

浄水場における大規模太陽光発電設備の導入

Introduction of large-scale photovoltaic generation equipment in purification plants

多田 久美

東京都水道局建設部設計課

Kumi Tada

Tokyo Waterworks Bureau Construction Department design division

Abstract

In recent years, it has been emphasized that saving energy and using natural energy as alternative resources are essential, while the environmental issues such as the global warming have been getting serious. Moreover, it is required that the crisis and risk management should be intensified, after the terrorist attacks in the U.S. on September 11, 2001.

Tokyo Waterworks Bureau took measures against these big problems; the covers were installed on the filtration basins so that something harmful could not be put into, and photovoltaic generation equipment was mounted on it to take advantage of natural resources.

In this paper we report the photovoltaic generation system which should be the largest one (1200kW) in Japan and the protection on which the solar panels are set; the system is now under construction at Asaka purification plant.

Key Words : large-scale photovoltaic generation equipment, the covers were installed on the filtration basins

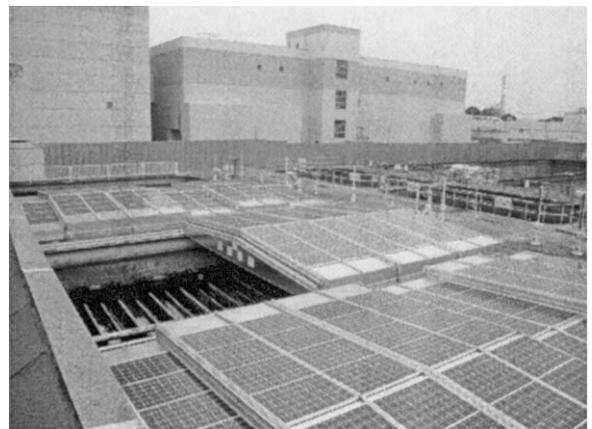
1 はじめに

近年、環境への負荷増大は深刻化しており、地球温暖化への対応は世界的に喫緊の課題として認識されている。水を資源とする水道事業は、地球環境に密接に結びついた事業である。しかしまた、水道事業は、浄水、送水、給水の各施設において多くのエネルギーを消費する事業でもある。

東京都水道局では、環境問題に対し、エネルギーの有効利用やISO14001の認証取得、環境会計の導入などに取り組むなか、浄水場における太陽エネルギーの有効利用に着手している。

一方、安全面においても、これまで様々な対策を実施してきたが、米国同時多発テロを契機に、水道施設の危機管理体制にさらなる強化が求められている。当局の浄水施設は屋外に設置され、開口部を多く有する構造となっている。このことから、浄水処理過程での異物混入防止を図り、より一層水道水への安全性を向上させるため、開口部を密閉する計画が進められている。

現在、朝霞浄水場では、平成15、16年度で、全ろ過池72池に覆がいを設置し、その上部に太陽電池モジュールを設置することで、施設の危機管理と自然エネルギーの有効利用を同時に達成する事業を進めており、平成17年度より本格稼働の予定である。稼働後の最大発電能力は、1,200kWとなり、国内最大規模の太陽光発電設備となる。本事業を進めている朝霞浄水場は、日処理量170万 m^3 の能力を有し、当局最大、日本国内でも有数の大規模浄水場であり、年間使用電力量は約1億1,800万kWhと環境負荷への影響が大きい浄水場であり、導入意義は極めて大きいといえる。本稿では、より効率の良い発電を行うためのシステム及び架台となる覆がいの構成について報告する。



