2-3-2 反応槽上部空間を有効活用した大規模太陽光発電設備の設置について

建設部 設備設計課 梅田 裕介

1. はじめに

東京都下水道局では、スマートプラン 2014 に基づき、2024 年度までに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 20%以上とすることを目指し、再生可能エネルギー活用拡大に取り組んでいる。また、東日本大震災の発生を契機に、停電などの非常時にも下水道機能を維持するために、分散型電源の導入など、エネルギー危機管理対応の強化が求められている。

今回、森ヶ崎水再生センターに大規模太陽光発電設備（1000kW）を設置した。反応槽（処理能力 66 万 m^3/日、広さ約 20,000m^2）上部の覆蓋に太陽電池モジュールを配置することで、上部空間の有効利用を図った。ここでは、太陽光発電設備の概要及び太陽電池モジュールを設置した覆蓋等について報告する。

2. 森ヶ崎水再生センターの概要

森ヶ崎水再生センターは羽田空港の北西部に位置し、大田区の全部、品川、目黒、世田谷区の大部分、渋谷、杉並区の一部及び武蔵野、三鷹、府中、小金井市の一部並びに調布、狛江市の全部と東京湾埋立地の一部からの下水を処理し、東京湾に放流する施設である。処理施設は東西に分かれ、東処理施設、西処理施設と呼ぶ（図 1）。

表 1 森ヶ崎水再生センター概要

処理面積	19,242ha
処理能力	1,540,000m^3/日
敷地面積	415,309m^2

図 1 森ヶ崎水再生センター

図 2　太陽光発電設備設置状況

3.　森ヶ崎水再生センター太陽光発電設備

3.1　設置状況

太陽光発電設備は森ヶ崎水再生センター東処理施設内に設置した（図 2)。設置面積は約 20,000m^2、パネル枚数は 4,480 枚、出力は 1,120kW である。

森ヶ崎水再生センターは周囲に太陽光を遮るような高い建物が存在しないため、効果的な発電が期待できる。また、反射光等も問題にならない環境であったため、防眩処理等も不要であった。

3.2　太陽光発電設備架台について

3.2.1　架台機能付覆蓋

太陽光発電は、温室効果ガスの発生が無く、環境負荷の少ない発電設備であるが、大規模に太陽光発電設備を構築するためには広大な敷地の確保が不可欠である。特に東京のように空地が少ない地域で、必要な設置面積を確保することは大きな課題である。

一般的に太陽電池モジュールは、固定するために専用架台が必要となるため、架台を設置する空間を用意しなければならない。下水道施設の上部は臭気対策用の覆蓋を設置しているが、通常の覆蓋では、覆蓋の上部に太陽電池モジュール架台を設置することは困難である。今回は、覆蓋の老朽化が進行しており、覆蓋自体の更新を計画している時期であった。そのため、既設の覆蓋を撤去し、太陽電池モジュール架台の機能が付いた新たな覆蓋を設置することで、覆蓋上部に太陽電池モジュールを設置可能な環境を作り出した。今回設置した覆蓋は、太陽電池モジュールが効率よく太陽光を受けられるよう、傾斜をつけた形状となっている（図 3)。

図 3　架台機能付覆蓋設置状況

3.2.2　架台設置角度

太陽光から受けるエネルギーを効率的に活用するためには、太陽電池モジュールの設置角度を最大限の日射量を得られる角度に設定することが重要である。東京都においては、太陽光パネルの設置角度を 30°にすると日射量が最大となることが知られている。図 4 に設置角度 30°であった場合を 100%とした、設置角度による日射量の変化を示す。設置角度が 10°を下回る又は 50°を超える範囲になると著しく日射量が低下することが分かる。

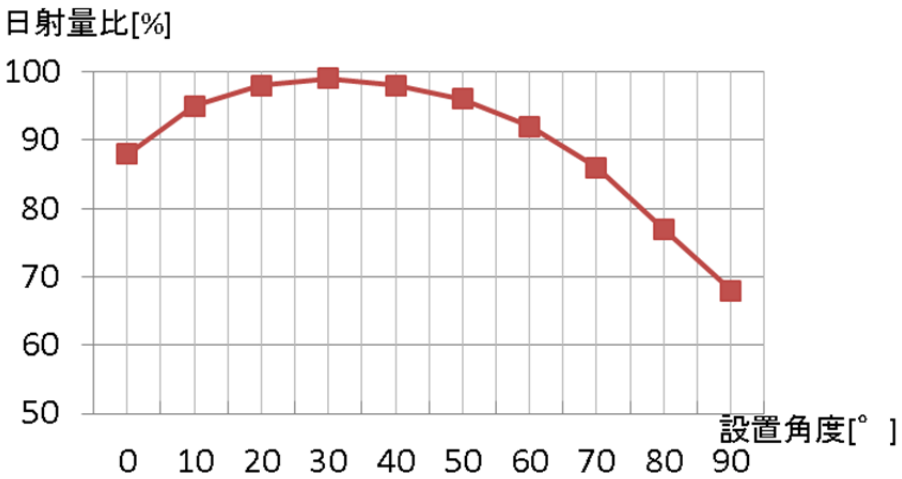

図 4　太陽光パネル設置角度による日射量比較

太陽電池モジュールの設置角度は 30°とすることが望ましいが、設置角度を増加させると太陽電池モジュール自体の高さが増加する。太陽電池モジュールの高さが大きい場合、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。太陽電池モジュールに影が差すと、影が差している部分の発電能力が低下するだけでなく、付近に設置されている同じ系列の太陽電池モジュールの発電能力を不安定にさせてしまうおそれがある。そのため、通常は、太陽電池モジュールの設置間隔を調整することで影の影響を

