

1. 試験研究調査

1. 1 平成 20 年度試験研究調査一覧

開発基本目標	試験研究テーマ	区分	実施予定 期間	研究担当	頁
水再生・利活用システム技術の開発 (水処理技術)	高度処理技術の省エネルギー化・コンパクト化に関する調査	固有	H18～21	中沢 均 糸川浩紀	11
	新技術導入の事後評価に関する調査	固有(技術評価)	H18～20	中沢 均 川口幸男	12
	バイオテクノロジーを活用した次世代型処理施設の開発に関する調査	固有	H20～22	中沢 均 川口幸男 猪木博雅	13
地球温暖化防止等に向けた資源回収・省エネルギー型汚泥処理システムの開発 (資源リサイクル技術)	未利用バイオマスの活用によるエネルギー自立型処理場の開発に関する調査	固有	H18～20	照沼 誠 島田正夫	14
	新技術導入の評価に関する調査	固有(技術評価)	H20	中沢 均 橋本敏一	15
サステイナブル下水道実現のための再構築技術開発 (機能改善技術)	ライフサイクルコスト削減を目的とした技術に関する調査	固有	H17～21	遠山晃二 持田雅司	16
その他	下水道施設における省エネ効果の定量的評価手法に関する調査検討業務	受託(国交省)	H20	村上孝雄 遠山晃二 田中松生 橋本敏一	17
	下水道工事設計積算基準化検討	受託(国交省)	H20	(本社)	非掲載
	新技術を用いた処理施設の改築・機能高度化に関する調査	受託(国交省)	H20	村上孝雄 中沢 均 糸川浩紀 川口幸男	18
	下水道事業における温室効果ガス削減費用に関する調査業務	受託(国交省)	H20	遠山晃二 水田健太郎 橋本康弘 糸川浩紀	19
	流動焼却炉における高温焼却の推進方策検討調査業務	受託(国交省)	H20	照沼 誠 小島浩二	20
地方受託	広島市返流水処理技術調査	受託(広島市)	H18～20	中沢 均 糸川浩紀	21
	名古屋市公共下水道西山水処理場の高度処理調査	受託(名古屋市)	H19～20	中沢 均 葛西孝司	非掲載
	白山市松任中央浄化センター処理状況実態調査	受託(白山市)	H18～20	中沢 均 川口幸男	非掲載
	厚岸町終末処理場水質改善調査	受託(厚岸町)	H20	中沢 均 橋本敏一	非掲載
	香南市野市浄化センターへの新技術導入適用性に関する調査	受託(香南市)	H20～21	中沢 均 川口幸男 猪木博雅	22
	雨天時下水放流水の消毒方法に関する調査	受託(札幌市)	H20～21	遠山晃二 橋本敏一	23
	雨天時活性汚泥法導入検討調査	受託(豊橋市)	H18～20	遠山晃二 持田雅司	24

開発基本目標	試験研究テーマ	区分	実施予定 期間	研究担当	頁
地方受託	雨天時下水放流水の消毒方法に関する調査(その2)	受託(名古屋市)	H19~21	遠山晃二 持田雅司	25
	長与浄化センターにおける嫌気性消化施設の高度活用に関する検討調査	受託(長与町)	H20	照沼 誠 島田正夫	26
	秋田県下水バイオマス利活用計画策定業務 — 流域下水道汚泥処理施設のCO ₂ 排出量及び削減 可能量の調査検討 —	受託(秋田県)	H19~20	照沼 誠 茨木 誠	27
	秋田県下水バイオマス利活用計画策定業務 — 下水汚泥焼却灰有効利用調査 —	受託(秋田県)	H19~21	照沼 誠 島田正夫	28
	千葉県下水汚泥燃料化試験調査業務	受託(千葉県)	H19~20	照沼 誠 橋本康弘	29
	下水汚泥炭化の基礎調査業務	受託(東京都)	H20	照沼 誠 茨木 誠 小島浩二	30
	その他	14件			

合計 37テーマ

固有 6テーマ
受託 31テーマ

平成20年度完了 25テーマ

1. 2 試験研究調査結果の概要

研究テーマ名	高度処理技術の省エネルギー化・コンパクト化に関する調査		
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度	研究費目	試験研究費
研究担当者	中沢 均 (研究主任), 糸川浩紀		

1. 目的

現在、下水処理における窒素除去技術として様々な変法が実用化されているが、その主体は微生物による硝化・脱窒反応を利用した生物学的除去法である。これらは、従来の有機物のみを対象とした除去法に比べて、施設容量や必要酸素量の増大といったコスト増加因子があり、より低コストな除去技術に対する要請は大きい。ここで、近年になって新規に見出された窒素の生物学的変換反応として、アナモックス (anammox ; 嫌気性アンモニア酸化) 反応が注目されている。本反応では、従来の硝化・脱窒とは全く異なる経路により、アンモニア性窒素と亜硝酸性窒素が単一の独立栄養細菌 (アナモックス細菌) により窒素ガスへと変換される。本反応を排水からの窒素除去へ適用すれば、(a) 有機物が不要、(b) 硝化に係る酸素消費量を削減、(c) 汚泥発生量を削減、などによるコスト低減効果を期待できる。ただし、(a) 反応を担うアナモックス細菌の増殖速度が極めて小さく細菌保持に工夫が必要、(b) アンモニア性窒素に加えて亜硝酸性窒素が必要なため前処理として亜硝酸までの硝化が必要、などが実務的な検討項目となる。

本調査では、このような新規の生物反応を利用することで、従来技術に対して運転コストを 20%程度低減可能な窒素除去技術を開発することを目的とする。

2. 過年度の研究成果

昨年度は、実下水処理場の汚泥処理返流水を対象としたパイロットプラント実験を実施し、亜硝酸化・アナモックス各工程の処理性能を確認した。また、既存の活性汚泥モデルに亜硝酸化およびアナモックス反応を組み込んだアナモックスプロセスのモデルを構築し、複数の制御方法が処理水質などに与える影響を評価した。

3. 本年度の研究成果

本年度は、パイロットプラント実験および数値シミュレーション検討を継続すると同時に、我が国の下水処理場における返流水負荷量の実態調査を実施した。

(1) 2種類のアナモックスプロセスについて、嫌気性消化を行なう下水処理場の脱水ろ液を対象としたパイロットスケールの連続実証実験を行ない、処理性能の長期的な安定性を確認すると同時に、流入負荷量などの一時的な急変の影響を評価した。

(2) アナモックス反応槽の数値シミュレーションにより、流入負荷量などの外乱が処理水質に与える影響度合いを評価し (図-1)、流入する NO_2/NH_4 比の制御が極めて重要である点を明らかにした。

(3) 嫌気性消化を行う下水処理場 200 箇所程度から返流水試料を収集し、固形物・有機物・窒素・りんなどの水質測定を実施した。これにより、脱水機の種類など汚泥処理方法の違いに応じた返流水質の違いを整理した。

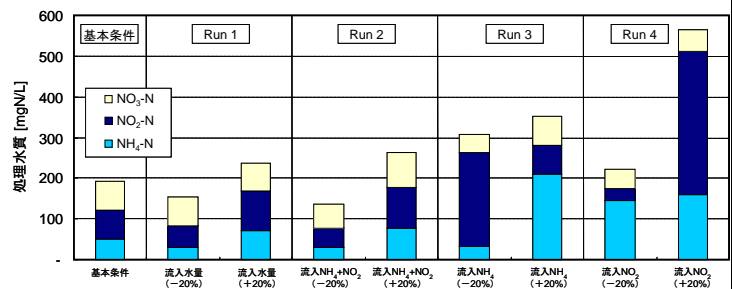


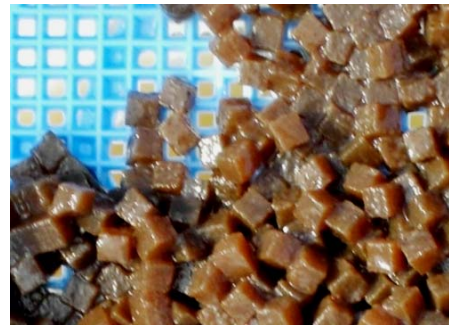
図-1 流入水質の変化に対するアナモックス反応槽処理水の窒素濃度を数値シミュレーションにより評価した例

4. 今後の課題

次年度は、アナモックスプロセスの設計・運転管理手法を整理すると同時に、同プロセス導入のケーススタディを行なう。さらに、これらの成果を踏まえ、本プロセスの技術評価を実施する (平成 21 年 3 月 10 日に「アナモックス反応を利用した窒素除去技術の評価」について JS 理事長から技術評価委員会へ諮問済み)。

キーワード	アナモックス, 窒素除去, 高度処理, 数値シミュレーション
-------	--------------------------------

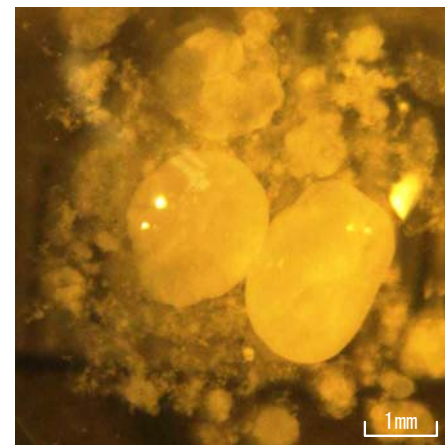
研究テーマ名	新技術導入の事後評価に関する調査（担体を用いた窒素除去方法）		
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度	研究費目	技術評価等調査費
研究担当者	中沢 均（研究主任），川口幸男		
<p>1. 目的</p> <p>平成 5 年 10 月の「包括固定担体を用いた硝化促進循環変法(ペガサス)の技術評価を契機に、様々な担体や担体を用いた汚水処理法(担体添加法)が開発・実用化されている。本調査は、現在実用化されている硝化細菌の固定化担体を活性汚泥混合液に添加する担体添加法を対象として、個々の担体性能等に応じた適切な設計・維持管理方法を確立するため、担体の性能評価手法および設計手法について調査検討する。</p> <p>2. 過年度の経緯</p> <p>H18 年度は、実用化されている固定化担体と担体添加活性汚泥法の種類、および下水道事業への普及状況と課題を把握する 3 つのアンケート調査を実施し、性能評価試験方法(案)を作成した。</p> <p>H19 年度は、処理場実態調査を実施し、担体添加活性汚泥法の運転管理上の課題の整理および担体の性能確認試験方法の実証的検証を行った。</p> <p>3. 本年度の研究成果</p> <p>H20 年度は、前年度に引続き処理場実態調査を実施するとともに、企業ヒヤリング等により実態調査で明らかになった課題の対応策を検討し、担体添加活性汚泥法の性能試験方法(案)および同設計指針(案)を取りまとめた。</p> <p>(1) 実態調査により新たに得た知見には次のようなものがあった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○全面曝気の運転管理上の課題として、劣化破損時の対応方法の確立が上げられた。 ○担体の流亡監視に、処理水アンモニア性窒素の監視が有効であることが分かった。 ○包括担体では、10 年以上の耐用年数があることが実証的に確認できた。 <p>(2) 企業ヒヤリングでは次の対策が提案された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○担体分離スクリーンの設計・保守点検方法 ○処理性能試験方法について、試験対象を拡大する新たな修正 ○担体添加活性汚泥法全般に渡る改善 <p>(3) 性能試験方法(案)の作成</p> <p>前年度に修正した(案)に、スポンジ担体の試験方法を追加し、担体全体に適用できる試験方法(案)とした。</p> <p>(4) 担体添加活性汚泥法設計参考資料(案)の作成</p> <p>平成 15 年 4 月に制定した JS 内部資料「ペガサス法標準設計－凝集剤併用型循環式ペガサス－」をベースに、他の担体にも拡張できる設計参考資料(案)を作成した。</p>			
キーワード	担体添加活性汚泥法，硝化促進型循環変法，ペガサス，固定化担体		



