

〈第25回環境システム計測制御学会 (EICA) 研究発表会〉

一般論文概要発表 (パネル前ディスカッション)

一般論文概要発表

【座長】高岡 昌輝 (京都大学)

【副座長】後藤 久明 (㈱東芝)



産・官・学の研究者・技術者による全18編の一般論文概要発表と、米国ハリケーンによる下水道被害復旧調査報告が行われた。また、併せてパネル前ディスカッションも行われ、活発な議論が交わされた。

1. 活性汚泥モデル (ASM) を用いた内生脱窒法における運転条件の検討

水 ing(株) 蒲池一将, 本間康弘

内生脱窒法は活性汚泥に取り込まれた有機物や細胞内に蓄積された下水中の有機物を脱窒反応の水素供与体に用いる処理方法であり、系外からの有機物添加が不要な処理方法である。高い窒素除去率が得られるが、脱窒速度が小さいために施設容量が大きくなる特徴があるため、実施での適用例は多くない。

今回の発表では、実施で得られたデータを元に活性汚泥モデル (ASM) を用いたシミュレーションを行うことで、運転条件が窒素除去特性に与える影響についての検討を報告した。本法の処理特性が明らかになったことで、今後のより有効的な実施への適用が期待できる。

2. 人工下水を用いた嫌気性膜分離法 (SAMBR) の処理性能

東北大学 渡邊亮哉, 砂庭崇之, 李 玉友
(株)クボタ 高橋慎太郎, 若原慎一郎

メタンガス回収や汚泥生成量削減の観点から、嫌気性処理と膜分離技術を組み合わせた嫌気性膜分離法が注目を集めている。今回の発表では、室温条件において人工下水を用いた連続処理実験を行い、処理性能に及ぼす水理的滞留時間 (HRT) の影響を評価した。他にも、汚泥発生量や物質収支、さらに従来の標準活性汚泥法と比較しての SAMBR の有用性を検討した。その結果、好気性処理と比較して、嫌気性膜分離法は良好な水質、効率の良いエネルギー回収、汚泥生成量の削減が同時に実現する可能性が示唆されており、更なる研究の成果が期待される。

3. 濁度計を用いた下水処理場の自動曝気制御

(株)ウォーターエージェンシー 池畑将樹, 湛 記先

酸素必要量に基づく曝気装置の自動制御技術 (OR 制御) を開発し、複数の下水処理場で運用している。この制御方法は、流入水や反応タンク内の水質及び水量を用いて処理に必要な酸素量を算出し、曝気装置を過不足なく制御することを特長としている。今回の発表では、オキシデーションディッチ法の下水処理場において、ワイパー洗浄機能を持つ浸漬型の濁度計を利用し、従来よりも簡易的に流入水質を測定する方法で OR 制御を行った結果について報告した。今後より安定した水質結果が得られるよう継続して検証していくことを期待する。

4. 高速移床式脱窒ろ過器における有機物注入制御とその効果

(株)タクマ 福沢正伸, 土井知之
京都大学 和田直也, 日下部武敏, 清水芳久

閉鎖性水域の水質改善を目的とした窒素規制への対応として、下水処理場では水処理への生物学的硝化脱窒法の導入が進められている。同法は標準活性汚泥法と比べて滞留時間が長いいため広い用地が必要となるが、都市部では用地を確保できない狭小な下水処理場が少なくない。今回の発表では、省スペースで SS・窒素を高度に同時除去が可能である高速移床式脱窒ろ過器を用いて実証試験を実施し、その結果、原水 (終沈越流水) の硝酸性窒素と溶存酸素濃度をオンライン測定

し、有機物（メタノール）注入制御を行うことで、目標水質の達成と経済的な運転が可能であることを確認したとのこと。さらに研究を進めることにより早期の対応実現に期待ができる。

5. 気泡流動床式焼却炉における汚泥燃焼シミュレーション

メタウォーター(株) 服部修策, 山本昌幸
(株)アールフロー 竹田 宏, 栄 徳剛
龍谷大学 堀尾正毅

汚泥焼却のための気泡流動層炉の新規開発において、設計にかかる時間や試験機製作コストを削減するため、数値解析により炉内流動状態と汚泥の燃焼特性を簡易に精度よく推定できるシミュレーターを開発した。本シミュレーターでは、層内粒子および汚泥をそれぞれについて代表粒子モデルにより競う方程式を展開。とくに汚泥については、乾燥、熱分解、燃焼にともなう状態変化に応じて汚泥内の付着力パラメータが変化するようにした。このモデルを用い、パラメータフィッティングを行うことで、間欠投入の場合だけでなく連続投入の場合においても、実際の汚泥燃焼試験結果を精度良く再現できたとのことであり、十分実用的なシミュレーターが開発できたとの報告である。

