〔4〕水処理用設備

重要な社会インフラである上下水道施設においては、温室効果ガス排出量やエネルギーコストの削減に向けて、ICT（Information and Communication Technology）やIoT（Internet of Things）を活用した新たな処理システムへの転換が活発化している。一方で、増大した下水道ストックに対しては、ライフサイクルコストの最小化や予算の最適化という観点も踏まえて、予防保全型の管理を行うとともに、下水道施設全体を一体的に捉えた計画的・効率的な維持管理と改築（アセットマネジメント）が推進されている。

このような情勢のなか、本項では、下水処理場において新たなセンサを活用することで、処理水質を確保しながら送気量を削減することを目指した硝化制御の研究成果と、老朽化施設の設備更新事例として、Web技術を採用した監視制御システムへの更新事例と、既設資産を活用した特高受変電設備への更新事例を紹介する。

4．1　アンモニア性窒素計を用いた硝化制御の研究開発

下水処理場においてアンモニア性窒素濃度を指標とし、処理水質を確保しながら送気量の削減を実現する新たな制御方式（硝化制御）の確立を目的として、京都府と“京都府流域下水道共同研究”を実施した。

1．研究期間・実証場所/規模

研究期間：2015年11月～2017年10月
実証場所：桂川右岸流域下水道洛西浄化センター
実証規模：生物反応槽設備 C系 No.3-2系列
処理能力…全体 211,000［m^3/日］
の内、4,875［m^3/日］
処理方式 … 循環式硝化脱窒法
※比較池　C系 No.3-1系列

2．研究結果

(1) 制御モデルの立案

負荷風量特性グラフ（横軸:流入窒素負荷［kg/h］，縦軸:風量/流入窒素負荷［m^3/kg］）を用いて最適な送気量閾値を求め、単位時間当たりの流入窒素負荷との積を取ることにより、送気量の削減を実現するための目標送気量を導く制御モデルを立案した。

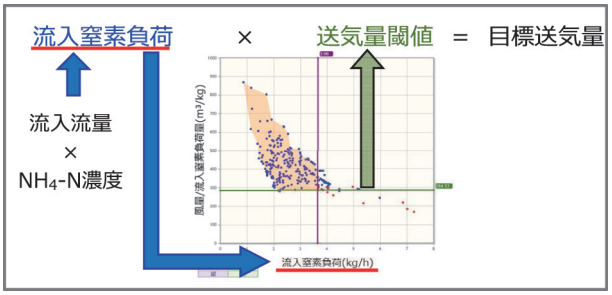

図１　負荷風量特性グラフを用いた目標送気量演算式

(2) 手動制御による制御モデルの実証

(a) アンモニア性窒素計の実用性検証

①アンモニア性窒素計の指示値と手分析値の相関係数が、約90%であることを確認した。

②“1回/月の清掃・校正”と“1回/6ケ月（以上）の部品交換”を行うことにより、安定した計測が可能であることを確認した。

結論：本研究で用いたアンモニア性窒素計は、点検を月1回行うことで、6ヶ月以上の期間にわたって精度の高い測定が可能であることが確認されたので、その測定値は、硝化制御の指標として使用することができる。

(b) 『水質の見える化』効果検証

①反応槽流入側のアンモニア性窒素濃度を計測することで、流入窒素負荷の変動が把握できた。

②反応槽流出側のアンモニア性窒素濃度を計測することで、処理水質の変動が把握できた。

結論：流入窒素負荷の変動を把握することで、変動に応じた運転操作が可能となり、送気量が削減できる可能性を見出した。
また、反応槽流出側アンモニア性窒素濃度を計測することで、処理水質の変動に、迅速かつ的確に対応することが可能となり、水質の安定に寄与する可能性を見出した。

