

3. 2 平成 20 年度完了共同研究の概要

平成 20 年度は、8 テーマ 14 件の共同研究が完了しました。

整理 No.	件名(協定名)	研究期間	共同研究者	頁
83	バイオマスのエネルギー利用技術の開発	H16~20	新日鉄エンジニアリング(株)	37
100	新たな生物反応等を用いた高度処理技術の開発	H17~20	高砂熱学工業(株)	38
102	新たな生物反応等を用いた高度処理技術の開発	H17~20	(株)タクマ	39
103	新たな生物反応等を用いた高度処理技術の開発	H17~20	(株)日立プラントテクノロジー	40
(提) 104	特殊土壌脱臭法の汚泥系臭気への適応評価	H18~20	(株)ニチボー	非掲載
106	大規模処理場の改築・高機能化等の多様な目的に適した膜分離活性汚泥法の開発	H18~20	アタカ大機(株) 旭化成ケミカルズ(株) (株)石垣 サーンエンジニアリング(株) 住友重機エンバイロメント(株) 扶桑建設工業(株) 三井造船環境エンジニアリング(株) (株)明電舎	41
108	大規模処理場の改築・高機能化等の多様な目的に適した膜分離活性汚泥法の開発	H18~20	(株)クボタ	42
109	大規模処理場の改築・高機能化等の多様な目的に適した膜分離活性汚泥法の開発	H18~20	(株)日立プラントテクノロジー 日本大学理工学部土木工学科	43
110	新しい物理化学的りん除去法の開発	H18~20	帝人(株) 国立大学法人島根大学	44
111	新しい物理化学的りん除去法の開発	H18~20	旭化成ケミカルズ(株)	45
(提) 115	低曝気活性汚泥法による余剰汚泥抑制 廃水処理法の実用化	H18~20	クラリス環境(株)	46

整理 No.	件名(協定名)	研究 期間	共同研究者	頁
(提) 116	OD法の自動制御技術の開発	H18～20	日本ヘルス工業(株)	47
118	中小規模処理場に適した下水汚泥等からのエネルギー回収利用技術の開発 －消化ガス精製用VPSAシステムの開発－	H19～20	前澤工業(株)	48
120	中小規模処理場に適した下水汚泥等からのエネルギー回収利用技術の開発 －水熱処理による脱水乾燥性向上技術を活用した下水汚泥等バイオマスからのエネルギー回収システムの開発－	H19～20	月島機械(株)	49

8 3	新日鉄エンジニアリング株式会社	バイオマスのエネルギー利用技術の開発
-----	-----------------	--------------------

1) 共同研究の目的

下水汚泥由来のバイオマス燃料を石炭火力発電所等にて石炭等燃料と混焼利用する技術を開発することを目的とした。

2) 共同研究の概要

主に造粒乾燥燃料化システムの運転実証（北九州市北湊浄化センター）及び実際の火力発電所における石炭-汚泥燃料混焼実験を行った。また、燃料価値向上を目的として造粒乾燥製品の軽度の炭化による製品臭気軽減化にも取り組んだ。

- (H16) 小型実験機による造粒乾燥燃料製造の基礎調査
- (H17) 実証機（20 t/日）の建設・試運転
- (H18) 実証機の連続運転実験と火力発電ボイラにおける混焼実験
- (H19～H20) 臭気軽減を目的とした炭化実験

※H18年度までの成果をもとに、「造粒乾燥システムと製品」について技術評価が実施された。

3) 共同研究の成果

(1) 造粒乾燥燃料化システムの運転実証（北九州市北湊浄化センター）

- ①延べ運転時間約 1,500 時間以上の実証運転の達成によりシステムの安定性が確認された。
- ②長時間連続運転による運転用役費が確認された。（燃費 75L/wet-ton、電力 89KWH/wet-ton）
- ③排ガス、排水ともに規制値を下回っており、環境影響に問題ないことが確認された。

(2) 造粒乾燥燃料の性状

- ①発熱量：造粒乾燥燃料の発熱量は石炭の 5～7 割程度であり、石炭の代替燃料として十分利用可能であることが確認された。
- ②燃焼性：燃料比は 0.2 程度となり石炭(1.5～2.0) よりも燃焼性が良いことを確認した。
- ③粉碎性：HGI は 18～20 程度でミルでの破碎に問題が無いことを確認した。
- ④発熱特性：貯蔵時の発熱シミュレーションの結果、自然発火の可能性が低いことを確認した。
- ⑤臭気：炭化物の臭気濃度は石炭混焼用燃料として利用しても問題とならない程度まで低減した。

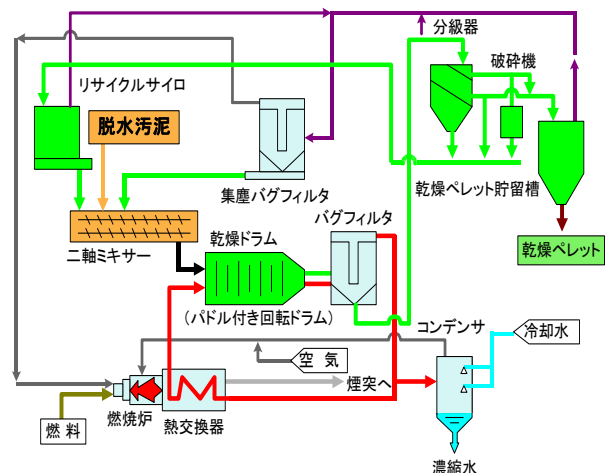
(3) 火力発電所における石炭-汚泥燃料混焼実験

- ①ボイラへの影響：混焼率 0.5%、1%、2%（重量割合）で問題なかった。（ミル影響、スラッキング、ファウリング、腐食等）
- ②環境への影響：専焼時と変わらず、設備増強等一切必要なし（排ガス性状、排水性状の確認）と判断された。
- ③灰性状（飛灰、主灰）：汚泥中の重金属、P 等の影響見られなかった。

(4) 燃料価値向上（炭化による造粒製品の臭気低減※）

- ①炭化は、炉内温度 130℃、滞留時間 1 時間で連続 8 時間運転によりシステムの安定性が確認された。
- ②炭化により、造粒製品の臭気指数（官能試験）は低下した。
- ③炭化により、造粒製品の単位重量あたりの発熱量は若干上昇する。（組成の変化による）
- ④ただし、脱水汚泥に対する固形燃料の回収率が悪化する。

※ 本共同研究では、製造された造粒乾燥製品を別の施設に設置された炭化炉にて炭化した。



100	高砂熱学工業株式会社	新たな生物反応等を用いた高度処理技術の開発
-----	------------	-----------------------

1) 共同研究の目的

生物処理の高機能化を可能とする下水処理システムの開発を目指して、生物反応タンクに直接オゾン添加することにより活性汚泥の活性向上を図り、建設コストおよび維持管理費コストを削減可能な水処理技術を開発する。