6. 焼却4号炉ファジィ制御の検証

東京都下水道サービス(株) 小平浩二, 一ノ間哲郎
小林宏行, 遠藤和広

東京都下水道局では、温室効果ガス排出削減対策及び省エネルギー対策として、平成23年度改良工事で焼却4号炉のファジィ制御化を行い、平成24年4月から運用することとなった。

ファジィ制御では、設定した砂層温度及びフリーボード温度をある範囲内に保つよう都市ガス量、流動空気温度及び流動空気量をあらかじめ決められたルールのもとに変化させ、適正な空気比による効率的な燃焼と最小限の補助燃料での炉内温度の維持を行い、低CO₂排出と省エネルギーを図るものである。今回の発表では、ファジィ制御による運転では概ね良好であるが課題もあるとのこと。今後の運転で原因を解明し、より高度な研究成果を期待する。

7. 二相循環式嫌気性消化法を用いた下水汚泥のエネルギー資源化

東北大学 北條俊昌, 呉 麗杰
覃 宇, 李 玉友

嫌気性消化による下水汚泥のバイオガス化を促進させる技術として二相循環式嫌気性消化法を提案し、その運転性能を評価することを目的として初沈汚泥と余

剰汚泥をそれぞれ用いて二相循環プロセスと単槽消化の室内連続実験を行い、バイオガス生成および汚泥の分解特性を比較検討した。

今回の発表では、その結果、初沈汚泥および余剰汚泥のいずれを用いた場合においても、二相循環プロセスでは単槽消化に比べて汚泥の分解率が約2割向上し、大幅にバイオガス生成量が増加することが明らかとなったことを報告した。より多くのバイオガスの回収が期待できる有効なプロセスであるとのことなので、早期の実現に期待する。

8. 運用コスト低減を目的とした浄水場の運転方法の改善

(株)東芝 有村良一, 横川勝也
杉野寿治, 稲多 卓
宇和島市水道局 寺崎啓二

浄水場の運転管理における薬品費と電力費の削減取組みについて、宇和島市水道局柿原浄水場での事例を発表した。薬品費削減では、原水や浄水の水質に応じて過不足のない注入量を決めることが課題となるが、特に浄水フローの前塩素と後塩素の注入比を変更し塩素使用量の削減を図った取組みについて報告した。電力費削減では、水運用を最適化する高度なシステムを導入することなく、運転員が送水ポンプの起動停止を簡易的に判断でき、結果として電力のピークシフトを実現することで契約電力の削減を図ったとのこと。今後も運用を継続することで更なる効果の検証を期待する。

9. 堆積物微生物燃料電池の下水道施設への適用に関する基礎的研究

メタウォーター(株) 福嶋俊貴
東京都下水道サービス(株) 中村俊男

今回の発表では、堆積物微生物燃料電池の原理を下水道施設（重力濃縮槽や汚泥貯留槽）へ適用した下水汚泥からの発電について小型実験装置を使用しての検討について報告した。集約汚泥処理施設の汚泥を対象にバッチ・セミバッチ実験を行い発電特性や汚泥分解率、汚泥改質（脱水性向上）を評価した。バッチ実験の繰り返しにより下水汚泥から安定して発電することが確認でき、汚泥分解率も20%以上が期待できた。

汚泥を間欠的に投入するセミバッチ実験により、重力濃縮槽では発電レベルを維持できることがわかった。上澄み液の溶解性有機物（COD・BOD）はともに実験終了時には減少しており、汚泥分解による難分解性有機物の生成は無いと考えられた。また、発電の有無による比較では、発電による汚泥改質効果が見られ脱水性の向上が期待できた。今後さらに研究を進め実用化