担体磨耗状況例

(上：新品 下：約 14 年経過)

研究テーマ名	バイオテクノロジーを活用した次世代型処理施設の開発に関する調査		
研究期間	平成 20 年度～平成 22 年度	研究費目	試験研究費
研究担当者	中沢 均（研究主任），川口幸男（主担当），猪木博雅		
<p>1. 調査の目的</p> <p>地球温暖化防止の観点から、省エネルギーが全ての分野において強く求められている。下水道事業は、わが国の全消費電力の約 0.7%を消費しており、より一層の省エネルギー化の努力が必要とされているため、新しい水処理機構を導入した低動力型の水処理プロセスの開発が急務となっている。</p> <p>従来の活性汚泥法を主体とした水処理方式は、微生物の吸着、分解能力により有機物、窒素、りんを水中から除去し、沈殿池等で固液分離することで処理水を得ている。このため、より効率的に微生物を機能させること、固液分離を行うことが、処理能力の向上・省エネルギー化の課題になる。</p> <p>近年、水処理の効率化する手法として微生物の自己造粒体（グラニューール）を活用したプロセスが注目されている。これは、従来の担体を用いた微生物固定化手法と異なり、微生物自体の凝集能力により微生物が高密度に固定化されたものである。従来法では、酸素の供給や、活性汚泥を浮遊・攪拌させるために多大な攪拌・曝気動力を必要としているが、微生物群の自己造粒機能（嫌気性及び好気性微生物）を用いた次世代型水処理プロセスは、反応槽内に上向流を作り、微生物群が重力とのバランスの中で、造粒（増殖、吸着）するという性質を利用することにより、攪拌動力が不要となり、消費電力の大幅な削減が可能となる。また、活性汚泥法とは異なり反応槽内での固液分離が可能のため最終沈殿池が不要になり、大幅な省スペースとなることが期待されている。</p> <p>本調査は、従来の浮遊型活性汚泥法より動力コストの大幅な削減を可能とする、微生物群の自己造粒機能（嫌気性及び好気性生物）を用いた「我が国の下水道に適した次世代型水処理プロセス」の開発を目的とする。</p> <p>2. 調査の概要</p> <p>本年度は、①既往研究調査、②好気性自己造粒プロセスの開発、③嫌気性自己造粒プロセスの開発を行った。</p> <p>3. 本年度の成果</p> <p>(1) 既往調査の整理</p> <p>1990 年代頃より研究が開始され、まだ歴史が浅い好気状態でのグラニューールを用いた処理プロセスについて既往文献調査を行い、都市下水での好気性グラニューール形成条件の整理をした。</p> <p>(2) 好気性グラニューールに関する実験調査</p> <p>既往調査を参考に、カラム実験装置によるグラニューール形成実験を実施した。グラニューール形成状況を定期的な試料粒径分布測定により行なったところ、形成の可否は培養開始後 10 日程度で判定できた。</p> <p>(3) 嫌気性グラニューールに関する実験調査</p> <p>実処理場での適用方法を整理し、都市下水の水温、水質変動にも安定して処理できる嫌気性グラニューールプロセスを中核とするプロセスを検討した。</p> <p>4. 今後の課題</p> <p>好気性自己造粒プロセスは、我が国の基質濃度が薄い下水にも適用可能な処理プロセスを開発する。嫌気性自己造粒プロセスでは、水処理消費エネルギーを最大限に削減できるシステムを開発し、その制御方法を含めて実験プラントにより実証する。</p>			
キーワード	自己造粒，グラニューール，エネルギー削減，高度処理技術		



形成した好気性グラニューール

研究テーマ名	未利用バイオマスの活用によるエネルギー自立型処理場の開発に関する調査		
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度	研究費目	試験研究費
研究担当者	照沼 誠 (研究主任), 島田正夫		

1. 調査の目的

都市内に張り巡らされた管きょ網を活用して近隣の未利用バイオマスを集約、これを既存の下水汚泥処理施設を使って効率的にエネルギー転換、活用することで処理場におけるエネルギー自給率の向上を図るとともに、温室効果ガス削減に貢献するシステムの構築を目的とする。

2. 調査の概要

本年度は、以下の内容について調査を行った。

- ・処理場における初沈汚泥と余剰汚泥の分離メタン発酵に関する調査
- ・未利用バイオマス受け入れに対する嫌気性消化効率化の検討
- ・ディスポーザー (DP) による生ごみ受け入れとエネルギー回収等に関するシミュレーション解析検討

3. 本年度の成果

(1) 分離メタン発酵に関する調査

初沈汚泥と余剰汚泥は成分組成の違いからメタン発酵特性は大きく異なる。複数の処理場汚泥を対象に回分試験により調査した結果、余剰汚泥のガス発生量は初沈汚泥の 1/3～1/4 と小さいことが判明した。(図-1 参照)

生ごみを受け入れることで消化槽設備の能力が不足する場合、余剰汚泥をメタン発酵の対象から除くことも選択肢の一つと考えられた。

(2) 嫌気性消化の効率化に関する調査

生ごみは初沈汚泥以上にメタン発酵性が高い(有機物分解率が高くガス発生量が多い)が、投入率(生ごみ/汚泥)が高くなると炭水化物系有機物の急速な分解によって有機酸が蓄積、メタン発酵菌の活性阻害を招く可能性がある。その対応として消化槽内のメタン菌濃度を高く保持するため、担体充填システムと同様、濃縮・脱水した消化汚泥を再び消化槽に戻す消化汚泥返送システムの効果が有ることを確認した。

(3) 生ごみ受け入れによるエネルギー回収のシミュレーション解析

DP 処理した生ごみを下水処理場に受け入れ、下水汚泥との混合メタン発酵を行った場合のガス発生量と汚泥量の増加等について、ある町をモデルに嫌気性消化モデル (ADM) によるシミュレーション解析を行った。

DP の普及に伴い消化汚泥の量も増えるが、ガス発生量(回収量)も大幅に増加する。DP 100% 普及時のメタンガス量は 1.92 倍になると計算された。このときの当該浄化センターのエネルギー自給率は 60～70% と見込まれた。

エネルギー自給率を 100% とするには、他のバイオマス受け入れ量を増やすとともに、処理場での省エネルギー化が重要であると考えられた。

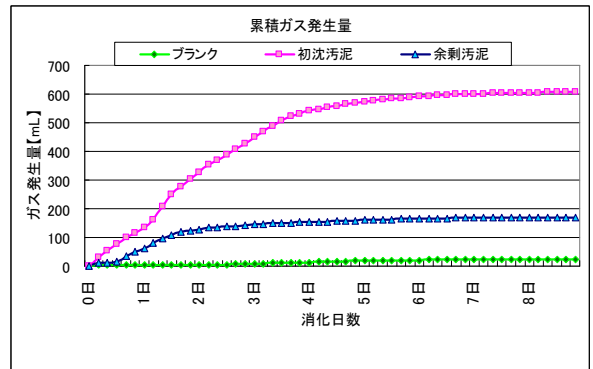


図-1 初沈汚泥と余剰汚泥のガス発生

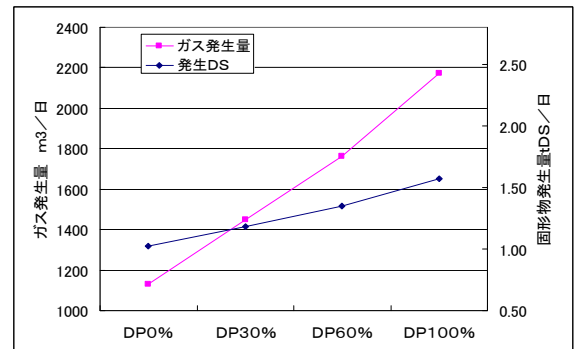


図-2 DP の普及とガス・汚泥の発生

キーワード	生ごみ, ディスポーザー, 分離消化, エネルギー利用, 混合消化
-------	-----------------------------------

研究テーマ名	新技術導入の評価に関する調査（オゾン処理技術）		
研究期間	平成 20 年度	研究費目	技術評価等調査費
研究担当者	中沢 均（研究主任），橋本敏一		

1. 目的

本調査は、「オゾン処理技術の技術評価」の一環として、全国の下水処理場で稼動するオゾン処理施設の施設計画や運転管理、処理状況等を把握するとともに、実施設におけるオゾン処理副生成物（臭素酸）の生成、並びに、ノロウイルスの消毒効果の実態の把握を目的とする。

2. 本年度の研究成果

(1) オゾン処理施設の実態

平成 17 年度末現在で稼動していた全てのオゾン処理施設（51 ヶ所）を対象とするアンケート調査を行い、平成 19 年度末現在の現状、並びに、過去 5 年間又は 10 年間の処理状況や運転状況等を調査した。オゾン処理施設は、計画処理水量 1 万 m³/日未満が全体の約 7 割を占め、再生水利用のため、生物処理水の一部を処理する施設が多い傾向にあった。また、オゾン処理施設に係る維持管理コストは、処理規模が小さくなるほど、保守点検費の占める割合が大きく、処理規模が大きくなるほど、電力費の占める割合が大きくなる傾向にあった（図 1）。

