

## 2-4-3 森ヶ崎水再生センター太陽光発電設備工事の設計について

建設部 設備設計課 根岸 雄一郎

### 1. はじめに

東京都の下水道事業は、汚水の処理による生活環境の改善、浸水の防除及び公共用水域の水質保全等、非常に重要な役割を担っている。一方、下水を処理する過程で大量の温室効果ガスを排出しており、その量は都庁の事業活動で排出される温室効果ガスの約 38%（2012 年度実績）を占め、東京都下水道局（以下、「当局」という。）は温室効果ガス排出量の削減に対する大きな責務を負っている。

当局は、温室効果ガス排出量の削減を「アースプラン 2010」、「経営計画 2013」に基づき実施している。さらに、2014（平成 26）年 6 月に策定したエネルギー基本計画「スマートプラン 2014」においても、「総エネルギー使用量に対する再生可能エネルギー等の割合を 2024（平成 36）年度までに 20%以上にすること」を目指しており、温室効果ガス排出量削減に加え、省エネルギー、創エネルギーの取組をさらに加速、進化させている。

本稿では、これら取組に位置付けられた未利用・再生可能エネルギー活用の一環である太陽光発電の導入として、森ヶ崎水再生センター（以下、「当センター」という。）で施工中であるメガワット級（1,000kW）太陽光発電設備の概要及び機器構成の検討等について報告する。

### 2. 施設概要

当センターは、大田区の全部及び世田谷・品川・目黒各区の大部並びに渋谷・杉並区の一部等の地域から流集する下水を処理して東京湾に放流する施設である。

処理施設は平和島運河を挟み東西に分かれており、それぞれ“東処理施設”、“西処理施設”と呼んでいる。

### 3. 森ヶ崎水再生センター太陽光発電設備

#### (1) 特徴及び配置計画

太陽光発電は、温室効果ガスの発生がゼロであることと、稼働部分を必要とせず維持管理面で有利であり、一般家庭も含めて導入が比較的容易な再生可能エネルギーであるが、大規模の太陽光発電設備を構築するためには、エネルギーの特性上、規模に応じた設置面積を確保することが前提であり、用地買収等の課題が大きい。

当局では、下水処理に係る広大な敷地面積に着目し、上部空間の有効利用を図る方法として、処理施設における臭気対策用の蓋（以下、「覆蓋」という。）に太陽光発電設備を構築することを計画した（図 1）。また、当センターの東処理施設における反応槽 4 系統のうち、1・2 系反応槽については全体的に施設の老朽化が進んでおり、特に反応槽の覆蓋について更新時期を迎えていたため、覆蓋の更新と合わせて太陽光発電設備を施工することとした。

通常、太陽電池モジュールについては、固定用の専用の架台が必要となり、設置箇所の制約条件となっている。そこで、老朽化した覆蓋の更新に併せ、太陽電池モジュール架台と覆蓋機能を兼ねた架台を採用し上部空間の有効利用を行った（図 2）。また、太陽電池モジュールを覆蓋上部に配置することにより、FRP 製である覆蓋の紫外線による劣化を防ぎ、補修塗装にかかる費用削減も期待できる。