(c) 『硝化制御』効果の検証

①負荷風量特性グラフ（分析支援ツール）を用いることで目標送気量を求めることができた。

②全体の処理水量に影響が出ないように、硝化制御の検証は、流入窒素負荷の変動が小さい午前0時～午前7時に、手動制御にて行った。

結果：目標処理水質を確保したうえで、
冬期（2月～3月）において37.5%
夏期（8月～9月）において50.7%
の送気量が削減できることを確認した。

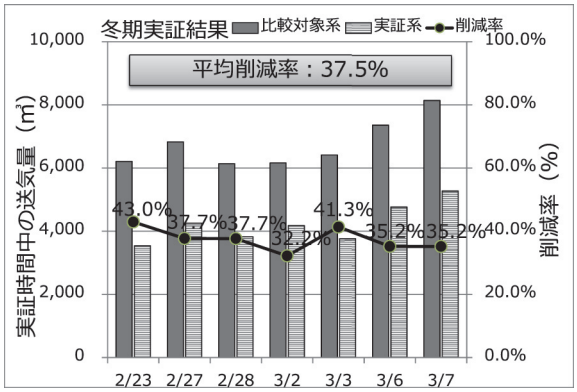

図２　冬期実証における送気量削減結果

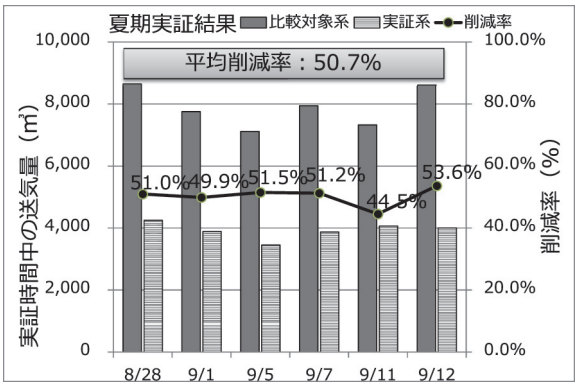

図３　夏期実証における送気量削減結果

３．まとめ

アンモニア性窒素濃度を指標とした送気量の最適化という新たな制御方式（硝化制御）により、流入窒素負荷の変動が小さい時間帯においては、処理水質を確保しながら送気量を削減できる可能性を見出すことができ、本研究開発の目的を達成した。

送気量の削減に向けては、更に規模や時間帯を拡大した検証が必要である。今後、送風機設備と池が対になるように改造し、立案した制御モデルを組み合わせることで、水処理工程の省エネルギー運転の可能性があると考えている。

本共同研究成果は、当社が推奨するSPSS-W（Smart Power Supply Systems-Water）のソリューションの一つとして位置付けられ、下水処理場における「処理水質の安定」と「エネルギーの削減」に貢献するものである。

４．２　特高受変電設備更新

京都市上下水道局　鳥羽水環境保全センター向けに、縮小形ガス絶縁開閉装置（GIS）を納入した。

鳥羽水環境保全センターは、全国的にも有数の処理能力（957,000m^3／日）を有する大規模な下水処理施設であり、京都市内では最大である。

鳥羽水環境保全センターでは、特高77kVを2回線で受電する受電所と、場内2カ所にある変電所を、特高ループで接続している。今回の工事では、受電所に設置されているGISの一部を更新した。

第1変電所のGISは、受電所とは建設時期が異なるため今回の更新対象設備ではなく、第1変電所とループ接続されている特高ケーブルと同様に流用する必要があった。今回設置するGISと既設品とは設置場所が近いため、ケーブル接続も可能であったが、その場合には、既設品にケーブルヘッドを設ける必要がある。一

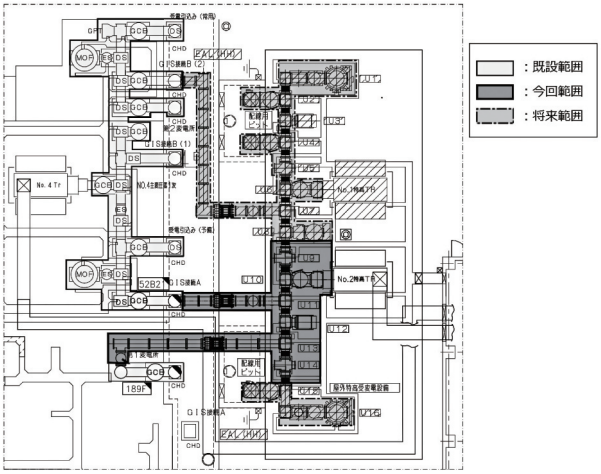

図４　特高受電設備　屋外配置図

方で、既設品の更新時期までは短期間しかなかったため、今回の工事では母線管路による接続を行って、高い信頼性を確保しながら、既存資産の有効活用と投資の適正化を実現した。

今回の更新方法は、今後の既設設備の円滑な更新と予算の最適化に寄与出来るものと考えている。

図５　特高受電設備　単線接続図

４．３　中央監視制御設備

香川県高松市東部下水処理場向けに、中央監視制御設備の更新工事として、Webサーバ型監視制御装置を納入した。本処理場は香川県下最大の施設能力83,330m^3／日を有し、高松市内の東部処理区及び旧中部処理区の一部から流入する汚水を処理し、備讃瀬戸海域へ放流することにより瀬戸内海の水環境保全を担う重要施設である。