2) 共同研究の概要

本技術は、生物学的有機物質除去技術として従来から利用されている標準活性汚泥法を基本として、図-1 に示す通り、反応タンクに微量のオゾン供給するものである。本システムの主な特徴は以下の通りである。

ー汚泥沈降性改善及び生物活性向上効果により、
反応タンク容積の削減あるいは処理能力の増強が可能である

ー汚泥発生量が削減されることにより汚泥処分費の削減が図れる

ー汚泥沈降性改善により活性汚泥処理の安定性が向上し、メンテナンス費削減が図れる

ーオゾン直接反応タンクに供給するため、新たな水槽の設置が不要である

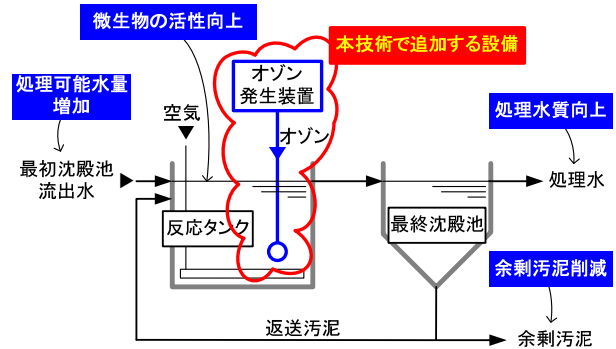


図-1 本技術の概要図

3) 共同研究の成果

○人工排水を処理するベンチスケールの実験を実施した。高容積負荷条件では、オゾン添加無しでは、バルキングにより処理不能になったが、オゾン添加系統はバルキングすることなく処理が可能であった。その際の汚泥中の微生物相をPCR-DGGE法を用いて分析した結果、オゾン添加により微生物相が変化していることが示唆された。

○ベンチスケール実験において油分を含む人工排水を供給したところ、オゾン添加無しではバルキングにより処理不能になったが、オゾン添加系統はバルキングすることなく処理が可能であった。また、水槽壁面への油分の付着が少ないことを確認した。

○生下水を用いたパイロットスケールの実証試験を実施した結果、汚泥沈降性向上（図-2 参照）、色度除去性能向上、汚泥発生量削減効果が得られた。その要因の一つとして、活性汚泥の微生物相の一部が変化していることが挙げられた。

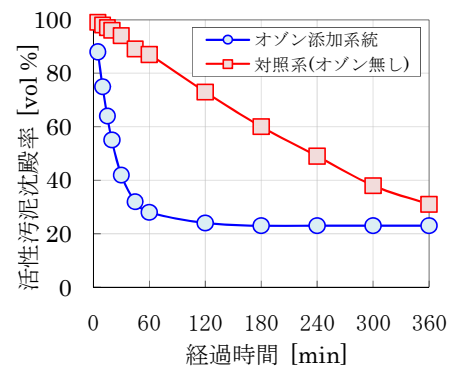


図-2 汚泥沈降速度測定結果の例

4) 関連資料・報文等

1. 佐藤, 猪垣, 岡村, 沼田, 稲葉, 糸川, 村上: オゾン添加による活性汚泥法の機能向上に関する検討, 第44回下水道研究発表会講演集, pp.190-192, 2007
2. 湯浅, 佐藤, 稲葉, 高橋, 糸川, 村上, 岡本: オゾン添加による活性汚泥法の機能向上に関する検討(生下水を用いた実証試験), 第45回下水道研究発表会講演集, pp.211-213, 2008

102	株式会社タクマ	新たな生物反応等を用いた高度処理技術の開発
-----	---------	-----------------------

1) 共同研究の目的

新規の生物反応であるアナモックス反応を利用することで、従来の硝化・脱窒プロセスよりもエネルギー消費量、ユーティリティ費を 20%以上削減できる窒素除去技術の開発を目的とした。本研究では、下水処理場の消化汚泥脱水分離液を原水としたパイロットスケールの実証実験を行うことで、各工程の処理の安定性を検証し、アナモックスプロセスの適用性を評価した。

2) 共同研究の概要

対象としたアナモックスプロセスの処理フローを図 1 に示す。アナモックス反応はアンモニア性窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) と亜硝酸性窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$) を窒素ガスに転換する脱窒反応であるため、本反応を排水処理に適用するには、アナモックス槽の前段に、原水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ を $\text{NO}_2\text{-N}$ に転換する亜硝酸化槽を設ける必要がある。本プロセスでは、原水の約半量を亜硝酸化槽へ供給し、温度、pH を制御することで流入する $\text{NH}_4\text{-N}$ の全量を $\text{NO}_2\text{-N}$ に変換した。さらに、濃度調整槽にて $\text{NH}_4\text{-N}$ を含む原水と混合することでアナモックス槽流入水の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度調整を行い、アナモックス反応を利用して脱窒処理した。なお、亜硝酸化槽とアナモックス槽は担体を充填した固定床の生物反応槽とした。原水の SS 濃度が高くなると亜硝酸化処理への悪影響が懸念されるため、必要に応じて前処理として凝集沈殿を行った。

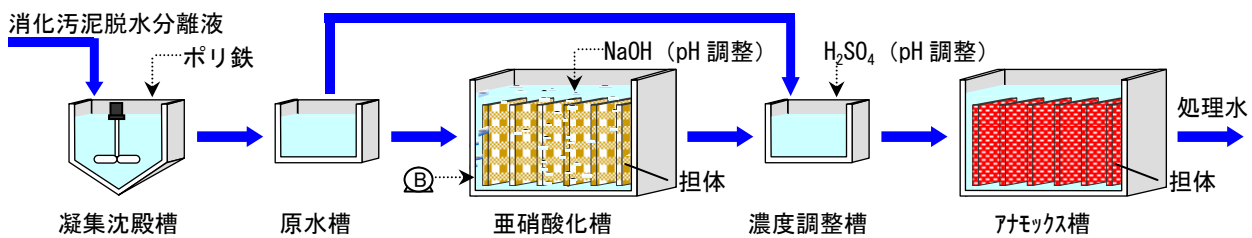


図 1 対象としたアナモックスプロセスの処理フロー

3) 共同研究の成果

- ・ 亜硝酸化処理では、流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度 730 ~1,060 (平均: 918) mg/L、窒素負荷 0.9 ~1.1 (平均: 1.0) $\text{kg/m}^3/\text{d}$ に対して、亜硝酸転換率を 85~100 (平均: 97) %で維持できた。原水 SS 濃度が 100mg/L 以上の時は前処理として凝集沈殿を行うことで、同等の処理が維持できた。
- ・ アナモックス脱窒では、 $1.0\text{kg/m}^3/\text{d}$ 未満の低負荷条件から段階的に負荷を上昇させることで、約 1.5 ヶ月で $2.5\text{kg/m}^3/\text{d}$ 程度へと負荷上昇が達成できた。立上げ以降は $3.5\text{kg/m}^3/\text{d}$ 程度まで負荷を上昇させ、80%以上の窒素転換率が維持できた。
- ・ アナモックスプロセス全体として、約 80%の窒素除去率が維持できたことから、消化汚泥脱水分離液からの窒素除去に対するアナモックスプロセスの適用性が確認できた。

