

■ポンプ場・処理場施設(維持管理)(1)堺市 田中 あや

【N-8-1-2】「堺市における処理区切替に伴う水再生センターの運転対応について」

堺市上下水道局では、令和2年度に百舌鳥深井処理区を石津処理区から泉北処理区に切り替えることとした。これに伴い、流入水量が1万3000m³/日分、石津水再生センター(1系、2系標準活性汚泥法7万6400m³/日)から泉北水再生センター(1系標準活性汚泥法5万100m³/日および膜分離活性汚泥法2万m³/日、2系嫌気無酸素好気法3万7200m³/日)に移ることとなる。本発表では、処理区切替に伴う水処理設備の運転方法の変更の検討事項と運転変更の現況および水質への影響、また各水再生センターで取り組んでいる省エネ運転等への影響について報告を行う。

クリアウォーターOSAKA 下村 好

【N-8-1-5】「包括委託における河内長野市滝畑浄化センターの流入水量と水質変動対応について」

平成31年度より当社では、河内長野市下水道施設包括的管理業務を受託している。その受託地域にある、上水道水源でもある滝畑ダムや、一般河川石川の水質保全を目的に「特定環境保全地区」に建設された滝畑浄化センターでは、観光人口による一時的な流入水量の増加と水質管理が長年の課題であった。流入水量の変動は大きく、週3日の運転管理体制では窒素やリン等の水質変動への迅速な対応が難しい事が問題であった。これらの処理水処理場内の各所へ配水する再利用水配管は、亜鉛メッキ鋼管が主に使用されている。これまでの維持管理を経験する上で、配管の腐食劣化による漏水や閉塞による断水トラブルが多く処理場で発生していることから、本調査では、亜鉛メッキ鋼管および耐腐食性配管の処理水に対する適性を比較検討し、さらに腐食進行の追跡調査による評価を行い、腐食に強くかつローコストで経済性に優れた配管選定の指標を示すことで、今後の修繕および新設更新工事を行う際の再利用水配管の材質を決定するために参考となる事例を紹介する。

■ポンプ場・処理場施設(維持管理)(2)愛知水と緑の公社 川田 武史

【N-8-2-1】「再利用水配管の劣化状況と材質に関する調査」

浄化センターでは下水処理水を場内機器等で必要とされる水として再利用されている。これらの処理水処理場内の各所へ配水する再利用水配管は、亜鉛メッキ鋼管が主に使用されている。これまでの維持管理を経験する上で、配管の腐食劣化による漏水や閉塞による断水トラブルが多く処理場で発生していることから、本調査では、亜鉛メッキ鋼管および耐腐食性配管の処理水に対する適性を比較検討し、さらに腐食進行の追跡調査による評価を行い、腐食に強くかつローコストで経済性に優れた配管選定の指標を示すことで、今後の修繕および新設更新工事を行う際の再利用水配管の材質を決定するために参考となる事例を紹介する。

東京都下水道サービス 小高 勇

【N-8-2-2】「導水式無閉塞水流発生装置(AS)のスカム堆積抑制効果について」

汚水に多量の油分を含む下水処理区ではスカムが大量に発生し、その収集・除去は既設の設備では不十分であり、人力で対応をしているのが現状である。スカムは水路上で滞留した水域等では浮上・堆積することから、一定の流速を与えることで堆積を抑制できると考え。湖沼等の水質浄化で実用化されている「ジェットストリーマー技術」を用いた小型の導水式無閉塞水流発生装置(AS)を開発し、水処理施設において実機を導入している。本報告は、その稼働状況とスカム堆積抑制の効果について報告するものである。また、水流発生装置によるジェット噴流の影響範囲の把握に向けて実施した流体解析の内容についても触れる。

東京都下水道サービス 森口 奨太

【N-8-2-3】「吾婦ポンプ所ポンプ井水位計の保全管理」

吾婦ポンプ所は流域に皮革工場が多く存在し、流入するスカムをスカム用送水ポンプにて砂町水再生センターへ送水している。ポンプ井を調査したところ、大量のスカムが内部に流入しており、ポンプ井水位計防波管内にスカムが流入、堆積することが原因で正確な水位計測ができなくなり、流入量とポンプ井の水位差が発生することが判明した。現在、人力でスカム除去および清掃を行っている。この作業には多大な労力を費やしている。本調査は、ポンプ井水位計防波管内のスカム堆積状況を解明するとともに、ポンプ等の安定した運転を行うため、問題点の把握と改善策を検討した結果について報告するものである。

クリアウォーターOSAKA 葉山 佳宏

【N-8-2-4】「処理水使用におけるオイルクーラーへの影響について」

当社が維持管理している中浜下水処理場には、大雨時の浸水防除を目的とした雨水ポンプが設置されている。雨水ポンプは2011年3月より運用を開始しているが、運用開始後わずか8年でオイルクーラーの破孔により、減速機内部に冷却水が混入する事象が発生した。オイルクーラーの破孔調査の結果、冷却水の異常に着目し、短い期間で破孔に到達した要因として冷却水に繊維ろ過設備でろ過された処理水を循環使用していたことが影響していると推定した。本稿では、処理水と工水の水質比較を行い処理水がオイルクーラーに与える影響について報告する。

住友重機械エンパイロメント 柄澤 俊康

【N-8-2-5】「耐硫酸樹脂チェーンフライト式汚泥かき寄せ機」

従来型樹脂チェーン式汚泥かき寄せ機は下水処理場内の硫化水素から生成される硫酸の影響でチェーンが劣化し破断するとい

う不具合が確認されている。本実証試験では実証機を最初沈殿池に設置し、硫酸劣化が発生しやすい環境として水を抜いた状態で保管し、チェーンへの影響を1年間継続して確認した。また、同時に沈殿池内の硫化水素濃度を測定することで硫酸劣化のリスクを確認した。その結果、硫化水素は主に下水管きよで生成され流入水とともに下水処理場に流下し、時期によっては最初沈殿池内の硫化水素濃度30mg/l以上となることを確認した。また、本環境下においても実証機のチェーンが劣化しないことを確認した。

日本下水道新技術機構 今里 譲治

【N-8-2-6】「長期的性能の保持に向けた追跡調査の事例報告」

わが国では持続的な下水道事業を確保していくに当たり、将来にわたってストックマネジメント手法の活用等による維持管理や改築・修繕を進めている。その際に、安定的な下水処理の持続や耐用年数の延長によるライフサイクルコストの低減などが必要となっている。このような趣旨から、下水道技術が保有する新品等における初期の性能維持や安定性として、施工後(設置後)の実態把握、経年的な検証・評価と客観性が求められる。今回、散気装置と防食材料の事例から初期性能等における試験データを基に長期的な耐久性、安定性に関する検証や評価の課題等について整理した。

■ポンプ場・処理場施設(維持管理)(3)福島県下水道公社 尾形 岳志

【N-8-3-2】「脱臭ダクト設置による硫化水素濃度の低減状況」

汚泥処理工程で発生する返流水の影響により、最初沈殿池分配槽(以下、分配槽)で硫化水素濃度が上昇し設備の不具合が頻繁に発生していた。そのため、分配槽の雰囲気改善し設備の延命化を図るための対応策として脱臭ダクトを設置した。脱臭ダクトを設置した効果について検証を行った結果、設置前に比べ硫化水素濃度と検出時間が低減されていた。また、硫化水素を引き込むための脱臭ファンの運転時間を調整することでより高い効果を発揮することが確認できた。

東京都下水道サービス 豊嶋 修平

【N-8-3-3】「消臭剤使用量適正化の取組みについて」

東京都下水道局みやぎ水再生センターで使用している汚泥脱水機は本体がパッケージ化されており、硫化水素が本体外に漏れてしまう構造となっている。そこで、硫化水素の発生を抑制するため、脱水機投入汚泥に消臭剤を添加しているが、定期的な脱水機周辺で硫化水素濃度が10ppmを超える場合もあった。本調査では、濃縮汚泥の水温、pHを定期的に測定し、その時の脱水機内の硫化水素発生状況を連続測定し、その結果を基に、濃縮汚泥の水温等から消臭剤の適正量を事前に予測し添加することで、良好な作業環境を確保することが可能であるかを調査した上で報告する。

埼玉県下水道公社 江田 良太

【N-8-3-4】「汚泥処理施設における腐食性ガスの調査対策について」

第1汚泥脱水機棟電気室では、腐食性ガスが原因と思われる電気設備の故障や電気室内の空調設備の故障が頻発していた。そこで腐食性ガスの発生源の調査およびその対策を行い、環境改善効果を検証した。調査の結果、腐食性ガスは脱水機設備の雑排水を場内返送管へ流す側溝から発生していたため、側溝を密閉して漏洩を防いだ。また、腐食性ガスの影響により電気室の換気設備が停止していたが、給気口を移設して、換気設備の運転を再開することで、電気室内を正圧状態とし、腐食性ガスの侵入を抑制した。環境測定の結果、対策後の電気室は一般レベルの環境に改善し、今回の腐食性ガスの侵入防止対策が効果的であることを確認した。

東京都 杉本 太郎

【N-8-3-6】「LAC注入による汚泥処理返流水のリン負荷低減について」

下水汚泥の集約処理施設から発生する汚泥処理返流水は、多量のリンを含むため、液体塩化アルミニウム(LAC)の注入によるリンの固定を行っている。本調査では、机上実験にてLACと下水試料中のリンの反応効率およびLAC過注入によるリンの再溶出量を求めた。次に、その結果に基づき、実施設におけるLACの注入箇所および注入量を最適化した上で、実態調査を行い、汚泥処理返流水中のリン負荷が効率よく低減できることを実証した。

■ポンプ場・処理場(維持管理)(4)日本下水道事業団 細川 和也

【N-8-4-4】「下水処理場におけるコンクリート構造物の炭酸劣化に関する実態調査」

日本下水道事業団では、これまで硫化水素に由来する硫酸によるコンクリート構造物の腐食への対策技術としてコンクリート防食技術の調査研究を継続的に実施するとともに、その成果に基づいた技術基準の整備に取り組んできた。一方で、反応タンク等で生じる、気相部の高濃度炭酸ガスや液相部の侵食性遊離炭酸に起因するコンクリート構造物の劣化に関しても、その対策技術の確立が求められているが、下水処理場における当該劣化機構等に係る知見が不足している。本研究は、2カ所の下水処理場の反応タンクを対象に、炭酸ガス等による劣化環境やコンクリート構造物の劣化の進行状況等の実態を調査したものである。

■水処理技術(1)札幌市 岡田 直樹

【N-9-1-1】「合流式下水処理場における硝化速度変化の実態調査について」

過去の調査において、反応タンク流入水量が変化すると硝化速度も変化することが明らかになった。そこで本調査では、硝化速度が変化するタイミングについて明らかにすることを目的とし、硝化速度試験を行い実施設における硝化速度変化を追跡した。その結果、工事等による長期的な反応タンク流入水量の増加に対して、硝化速度が上昇するまでの時間は、SRTとほぼ一致することが分かった。また、合流式下水処理場では、降雨時に一時的に流入水量が増加する。そこで、降雨の前夜における硝化速度の経時変化を追跡したところ、長期的な流入水量増加時とは異なり、硝化速度はすぐに低下し、数日後には回復するという結果となった。

北九州市 森永 葉子

【N-9-1-2】「疑似嫌気好気法運転における窒素除去率向上への取組み」

北九州市では、全ての浄化センターで疑似嫌気好気法運転を行っているが、一部の浄化センターにおいて、好気槽での硝化脱窒の同時進行が不十分であった。このうち、年間を通じて、好気性脱窒がみられる浄化センターにおいて、風量低減による窒素除去の可能性について検討した。机上実験では、空気率制御が脱窒の条件の一つであることがわかった。しかし、実施設では風量低減による好気性脱窒量の増加は少なく、現在の運転状況では、風量低減よりも他の要因が大きいことが確認できた。その他の要因としては、流入有機物負荷と反応槽の構造が考えられるが、今回の調査では反応槽内に無酸素領域は確認できなかった。

オルガノ 三宅 貴貴

【N-9-1-3】「連続式好気性グラニユールシステムによる窒素除去性能の向上」

好気性グラニユールとは、活性汚泥微生物が高密度に自己造粒したものをいう。当研究グループでは、本技術を用いた既存設備の大きな改造を伴わない下水処理システムの開発を進めている。本システムでは、生物反応槽内の汚泥沈降性が向上するとともに、汚泥濃度を高めることが可能であり、高い流入負荷条件における安定処理が確認できている。さらに、汚泥濃度を高めながら好気槽内の曝気量を適切に制御することで、好気槽における硝化/脱窒同時反応を促進し、処理水質改善が可能になると考えられる。本発表ではパイロットプラントを用いた窒素除去性能の評価試験を実施したためその結果について報告する。

クリアウォーターOSAKA 佐竹 環

【N-9-1-4】「下水処理場における窒素除去の実態」

当社では大阪市の下水道施設を包括的に維持管理している。現在、大阪市では下水汚泥の集中処理を進めているが、高濃度の窒素を含む脱水分離液が一部の下水処理場に逆流されているなど、下水処理場間で相互に影響を及ぼす処理システムとなっている。そのため、個々の下水処理場だけでなく、スラッジセンターを含めた全体の処理状況を把握することは、下水処理場の運転管理を適切に進めていく上で重要であると考えている。そこで今回、窒素除去実態の全体像を把握する観点から、大阪市全体の流入・放流水質濃度の変遷やその内訳等を整理・解析し、維持管理・水質管理に関する知見とした。

■水処理技術(2)クリアウォーターOSAKA 有蘭 理沙

【N-9-2-2】「平野下水処理場アノモクス処理施設の運転管理手法について」

平野下水処理場では、2017年4月にアノモクス反応を利用した消化汚泥の脱水分離液処理施設の稼働を開始した。当社では、2019年4月より本施設の維持管理を実施している。同施設は、本技術の下水道分野における実施設としては国内初となるものであり、今後、本技術の他処理場への導入も期待される中、その実施設における運転管理手法の確立は非常に重要である。本稿では、2019年4月～2020年3月までの処理状況と、分離液性状の変動への対応や設備停止後の立上げ等の運転管理手法について報告する。

明電舎 酒井 孝輔

【N-9-2-3】「嫌気性消化脱離液の脱アンモニア処理における省スペース省コスト化についての検討」

嫌気性アンモニア酸化細菌を用いた窒素除去技術は従来の処理法と比し高効率・低コストな処理技術である。すでに本技術を適用した実施設は、国内外で導入が進みさまざまな処理方式が適用されてきた。本研究では、嫌気性消化の脱離液に含まれる高濃度アンモニア性窒素を除去するために適用してきた嫌気性アンモニア酸化を応用した脱アンモニア処理において、これまでの一槽型の回分式処理を、さらなる省スペース・省コスト化を狙い連続式処理として検討を行った。その結果、これまでより1.5倍程度の高負荷運転を可能とし、かつ運転コストの大部分を占めるアルカリ剤注入について、脱水機の運用方式によるアルカリ剤使用量に関する知見を得たので報告する。

