

小中規模の高速散水ろ床法に於ける電気設備の設計事例

株式会社三水コンサルタント

東日本事業本部

東京施設事業部

池側 友樹

長寿命化計画における再構築基本設計において、建築附帯設備や機械設備、電気設備といった設計事例が多い中、本計画では、構造躯体も含む再構築となり、事例の少ない設計となった。加えて、処理方法は、殆ど採用事例がなく、また、標準の設計基準等がない「高速散水ろ床法」を採用するものである。本稿では、これらの特殊な設計内容の中から特に電気設備に焦点をあてて、設計の考え方や検討内容を紹介し、報告するものである。

Key Word : 再構築基本設計、高速散水ろ床法、電気設備設計、全面改築

1. はじめに

高速散水ろ床法は、標準活性汚泥法やオキシデーションディッチ法といった浮遊生物処理法のひとつではなく、生物膜法のひとつである。処理方法は、生物群がろ床内にある充填されたろ材等の支持体に附着している状態で浄化する方式である。この処理方式は、簡易な浄化法で有機物の除去率が低く、ろ床蠅等の問題があるため最近では採用されていない。このことから、高速散水ろ床法を採用した下水処理場は国内で2例程度が残っている状態である。

本処理場は、昭和41(1966)年に供用を開始してから50年が経過しており、土木・建築施設についても劣化が著しく、長寿命化計画の検討において、大規模な耐震補強が必要となり、ライフサイクルコストを考慮すると、全面的な再構築という結論に至った。

2. 他職種の設計概要

電気設備の設計事例を詳述する前に、他の職種の設計内容を以下に示す。

- ①本処理場は山間部にあり、用地は傾斜地となっている。このため、ポンプ圧送の必要が無い自然流下方式を引続き採用することとした。
- ②主要な土木施設は、沈砂池、最初沈澱池、高速散水ろ床、最終沈澱池、塩素混和池等であり、再構築する計画である。
- ③主要な建築施設については、既設の管理棟の全面再構築と、新たに塩素混和池棟が計画されたが、既設を利用し、土木施設の再構築との関係で最終段階で建設することとした。
- ④機械設備については、沈砂池は、粗目スクリーン、揚砂掻揚装置、細目自動除塵機、し渣脱水機を設置する計画である。最初沈澱池と最終沈澱池は、それぞれ汚泥掻き寄せ機

（スカムパイプ付き）を設置する計画である。高速散水ろ床には、無動力かつ用地の高低差を利用した散水圧で稼働する散水機を設置する計画である。塩素混和池回りには、次亜塩素酸ソーダ注入装置、オートストレーナを設置する計画である。

※下記表に本処理場の負荷設備の概略を示す。これが、電気設備を検討するうえで前提となる条件である。

表 1：処理場の負荷設備

設備		負荷設備	備考
沈砂池設備		流入ゲート／揚砂ポンプ／細目自動除塵機／し渣脱水機	
水処理設備	最初沈澱池	初沈汚泥掻寄機	
	散水ろ床	散水機（水圧自動回転式）	無動力
	最終沈澱池	終沈汚泥掻寄機	
消毒設備		雨水用次亜塩注入ポンプ／汚水用次亜塩注入ポンプ／処理水オートストレーナ／消泡水オートストレーナ／給水装置	
その他		巻貝吸上げポンプ／巻貝スクリーン／送泥弁／返流水ポンプ／脱臭ファン／汚泥ピット攪拌機／初沈スカムポンプ	

なお、処理場の再構築（更新）工事は、第1期工事と第2期工事に分かれている。下記図に概要を示す。（計画地が狭いため、既施設を撤去・整地しながら更新作業を行う。）

	年度	29	30				31				32				33				34				35				36			
	月	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1
造成工事等																														
撤去仮設工事等																														
沈砂池																														
初沈	第1																													
	第2																													
散水ろ床	第1																													
	第2																													
終沈	第1																													
	第2																													
塩素滅菌槽																														
管理棟																														
工事工期			第 1 期 工 事										第 2 期 工 事（前期）										第 2 期 工 事（後期）							

図 1 工事工程予定表

3. 電気設備の設計事例とその内容

(1) 受電契約及び方式について

現在、本処理場は機械負荷設備が少ないため、受電契約は「低圧受電＋従量電灯」となっている。

今回の計画でも、機械設備負荷を必要最小限にとどめており、第1期目、第2期目とも機械負荷容量は計算上、50kWを超過することは無いと考えられる。このことから、受電契約は「高圧受電」ではなく、継続して「低圧受電＋従量電灯」となる計画となった。