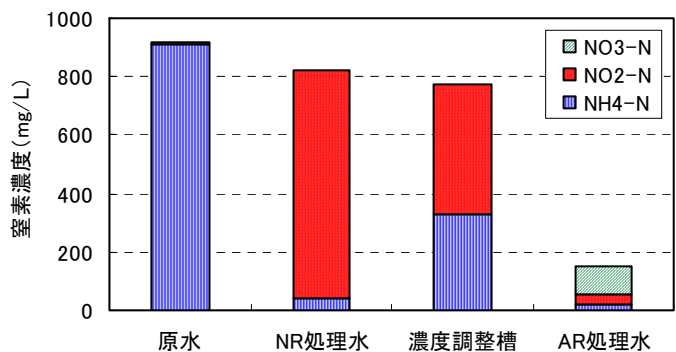


図 2 処理過程での窒素濃度の推移

4) 関連資料・報文等

高木ら (2008) 第 45 回下水道研究発表会講演集, pp. 818-820

高木ら (2009) 第 43 回日本水環境学会年会講演集, pp. 426

103	(株)日立プラントテクノロジー	新たな生物反応等を用いた高度処理技術の開発
-----	-----------------	-----------------------

1) 共同研究の目的

本研究開発では、主に汚泥処理系から発生する高濃度アンモニア廃水の効率的な処理方法として、新たな生物反応（アナモックス反応）を利用した新しい高度窒素除去技術を開発し、従来法（硝化・脱窒法）よりもエネルギー消費量およびユーティリティ費を 20%以上削減することを目的とした。

2) 共同研究の概要

消化汚泥脱水ろ液中には高濃度のアンモニア性窒素が含まれているが、現状では下水処理工程へと戻され処理されている。この窒素負荷は下水処理工程における全窒素負荷の 10~20%を占め、良好な下水処理水を得るために、この消化汚泥脱水ろ液を効率的に処理することが重要である。そこで、アナモックス菌を利用した新しい窒素除去システムを開発した。

本システムの概要を図 1 に示す。排水中のアンモニアは、①亜硝酸型硝化槽において約半量を亜硝酸性窒素に酸化し、②アナモックス槽においてアンモニア性窒素と亜硝酸性窒素を窒素ガスへ変換する。

本システムでは、亜硝酸型硝化およびアナモックス槽には硝化菌とアナモックス菌がそれぞれ固定化された担体を充填しており、SRT 制御を行なうことなく安定した処理が可能である。また、硝化工程では、アンモニア性窒素と亜硝酸性窒素の比率をセンサーで検知し、適切な硝化率となるよう曝気量の自動制御を行う。本技術では、約半量のアンモニアは直接窒素ガスへと変換されるため、曝気動力が半減できる。また、脱窒のためのメタノール等の薬品が不要であり、窒素処理工程での汚泥発生量も大幅に削減できる。

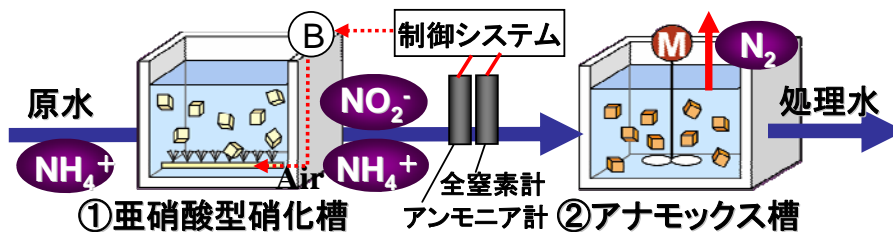


図 1 包括固定化アナモックス担体を利用した高速窒素除去システム

3) 共同研究の成果

- ・ 亜硝酸型硝化槽では、平均硝化速度 $1.7 \text{ kg-N/m}^3/\text{d}$ （負荷 $3.0 \text{ kg-N/m}^3/\text{d}$ ）を安定維持。
- ・ 亜硝酸型硝化槽において硝酸性窒素の生成をほぼ完全に抑制（ 5.0 mg/L 以下）。
- ・ アナモックス槽では、平均窒素除去速度 $5.1 \text{ kg-N/m}^3/\text{d}$ （負荷 $5.4 \text{ kg-N/m}^3/\text{d}$ ）を安定維持。
- ・ 全システムでの窒素除去率は安定しており、平均 85%を確認。
- ・ 高濃度の SS が流入しても槽内への SS 堆積は無く、処理性能も安定。
- ・ ランニングコストは従来法（硝化・脱窒法）の約半分（熱源があれば、さらに削減可能）。

4) 関連資料・報文等

井坂和一 ほか：アナモックス反応を用いた汚泥消化脱水ろ液中窒素除去システムの実証、第 45 回下水道研究発表会講演論文集、p821-823（2008）

井坂和一 ほか：包括固定化アナモックス担体を用いた窒素除去システムの安定性評価、第 43 回日本水環境学会年会講演集、p 429（2009）

Isaka K. *et al.*: Novel autotrophic nitrogen removal system using gel entrapment technology, Proceedings of IWA 6th Leading-Edge conference on water and wastewater technology（2009 予定）

106	旭化成ケミカルズ株式会社、アタカ大機株式会社、株式会社石垣、サーンエンジニアリング株式会社、住友重機械エンバイロメント株式会社、扶桑建設工業株式会社、三井造船環境エンジニアリング株式会社、株式会社明電舎	大規模処理場の改築・高機能化等の多様な目的に適した膜分離活性汚泥法の開発
-----	---	--------------------------------------

1) 共同研究の目的

大規模処理場の再構築において、既設土木構造物の利用が可能であり、多様な施設条件に柔軟に対応できる膜分離活性汚泥法として、建設コストが削減でき、維持管理の容易な外付浸漬槽型膜分離活性汚泥法の開発を目的とする。

2) 共同研究の概要

既設反応槽はそのまま利用し、最終沈殿池の代わりに分離膜を浸漬させた膜分離槽を設置し、活性汚泥の分離を行う外付浸漬槽型膜分離活性汚泥法を開発した。円筒型中空糸膜モジュール（図-1）と自動膜洗浄システムを用いる事で、膜分離槽の小型化と維持管理の簡素化、コストの低減を図ることができる。処理能力 60m³/日の実証プラント（写真-1、図-2）を約 16 ヶ月間運転し、ろ過安定性や洗浄動作、処理水質などのデータを採取した。