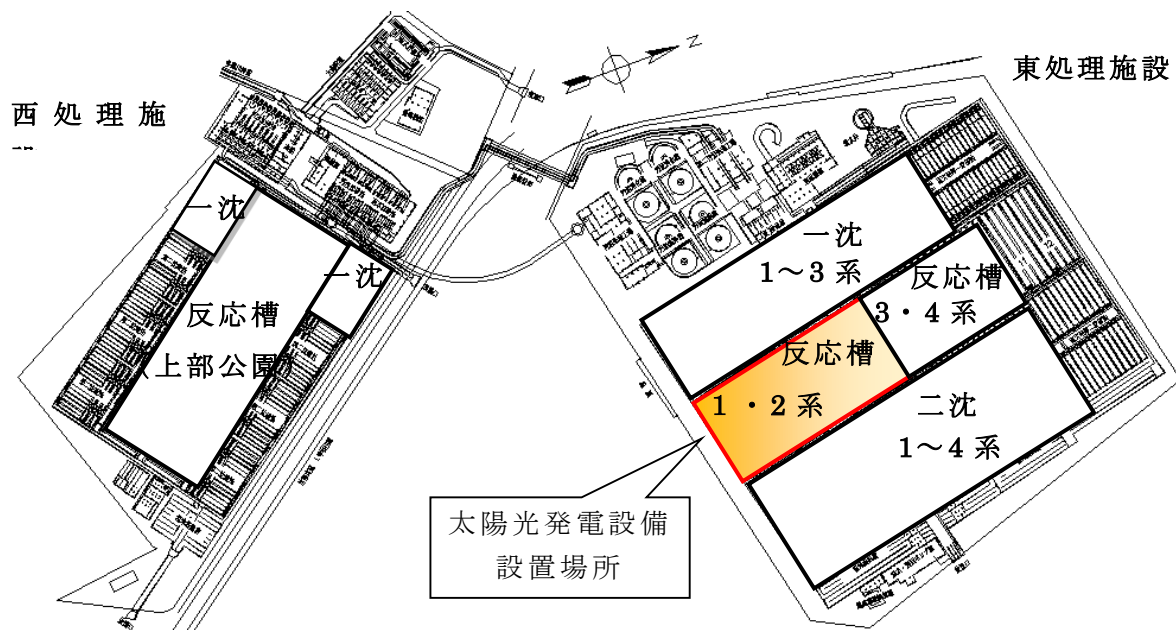


図 1 太陽光発電設備設置場所

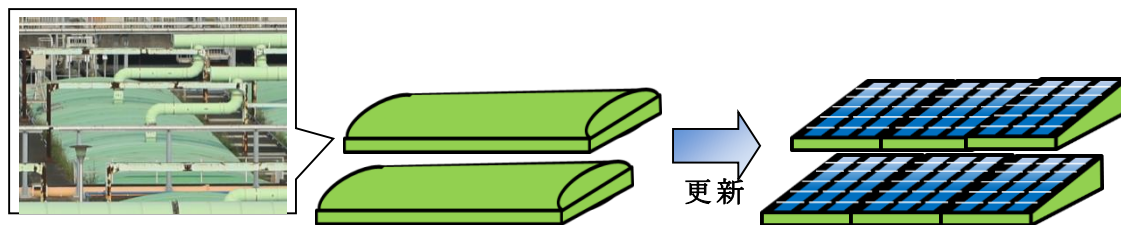


図 2 太陽電池モジュール架台兼用覆蓋イメージ

(2) 太陽光発電設備の構成及び発注仕様

今回導入する太陽光発電設備の構成を図 3 に、発注仕様を表 1、表 2 に示す。

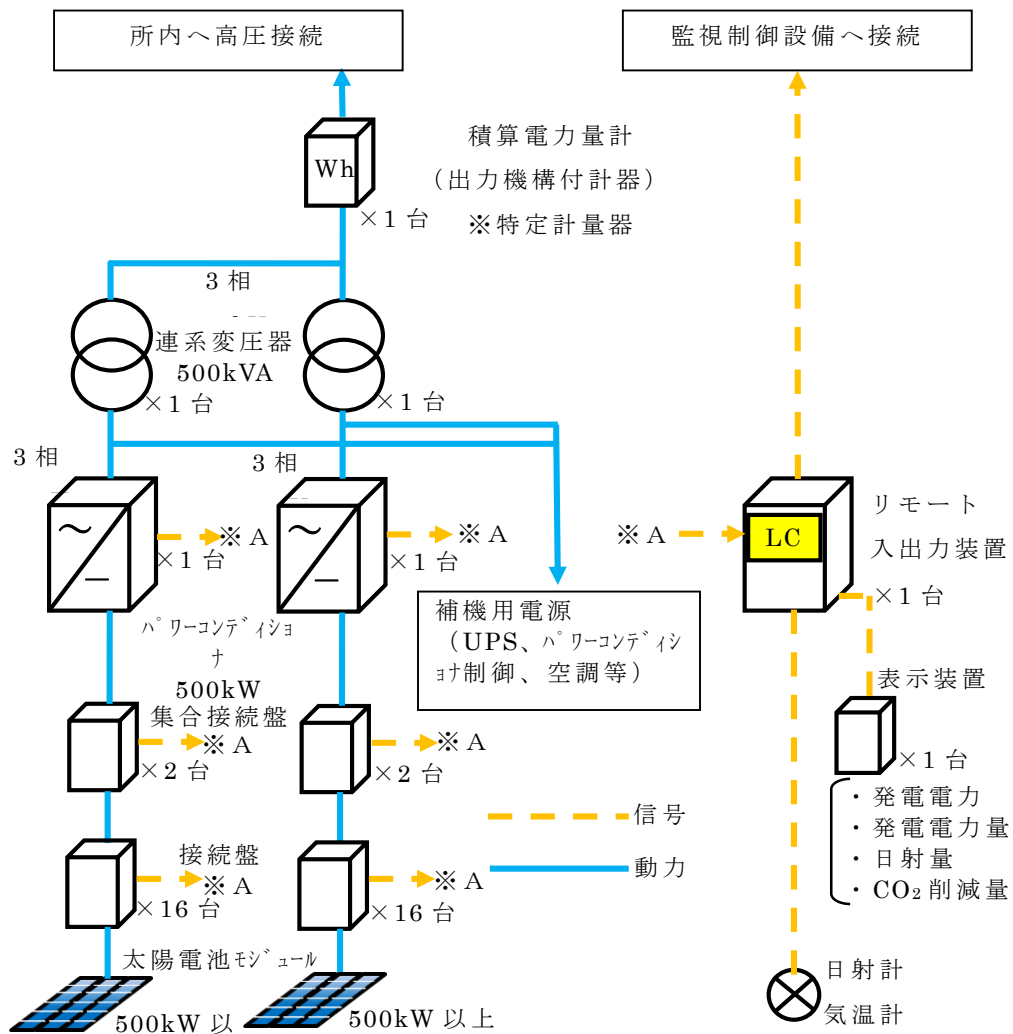


図3 太陽光発電設備の構成

表1 太陽電池モジュールの発注仕様

	仕様
公称最大出力	1,000kW以上
備考	架台…ガラス繊維強化プラスチック製 (反応槽覆蓋機能を兼ねる)

表2 交直変換装置(パワーコンディショナ)の発注仕様

	仕様
定格容量及び台数	500kW×2台
総合効率	95%以上

### (3) 主要機器の検討内容

太陽光発電設備における主要機器の主な検討内容は、次のとおりである。

#### ア 交直変換装置（以下、「パワーコンディショナ」という。）

太陽電池モジュールにて発電した電気は直流であるため、パワーコンディショナで交流に変換する。今回導入するパワーコンディショナについては、500kW×2 台構成（計1,000kW）とした。これは、経済性及び機器故障や保守等に伴う停止の影響等を、総合的に評価したものである（表 3）。

表 3 パワーコンディショナ構成比較

容量及び台数	250kW×4 台	500kW×2 台	1,000kW×1 台
イニシャルコスト	○	◎	△
冗長性	パワーコンディショナ(1 台)故障時に 250kW 出力低下 ○	パワーコンディショナ(1 台) 故障時に 500kW 出力低下 △	パワーコンディショナ (全 1 台)故障時に 1,000kW 出力低下 ×
設置スペース	5.76 m <sup>2</sup> (1.2m×1.2m×4 台) △	2.66 m <sup>2</sup> (1.9m×0.7m×2 台) ○	5 m <sup>2</sup> (5.0m×1.0m×1 台) △
総合評価	△	○	×

#### イ 所内連系設備

パワーコンディショナで変換された電気については、太陽光発電専用の変電設備（高圧変圧器等）をパワーコンディショナ直近に新設し、所内へ高圧連系を行うこととした。