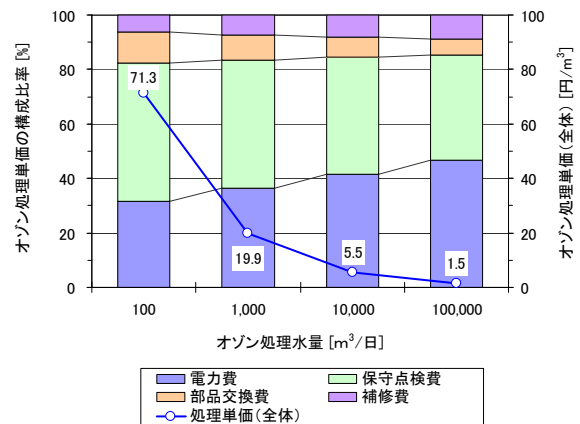


図 1 オゾン処理施設に係る維持管理費の構成と処理単価

(2) 実施設における処理副生成物及びノロウイルス消毒効果の実態

オゾン処理前後の臭素イオン及び臭素酸イオン、並びに、ノロウイルスの遺伝子濃度について、10 ヶ所の実施設で調査を行った。臭素イオンは、全ての施設でオゾン処理前の試料で検出されたが、オゾン処理過程で臭素酸イオンの生成が認められた施設は 1 ヶ所のみで、その濃度も水道水質基準をわずかに超える 0.011mg/L であった。一方、ノロウイルス遺伝子濃度は、GI は 10 ヶ所中 6 ヶ所、GII は 7 ヶ所中 4 ヶ所でオゾン処理後に不検出となり、オゾン処理前後で概ね 90% 程度以上の除去が認められた（図 2）。

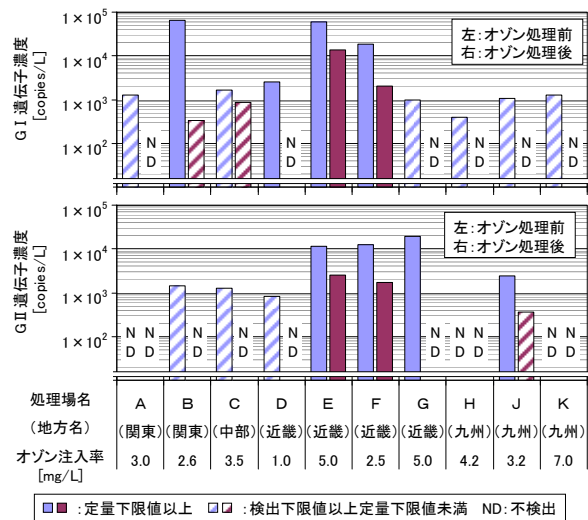


図 2 実施設におけるノロウイルスの消毒効果

3. まとめ

オゾン処理施設は、処理水再利用を目的に生物処理水の一部を対象とするものが多く、維持管理費は処理水量の影響が大きいことが明らかとなった。また、オゾン処理では、有害な処理副生成物の生成が少ないことや、ノロウイルスに対する消毒効果も期待できることが明らかとなった。オゾン処理技術の技術評価では、本調査の成果も含め、オゾン処理技術の処理特性や設計、維持管理の考え方、コスト等について取りまとめた。

キーワード	オゾン処理，臭素酸，ノロウイルス
-------	------------------

研究テーマ名	ライフサイクルコスト削減を目的とした技術に関する調査		
研究期間	平成 17 年度～平成 21 年度	研究費目	試験研究費
研究担当者	遠山晃二（研究主任），持田雅司		
<p>1. 目的</p> <p>下水道施設に特有な硫黄酸化細菌により生成された硫酸によるコンクリート腐食・劣化の対策技術として、腐食抑制技術（腐食環境の改善等）、防食技術（ライニング等）が開発・実用化されている。日本下水道事業団は、「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術指針・同マニュアル」（H19 年 7 月）において、既設コンクリート構造物の補修に関して、断面修復材に耐硫酸性を付与することを規定した。近年、新設工事は減少し改築工事が増加する傾向にあり、作業環境としては劣悪なものとなる事例が増えており、このような環境下で最適な防食技術の確立が求められており、日本下水道事業団では、耐硫酸モルタル防食工法に関する技術評価を実施した。</p> <p>本研究では、下水道のコンクリート施設のライフサイクルコスト低減を目的に、診断技術を含む劣化防止技術の確立および耐硫酸コンクリートの開発等を行うものである。</p> <p>2. 過年度の成果</p> <p>①平成 15 年に下水処理場流入水路で普通モルタルの 5 倍程度の耐硫酸性を有するモルタルによる防食工法を試験的に行った。施工後 4 年の追跡調査を実施した結果、モルタル表面の劣化はほとんど無く、良好な結果が得られた。</p> <p>②硫酸腐食が発生する箇所について、硫酸発生に対する様々な影響因子に関するデータを現地調査により収集した。</p> <p>3. 今年度の成果</p> <p>①現地調査を継続して行い、硫酸発生の影響因子に関するデータの収集を行った。</p> <p>②普通モルタルの 10 倍程度の耐硫酸性を有するモルタルを用いた防食工の試験施工を実施した。写真 1 に施工状況を示す。</p> <p>③流域幹線管きょにおける硫酸腐食環境調査を実施した。写真 2 に人孔の現況を示す。</p> <p>4. まとめ</p> <p>①これまでに開発した 5 倍の耐硫酸性を持つモルタルの長期耐久性を確認したところ、施工後 5 年経過しても、施工面には劣化、剥離などの不具合は見られず、引き続き高い耐硫酸性を維持していることが確認できた。</p> <p>②普通モルタルの 10 倍の耐硫酸性を持つ補修モルタルを用いて、実施設における適応性確認のための試験施工を実施した。5 倍のモルタル同様、施工において問題無い事を確認した。また、5 倍のモルタル同様に、今後 10 年間の追跡調査を実施し、耐久性についても確認していく。</p> <p>③流域幹線管きょにおける硫化水素発生原因の特定をするための調査を実施し、現況の BOD 等の水質、硫化水素発生源である硫酸イオン、溶存硫化物の測定を行い、一般的な汚水に比べ、硫化水素が発生しやすい条件にあることがわかった。引き続き平成 21 年度に夏季調査を実施し、硫化水素対策の提案を行う。</p>			
キーワード	耐硫酸モルタル，防食工法，硫酸腐食環境		



写真 1 耐硫酸モルタル防食工
試験施工 実施状況



写真 2 圧送開放部人孔現況

研究テーマ名	下水道施設における省エネ効果の定量的評価手法に関する調査検討業務		
研究期間	平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費（国土交通省）
研究担当者	村上孝雄（管理者），東日本設計センター 金子 均，遠山晃二 田中松生（主担当），橋本敏一		
<p>1. 目的</p> <p>ポスト京都議定書の削減目標値設定について議論がなされている中、実施可能なレベルでの具体的な行動、対応策の実施が求められている。下水道事業では、放流水質の向上に伴い必然的にエネルギーが消費されることから、処理工程に応じた具体的な目標値の設定が求められている。本調査では下水道施設におけるエネルギー消費構造の解析を行い、年次別の原単位解析とともに、機能別、処理方式別のエネルギー消費構造マトリックスを作成し、省エネ対策技術の導入効果を評価し、将来の下水道事業全体におけるエネルギー消費量の予測を行った。また、省エネ診断解析システムで回収されたデータをもとに解析を行い、これら削減に係る目標値の設定について検討を行った。</p> <p>2. 本年度の研究成果</p> <p>(1) 下水道施設におけるエネルギー消費構造の解析</p> <p>処理施設は、標準活性汚泥法（原油換算消費量 1500KL/年以上、1500KL/年未満）、OD 法、その他処理法式、汚泥処理専用工場の方式別に分類し、更にそれぞれについて、①前処理・ポンプ設備、②水処理設備、③汚泥処理（脱水まで）、④汚泥処理（脱水以降）、⑤共通・その他設備に分類し、各施設で使用される電力消費量、燃料使用量を解析した。標準法 1500KL 以上が、処理施設全体で消費されるエネルギーの 7 割を占め、機能別の解析結果からは、前処理・ポンプ設備で 15%、水処理工程で 46%程度の割合で消費されていることが分かった。この他エネルギー消費要因に与える影響を分析し、水処理における高度処理の有無、揚水設備における揚程、各種水処理方式や OD 法での攪拌装置の違いによって消費動向が異なることが明らかとなった。</p> <p>(2) 省エネルギー対策の実施効果の定量的評価</p> <p>エネルギー消費構造マトリックス（標準法 1500 KL/年以上、標準法 1500 KL/年未満、OD 法、その他処理法式の方式の区分）における、電力及び燃料の使用量実績をもとに、主要な省エネ対策エネルギー削減率を求め、各対策技術による削減率の総計として、標準法で概ね 20%の削減見込みが試算された。下水道事業全体として反応タンク設備の省エネ対策技術が最も効果があり、次いで主ポンプ設備、力率改善、汚泥燃焼設備での補助燃料の更新、脱水機種種の低動力化の順に、エネルギー削減効果が期待できることが分かった。</p> <p>(3) エネルギー消費原単位目標値（案）の設定</p> <p>統計データから求めた見かけ上の原単位、及びトップ水準値の整理を行い、原単位目標値を整理した。処理施設全体で消費されるエネルギーの目標値は、標準法 1500 KL 以上では 0.080KL/千 m³、標準法 1500 KL 未満では 0.090 KL/千 m³、OD 法では 0.120 KL/千 m³、汚泥処理専用工場では 0.20～0.25 KL/t-DS が妥当と考えられた。また、処理機能別の管理目標値として、水処理施設の BOD 負荷消費電力量は、標準法-高度処理なしでは 1.00kWh/kg-BOD、標準法-高度処理対応では 1.30～1.60 kWh/kg-BOD、OD 法では 1.60kWh/kg-BOD が妥当と考えられた。揚水機能の管理目標値として、揚程-エネルギー消費原単位を定義し、汚水中継ポンプ場が 0.90 L/m³/m、雨水排水ポンプ場が 2.5 L/m³/m、合流式ポンプ場が 1.00～1.50L/m³/m が目標値として妥当と考えられた。</p> <p>3. 今後の課題</p> <p>これまで、処理水量・揚水量・固形物量を対象物理量としたエネルギー消費原単位について議論を行ってきたが、原単位に与える要因を整理し、新たな指標を基に診断システムを再構築することが求められる。今後とも、定常的に下水道事業におけるエネルギー統計を効率的にモニタリングする手法について、省エネ法の改正と合わせて検討して行く必要がある。</p>			
キーワード	エネルギー消費原単位，消費構造マトリックス，BOD 負荷消費電力量		