クリアウォーターOSAKA 藤江 元輝

【N-9-2-6】「放流リン濃度低減化のための取組み事例」

当社が維持管理を行っている大阪市の下水処理場では、嫌気好気法、凝集剤添加型ステップ流入式2段階硝化脱窒法などの高度処理設備が導入され、放流リン濃度の低減化を進めている。一方、大阪市の下水道は

大部分が合流式であるため、降雨後にリン除去性能が低下し放流リン濃度が上昇するケースがみられる。本稿では、こうした放流リン濃度の悪化に対応するため、現場の特性を勘案した仮設設備の設置や運転管理体制など、放流水質の安定化を図る取組みについて報告する。

広島県下水道公社 森本 章嗣

【N-9-2-7】「流入有機酸および返送汚泥中の硝化が生物学的リン除去に与える影響について」

太田川東部浄化センターでは、嫌気好気活性汚泥法による生物学的リン除去を行っている。当センターではリン除去の安定的な制御が課題となっており、今回、反応タンクに流入する有機酸および返送汚泥中の硝化がリン除去に与える影響について調査を行った。調査の結果、流入有機酸濃度におおむね比例して嫌気槽でリン酸が放出されるとともに、リン酸の放出量とリン除去量にも相関があることを確認した。また、返送汚泥中の硝化がリン酸の放出量を低下させ、硝化が一定濃度を超過すると大幅にリン酸の放出量が減少するという結果も得られた。

■水処理技術(3)ウォーターエージェンシー 池畑 将樹

【N-9-3-2】「OR制御を用いた省エネ運転の検討」

下水処理場の運転では、良好な処理水質を維持しながらエネルギー消費を極力抑えることが重要な課題である。群馬県にある県央水質浄化センターでは、通常は硝化促進運転を行っているが、省エネルギー運転を目的として反応タンク出口におけるアンモニア性窒素濃度を1mg/l以下、わずかに残存するよう設定したOR制御を実施した。この結果、DO制御(設定値2.0mg/l)と比較して送風量が19.4%削減される効果が得られた。また、適切な送風機の数値制御や吐出圧制御などにより、効率的な送風運転を実施した場合の効果についても検証した。これらを組み合わせることで、送風機の消費電力量を29%削減できる試算結果が得られた。

三機工業 田中 祐布子

【N-9-3-3】「水槽上部設置型低動力攪拌槽の反応タンクにおける攪拌特性」

水槽上部設置型低動力攪拌機は、大型のプロペラを低速回転させることで少ない電力でタンク内全体を均一に攪拌することができ、施工性・維持管理性に優れた攪拌機である。プロペラの設置角度と回転方向により上向流式と下向流式を選択することができ、槽形状や運用方式に合わせた攪拌が可能である。そこで今回、上向流式と下向流式の攪拌特性を調査した。下向流式では下向きの水流が直接槽底部に到達するため、上向流式よりも低いエネルギーで底部流速の確保が可能であることを確認した。一方、上向流式では槽内全体の流速を大きくすることができる特徴があるほかに、柱がある場合でも槽内全体の底部流速の確保に有利であることが確認した。

日本下水道新技術機構 古屋 一寿

【N-9-3-4】「下水処理場におけるエネルギー消費量削減に関する調査研究」

滋賀県の湖南中部浄化センター、湖西浄化センターでは機器の更新による消費エネルギーの削減を図ってきた。本調査研究では、処理場の運転方法改善による削減を目的として、両浄化センターの主ポンプ設備および水処理設備等のエネルギー消費特性を分析するとともに、消費電力削減方法について検討を行った。また、当機構が過去に行った省エネ診断の実績データを用いて他処理場と比較することで両浄化センターのエネルギー消費特性を明らかにすることができたので報告する。

熊本市 四浦 良祐

【N-9-3-6】「汚泥脱水分離液と活性汚泥の初期吸着に着目した栄養塩類増加運転の実施について」

熊本市では、平成27年度から試験的に季節別運転を実施している。季節別運転の実施に際して、細かい風量調整技術を必要とすることや、回復期間における速やかな処理水質の改善が難しいことより、消化汚泥脱水分離液を反応タンクの後段に投入する新たな手法の検討を行っている。これまでの試験手法の実験により、放流水のSS、COD、BODを大きく悪化させることなく栄養塩類(全窒素)を増加させることが可能であると考えられたため、実施設における実証試験を行った。結果としては、窒素増加運転期間および回復期間において良好な水質を確保することができた。

■水処理技術(4)明電舎 木村 雄喜

【N-9-4-3】「A Iによる下水処理場運転制御導出技術の検証」

現状では、下水処理場の熟練技術者は、水質やリアルタイム計測値などさまざまな項目を判断材料として最適な運転管理を実現している。われわれは令和元年度B-DASHプロジェクトに採択された「A Iによる下水処理場運転操作の自動化・省力化技術に関する研究」において、熟練技術者の運転履歴を学習させることにより、熟練技術者と同様の運転判断を導入するA I技術を開発した。広島市西部水資源再生センターにて、A Iが判断したDO設定に基づき実運転し、A Iの導出した運転操作値により水処理運転が可能であることを確認した。

安川電機 藤原 翔

【N-9-4-4】「A Iを活用した活性汚泥の画像診断支援技術による微生物認識率の検証」

令和元年度B-DASHプロジェクトにて実施した「A Iを活用した下水処理運転管理支援技術に関する研究」の成果を報告する。顕微鏡観察による活性汚泥微生物の同定は水処理の状態を推定する手段として広く実施されているが、必要な専門知識等を持つ技術者数が減少している。これに対応するため、ディープラーニングにより活性汚泥の鏡面画像から微生物(原生動物、後生動物)を自動で認識・同定する「画像診断支援技術」を開発中である。実下水処理場の活性汚泥画像を用いて3種の微生物を学習させたところ、各々について80%以上の適合率(mAP)が得られ、本技術により活性汚泥微生物の同定が可能であることが確認出来た。

安川電機 平林 和也

【N-9-4-5】「A Iを活用した水処理制御支援技術による運転管理設定値の予測の汎用性検証」

令和元年度B-DASHプロジェクトにて実施した「A Iを活用した下水処理運転管理支援技術に関する研究」の成果を報告する。ペレラン職員数の減少による下水処理施設の運転管理にかかる技術力の低下は喫緊の課題であるが、これに対応するため、A I技術(ランダムフォレスト)を用いて水処理の運転管理設定値を予測・ガイダンスする「水処理制御支援技術」を開発中である。本技術を規模の異なる複数の下水処理施設へ適用し、MAPE(平均絶対パーセント誤差)等により予測精度を評価した。その結果、予測対象ごとにA Iの設定パラメータ値等を調整することでMAPEの目標値(10%)を達成し、本技術の汎用性が確認された。

北海道大学大学院 佐藤 久

【N-9-4-6】「ディープラーニングを用いた活性汚泥フロックの認識」

活性汚泥フロックの顕微鏡観察は処理プロセスの的確な問題把握、運転障害の効率的な解決に極めて有効な手段である。しかしながら顕微鏡観察は人員を選けない、顕微鏡を購入できない、フロックを観察する際の注意点が分からないなどの理由により十分に行われていないと言われている。そこで本研究ではディープラーニングを用いてフロックの画像分類器を作成することとした。この画像分類器はフロックの見た目の特徴(特に色と圧密性)を分類できた。感度は少なくとも10%の汚泥の見た目の変化を認識できる程度であった。ある下水処理場の活性汚泥フロックを15週間にわたり観察し、分類結果とSV Iの変化に相関があることが明らかとなった。

■水処理技術(5)king 田中 雅仁

【N-9-5-2】「高負荷一低負荷活性汚泥方式による汚泥減容化の基礎的検討」

活性汚泥法における余剰汚泥除去方法の一つとして、高負荷および低負荷を組み合わせた多段処理が挙げられる。これは、高負荷曝気槽においてBOD除去および分散性細菌の選択的増殖を行い、後段の低負荷曝気槽において原生動物や後生動物による食物連鎖を利用することで、汚泥発生量の削減が期待されるものである。本研究では、高負荷一低負荷活性汚泥法による汚泥減容効果の定量的把握を目的として、有機性廃水を対象とした連続通水ラボ試験を実施し、従来の標準活性汚泥方式より効率的な余剰汚泥削減と、安定した処理水質確保が同時に得られることを確認した。

日本大学 稲田 拓海

【N-9-5-3】「高濃度塩分に対応した活性汚泥に関する基礎研究」

海水など、高濃度塩分を含んだ汚水は、活性汚泥の処理機能を低下させる恐れがある。今後、下水道施設が普及していく東南アジアを中心とした諸外国では、他のインフラと比較して優先順位が低くなるケースが多く、十分な維持管理の予算が確保出来ずに損傷した管きよ等からの海水の侵入が想定され、処理機能への影響が懸念される。しかし、塩分条件下の活性汚泥処理については、塩分濃度との関係等、詳細な検討は報告されていない。そこで、本報告では高濃度塩分下での活性汚泥の処理特性を把握するための基礎実験を行い、塩分濃度と活性汚泥の処理特性について得られた結果を報告する。

NJS 大津 順

【N-9-5-6】「下水処理シミュレータによる運転管理支援システムの構築(その2)」

下水処理場では、曝気や輸送過程で膨大な電力を消費しており、省エネ推進は電力消費削減による維持管理コスト削減や温室効果ガス排出量削減の面から大きな課題である。省エネルギー化の達成には、省エネ機器の採用とともに、流入水量や水質の変動に追従した風量制御等、最適な運転管理が重要であるが、通常は放流水質達成が優先されるために余裕幅を持った運転とせざるを得ず、このことが、省エネルギー化が進まない要因である。本論文では、昨年度に引き続きモデリングしたシミュレータにより、高度処理導入時や水量増加時の運転等を考慮したシミュレーション等を行い、省エネルギーの観点も含む最適な運転方法を検討した結果を報告する。

堺市 松田 尚継

【N-5-1-8】「経験の浅い職員を対象とした設計・積算技術力向上の取組みについて」

当課の担当者は20～40代の若い世代で構成されており、設計・積算業務の経験年数が3年以内の職員が70%近くを占める状況にある。よって経験年数の浅い職員であっても一定規模以上の設計・積算実務を担わざるを得ない状況にある。そこで「経験の浅い職員を対象とした設計・積算技術力向上の取組み」として本市ルーキートレーナー制度活用や実地研修、マニュアル作成、積算OJTを課内で行い、対象職員の意識改革や組織の技術力向上に寄与した。

■管路(建設)(2)**東京都 佐藤 正規**

【N-5-2-3】「人孔再構築の手引き(案)の策定に向けた取組み」

東京都下水道局では、老朽化した下水道管路施設の再構築事業を計画的に実施している。このうち、人孔の再構築は、布設替えか既設活用の二者択一となっており、更生工法のような非開削で人孔を更新できる効率的な整備手法が求められている。このため、再構築事業において人孔更生工法が選択肢となり得る設計手法をまとめた「既設人孔再構築設計の手引き(案)」の策定に向け、既設人孔の調査判定基準、整備手法選定フロー、人孔更生工法の技術評価基準等を整理した。合理的な人孔再構築の推進のため、今後は、技術評価基準を基に各種人孔更生工法の認定手続きを進めるとともに、手引き(案)を実際の設計で試行運用し精度を上げていく予定である。

積水化学工業 津田 直幸

【N-5-2-4】「下水管きよ更生工法(SPR-NX工法)の開発について」

近年、全国各地で局地的な大雨等が頻発しており、下水道の処理能力を越えマンホールから水が溢れ出す被害が問題となっている。そのリスクを低減するために、漏水や腐食等により機能低下した下水道管きよの更生が進められている。一方で、流量が多い場合には供用中の下水を止めることが難しく、下水を流しながらの管きよの更生を行う工法が開発されている。しかし、供用中の施工は管内水位上昇や、降雨による溢水の恐れがあり、特に大雨の頻度が高い出水期ではそのリスクが高まるため、通年施工できる工法の開発が必要となっている。そこで、流下阻害の低減および更生管径(最大)による流量増加を特徴とした管きよ更生工法(SPR-NX工法)を開発した。

日本下水道新技術機構 佐々木 隆

【N-5-2-5】「高水位条件下における管更生工法の適用に向けた基礎研究」

処理場やポンプ場における流入管や放流管は、最重要路線であるため、耐震対策や老朽化対策を優先的に実施する必要がある。しかし、多くはバイパス機能などを有しないことから、長期間の送水停止やドライ化が難しく、対策工事を実施できない。このため、国土交通省、国土技術政策総合研究所、日本下水道事業団、東京都、政令指定都市および下水道機構から構成される下水道技術開発連絡会議に係る共同研究において、耐震対策や老朽化対策について、工事が困難である各ケースの状況を把握した上で、最新の対策技術を調査し、実現可能な方法に関する研究を行った。その中から、高水位条件下における管更生工法の適用に向けた基礎研究について報告する。

日本工営株式会社 小野 篤史

【N-5-2-7】「梁曲げ破壊試験による樹脂系断面増強材と金属材料を組み合わせた補強効果の検証」

本研究では、鉄筋までコンクリートが腐食減肉した鉄筋コンクリート部材を想定し、腐食した鉄筋に代わる金属材料と、内部に金属材料を固定してコンクリートを腐食から保護する樹脂系断面増強材を提案するとともに、その補強効果を検証した。梁供試体を用いた曲げ破壊試験により、鉄筋コンクリート供試体よりも樹脂系断面増強材と金属材料で補強した供試体の破壊荷重値の方が大きくなる結果が得られた。また、試験では供試体が破壊に至るまではコンクリートと樹脂系断面増強材および金属材料が一体で荷重の増加に抵抗することが確認され、鉄筋まで腐食減肉したコンクリート部材への樹脂系断面増強材と金属材料を用いた補強の有効性が導き出された。

■ポンプ場・処理場施設(建設)(1)**東京都 阿部 京****同 釜池 達也**

【N-6-1-3】「吾嬬ポンプ所施設再構築工事におけるニューマチックケーソン工法の施工について」

東京都下水道局では、近年多発する都市型水害への対策として、降雨強度50mm/h・r・流出係数80%相当に対応するため、吾嬬ポンプ所の整備を進めている。本工事はニューマチックケーソン工法により、躯体(横61.5m、縦43m、高さ38.3m)T.P.-39.6mまで建設させ吾嬬ポンプ所ポンプ棟を建設するものである。課題として、①軟弱地盤層での施工、②既設構造物との近接施工、③狭隘な施工ヤードでの施工という3点があったが、①超音波水位計による水位管理、②近接施設の計測管理、③ディストリビューターの設置による大型ポンプ車の削減および設備構台の多層階化による工事車両通行スペースの確保等の対策により安全で確実な施工を実現した。

