

〈研究発表〉

下水道施設の発電設備制御と再整備事業手法

勝木 弘 樹¹⁾, 石 原 卓 磨¹⁾¹⁾横浜市環境創造局下水道施設部下水道設備課
(〒 231-0005 神奈川県横浜市中区本町 6-50-10 E-mail:ks-setsubi@city.yokohama.jp)

概 要

横浜市下水道施設では、機械・電気設備等の老朽化に対応するため、再整備に計画的に取り組んでいる。このうち、発電設備については現在 80 台設置されており、2030 年度までに再整備が集中する見込みであり、安定的な下水道サービスを提供するため、計画的に再整備を進めている。ここでは、現在行っている発電制御や発電設備を再整備するにあたり検討が必要となる制御について、過去の事例を用いて報告する。

キーワード：発電制御，発電設備，再整備事業
原稿受付 2023. 6. 30

EICA: 28(2・3) 82-84

1. はじめに

横浜市では、昭和 37 年に中部水再生センターが最初の終末処理場として稼動して以来、水再生センターが 11 か所、ポンプ場が 26 か所、汚泥資源化センターが 2 か所稼働している。(Fig. 1) 機械・電気設備は、耐用年数が比較的短く急激に老朽化が進行していくため、再整備を計画的に取り組んでいる。このうち、降雨時や停電時の電力を確保するための発電設備は下水処理や排水機能を確保する上で重要な設備であり、現在水再生センター等で合計 80 台設置されている。発電設備の再整備についても計画的に進めており、これまでに 32 台の発電設備の再整備が完了している。本稿では、発電設備の再整備するにあたり検討が必要となる制御について、過去の事例を用いて報告する。

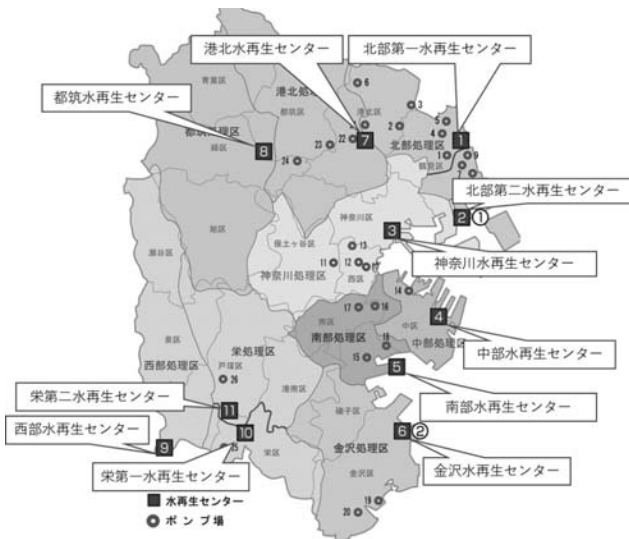


Fig. 1 Wastewater treatment plants in Yokohama

2. 発電設備の現状と再整備計画

発電設備の耐用年数は、国の標準耐用年数 15 年に対し、横浜市では、目標耐用年数を 2 倍の 30 年で再整備を計画している。現在、1990 年代以前に設置された発電設備が多く、既に目標耐用年数を超過している設備や今後目標耐用年数を超過する設備が増大することから、2030 年度までに発電設備の再整備が集中する見込みであり、計画的に取り組むことが急務となっている。(Fig. 2)。

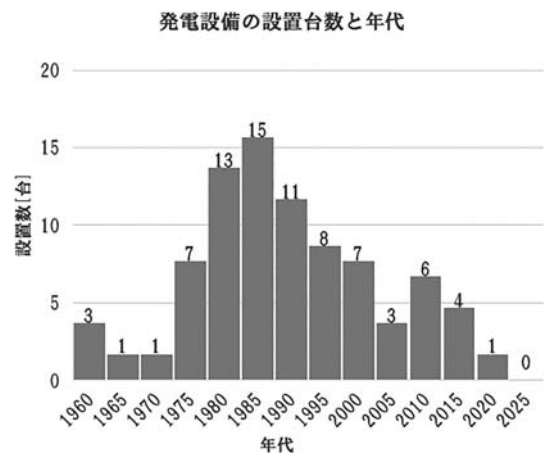


Fig. 2 Number and age of power generation facilities

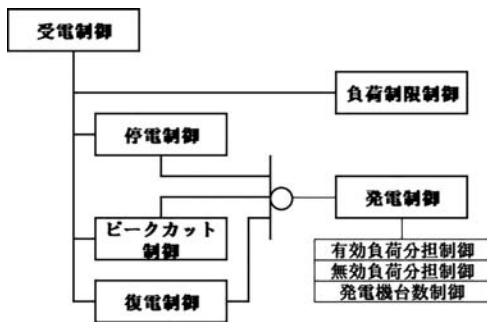
3. 発電設備の制御

下水道施設における発電設備の機能は降雨時及び停電時の電力を確保することである。降雨時には雨水を排水するためのポンプ等が運転する必要があるが、雨水ポンプは電動機容量が大きいため、全て買電で賄う