研究テーマ名	新技術を用いた処理施設の改築・機能高度化に関する調査		
研究期間	平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費 (国土交通省)
研究担当者	村上孝雄 (管理者), 中沢 均, 糸川浩紀 (主担当), 川口幸男		

1. 目的

膜分離活性汚泥法 (MBR) は、コンパクトな施設で高度な処理水質を達成可能な技術である。我が国では平成 17 年以降、小規模下水処理施設を対象に導入されてきたが、今後、中・大規模施設の改築・高機能化などの場面でも適用されることが期待される。本調査では、このような MBR の適用対象拡大に向けた技術開発を行なう。また、MBR による既設高度化などを検討する際に有力な支援ツールとなる活性汚泥モデル (ASM) を利用したシミュレーション技術についても併せて検討し、より高効率・低コストな施設検討を可能とする。

2. 過年度の研究成果

本調査では、これまでに①海外の下水処理施設への MBR 導入状況調査、②ハイブリッド型 MBR (従来処理方式との並列処理) による既設高度化のケーススタディ、③薬剤投入による膜ろ過性改良実験、④数値シミュレーションによる各種 MBR フローの比較評価、⑤既設への MBR の導入手法およびそこでの数値シミュレーションの活用方法の検討、などを行ってきた。

3. 本年度の研究成果

本年度は、(a)施設規模が異なる 3 種の仮想の標準活性汚泥法施設 (検討 I)、(b)実在の嫌気-好気活性汚泥法施設 (検討 II) の 2 つの異なる条件にて、既存の水処理施設を MBR へ改造するケーススタディを実施した。更に、過年度までの検討結果も踏まえ、中・大規模下水処理場への MBR 導入の検討方法を整理した。

(1) 仮想の標準活性汚泥法施設を対象とした検討 I では、1 池当りの施設規模が異なる 3 ケース (2,500 m³/d × 8 池=20,000 m³/d、5,000 m³/d × 10 池=50,000 m³/d、7,500 m³/d × 14 池=105,000 m³/d) の施設条件を定義した。次いで、各々の 2 池を改造する場合について、最初沈殿池使用の有無が異なる 2 条件にて、4 種の MBR システムへの改造案を検討しコスト試算を行なうと同時に、改造池数を増加させた時の処理水質およびコストを試算した。

2 池の改造案に基づく処理能力当りの改造費 (土木・機械のみ) は、最初沈殿池を使用する場合で 90~122 千円/(m³/d)、使用しない場合で 92~132 千円/(m³/d)と試算され、概ね 1 池当りの規模が大きいほど小さくなる傾向があった (図 1)。また、各々における処理水量当りの電力使用量は、それぞれ 0.44~1.01、0.56~1.16 kWh/m³と試算された。改造費の中では機械工事が大半を占め、その半分以上は膜ユニットの設置費であった。維持管理費の中では電力費および膜交換費が大きな割合を占め、電力使用量に対してはブロワが最大の寄与を示したほか、循環ポンプおよび膜ろ過ポンプの寄与も比較的大きかった。なお、ここで試算した改造費・維持管理費・LCCなどを従来の高度処理方式 (ステップ多段法、担体法など) への改造案と比較したところ、MBRの方がコスト高となったが、処理水の再利用を前提に従来法に後処理 (凝集+砂ろ過/MFろ過など) を付加したケースでは、MBRの方が安価となる可能性が示された。

(2) 実在の嫌気-好気活性汚泥法施設を対象とした検討 II では、反応タンク 5 池から構成される処理能力 118,000 m³/d の水処理施設に対して、検討 I と同様に 4 種の MBR システムへの改造案を検討した。

生物処理方式や膜分離方式が異なる 4 つの改造案について、処理能力当りの改造費 (土木・機械のみ) は 88~108 千円/(m³/d)、維持管理費は 18~34 円/m³ (人件費、汚泥処理費などは含まない) と試算された。

(3) 中・大規模下水処理施設への MBR の導入検討に際して踏まえておくべき基本的事項を整理した上で、改造の計画方法、設計検討方法、運転管理上の留意点などを提示した。

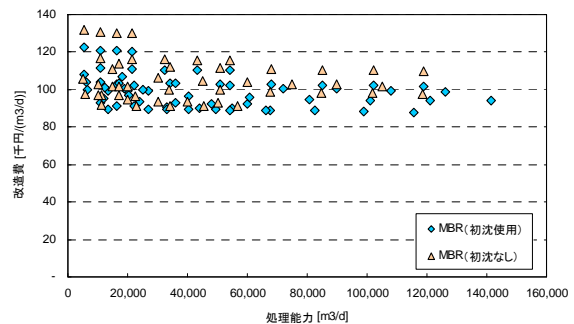


図 1 検討 I における処理能力と改造費試算結果の関係 ※ 3 通りの施設条件に対する 4 種の MBR システムへの改造検討結果に基づく (改造池数を変えた検討結果も含む)。

キーワード	MBR, ハイブリッド型膜分離活性汚泥法, 活性汚泥モデル, 高度処理
-------	-------------------------------------

研究テーマ名	下水道事業における温室効果ガス削減費用に関する調査業務		
研究期間	平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費 (国土交通省)
研究担当者	東日本設計センター 金子 均 (管理者), 遠山晃二, 水田健太郎 (主担当), 橋本康弘, 糸川浩紀		

1. 目的

下水道施設における温室効果ガス排出量削減対策は、水環境保全の一方で下水道事業者自ら取り組まなければならない課題の一つである。しかしながら、種々の温室効果ガス排出量削減対策の中で、投資効果の大きい対策技術は明らかにされていない。そこで本調査では下水道における地球温暖化防止対策検討委員会で示された第 1 種・第 2 種エネルギー指定管理工場対象処理場を対象とした 17 項目の対策技術について、概算事業費を算出した。また、別途求められている CO₂ 削減量から各対策技術の限界削減費用を算出し、下水道事業における CO₂ の限界削減費用曲線を求めた。

2. 本年度の研究成果

(1) 各対策技術の限界削減費用

各対策技術の限界削減費用(トータルコスト)算出結果から求められる対策技術の優先順位を表. 1 に示す。ここで対策技術は CO₂ 限界削減費用の安価なものから優先順位をつけた。表. 1 に示すとおり、新エネルギー利用による CO₂ 排出量削減対策への投資効果が高いことが示唆された。

表. 1 CO₂ 限界削減費用の算出結果から求められる対策技術の優先順位 (トータルコスト)

対策技術			
1 消化ガス発電	5 小水力発電	9 焼却炉用ブロワ等の誘引ファンのインバータ制御導入	13 機械濃縮機の更新による動力の低減
2 風力発電	6 自動力率調整装置と進相コンデンサの導入	10 太陽光発電	14 酸素移動効率の良い散気装置への更新
3 固形燃料化(低温→炭化)	7 高温焼却(低温→高温)	11 脱水機の機種更新による効率の向上	15 省エネ変圧器の導入、負荷容量にあわせた台数制御
4 固形燃料化(高温→炭化)	8 焼却炉補助燃料のガス化	12 主ポンプ設備の流量制御の変更	16 返送汚泥ポンプ、硝化液循環ポンプの流量制御

(2) 限界削減費用曲線及び概算事業費

求められた限界削減費用を安価な順に並べ、横軸に累積 CO₂ 削減量を取り、CO₂ 排出量の限界削減費用曲線及び限界削減費用関数を求めた結果を図. 1 に示す。更に限界削減費用関数から目標 CO₂ 削減量に対する概算事業費 (トータルコスト) を求めた結果を図. 2 に示す。

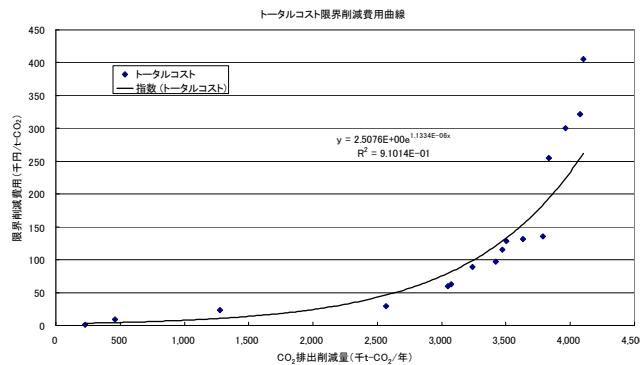


図. 1 限界削減費用及び限界削減費用関数

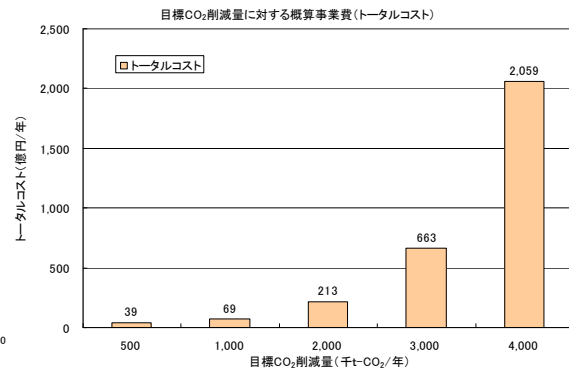


図. 2 目標 CO₂ 削減量に対する概算事業費

図. 1 に示すように、CO₂ 限界削減費用関数は、指数関数による近似式で表されるため、目標 CO₂ 削減量に対する概算事業費 (図. 2) も指数関数で表される。図. 2 に示された目標 CO₂ 削減量に対する概算事業費をもとに、下水道事業における目標 CO₂ 削減量を策定することで効果の高い順に CO₂ 排出量削減対策を実施することができ、その投資効果を判断する指標とすることができるものと考えられる。

3. 今後の取組み

本調査は対象データの平均値から CO₂ 限界削減費用を求めたものの、処理場規模によって CO₂ 限界削減費用が異なることが予想される。今後は CO₂ 限界削減費用が安価且つ実現性の高い対策技術を抽出し、処理場規模毎に CO₂ 限界削減費用を求め、スケールメリットの有無を確認する必要がある。