■ポンプ場・処理場施設(建設)(2)**東京設計事務所 澤田 大樹**

【N-6-2-2】「新設の浄化センター基本・実施設計におけるBIM・CIM導入の設計事例」

新設の浄化センター基本設計および詳細設計の設計図面を3Dモデル化し、得られた効果や課題を検証した。基本設計では「施設計画」「施工方式の検討」「概算工事費算定用の数量算出」。詳細設計では「工種間の干渉チェック」「機能計算」において3Dモデルを導入した結果、業務効率化や品質向上につながる一定の効果を得られた。一方、3D化における配筋ソフトの整備、オブジェクトの標準化、データ融通の環境整備の推進など改善すべき課題も確認された。設計段階における3Dモデルの導入は有効であり、本検証で得られた課題の解決により、今後より一層事業の効率化が期待できることを確認できた。

■管路(維持管理)(1)**日本下水道新技術機構 成田 篤史**

【N-7-1-3】「雨天時浸水水対策計画策定に関する調査研究」

S市の下水道は流域下水道に属しており、各処理分区と流域下水道の接続点に流量計を設置している。S市は平成11年度に、流量計のデータから雨天時浸水量が多い処理分区を絞り込み、モデル地区として選定している。その後、平成12年度から平成14年度にかけて原因の特定、対策の実施、対策効果の検証を行うなど、雨天時浸水水対策に取り組んでいる。本研究では、S市においてモデル地区で実施した雨天時浸水水対策の資料と近年の流量データを用いて、処理分区別の対策実施における優先順位を設定し、雨天時浸水水対策計画の策定を行った。

一宮市上下水道部管路保全課 山田 朋範

【N-7-1-4】「分流式下水道における不明水調査」

大型台風やゲリラ豪雨等による多量の降雨により、分流式下水道区域にあるポンプ場の能力を超える下水の流入が確認されました。また、排水障害が発生したことにより、住民の生活にも影響が出たことから、ポンプ場流入エリアの不明水調査を行った事例報告です。

那覇市 高山 康

【N-7-1-5】「公共ますにおける雨天時の不明水対策工事について」

汚水本管への雨天時浸入水は、公共ますからの溢水、排水設備への逆流などを引き起こし問題となっている。本市も長年汚水本管への雨水浸入箇所の調査を行ってきたが効果的な対策は困難であった。そこで、地表面から土中に浸透した下水道施設へ浸入する間接浸入水の経路を把握することが必要と考え、ますの調査や過去の実績を基に情報収集を行った。その後、ます周りに薬液注入を行い、取付け管、本管まで充填させることで止水を行う工法を採用し、最大で雨天時の削減率が80%と成果を上げた。今後もデータの集積等を続けこれらを活かせるよう取り組むことが必要と考える。

甲府市 望月 宏泰**同 内藤 大**

【N-7-1-6】「甲府市における浸水水対策の取組みと効果検証について」

本市においては、台風・豪雨時における浸入水の増加に伴う下水の洪水解消が長年の懸案でありました。そこで、平成20年度より事例ベースモデリング技術を用いた雨天時浸水水解析による予備調査で4地区を絞り込み、特に浸入水が多いN地区について、流量計測による詳細調査、管内TVカメラ調査や宅内排水設備雨水誤接続調査による原因特定調査を行い、浸水水対策として、管更生工法による止水工事や有孔鉄蓋取替、戸別訪問による雨水排水誤接続改善指導に取り組んできました。本稿は、N地区の対策実施後に再度流量計測調査を実施し、浸水水対策による効果の検証をしたことから、これまでの取組みとその効果検証を報告するものであります。

横浜市 安田 雅人

【N-7-1-7】「横浜市における機械学習を活用した雨天時浸水水対策へのアプローチについて」

分流式下水道における雨天時の汚水管への雨水流入は、下水道施設からの汚水溢水による衛生問題や処理施設の負担が大きくなることによる処理能力低下が懸念されている。横浜市においても同様の問題が生じており、本市の処理区の一つである都筑処理区では、雨天時に計画有収水量の2倍以上の汚水流入があり、雨天時浸水水対策が急がれている。本稿は都筑処理区全体から雨天時浸入水の発生源箇所を特定するために、機械学習を用いた解析を実施し、発生源箇所を絞り込んだ事例と、今後の本市下水道事業計画への活用について検討したことについて報告する。

滋賀県 手塚 聡

【N-7-1-8】「流域下水道における効率的な雨天時浸水水対策に向けた実態調査」

滋賀県では、より効率的な雨天時浸水水対策の実施と市町に対する技術的支援を行うため、対策を行うべき地区の絞り込み手法や対策工事の方法等に関して、関係市町と連携して県がモデル事業を行うこととし、最終的にその成果を技術資料として取りまとめる予定である。本調査では、琵琶湖流域下水道における雨天時浸入水の実態を把握するため、流域幹線の接続点87カ所に簡易水位計を設置し、およそ1カ月間にわたり水位計測を実施した。これにより接続点ごとの雨天時浸入水の浸入率が明らか

となり、モデル地区の選定や、対策の効率化に向けた検討を行うための基礎データを得ることができた。

■管路(維持管理)(2)**浪速技研コンサルタント 三井 保幸**

【N-7-2-1】「雨天時浸水水メカニズムの推測にもづく削減対策の一提案」

大量の雨天時浸入水問題を抱える下水道管路施設では、正確な浸入率の把握と、有効な雨天時浸入水削減対策が求められている。そこで、雨天時浸入水量が極めて多い地区の流量調査データをサンプルとして、雨天時浸入水の実態を考察することで、浸入水量の大半は雨天時浸入地下水(疑似直接浸入水+浸透浸入水)で占められることを示した。さらに、浸入率は降雨の強さや降雨時間によって異なることを確認し、適合降雨から浸入率を求める方法を提案した。次に、雨天時浸入地下水の主要供給経路は、汚水系統だけでなく雨水系統にもあると想定し、その供給経路に着目した浸入水削減対策を提案した。

G&U技術研究センター 柴田 章兵
【N-7-2-4】「路面模型を用いた旧式マンホール蓋穴からの直接浸入水に関する実験研究」

不明水の一つであるマンホール蓋からの直接浸入水は、特に初期の分流汚水管路において問題となっている。この原因は、蓋表面に多数の穴・隙間が開いた蓋や錠部品が無いなどの古いマンホール蓋の使用や、舗装路面の不陸が関係していることが経験的に知られている。本研究では、全国で採用されていた代表的な旧式マンホール蓋と現行マンホール蓋を対象とし、蓋穴と蓋枠の隙間からの浸入水量を測定した。浸入水量は、冠水した条件と道路模型を用いての路面表流水の条件において測定した。冠水状態における水深や、蓋が路面より沈下している場合の影響についても検証した。

NJS 萩島 晃

【N-7-2-7】「機械学習を活用した雨天時浸入水の影響評価および検証」

雨天時浸入水発生領域の絞り込みは、一般的に流量計等を用いて現地計測を行う必要があるが多大な費用と時間を要する。本検討では、特に、面積が大きい区域における効率的な絞り込みを目的として、機械学習を用いた雨天時浸入水の数値解析を実施し、実測値との比較による検証を行った。解析精度を向上させるため、X-RAINデータの浸入、250mメッシュ単位の分割、各メッシュの地理的・施設的特性および処理場までの流連時間の設定を行っている。その結果、メッシュ単位での浸入水率を用いた絞り込みを行うとともに、雨天時浸入水と各種特性値との関係性を整理した。

■管路(維持管理)(3)**東京都下水道サービス 中本 啓**

【N-7-3-1】「布設後50年以上が経過した下水道シールド管きよの劣化状況調査と耐震性能照査」

下水道シールド管きよの二次覆工には、一次覆工を劣化から保護する機能があるが、これを裏付ける調査事例はない。そこで、布設後50年以上が経過し、劣化が予想される既設下水道シールド管きよにおいて、一次覆工を露出させ、劣化状況の調査を行った。さらに、布設後に下水道施設の耐震基準が変遷していることを鑑み、既設下水道シールド管きよで現行基準による耐震性能の照査を実施し、レベル1およびレベル2地震動で耐震性能が確保されていることを確認した。

日本下水道新技術機構 北岡 豊

【N-7-3-2】「硬質塩化ビニル管の効率的な点検・調査に向けた研究」

A市において埋設管の8割を占める硬質塩化ビニル管は劣化の進捗や特徴が不明確である。膨大な量の塩び管の事故を予防するためには、異常傾向や特徴を把握した効率的な点検・調査の方法を検討する必要がある。本研究では、全国の自治体を対象にアンケート調査等を実施し、その特徴を分析した。結果、「上下方向のたわみ」「浸入水」と判定された箇所割合が多く、また、軟弱地盤等での施工時に施工(転圧)が十分に行われていない時に発生することもアンケート結果から示唆されたことから、本市において試験的に実施した塩び管調査では、経年要因だけでなく、地盤条件等も考慮して行い、点検・調査の優先順位設定因子について分析した。

日本下水道新技術機構 石川 大祐

【N-7-3-3】「圧送管路に適用するモルタルライニング厚測定装置(試作機)の開発」

圧送管路は点検口が無い等の理由により調査困難な箇所が多く、調査手法を含めた計画的な維持管理手法が確立されていない。内面モルタルライニングの施されたダクタイル鉄製の圧送管路は、他の管種に比べ硫酸腐食を起因とする不具合発生件数も多く、供用開始から不具合発生までの期間も短いことがわかっている。モルタルライニングを喪失したダクタイル鉄管は、鉄管部の腐食が急速に進むことがわかっているため、鉄管部が露出する前段階であるモルタルライニングの腐食を、定量的に把握することは重要である。そこで本研究では、モルタルライニング厚測定装置の試作機を開発し、ラボ試験により開発目標を達成したことを確認した。

クボタ 景山 早人

【N-7-3-6】「下水道圧送管路における硫酸腐食箇所の事例報告」

近年、下水圧送管路において、内面モルタルライニングが施されたダクタイル鉄管が硫化水素に起因する内面腐食のため漏水

に至った事例が報告されている。本報告では、「下水道圧送管路における硫酸腐食箇所の効率的な調査技術導入ガイドライン(案)」(国土技術政策総合研究所、平成30年2月)に示されている机上スクリーニング手法では説明がつかない特殊な腐食事例について示し、その腐食発生条件等について報告する。

横浜市 滝沢 大輔

【N-7-3-7】「水管橋の老朽化調査および耐震診断等の事例紹介」

本市の汚水幹線や送泥管の多くは地下に埋設してあるが、水管橋により河川を架空で横断しているものもある。この水管橋は幹線管きよ等と同様に重要構造物のため、改築および修繕を計画的に行うことが重要である。本市では令和元年度に末吉ポンプ場水管橋の点検調査および耐震診断に着手し、補強計画を策定した。調査では水処理躯体の調査とは異なり、特有の調査器具を用いて老朽化状況を把握した。耐震診断ではレベル1および2地震時で橋脚・杭基礎とともに照査がNGとなったため耐震補強工法を検討し、経済性や施工性を比較した結果、鋼板巻立て圧入工法が適しているという結論を得られた。今後他の水管橋についても点検および補強の検討を実施していく。

ヒノデホールディングス 石塚 啓

【N-7-3-8】「最近の浸漬試験法による鉄製マンホール蓋部品の防食性評価について」

下水道用鉄製マンホール蓋(鉄蓋)は、下水道環境下で生じる硫化水素ガスや硫酸、結露水などに起因した腐食が生じるため、設置環境に応じた適切な防食処理の実施が望ましい。しかし、鉄蓋の防食処理に関する品質規格が存在しておらず、各メーカーが独自に評価している。一方、現地調査結果に基づき、実環境に対する浸漬試験の腐食促進倍率を考慮した新しい評価手法が提案されており、本研究では近年提案された浸漬試験による評価手法を用い、一般塗装と防食塗装を評価した。その結果、防食塗装については、硫化水素濃度50ppm以上のマンホールにおける15年相当の浸漬期間でも赤錆や塗膜の割れ、膨れ等が認められないことを確認した。道環境下で生じる硫化水素ガスや硫酸、結露水などに起因した腐食によって、性能劣化や機能消失に至る場合がある。特に、錠や蝶番などの鉄蓋部品は、鉄蓋開閉時の摩擦等により塗装が損傷し、素地金属の腐食が発生しやすい状態になるため、開閉機能や浮上飛散防止機能に支障が生じる可能性がある。そこで本研究では、鉄蓋の開閉操作により塗装の損傷を再現した鉄蓋部品の曝露試験を行い、その腐食について考察を行った。今回は、昨年報告した温泉地区における3年目の経過報告に加え、温泉地区ではない下水道環境のうち、特に硫化水素濃度が高かった場所における1.5年間の曝露試験結果について報告する。

■管路(維持管理)(4)**東京都 法橋 祐斗**

【N-7-4-1】「維持管理困難箇所における新たな調査手法の実現に向けての取組み」

下水道管路施設においては、計画的に管路内調査を実施し、データベース化することで、予防保全型の維持管理に取り組んでいる。しかしながら、管路施設の中には一般に伏越構造と呼ばれる構造的な要因や、高流速・高水位等の作業環境が要因により、既存の標準的な調査手法による調査が困難な箇所が存在する。本研究ではこのような箇所を維持管理困難箇所として位置付け、既存の下水道調査技術とらわねず、他分野での調査技術、開発中の技術等を下水道分野でも活用できないか検討した。

クリアウォーターOSAKA 松下 英樹

【N-7-4-2】「ICTを活用した総合的な段階型管路診断システムの確立にかかると実証研究」

全国の下水道管路延長は平成30年度末時点で約48万km。このうち標準的な耐用年数である50年を経過した管路は現在約1.9万km。この数字は急速に増加している。そのため限られた人員と予算で老朽施設の維持を実施するには、予防保全の考え方に基づいた効率的なストックマネジメントが必要である。本研究では、ICTを活用した効率的な管路マネジメント技術による下水道管路に関するストックマネジメントを低コストかつ効率的に実施するため、劣化予測システムによる机上スクリーニング、点検監視型カメラ等を用いた効率的な現地スクリーニングおよび詳細調査の技術等を組み合わせた、ICTを活用した総合的な段階型管路診断システムの確立に向け実証を行った。

管清工業 大西 浩介

【N-7-4-3】「調査日進量3000mに向けた管路スクリーニングの機能向上に関する検討」

管路スクリーニング技術の普及により、下水道管路点検の日進量はTVカメラ調査の約300mに対して約3～4倍まで向上した。しかし、約48万kmにも及ぶ管路を網羅するにはさらなる日進量の向上が必要である。日進量の向上には、機械性能を向上させる方法と、作業上の無駄を排除し作業効率性を向上させる方法が考えられる。本稿では、現場での作業フロー(作業項目と作業時間)の実態を分析し、より効率的な作業工程と必要となる機械改良の方向性について検討を行った結果を述べる。

