

第4章 太陽光発電利用の現状

第4章 太陽光発電利用の現状

4-1 関連産業の動向

ボツワナにおける太陽光利用は、その有利な気象条件から太陽熱温水器が1970年代より普及したが、1980年代には機械構造、材質的問題、高額な保守費用、保守管理技術者不足から、その普及がスローダウンした。しかし、その潜在的需要が大きく、その後、関連組織、民間業者等の努力により諸問題を改善し普及促進を図っている。

太陽光発電システム導入実績については、1992年にEADによって実施されたManyanaプロジェクトや、1997年からRIICにより全国規模で実施されたNPVERP (National Photovoltaic Rural Electrification Programme) において、パイロットプロジェクトながらも実際に導入実績を積んできており、そのPV使用総量は600kWに及んでいる。また、BTCは、無電化地区やセツルメントを結ぶ通信ネットワークにおいて、大量の太陽電池を中継局等に使用している。

ボツワナでは、これらシステムの部材の輸入、製造、設置に携わる民間専門業者も多く存在する。このため、技術研究開発を担うBotecでは、PVシステムサイジング、設置、保守、安全対策等に関する国家基準書を作成しているほか、民間業者に対して製造、販売、設置のカテゴリー別認定登録制度を施行し、適合業者に対し登録認定書を発行(3年毎更新)する事によって、ボツワナにおける太陽電池システムの安全性・信頼性を確保すべく制度化を図っている。

また、再生エネルギーの利用に積極的ないくつかの民間業者は、太陽電池システムにおける負荷機器の省力化を模索(DC入力蛍光灯、DCカラーテレビ等の輸入)しており、小規模太陽熱発電機の輸入普及等についても計画している。

これらの活動は多様化しているエネルギー需要に応えようとするもので、維持管理・運営の組織化、更なる技術レベルの高度化等が、今後の普及促進を図るうえで重要な課題となっている。

4-2 関連機関の技術レベル

前述したBotecはCord of Practice (DC12V系独立電源システムについて記載)を作成、Botswana Standardとして発行しており、システムサイジングや安全対策、保守等について標準化している。なかでもシステムサイジングについては簡易計算式を用い、誰でも計算できるように配慮されている。

また、BotecはPVシステムの重要な構成機器であるチャージコントローラーの開発を進めているが、先に開発したチャージコントローラーMK-7においては、なお充放電制御の信頼性、品質及びバッテリーとの整合性等の技術面での課題が残っていると思われる。なお、同様に研究開発を進めている蛍光灯インバーターについては、技術開発初期段階であると言える。

4 - 2 - 1 システムサイジングについての技術力評価

Cord of Practiceにより標準化されている簡易計算式の基準となる発電量は、首都八ボローネにおける1987～1990年の日射データ、即ち傾斜角25度、方位角0度（真北）での年平均斜面日射量5.92KWh/m²/Day（最大6.34KWh/m²/Day：9月平均、最小5.25KWh/m²/Day：6月平均）を使用し、システム電圧はDC12Vを基準としている。また、推奨バッテリーは鉛シール蓄電池としている。

計算式は、システムの信頼性の高さを考慮してEssential Services（E S）とNon-Essential Services（N E S）に分けられている。N E Sは、日射量の変動に関係なく、1日当たり一定の負荷消費量が必要なシステム（例えば、P V街路灯システムのように日射量の変化に左右されず夜間決まった時間蛍光灯が点灯する場合等）及びシステムダウンが許されないシステムに用いられる。N E Sは、日射量の変動と負荷消費量が一定しておらず、使用者が状況判断で負荷消費量を自由に変えることが出来るシステム、及びシステムダウン等が発生しても信頼性を追及されないシステムに用いられる。例えば、ソーラーホームシステムは、1日当たりの設計上の負荷消費量を使用者が日射量の変化、バッテリーの充電状態を加味し、負荷消費量の増減を手動でコントロールする事により翌日には不具合を解消できるシステムであり、設計にはN E Sの計算式を用いる。

・簡易計算式（太陽電池の出力電流を求める）

負荷機器の消費電流 × 1日当たりの平均使用時間 = L D (Ah)

日射量1KW/m²における太陽電池の最大出力動作電流 = P V I_{pm}

Essential Services (N E S)

$L D (Ah) / 3.3 \quad P V I_{pm}$

Non-Essential Services (N E S)

$L D (Ah) / 4 \quad P V I_{pm}$

・計算式の評価

前記B o T e CのCode of Practiceに記載されている簡易計算式では、斜面日射量計算値として、N E Sでは年間最低日射量月（6月）の1日平均日射量5.25KWh/m²/Dayの近似設定値5.2KWh/m²/Dayを使用し、N E Sでは年間最高日射量月（2月）の1日平均日射量6.34KW/m²/Dayに近い6.2KWh/m²/Dayを使用している。又、太陽電池パネル面汚れ係数や充放電に伴う全損失係数（インバーターの変換効率を除く）等を合計したファクターの設定値は1.575を使用しているものと思われる、システムサイジングについては妥当であるといえる。