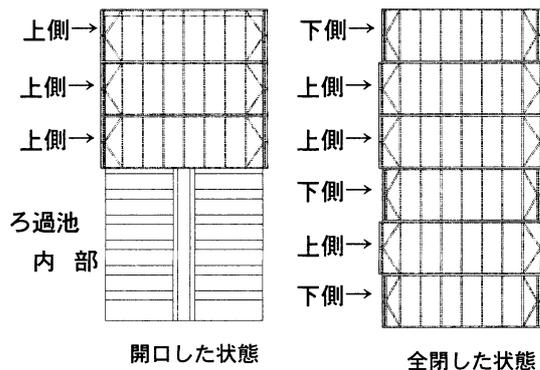
【写真-1 覆がい設置状況】

2 効率の良い発電を行うための検討・配慮事項

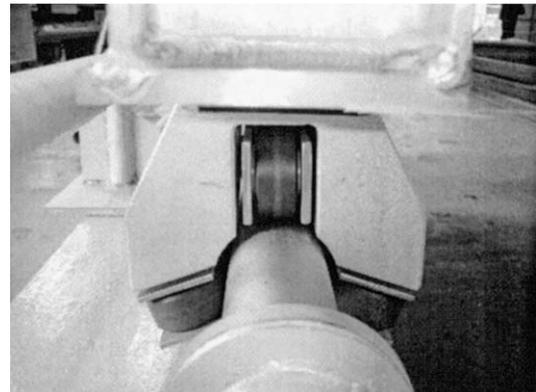
(1) ろ過池覆がいの構造

ろ過池覆がいについては、異物混入防止及び太陽電池モジュール取付架台としての機能確保から、設計では次の項目について検討した。

- ① 異物混入防止の機能確保から開口水面上部を密閉できる構造であるとともに、ろ過池維持管理上、開閉操作の容易性を確保する必要がある。これらのことから、点検時等には手動でスライド開閉できる構造とし、72池の各ろ過池ごとに大(上側)小(下側)2種類、計6枚の覆がいで覆う一方、必要時には、開操作することによって、ろ過池面積の50%の開口を確保できる。〔図-1〕
- ② 開閉操作の容易性・安全性等を考慮し、開閉操作を行う作業員が、互いの位置や動向を確認でき、ろ過池全体を見渡せるよう、その高さは1.2m以下とした。
また、可動部は、発錆による操作性の低下を考慮してステンレス製のレールとし、覆がいが風等により浮かないように3つの車輪でレールにロックする構造とした。〔写真-2〕
- ③ 材質は、軽量化を重視するとともに、耐塩素性が要求される設置場所であること、所要の強度を有することに加え、撤去時にはリサイクル市場が完備されていることを考慮して、アルミ合金製を採用した(検討した材質は、アルミニウム、FRP、ステンレスである。)
- ④ 太陽電池モジュールの架台形状は、太陽電池モジュールの設置面積を大きくとれることなどから切妻タイプを採用した(検討した形状は、切妻タイプ、切妻+頂部Rタイプ、ドームタイプである。)
- ⑤ 覆がい上面の水平面に対する傾斜角度は、太陽光発電効率を考慮すると約30度が最適である。しかし、覆がい形状を切妻タイプにしたため、高角度では反対側の面で日射量を確保できないという弊害がでる。よって、傾斜角度は、全面に適量の日射量が確保でき、更にホコリを雨によって流すことができる5度とした。



〔図-1 覆がい構成図〕



〔写真-2 レールロック用車輪設置状況〕

(2) 太陽電池モジュールの設置

太陽電池モジュールの設置に当たっては、以下の条件を満足する必要がある。

- ① 太陽光発電設備は、太陽電池モジュールの設置枚数が多いほど、大きい発電量を得ることができるが、決まった覆がいの取り付けスペースのなかに配置しなければならない。
- ② パワーコンディショナには、入力電圧(運転制御電圧値)に上限がある。
- ③ 2枚の覆がい間でモジュールの接続ケーブルを結線すると、覆がい1枚ごと開閉を行う上で障害となるため、各覆がい1枚ごとに太陽電池の連結回路が完結する構成(1直列回路)とする必要がある。

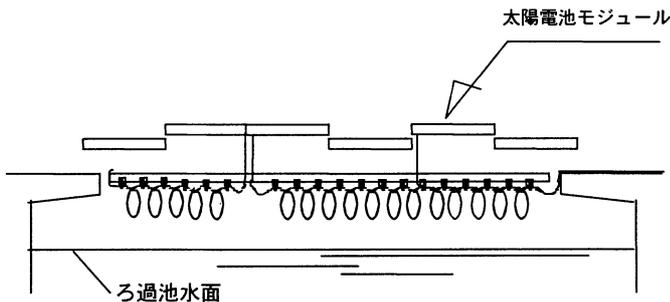
このような条件に対し、各社モジュールの大きさ(縦、横、厚)、発電電力量、発電電圧等を調査し、各モジュールごとに覆がい1枚に設置できる枚数、1直列回路での電圧及びそのときの発電量等について検討した。その結果、今回、選定した太陽光モジュールは、長さ1,290mm、幅990mm、厚さ36mm、出力は173.7W、電圧が23.7Vである。