太陽電池モジュールの発電出力は低圧であるため、高圧と比較して電圧降下等の損失が大きく、特に 1 系統あたり 500kW と大容量なのでケーブルサイズが大きくなる。また、付近の電気室における配線スペース等に余裕がなく、大容量の低圧ケーブルの布設は困難であった。このため、パワーコンディショナ及び変電設備を太陽電池モジュールの直近に設置することで、低圧ケーブルを最短距離とし、以降、所内への接続点までの配線は高圧ケーブルを採用した。

#### ウ 情報収集装置及び計測器

エネルギー管理を目的とした情報収集のため、発電した電力量と相関性のあるデータである日射強度及び外気温度について計測器を導入した。さらに、太陽光発電設備の状態、故障及び計測信号を当センターの既設監視制御設備に接続するため、リモート入出力装置（情報変換装置）を導入した。なお、リモート入出力装置は、太陽電池モジュール数千枚

規模にわたる故障箇所及び状態判別等を現場で容易に行うため、専用の液晶表示装置を内蔵するものとした。

#### エ 太陽電池モジュールの傾斜角度

太陽電池モジュールについては発電効率を高めるために適度な傾斜角度が必要であるが、太陽電池モジュールの傾斜角度を増加させた場合は、その端部の高さも増加する。その場合、影の影響により後方の太陽電池モジュールに十分な太陽光が照射されなくなることを防ぐため、前後の設置間隔を広げる必要がある。今回、既設覆蓋と同位置で、太陽電池モジュール付覆蓋に置き換えるため、太陽電池モジュールの前後間隔を調整することができない。このため、影による影響と発電電力量を考慮して、太陽電池モジュールの傾斜角度を $10^{\circ}$ とした。

## 4. 環境価値の利用方法

### (1) 総量削減義務と排出量取引制度の概要及び環境価値利用のための対応

当センターは、都民の健康と安全を確保する環境に関する条例（環境確保条例）に基づく総量削減義務と排出量取引制度（以下「本制度」という。）における対象事業所として東京都環境局より指定を受けている。本制度の対象となる事業所は、都内におけるエネルギー消費量の特に多い事業所に限定され、都内に約 1400 事業所が存在する。当センターについても対象事業所としての指定を受けており、温室効果ガス排出量は当局で最も大きい。