なお、受電電圧は下記表のとおりとなる予定である。

表2：契約及び受配電の内容

負荷区分	受電契約	受電電圧	備 考
動力負荷	低圧電力	3 相 3 線 200V	
照明負荷	従量電灯	単相 3 線 200V/100V	

(2) 自家発電設備について

現在、本処理場には定置型の自家発電設備は設置されていない。処理場はその地形的条件から、汚水の流れがポンプ送水方式ではなく自然流下方式となっている。また、処理方式は、曝気装置を用いる活性汚泥法ではなく、無動力方式の生物膜法となっている。

そのため、主要な処理は、機械負荷が稼働していなくても、最低限可能となっている。

上記の理由から今回の計画で、定置型の自家発電設備を設置する計画は無く、停電時等の非常時の都度、可搬式の発動発電機を配電盤に接続し、汚水処理に必要な必要最低限の機械負荷設備（下記表3参照）を稼働させる計画が最適であると考えた。

なお、必要最低限の機械負荷設備については、機械設備側と調整を行った結果、下記表のとおりとなった。なお、可搬式の発動発電機の容量は20kVA級以上あれば、必要容量を満足する。

表3：自家発対象負荷設備

設備名称	負荷名称	備 考
沈砂池設備	・流入ゲート／細目自動除塵機	
初沈終沈設備	特になし	
消毒設備	・雨水用次亜塩注入ポンプ／汚水用次亜塩注入ポンプ／緊急放流ゲート	

※細目自動除塵機が停止するとスクリーンにゴミがたまり沈砂池水路の流水が阻害される恐れがある。次亜塩注入ポンプが停止すると処理水を消毒できなくなる。ゲートの運転ができないとゲートの開閉ができなくなり、処理場に一部浸水被害が生じるこ

ととなる。これらの理由から、自家発電対象設備とした。

(3) 特殊電源設備について

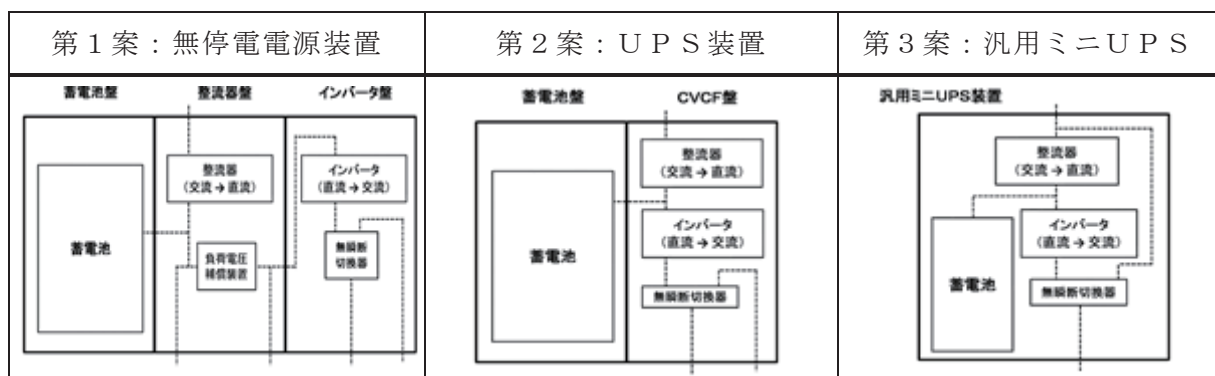
維持管理上重要性の高い機器に対しては、商用電力停電等の非常時においても、安定した制御電源を給電する必要がある。(高圧受電の場合、直流電源が必要となる設備があるが、今回の計画では特にない)

なお、特殊電源装置の方式については、下記3案のうち、近年の実績や経済性、設置スペース等を考慮して、「第3案：汎用ミニUPS方式」とする計画である。(※故障や点検時には商用バイパス回路に切り替える予定)

- ・第1案：無停電電源装置「蓄電池盤＋CVCF盤＋直流電源装置」方式
→直流と交流、両方の電源を出力できる方式。今回の計画では直流電源を使用することがないため、過剰な設備となる。費用は最も高く、設置スペースも広い。信頼性も高い。耐用年数は約15年。
- ・第2案：UPS装置「蓄電池盤＋CVCF盤」方式
→交流電源の出力のみの方式。今回の計画に適した設備である。費用は高い。設置スペースは第1案よりは狭い。信頼性も高い。耐用年数は約15年。
- ・第3案：汎用ミニUPS方式
→交流電源の出力のみの方式。小型で設置スペースは他の2案と比較して広く取る必要はない。内蔵蓄電池の交換サイクルが2～3年と他案(長寿命形蓄電池式で15年)より短く、耐用年数も約7年と短い。また、故障のリスクも若干高い。ただし、初期費用は安価である。