管清工業 渡部 一春

【N-7-4-4】「AI技術による異常の自動判定性能と導入効果の検証」

膨大な量の下水道管きよを適切に維持管理するため、調査や点検の効率的な実施が求められている。これまで効率的に現場作業を行う手法としてスクリーニング手法等の開発を進めてきたが、現場作業の効率化に伴いデータの取りまとめ作業量が相対的に増えたことで、報告書作成作業の効率化が新たな課題となった。そこで、事前学習済みのAI技術をベースに、管内画像を追加学習して開発した管内異常の自動判定モデルを導入したところ、異常判定の作業時間短縮を図ることができた。本モデルの導入効果として、作業時間の短縮効果や報告書作成作業量の削減効果、自動判定モデルの正解率などの検証結果について報告する。

NJS 柴田 敬介

【N-7-4-5】「機械学習を活用した下水管内の異常箇所判定システムの構築と検証」

管きよの老朽化が進み、道路陥没等の発生リスクが高まる中、管きよの計画的な維持管理がさらに重要となっている。そのため、今後、老朽管の状態把握を進める上で、管内の異常箇所の判定スピード向上が不可欠となる。本研究では、スクリーニングカメラにより撮影された管内映像の画像解析に加え、機械学習を活用した管内の異常箇所判定システムの構築を行い、その判定結果の精度検証を行った。検証の結果、画像解析では、機械学習の活用により判定困難な異常箇所に対する判定精度を上げられることが確認できた。今後、学習データを増やすことで診断モデルの精度向上を図ることができ、誤検出の低減による判定スピードの高速化が可能となる。

■管路(維持管理)(5)**管清工業 成瀬 直人**

【N-7-5-4】「管路施設維持管理情報システムを用いた維持管理事例」

近年わが国の下水道事業は、事後対応型維持管理から、維持管理情報を起点とした予防保全型マネジメントサイクルへの転換が求められている。しかし、このマネジメントサイクルの実現には、膨大な維持管理情報の収集および管理が重要となり、「ヒト、モノ、カネ」といった、経営資源の減少が深刻化する社会情勢の中、地方公共団体単独での実施は、極めて困難な状況にある。そこで、官民連携事業である包括的民間委託業務において、維持管理情報のデータベース化および分析を実施し、施設の状態やリスク評価を踏まえた維持管理計画を策定した結果、維持管理情報のデータベース化が、予防保全型マネジメントサイクルの推進に効果的であることを確認した。

東京都下水道サービス 森 勇人

【N-7-5-6】「下水道管内に発生する侵入石の実態調査と基礎分析」

東京の荒川以东に位置する足立区、葛飾区、江戸川区において、侵入石と呼ばれる下水道管の継目から垂れ下がる鍾乳石のようなものが数多く発生している。この侵入石により下水道の詰まりを誘発している。侵入石については、詳細な発生要因が把握できていない状況である。この対策を検討していく上で侵入石の発生メカニズム等を解明することが重要となる。そこで、大学との共同研究を通じて、侵入石および土壌の成分分析や管きよの布設状況等、侵入石に関する研究結果を報告するものである。

■管路(維持管理)(6)**カンツール 佐々木 啓至**

【N-7-6-3】「事故や災害時における常時設置型止水プラグを用いた止水・逆流防止の事例について」

自然災害や事故発生時において、基準値を超えた工場排水が下水道管路に流入した場合、公共用水域に重大な環境汚染をもたらす恐れがある。そこで、常時設置型止水プラグを重要箇所を設置し、手動・リモートやセンサーなどで迅速に流出プラグを膨らませ有害な工場排水の流出を防ぐ対策を紹介する。本止水プラグは豪雨防水の発生時においても重要施設への逆流防止策としても効果が期待できる。海外の常時設置型止水プラグの導入例を交えてその活用法を紹介する。

横浜市 太田 萌香

【N-7-6-4】「水路管理者と下水道管理者の連携による水路の老朽化対策に向けた取組み(中間報告)」

横浜市内を流れる水路は大正時代に国から譲渡され現在に至るが、その延長は膨大であり、位置や構造、状態等が把握されておらず、構造物の老朽化に伴う事故や治水機能への影響等が懸念されている。水路は治水や利水、都市の貴重な水辺空間といったさまざまな機能を持っており、各地域の特性に応じて適切に取り扱っていくことが必要であるが、横浜市内では整備・改修方針や維持管理手法、事業手法等が確立されていない。そこで平成30年度に、水路に関連した複数の部署からなるプロジェクトチームを設置し、さまざまな課題を解決するための検討を開始した。本稿では抽出・整理された課題や解決の方向性など、これまで検討してきた過程等について報告する。

■**雨水対策**(3)
フソウ 三笠 博昭
【**N-2-3-3**】「大孔径膜を用いた雨天時浸入水等に対応可能な下水処理システムの開発」

雨天時における下水道の課題として、合流式下水道の処理水質の向上や分流式下水道の雨天時浸入水の未処理放流を削減するなどがある。これらの課題解決を目的として国土交通省から公募された下水道応用研究の採択を受け、この研究において大孔径膜処理システムが雨天時浸入水を効果的かつ低コストで処理できる可能性を示唆でき、その成果を昨年度の下水道研究発表会で報告した。本年度はB-DASHの採択に向けた自主研究を実施し、膜エレメントの流路材の通水断面積を増加させる改良を行うことによって、下水道応用研究よりもさらなる高透過流束を達成できた。また、大孔径膜の洗浄方法としては、間欠表面洗浄が最も有効であることを確認した。

日水コン 杉尾 広幸

同 郷野 梨夏

【**N-2-3-4**】「水面制御装置の実例とその有用性について」

水面制御装置は、既設雨水吐室に設置するきょう雑物削減を目的とした装置であるが、動力を要せず、機械式スクリーンと比べて安価であり、維持管理も簡易な装置である。札幌市における水面制御装置設置事例を基に設置後の流況を確認し、設計条件を満足する雨水吐室であれば、水面制御装置の設置によりきょう雑物の流出が抑制できることが分かった。また、設置後の点検調査の結果から、設置後数年経過しても特に大きな異常が見られないことが分かった。したがって、経済的かつ維持管理の手間が少なく、きょう雑物流出の抑制が可能となる水面制御装置が実用的であることを確認した。

京都市 山本 佳奈

【**N-2-3-5**】「雨天時放流水質検査の効率化に向けた検討調査」

合流式下水道からの雨天時放流水の水質検査が義務付けられ、本市でも、毎年1回の水質検査（以下、法定モニタリング）を実施している。しかし、雨水吐口では手汲みで採水していることに加え、規定の降雨条件に合わない場合は採水のやり直しが生じるなど、課題を抱えていた。本調査では水質調査の省力化および安全性の確保を目的とし、雨水吐室における自動採水器を用いた採水について検討を行い、油類や付着物等の影響を避けるため、防護管の設置や採水チューブの構造に工夫を加え、採水手法の確立を図った。また、動画カメラの設置により越流状況を確認し、採水器の起動が遠隔操作で行えるようになった。

東京大学 古米 弘明

【**N-2-3-6**】「お台場海滨公園における海水浴予報のための降雨後糞便汚染予測データベースの構築」

お台場海滨公園は通常は遊泳禁止となっているものの、晴天時の糞便性大腸菌群数は水浴基準を満たしている。港区では、「泳げる海、お台場！」を指すアピール活動として、安全面等に配慮しながら海水浴イベントを開催してきている。衛生面での安全性を確保して海水浴を継続的に実現するためには、降雨後の水浴の適・不適判断を行うための情報として糞便性大腸菌群数の予測が求められる。そこで、過去10年間の降雨分類を行い、さまざまな降雨と潮位の組み合わせた条件を与えた3次元流動水質モデル計算から、お台場海滨公園における糞便汚染予測のデータベースを構築した。そして、降雨の類型から水浴の適・不適を判断するための手法を検討した。

■**雨水対策**(4)

日本大学 安田 陽一

岡山市 斎野 秀幸

同 内田 淳介

同 嶋井 典亮

【**N-2-4-1**】「既存の雨水排水施設の機能改善のための実験的検討」

岡山市下水道旭東雨水幹線東高前樋門における雨水管とマンホール設備を対象に、マンホールと管路との位置関係を再現して排水能力を検討した。マンホール流入・流出の管路の位置に管径の半分程度の段差を設けると、排水能力が向上し、さらにマンホール内に所定の位置に指定したサイズの制御板を設置することによって原型換算の水深1.6mのとき原型換算流量が1.08m³/秒となり、安定な流れとなることを明らかにした。また、雨水管の接続状態を改善することによって、導水路と用水路の流量分配および水深間の関係について、流量分配が少なくとも3割が導水路に流入することを示した。

日本大学 福沢 一輝

【**N-2-4-2**】「石組み斜路から逆サイフォンを通じた分水方法の提案」

雨水対策において、主要水路の流れを細分化した小規模な貯留施設を用いて分水を行い、集水域全体でピーク流量を減らす方法が挙げられる。地形条件によって、射流区間で分水する可能性があり、分水流量の制御が必要であることから、石組み斜路から逆サイフォンを通じた分水方法を提案した。分水流れの制御として主要水路底部に石組みを行い、浮遊物の蓄積対策として底面流速が大きくなる設置位置について実験的に検討し、8分の1が適切であることを示した。また、礫間流れによって分水池での流れは制御され、主要水路の流量規模が増加すると、主要水路と分水流量調整池のピエゾ水頭差が大きくなり、流量分配比は減少傾向になることを示した。

日本大学 石塚 公隆

【**N-2-4-3**】「横引き管の排水機能に対するマンホール落差高さの影響」

マンホールに接続した横引き管の排水機能について実験的検討を行っている。マンホール内へ横引き管の突出しを設けると、流入口で形状抵抗が生じ、排水能力が低下することを前回の発表が示した。ここでは、突出しを設けず、マンホール高さHと内径dとの比H/dを変化させ、H/dによる排水機能の影響について検討を行った。H/dが大きい場合、マンホール上縁から水面までの落差が大きくなるため、気泡混入量が増加し、流入口付近での強い下向き流れが横引き管の引き込みを妨げ、排水能力を低下させることを示した。流量増加に伴いマンホール内の水圧が増加すると、落下流の影響が小さくなりH/dによる排水能力の差異が小さいことを示した。

■**環境・水リサイクル・水系水質リスク/理化学試験と微生物試験**(2)

東京設計事務所 四宮 明宣

【**N-3-2-4**】「下水道管きよ内堆積砂に関する再利用プラント設備の設計事例」

下水道管きよは全国で約48万kmが整備されており、管きよ内の清掃が発生する汚泥や砂は今後さらに増加することが予測される。このような砂はほとんどが再利用されずに処分されているが、循環型社会構築の観点から再利用プラント設備を構築し、それによって処分費の削減も可能とする方策を検討した。さらに、有効利用先へのアンケートによる管きよ内堆積砂の再利用先の選定や、再利用に使用する洗浄水の供給方法等を検討し、砂再利用プラント事業の採算性を実証した。

■**環境・水リサイクル・水系水質リスク/理化学試験と微生物試験**(3)

日本下水道新技術機構 伊藤 優一

【**N-3-3-1**】「A市におけるノンポイント汚濁に関する共同研究」

A市では、公共用水域の保全のため市街地や農地などのノンポイント対策として、クreekにおける水質浄化施設整備構想を計画し、昨年度から一部施設の運用を開始した。しかしながら、計画立案から整備までに10年以上の期間を要していることから、本研究では、クreekの流入・流出の水質を改めて調査し、社会変化による水質改善の有無について確認するとともに、整備した水質浄化施設の効果について調査した。今回の調査は限られた期間の調査であったが、クreekの流入・流出の水質のいづれにおいても、構想策定時に比べて同程度かやや減少傾向がみられるとともに、水質浄化施設については一定の効果があることが示唆された。

米本 豊

【**N-3-3-3**】「横浜市における赤潮発生について」

東京湾での赤潮発生についての報告は多くあり、研究もされている。今回、横浜港でも発生が続いているので、横浜港における赤潮発生について調査した。赤潮発生の原因としては種々あるが、その中で、栄養塩の一つであるリンについて主に調査した。リンの発生源として下水処理場の排出が多く占めている報告があった。これは普及率が高くなるのが一つの要因であると考えられる。そのほかに、場合によっては、ヘドロからの発生の影響があり、その発生濃度等の推定値を示した。また、横浜港では、リンの影響が大きいと考えられるため、リンの濃度の変移等を調べて、発生原因の推察を行った。これらより、リン処理の重要性が考えられたので報告する。

佐賀県環境科学検査協会 不動寺 正臣

【**N-3-3-4**】「下水処理施設の季別運転によるノリ養殖場への栄養塩供給について」

佐賀市下水浄化センターでは、ノリ養殖時期には、下流に位置する有明海域へ栄養塩を供給するという季別運転による能動的運転管理が行われている。しかし、ノリ養殖海域における放流水の栄養塩の拡散状況については十分に評価できていない。本研究では、下水浄化センターの放流水によるノリ養殖海域への影響の基礎的知見を得ることを目的として、浄化センター放流先の栄養塩の潮汐に伴う挙動について現地調査を行った。

鶴岡市 松浦 正也

【**N-3-3-6**】「下水処理水による鮎養殖」

「処理水で藻類を繁殖させ、これを主食にした鮎は天然鮎に近い味になる」との仮説を設定し、池を施工し約2000匹の稚魚を放流し養殖試験を行った。硝化抑制運転をしており、アンモニア性窒素の濃度が高すぎ生育できず、休止中の曝気槽を利用し再曝気を行い、さらに井戸水を加え濃度を抑え生育する条件を整えた。自然界の珪藻より処理水では緑藻の繁殖力が強かったが鮎の生育には支障がなく、栄養塩類を供給することにより、藻類を繁殖させることができた。試食会では天然鮎と同様のスイカ臭がし味の鮎は高いものとなった。併せて健康リスク評価等を行い、下水処理水活用による水産利用への取組みが図られる一歩となった。

■**環境・水リサイクル・水系水質リスク/理化学試験と微生物試験**(4)

大阪市 中尾 賢志

【**N-3-4-1**】「下水処理場に流入するマイクロプラスチックの挙動解析(第2報)」

マイクロプラスチック（以下、MPs）は5mm以下の大きさのプラスチック粒子の

総称であり、残留性有機汚染物質を吸収・吸着することから、特に海洋生態系およびヒトへの影響が懸念されている。海外の研究事例では下水処理・下水汚泥処理系内での挙動が詳細に解析されており、除去率向上の検討もなされている。今回は20μm以上（昨年度の第1報は200μm以上）の大きさのMPsの処理系内および汚泥処理系内での挙動を明らかにすることを目的とし調査・解析を行った。その結果、MPsの大きさが小さいほど水処理系での除去率が低下することがわかった。この原因として、各沈殿池でのMPsの沈降速度の低下が関係していると考えられた。

大分市 阿部 昭彦

【**N-3-4-2**】「水資源再生センターにおけるマイクロプラスチックに関する実態調査」

近年、マイクロプラスチックによる水環境汚染が注目されてきている。プラスチックは、油に溶けやすい汚染物質を吸着する性質があり、マイクロプラスチックを経由して生態系が暴露される。汚染物質は生体濃縮されることから、人体への影響も懸念される。下水道におけるマイクロプラスチックについては、調査方法、許容濃度、処理機能等への影響など不明確な部分が多いものの、実施可能な最良の方法において下水道におけるマイクロプラスチックの実態を調査することは非常に有意義であると考えられる。今後、下水道におけるマイクロプラスチックの対応目標が検討された時点で、速やかな対応を実施することを目的に、実態調査を行った。

