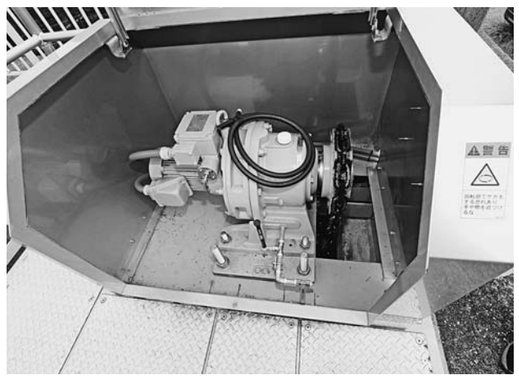
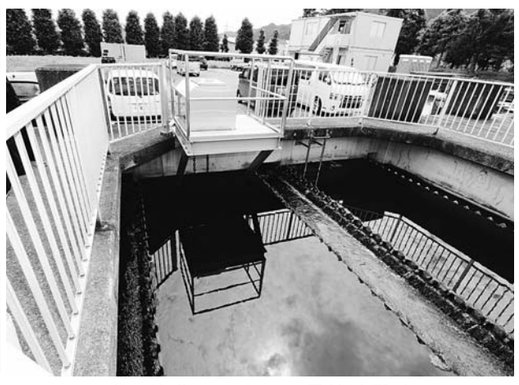
コストを低減、管理の負担を軽減

フジワラ産業・モノレール式汚泥掻き寄せ機

フジワラ産業のモノレール式汚泥掻き寄せ機は、コストの低減に加えて、部品の摩耗が少なく交換の頻度が低い等の長所が評価され、年々下水処理場での採用が増えている。今回、関西の3現場において、採用の理由や稼働状況等を伺った。



ドライブユニット内部の状況



湖西浄化センターの最終沈殿池

滋賀県

南部流域下水道事務所
湖西浄化センター副主幹
杉江 守氏

■貴重な琵琶湖の水環境を守る施設

滋賀県琵琶湖流域下水道の湖西浄化センターは、昭和59（1984）年11月に供用開始した。滋賀県では、琵琶湖・淀川が流域に住む約145０万人の貴重な水源となっていることなどを踏まえ、琵琶湖の富栄養化を防止するため全4浄化センターで当初から高度処理を導入しており、湖西浄化センターはその中で2番目に供用開始が早い。

計画処理水量は、最大6万7500立方㍍／日。排除方式は分流式。処理方式は、半数弱の系列が、凝集剤添加循環式硝化脱窒法＋急速ろ過法で、残りの半数強が凝集剤添加ステップ流入式多段硝化脱窒法（冬季はメタノール添加）＋急速ろ過法。処理水の放流は、湖岸から500㍍ほど沖合に放流管を伸ばして行っている。

湖西処理区は、湖岸沿いで南北に幹線管きょが走り、その途中に北から木戸ポンプ場、衣川ポンプ場と三つの中継ポンプ場を有する。センターへの流入管の管径は1・8㍍になる。

施設の老朽化に伴い、現在、汚泥処理施設では、遠心濃縮機のベルト型濃縮機への改築工事、ベルトプレス脱水機のスクリュープレス脱水機への改築工事を進めている。

場内では、民間事業者が同センターおよび大津市水再生センター、滋賀県高島浄化センター（高島は令和4年度まで）の汚泥を炭化炉等で燃料化物にする下水汚泥燃料化事業を実施している。

場内には、約70種類800本のバラを下水処理水で育てているバラ園があり、5月中～下旬の春季と10月中～下旬の年2回、一般公開されている。残念ながら、今年の春季の一般公開は新型コロナウイルス感染拡大の状況等を踏まえ縮小となっており、秋季も未定となっている。

約3㌶南方には、明智光秀が本拠地とした坂本城の城址公園がある。坂本城が大河ドラマに登場した後は、訪れる人が増えることと思う。

■モーター出力が従来の3分の1以下に

湖西中部浄化センターでは、最初沈殿池の1系1、2号池、最終沈殿池の1系1～4号池がチェーンフライト式掻き寄せ機からモノレール式掻き寄せ機に更新されている。

更新に際しては、複数の機種の掻き寄せ機について、イニシャル・ランニングコストや耐震性、維持管理の容易性等、さまざまな点から比較した。

その結果、掻き寄せ部分全体の重量が軽いことからモーターを小さくでき、動力費が低減できること、熊本地震等の過去の大地震の被災地でも稼働を続けたことなどが評価され、モノレール式掻き寄せ機が採用されることとなった。掻き寄せ部分の重量が軽いのは、モノレール式掻き寄せ機は池底のモノレールの上を掻き寄せ羽根が往復する構造になっており、従来の槽内を掻き寄せ羽根が回転するタイプと比べて羽根の数を大幅に少なくできることが大きい。従来の掻き寄せ機のモーターの出力は1・5㌔㍗だったが、モノレール式掻き寄せ機では0・4㌔㍗にまで抑えることができている。