このモジュールを1枚の覆がいに16枚乗せ、直列に接続して380Vの電圧及び約2,780Wの総出力容量を確保する。太陽光発電設備全体の発電容量は、1200kWである。

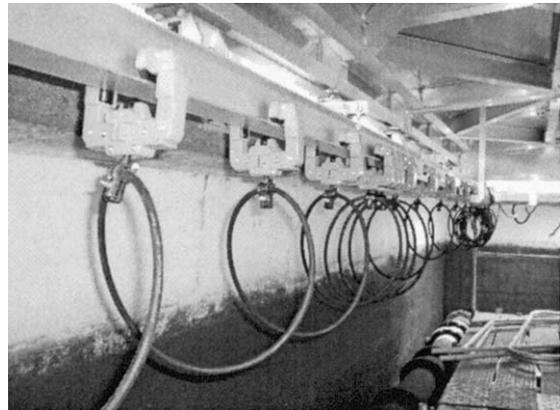
(3) ケーブルスライド装置

太陽電池モジュールのケーブルが覆がいの開閉操作の支障にならないよう、ケーブルスライド装置を設置し

た。ケーブルスライド装置は、レールと滑車を用いるカーテンハンガ方式とし、ケーブルにはクロロプレキシースキャプタイヤケーブルを用い、布設時にケーブルをよじることにより可動性及び収納性を向上させ、発電状態での覆がいの可動を可能とした〔図-2〕〔写真-3〕。



〔図-2 ケーブルスライド装置概要図〕



〔写真-3 ケーブルスライド設置状況〕

3 太陽光発電システム

(1) 基本諸元

以上の検討の結果、決定した太陽光発電設備の基本諸元は〔表-1〕のとおりである。

〔表-1 太陽光発電設備の基本諸元〕

太陽電池モジュール	太陽光エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。 ①数量6, 912枚(布設面積約11, 000㎡) ②公称最大出力総容量200kW(1群あたりの出力容量) ③総出力容量1, 200kW ④モジュール効率13.6%(多結晶)
接続盤	太陽電池モジュールからの出力電圧を池単位で集電する。また、異常電圧から保護する。
パワーコンディショナ盤	直流から交流に変換すると共に、周波数、電圧、電流等を制御する。また、系統連系保護を行う。 ①定格容量50kW ②入力DC380V/出力三相AC210V ③変換効率90%以上
昇圧用変圧器盤	パワーコンディショナの出力電圧を負荷供給電圧に昇圧する。 三相AC210V/420V
データ収集装置	太陽光発電設備における各データの収集、保存管理し、モニターによる運転状態の表示を行う。
気象計器	日射計、気温計から構成し、データ収集装置によりデータ管理を行うと共に、パワーコンディショナの出力制御に使用する。