横浜市 熊谷 輝真

【**N-3-4-3**】「顕微FT-IRを用いたマイクロプラスチック測定方法の検討」

横浜市では、下水処理過程において下水に含まれるマイクロプラスチック（以下、MP）がどの程度処理されるかを把握すべく、水再生センターに流入する下水と放流水を試料として、それらに含まれるMPを顕微FT-IRでより定性と計数（以下、解析計数）することを目指している。試料中のMP解析計数のための前処理方法について昨年の下水道研究発表会において報告したが、その後、同前処理方法によるブランク試験を行った結果において多数のMPが確認され、試料中のMP解析計数の妨げとなっていることが判明した。そのため、ブランク試験においてMPを増加させると考えられる要因について調査検討を行った。

日本大学 小林 将也

【**N-3-4-4**】「衛生製品の下水道受け入れ基準に関する一考察」

現在、日本および欧米ではおしりふき、トイレクリーナーなどの衛生製品の一部がトイレに流せることとして製造販売されている。これら衛生製品の水解性評価に関し、製造関係者（EDANA/INDA）と下水道関係者（IWSFG）の見解が異なり、それぞれがトイレに流せる衛生製品の規格を制定している。国内ではIWSFG規格の国内適用のために2018年6月から「トイレに流せる製品の取扱いの手引き策定委員会」で検討が進められ、IWSFG規格を軸とした規格化の方向性が示された。本稿では、IWSFG規格を国内規格にする際の問題・課題点について実験的な検討を行い、その結果を報告する。

■**地球温暖化/省エネ対策**(2)

山口大学 遠藤 宣隆

【**N-4-2-3**】「海水と下水の濃度差エネルギーを用いた逆電気透析—微生物電解水素生成装置の開発—」

本研究では、水素製造を目的に開発を重ねてきた海水と下水処理水の塩分濃度差から発電する逆電気透析（RED）発電と、既存技術である微生物電極による微生物電解槽（MEC）を融合した逆電気透析—微生物電解水素生成装置（RED-MEC）を開発する。従来のMECでは水素生成に外部電源から電力の供給が必要であったが、RED-MECではREDを電気的に直列にするよう複合化することにより、海水と下水の供給だけで水素の生成が可能となる。本発表ではこのシステムにおける二種のエネルギー源の複合化による有機物の分解速度および水素生成の反応速度への影響などを評価し、下水道におけるエネルギーの回収・有効利用と汚泥発生量の低減について検討する。

■**地球温暖化/省エネ対策**(3)

大分市 池永 拓矢

【**N-4-3-1**】「水資源再生センターにおける消費電力量削減手法について」

大分市上下水道局では、日本下水道新技術機構と共同で処理水質の確保を前提とした弁天水資源再生センターにおける消費電力量の削減を目的とし、水処理設備・汚泥処理設備のエネルギー消費特性の把握と消費電力量削減手法について検討を行った。その中でもウエイトの高い主ポンプ設備に着目し、その設備の消費電力特性および消費電力量などの現状分析を行い、分析結果を基にポンプ井を高水位とした運転手法、電力料金の削減に寄与する対策法などを試行し一定の効果が表れた。機器の特性を把握し、それに応じた運転手法を用いることが消費電力量削減においては重要であると確認できた。

熊本市 村上 幸大

【**N-4-3-2**】「下水処理場におけるエネルギー消費量削減効果について」

近年、地球温暖化防止のため、さらなる省エネ化が求められており、下水処理場の消費電力量削減を目的に、令和元年度に日本下水道新技術機構様と共同で送風機や汚

水ポンプ等の運転手法の適正化等の検討を始めた。今回の検討では、熊本市S浄化センターの平成30年度エネルギー消費量の25%を占める送風機設備を対象に現状を分析し、運転台数の観点から運転手法の見直しや検証した結果を基に省エネ効果を分析したところ、エネルギー消費量を13万4600kWh/年削減が期待できる可能性が明らかになった。

堺市 神田 順平

【**N-4-3-3**】「系列間の調整バルブを用いた定格能力の異なる送風機並列運転の最適化」

堺市上下水道局三宝水再生センター（ステップ流入式多段硝化脱窒法、1系4万200m³/日、2系8万m³/日）では、主に2系送風機（能力：177m³/分×230kW）を3台用いて、1系、2系それぞれの反応槽へ空気を送っている。1系送風機（能力：70m³/分×100kW×2台、能力：140m³/分×180kW×1台）は停止させた状態である。本発表では、1系と2系の系列間をつなぐバルブの開度を調整することにより、定格能力の異なる送風機を並列運転し、エネルギーの最適化を目指した試みについて報告する。

横浜市 和高 徹

【**N-4-3-4**】「送風機の気象データ補正制御の導入と運用の経過報告(その2)」

横浜市栄第一水再生センターでは、気象データを送風機の自動運転に組み合わせ、運転の効率化を目指している。そこで、吸込空気温度により送風機の能力が変化することに着目し、送風機の制御数値を随時変更できる「気象データ補正制御」を導入した。今回、課題であった冬季における低風量域での運用が可能か検証を行った。また、温度以外の気象因子（湿り空気密度および湿度、気圧）の風量への影響について分析した。

日本下水道新技術機構 星野 正明

【**N-4-3-6**】「下水処理場における消費電力量の可視化のための監視システムに関する研究」

下水処理場において焼却設備を除くと、主ポンプと送風機で消費エネルギーのおよそ半分を占める。これらの機器は、通常現場の設備よりも長期間にわたり使用されることが多いため、効率的な運転を行うことが省エネに有効となる。ここで、効率的な運転かどうかを判断するためには、運転状況とエネルギー消費原単位（消費電力量を送水量または送風量で除した値）を把握することが必要であるが、既存の監視システムではそれは困難な状況である。そのため、消費電力量の見える化のための監視画面、監視システムの特徴、導入方法に関する研究を行い、効率的な省エネ運転を継続するために必要な監視システムを明らかにした。JFEエンジニアリング 岡田 悠輔

【**N-4-3-7**】「発電型汚泥焼却炉における局所攪拌空気吹込み自動制御技術の実証」

下水道における資源の有効活用と温室効果ガス削減は大きな課題である。JFEエンジニアリング、日本下水道事業団、川崎市は、温室効果ガス排出量の削減を実現すべく、平成29年度下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）として、汚泥焼却炉廃熱を活用した発電技術と、一酸化二窒素と窒素酸化物の同時削減を可能とする局所攪拌空気吹込み技術に関して実規模施設にて実証研究を行ってきた。本報では、川崎市入江崎総合スラッジセンターに設置した局所攪拌空気吹込み設備の自動制御技術の特徴と、運転結果について報告する。

■**地球温暖化/省エネ対策**(4)

日本下水道新技術機構 町田 直美

【**N-4-4-3**】「エネルギー自立化のケーススタディについて」

全国の処理規模や処理システムの異なる五つの下水処理場を対象に、エネルギー自立化のケーススタディを行った。まず、既存処理設備に運転管理の改善や省エネ機器を導入した場合のエネルギー消費量を算出した。次に、創エネルギー量として消化ガス発電や廃熱発電に加えて、エネルギー自立化に必要な太陽光発電や風力発電による創エネルギー量を生み出すための設置面積が下水処理場の実際の敷地面積を踏まえた実現性の有無について考察した。

NJS 亀田 由季子

【**N-4-4-4**】「広域化・共同化を考慮した下水処理場におけるエネルギー自立の考察」

国内における中小規模の下水処理場は数多く、これらのエネルギー自立は都市のエネルギー地産地消につながるが、経済性の確保が難しい。よって処理場統合によるエネルギー自立およびBCP対応の可能性について検討した。廃止処理場に太陽光発電、統合処理場にバイオマス発電を設置し、電力需給変動に対するPtoGの組み合わせを想定した。結果として、3000m³/日規模の処理場を廃止し1万m³/日規模以上の処理場へ統合することでエネルギー自立が成立し、またPtoGによってエネルギー自立が成立し、またPtoGによって水素貯蔵を行うことでBCPにも寄与可能であることがわかった。ただし経済的に不利となるため、今後は余剰電力を活用や貯蔵水素利用等の具体的なBCP対応を検討し、付加価値の高い処理場の提案を行う。

日本下水道新技術機構 石川 聖人

【**N-4-4-6**】「下水処理場の機能向上・資源化に関する研究」

現在、下水道の整備・拡充は大部分が完了し、今後はこれまでに整備されてきた現有施設を大いに活用し、下水処理場の従前からの目標を達成することはもちろんのこ

と、よりエネルギー的、資源的、経済的に有利な施設として機能の向上を図っていくことが求められる。本研究では、中小規模の処理場を対象にケーススタディを行い、下水処理場が有する機能を最大限に発揮する手法や技術、システムを検討した。その成果の一部を報告する。

■**管路**(建設)(1)

東京都 山下 貴史

【**N-5-1-1**】「複数の急曲線に対応した礫破砕型推進工法の施工について」

東京都下水道局では、平成25年に「豪雨対策下水道緊急プラン」を策定し、浸水対策を計画的に進めている。本事業は善福寺川沿いという地形的な条件から浸水被害が頻発している杉並区の荻窪地区において、雨水流出解析シミュレーションを活用して計画した貯留管（第2期工事）を推進工法（内径800mm）にて施工したものである。本工事では公園を借用した立坑からの発進や狭隘な道路内での施工となったため、左右に曲がる3カ所（R=40、15、60m）の急曲線を持つ線形となったほか、最大径300mmの礫が出現する地盤条件で約250mの掘進が必要であった。本件では、急曲線かつ巨礫に対応した工法の選定や慎重な掘進管理が求められた施工管理について報告する。

神戸市 白石 直也

【**N-5-1-2**】「大規模伏越構造雨水幹線の運用開始報告」

分流式の神戸市において、初めて大規模伏越構造を採用した「西河原1号雨水幹線」を整備した。構造決定の経緯や、設計条件、事前に行った水理模型実験で着目したポイント、その整備による効果、これからの維持管理の方向性を報告する。

日本下水道新技術機構 大村 宏幸

【**N-5-1-3**】「プレキャスト雨水地下貯留施設（壁式多連型）に関する調査研究」

近年、地球温暖化や都市化の進展に伴い、下水道施設の機能不足による浸水被害が発生している。雨水の流出抑制対策の一つとして、人材確保や工事周辺住民への関係から、早期完工のニーズも強いため、建設現場の生産性向上を図るため、プレキャスト工法の導入が進められており、雨水地下貯留施設においてもさまざまな構造形式のプレキャスト工法が開発されている。本研究では、プレキャスト式雨水地下貯留施設の構造形式として壁式多連型を対象に、構造種別を整理し、また下水道事業へのさらなる活用を図るため、設計・施工および維持管理にかかわる技術的事項について整理・検討を行ったので、これらについて報告する。

日本下水道新技術機構 嶋田 耕二

【**N-5-1-4**】「下水道用マンホール蓋の設置基準等に関する研究」

下水道用マンホール蓋は、全国に約1500万基の蓋が設置されているが、陳腐化した蓋や老朽化した蓋など、安全性や機能を有していない蓋の改築が進んでいない。その理由として、設置環境ごとのリスクに対して最適な蓋の設置基準までは明確に定められていないことや課題の一つに挙げられる。さらに、「次世代型マンホールふたおよび上部壁技術マニュアル(2007年)」にて、安全性をより網羅的に保有する次世代型マンホール蓋を紹介しているが、最適な設置環境までは明示されていない。以上を踏まえ、マンホール蓋の効率的なストックマネジメントの推進に向け、設置環境ごとのリスクに応じた蓋の設置基準の検討を行った。

次世代型高品位グラウンドマンホール推進協会 橋本 徹

【**N-5-1-5**】「マンホール蓋の耐スリップ性に関する設置基準の研究」

下水道用マンホール蓋の耐スリップ性については、JIS A 5506の附属資料に記載のあるものの設置基準までを明確に定めている規格はない（次世代型マンホール蓋の技術マニュアルには性能水準が記載されている）。一方、交差点等の滑りのリスクが高い設置環境においては、雨天時のマンホール蓋上でのスリップ対策として、耐スリップ性を有する蓋を採用している自治体もある。本研究では、一般的なデザインの蓋と耐スリップ性を有する蓋の制動、旋回等における走行安全性を比較するため、二輪車ライダーによる走行試験を行った。また、耐スリップ性を有する蓋の、自転車や電動車椅子に対する走行安全性についても検証を行った。

次世代型高品位グラウンドマンホール推進協会 三井 直

【**N-5-1-6**】「マンホール蓋の内圧安全性に関する設置基準の研究」

近年、集中豪雨等の大雨時に管路内の圧力が上昇し、マンホール蓋の浮上・飛散や舗装損傷が発生している。マンホール蓋の浮上・飛散は、日本下水道協会の「下水道マンホール安全対策の手引き(案)」にて危険箇所の事例が示されている。ただし、内圧が高まる条件は、管径、勾配、落差、合流点等の諸条件が複合するため、設置環境や試験条件としての一般化は難しい。本研究では、内圧安全性について自治体アンケートやヒアリングにより、設置環境に応じた性能水準（設置基準）の考え方や使用の実態を明らかにした。また、過去のマンホール蓋の飛散事例から想定される試験条件を再現し、内圧が発生した場合のリスクと対策効果の検証を行った。

■バイオソリッドの利活用／リン等有用資源の回収(2)
山形大学 渡部 徹

【S-6-2-3】「汚泥濃縮液と汚泥コンポストを併用した高タンパク飼料用米の栽培」
タンパク質含有量が高い飼料用米を栽培するために、汚泥コンポストを通常よりも過剰に与えた栽培実験(ポット試験)を行った。その際、余剰汚泥から濃縮・分離した汚泥濃縮液を追肥で与えた。この追肥は、コンポストで不足するカリウムを補い、さらに、窒素を追加することで米のタンパク質含有量を増やすことが狙いであった。結果として、汚泥濃縮液と汚泥コンポストを併用したケースで最大の収量が得られた。タンパク質含有量は通常の飼料用米よりは高かったが(最大8.5%)、想定しているほどは増加しなかった。汚泥濃縮液の施用量をもっと増やすか、窒素濃度がより高い濃縮液を用いるなどの工夫が必要との結論が得られた。