今回納入した監視制御装置は、災害時等のリスク対策として、各電気室にWebサーバを配置し、管理棟中央監視室と各電気室に処理場全体の監視制御が行えるクライアントパソコンを設置した、安全性及び信頼性の高いシステムとしている。

更に、処理場の重要設備であるポンプ、送風機及び水処理設備に関連するコントローラは、装置を二重化する事でシステムの安定性を向上させて、重要設備の連続稼働を担保している。

また、システムの長期的な安定稼働を担保する為に、設置環境に応じて、Webサーバを収納する自立盤に吸着フィルタを設置し、ファンによる盤内加圧を行う事で、腐食性ガスの侵入防止・除去を行う対策を施している。

更に将来的には、効率的な運転維持管理を実現する為に、他の処理場やポンプ場も含めて広域管理する統合システムにも対応出来るように、大型ディスプレイ装置を設置した拡張性の高いシステムとしている。

図６　更新前の監視制御装置

図７　更新後の監視制御装置

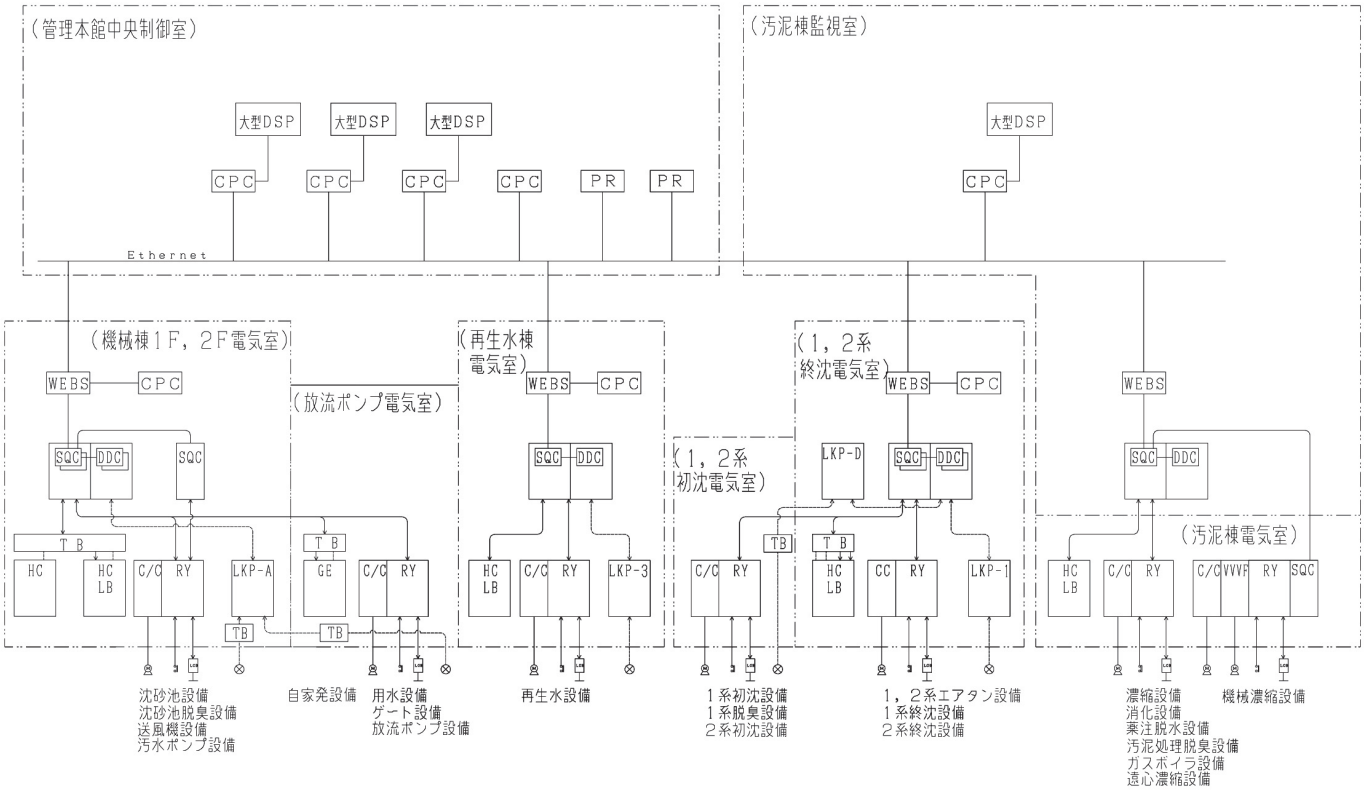

図8　システム構成図

図9　腐食性ガス対策