乾燥汚泥年平均含水率：45％、消化ガスエネルギー利用総合効率：90％を図ります。

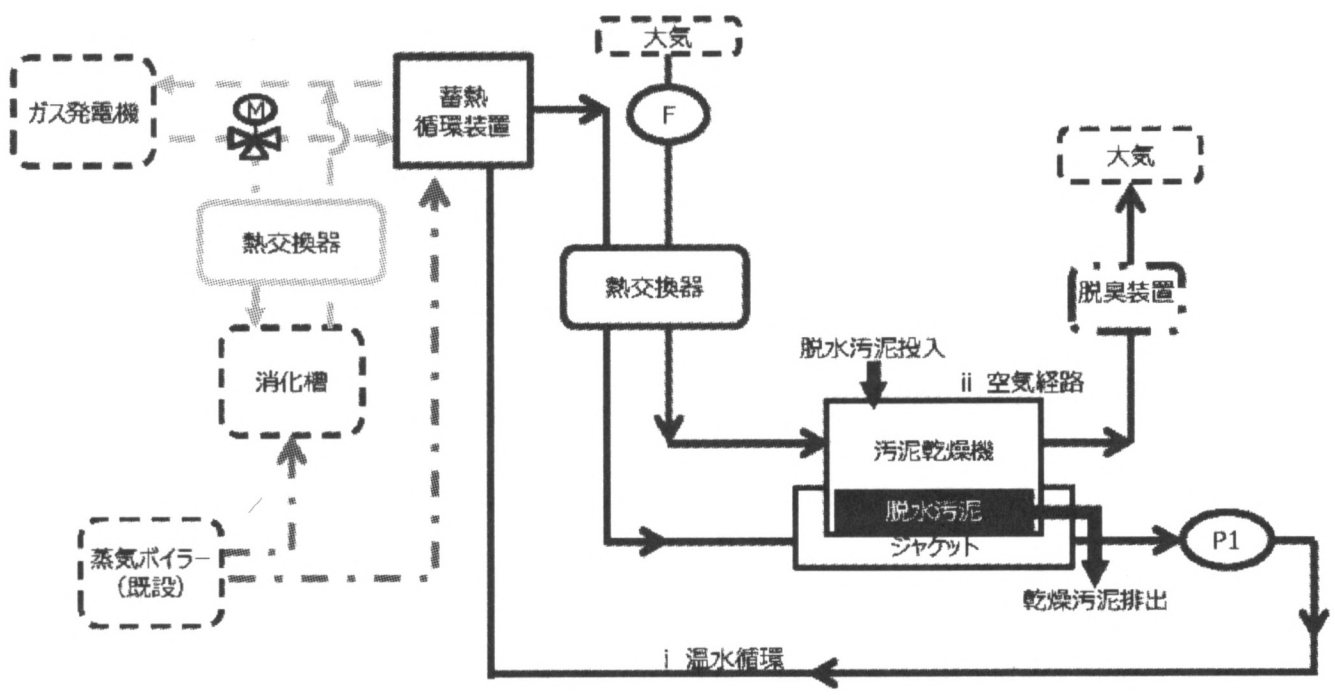
４．システムの性能評価

汚泥処理・資源化システムの構築に係る建設工事は、令和２年３月をもって完了しました。共同研究については、建設工事完了１年後まで、

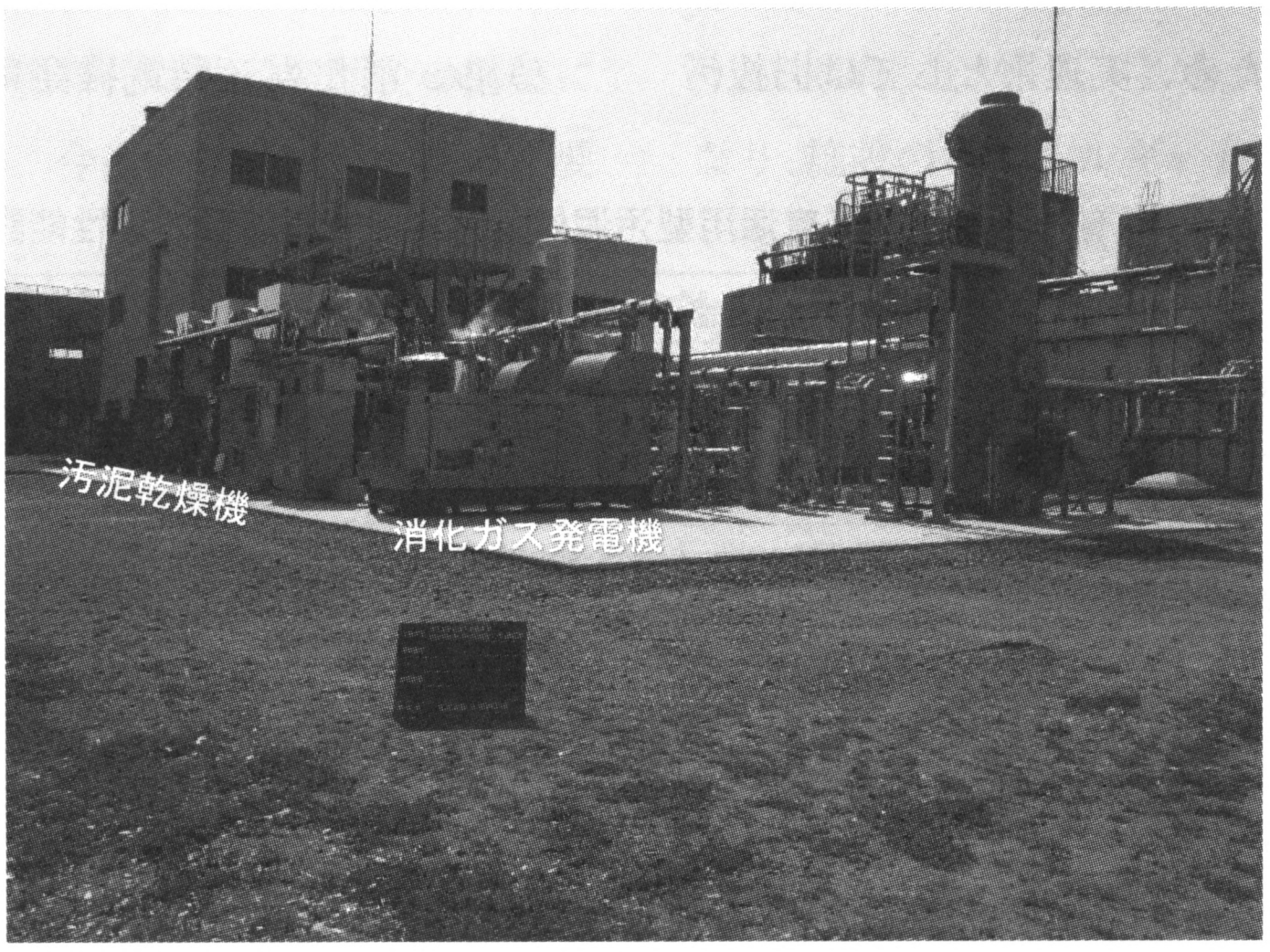