に向けた取組みを期待する。

10. 移動手段のパーソナル化と自然エネルギーによる電動化の走行試験による考察

東北工業大学 宮本裕一, 村山 駿
後藤基成, 大地大輔

現代がかかえるエネルギー問題は、莫大かつ増大するエネルギー需要とそれに伴う環境への影響、化石燃料の枯渇、移動手段のための膨大な消費であり、原子力発電問題だけではない。持続可能な社会の実現には、提案する自然エネルギーを利用した独立電源によるパーソナルトランスポーターなどの活用によるモデルシフトが大変有効で、取組まなければならない。今回の発表では、パーソナルトランスポーターと太陽光発電システムを連動させ、走行試験・理論的解析を通じて得た知見をまとめ報告した。

11. 広域循環方式による再生水供給システムの設備計画立案の支援技術

(株)日立製作所 小泉賢司, 足立進吾, 高橋信輔

渇水等による水不足の解決手段の一つに、下水再生水を処理場から供給する広域循環方式の再生水供給システムがある。本研究は同システムのライフサイクルコスト(LCC)低減を目的とし、管網の延長やポンプ増強の計画を支援するツールを開発した。管路長や口径を元に建設コストを評価する機能、および管網計算を用いてポンプ等の運用コストを評価する機能を備える。さらに両者の和であるLCCの最小となる増強計画を自動立案する機能を持つ。本ツールの有効性を示すため、仮想的な都市部における再生水管網の延長計画に適用した。管網構造を変化させることで、LCCを最大8%削減する計画を立案できたとの発表であり、今後さらに研究を進めより有用性の高いツールとなることに期待する。

12. 事業の効率化を推進する設備再構築基本計画の策定

東京都下水道局 佐々木勇太

社会インフラの老朽化問題が大きく注目されている。下水道処理施設の電気・機械設備は、土木施設と比較して耐用年数が短く、かつ機器数が多いため、限られた財源の中で効果的に老朽化対策を実施することは、下水処理を安定的に行っていくだけでなく事業を効率的に進めるために重要である。東京都下水道局では、更新年数の設定、計画的な補修などによりライフサイクルコストを縮減し、効率的に老朽化対策を実施するために「設備再構築基本計画」を策定したとのこと。これら計画が経済的で安全な設備更新の指針になり、

より安定した下水道サービスの提供ができることを期待する。

13. 光ファイバーケーブル耐震化敷設技術調査報告—3

東京都下水道サービス(株) 天野 亘, 中村俊男
(一社)日本下水道光ファイバー技術協会 織田敬治

平成23年3月の東日本大震災では都内でも震度5弱を観測した。東京都区部に敷設された下水道光ファイバーは通信上の障害は出なかったものの、その後の耐震確認試験で過大な張力と外皮の傷発生の可能性が認められ、将来予想されるM7程度の首都直下型地震にも対応できるような敷設方法の検討が必要であることが分かった。今回の発表では、平成23年度に引き続き、M7程度を想定した地震動でのケーブルの挙動、ケーブル外皮の傷の原因を究明し、既設のケーブルをほぼそのまま使用できる人孔内の固定方法について検討を行い、問題を解決する下水道光ファイバーケーブル耐震化敷設工法の開発を報告した。今回開発の工法を実施することにより下水道光ファイバーケーブルの信頼性と安全性の向上につながることを期待する。

14. XバンドMPレーダを活用した雨量監視システム

横浜市環境創造局 熊谷治彦, 山口将士

横浜市では平成4年度に設置した雨量レーダによる雨量監視システム(レインアイよこはま)で降雨状況を観測しながら、浸水被害の防止に努めてきた。近年、システムの老朽化により故障が頻発していることや、補修部品の入手が困難になるなど、維持管理にて多大な手間と費用を要していた。今回の発表で、この雨量監視システムの更新を図るにあたり、国土交通省水管理・国土保全局と関東地方整備局に全面協力を頂き、局地的な集中豪雨の監視に対応するために設置されている「XバンドMPレーダ」の雨量データの提供を受け、新しい雨量監視システムを構築したことを報告した。

15. 地域に適した新エネルギー・新技術の検討と提案

(株)日吉 荒川秀雄
(株)日水コン 荻野目昭
(株)明電舎 齋藤千穂
(株)神鋼環境ソリューション 佐藤朋弘
水ing(株) 原田泰弘
(株)日立製作所 福永 葵

産業革命以降、技術が急速に進歩し、人口も爆発的

に増加し続けた結果、大量のエネルギーが消費されている。一次エネルギーとしては、石炭や石油、天然ガス等に依存している割合が高く、枯渇した場合の代替エネルギー源となるものを準備しておく必要がある。また、地球温暖化への対応も含めて、再生可能エネルギーの普及・拡大への期待が高まっている。