キーワード	温室効果ガス, 限界削減費用
-------	----------------

研究テーマ名	流動焼却炉における高温焼却の推進方策検討調査業務		
研究期間	平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費（国土交通省）
研究担当者	品質管理センター 鈴木和美（管理者），事業統括部 川上高男， 技術開発部 照沼 誠，小島浩二（主担当）		
<p>1. 目的</p> <p>設計上の焼却温度（以下、設計温度と称する）が 850℃未満で実施している焼却炉では、高温焼却化への対応として、設備の改良等を含めた対策が必要となることが想定される。</p> <p>本調査においては、稼働中の流動焼却炉で高温焼却化されていない地方公共団体に対して各施設の運転状況を把握し、高温焼却に移行する際の技術的リスク・課題を把握する。</p> <p>また、具体的に高温焼却化にむけた解決方法（技術的検討事項の類型化）を提示し、高温焼却化の推進に寄与するものである。</p> <p>2. 本年度の研究成果</p> <p>（1）高温焼却における課題の抽出</p> <p>下水道事業における温室効果ガス排出量の削減を図るため、全国の流動焼却炉を設置している事業主体において焼却炉の高温焼却対応が進められているところである。しかしながら、国土交通省において全国の流動焼却炉 215 基のうち、平成 19 年度末時点で 85 基が未実施という結果になっている状況であるため、高温焼却化に移行しきれない要因を整理した。</p> <p>要因としては、経済的な影響と設備的な影響の 2 つに大きく分類できる。</p> <p>（2）高温焼却の対応方法（技術的検討事項の類型化）</p> <p>850℃未満で焼却されている流動焼却設備を 850℃に高温焼却化する場合の対応方法について具体的に類型化したものを下記に示す。</p> <p>① 維持管理で対応する方法（燃焼温度の設定変更を行い高温焼却させる）</p> <p>② 空気予熱器等既設機器の一部を改造で対応する方法（改造-1,2）</p> <p>③ 空気予熱器等既設機器を更新する方法（更新 1,2,3）</p> <p>（3）施工方法の検討</p> <p>高温焼却化実施に向けての対策については、既存施設の機能を維持しつつ高温焼却化の対策を行わなければならないため、制約条件の整理（施工期間、更新に伴う切り替え方法、搬出入計画、施工スペース、機器材料の仮置き場、騒音振動等環境対策の要否、代替施設等切回しによる検討、更新時については運転方案、工程管理）を整理し安全で確実な施工方法を選定する必要がある。</p> <p>（4）N₂O 排出抑制方法</p> <p>流動炉からの一酸化二窒素の排出機構については、汚泥中に含まれる窒素分が、焼却の過程においてシアン化水素とアンモニアに分解され、砂層部にて生成した熱分解生成物と NO が気相反応により N₂O を生成しており、HCN が N₂O に強く起因している。また、汚泥焼却における汚泥中窒素分の挙動から高温焼却することにより一酸化二窒素が生成されるもののさらに窒素ガスに分解されることが明らかになり焼却温度の高温化が有効である。N₂O の生成には、直接燃焼に拘わる事項の他に投入汚泥中の N 含有率や炉の構造、炉内での燃焼ガスの滞留時間、燃焼制御技術等が影響されるものと考えられる。</p> <p>（5）温室効果ガス排出量削減効果</p> <p>高温焼却運転は、温室効果ガス排出削減に対しては、補助燃料使用量と電力使用量を合わせて約 40%程度の削減効果がある。また、規模 100 t/日、汚泥中有機分率 80%の条件においては、脱水汚泥含水率を 1%下げることにより補助燃料使用量を約 5.0L/t-ケーキの A 重油が削減できるため低含水率化を考慮する必要がある。</p> <p>（6）高温焼却化における廃熱利用</p> <p>焼却工程により回収される廃熱は「高温」「中温」「低温」に大別される。高温廃熱は、焼却直後の排ガス(850℃以上：高温焼却時)から回収されるため、廃熱温度は約 650℃と高く、焼却炉の燃焼用空気に利用されている他、庁舎内の冷暖房の熱源や発電に利用されている例がある。一方、中温及び低温排熱については、廃熱温度が低く用途が限定される事等から大半が未利用のまま系外に放出されているが、給湯やプールの加温用の熱源として利用されている事例がある。</p>			
キーワード	温室効果ガス，一酸化二窒素，高温焼却化		

研究テーマ名	広島市返流水処理技術調査		
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費 (広島市)
研究担当者	中沢 均 (研究主任), 糸川浩紀		
<p>1. 目的</p> <p>広島市では、老朽化したし尿処理施設を廃止し、し尿および浄化槽汚泥を西部水資源再生センターの汚泥処理施設で受け入れることから、これに伴う放流水質の悪化を防ぐため、し尿などの投入以降の汚泥処理系返流水を別個に処理した上で放流することとしている。同再生センターでは嫌気性消化を行っており、返流水には高濃度の窒素・りんが含まれるため、当該返流水処理施設では窒素・りんの高度な除去が要求される。このように返流水を対象として直接放流が可能なレベルまで高度処理を行なう事例は極めて稀であることから、本調査ではパイロットプラントによる実証実験を主体とした各種技術的検討を実施した。</p> <p>2. 研究成果</p> <p>(1) 同再生センターの汚泥処理系各所から返流水を採取し水質を測定する実態調査を実施し、各所返流水の濃度および負荷量、水処理系への総返流負荷量への寄与割合、時間変動状況、有機物の生分解性を調査・整理すると同時に、返流水個別処理施設の設計における流入水質設定のための基礎データを提示した。</p> <p>(2) コンパクトな施設で窒素・りんを高度に除去するための処理方式として「凝集剤添加担体投入バーデンフォ法」を提示し、他の処理方式との比較評価を行った。</p> <p>(3) 同再生センター内に凝集剤添加担体投入バーデンフォ法のパイロットプラント (処理能力 18 m³/日) を設置し、実際の返流水を対象とした連続実証試験を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 流入水の平均水質は、SS : 1,100 mg/L、C-BOD : 258 mg/L、T-N : 160 mg/L、T-P : 45 mg/L であった。これを反応タンク HRT が約 18 hr のシステムで処理したため、SRT : 2～4 日、ASRT : 1～2 日程度と極めて高負荷の運転条件となった。 ・ 高・低水温期各々の安定データ取得期間について、平均処理水質は S-BOD : 1.1、1.8 mg/L、COD_{Mn} : 17、21 mg/L、S-TN : 3.0、2.2 mg/L、S-T-P : 1.1、0.8 mg/L で、高負荷条件であるにもかかわらず良好な処理水質が得られた。 ・ 流入 SS 濃度が著しく上昇すると硝化や最終沈殿池での固液分離などの処理機能が一時的に悪化する傾向があったため、実験後期に前凝集を併用した最初沈殿池を設置し、そこでの凝集剤添加量に応じた有機物、窒素、りんの除去特性を整理した。 ・ 実験プラントの活性汚泥および担体を用いた硝化回分試験により、担体の硝化速度が流入窒素負荷量に依存する点、活性汚泥にはほとんど硝化能を期待できない点などを示した。また、同様の脱窒回分試験により、添加するメタノール由来の BOD/N 比が 3.0 を下回ると、窒素負荷に対して脱窒速度が不足する傾向にある点を示した。 ・ 凝集剤添加に係る Al/S-T-P 添加モル比と処理水 S-T-P 濃度の関係を整理し、安定したりん除去のためには同モル比を 3.0 以上とする必要があることを示した。 ・ 実験後期に設置したミニプラントにより、流入窒素負荷量を上げた時の担体の硝化速度の増加状況を確認した。 <p>(4) 上記パイロットプラントと並行して膜分離活性汚泥法のベンチプラントを連続運転し、同技術の返流水処理への適用性を検討したところ、当該返流水に対しては膜ろ過フラックスとして 0.2～0.4 m/日程度と小さい値を採用する必要があると判断された。</p> <p>(5) 上記実態調査や実証試験の結果に基づき、返流水個別処理施設での処理条件を変えた様々なシナリオにて同再生センター全体の物質収支検討を行ない、返流水個別処理施設への流入負荷量およびそこでの薬品使用量、水処理系への返流負荷量などを予測した。</p> <p>(6) 以上の検討結果を踏まえ、凝集剤添加担体投入バーデンフォ法を利用した返流水個別処理システムの設計手法を提案した。また、運転管理上の留意点を指摘すると同時に、処理対象返流水の変更、し尿投入箇所の変更、消化汚泥洗浄工程の最適化などを含めた様々な運転オプションを提示し、各々について、処理可能水量や薬品使用量に係る効果を予測した。</p>			
キーワード	凝集剤添加担体投入バーデンフォ法, 返流水処理, 高度処理		

研究テーマ名	香南市野市浄化センターへの新技術導入適用性に関する調査		
研究期間	平成 20 年度～平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費（香南市）
研究担当者	中沢 均（研究主任），川口幸男（主担当），猪木博雅		

1. 目的

高負荷二点 DO 制御 OD 法は、高知大学で開発された新技術であり、OD 槽を無酸素・好気 2 ゾーンが共存する状態に制御するほか、HRT を短縮できることを特徴としている。本処理法は、より効率的な OD 法の運転制御方法として高知県で普及を検討しており、高知県、香南市、高知大学、前澤工業(株)および JS 日本下水道事業団の 5 者が参加する 2 つの共同研究グループにより、香南市野市浄化センター増設施設に実証機を設置し、性能確認試験が実施されることになった。

本調査は、高負荷二点 DO 制御 OD 法導入前の野市浄化センターの処理特性を把握し、導入後の汚泥処理系を含む野市浄化センター全体に与える影響を調査することにより、香南市における本法の導入評価を行うものである。

2. 本年度調査内容

今年度は、調査初年度であるため、野市浄化センターの OD 槽の特性調査として、既往運転データの整理および冬期通日試験による流入、処理水質特性の把握を行うとともに、新制御技術適用にあたっての課題を整理した。

3. 本年度の研究成果

(1) 野市浄化センターの OD 槽の特性調査

1) 既往運転データの整理

電力使用量原単位を算出することを目的に、平成 18 年 4 月以後の維持管理データを整理・解析した。

- ① 流入水量、水質は新規処理区の供用等により段階的に変化しており、それぞれの時期に区分して解析する必要がある。
- ② 各設備毎の電力使用量・電力量原単位は、低圧分電盤電力使用量、稼働時間記録または運転設定記録から類推することができた。