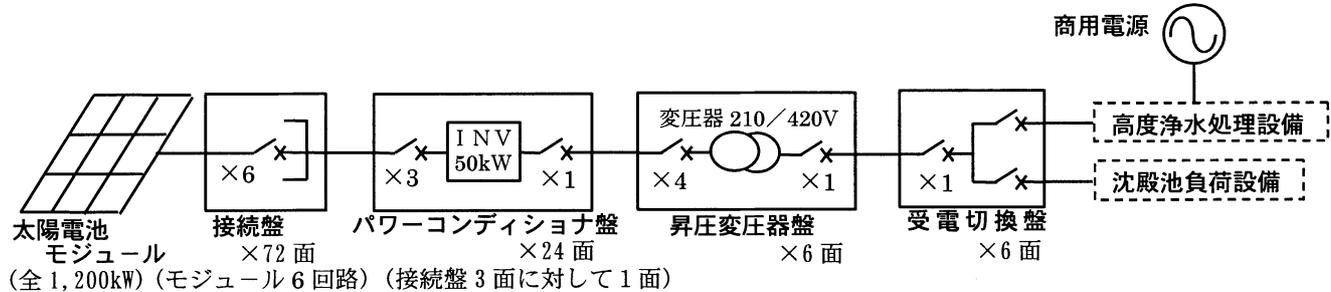
(2) システム構成

太陽光発電システムを〔図-3〕に示す。

発電システムは、太陽電池モジュールで発電した直流電力を接続盤に集め、パワーコンディショナにより、直流380Vから交流210Vに変換する。変換した交流210Vは、変圧器で負荷電圧である420Vに昇圧し、商用電源と系統連系して浄水処理過程の一つである沈殿池のフロキュレータ設備等に給電する。発電した電力は、浄水場内で完全に消費するため、商用側への逆潮流は生じない。

なお、発電した電力を系統に連系する方式には、低圧(みなし低圧)、高圧、特別高圧連系がある。これらは系統保護方式の違いによって区別される。通常、商用側受電電圧が高圧の場合においては、高圧連系を行うも

のであるが、朝霞浄水場の契約電力30,000kWに対し、本設備の発電電力は1,200kWと契約電力に対し4%程度であることから電力会社と協議した結果、「みなし低圧連系」とすることとした。この結果、簡易なシステムとなり、軽易な手続きにより系統連系が可能となった。



〔図-3 システム構成図〕

(3) 太陽光発電設備データの収集及び保存

データ収集装置を管理室に設置し、各設備の運転管理及び故障警報を行うため、発電量、日射量、気温等のデータ及び各装置の運転状況、故障データを収集し、太陽光発電設備の運転管理を行う。

4. 年間発電電力量予測計算

朝霞浄水場の太陽光発電設備にて予想される年間発電電力量は、約96万kWh（一般家庭約270戸分相当）である。下記に年間発電予測電力量について試算した。

- (1) 太陽電池モジュールの発電容量は、1,200kWである。
- (2) 年平均日射量は、太陽光発電設備を設置する地域で異なる。計算に使用する値3.32kWh/(m²・日)は、「太陽光発電導入ガイドブック〈資料編〉」(新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)発行)に記載されている東京地域の日射量を参考に方位角、傾斜角を考慮して算定した四季の平均日射量である。
- (3) 総合設計係数は、太陽電池モジュール出力のばらつき補正、回路や機器による損失などの補正值であり、通常0.65~0.8程度である。計算では、中間値0.72を選択した。
- (4) 日陰率は、近隣のビルなどに日射をさえぎられるなどの影響を考慮した値である。朝霞浄水場について作成した日陰図をもとに、四季の平均値10.3(%)を算定した。
- (5) 直射部分に対する日陰部分の発電効率は、おおよそ10%~20%程度である。計算では、中間値15%とした。

以上から、年間発電電力量は、次の式より96万kWhと予測した。

$$[(1,200 \times 0.72 \times 3.32 \times 365) \times (100 - 10.3 + (10.3 \times 15 / 100))] = 960,000 \text{ kWh}$$

なお、この年間発電予測電力量は、年間、約450トン（自動車約190台分相当）のCO₂削減が可能な電力量である。

5. おわりに

東京都水道局は、水を育む豊かな地球環境を次世代へ引き継ぐことを目指し、省エネルギー機器の導入・設置、水力発電設備やコージェネレーションシステムの導入などを推進してきている。その一環として、太陽光発電設備及び覆がいの導入・設置が、平成15年度より平成18年度までの4年間で計画している。今回紹介した朝霞浄水場の他に高月浄水所で平成16年度より本格稼働しており、今後、導入が予定されている、三園、小作、金町、東村山、三郷、長沢の各浄水場を含めて全8箇所が発電施設が稼働した場合、その総発電容量は約5,200kWとなる見込みである。

東京都水道局では、安全でおいしい水を安定的に供給するという事業活動を推進するとともに、今回の太陽光発電設備の導入など、さらなる環境に配慮した施策を展開することとしている。