広島大学 蒲原 宏実

【S-6-2-4】「メタンからの生分解性プラスチック原料PHA生成」
下水処理場では嫌気性消化によりメタンが発生し、余剰ガスは燃焼され大気へ放散されている。一方で、自然界には窒素源を制限した条件で、メタンから生分解性プラスチック原料であるPHA(ポリヒドロキシアルカノエート)を生成するメタン酸化細菌の存在が知られている。これまで、純菌のメタン酸化細菌を用いたPHA蓄積実験は行われてきたが、実用化を踏まえた連続的なPHA生成に関する知見は少ない。そこで本研究では連続運転型リアクターを用いてPHAの連続的な生成・回収を試みた。本リアクターでは、メタン酸化細菌の増殖と窒素源制限を繰り返すことでPHAを連続的に発生・回収することに成功した。今後は、PHA回収率を高める条件を検討する必要がある。

清水建設 小島 啓輔

【S-6-2-6】「消化汚泥からのアンモニア回収効率化に向けた新規開発方法の評価」

消化汚泥には多くのアンモニア性窒素が含まれているが、積極的にエネルギー源として活用されてこなかった。本発表では、消化汚泥に含まれる窒素成分(溶存しているアンモニア性窒素のみではなく、固形物中の窒素成分も対象)をアンモニアとして回収し、エネルギー源として利用することを考え、従来のアンモニアストリッピング法と新規に開発した亜臨界水酸化処理法によるアンモニアの回収効率を比較した。その結果、亜臨界水酸化処理法を実施するのには、多くのエネルギーが必要である一方で、熱エネルギーを回収し再利用することで、必要エネルギー量が削減でき、従来よりもアンモニア回収効率を向上させることが可能であることを確認した。

■膜処理技術

クワタ 次次 社一郎

【S-7-1】「省コスト・省エネ・省スペース型高率脱窒MBRの処理性能」
筆者らは、窒素除去率90%以上と従来よりも高い窒素除去性能が期待できる新たな膜分離活性汚泥法(MBR)の開発・実証を行っている。本プロセスは、無酸素タンクと好気タンクの組合わせ4組を直列に配置し活性汚泥混合液を内部循環させる浸漬型MBRで、最上流部に嫌気タンクを追加することで生物学的リン除去機能を付加することも可能である。本発表では、嫌気タンクの有無が異なる2系列の実験プラントを下水処理場内に設置し、流入水量の時間変動ピーク比が1.4の条件にて冬季を含む約10カ月間の連続運転を行った結果について、窒素・リン除去性能や脱窒等の処理特性に着目して得られた知見を報告する。

東し 濱田 浩志

【S-7-2】「膜分離活性汚泥法における高精度な膜ろ過差圧予測技術の開発」
膜分離活性汚泥法(MBR)は、分離膜による固液分離により、省スペースといった利点がある。一方で過度なファウリングを引き起こさず、かつ初期費用を考慮したる過流束で運転することが求められるが、原水や運転条件によって異なる汚泥性状に応じてろ過流束を設計することは困難であった。そこで本研究では、膜ファウリングを可逆ケーク形成、不可逆ケーク形成、細孔閉塞に細分化し、汚泥の特徴を表す膜ファウリング指標を用いてそれぞれの実成速度を定式化することで、独自のファウリングモデルを構築した。さらに本モデルにより汚泥性状を反映した差圧上昇挙動予測が高精度で可能となり、最適なろ過流束を算出することができるようになった。

通常課題セッション

■経営・計画(1)

所沢市 寺岡 康一

【N-1-1-1】「世界初!?イルミネーションマンホールの実用化と収益化に係る取組み」

所沢市では、平成30年度に全国に先駆けマンホール蓋を活用した有料広告事業をスタートした。本事業は、これをさらに発展させたもので、夜間、LEDライトにより発光するマンホール蓋「イルミネーションマンホール」を開発し、有料広告事業として収益化につなげるものである。実用化に係る課題として、当該蓋の開発、発光用電源の確保、財源の確保、警察署等の確認、デザイン制作等があったが、これら課題を着

実にクリアし実現につなげた。当初設置は、KADOKAWAを顧客とした28カ所である。同社がデザインしたマンホール蓋が夜間に発光する風景は、下水道事業のイメージアップに貢献するものと期待している。

広島市 古満 涉

【N-1-1-2】「西国街道におけるデザインマンホールについて」

令和元年は、江戸時代に広島を統治した浅野氏が広島城に入城して400年目の節目であったことから、「浅野氏広島城入城400年記念事業」の一環として、市内中心部の西国街道に、本市で6事例目となる新しいデザインマンホールを、およそ10年ぶりに設置した。この取組みは、下水道局(官)、広島市立大学(学)、まちなか西国街道推進協議会(民)の連携のもと、回遊性の向上にとぎわいの創出を目指す目的として事業を展開した。完成したデザインマンホールは、記念事業のメインイベントである「時代行列・入城行列」に合わせてお披露目式を行ったことから、広く認知されるものとなり、時代を経てこの街道が西国街道であることを示すものとなった。

東京都下水道サービス 毛利 昌登

【N-1-1-4】「アクティブ・ラーニングの視点を取り入れた社内研修の取組み」
施工管理業務において、適切に工事受注者の指導や関係機関との調整を行うには、業務経験のみならず法令や施工技術など多岐にわたる知識が必要である。当社においても、今後ベテラン社員の退職が見込まれており、将来にわたる安定的な業務運営には、事業を着実に推進できる社員の育成が不可欠となった。これまでもさまざまな社内研修を実施してきたが、多岐にわたる研修内容を深く理解し業務に活用できるよう、より効果的に実施していく必要があった。そこで、近年学校教育において着目されているアクティブ・ラーニングの視点を社内研修でも取り入れ、研修の企画・実施を行っており、本稿ではその取組み状況について報告する。

福岡市 小林 希望

【N-1-1-5】「福岡市の人材育成の取組みについて」

高い専門性と技術力を要する下水道分野では、職員の人材育成・技術継承が重要である。しかし、職員を取り巻く環境の変化により、人材育成において時間的・技術的な問題が生じており、特に若手職員の育成は喫緊の課題となっている。そこで、効果的・効率的な人材育成のための手法を検討した。まず、職員が習得すべき知識・技術やその習得方法を整理したスキルマップを作成し、人材育成への活用を試みた。さらにスキルマップを基に職員自らが継続的に研さんできるような、持続的で効果的な手法の構築に取り組んだ。

■経営・計画(2)

神戸市 藤井 隆志

【N-1-2-2】「処理場点検業務におけるICT活用の推進」

神戸市垂水処理場では平成30年度から日常点検業務の効率化を目的として、クラウドサービスとタブレット端末を用いたICT実証実験を実施している。平成30年度の実験において紙点検表を電子化し、大型タブレットを用いて点検することでさまざまな業務改善が期待できることが分かった。しかし、点検内容によっては、大型タブレットが邪魔になり、点検に支障が出る課題も明らかになった。令和元年度は、点検表を電子化する際、大型タブレットと小型スマートフォンとの両方に適用できるよう改良し、点検場所や用途に応じて端末を使い分けることで点検業務の効率を向上させる取組みを行った。

北九州市 山本 瞬

【N-1-2-4】「北九州市における下水道施設の再構築について」

北九州市の下水道事業は平成30年に100周年を迎え、所管する下水道施設の大量更新時代が目前に迫っており、今後、更新・維持管理費の増大や、人口減少等による使用料収入の減少など、下水道を取り巻く環境は厳しくなっていくことが予想される。そのため、下水道施設や下水処理の現状と課題、経営状況などを整理した上で、将来の下水道施設のあり方について検討を行った。具体的には、本市が所管する浄化センター、ポンプ場全てを対象に、更新施設の選定、対策手法や整備時期の検討、概算事業費の算出などを実施するとともに、中長期的な改善更新スケジュールを検討するなど、下水道施設の再構築に係る基本計画を策定した。

■経営・計画(3)

吹田市 岩永 駿平

【N-1-3-3】「下水道管路施設における包括的民間委託の導入検討事例」

下水道管路施設における包括的民間委託の導入検討においては、その手続や自治体としての意思決定について、具体的な実務内容を示した資料は少ないのが現状である。また、下水道職員が減少傾向にあることから、導入検討の必要コスト(職員負担)を明らかにしなければ、導入検討を始めることが阻害される。吹田市においては、外部委託せずに市職員がすべての導入検討を実施した。これらの経験を基に、本発表では、管路包括を未導入の自治体が、導入検討を開始しやすくなることを目的とし、吹田市における導入検討の実務内容について詳述した。また、自治体における導

入検討時の課題について述べた。

NJS 有我 清隆

【N-1-3-4】「発注者・受注者・履行監視者3者の協力・連携による包括的民間委託の事業運営」

かほく市の上下水道事業は、平成30年度より上水道・下水道・農業集落排水施設の三つの施設と、それらの料金徴収を一体化して包括的民間委託を行っている。適切な履行監視・評価が可能な体制維持に向け、平成30年度に業務マニュアルを作成し、履行監視業務の履行監視・評価のノウハウの蓄積を進めているところである。今回、包括的民間委託の業務範囲や要求水準書に基づく履行監視・評価チェックリストを作成し、運用を開始したため、その状況を報告する。また、平成30年度に実施したBCP机上訓練の結果に基づき、実地によるBCP訓練を実施したことから、その状況や効果を報告する。

クリンパートナーズ須崎 高井 敦紀

【N-1-3-5】「須崎市公共下水道施設等運営事業(コンセッション)の概要」

当該事業は、過疎市町村における下水道事業(汚水)の持続性を担保するため、雨水関連施設や集落排水施設、リサイクル施設、埋立処分場等のインフラ管理業務を束ねる(バンドリング)とともに、民間の企画調整能力を最大限に活用することを目的にコンセッション、包括的民間委託等を組み合わせた複合型契約が締結されたものである。本稿では、運営事業導入の経緯や新会社の組織体制、事業効率化手法等についてその概要を解説する。

大阪府 松本 晋悟 同 竹内 優弘

同 南川 政憲 同 山本 和子

【N-1-3-7】「汚泥焼却炉更新事業における高度技術提案型総合評価落札方式の採用と効果について」

南大阪湾岸流域にある水みらいセンター内の大阪南下水汚泥広域処理場は、8カ所の下水処理場の汚泥を集約して処理しているが、表面溶融炉の老朽化が進み、更新時期を迎えたため、西日本最大の処理能力(205万t/日)を持つ焼却炉を建設することとなった。今回の炉の更新に当たり、高度技術提案型総合評価落札方式を採用することで、本府で運転実績の多い流動焼却炉を前提に、省エネルギー化や環境対策に優れ、本府のニーズに合致した最新技術を導入した。また、今回導入した過給式流動焼却炉の運転確認により、省エネルギー化や環境対策の効果を確認することができ、ライフサイクルコストにおいても大幅な削減が期待できるものとなった。

同 八馬 正幸

同 平野 一澄

【N-1-3-8】「船橋市における高瀬下水処理場消化ガス発電事業について」

船橋市における高瀬下水処理場消化ガス発電事業は、消化槽のDB方式と消化ガス発電施設の民設民営方式の複合事業であり、さらに、民間事業者の提案による既存の汚泥処理施設(濃縮、脱水)の改造が含まれている。本事業スキームの特徴は、①下水汚泥処理システム全体の最適化、②収益(民設民営)事業のパッケージ化による民間事業者の参加促進等が挙げられる。本事業スキームで実際に事業を募集し事業者選定を行った結果、(a)消化槽整備(既存施設の改造含む)のコスト削減(60%削減)や消化ガス発電施設の収入増大(130%増大)、(b)応募者の参加意欲促進(5者参加)といった効果があり、本事業スキームの有効性が確認できた。

■経営・計画(4)

埼玉県下水道公社 若狹 公一

【N-1-4-2】「市町村の下水道事業に対する維持管理技術支援について」

埼玉県内の下水道事業の現状と課題について共有し、共通する課題に広域的に取り組む協業として、平成28年に「下水道事業推進協議会」が設立され、その中で当公社の技術力を活用する「市町村事業支援分科会」が発足し、維持管理技術支援を本格的に行うこととなった。本社・各支社に市町村支援推進員を配置し市町村との信頼関係を構築、ニーズ調査アンケートを毎年実施することで支援効果と要望等を確認しており、令和元年度は有害物質等流入事故対応訓練等のサポートを行った。当公社では令和2年度から市町村支援課を新設し、体制を強化するとともに今後迎える下水道事業に対する諸問題に対し長く培った維持管理技術で貢献していく。

高松市 神内 康弘

【N-1-4-4】「高松市の挑戦『廃棄物から資源へ』共同を活かす」

下水処理場は、従来「都市の健全な発達と公衆衛生の向上に寄与し、公共用水域の水質保全に資すること」を目的にしていたが、最近では、循環型社会・低炭素社会への貢献が望まれている。本市の下水処理場も単に処理するのではなく、下水道が有する資源をバイオマス発電などにどのように活用してきたか。今後どのように活用していきたいかを検討した。また、高松市や下水道単独ではいろいろな事業を展開できないので、市の他部署や民間も含めて共同で実施し、お互いがメリットを享受できる仕組みづくりを模索している。高松市は、「廃棄物から資源へ」共同を活かしチャレンジしていく。

■経営・計画(5)

横浜市 戸辺 裕

同 柳田 祥吾

【N-1-5-1】「横浜市南部処理区ポンプ場における再構築構想の立案について」

老朽化対策として下水道施設の再構築は喫緊の課題であったが、ポンプ場はその困難さ故、長年検討が進んでいなかった。そこで、現実的な再構築構想を立案すべく南部処理区4ポンプ場を対象に検討を実施した。このうち、2ポンプ場は市街地に立地し、直近の二級河川に放流している。その周辺に移転適地はほぼなく、排煙等の苦情も多かったため、既設幹線の能力評価も踏まえ、幹線貯留による施設規模縮小案や4ポンプ場の統合案について比較検討した。この結果、実現性や再構築後の維持管理を見据えながら、幹線の整備費を考慮しても、4ポンプ場を統合し海域放流しているポンプ場内に集約して再整備する案が有利と考え、最終決定案とした。

日本下水道新技術機構 高牟禮 綾

【N-1-5-2】「広域化・共同化におけるICT活用に向けた取組み状況の分析」

下水道事業が抱えている、施設の老朽化や職員の減少、厳しい財政状況といった課題に対して、「広域化・共同化」が推進されている。広域化・共同化においては、情報の把握が重要であり、多くの情報を広範囲に短時間で扱えるICTを導入することが有効であると考えられる。しかしながら、ICT活用については、ICTに精通した人材がいかなどの理由から、なかなか進まない状況にある。広域化・共同化に資するICT活用について整理・検討するに当たり、地方公共団体に対してアンケートによる実態調査を実施し、その結果から下水道事業におけるICTの導入・検討状況と導入に当たってのポイントネックを整理した。東京都下水道サービス 青池 大介

【N-1-5-3】「排水設備工事責任技術者試験制度における『全国各地との連携』を志向した取組み」

宅地内排水設備の設計・施工は、下水道排水設備工事責任技術者が専属する指定店でなければならず、また、この責任技術者になるためには認定試験に合格する必要がある、と関連法令に規定されている。本試験に関しては平成30年度に全都道府県において共通試験問題が導入済みであるが、各県下水道協会等においては試験合格率が伸び悩み、新規責任技術者の育成・確保が課題となっている。当社は本制度に関し、各県下水道協会等からの委託等により試験関連業務を行っているが、本制度の現状および将来に危機意識を持ち、「全国各地との連携」を目標に、より積極的な施策を企図しているところである。本発表では当社の取組みについて報告する。