図－５　消化ガス完全利用型 発電・消化・乾燥システム フロー①

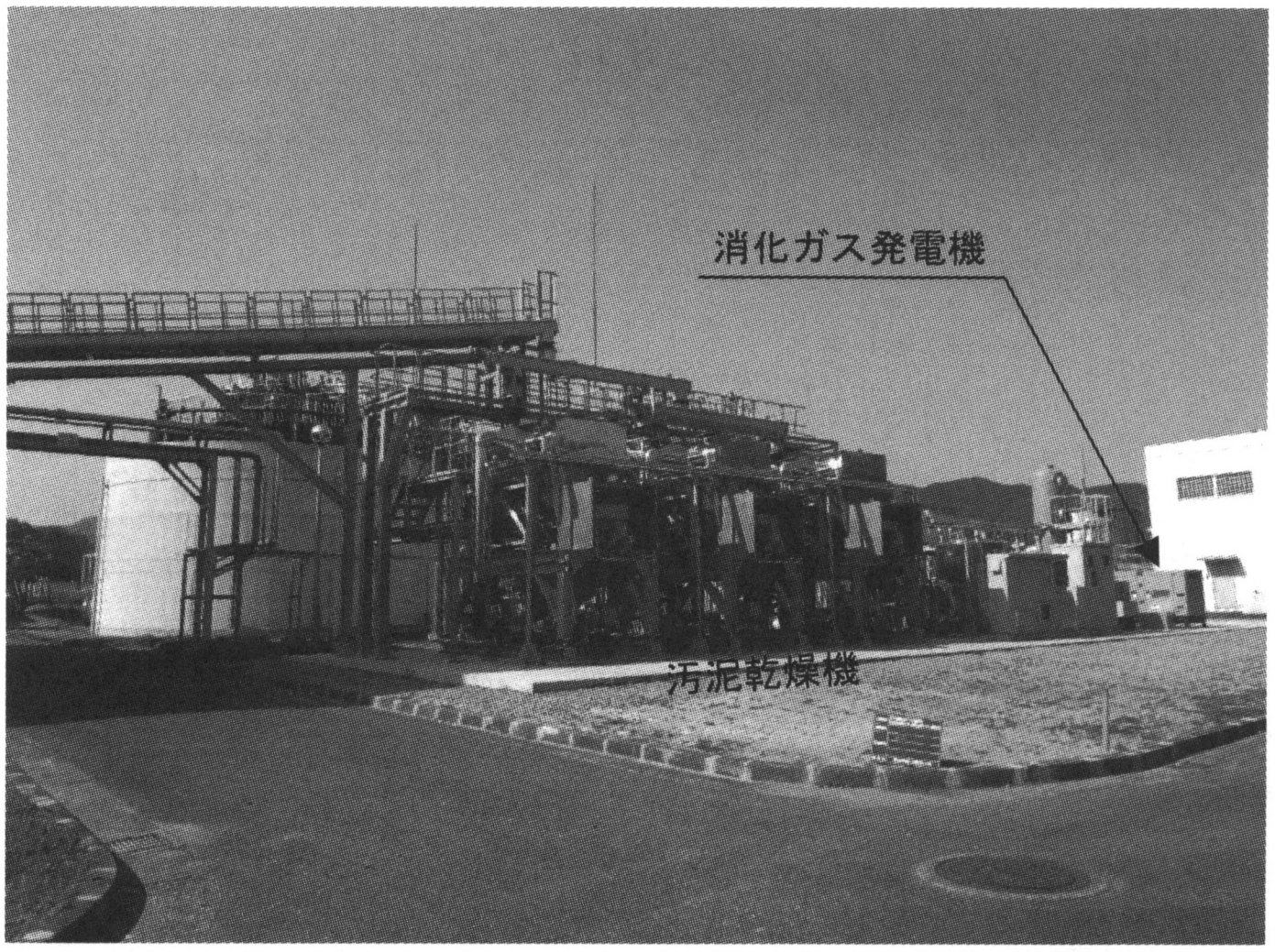
i 温水循環	温水を循環させ汚泥乾燥機内の脱水汚泥を加熱	ガス発電機温水
ii 空気経路	大気を加温し、機内の汚泥に熱を与える	ガス発電機温水



図－６　消化ガス完全利用型 発電・消化・乾燥システム フロー②



写真－７　消化ガス発電機、汚泥乾燥機



写真－８　汚泥乾燥機、消化ガス発電機

導入したシステムの性能評価を行い、令和３年３月をもって終了しました。

本システムの性能評価結果を表－２に示します。

表－２に示したとおり、性能目標値をおおむね満足しており、本システムの実用性が確認できました。

なお、重力濃縮タンクの濃縮汚泥濃度４％-TS 以上を安定的に達成することは可能であるが、高濃度になりすぎて汚泥引抜管の閉塞が起こる可能性があるため、実運用としては引抜汚泥濃度が3.5～４％-TS の範囲に入るような運転を行っています。

