オルトリン酸のモニタリング自動化で凝集剤（塩化第二鉄）を25%削減に成功

オンラインリン酸計導入事例

ウイスコンシン州のウォータタウンという下水処理場において、リンの凝集剤である塩化第二鉄の薬注をリン酸計からの信号を受け、薬注量の自動化を確立したところ塩化第二鉄の薬品代を年間$25,000～$40,000（2,800千円～4,480千円）削減することが出来ました。

この下水処理場は、処理水を近くのロック川に放流していますが全リンの濃度は1日の平均値として1mg/L以下にするようにしています。薬注の自動化システムを導入する前は、BOD100mg/Lにつき全リンが1mg/L以下になるように凝集剤を添加していました。最終沈澱池から余剰汚泥として引き抜いた汚泥は廃棄物として処分していました。しかし、担当者はリンの除去を更に高める必要があると考えました。

最終沈殿池の上流側で凝集剤を添加し、塩化第二鉄が下水に添加されるときの化学反応は複雑であり、早い反応と遅い反応の両方を伴います。
最終的に凝集沈殿したリンは粒状の形になります。この方法では、最終沈澱池で余剰汚泥として引き抜き処分されます。
（表１参照）

担当者は、処理水における全リンの濃度が1mg/Lより低くなることを保証するため凝集剤の添加を多めに設定しました。午前と午後にリン酸の濃度を確認し、リン酸の濃度が高い場合は、凝集剤を多めに添加するようにしており、担当者は凝集剤の最適な添加量を模索していました。

それでも全リンの濃度が高い場合は、午後に更に凝集剤の添加量を多めに設定します。こうして、週末に向けてその精度を高めていきます。

多くの場合、結果として凝集剤の添加量は過剰でした。これらのことは、決して担当者達の責任ではなく最適化できるシステムを持っていないことに原因がありました。

リン酸の連続モニタリングシステム

2012年にこの下水処理場は最初のリン酸の自動モニタリング計を導入しました。この下水処理場の1日当たりの処理量は520万ガロン（19,760m3）に設計されていますが、現在は300万ガロン（11,400m3）を処理しています。

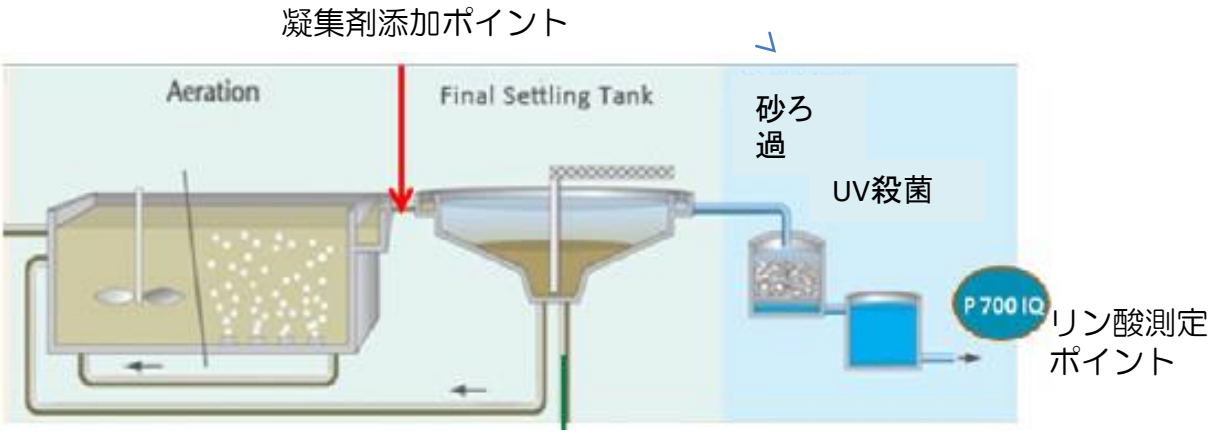

表1：リン酸を含んだ余剰汚泥の引き抜きポイント

オルトリン酸のモニタリング自動化で凝集剤（塩化第二鉄）を25%削減に成功

導入したリン酸計は、Xylemブランド（WTW社、YSI社）のP700 IQ型です。XylemブランドのUV殺菌装置で殺菌処理された水を15分間隔でモニタリングしています。薬注システムのコントローラには、全リンの濃度が0.7mg/Lとなるように設定しています。

リン酸計を導入する前は、凝集剤を年間$100,000（11百万円）以上使っていました。薬注の自動システムを導入した1年間で$25,000（2,750千円）の薬品代を削減することができ、リン酸計を導入したコストを1年間で回収できました。2年目以降は、凝集剤を年間あたり約$60,000～$75,000（6.6百万円～8.2百万円）も削減することに成功しています。加えて、余剰汚泥の発生量も減らすなど汚泥の処理コストの削減にも成功しています。

Xylemブランド（WTW社、YSI社） は、2015年にNewタイプのリン酸計であるIQセンサーネットおよびP700 IQを開発しました。P700 IQは試薬コストを大幅に削減し、試薬の交換間隔を4～8ヶ月に伸ばしました。また、0.05～50.00mg/Lという広い測定範囲を持っています。広い測定範囲と高い測定精度を併せ持つP700 IQは制御装置の設計者にも受け入れられ、凝集剤の薬注システムの心臓部であるコントローラとして活用されています。コンパクトで屋外対応であるため、設計者は自由に設置場所を選択することができます。