写真-1 実証プラント全景

3) 共同研究の成果

- ① 外付浸漬槽のため浸漬洗浄の自動化が可能になり、維持管理作業を簡素化できることを確認した。
- ② 膜洗浄空気量を処理水量の 6 倍まで低減でき、ランニングコストの著しい低減が可能になった。
- ③ 高フラックス (0.8m³/m²/日) で、安定して良好な処理水質が得られることを確認した (表-2)。
- ④ 膜分離槽の最適 MLSS 濃度、反応タンクとの循環量の目安を明らかにした。
- ⑤ 汚泥の脱水性は OD 法と同程度であることを確認した。
- ⑥ 大規模処理場の再構築時のケーススタディを行い、施設規模毎の改造案を策定した。
- ⑦ MBR 処理水の RO 膜による後処理実験を行い、RO 原水としての適合性を確認した。

表-2 実証試験の平均処理水質例

BOD ₅	0.6mg/L
COD _{Mn}	5.8mg/L
SS	<0.4mg/L
全窒素	6.7mg/L
全りん	0.34mg/L
大腸菌群数	<1.8MPN/100ml
濁度	<0.25 度
色度	8.6 度

4) 関連資料・報文等

橋本他、第 4 1 回下水道研究発表会講演集、p762-764(2004)



図-1 膜モジュール

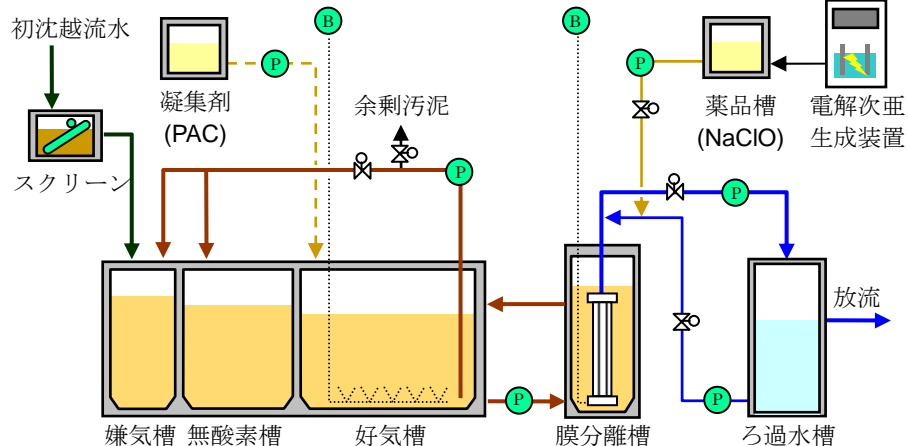


図-2 実証プラントのフロー

108	株式会社クボタ	大規模処理場の改築・高機能化等の多様な目的に適した膜分離活性汚泥法の開発
-----	---------	--------------------------------------

1) 共同研究の目的

標準活性汚泥法を高度処理施設に改築するためには、既存の躯体を有効利用した再構築が求められる。本研究では、このような条件に適した新しい膜分離活性汚泥法の開発を目的とした。

2) 共同研究の概要

共同研究期間：H18 年 10 月 10 日～H21 年 3 月 31 日
 実証フィールド：J S 技術開発実験センター
 実証処理方式：新型MBRプロセス（膜型 UCT 法）
 使用膜ユニット：大型膜ユニット（有機平膜）

3) 共同研究の成果

i)パイロットプラントによる実証

実験条件：新型MBRは、既設の標準活性汚泥法の反応タンクへの適用を想定し、標準膜を 1.5 倍の高さに延長した大型膜ユニット、エアリフトポンプおよびサイフォンろ過方式等の省エネ対策を施したプロセスである。実証実験で使用したパイロットプラントの処理フローを図-1 に、運転条件を表-1 示す。

実験結果：パイロットプラントの窒素・りん除去状況を図-2 と図-3 に示す。通年の実証により T-N<10mg/L、T-P<0.5mg/L の処理性能を確認した。エアリフトポンプが無酸素・嫌気タンクに供給するDOが脱窒・脱りん性能へ及ぼす影響は軽微なことを確認した。また、サイフォンろ過方式は、電動弁の開度調整により膜ろ過流量を良好に自動制御できることを確認した。最初沈殿池越流水を実験原水とすることにより、生下水と比較して 90% 以上のし渣量低減効果があることを確認した。

ii) ケーススタディから期待される省エネ効果

検討条件：10,000 m³/d・系列の標準活性汚泥法の一般的な形状の土木躯体に新型MBRを適用した場合のケーススタディを行った。

検討結果：大型膜ユニットの適用により、膜の洗浄空気量を 35%低減できる。エアリフトポンプによる汚泥循環の実施により、ポンプ圧送と比較して 95%の動力低減が可能である。また、サイフォンろ過方式の採用により、ポンプ吸引方式と比較して 99%の動力低減が可能である。これらの効果に、既設の最初沈殿池の有効利用による流入負荷の低減効果を加えると、新型MBRは従来のMBR比で約 40%の省エネ化が期待できる。

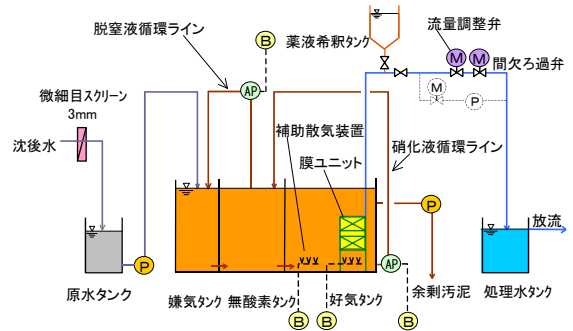


図-1 パイロットプラントフロー

表-1 パイロットプラントの運転条件

実験原水	最初沈殿池越流水
処理水量	夏季 43.8m ³ /d(100%) 春秋季 39.4m ³ /d(90%) 冬季 35.0m ³ /d(80%)
原水変動比	1.4 or 一定
反応タンク HRT	嫌気 1h 無酸素 2h 好気 3h ※夏季の場合
内部循環比	脱窒液循環 1Q 硝化液循環 3Q
ろ過方式	サイフォンろ過方式 (9min ろ過-1min 休止)
好気タンク MLSS	10,000mg/L