ほかにも、掻き寄せ機の据え付け期間が短いこと、地震動によるスロッシングにも強いこと等が評価されている。

■電動機周りの汚れも減る

同浄化センターでのモノレール式掻き寄せ機の稼働期間は、長いもので約3年5カ月になる。

滋賀県琵琶湖流域下水道として初採用ということもあり、掻き寄せ機が稼働するまでは、従来機種よりも羽根と羽根の間隔が広くなっていることなどから、「高度処理の終沈汚泥を従来機種と同様に掻き寄せることができるのか」という不安もあったというが、実際に稼働してみると、掻き寄せ能力は従来機種と変わりなかったという。

維持管理を担当している企業によると、これまでのところ故障・不具合は発生していない。モノレール式掻き寄せ機のメリットについては、シューの交換が不要、フライト板の脱落がない、スプロケットからのチェーン脱落がない、軸の脱落がないことなどが挙げられている。また、ドライブユニットが終沈の末端にあるので、ドライブユニットを前段に置く方式と比べて処理水がきれいになった状態でチェーンを引き上げるため、電動機周りの汚れも少なくなる。

スカム掻き寄せ装置は、掻き寄せ羽根と連動する構造のため無動力であり、給脂装置も必要ないことから、グリス配管の腐食・破損といった事故も発生しない。

モノレール式はフライト板が上部にない構造のため、池内での点検や清掃作業の際には移動が楽になっているという。

また、汚泥が堆積しやすく、スチール製の場合は腐食が多く見られるプラケットであるが、モノレール式にはプラケットそのものがほとんどなく、金属部分にSUS304が採用されていることから腐食にも強い。

課題としては、水中部分のチェーン劣化が目視しにくいことが挙げられる。また、汚泥の掻き寄せ上の問題ではないが、スカムフライトへの汚れ付着やスカムフライトからの一部のスカムの逃げが検討課題としてある。

現在、湖西浄化センターに続いて、湖南中部浄化センターでもモノレール式掻き寄せ機の設置工事が予定されている。

モーターの小出力化で省エネ実現

低コストと優れた機器構造

堺市

上下水道局下水道施設部
三宝水再生センター係長
五味 真也氏

■MBR導入の先進処理場

泉北水再生センターは、堺市の東南部および和泉市の一部を含む石津川、和田川、陶器川周辺を処理区域として昭和44（1969）年に供用開始した分流式の処理場で、平成12年には増設を行っている。処理区域内27万4627人（うち和泉市分1万5176人）の汚水を処理し、処理水は石津川に放流している。

なお、平成28年からは膜分離活性汚泥法（MBR）を一部導入するなど、センター周辺の水環境改善に努めている。堺市では市内3処理場のうち泉北水再生センターを含む2処理場で包括的民間委託を導入しており、日常業務は民間事業者が行っている。

■経済性と維持管理で優位

泉北水再生センターでは、2系列ある処理系統のうち1系最初沈殿池で8台、最終沈殿池で12台のモノレール式汚泥掻き寄せ機を採用。同局はアセットマネジメント計画に基づき、健全度2以下の下水道施設を古いものから優先的に更新しているが、既設のSUS製チェーンフライト式汚泥掻き寄せ機が更新時期を迎えたことから、その一部に新たにモノレール式を採用し更新したという。

最初沈殿池の8台は31年3月から、最終沈殿池の12台は今年3月から稼働している。更新に当たり、堺市上下水道局は既設機種も含む複数機種について比較検討を行ったところ、モノレール式の建設費や維持管理費も含めたトータルコストが低く抑えられることが採用の決め手となったという。

「地震時のスロッシングによるチェーン脱落がない機構に加えて、コストが既設採用機種の半分で済むことが目を引いた」と、同局下水道施設部三宝水再生センターの五味真也係長は話す。

掻き寄せ機の特長については、五味係長は「据え付けが容易であり、部品点数が少なく、軸受部のグリスアップが不要など維持管理面においても優れている」と、維持管理上の優位性に言及。