と契約電力及び受電設備容量が大きくなるため、ピークカット制御により降雨時に運転する雨水ポンプ等を発電電力により賄っている。

電力会社からの給電が停電した時には、発電設備が自動で運転し、遮断器が自動で切り替わり、発電電力で施設の電力を賄う。その後、電力会社からの給電が復電し、復電制御が開始した際には、遮断器が自動で切り替わり、平時の給電状態となった後に、発電設備が自動で停止される。

主な発電設備の制御ブロック図を Fig. 3、晴天時における下水道施設の単線結線図を Fig. 4、雨天時における下水道施設の単線結線図を Fig. 5 に示す。



ピークカット制御	契約電力を超えると予想された時、自家発を開始し、買電側の負荷を自家発側に移行させ、買電側の負荷を軽減させる制御。 特別高圧の多く及び一部高圧受電施設では、買電側配電系統と逆潮流無く一時連携し、無停電で配電パターンを切替えて負荷移行する。
停電制御	買電が停電となった時、自家発を開始させ買電側の負荷を自家発で賄う制御。
復電制御	買電復電後、負荷を買電側へ移行し、自家発を停止させる制御。
負荷制限制御	契約電力と発電機容量を超えないように負荷を制限する制御。
有効負荷分担制御	自家発2台以上運転時、有効電力を平衡に分担する制御。
無効負荷分担制御	自家発2台以上運転時、無効電力を平衡に分担する制御。
発電機台数制御	発電要求量に基づく演算処理をし、2台以上の発電機の起動・停止順位に従い起動・停止指令する。

Fig. 3 Control block diagram of power generation facilities

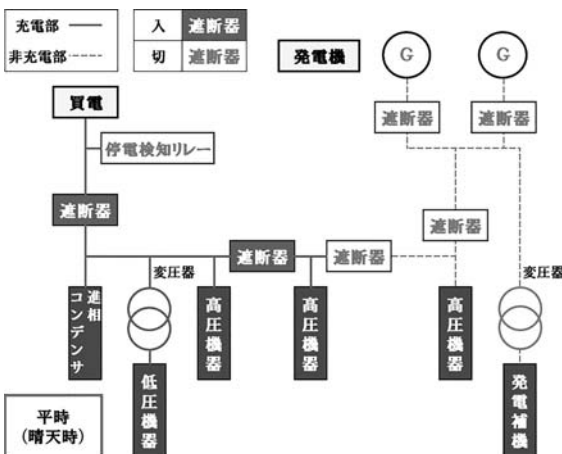


Fig. 4 Skeleton diagram of a sewerage facility in fine weather

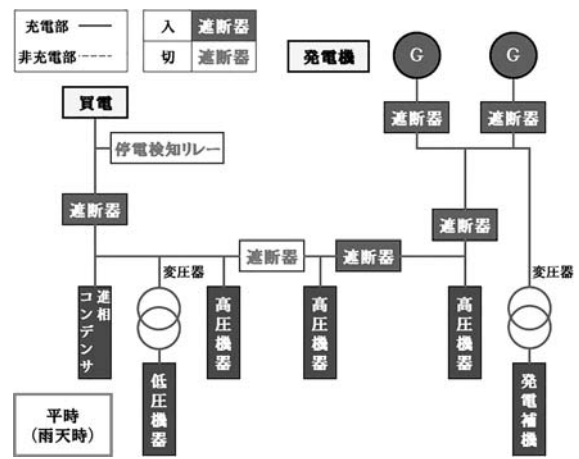


Fig. 5 Skeleton diagram of a sewerage facility in rainy weather

4. 再整備時における電力の確保

発電設備の再整備の理想は、既設発電設備に影響なく稼働させたまま、新しく発電設備を設置し、完全に切り替えた後に既設を撤去することである。しかし、現状は敷地内に十分な空きスペースがなく、既設発電設備を撤去しながら空いたスペースに設置しなければならないことがある。そのような場合には、撤去から新設するまでの期間における電力を確保するための対応が必要となる。