また、発電効率については、性能目標値34％（カタログ最大値）を達成していませんが、目標値に近い数値で安定した運転が実現できています。

次に、消化ガス発電機導入後の電力消費状況を示します。

令和２年度　伊万里市浄化センター電力消費量

年間計：1,722 千 kWh　①

うち、消化ガス発電機発電量　年間計：616

表－２　保有エネルギー高度活用型汚泥処理・資源化システムの性能評価

設　備　名	性能目標値	令和２年度　実績値
高度沈降回収型重力濃縮タンク	濃縮汚泥濃度：3.5%-TS 以上を得、4%-TS 以上を目指す。	3.56%-TS（最大4.54%-TS）
高機能型消化タンク	消化率：50%-TS 以上	55%-TS
	ガス発生率：投入 VS 量当たり500N m^3/t-VS 以上	573N m^3/t-VS
	消費電力量：分解 VS 量当たり205kWh/t-VS 以下	76kWh/t-VS
消化ガス完全利用型発電・消化・乾燥システム	発電効率：34% ※34%は発電機カタログ最大値	１号機：33.2% ２号機：32.5%
	乾燥汚泥年平均含水率：45%	42.5%
	消化ガスエネルギー利用総合効率：90%	91.4%

千kWh　②

うち、電力会社からの受電量　年間計：1,106千kWh　③

令和２年度において、施設の年間消費電力のうち、消化ガス発電機で発電した電力の占める割合が約36％（②／①）となっており、その分電力会社からの受電量（購入電力量）を削減できた結果となりました。

５．今後の課題

【乾燥汚泥処分費】

今回導入したシステムにより、汚泥脱水機で発生した脱水汚泥の一部を汚泥乾燥機に投入して乾燥汚泥とし、汚泥の場外搬出量および処分費の削減を図りました。

しかしながら、令和２年度において、汚泥処分契約単価（円／t）が脱水汚泥＜乾燥汚泥となり、令和元年度より年間汚泥処分費は減少したものの、期待していたほどの削減効果が得られなかった。

現状において乾燥汚泥の処分契約単価がそれほど下がる見込みはなく、場外搬出量削減のため、乾燥汚泥の肥料化を検討する必要があります。また、汚泥の肥料化は循環型社会の構築に貢献する面からも、今後積極的に検討する必要があります。

そこで、令和３年度に、乾燥汚泥肥料化の可能性を確認するため、成分分析を行う計画です。

【し尿・浄化槽汚泥の投入開始】

伊万里市浄化センターに隣接して、し尿・浄化槽汚泥を取り扱う「伊万里・有田地区衛生センター」があります。汚泥処理・資源化システム導入直後の令和２年５月上旬より、衛生センターから浄化センターへのし尿・浄化槽汚泥投入が開始されました。

衛生センターに持ち込まれたし尿・浄化槽汚泥は、まず前処理として、施設内の汚泥濃縮機で濃縮されます。その後、希釈された濃縮分離液は直近の汚水管渠（マンホール）に投入され、浄化センターへの流入汚水の一部となります。また、衛生センターの汚泥濃縮機から引き抜かれた濃縮汚泥については、ポンプ圧送され、浄化センターの汚泥消化タンクに直接投入されています。

汚泥消化タンクへのし尿・浄化槽濃縮汚泥投入開始後も、消化ガス発生率は性能目標値以上（投入VS量当たり500N m^3／t-VS以上）を確保しており、汚泥のガス化は問題なく進んでいるようですが、消化率などへの今後の悪影響を検証する必要があります。

６．最後に

今回導入したシステムが、当市のような中小規模の処理施設で効率よく稼働できるのかと懸念していましたが、今後の課題等が残されているものの、性能目標値をおおむね達成することができました。特に、汚泥消化タンクの消費電力量については、性能目標値（分解VS量当たり205kWh／t-VS以下）を大幅に下回る結果となり、施設の省エネルギー化を達成できました。

今回導入したシステムにより、消費エネルギーの削減や下水汚泥保有エネルギーの有効利用が達成され、そのことが地球温暖化対策にも貢献しているものと考えています。

改築更新時期を迎える全国の下水処理場における検討に、この報告が参考となれば幸いです。