さらに「モノレール式は摺動面がほとんどないため、部品の摩耗が少なく、部品交換があまり必要ないことに助かっている」と耐久性の高さも評価している。

泉北水再生センターの最初沈殿池

泉北水再生センターの最終沈殿池

■現場作業にも特長発揮

さらに、同局から泉北水再生センターの包括委託を受託し現場業務に携わっている民間事業者の水質担当者も、部品点数や摩耗の少なさといった特長を実感しているという。「シンプルな構造のため、保守点検時が容易である」と、現場業務においても長所を発揮しているようだ。

また、機械担当者は「当初、ピット側走行時（汚泥掻き寄せ時）に汚泥濃度が上昇する傾向があった。ピット側に汚泥を掻き寄せるタイミングを、掻き寄せ機間でずらすことにより対応した」という。モノレール式汚泥掻き寄せ機はまだ設置・稼働から間もないが、特に支障なく稼働しているといい、今後はランニングコスト等を検証していくとしている。

■包括委託のあり方を熟考

同局の今後の課題は、包括委託のあり方だという。現在、泉北水再生センターの包括委託は2期目に入り、現在5年契約の3年目を迎えている。現在の業務委託の範囲は通常業務および軽微な修繕までとしているが、「今後の3期目を考えると、包括委託の範囲をどこまで広げるかが問題だ」と五味係長は指摘する。委託業者の履行確認のためにも、直営の技術力確保は必須との考えから、同局は三宝水再生センターにおいて平日昼間業務を局直営で行い、平日夜間業務および休日業務は民間業者に委託している。

「局技術職員の人手不足が続き高齢化が進んでいるため、退職者の再任用などでカバーしているのが実情。積極的に民間の力を活用していきたいが、入札不調の問題もあるため、委託業務の範囲は慎重に検討する必要がある」と話す。民間活用の拡大と、直営技術力の確保のバランス感覚が事業持続のカギとなりそうだ。

吹田市

下水道部水再生室長
同室川面下水処理場担当主幹
井上 宏之氏
薮下 広之氏

井上室長

薮下主幹

維持管理の負担を大きく低減

■吹田市最初の処理場

川面下水処理場は、吹田市南部、神崎川右岸の川岸地区に位置する合流式処理場。昭和41年（1966年）7月に供用開始した、吹田市で最も早く下水処理を開始した処理場だ。施設の前身は、昭和37年に運転を開始した雨水ポンプ場。同ポンプ場に処理施設を設けて処理場に変更した。その後、川面処理区の計画区域拡大に伴い、ポンプアップのための川園ポンプ場を処理区内に新たに設けている。処理方式は活性汚泥法で、日最大汚水量は2万4600立方㍍／日。

流入水は、工場排水が全体の25%を占めており、窒素・リン濃度が高い特徴があるという。汚水沈砂池の前段では、し尿・浄化槽汚泥を投入している。最初沈殿池引き抜き汚泥・余剰汚泥は南吹田下水処理場に圧送しており、同処理場で一括処理している。

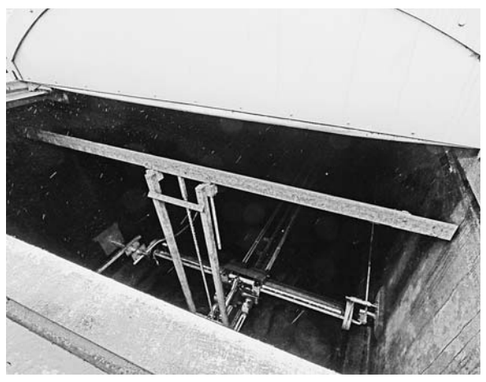
同処理場では、川面下水処理場と川園ポンプ場の遠方監視を行っており、川面下水処理場では夜間を完全無人化している。最終沈殿池はグランドゴルフ場として上部利用しており、市民に活用されている。

コンサル会社では、複数機種を対象にした検討を実施。掻き寄せ機の採用現場へのヒアリングも実施した結果、部品点数が少なく構造がシンプルであり、比較的消耗部品が少なく、ランニングコストが有利であり、かつ全国で多数の実績があり、過去発生した地震にも強かったモノレール式掻き寄せ機が選定された。

■構造がシンプルでランニングコストが安いことを評価

川面下水処理場の初沈8池では、昭和41年の供用開始からチェーンフライト式の掻き寄せ機を使用してきた。これまでの間、定期的に点検を実施し、オイルや消耗・劣化した部品を交換してきた。スプロケットやシューといった部品は、建設時の寸法を測り写真を撮ったりして発注する必要があった。部品の製造が終了していたため、新たに鋳型を起こして鋳造してもらったこともあるという。