2) 冬期通日試験

- ① 場内返流水を含んだ平均流入水量は 1343m³/d で HRT 34 時間に相当した。流入水質は一般的な性状であった。
- ② 曝気攪拌装置(スクリー形機械式曝気装置)の運転は ON/OFF 制御であったが、曝気時にも DO 勾配が観測された。明確な無酸素ゾーン (DO ≤ 0.1mg/L) はほとんど現れていなかったが、結果として 8 割程度の T-N 除去が可能となっていた。
- ③ 流速分布および DO 濃度調査結果から曝気攪拌効率を推定する手法を検討し、今後のデータ集積を待って、現有施設の効率を解析することとした。

(2) 二点 DO 制御手法の予備検討

二点 DO 制御手法の予備検討では、処理の考え方について下水道技術の視点から整理するとともに、新技術の適用範囲を想定し、実施設への適用にあたって今後解決すべき課題について整理した。

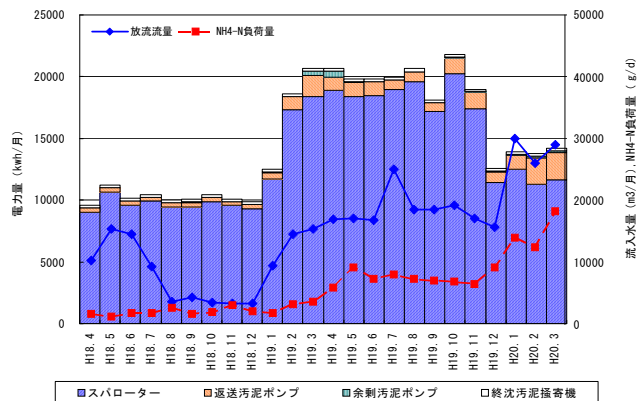


図 1 設備別電力量推計値(例)

キーワード

高負荷二点 DO 制御 OD 法，エネルギー消費抑制，スクリー形機械式曝気装置

研究テーマ名	雨天時下水放流水の消毒方法に関する調査		
研究期間	平成 20 年度～平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費（札幌市）
研究担当者	遠山晃二（研究主任），橋本敏一		

1. 目的

本調査は、札幌市の 6 ヶ所の合流式下水処理場における雨天時越流水の衛生学的安全性の向上を図るための消毒方法の検討と、雨天時活性汚泥法導入時の N-BOD（窒素系 BOD）の抑制を目的とした放流水の適切な消毒方法の検討を行うものである。

2. 本年度の研究成果

(1) 雨天時越流水の効果的かつ効率的な消毒方法の検討

表－1 に示す 5 つの消毒技術について、札幌市の雨天時越流水を用いた消毒実験を行い、その消毒効果を確認した。しかし、本実験に用いた原水中の大腸菌群数が低く（ 10^3 個/cm³ オーダー）、通常の雨天時越流時の濃度レベル（ 10^4 ～ 10^5 個/cm³ オーダー）での消毒条件については、明確に判断できなかった。各消毒技術の適用性について、ケーススタディーに基づく比較検討を行った結果、臭素消毒は塩素消毒の次にコスト的に有利であり、他にも有利な特徴を有することから、適用性が最も高いものと考えられた。

表－1 雨天時越流水に対する消毒技術の比較

	塩素消毒	二酸化塩素消毒	臭素消毒	紫外線消毒	オゾン消毒
消毒効果	△	○	○	△	○
設備構成(維持管理の容易さ)	○	△	△	○	×
先行待機の必要性	○	×	○	× ※※	×
消毒剤の補充等	△	×	×	○	×
消毒剤の劣化	×	○	○	○	○
消毒後の安全性	△	○	○	○	○
必要設置スペース	○	△	○	×	×
既存放流水路等の利用	△	○	○	×	○
既存施設の改造	○	○	○	△	△
建設コスト ※	1 (1.0)	3 (3.4)	2 (2.1)	4 (32)	5 (76<)
維持管理コスト ※	2 (1.0)	3 (2.9)	4 (3.6)	1 (0.4)	5 (25<)
年価 ※	1 (1.0)	3 (3.2)	2 (2.6)	4 (22)	5 (60<)

注1) ○(他と比較して有利) > △ > × (他と比較して不利)

注2) ※はケーススタディー試算結果の安い順に1～5で表した。

また、()内に塩素消毒のコストを1.0とした場合の比率を示した。

注3) ※※は中圧紫外線ランプの場合

(2) 雨天時活性汚泥法導入時の消毒方法（N-BOD 対策）の検討

雨天時活性汚泥法運転時の処理水質を想定した模擬処理水を調製し、これを用いた塩素消毒実験を行い、N-BOD の抑制効果を検討した。その結果、現在、札幌市で簡易処理水に対して行っている塩素注入率（3.0mg/L 程度）での消毒により、雨天時活性汚泥法運転時の N-BOD の抑制効果を期待できるものと考えられた。

3. まとめと今後の課題

雨天時活性汚泥法運転時の消毒方法については、現状程度の塩素注入率で N-BOD 抑制効果が得られることが明らかとなった。一方、雨天時越流水の消毒方法については、次に示す課題が残されており、引き続き調査を行う必要があると考えられた。

(1) 臭素消毒と塩素消毒の雨天時越流水に対する最適な消毒条件の確認

(2) 各処理場の施設の現状や雨天時越流の実態に即した施設検討やコスト試算の実施

キーワード	合流式下水道，雨天時越流水，消毒，雨天時活性汚泥法，N-BOD
-------	---------------------------------

研究テーマ名	雨天時活性汚泥法導入検討調査		
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費（豊橋市）
研究担当者	遠山晃二（研究主任），持田雅司		
<p>1. 目的 本業務は、合流式下水道における雨天時汚濁負荷削減手法として、中島下水処理場に雨天時活性汚泥法を導入するため一部系列を使用して同法の実証実験（2回）を行った。 本報では、実験結果を用いて年間の汚濁負荷削減効果を確認し、雨天時活性汚泥法を実施した場合に増加する汚泥発生量が現有施設において処理が可能か考察する。</p> <p>2. 過年度の成果 (1) 実験概要 中島処理場の実施設（9池、10池）にて、雨天時活性汚泥法の実証実験を行った。 反応タンク流入水量 2.0Qsh（Qsh＝時間最大汚水量）の予定であったが、簡易放流を開始すると最初沈殿池出水水位が低下するため、反応タンク前段からの流入水量が 0.48Qsh まで低下し、結果として反応タンク全流入水量は最大 1.38Qsh となった。 (2) 実験結果 雨天時活性汚泥法による負荷削減率は、BOD 削減率 58%、C-BOD 削減率は 85%となった。</p> <p>3. 本年度の成果 本年度の調査は、雨天時活性汚泥法導入に向けての課題整理、代表年次の降雨における年間の汚濁負荷削減効果の試算、雨天時活性汚泥法導入による既存施設・設備への影響を調査した。 (1) 雨天時活性汚泥法導入に向けての課題 中島処理場においては、雨天時における高級処理水量が晴天時の 8 割程度の処理水量となっていることが、処理場データにより確認された。これは、雨天時に開放される簡易放流ゲートの使用によるものである。したがって、雨天時活性汚泥法を実施するにあたっては、反応タンクへ汚水を必要量供給できるよう施設を改造する必要がある。また、最終沈殿池の汚泥流出対策として、最終沈殿池の改造が必要であることがわかった。 (2) 代表年次の降雨における年間の汚濁負荷削減効果 表 1 に、雨天時活性汚泥法を導入した場合の汚濁負荷削減量を示す。今回の試算では、運転時間を 3、6、9、24 時間、反応タンクへの流入水量を 1.2Q、1.4Q（Q：晴天時年間平均高級処理水量）とした。雨天時活性汚泥法を実施しない場合、年間 356 t の汚濁負荷が流出するが、I～III 系列まで本法を導入した場合、運転時間 6 時間、水量 1.4Q で 312 t まで汚濁負荷削減できることがわかった。 (3) 既存施設・設備への影響 施設能力及び現在の処理状況を確認したところ、汚泥処理施設については乾燥機の増設が必要であることがわかった。</p> <p>4. まとめ 水処理としては施設の改造を行うことで 1.4Q の運転は可能であるが、汚泥処理に関しては、設備の増設が必要であることがわかった。</p>			
キーワード	雨天時活性汚泥法，汚濁負荷削減効果		

表 1 汚濁負荷削減効果

		BOD負荷排出量 (単位t)	BOD負荷排出量 (単位t)
		I～III系運転	II～III系運転
24hr	1.4Q	207	241
	1.2Q	266	294
9hr	1.4Q	288	311
	1.2Q	325	338
6hr	1.4Q	312	328
	1.2Q	339	348
3hr	1.4Q	339	348
	1.2Q	353	358
0hr		356	356

研究テーマ名	雨天時下水放流水の消毒方法に関する調査（その2）		
研究期間	平成19年度～平成21年度	研究費目	受託研究調査費（名古屋市）
研究担当者	遠山晃二（研究主任），持田雅司		

1. 目的

合流式下水道では、雨天時に雨水と汚水が混合した下水の一部が未処理で排出され、それら未処理下水や簡易処理水は、放流量や水質、放流域の状況などによっては、公共用水域へ大きな影響を与える。本調査は、名古屋市における雨天時越流水の衛生学的安全性の確認を行うとともに、効果的な消毒方法の検討を行うことを目的とする。

2. 過年度の成果

(1) 雨天時放流の状況

調査対象とした7水処理センターでの雨天時放流水（直接放流水）の水質は、放流水の大腸菌群数基準値「3000CFU/cm³以下」を越える濃度であり、場合によっては高濃度の細菌数で排水されることが示唆された。

(2) 消毒性能の確認

消毒性能の確認のためのテーブル実験において、必要な消毒強度は、二酸化塩素および臭素系消毒剤は文献値（SPIRIT21 技術評価書）とほぼ同等であった。

3. 本年度の成果

(1) 雨天時水質連続調査

雨天時における水質変化の傾向を把握するために行うもので、SS、BOD、COD、TOC、全窒素、濁度、pH、大腸菌群数を分析した。傾向として、大腸菌群数とその他指標との間に、明確な相関を見出せなかった。大腸菌群数が増大する要因と、有機物等その他指標が増大する要因とが異なるものなのか、降雨強度によって流出のしかたに差が出るのか、今回の調査では判断が困難であった。採水日の前日に雨が降っているケースではノンポイントソース由来の水質汚濁物質（SS、濁度、有機物）は前日の降雨で流出し、採水時には通常の下水中に含まれる汚濁物質しかないため流量増による希釈効果によって低濃度となったと考えられる。