本メンバーは、今後が期待される新エネルギーに着目し、基礎研究の段階である新エネルギー技術から実用化されているものまで、リストアップし、横断的にそれぞれの原理、メリット・デメリット、技術的課題、将来の普及見通しを調査・整理した。今回の発表では主にエネルギー源の入手性や地域適用性の面から、新エネルギー・新技術を比較・検討し、それぞれの地域特性に見合った活用を提案した。

16. 地域と植物工場

水ing(株) 石上尚人
京都市上下水道局 坂上幸司
(株)ウォーターエージェンシー 蔵田高大
(株)東芝 木村彰秀
(株)安川電機 竹田将一

近年、日本の産業構造の変化により、農業就業人口は2005年時点で1965年に比べ71%減少し、耕地面積は22%減少している。食料自給率でみると、長期的に低下傾向にあり、2011年度には39%となっている。国際的な食糧事情がますます不安定化することが予想される中、食糧自給率の向上を図ることが必要と考えられる。

一方で今日、農業分野に注目が集まっており、企業の農業への進出が進み、2012年で新たに1,071法人が参入してきた。その中で植物工場という新しい農業形態が現れてきた。植物工場の進出とそれに伴う地域の活性化が進むことにより、地域においても今まで以上のエネルギーが必要とされるようになるが、環境保全の観点からも自然エネルギーであることが必須である。これらの活動を進めるにあたっての課題とその方策について議論した内容を報告した。

17. 地域に適した未利用エネルギーの活用方策シナリオ

(株)タクマ井口 拓
(株)日立製作所 大原龍史
日新電機(株) 北村敦司
滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 木村道徳
京都大学 三崎健太郎

近年、村落地域を中心に、少子高齢化や就業人口の減少に伴う放棄地の増大、過疎化、限界集落といった危機的問題を抱えており、どのように地域産業や社会

を再生するかは喫緊の課題である。その村落地域の再生の方法として、エネルギー利用システムの構築は有効であり、特に村落地域で豊富に存在する風、水、太陽光などを利用した自然エネルギーを積極的に有効活用することで、地域の所得の向上などを通じ、より安全かつ安心に地域の活性化を促進することが可能であると考えられている。今回の発表では、これからの日本において高齢化社会を含めたライフスタイルの変化、また資源エネルギー問題を踏まえて、これまで使われてこなかった地域に賦存する未利用エネルギーの有効活用の方法について検討した内容を発表した。

18. 再生可能エネルギー技術の海外展開に向けた戦略

メタウォーター(株) 秋山澄緒
(株)堀場アドバンステクノ 入江和大
水ing(株) 林 義崇
(株)安川電機 藤原 翔
立命館大学 吉川直樹

近年、先進国にとどまらず、世界各国で再生可能エネルギーが注目されている。世界のエネルギー産業が徐々に再生可能エネルギーの導入・既存エネルギーとのハイブリッド化が始まり、国際社会全体が変革を求められている中で、今後、日本がエネルギー産業での国際的な競争力をつけるためには、①各々のエネルギー分野での技術力の向上 ②国内外戦略について中長期的なアクションプランの策定・実施 ③国ごと・地域ごとに適した再生可能エネルギーの提案が重要となる。今回の発表では、これからビジネスチャンスが漸増していく発展途上国や新興国に対してアピールできるエネルギーマネジメントやビジネスプランを提案した。

19. 米国ハリケーン・サンディ下水道被害復旧調査 EICA 東日本大震災調査研究委員会

昨年10月に米国東海岸にリケーン・サンディが襲来し4mを超える高潮が発生した結果ニュージャージー州の下水処理場は軒並み被災した。そこでEICAでは東日本大震災の下水処理場被害の報告書をまとめた関係から、被害復旧調査団を結成し9月16日から20日まで現地調査を行った。調査団はニュージャージー州水環境協会セミナー参加と発表、被害を受けた4か所の処理場の調査を行った。本発表では、セミナーで東日本大震災での津波被災の経験を海外にも伝える機会にもなったこと、4か所の処理場調査では、被害の共通点や復旧の問題点・課題が浮き彫りになり学ぶ点が多々あったことを報告した。今後調査結果を報告書にまとめ、提言をおこなうとのこと。