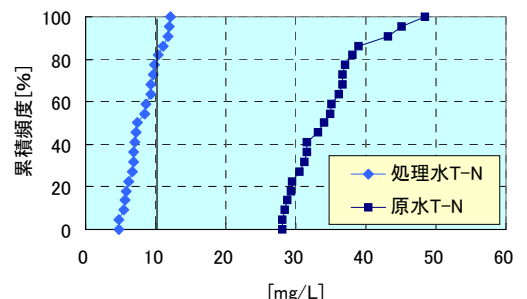


図-2 原水・処理水 T-N の累積頻度

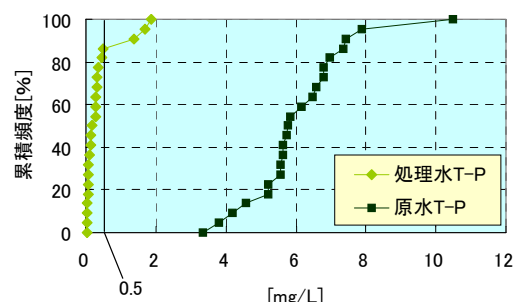


図-3 原水・処理水 T-P の累積頻度

109	(株)日立プラントテクノロジー 日本大学理工学部土木工学科	大規模処理場の改築・高機能化等の多様な目的に適した膜分離活性汚泥法の開発
-----	----------------------------------	--------------------------------------

1) 共同研究の目的

膜分離活性汚泥法 (MBR) は小規模施設向けに導入が進んでいるが、今後予想される大規模処理場の改築・高機能化への適用や処理水の再利用に係る検討など、MBR の用途拡大のための技術開発を行なうことを目的とした。

2) 共同研究の概要

本研究では、多様な施設条件へ柔軟に対応するよう MBR の要素技術の更なるブラッシュアップと MBR と NF/RO 膜の組合せによる再利用システムの開発に取り組んだ。実験は茨城県利根流域下水道事務所(平成 18 年 3 月時点の処理規模 110,000 m³/d) で実施し、最初沈殿池流入水を 1mm の微細目スクリーンで処理してから実験原水とした。パイロットプラントの仕様を表-2 に、フローを図-1 に示す。

表-1 パイロットプラントの仕様

MBR	処理水量	48 m ³ /d/系列 (日平均 Flux0.8m/d)				
	膜面積	60m ² /系列 (20m ² ×3 段積 有機平膜)				
	HRT	(嫌気槽)0.5h	(無酸素槽)2h	(好気槽)1h	(膜分離槽)2h	(全体)5.5h
NF/RO	供給水量	30L/min/系列				
	膜モジュール	4inch×1 台/系列				

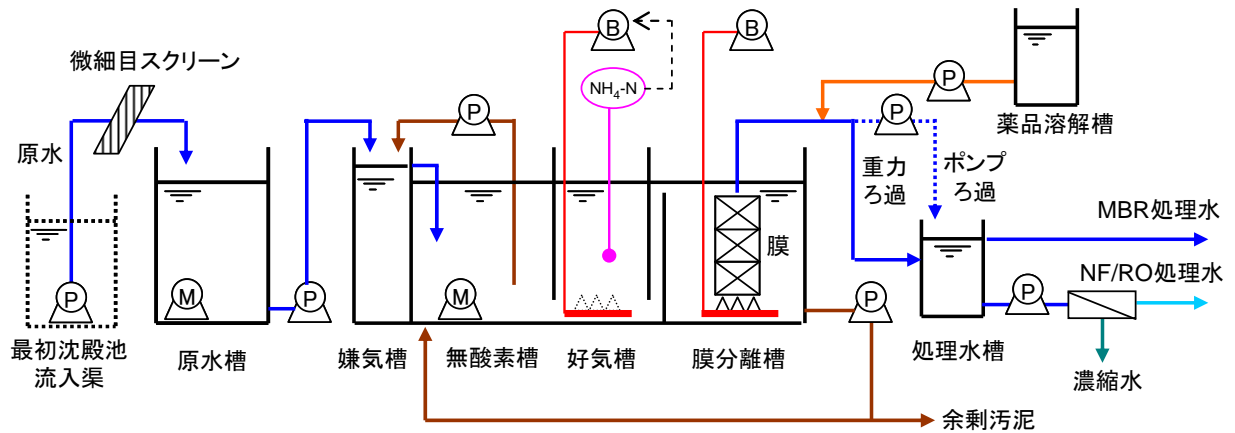


図-1 パイロットプラントのフロー

3) 共同研究の成果

- ・散気に係わる反応槽を好気槽と膜分離装置に分割し、好気槽の送風量制御手法として NH_4-N 一定制御を行なうことで、前出の分割をしない従来風量制御型に対して 21%の空気量削減効果を確認した。
- ・パイロットプラントおよびスケールアップ装置による連続評価から、サイフォン型および水頭差型の重力ろ過法の処理の安定性を確認した。
- ・流入水量変動対応として Flux 変動運転を検討した結果、0.6~1.3Q の日間の連続的な変動の範囲で安定したろ過性能を確認した。
- ・MBR+NF/RO 膜システムの適用により、ウイルス除去率 5log 以上、処理水色度 10 度以下が得られ国内の親水用水基準を満足した。

4) 関連資料・報文等

- ・関根ら：第 44 回下水道研究発表会講演集, p. 142-144 (2007)
- ・関根ら：第 45 回下水道研究発表会講演集, p. 280-282 (2008)

110	帝人(株) 国立大学法人島根大学	新しい物理化学的りん除去法の開発
-----	---------------------	------------------

1) 共同研究の目的

排水中のりん・窒素の影響により、特に閉鎖性水域において富栄養化が発生、赤潮、アオコ、悪臭などの水質汚染が問題となっている。

このような環境課題に対し、りん回収が可能なりん吸着成形体を用いた高度処理装置の開発を行いりん処理濃度 0.5mg/L 以下を達成する事で水質汚染防止に貢献する。

2) 共同研究の概要

本研究ではりん吸着成形体を用いたりん除去高度処理装置の開発を行う。りん吸着成形体の特徴は以下の通りである。

- ・排水中のりんに対して高い選択性を持っており、りん吸着速度が速い。
- ・排水中のりん濃度を 0.5mg/L 以下まで低減可能である。
- ・りん吸着に伴う汚泥の発生が無い。
- ・りん吸着成形体からのりん回収・資源化が可能である。

本研究の概要を下記に示す。

①りん吸着成形体を用いたりん除去高度処理装置の開発

- ・下水処理用として実用可能で、処理コストの安いりん除去高度処理装置の開発を行う。

②りん資源化技術の開発

- ・りん吸着成形体から回収したりんを資源化するための基盤技術の開発を行う。

3) 実験プラントのフロー

りん除去高度処理装置は 2 次処理水に含まれるりんの吸着除去を想定しており、りん吸着成形体からのりん回収・資源化及びりん吸着成形体の再生・再使用を繰り返し行う事で、排水中りん資源回収システムの構築を目指す。