中小下水道未来構想研究所 高橋 正宏

【N-1-5-4】「中小下水道の広域化における課題と対策」

中小下水道の事業継続のためには経営の安定化が欠かせず、その方策の一つとして広域化による事業の効率化が求められている。しかし、広域化によって期待される経費削減額が見通せず、試算できたととしてもその額はわずかなものである場合が多い。中小下水道の支出項目で最大の項目は、運転管理の委託費であり、それに続くのは汚泥処分費であるため、これらの費目を大幅に削減できるような方向で、広域化計画を立案することが必要である。中小下水道の多くは、今後、供用開始後初めての大幅な機器更新を迎えるため、それに合わせて運転管理の自動化、汚泥処分への負担軽減を図ることが望ましい。チェックシートを基に機器更新の方針を提案した。

■経営・計画(6)

堺市 原田 佑一

【N-1-6-3】「堺市における下水道資源の有効活用事例について」

本市の下水道事業は、昭和27年8月に事業認可を取得、浸水対策事業から始まった。現在、汚水整備はおおむね完了しており、3カ所の水再生センターにおいて下水処理を行っている。人口減少社会の到来や節水機器の普及などにより、汚水排水量の減少が見込まれる中、本市においても安定的な下水道サービスを提供するため、経営基盤の強化が課題となっている。そこで、本市では水再生センターの用地の一部を事業者に貸し付ける検討を行った。また、廃止した下水処理場の跡地を、現状有姿で売却し活用している。このように、経営改善に向け、民との連携による取組みを進めており、本稿においてその事例紹介を行う。

大阪府 岸本 忠之 同 中田 勝己

同 新開 達介 同 長澤 豊

【N-1-6-5】「流動床焼却炉のコスト縮減に向けた開欠運転制御による運転方法の確立について」

大和川下流域域下水道狭山水みらいセンターは、富田林市外2市の下水を処理する処理能力11万1500m³/日の下水処理場である。発生する脱水ケーキは流動床焼却炉により焼却処理しているが、焼却能力70t/日に対し発生ケーキ量が45t/日と少なく、定期的な炉を停止する間欠運転制御を行っている。焼却用空気を熱交換する空気予熱器について、連続運転を行う処理場に比べ劣化進行の速い傾向が確認され、大規模修繕(更新)を行った。更新後、補助燃料にかかる燃費が大幅に改善されるとともに、燃料費だけでなく補修費や電力費なども加味した、焼却炉にかかるトータルコスト縮減に向けた最適な運転方法を確立した。

大分市 岩淵 亮

【N-1-6-6】「公共下水道への早期接続、未接続解消に向けた新たな助成金制度の創設について」

本市では、公共下水道への接続促進とお客様の負担軽減を目的に、既存のくみ取り便所や浄化槽を廃止し、早期に公共下水道に接続するお客様に対して助成金交付

制度を設けていた。平成29年度には助成金額の増により制度の厚みを増したが、助成金額の増だけでは芳しい成果を得ることはできなかった。そこで、平成30年度の上水道組織統合を契機とし、新たな視点と感覚に基づき、お客様目線に立って調査を進め、早期の実現と効果が期待されることを念頭に意見の調整を図り、新たな制度を構築した。本論文では、制度創設に至った経緯、制度周知のための取組みおよびその効果について報告する。

名古屋市 山田 裕子

【N-1-6-7】「不利益処分における手続に関する考察」

公共下水道管理者には、種々の不利益処分を行う権限が与えられている。不利益処分は、相手方との合意に基づかず一方的に義務を課す等の権力的な性質のものであるため、処分内容の適正が求められることは当然であるが、その手続における適正も強く要求されている。裁判例を見ると、意見陳述手続と理由の提示の手続について形式的には行っているも、相手方処分理由を十分に理解し、実質的に有効な反論をなし得るものでなかったとして瑕疵ある手続と判断され、処分自体が違法と認定されたものがある。公共下水道管理者は、相手方に十分な反論・防御の機会を与えただろうかという点に十分に留意し、不利益処分の手続を適正に行わなければならない。

■雨水対策(1)

日本下水道新技術機構 吉田 裕二

【N-2-1-1】「既存雨水対策施設の能力評価およびシミュレーションによる水理現象の実態把握」

熊本市では、浸水対策重点地区において実施した浸水対策としてバイパス管路施設を整備したが、施設が十分に機能しておらず対策後にも浸水被害を受けた。そこで、現地に水位・流速計を設置し、観測データとともに降雨データを取得する基礎調査を基に、流出解析シミュレーションによる現施設の能力評価および既往設計の内容の確認・検証を実施した。これらの現地調査および流出解析シミュレーション結果として判明した水理現象の把握による課題の整理を行い、ポンプ場の起動水位の変更等の迅速に適用可能な改善策は、緊急措置として実施した。また、残った課題について改善案の整理を行い、対策の方向性を示した。

名古屋市 平野 誠一郎

【N-2-1-2】「名古屋駅周辺の浸水対策における経済的効率性の分析」

本市の名古屋駅周辺を含む地域では、平成12年東海豪雨や平成20年8月東豪雨において著しい浸水被害が発生した。これを受け、「緊急雨水整備基本計画」および「第2次緊急雨水整備計画」を策定し、現在も「第2次緊急雨水整備計画」に基づく浸水対策を進めている。この対策には、当局でも初めてとなる大規模・大深度の工事が含まれ、多大な事業費が見込まれる。そこで、対策の効果を経済的に算出し、対策に必要な事業費に対する費用効果分析を実施することで、対策の妥当性を確認した。

クワイアオーターOSAKA 高垣 尚司

【N-2-1-5】「浸水対策用マンホールポンプ維持管理に伴う監視体制および業務分担の構築と定着」

当社は大阪市から受託する包括業務委託により、市が所管する下水道施設の維持管理を担っている。維持管理は管路・設備両部門が施設の特性を把握し、専門的知識を活かすことにより行っている。大阪市内は過去、都市化の進展により浸水が多発したことから市域の約140カ所に浸水対策用マンホールポンプが整備されている。機械・電気設備で構成されるマンホールポンプは、設備部門による維持管理と考えられるが、当社では地域の浸水防除や市民からの問い合わせに即応するため、管路部門が主体となって維持管理を行っている。本原稿では、管路部門と設備部門の連携やさまざまな工夫、今後の課題などについて紹介する。

■日本下水道新技術機構 齋藤 篤

【N-2-2-2】「雨水貯留施設等の設計手法に関する研究」

近年、浸水対策や合流改善対策として、大口徑、大深度の雨水貯留施設の建設事例が増加傾向にある中、空気と水が同時に流入することで雨水貯留施設内における圧縮空気が原因と考えられる人孔蓋の浮上、溢水等の発生事例がある。これらの事象に対して、設計指針等で具体的な対策手法が示されていないため、水理模型実験を行うなど、各都市独自に対策を検討しているところである。しかしながら、このような課題が想定される全ての施設に対して模型実験を実施するには相当の費用と期間を要することから、模型実験およびCFD(数値流体力学)解析に関する既往研究における対策例を確認・整理するとともに、CFD解析について、その方法等を取りまとめた。

東京設計事務所 徐 傑

【N-2-2-4】「雨水浸水対策を行うことによる合流改善効果検証の提案事例」

合流式下水道の区域において施設の改善を行う場合には、合流改善効果の再検証が必要である。A市では、河川の排水機場として運用中のBポンプ場について、県が別途に排水機場を新設するため、公共下水道の雨水ポンプ場に変更することとなった。さらに、Bポンプ場には、浸水対策と合流改善対策を併用した運用を図ることが求められた。本論文は、合流式下水道の区域において雨水浸水対策を実施することによる合流改善効果の検証を効率的に行う方法についての事例を紹介するものである。

第57回 下水道研究発表会 発表要旨

第57回下水道研究発表会は中止となったが、口頭・ポスターによる発表については講演集の発刊をもって発表実施と見なされることとなった。本紙でも例年通り、発表会の要旨を寄稿いただいた。

口頭発表 セッション

特定課題セッション

■アセットマネジメント/ストックマネジメント(1)

堺市 吉田 聡美

【S-1-1-3】「三宝水再生センターリノベーション計画について」

三宝水再生センターでは、処理水や下水熱、オープンスペースなど下水道が有する貴重な資源を活用する取組みを行うことで、下水処理場としての枠を超えたさまざまな役割を担っている。平成31年3月、これらの取組み内容を推進するための「三宝水再生センターリノベーション計画」が、国土交通省の「下水道リノベーション計画」の第1号として、認定、登録された。当センターでは、過去からの取組みも含め、三つの拠点化(エネルギー供給拠点化、防災拠点化、憩い・賑わいの拠点化)について取組みを進めている。

京都大学 藤木 修

【S-1-1-4】「下水道管路の補修・改築に関する意思決定基準について」

老朽化する下水道管路について、リスク事象が発生する前に予防保全的に補修・改築を行うか、リスク事象の影響は許容できると判断し事後保全の対象とするかの意思決定が求められる。簡単な数学モデルに基づき、社会的費用を含む費用対効果の観点から意思決定基準を決める枠組みを導出した。管径1000mm、延長30mの老朽化した下水道管きよが、点検・調査で緊急度Ⅰと判定された場合を想定し、上記の意思決定基準の適用について考察した。その結果、予防保全の選択肢採用のためには、下水道管路の破損に伴って発生する生下水の溢水に適切なる健康リスクを、社会的費用として適切に考慮することが重要であることが示唆された。

■アセットマネジメント/ストックマネジメント(2)

メタウォーター 戸田 浩一

【S-1-2-2】「維持管理を起点としたストックマネジメント(処理場)に向けたICT活用実証結果」

平成29年度に策定された「新下水道ビジョン加速戦略」において、点検履歴や修繕履歴などの維持管理情報の収集・分析やデータベース活用による「維持管理を起点としたストックマネジメントの実行」の必要性が示されている。そこで、図解からの平成30年度委託研究(B-DASH)において、継続的な情報蓄積・活用や効率的なストックマネジメントの実現のためICT・クラウド技術を活用する効果検証を実施した。2年間の実証では、実データを用いた技術確立に加え、日常の維持管理から計画策定までの継続的かつ効率的な運用方法や、算出される健全度の信頼性、導入効果等の検証を通じて、本技術の実施設への適用性を確認した。

神戸市 土居 真純

【S-1-2-3】「ICTを活用した下水道施設の効率的・効果的なストックマネジメントに関する研究」

神戸市では、既存下水道施設のストックマネジメントに必要な施設情報の収集に課題を抱えており、業務の効率化・生産性向上につなげることを目的にICTを活用した公民連携による共同研究を実施した。ドローンを用いGIS上で利用可能な処理施設全体の空中写真を撮影し、撮影画像に施設情報を紐付け、視覚的效果の活用を高めた施設情報システムの検討・構築および効果検証を行った。また、無人調査機を用いた供用中の下水道施設の点検・調査手法を検討し、施設内での実証実験を実施した。また、無人調査機による撮影画像から取得した位置情報を基に劣化状況・範囲等をマッピングすることで、ストックマネジメントへの活用手法を検討した。

東京設計事務所 菱本 佑一郎

【S-1-2-4】「管路ストックマネジメント計画策定における健全率予測の検証方法について」

管路施設のストックマネジメント計画において、将来の改築事業量の算定に管きよの健全率予測が用いられる。代表的な健全率予測としては、ワイブル分布近似式およびマルコフ推移確率による健全率予測の2手法があり、どちらの予測結果を使用するかによって、将来必要となる事業量に違いが生じる。本発表は、実際の管路内調査結果から得られる緊急度を用いたワイブル分布近似式による健全率曲線およびマルコフ推移確率による健全率曲線と、その後整理

した緊急度推移状況の実績を比較し、予測モデルの特徴と妥当性を検証した結果を報告するものである。

NJS 小間 康史

同 上原 章正

【S-1-2-5】「包括的民間委託の履行監視・評価を起点とした施設管理を推進する仕組み」

下水道の事業環境は一層厳しさを増す中で、下水道事業の執行体制強化に向けた取組みの一つとして、包括的民間委託等の官民連携手法が導入されている。包括的民間委託では、民間事業者が実施する維持管理サービス水準に対し、適切に履行監視・評価を実施する必要がある。今回、当社が第三者として運転管理や保全管理等の履行監視・評価を行った事例を紹介する。また、今後の持続可能な施設管理を行うため、民間との連携がますます必要となっており、包括委託や履行監視・評価から得られる維持管理情報等とストックマネジメントの連携の面から、コンサルタントのかかわり方や今後の役割についても記述している。

■国際協力・海外展開

淡海環境保全財団 藤村 俊樹

【S-2-2】「中国湖南省農村部における汚水処理対策と住民意識向上のための環境教育について」

中国農村部においては、生活汚水処理施設の適切な維持管理が行われておらず、処理水質の改善および住民の環境意識の向上が課題となっている。本プロジェクトは、滋賀県がこれまで琵琶湖の環境保全を通じて培ってきた汚水処理、環境教育等の経験やノウハウを活かし、湖南省農村部の水環境保全の取組みを支援し、これを持続していくための社会づくりを目指すものである。本プロジェクトを実施した二つの村は、滋賀県の琵琶湖環境保全の取組みである「琵琶湖モデル」を参考とし、行政単独の取組みにとどまらず、大学やNGOと連携し、住民が主体的に参加する自立発展的な仕組みづくりを行い、その成果を「湖南モデル」として省内外に発信した。

大阪市 森岡 徳之

【S-2-3】「JICA草の根技術協力事業における排水規制方法の技術指導について」

近年、東南アジアにおいて経済発展に伴う下水道整備が進む一方、下水道の維持管理にかかると人材育成が急務である。ヤンゴン市(マンマー)においても円借款による下水道整備が予定されており、技術支援が期待されている。本市は水環境分野における技術協力の覚書を締結しており、今回、国際協力機構(JICA)の草の根技術協力事業を活用し、官民連携による下水処理場の維持管理、水質分析、排水規制をパッケージとし技術協力(2年間)を実施した。本報告では、本市が担当した排水規制の支援について、日本の環境法令制定の経緯、事業場立入指導(OJT)、安全対策を盛り込んだマニュアルの策定などを通じた人材育成の取組みを紹介する。

日本下水道新技術機構 酒井 雄平

【S-2-5】「水理模型実験による大規模雨水幹線の適正化に関する研究」

岡山市では、浦安排水区の浸水対策事業として、10年確率降雨に対応した増補管と増補ポンプ場を計画している。増補管は、流下型貯留施設として計画されているが、事業効果の早期発現のために、ポンプ場完成前に貯留管として運用する段階的整備を計画している。しかし、貯留型の管路施設は、貯留過程で発生する段波による急激な空気の押し戻しや残留空気の発生により、施設機能を阻害する恐れがある。そこで本研究では、対策施設の安全度向上を目的として、水理模型実験を実施し、発生する水理現象の把握を行った。また、水理現象への対策工として排気管の設置とポンプ場への連絡管の設置により、地上に影響を及ぼす水理現象の解消を確認した。