下水処理設備

下水処理場の担当者が、曝気槽或いは最終沈澱池のどこでリンを除去したいかによって、塩化第二鉄かPAC（ポリ塩化アルミニウム）を生物処理槽の上流か下流に添加することができると設計者は言っています。

リンの沈殿除去をどこで行うかを決めたら、リン酸計の設置場所が決まります。
ユーザーのほとんどは、最終沈澱池でリンを沈澱処理するシステムを希望するため、P700 IQは最終沈澱池の下流に設置し薬注システムをコントロールします。

薬注制御システムのもっとも簡単なシステムは、P700 IQからのアナログ信号（4～20mA）をお客のSCADAに出力するか、薬注ポンプに直接出力することで構築できます。フィードフォワード制御システムは、上流のリン酸濃度と流量をベースに凝集剤の添加量を計算し実行します。P700 IQは、独自のシステム設計と排水の水質に合わせて薬注をコントロールできる柔軟性を提供し、ユーザーが容易にプログラムを組むことができます。

オルトリン酸のモニタリング自動化で凝集剤（塩化第二鉄）を25%削減に成功

Starnet Technologies社がこの下水処理場用に開発したソフトウエアにP700 IQからの信号を15分毎に受取り制御します。ソフト開発チームは、下水処理場が供与開始された2003年前までさかのぼって水質を調査し、リン酸と全リンの相関関係を割出し、凝集剤の薬注アルゴリズムを構築しました。

このシステムは、5～60Hzの範囲を5Hz単位でポンプの回転速度を制御するシステムであり、P700 IQからのアナログ信号に連動し制御します。

図２のグラフは、システムがどのように機能するかを示しています。緑色のポンプ速度は青色のオルトリン酸濃度が設定された0.7mg/Lを上回るまで維持されます。ポンプ速度はオルトリン酸濃度がピークに達すると速度を落とします。又、オルトリン酸濃度が設定値を下回るとポンプ速度は更に速度を落とし、目標値を維持する設計になっています。

図２

ウォータータウン下水処理場の全景

最適な制御

担当者のフレーバーは、システムの設計会社とリン酸計P700 IQの製造元であるYSI社のコラボレーションにより、薬注システムの確立がスムーズに行えたと述べています。リン酸計P700 IQの操作説明は1時間30分で終了しました。フレーバーは、今回のシステム導入の中でも、とりわけ高品質のリン酸計を提供してくれたYSI社に感謝の意を表しました。

IQセンサーネットおよびP700 IQは、下水処理場の担当チームをいくつかの方法で助けました。
この下水処理場が受け持っているエリアの人口は24,000人ですが、これらの住民は環境に配慮された最新設備の処理施設を自慢に思っています。又、脱水処理された余剰汚泥は近隣の農場に肥料として提供されています。

担当者は、リン削減システムの導入費用はすぐに回収されたと言っています。

＊次のページに“リン除去方法の比較”を掲載

リン除去方式の比較

除去方式	原理	特長
凝集沈殿法	原水や処理水に鉄塩、アルミニウム塩などの凝集剤を添加し、リン化合物として不溶化させ沈澱分離する	除去率が高く安定・別途設備が必要・汚泥処理・コストが高い
硝石脱リン法	リン酸カルシウム及び水酸化イオンの反応で生成するハイドロキシアパタイトの晶析反応を利用する	前処理必要・別途設備が必要・経済的・リン肥料化
生物化学的同時処理法	曝気槽に凝集剤を添加し、曝気槽内でリン化合物として汚泥に含有させ沈殿槽で沈澱分離する	既存設備転用・安定処理・汚泥処理
生物脱リン法・嫌気/好気	リンを嫌気で放出、好気で摂取するポリリン酸蓄積菌の働きを利用し、高濃度のリンを汚泥に含有させて除去する	既存設備転用・経済的・無薬注
フォストリップ法	生物脱リン（嫌気/好気法）と化学的除去の組み合わせ。嫌気でリンを放出した後、凝集沈殿処理を行う	別途設備必要・安定処理・経済的

xylem Let's Solve Water
YSI a xylem brand
WTW a xylem brand
セントラル科学株式会社

ザイレム ジャパン Xylem Japan
(ワイエスアイ・ナノテック株式会社)
〒210-0023神奈川県川崎市川崎区小川町14－19浜屋八秀ビル3階
TEL : 044-222-0009|FAX : 044-222-1102

本　　社 〒112-0001 東京都文京区白山5-1-3東京富山会館ビル TEL. 03(3812)9186(代) FAX. 03(3814)7538
大阪支店 〒532-0003 大阪市淀川区宮原4-6-18新大阪和幸ビル TEL. 06(6392)1978(代)
名古屋支店 〒460-0007 名古屋市中区新栄2-1-9雲竜フレックスビル西館 TEL. 052(265)9370(代)
九州営業所 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-18-30八重洲博多ビル TEL. 092(475)4621(代)