4) 共同研究の成果

- ・りん吸着成形体のりん選択性が高く、開放系の吸着槽にてりん吸着成形体を通水するだけ排水中のりんを除去することが可能である。一方で、二次処理水中の SS 成分がりん吸着成形体表面に付着することによって吸着能力が低下することが明らかとなり、ろ過による前処理が必要であることが判明した。
- ・排水中のフミン酸についても吸着することが分かり、色度を向上させる機能があることが実証された。
- ・りん吸着成形体からりんを回収し、りん資源の有効活用が可能となることが実証されたが、りん吸着成形体特有のイオン溶出が認められた。



1 1 1	旭化成ケミカルズ(株)	新しい物理化学的りん除去法の開発
-------	-------------	------------------

1) 共同研究の目的

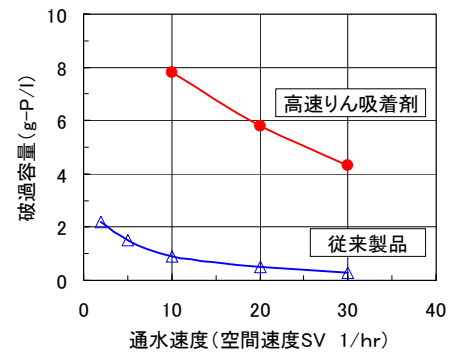
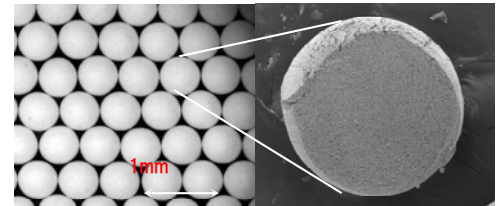
下水処理プロセスの二次処理水を対象として、下記の要件を満たす「りん吸着剤を用いたりん吸着回収システム」を開発する。

- ① 処理水りん濃度を安定的に 0.5mg/l 以下にできること。
- ② 除去したりんは、資源として有効利用が可能であること。
- ③ 従来の凝集剤を用いたりん除去法に比較して、処理コストを低減できること。

2) 共同研究の概要

1) 原理

二次処理水中のりんは、りん吸着剤により吸着・除去される。吸着したりんは吸着剤をアルカリ溶液で処理して脱着させた後、りん酸カルシウムの形で資源として回収可能である。この吸着剤はりんを繰返し吸着・脱着することができる。



2) 特長

＜りん吸着剤＞

新たに開発した特殊な多孔構造をもつ高速りん吸着剤で、①高通水速度でもりんを極低濃度まで除去できる、②吸着容量が大きい、③りん選択性が高い、④吸着脱着が繰返し可能等の特長を有している。

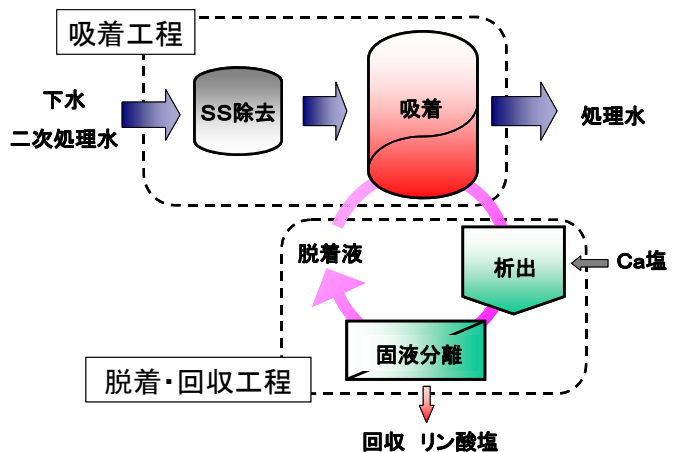
＜りん吸着回収システム＞

吸着工程、脱着・回収工程から構成されるシステムで、①除去したりんを高純度りん酸カルシウムとして回収できる、②脱着に用いるアルカリ溶液が繰返し使用できる、という特長を有している。

3) 共同研究の成果

下水二次処理水を用いたフィールドテストで、以下のことを実証した。

- 本システムは下水二次処理水中のりんを、全りんとしてほぼ 0.03~0.05mg/L まで、オルトリン酸態りんは 0.01mg/L 以下まで、安定して除去できる。
- 本システムで回収したりんは、りん鉱石高度品と比較し、りん含有率は同等 (15%-P 以上) で、有害金属含有率は低い。また、く溶性りん酸を 30%-P₂O₅ 含有しており、りん鉱石代替品や副産りん酸肥料として利用可能である。
- 本システムは、従来の凝集剤を用いたりん除去法に比較して、処理コストを低減できる。



4) 関連資料・報文等

青木他：高速りん吸着剤による下水二次処理水からの高純度りんの回収、第45回下水道研究発表会講演集、p. 806 (2008) 外

1 1 5	クラリス環境 (株)	低曝気活性汚泥法による余剰汚泥抑制廃水処理法の実用化
-------	------------	----------------------------

1) 共同研究の目的

標準活性汚泥法及び低曝気活性汚泥法のシステムを比較し、低曝気活性汚泥の余剰汚泥の低減化を実証する。

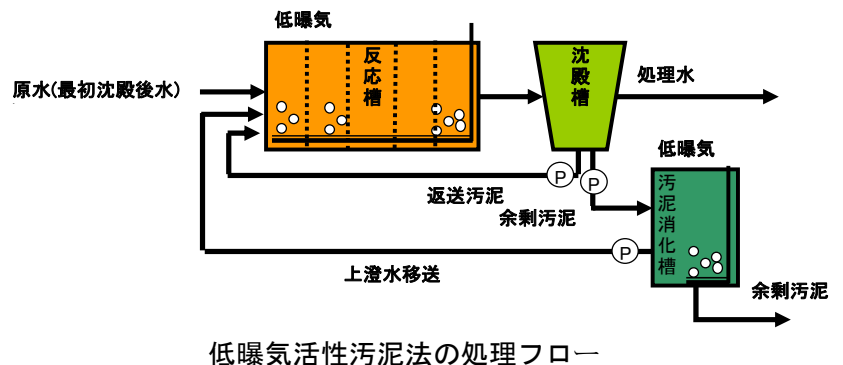
2) 共同研究の概要

低曝気活性汚泥法は、標準活性汚泥法に余剰汚泥の好気性消化槽を付加し、その上澄液を反応タンクに返流するフローとし、全槽を溶存酸素濃度 1 mg/L 以下に制御することを特徴とする処理システムである。このシステムを産業廃水に適用した場合は、大幅な余剰汚泥の削減と臭気発生抑制、省エネルギー効果があることが報告されている。本共同研究では、低曝気活性汚泥法を下水処理に適用した場合の効果について、実下水を用いたパイロットプラント実験により検証した。