4 - 2 - 2 チャージコントローラーについての技術力評価

(1) B o T e C 製チャージコントローラーの概要

- 1) MK 6 型チャージコントローラーは充放電によるバッテリー電圧の上昇、降下を監視する。充電時は充電が進むに連れてバッテリーの端子電圧が上昇、満充電終止設定電圧に達すると充電用リレーを動作させ、充電を停止させる事で過充電を防止する。又、過放電制御についても同様に、放電深度が深くなってくるとバッテリー電圧が低下し、放電終止電圧に達し完全放電に至るが、その前に負荷制御リレーを動作させ放電を停止させる事によりバッテリーを完全放電から保護する。なお、このコントローラーは基準電圧回路、オペアンプによる電圧監視回路、2 個のリレー出力回路で構成され、最大制御容量は12V, 12Aである。又、適用バッテリーは鉛シール型蓄電池である。
- 2) MK 7 型チャージコントローラーは、基本的にMK 6 型と同様であるが、充電制御力をリレーからPower MOS FET (半導体素子) に変更したもので、コンパクトにできている。リレー式で発生する不具合の解消を狙って開発されたもので、最大制御容量12V, 7Aである。又、適用バッテリーはMK 6 型と同様、鉛シール型蓄電池である。

(2) チャージコントローラーの技術レベル

1) 充電回路について

鉛シール型蓄電池の充電は、リレー式を利用した前述のチャージコントローラーの場合、約70%前後の容量まで充電が進んでくると、過度なガスの発生によりバッテリーの端子電圧が満充電終止設定電圧以上に急激に異常な上昇を始める(これは鉛シール蓄電池内部においてガスの還元が追いつかなくなるために生じるもので、十分な密閉反応が行われていない事によるものである)。この時点で満充電終止設定電圧によりリレーが動作すると、見かけ上の電圧上昇で満充電できず、バッテリー容量の80%前後の充電しか行われない事になる(通常であれば、この充電末期付近で充電電流を制限した定電圧充電に移行する。陰極吸収方式の場合は陽極に発生した O_2 ガスを陰極に効率良く吸収させ、触媒方式の場合は陽極に発生した O_2 ガス及び陰極に発生した H_2 ガスを触媒栓に導き、触媒作用により再結合させ水に戻しセル内に還流させる。こうして循環サイクルを円滑に行い十分に密閉反応を行う事で安全に満充電させバッテリーの寿命を延ばす)。

又、満充電終止電圧は鉛シール型蓄電池の種類(陰極吸収方式、触媒方式、VRLAゲル方式等)によっても異なる。さらに、均等充電は陰極吸収方式の場合不必要であるのに対し、触媒方式では必要である。その他、使用温度により満充電終止電圧が変わるので、通常は温度センサー等により温度補償(サイクル充電で25℃を基点に、セル当

たり - 5 mV/ 程度) を行い充電不足、過充電等の不具合からバッテリーを保護する。
なお、MK 6 型及びMK 7 型チャージコントローラーについては温度補償されていない。

以上のことから、開放型鉛蓄電池、密閉型鉛蓄電池等の各種バッテリーの特性・特長を熟知し、使用用途による適切なバッテリーの選定と、そのバッテリーと整合した充電回路を持つチャージコントローラーを開発(あるいは選定)することが、システムの信頼性を大きく左右し、かつ、システムを適正な価格に抑える事を可能とする。この点に配慮することがPVシステムの普及を促進するうえで、重要な要素となる。

2) 放電回路について

MK 6 型及びMK 7 型チャージコントローラーの過放電制御はリレーにより行われるが、リレーは機械接点であるので、主に次に述べる点において信頼性に欠ける。即ち、インバーター負荷や蛍光灯負荷等の誘導性負荷使用時に接点を開閉させた場合、開路動作時の逆起電圧、閉路動作時の突入電流等により接点間にアークが発生し炭化物を生成させる。開閉回数が増すに連れ、接点の消耗量、移転量が増大し、やがては接点の溶着、移転による接点开離不能と言った不具合が発生するおそれがある。

3) チャージコントローラーのAssembly技術について

MK 7 型チャージコントローラーの充電制御素子であるPower MOS FETは、放熱のため本体前面アルミパネルの裏にPCBよりリード線を出し取り付けてあったが、そのリード線と素子が不完全なハンダ処理をされており、ハンダ部の絶縁保護が施されていないかった。又、この素子のゲートには、通常静電気その他の外的要因により発生する異常電圧から素子を保護するため、ゲートバイアス抵抗や定電圧ダイオード等を入れるが、それらの処置も施されていないかった。

このPower MOS FETは、リレーと比較すると接点劣化等の問題がなく、はるかに高速、高効率にスイッチング動作を可能にした小型大容量半導体素子である。しかし一方で、素子がMOS構造のため、容易に静電気破壊を起こすことから、部品保管から組み立てまでの取り扱いやハンダ作業、回路設計等の際には、素子ゲート端子を静電気から保護するよう配慮が必要である。通常は次のような対策を施すことによって、静電気破壊等から素子を保護している。

- ・素子を保管する時は導電性袋に入れる。
- ・作業者は人体や衣服に帯電した静電気を接地し放電する。
- ・作業台は抵抗接地する。
- ・作業者は接地リストストラップを装着する。
- ・Power MOS FETは、パッケージ本体を持ち、リード端子には触れない。
- ・ハンダゴテはリークの少ないもので抵抗接地された作業台と同電位にする。

・異常電圧からPower MOS FETを保護するための回路設計。

(IEC publ.47 0C 812に準拠)

長期安定した性能を持ち整合性のとれたチャージコントローラーを開発する事は、信頼性の高い太陽電池システムの構築を可能とし、その効果としてバッテリーの長寿命化による経済効果を図ることができる。これはP V 村落電化普及事業を推進するにあたり重要不可欠な事である。