使用開始後約50年が経過し、老朽化や維持管理上の課題が出てきたことから、掻き寄せ機の更新機種選定に関してコンサルタント会社に業務を委託した。



川面下水処理場の最初沈殿池

稼働後４年間、チェーンに緩みは発生していない

■メンテナンスの手間を大きく低減

平成28年度の運転開始以降、モノレール式が稼働している4池の初沈は、メンテナンスの手間がかなり削減されたという。

運転開始後4年が経過したが、部品の摩耗はほとんどない。チェーンも4年間緩んでおらず、オイルは1年に1回交換すれば良いという。

チェーンフライト式では、初沈の水を抜いて槽内を点検する際、頭上と足元の両方に絶えず気を配りながら歩く必要があったが、モノレール式では足元のみに気を配れば良いので、労働環境改善にも一役買っている。

4池のうち、平成28年度に2池、平成29年度に2池更新し、現在4池でモノレール式掻き寄せ機が稼働している。

■容易な施工性

地底にレールを設置し、大半を組み立てた状態で出荷した車上機を載せ、チェーンを接続するのが主作業のため、非常に短期間で施工できる（従来の3分の1～5分の1）。

高作業がほとんど無く安全かつ工期が短い。据え付けに高度な精度を必要としない。

■スカム掻き寄せ装置

スカム掻き寄せ板は、柱等の支障がない限り、池幅いっぱいにスカムスキマ直前までスカムを掻き寄せることができる。その際にスカム除去装置と連動させることで、短時間で効率よくスカムを除去することができる。

スカム掻き寄せ板は、汚泥掻き寄せ羽根と連動して動く構造なので専用の駆動装置は不要。

■傾斜板沈殿池への設置

車上機本体が低いため容易に設置できる。

傾斜板沈殿池の更新工事も現場溶接等の作業がほとんど無いため、短い工期で据え付けができる。

部品点数が少なく、点検が容易だ。

メーカーのアフターフォローがしっかりしていることも評価している。

チェーンのテンションの張り方等の講習が事前にあったのはありがたかったという。

30年6月には、大阪府北部地震が発生し、吹田市内では最大震度5強の揺れがあったが、掻き寄せ機に影響はなかった。

同市では、川面下水処理場の初沈の残りの池、および終沈の掻き寄せ機を今後更新する場合、今回と同様にモノレール式も検証対象に加え、検討していきたいとしている。

技術解説

■部品点数が少ないシンプルな構造

沈殿池の側壁に汚泥が堆積するようなブラケット類がほとんどないため、水質向上に寄与する。

沈殿池の側壁に負荷のかかる軸受やブラケット類がほとんどないため、老朽化した沈殿池の更新工事に最適である。

部品点数が少ないため点検箇所が少なく、作業の効率化が図れる。また、消耗備品も少ないので維持管理費が安価だ。

■効率のよい優れた掻き寄せ能力

汚泥掻き寄せ羽根の形状を池底形状に合わせるため、掻き残し部が非常に少ない構造。

汚泥掻き寄せ能力が優れているため、間欠運転が可能。

耐震補強した池底にも対応が可能。

■耐震性の高い構造

地震の影響を受けやすい側壁に荷重のかかる部品がなく、低重心の車上機が揺れの影響が少ない池底を走行する。

左右ぶれ防止ローラーと浮き上がり防止シューを具備し、地震の影響を受けにくい構造。

耐震補強による池底、ハンチ等の土木改造時にも、掻き寄せ能力が落ちることなく対応できる。

車上機高さが低いため傾斜板付沈殿池にも最適。

■容易な施工性

地底にレールを設置し、大半を組み立てた状態で出荷した車上機を載せ、チェーンを接続するのが主作業のため、非常に短期間で施工できる（従来の3分の1～5分の1）。

高作業がほとんど無く安全かつ工期が短い。据え付けに高度な精度を必要としない。

■スカム掻き寄せ装置

スカム掻き寄せ板は、柱等の支障がない限り、池幅いっぱいにスカムスキマ直前までスカムを掻き寄せることができる。その際にスカム除去装置と連動させることで、短時間で効率よくスカムを除去することができる。

スカム掻き寄せ板は、汚泥掻き寄せ羽根と連動して動く構造なので専用の駆動装置は不要。

■傾斜板沈殿池への設置

車上機本体が低いため容易に設置できる。

傾斜板沈殿池の更新工事も現場溶接等の作業がほとんど無いため、短い工期で据え付けができる。

部品点数が少なく、点検が容易だ。