3) 共同研究の成果

① 運転条件

設置した消化槽に余剰汚泥を貯留し、溶存酸素 1 mg/L 以下の低曝気状態で硝化を進行させ、その上澄液を断続的に反応タンクに返送しながらタンク内の溶存酸素も 1 mg/L 以下に維持することによって、標準活性汚泥法から低曝気法に移行することができた。



低曝気活性汚泥法の処理フロー

② 処理水の水質

BOD, COD は、年間を通じて標準活性汚泥法と同等の処理水質が得られ、難分解性の有機物はむしろ分解が促進された。窒素は低曝気にもかかわらず硝化・脱窒が進行し、りん除去率の向上も認められた。余剰汚泥の(好気性)消化槽は、汚泥減量化のほか、りんの高濃度保持、低曝気運転下の亜硝酸の蓄積抑制など、水処理にも効果があると推測された。

③ 余剰汚泥、省エネルギー、臭気

余剰汚泥は、産業廃水での事例ほどの大幅な発生量の削減はなかったが、強熱残留物による物質収支からは標準活性汚泥法に比べて 17% 程度の削減が認められた。送風量は、設定値による計算では電力削減率で 36% となったが、設計指針に準拠して求めた必要空気量は標準活性法と同程度であった。臭気は対照系として運転した標準活性法と同様であり、ほとんど発生が認められなかった。

4) 今後の課題

今回の下水処理適用実験では、安定的な移行手法には改善の余地が残されたが、処理法の有効性に加え、余剰汚泥の好気性消化槽を設置するだけで、通常の活性汚泥法から本法への転換が可能であることが確認できたことは大きい。本方法はより濃度の高い BOD を含む汚水の処理でより有効に機能すると思われるので、流入下水質の高濃度化対策や返流水の単独処理など、適用環境を整えば下水処理においても十分有効な処理法になると予想される。

1 1 6	日本ヘルス工業株式会社	OD 法の自動制御技術の開発
-------	-------------	----------------

1) 共同研究の目的

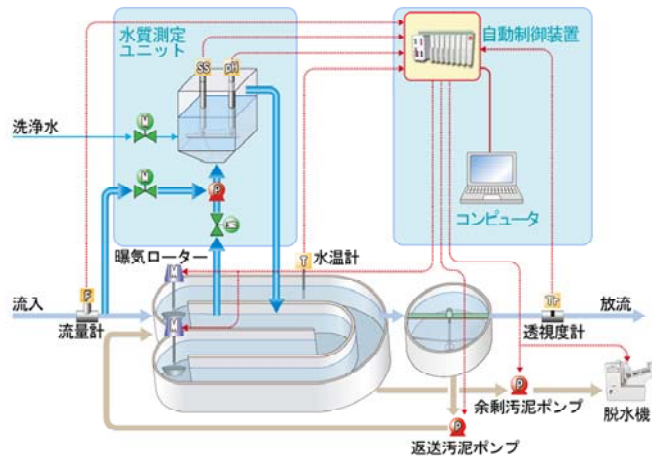
自動制御技術の開発により、安定した水質の確保と維持管理コストの縮減を図る。

具体的な開発目標：

- ①高負荷条件下で負荷変動に対して安定した処理を達成するための制御技術の確立
- ②長期的な水質の安定と維持管理コストの縮減

2) 共同研究の概要

水質自動測定ユニットを用いて流入水や OD 槽内の混合液の水質をオンライン測定し、その測定値に基づいて酸素必要量を算出して曝気制御を行う手法『OR 制御』を提案した。更に、汚泥の脱水処理を含む施設全体の自動運転を行い、水質の安定化と維持管理のコストダウンを図った。これらの効果を確認するため、活性汚泥モデル



OD 法自動制御システム構成図

(ASM) を利用して机上検討するとともに、日本下水道事業団技術開発センター

にてベンチスケールプラントを用いて高負荷実験（通常の OD 法設計処理水量の 120%）を行い、合わせて実処理場を制御対象に 1 年間の検証を行った。

3) 共同研究の成果

- ①流入水の負荷変動に自動で対応する曝気制御技術の開発： OR 制御では、流入濃度の時間変動や日変動を流入 SS の自動測定によって捉え、酸素供給量を自動調整することにより負荷変動に対応することができた。
- ②高負荷条件における良好な水処理の実現（除去率は期間平均値）： 短い滞留時間とベンチスケールプラントの構造上の問題で終沈からの SS 流出が起り、T-BOD の除去率は高くなかったが、S-BOD の除去率は 99.4% であり、有機物の除去は正常に行われていた。窒素の除去率は 84% 以上で、高度処理 OD 法と同レベルであった。更に、SS の流出による影響を取り除けば、窒素除去率は 93% 以上であった。
- ③実処理場における長期的に安定した自動制御の実現： 1 年間に渡り自動制御を行った結果、BOD 除去率は 99.2%、窒素除去率は 96.4% であった。
- ④維持管理の効率化への寄与： 自動洗浄機能付きの水質自動測定ユニットを用いて、3 ヶ月以上メンテナンスフリーの水質自動測定を確認した。また、曝気のみならず、汚泥の脱水を含む処理施設全体の自動制御を行い、処理水質の安定化と運転管理の効率化が図ることができた。
- ⑤電力コストの削減： OD 槽内の DO はゼロ付近で制御されたため、無駄なエアレーションを防ぐことができた。その結果、電気使用量は同一条件の処理場（縦型ローター、同程度の流入率）と比較して非常に良好な結果（平均値より約 26% 削減）が得られた。また、自動制御によりデマンド低減の効果が確認できた。

118	前澤工業(株)	中小規模処理場に適した下水汚泥等からのエネルギー回収利用技術 の開発 -消化ガス精製用VPSAシステムの開発-
-----	---------	--

1) 共同研究の目的

下水汚泥等からのエネルギー回収において、嫌気性消化から消化ガスとして回収しエネルギー利用する方法があるが、比較的大規模な処理場を対象とした技術が中心であり、中小規模を対象とした技術は少ない。消化ガスの利用に際しては利用用途に応じてメタン濃縮や不純物の除去が必要となり、中小規模処理場を対象としても簡易な設備で従来法と同等の処理性を発揮し、コストおよびランニングコストの削減が可能なVPSA (Vacuum Pressure Swing Adsorption) 吸着技術を用いた消化ガスの精製システムの開発と実証評価を目的とする。