受けないよう改善する。しかし、今回は覆蓋の上部に太陽光モジュールを設置するため、反応槽の躯体位置から設置間隔を変更することができない（図 5)。そのため、設置角度を小さくし、太陽光モジュールの高さを低くすることで影を避ける必要がある。一般的に冬至の 9 時から 15 時の間に自身の影が差さなくなることが望ましいとされている。覆蓋同士の間隔より、設置角度を 10° とすることで、自身の影がかからなくなることが分かった。設置角度が 10° である場合の日射量は、日射量が最大となる設置角度 30° と比較し、5% 程度の減少で収まっているため、適しているものと判断した。

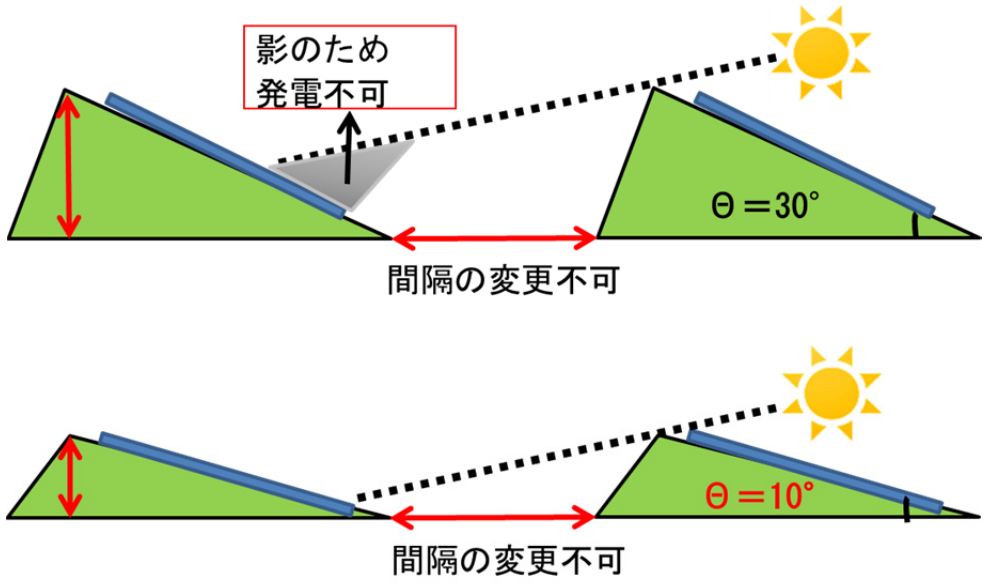

図 5　太陽光パネル設置角度による変化

4.　導入効果

4.1　計画発電量

今回の太陽光発電における年間計画発電電力量は約 109 万 kWh と想定している。発電した電力は森ヶ崎水再生センター内で全て自家消費する。なお、計画発電電力量は「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。算定の際に用いた日射量の値は 2012 年東京における全天日射量の実績値を参考にした。

温室効果ガスの年間削減量については、年間計画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すると、約 548tCO_2 となる。これは、森林面積換算（※2）で約 153ha に相当する量である。

（※1）第 2 計画期間(2015～2019 年度)の排出係数（0.489 tCO2/千 kWh）を採用。

（※2）森林面積換算値（3.57tCO2/ha）は、新エネルギー・産業技術総合開発機構資料による。

4.2　発電量実績値

本太陽光発電設備は平成 28 年 3 月に完成し、平成 28 年 4 月より稼働している。現在までの発電電力量の実績値、月ごとの平均日射量、設計当初の計画発電電力量を表 2 に示す。

表 2　平成 28 年度発電電力量

月	発電電力量	平均日射量	計画発電電力量
4 月	107,390kWh	0.16kW/m^2	106,135kWh
5 月	140,270kWh	0.21kW/m^2	122,787kWh
6 月	112,040kWh	0.16kW/m^2	101,883kWh
7 月	122,420kWh	0.18kW/m^2	120,094kWh
8 月	125,210kWh	0.19kW/m^2	126,156kWh
9 月	81,790kWh	0.12kW/m^2	90,960kWh
10 月	71,510kWh	0.10kW/m^2	79,797kWh

現状では計画値と同程度の電力量を発電していることが確認できる。今後も発電電力等の情報を収集し、年間を通した結果を確認していく。

5. おわりに

今回、下水道施設の上部空間を有効活用し、メガワット級の太陽光発電設備を設置した。本太陽光発電設備は平成 28 年 4 月より稼働している。今回の太陽光発電設備は、利用可能な土地が少ないなか、反応槽の覆蓋上部というこれまで未利用であった場所に着目し、再生可能エネルギー創出に利用したものであり、目標としている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の向上に貢献しているものである。