(2) 晴天時消毒実験

処理場内に設置した実験水槽に試料として晴天時汚水を用いた消毒実験を行った。消毒剤として、①次亜塩素酸ナトリウム、②臭素系消毒剤、③臭化カリウム+次亜塩素酸ナトリウムを用いた。名古屋市の合流式下水道の未処理下水では、接触時間の問題から、5分以内で消毒効果を得る必要がある。図1より、③の消毒剤については、十分な効果を得るためには注入率を増加させる必要があることがわかるが、その場合は残留塩素濃度が高くなり、放流先への影響が懸念される。

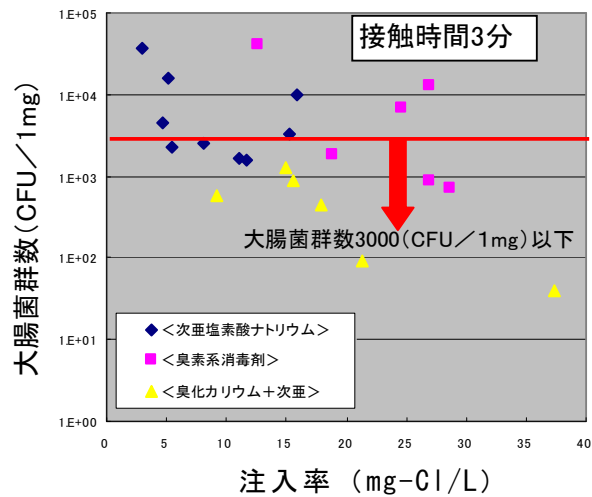


図1 大腸菌群数と注入率

4. まとめ

合流式下水道における未処理下水の消毒を行うためには、従来の次亜塩素酸ナトリウムでは接触時間の確保等の課題があるが、臭素系の消毒剤を用いた場合に期待する消毒効果があることが、晴天時汚水を用いた実験で示された。今後は雨天時汚水での適用性を確認する必要がある。

キーワード	合流改善，消毒，臭素系消毒剤，臭化カリウム
-------	-----------------------

研究テーマ名	長与浄化センターにおける嫌気性消化施設の高度活用に関する検討調査		
研究期間	平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費（長与町）
研究担当者	照沼 誠（研究主任），島田正夫		

1. 調査目的

長崎県長与町では地球規模の環境問題への対応、持続可能な循環型社会の構築といった観点からの新しいまちづくりを進めている。長与浄化センターでは汚泥の嫌気性消化を行い多量の消化ガスが発生しているが、必ずしも十分な利活用がなされておらず、その多くを焼却により廃棄処分している。本調査は、消化ガスの有効活用を検討するとともに、浄化センター施設の処理能力の余裕を活用して生ごみ等を受け入れた場合の、温室効果ガス削減も含めたその事業効果等について検討したものである。

2. 調査内容と結果

(1) 長与浄化センターの水処理、汚泥処理の現状

下水道の整備は人口普及率で 98.7%と進んでいる。水処理は標準活性汚泥法が採用され全体計画の 6 系列が完成している。現在約 11,000m³/日の下水を処理し、発生する汚泥は嫌気性消化処理され、約 1,100m³/日の消化ガスが発生しているが、その 7 割近くは焼却処分している（図・1）。消化槽の有機物負荷は 0.7~0.9kgVS/m³日と余裕のある運転が行われている。

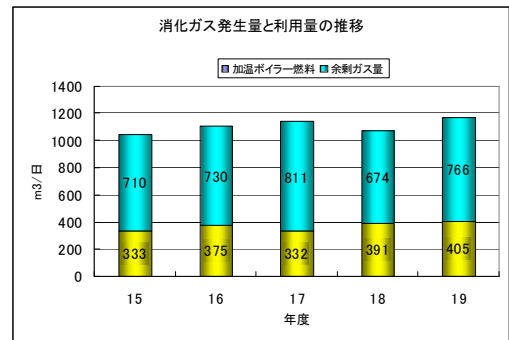


図-1 ガス発生量と利用量の推移

長与浄化センターにおける電力消費量は約 2,400 千 kWh/年で、町の事務事業における施設電力消費量の 30%を占めている。

(2) 消化ガス有効利用法の検討

現在発生している 1,100m³/日の消化ガスを対象にガス発電システムを導入した場合、発電量は 430~790 千 kWh/年と見込まれた。この値は長与浄化センターの年間電力消費量の 18~34%に相当する。

消化ガスによる発電は自然エネルギーと見なされることから、これによる温室効果ガス削減量は 160~270tCO₂/年となり、当町が実行計画で目標とする削減量 240 tCO₂/年に匹敵する。

(3) 生ごみとの混合メタン発酵の検討

長与町における生ごみ発生量は約 4,600 t/年と見られ、現在はその大部分は可燃ごみとして回収され焼却処分を行っている。この生ごみをディスポーザー処理して下水管きよで浄化センターに集約、下水汚泥との混合メタン発酵を行った場合のガス発生量等を嫌気性消化シミュレーションモデルにより計算した。下水汚泥単独消化時に比べ最大で約 2 倍に相当する 767 千 m³/年のガス発生量が見込まれた。消化ガス発電を導入した場合、浄化センター電力消費量の 42~66%をまかなえ、CO₂削減量としては町目標量の 1.5~2.5 倍が期待できる。

また、生ごみをディスポーザー処理し下水管で集約することで、回収処理する可燃ごみの量は約 4 割削減され、それによるごみ処理経費縮減は最大 88,640 千円/年程度と試算された。

3. まとめ

既存の下水道施設（下水管きよ、嫌気性消化施設等）を有効に活用して生ごみを下水汚泥と混合メタン発酵処理することは、地球規模の環境問題への対応、持続可能な循環型社会の構築において極めて効果高く、またごみ処理経費をはじめとする町財政負担削減にも大きな効果が見込めることが示された。

キーワード	嫌気性消化生ごみ，ディスポーザー，消化ガス発電
-------	-------------------------

研究テーマ名	秋田県下水バイオマス利活用計画策定業務 －流域下水道汚泥処理施設の CO ₂ 排出量及び削減可能量の調査検討－		
研究期間	平成 19 年度～平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費（秋田県）
研究担当者	照沼 誠（研究主任），茨木 誠		

1. 調査の目的

本調査は、「地球温暖化対策実行計画」と「バイオマス利活用計画」の基礎資料とするため、汚泥処理における温室効果ガス削減可能量を算定することを目的とした。

2. 調査内容と結果

現状（平成 19 年度）における汚泥処理工程における温室効果ガス排出量、将来的な（平成 30 年度）温室効果ガス排出量、対策による温室効果ガス削減可能量を算定し、削減効果の高い施策を選定した。

(1) 現状（平成 19 年度）の温室効果ガス排出量

- 平成 19 年度時点で、秋田県流域下水道の汚泥処理（脱水工程より後）による温室効果ガス排出量は約 11,500 t-CO₂/年である。
- 排出量の多い排出源としては、焼却に伴う N₂O（CO₂ 換算）が全体の 61%を占め、大きな排出源となっている。次いで、燃料使用由来が 20%を占めている。

(2) 対策を施さない場合の将来的な（平成 30 年度）温室効果ガス排出量

- 平成 30 年度時点において、平成 19 年度と比較し秋田県流域全体で脱水汚泥量が減少することに伴い、温室効果ガス排出量も対策を施さずとも 17%減少する。
- 排出量については、臨海の焼却に由来する温室効果ガス排出量が大きな割合を占める。その中でも、焼却に伴う N₂O（CO₂）換算が全体の 59%を占め、大きな排出源となっている。次いで、燃料使用由来が 20%を占めている。

(3) 温室効果ガス削減可能量

- 温室効果ガス削減対策としては、①消化ガスの補助燃料利用、②高温焼却化、③補助燃料の特 A 重油から都市ガスへの変更、④秋田県北部地区における集約燃料化事業の実施、が考えられる。
- 全ての対策を施すことで、平成 30 年度時点において、対策を施さない場合と比較し、秋田県流域処理場の温室効果ガス排出量を 61%削減可能との試算結果となった。（図 1）
- 対平成 19 年度比では、汚泥量の減少による自然減も含めて 68%削減可能との試算結果となった。
- 61%の削減効果の内訳として、高温焼却化が 35%、消化ガス利用が 14%、集約燃料化が 12%であった。

3. まとめ及び今後の課題

現状（平成 19 年度）の温室効果ガス排出量の約 6 割を焼却による N₂O が占めており、主たる排出源となっていることが確認された。将来的には、汚泥量の減少により、対策を施さずとも 17%の排出削減となるが、対策を施すことで、無対策の場合と比較し 61%削減可能であることが確認された。また、その効果の大きさにより、対策の優先順位は、①高温焼却、②消化ガス利用、③集約燃料化、の順で高い。