2) 共同研究の概要

VPSAシステムは、加圧 (150~180kPa、絶対圧) と減圧 (10~20 kPa、絶対圧) を繰り返し、吸着剤による目的物質の濃縮と有害物質の除去を行うもので、二酸化炭素吸着剤、硫化水素吸着剤、シロキサン吸着剤、水分吸着剤を装置内の2本1組の吸着塔に充填している。消化ガスが加圧下の吸着塔を通過する際、二酸化炭素は吸着剤に吸着され、その結果としてメタン濃縮された精製ガスが回収される。一方、吸着された二酸化炭素は減圧下で吸着剤より脱離し吸着剤の再生が行われる。このように2本1組の吸着塔を交互に吸着-脱着させれば、精製ガスが連続的に得られることになる。同様に硫化水素、他についても処理ができ、硫化水素、シロキサン、水分が低減された濃縮メタンガスが生成する。

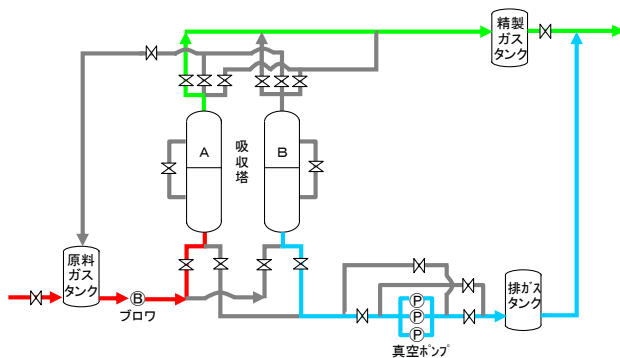


図-1 VPSAシステムフロー



写真-1 VPSAシステム吸着塔外観

3) 共同研究の成果

- ・ VPSAシステムにより、二酸化炭素、硫化水素、シロキサン、水分の同時除去が可能である。
- ・ メタン濃縮 (二酸化炭素除去)

精製メタン濃度 90%付近の回収率は 83%程度、95%付近では回収率 73%程度である。また流量を設計流量の 60%程度に下げると精製メタン濃度 97%以上の濃縮が可能である。但し、メタン回収率は 70%以下となる。
- ・ 硫化水素除去

硫化水素は除去率が 99.6%以上と高いが、処理目標としていた「検出されないこと」を安定的に得ることができず、ガスの利用目的や原料ガスの硫化水素濃度によっては前段での脱硫を条件とする。
- ・ シロキサン除去

シロキサンはD 3~D 6 合計 70Nm³/時以下の濃度に対して安定した処理が可能である。
- ・ 水分除去

精製ガスの露点は概ね-60℃以下であり水分は安定して除去が可能である。

120	月島機械株式会社	中小規模処理場に適した下水汚泥等からのエネルギー回収利用技術の開発 ー水熱処理による脱水乾燥性向上技術を活用した下水汚泥等バイオマスからのエネルギー回収システムの開発ー
-----	----------	---

1) 共同研究の目的

近年、地球温暖化など地球的規模での環境問題が顕在化しつつあるなかで、質・量的に安定しカーボンニュートラルなバイオマスである下水汚泥のエネルギー利用が注目を浴びている。水熱処理は、水分離脱性の向上という特徴を有しており、無薬注の機械脱水で含水率 50%程度まで低減でき、乾燥エネルギーの低減が期待できる。また、下水汚泥以外のバイオマスも同時処理可能である。

本研究では、水熱処理をコア技術とし、中小規模処理場に適した下水汚泥等のバイオマスからのエネルギー回収システムの開発を行い、下水汚泥の有効利用、地域特性バイオマス活用システム普及促進を図ることを目的とする。

2) 共同研究の概要

本技術の処理フローを図-1 に示す。脱水汚泥を反応器に投入し、蒸気を供給して処理を行った後、圧力を開放する。水熱処理により改質されたスラリーを無薬注の機械脱水により含水率 50%程度まで脱水し、乾燥して燃料物として利用する。

プロセスから発生する廃液は、有機物を多く含み、既設の水処理に返送する場合に悪影響を及ぼす可能性がある。よって、機械的蒸気再圧縮方式(MVR)により、ほぼ無色透明の凝縮液と、汚濁負荷が濃縮された濃縮液に分離する。凝縮液は既設水処理へ、濃縮液は水熱処理後の脱水物と混合して乾燥させる。廃液濃縮により、既設水処理への返送水の量及び汚濁負荷を軽減可能である。

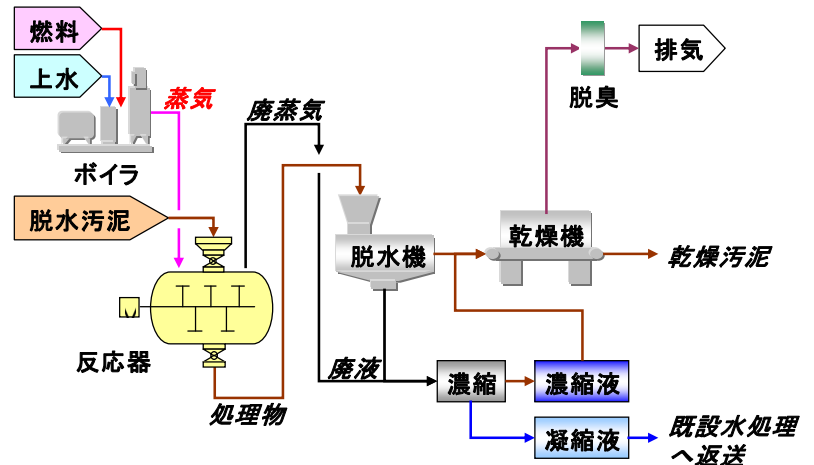


図-1 処理フロー

3) 共同研究の成果

① 廃液濃縮性能

濃縮液 TS30% (6 倍濃縮) における各成分の除去率は、TS、SS で 100%、BOD で 81%、CODMn で 95%、T-N で 93%、T-P で 100%であり、廃液の汚濁負荷を大幅に低減可能であった。

② 凝縮液の活性汚泥処理実験、凝縮水が放流水質に与える影響

凝縮液が既設水処理に与える影響を調査するため、活性汚泥処理のラボ実験を行った。活性汚泥による除去率は、BOD 96%、CODMn 74%、T-N 36.6%であり、凝縮液は活性汚泥により良好に処理可能であった。次に、凝縮水中の BOD、CODMn、T-N が放流水質に与える影響について検討を行い、放流水質の増加分は 0.3~0.5mg/L であり、既設水処理や放流水質に与える影響が極めて軽微であることが分かった。

③ 経済性試算

水熱処理システムの燃費は、従来型乾燥機と比較して約 70%削減可能であった。一方、建設費は、水熱処理システムは機器点数が増加、プロセスが複雑となり、従来型乾燥機をやや上回る結果となり、市場性を高めるためには更なるプロセス改良が必要である。