※下記表に各案の概略図を示す。

表4：特殊電源設備の概略回路図



注) 表中の黒太囲い線は盤、黒点線は配線回路、黒細囲い線は盤内主要装置を示す。

(4) 計装設備について

今回の計画において、M処理場で測定する予定の項目を下記表にまとめる。

表5：測定項目及び計測設備

測定予定項目	選定予定機種	用 途
着水井水位	投込み圧力式水位計	多流入時、特定の水位で流入ゲートを閉めて下流側を守る
汚水用塩素混和池放流量	潜水形電磁式流量計	通常処理した汚水処理水の放流量を測定
雨水用塩素混和池放流量	堰式流量計	簡易処理した雨水処理水の放流量を測定
次亜塩貯留タンク液位	差圧式水位計	次亜塩貯留タンク内の薬品の量と液位を測定
送泥ピット液位	投込み圧力式水位計	汚泥ピットに貯留している汚泥の液位を測定
送泥濃度	超音波濃度計	湯沢水質管理センターに送る汚泥の濃度を測定
送泥流量	電磁式流量計	湯沢水質管理センターに送る汚泥の量を測定
気温	測温抵抗体式温度計	処理場の気温を測定
降雨雪量	転倒ます形雨雪量計	処理場に降る降水量（雨と雪の量）を測定 ※ヒータ付

(5) 運転操作設備について

今回の計画における機械負荷への給電・運転操作は、次のとおりとする。

当初：動力制御盤を設置して管理を行う。なお、再構築工事終了まで、既設の機械負荷設備が引続いて稼働することとなるが、これらは、既設の動力制御盤等で管理を行う。

将来：設備の更新時には一括集中管理の方針とし、コントロールセンタと補助継電器盤を組合せた運転操作方式とする。

※補 足：管理棟の建設は、機械及び電気設備の更新に合わせた時期の計画となっている。このため、再構築工事にて設置した動力制御盤は、適化法や標準耐用年数を超過するまで使用し、超過後の更新で給電・運転操作方式を改めて、管理棟に移設を行う方針である。

また、現場操作盤については、機械負荷の設置場所、機械負荷間の関連性や操作性を考慮して設置を行う方針とした。

(6) 監視制御設備について

今回の計画において、処理場内のトレンドや稼働状況を把握する監視制御装置と、処理場内の情報を他処理場へ送るための遠方監視制御装置は、下記のとおり計画を進めることとした。

監視制御装置については、監視盤と計装盤を機能統合させて監視計装盤とする。なお、D S P 監視制御装置は機能過大であると考えられる。

遠方監視制御装置については監視計装盤とは別に設置することとする。現在、子局は本処理場、親局は近隣にあるY処理場にそれぞれ設置されている。今回の配置案としては、引続いて子局を本処理場に設置する。なお、親局は既設の中央監視盤の一部分に附されているが今回、本処理場分の機能を切り離すこととする。加えて、一部負荷設備（緊急放流ゲート等）の操作を行える様に操作スイッチや指示計等の機能を附することが望ましいと考えた。

なお、別途に維持管理者や他処理場や施設に異常を知らせるため、非常通報装置を設置する計画とした。

4. まとめ

今回の設計において、本処理方法に適合した『設計基準』や『設計指針』がない中であつたが、オキシデーションディッチ法や標準活性汚泥法などの一般的な『設計基準』や『設計指針』、『下水道施設計画・設計指針と解説』の基本的な考え方を準用することで、設計を進めることが出来ることが判明した。

さらに、私見であるが、電気設備設計で重要な事柄や事項は、処理方法の差より、機械負荷の数の差や維持管理上での要求、最新の技術動向によるところが、大きいと感じられた。ただし、今回の設計は一事例でしかないため、今後の詳細設計及び維持管理のフォローアップなどにより、このような特殊設計の設計手法に関する知見を深めていきたいと考える。

これからの詳細設計においては、処理方法の特性に配慮しつつ、上記の点を踏まえて効率的な電気設備の構築設計を進める所存である。