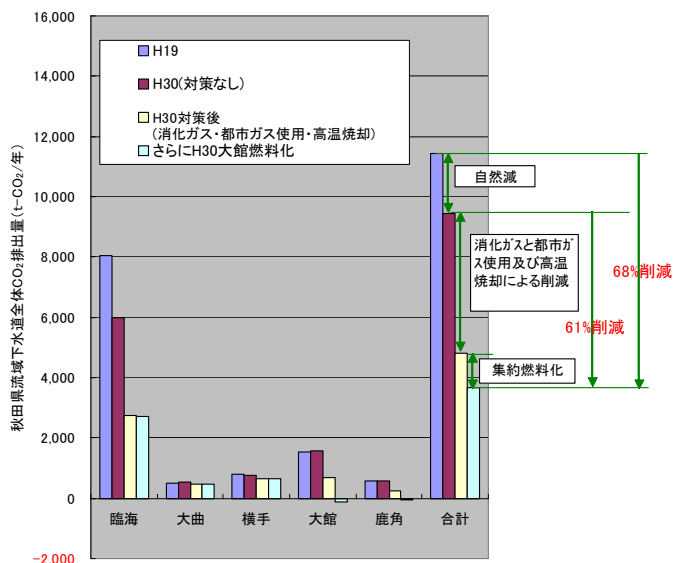


図 1 温室効果ガス削減可能量

キーワード	バイオマス，温室効果ガス，高温焼却，消化ガス，燃料化
-------	----------------------------

研究テーマ名	秋田県下水バイオマス利活用計画策定業務 －下水汚泥焼却灰有効利用調査－		
研究期間	平成 19 年度～平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費（秋田県）
研究担当者	照沼 誠（研究主任），島田正夫		
<p>1. 調査の目的</p> <p>秋田県臨海処理センターでは毎年 500t 程度の焼却灰が発生しており、現在はセメント固化したあと産業廃棄物として埋め立て処分している。秋田県では循環型社会の構築をめざし、下水汚泥の各種有効利用法について検討をすすめており、その一環として、本調査は臨海処理センター焼却灰を対象にアスファルト合材フィラーとしての利用可能性について昨年度に引き続いて検討したものである。</p> <p>2. 調査内容と結果</p> <p>本年度は、焼却灰からの有害物溶出抑制のための最適安定化処理試験を実施した。またその試験結果を元に、焼却灰をフィラーとして使用したアスファルト合材による実路での試験舗装を 2 箇所を実施し、施工性、交通供用性、環境安全性に関する評価を行った。</p> <p>(1) 焼却灰の最適安定化処理試験結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当処理センターで発生する焼却灰自体の有害物溶出試験においては砒素、総水銀、セレン、フッ素において土壤環境基準を超える溶出量があるが、消石灰 2% 添加処理で、総水銀を除く項目は基準値以下となった。10% 以上の添加で総水銀の溶出量も基準値以下となった。 ・消石灰添加により安定化処理された焼却灰をフィラー分として約 30% 使用したアスファルト合材について、2 mm 以下に粉碎して行う溶出試験（環境庁告示第 46 号試験）の有害物質溶出試験の結果では、消石灰 10% 以上の添加において土壤環境基準を十分満足できた。 <p>(2) 実路における試験舗装調査結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安定化処理焼却灰を再生密粒度合材と改質Ⅱ型合材による試験舗装を実施したが、合材プラント及び舗装工事現場での材料性状、施工性評価において、標準合材（焼却灰を使用しない合材）となんら差異ないことが確認された。 ・試験舗装施工後に行った交通供用性調査（平坦性試験、横断形状試験、すべり抵抗試験、ひび割れ確認試験）の結果において、2 箇所とも灰入り合材試験区間は標準合材試験区間と差異がないことが確認された。 ・試験舗装に用いたアスファルト合材を現地で採取し、現況有姿と 2 mm 以下粉碎の有害物溶出試験を実施したが、灰入り合材、標準合材とも土壤環境基準を満足していることが確認された。 <p>3. まとめ及び今後の課題</p> <p>実路試験舗装施工直後の調査結果では、施工性、交通供用性、環境安全性について標準合材と何等差異ないことが確認された。今後試験舗装箇所において定期的な追跡調査（通常は 3 年間程度）を実施し、長期的な安定性について検証する必要がある。</p> <p>また、焼却灰フィラー利用の事業化においては処理場側での安定化処理設備、合材工場における焼却灰受け入れ貯蔵・定量供給混合設備等の設備投資が必要となる。さらに、焼却灰を製品として販売するか廃棄物として処理委託するか等の流通手法についての検討も必要となる。</p>			
キーワード	焼却灰，アスファルト合材，フィラー利用，安定化処理		



実路における試験舗装状況

研究テーマ名	千葉県下水汚泥燃料化試験調査業務		
研究期間	平成 19 年度～平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費（千葉県）
研究担当者	照沼 誠（研究主任），橋本康弘		

1. 調査の目的

千葉県江戸川左岸流域下水道では、脱水汚泥を炭化または乾燥することで固形燃料に加工し、火力発電所やセメント会社などに供給する事業の可能性について検討している。本調査では、汚泥を実際に固形燃料に加工し、成分や発熱量などを分析することで、固形燃料としての性質を把握し、技術的な観点から固形燃料化事業の可能性や課題について検討した。また、固形燃料のサンプルと分析データを基に受け入れ想定企業にヒアリングを実施し、受入の可能性の確認を目的とした。

2. 本年度の成果

下水汚泥を原料として炭化燃料を製造し、各種分析を行い燃料としての性状評価及び受入条件調査を行った。

(1) 炭化燃料製造試験

試験ケースとして、炭化温度を 300℃と 500℃に変化させて実施した。製造過程において、炭化温度は安定しており、問題なく炭化燃料を製造することが出来た。得られた炭化物の分析結果の一例を表 1、2 に示す。

表 1 工業分析

項目		単位	脱水汚泥	炭化燃料 300℃	炭化燃料 500℃	乾燥燃料 (想定値)
工業 分析	含水率	wt%-WB	81.8	1.3	7.0	8以下
	灰分	wt%-DS	12.6	22.5	36.4	12.6
	揮発分	%-DS	79.0	46.4	11.0	79
	固定炭素	%-DS	8.4	31.1	52.6	8.4
	燃料比		0.11	0.67	4.78	0.11

(2) 炭化燃料分析及び石炭混焼時の影響評価

石炭との比較を行うため実施した工業分析の結果、灰分は乾燥で 12.6%、炭化で 22.5～36.4%であり、石炭の 12%程度と比較し乾燥は同じ値であるが、炭化は多い結果となった。燃料価値の観点では、発熱量が 300℃炭化燃料は、石炭の 80%、乾燥燃料と 500 度炭化燃料は、石炭の 70%程度あり十分燃料価値を有することが確認された。灰融点は、石炭と比較し低く、また灰分量も多いため混焼時にはスラッキング※1・ファウリング※2

表 2 発熱量

項目	単位	乾燥燃料 (脱水汚泥)	炭化燃料 300℃	炭化燃料 500℃
発熱量 (高位)	kJ/kg-DS	19,700	22,400	19,900
	kcal/kg-DS	4,700	5,350	4,750

に注意する必要がある。机上検討の結果、混焼時のスラッキング性は石炭専焼時と比較し大きな差異は無いと想定された。しかし、実施に当たっては、ボイラ、使用石炭毎の個別検討が必要である。

※1 石炭の燃焼によって溶融した石炭灰（スラグ）が、火炉水壁部の伝熱表面に付着し、冷却されて固化する現象
 ※2 火炉後部のガス温度が灰の軟化温度以下の過熱器や再熱器などの対流伝熱部に、石炭灰が付着し堆積する現象

(3) 受入条件調査

分析した固形燃料のデータを基に固形燃料を受け入れる可能性のある企業 4 社に対しヒアリングを実施した結果、より詳細な条件の検討は必要であるが、4 社とも受入の可能はあり、2 社が、受入のみでなく事業の実施に係る意向があり炭化燃料を長期的安定的な需要の可能性があると判断できる結果となった。

3. まとめ

下水汚泥を原料として炭化燃料を製造し分析した結果、汚泥燃料は、発熱量や燃焼性の観点で十分燃料価値を有することが確認され、固形燃料の受入の可能性もあることがわかった。

キーワード	汚泥有効利用，温室効果ガス，燃料化
-------	-------------------

研究テーマ名	下水汚泥炭化の基礎調査業務		
研究期間	平成 20 年度	研究費目	受託研究調査費（東京都）
研究担当者	照沼 誠（研究主任）、茨木 誠（主担当）、小島浩二		
<p>1. 調査の目的</p> <p>本調査は、東京都下水道局において炭化燃料化事業の拡大を検討するにあたり、安定的、効率的かつ温室効果ガス削減効果が高い事業を選択するための基礎資料として、各種炭化システムの特性や首都圏における炭化燃料の需要に関して調査することを目的とした。</p> <p>2. 調査内容と結果</p> <p>本調査は主に、① 4 種の炭化システム比較（高温炭化 1 種、中温炭化 1 種、低温炭化 2 種）、② 東京都および近隣都市（千葉県、埼玉県、神奈川県）における炭化燃料利用企業（想定）に対するアンケート調査、③ 炭化システムと炭化燃料利用企業の適合性評価、で構成される。</p> <p>（1）炭化システムの比較</p> <p>各種炭化システムについて、コスト、温室効果ガス削減効果、システム安定性、実績、炭化燃料特性等の観点で比較し評価した。実績やスケールアップ性では高温炭化及び中温炭化が優れており、低温炭化は温室効果ガス削減効果、製品性状の面で優れている。</p> <p>（2）炭化燃料使用企業の調査</p> <p>東京近郊で所定量のエネルギーを使用している 102 事業所に対し、炭化燃料利用可能性を調査するために 1 次アンケートを実施し、利用可能性ありと判断された事業所に対し、より詳細に利用の意向や条件を確認するため 2 次アンケートを実施した。調査の結果、7 事業所で炭化燃料の受入可能性ありもしくは検討の余地ありとの回答を得た。</p> <p>（3）炭化システムと利用企業の適合性評価</p> <p>上記 2 次アンケートで事業所が提示した炭化燃料性状に関する条件と、各炭化システムで製造される炭化燃料の性状を比較しその適合性を評価した。低温炭化の方が、高温炭化及び中温炭化と比較し、企業が求める燃料性状に適合している割合が高く、ニーズが高い炭化製品といえる。</p> <p>（調査結果に基づく各システムの特徴）</p> <p>高温炭化：実機の稼働実績が豊富である。最大規模が 40t/日であるためスケールメリットが働かず、コスト・CO₂の面で不利である。元来、緑農地利用を目的とした製品であるため、燃料価値としては相対的に低い。</p> <p>中温炭化：実機の稼働実績がある。安定性、コスト、CO₂の面でバランスの取れたシステムである。炭化燃料のニーズに面では低温炭化と比較し燃料価値が低いため若干劣る。</p> <p>低温炭化①：安定性、ニーズ、CO₂、コストの面でバランスが取れている。特に製品発熱量と製造量が大きいため、CO₂削減効果が高いことが特徴。稼働実績が無いため、実機レベルでの課題抽出、克服については未経験。</p> <p>低温炭化②：CO₂、コストの面で優れている。特に燃費が最も優れておりユーティリティコストが最も小さいことが特徴。稼働実績が無いため、実機レベルでの課題抽出、克服については未経験。</p> <p>3. まとめ及び今後の課題</p> <p>東京都では、平成 20 年 6 月の環境確保条例の改正により、平成 22 年 4 月から「温室効果ガス総排出量の削減義務」や「排出量取引の仕組み」などが導入される。このような行政・企業が一体となった温室効果ガス削減の取り組みが強く求められていることを鑑みると、今後の炭化燃料化事業においては、温室効果ガス削減効果が大きく、また、燃料価値が高く、より魅力的な炭化製品を市場に供給可能な低温炭化が今後有力な方策であるといえる。また、低温炭化については、実証機運転に基づくデータや知見であるため、実機の稼働実績が出来た時点での再評価が必要である。</p>			
キーワード	バイオマス，炭化，温室効果ガス		