本制度対象事業所では、年度ごとに温室効果ガス排出量を算定し、過去の温室効果ガス排出量から算定される基準排出量と比較して、2010 年度以降の各計画期間内に一定割合以上の温室効果ガス削減義務が課せられる。また、義務不履行の場合の罰則も規定されている。

温室効果ガス排出量削減のためには、省エネ化の推進や排出量取引による削減量の調達等の手段が存在するほか、本制度では再生可能エネルギーの導入を推進しており、再生可能エネルギーにより発電した電気については、付加価値と合わせて 1.5 倍分の温室効果ガス削減量が認められる。

本制度において、計量した電力量が環境価値として認められるためには、次の点に注意が必要である。

ア 発電電力を計測するための積算電力量計は、計量法に基づく特定計量器とする必要がある。

なお、変成器付計器の場合は、変成器等についても合わせて検定を受ける必要がある。

イ 計測した電力量の情報を目視等により直接管理せず、監視制御設備における帳票データ等を根拠にする場合で、積算電力量計に発信装置付計器（パルス方式）を採用する場合は、監視制御設備を含めて特定計量器としての検定を受ける必要がある。なお、積算電力量計について出力機構付計器（電文方式）を採用する場合は、監視制御設備の検定は不要である。

ウ 発電補機（UPS、パワーコンディショナ制御、空調等）及び送電補機（昇圧用の変圧器）により消費した電力については、環境価値として認められないため、個別計測によ

り全発電電力から差し引くか、これらの補機類があらかじめ控除された地点による計量が必要である。

(2) 今回の太陽光発電設備における対応

計量方法について東京都環境局と事前協議を行い、発電電力量を算定するための積算電力量計を1台設置することとした(図3)。設置時の検討内容については、次のとおりである。

ア 積算電力量計は特定計量器とした。また、容量が大きく、変成器付計器を採用したため、電力量の計測に必要な接地形計器用変圧器及び変流器と併せて検定を受けるものとした。

イ 当センターは設備規模が大きく、目視等による個別の計測では対応が煩雑となるため、監視制御設備における帳票データ等を根拠にすることとした。このため、積算電力量計単体で検定を受けることができる出力機構付計器(電文方式)を採用した。

ウ 積算電力量計を連系変圧器一次側に設置することで、発電補機及び送電補機により消費した電力を控除した電力量が直接計測できるため、積算電力量計は1台とした。

## 5. 導入効果(想定)

(1) 年間発電電力量

今回の太陽光発電における年間発電電力量は約112万kWhである。この値は、当センターで1年間に使用する電力量の約1%程度であり、発電した電力は当センター内で全て自家消費される。なお、年間発電電力量は「太陽光発電システムの発電電力量推定方法(JISC8907:2005)」に基づき算定した。

(2) 温室効果ガスの年間削減量

前項で算定した年間発電電力量に、単位電力量あたりの温室効果ガス排出係数(※1)を乗じることによって算定される、温室効果ガス削減量は約428tCO<sub>2</sub>である。これは、森林面積換算(※2)で約119ha程度である(代々木公園の約2倍相当)。

(※1) 第一計画期間(2010~2014年度)の排出係数(0.382 tCO<sub>2</sub>/千kWh)を採用。

(※2) 森林面積換算値は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)資料による。

## 6. 周辺環境に及ぼす影響

太陽光発電については、太陽電池モジュールによる光の反射に伴う「光害」の影響が懸念される。今回は次の点について検討及び調査し、防眩対策は行わないものとした。

(1) 近隣住民に対する影響

太陽電池モジュールの方向は海側であり、当センター東処理施設の周囲には、隣接する住宅及び高層建築物等がなく影響はない。

(2) 航空機に対する影響

当センターは東京国際空港に近接しており、付近上空は離発着する航空機が通過する頻度が高い。このため、国土交通省東京航空局東京航空事務所に航空法等の規制について確認したところ、太陽電池モジュールの反射光に対する規制はなく、灯火にも該当しないため、問題ないことが確認できた。

## 7. おわりに

当局では、葛西水再生センターにて 490kW の太陽光発電の導入実績があるが、メガワット級の太陽光発電の導入は初である。

今回導入する太陽光発電設備では、老朽化した覆蓋の更新タイミングを利用したことで、施工の合理化及び上部空間の有効利用を同時に実現できた。

なお、覆蓋の更新は 1・2 系反応槽の全てに対して行うが、太陽電池モジュールは、採用する製品の効率・形状等により覆蓋全てを覆い尽くせない。太陽電池モジュールで覆えない箇所は紫外線による劣化が懸念されるため、設置箇所と同様に紫外線対策が必要である。これについては、保守性に優れ、景観に調和した方法を前提として、詳細仕様を決定していく必要がある。

以上の検討も含め、引き続き関係者との調整を密に行うことで、太陽光発電設備としての全体品質の向上に貢献していく。