対応方法は、仮設発電設備を設置するか、電力会社からの買電量を増やすか、もしくはそのどちらも実施することのいずれが多い。

仮設発電設備を設置する場合には、発電設備を設置できる空きスペースや騒音や排煙等の周囲への影響を検討する必要がある。また危険物の取扱規制に関する政令及び規則により、発電設備の燃料使用量に応じた消防設備の設置が義務付けられている。

電力会社からの買電量を増やす際には、契約電力を増大させる方法と工事期間中のみ仮設受電設備を設置し別回線で臨時受電する、もしくはそのどちらも実施する方法がある。契約電力を増大させるのみで対応できれば、仮設受電設備を設置する必要がなく、経済性や施工期間等で優れている。しかし、必要となる電力に対し、既存の遮断器、変圧器及びケーブル等の容量が足りるか確認する必要がある。

契約電力の増大及び臨時受電を実施する際には、契約可能な電力は上限があるため、電力会社と協議し、必要となる電力を契約可能か確認する必要がある。

仮設発電設備の容量、増大させる契約電力及び臨時受電の必要性等は、信頼性、経済性、安全性及び施工期間等を総合的に判断して再整備事業ごとに対応方法を選定する必要がある。

5. 再整備における発電制御の事例

今回事例として挙げる事業は港北水再生センターで所管する新羽ポンプ場に設置されている発電設備の再整備である。新羽ポンプ場は横浜市港北区の市街地に立地し、敷地に余裕が無く発電設備を新設した後に、既設を撤去する手法が採用できない。汚水中継ポンプ場のため、24時間365日施設が稼働しており、また、降雨時には雨水排水もしている。このため既設の設置スペースを最大限活用し、必要な電力を確保した上で、撤去・新設を施工する必要がある。

工事期間中における雨天時の新羽ポンプ場の単線結線図を Fig. 6 に示す。

工事期間中は、既設発電設備 5,625 kVA×2 台分の電力を確保する必要があり、仮設発電設備の設置、契

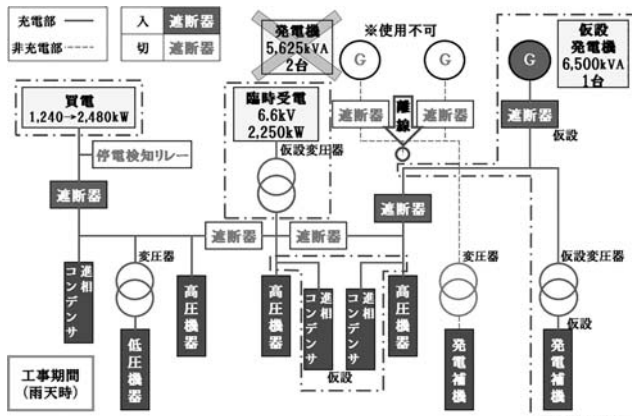


Fig. 6 Skeleton diagram of Nippa pumping station during construction in rainy weather

約電力の増大及び臨時受電の全てを講じて次の対応を行った。

仮設発電設備を設置したため、既設発電設備が動作するために必要な制御から仮設発電機を動作させるために必要な制御に変更した。

契約電力の増大及び臨時受電を実施したため、工事期間中にピークカット制御により仮設発電設備が運転する電力量は、平時に発電設備が運転する電力量より大きな設定値にしている。

仮設発電設備、臨時受電、既存の給電ラインで系統連系をできる機能を設けていないため、工事期間中は既存の系統連系機能が動作しないようにし、また母線連絡用の遮断器が常時「切」となるインターロックを追加している。

また発電設備は変動する負荷に対し高速かつ高精度に制御する必要があり、起動・停止条件、周波数変動、電圧変動、遮断器動作タイミング、発電補機の動作及び保護装置等、制御項目は多岐にわたる。

6. まとめと今後について

発電設備の再整備事業は、ストックマネジメント計画に基づき計画的に実施している。今後も48台の再整備を進める上で施設毎に更新時及び更新後に適した制御を構築することに加え、設置条件や周辺環境、関係法令など様々な制約条件の中で最適な手法により再整備をする必要がある。今後も再整備が増えていく中で、厳しい設置状況のものも数多くあるため今回の経験を基に工夫しながら再整備を行っていく。