■BCP・リスクマネジメント(1)

広島市 信川 貴紀

【S-3-1-2】「北九州市と合同で実施した下水道BCP訓練の報告について」

本市では、災害時における支援・受援体制の強化を目的として、北九州市と合同で下水道BCP訓練を行った。訓練は、本市での大規模地震の発生を想定し、北九州市から実際に支援隊を派遣してもらい、本市職員と合同班を編成し、仮想調査報告書に基づき現地調査箇所を決定する図上訓練、図上訓練で決定した調査箇所でのマンホール内を調査する実地訓練および訓練を踏まえた調査手法や受援体制等についての意見交換会を実施した。また、訓練後には意見交換会での改善点を基に下水道BCPの見直しを行った。今後も北九州市と支援・受援の役割を入れ替えながら合同訓練の取組みを継続し、さらなる支援・受援体制の強化を図っていく。

横浜市 村上 拓

【S-3-1-4】「スパイラルアップを重ねた横浜市下水道BCP実地調査訓練の取組み」

横浜市では平成23年の東日本大震災を教訓として、下水道BCPの策定に取組み、甚大な被害を及ぼす震災に備えております。被災時の下水道管内部の状況把握を想定した訓練(実地訓練)や災害協定を締結している民間団体と水道部署と連携した防災訓練(合同防災訓練)等のさまざまな訓練を実施しております。特に実地訓練では他都市市受入れを想定した調査拠点の上げや現地調査を効率的に行うための調査計画の立案、調査計画に基づいた現地の調査に取り組みしております。実地訓練は災害支援の経験を踏まえ、効率的な初動体制の構築と現場での対応力向上を目指し訓練を横上げ、スパイラルアップを重ねており、その取組み状況について報告します。

横浜市 田淵 史也

【S-3-1-5】「横浜市下水道BCPの取組みと課題について」

横浜市はさまざまな災害支援の経験から早期に下水道BCPを策定し、いつ発生するかわからない災害に備えています。災害時の本庁職員の対応を訓練する図上訓練は今年度(令和元年度)で7回目となり、現場訓練などと合わせて、職員の習熟度も増し、訓練自体のレベルもアップしています。今年度からは図上訓練において設問型訓練を導入することで、新たな視点も取り入れました。また、海外への下水道BCPの普及活動も実施しました。一方で課題もあり、地震時における豪雨の対応や情報伝達ツール(ICT活用)の見直しのほか、新市庁舎への移転に伴う環境変化への対応も重要な課題です。これらを速やかに解決していくことが重要です。

■BCP・リスクマネジメント(2)

東京設計事務所 遠藤 圭吾

【S-3-2-3】「耐震診断結果を活用した効率的な下水道総合地震対策計画(管路)の策定手法」

下水道管路施設の総合地震対策計画策定においては、耐震化が必要な管路施設を抽出することが難しく、効率的な耐震化事業を行う上での課題となっている。そこで、今回の策定手法では、従来の方法と異なり、初めに管路施設の耐震診断を実施し、耐震化が必要な全施設を事業計画に位置付けることを可能とした。これによって、従来の策定手法と比べて約5倍の管路延長の耐震化計画を策定できた。さらに、耐震化が必要な施設を事前に把握しているため、ストックマネジメント計画による改築工事と耐震化工事の同時施工が可能となった。本発表は、効率的な管路施設耐震化のための事業実施計画立案の事例を紹介するものである。

日本下水道事業団 野中 菜津枝

【S-3-2-4】「災害対策におけるICTの試行および情報伝達手段としての有効性評価について」

近年、局地的豪雨の発生頻度の増加および支流河川能力不足等により、全国各地で浸水被害のリスクが増大している。災害発生時等の非常時においては、一刻も早く正確な情報を把握・共有し、迅速な対応が求められる。今回、非常時において正確な情報を迅速に伝えるための情報伝達手段としてICTの活用が有効であると考へ、ウェアラブルカメラ・スマートフォン等のICTツールを用いて試行を行った。そこで局地的豪雨により処理場が被災したことを想定し、災害支援訓練を行った結果、現地に派遣する人数は最小限で多くの関係者がコミュニケーションをとることが可能であり、情報伝達の手段として一定の有効性を確認することができた。

■地震対策

東京設計事務所 矢野 雄大

【S-4-3】「既設構造物における発生応力度低減による耐震性能確保について」

下水処理場の既存施設における耐震補強工事では、施設を稼働しながら施工が必須となる。しかし、予備系統などの代替施設が整備されていない場合には、代替機能確保のために大規模な仮設工事が必要となり、施工性および経済性の観点から、耐震補強の実施が困難となるケースがある。本発表は、耐震補強工事の実施が困難な施設において、地震時に施設が受ける影響を可能な限り低減する方法として、施設に掛かる荷重側に着目し「固定荷重の均一化」を図ることを検討することにより発生応力度の低減が可能となっており、耐震性能を確保した事例について報告するものである。

東京設計事務所 七海 彰

同 瀧北 泰孝

【S-4-4】「下水道施設の鉄骨造建築物の耐震補強について」

下水道施設の耐震補強では、維持管理のための人員や機材の動線を補強後も適切に

確保する必要がある。しかし、一般的な鉄骨造建築物の補強方法(ブレース補強)では、1スパンを塞ぐような設置となり、また、ブレースの付加軸力による既設部材への付加的な補強も必要になることから、維持管理性に支障が出る補強案となりやすい。本発表で対象とした建物は、柱脚部の耐力不足により耐震性能を満足していなかったが、これに対しては、根巻柱脚による補強が最も効果的な方法であると判断した。建築計画の変更や既設部材への付加的な補強もほとんど伴わない根巻柱脚による耐震補強事例を紹介する。

東京設計事務所 荻巻 孝宏

【S-4-5】「水平鉄骨補強材を用いた屋根部の剛床化によるポンプ棟耐震補強事例」

A市では、下水道ストックマネジメント計画等に基づいて、平成9年度以前に建設された処理場、ポンプ場施設に対して、耐震診断調査および耐震化工事を進めている。本発表は、ブラインド状のPC版屋根のため、建屋の変形を抑制することが難しく、壁の補強だけでは耐震性能を確保できないポンプ棟の耐震補強事例について、水平鉄骨補強材を用いた屋根部の剛床化対策や、それに伴う関連法規への対応、用地制約等について紹介するものである。

■集中豪雨対策(1)

浜松市 大澤 翔平

【S-5-1-1】「浜松市における下水道施設の耐水化計画の策定～段階的な耐水化対策方針の検討～」

近年、大雨や集中豪雨により全国的に大規模な浸水被害が発生しており、下水道施設においても浸水による機能停止等の被害が発生している。浜松市では内水氾濫がほぼ毎年発生しており、市内広域に点在する下水道施設の浸水被害を防ぎ、継続して機能を確保していくことが求められている。しかし、市内全ての下水道施設に対して耐水化対策などのハード対策を実施するには、多大な費用と時間が見込まれる。そこで、耐水化計画の策定に向けて、市内下水道施設の耐水化優先度を算定し、優先的に耐水化対策を講じるべき施設を抽出した。また、段階的に耐水化対策を実施していくための対策方針について整理した。

横浜市 伊藤 雄一

【S-5-1-2】「横浜市における令和元年9月の豪雨による浸水被害の特徴と今後の対策について」

近年、地球温暖化などに伴う気候変動により全国的に気温の上昇が顕著にみられ、それに伴い、雨の降り方も変化している。本市でも、令和元年9月に1時間に100mmの降雨を観測し、浸水被害や下水道管内の圧力上昇によるマンホールの破損など、さまざまな被害をもたらした。その一方で同時期に台風15号によって時間80.5mmの降雨を伴う、長雨が発生して浸水被害が発生した。今後も、これまでに経験のない大雨による未曾有の被害発生恐れもあり、下水道施設の適切な整備による対策の重要性はますます高まっている。本論文では、当該降雨のそれぞれの特性、浸水被害の特徴および今後の対策について報告する。

横浜市 箱田 涼

【S-5-1-3】「横浜市の内水浸水対策を目的とした排水ポンプ車の導入に向けた取組み」

近年、気候変動の影響と考えられる、局地的な集中豪雨が多く観測されている。今後、未曾有の被害が発生するリスクが高まっているが、下水道施設の整備による浸水対策は整備に時間を要し膨大な費用が必要となることから、整備水準を上回る降雨へ早急に対応することは困難である。このほか本市では、内水ハザードマップの公表、普及啓発による自助・共助の促進支援等、浸水被害を軽減する対策を進めており、ハード対策、ソフト対策を両輪で進めているところではあるが、ハードとソフトの対策効果を併せ持つ新たな浸水対策として、排水ポンプ車の導入を進めている。今回、内水浸水対策を目的とする排水ポンプ車の導入について、運用方法や維持管理方法、規格等について整理した。

名古屋環境未来研究所 吉川 開二

NJS 中山 義一

【S-5-1-4】「シシ雨研究会の研究概要」

近年、都市機能が停止するような豪雨が全国で発生し大きな被害が生じてきているが、雨水対策を実施する各自治体においては、財源や技術者の不足などさまざまな課題を抱えており、十分な雨水対策を実施することが難しくなっている。一方、近頃では官民連携が進み、企画から維持管理にいたるまで、さまざまな段階で民間企業が雨水対策業務に携わるようになってきた。このため、「水のいのちのつくり中部フォーラム」では、主に下水道(内水排除)の視点から計画降雨を上回る豪雨に対する手法のみならず、自治体で問題となっている施設の老朽化や維持管理などの課題も取り上げ、官民一体となって、浸水の防除に貢献する方法を総合的に検討することとした。本稿では、平成29年7月から令和元年7月までの年間、「水のいのちのつくり中部フォーラム」において取り組んできた「シシ雨研究会」の研究概要について紹介した。

■集中豪雨対策(2)

北九州市 吉田 一平

【S-5-2-1】「北九州市における雨水対策基本方針について」

気候変動の影響と思われる集中豪雨の増加により、浸水被害が頻発化している。本

市においても、平成25年に市街地において観測史上最大となる降雨を記録するなど、浸水被害の最小化に向けた効率的な取組みが求められている。そこで、「選択と集中」等の観点から、重点的に対策を行う重点地区やその整備目標などを設定し、期限を決め段階的・集中的に整備を行うとともに、共助・自助の観点からハード・ソフト対策の総合的な浸水対策を検討した。また、随時、浸水シミュレーションによる水位評価を実施し、整備順位の評価等を行った。

関西大学 戸田 敦仁

【S-5-2-3】「d4PDFを用いた将来計画降雨の推定と内水氾濫解析」

近年、豪雨災害が頻発し、各地で被害が発生している。今後、気候変動の影響により、豪雨災害の規模が増大することが懸念されている。そのため、気候変動を考慮した下水道計画が求められる。そこで、本研究では大阪梅田地域を対象に、多数アンサンブルかつ高解像度の特徴をもつd4PDF(5km、SICAT)のデータを用いて、将来の平均気温4度上昇時の10年確率雨量を算定した。さらに、これまでの過去実績に基づく10年確率と将来の10年確率の計画降雨を用いて内水氾濫解析を行い、地上部の湛水量、浸水面積、平均浸水深、地下への流入箇所数、流入量などを比較し、気候変動の影響を考察した。

日本下水道新技術機構 大内 洋

【S-5-2-4】「XRRAINを活用した水位予測手法に関する一考察」

近年、計画降雨を超過した豪雨による災害が頻発しており、ソフト対策による浸水対策の重要性が増してきている。特に低い土地の家屋やアンダーパスでは、人命にかかわる事故が発生する危険性があり、避難や水防活動のためのリドタイムを極力確保するための方策が望まれている。本発表では、XRRAIN等のレーダー雨量の観測情報を利用して内水氾濫解析を行う、設備なシステムにより、導入に要する時間とコストを抑え、ピンポイント地点の下水管きよ内の水位を最大60分先まで予測する「雨水管理支援ツール」を対象とし、その利用方法や水位予測モデルの概念、モデルの精度などについて研究した内容を発表するものである。

■バイオリッドの利活用/リン等有用資源の回収(1)

福岡市 浦本 紘享

【S-6-1-1】「FIT制度を活用した消化ガス発電システムの導入による成果と今後の展望」

福岡市中部水処理センターでは、昭和59年度に自家用消化ガス発電施設を導入するなど、消化ガスの有効利用に以前から積極的に取り組んでいる。平成23~28年度にかけて、汚泥の減量化および消化ガス発生量の増加を目的として、消化槽を二段化方式から一段化方式へ改造し、それに伴い、再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT制度)を活用した新たな消化ガス発電システムを導入した。これにより収益の増加および上水使用量の削減を同時に達成することができた。今後は、本システムを増設し、施設をさらに効率的に運営していく予定である。

NJS 阿辺山 一輝

【S-6-1-2】「寒冷地における消化ガス発電の導入検討」

北海道内のA終末処理場(計画日最大流入水量約2万m³/日)では、消化工程により汚泥の減容化とエネルギー回収を行っている。消化ガスの約7割は、消化槽の加温や事務室等の暖房用ボイラーの燃料としてすでに利用しているが、約3割は余剰ガスとして燃焼処分されており、さらなる有効利用の促進が求められていた。このことを背景に、消化ガス発電事業の導入可能性を検討した。本稿では、A終末処理場における消化ガス発電の導入検討内容から、①固定価格買取制度(FIT)の導入時の留意点②消化槽の改善点とその効果について報告する。

日本下水道新技術機構 奥友 晃

【S-6-1-3】「地域バイオマス利活用計画策定に関する研究」

A市で発生する汚泥は、現状においてもセメント・コンクリートおよび燃料として全量有効利用しており、消化ガスについても一部を発電機の燃料等として有効に利用しているところである。今後は、さらなる未利用エネルギーの活用を推進し、下水道事業におけるエネルギー消費量や維持管理コスト削減に取り組む必要がある。そこで本研究では、地域バイオマスの中でも市内で処分に苦慮している“草木系バイオマス”について、最適な利活用方策の検討を行った。

タクマ 瀧美 幸也

【S-6-1-4】「消化汚泥を対象とした階段炉による下水汚泥焼却発電システムの評価」

階段炉による下水汚泥焼却発電システムの有効性の評価を目的として、蒸気間接加熱型汚泥乾燥機と組み合わせた乾燥焼却方式による消化ガス使用量削減効果について検討を行った。その結果、本システムでは直接焼却方式と比較して、消化ガス使用量を大幅に削減できることが確認され、使用しない消化ガスを発電事業者売却することで、導入自治体においてさらなる収益が確保できるとともに、バイオマス由来の発電電力量を増加させることで温室効果ガス削減に寄与できることを確認した。

12面まで続く