

# リチウムイオンバッテリーを使用した屋外用無停電電源装置の開発

## Development of Outdoor Uninterruptible Power Supply Using Lithium-ion Batteries

吉岡 貴生\*  
Takao Yoshioka

藤井 隆司\*\*  
Takashi Fujii

**概要** 我が国では、過去より自然災害が多く、その対応に追われてきた。そのため、近年では災害に強い国造りをするために「国土強靱化」に取り組んでいる。本取組みの一環として、CCTV (Closed-circuit Television) 用途向けの屋外用UPSを開発した。

災害発生時には避難を要する場合があります。その判断を行うためにはCCTVによる各地の状況確認が必要となる。そのため、電力インフラが麻痺した場合(停電が継続した場合)でもCCTVを動作可能なように、長時間バックアップ可能な電源が必要となる。リチウムイオンバッテリーを採用した本装置は、これに寄与するものであり、その開発成果を報告する。

### 1. まえがき

日本は、過去より度重なる大災害に見舞われてきている。近年だけでも、2011年の東日本大震災、2016年の熊本地震、2018年の西日本豪雨と未曾有の大災害が発生している。その中でも、東日本大震災では巨大地震に加え、津波による被害が甚大であった。これらの教訓を踏まえ、国を挙げて「国土強靱化<sup>(1)(2)</sup>」に取り組んでいる。

国土強靱化とは、災害より人命を守り、経済社会への被害が致命的にならずに迅速に回復する、「強さとしなやかさ」を備えた国土、経済システムを平時から構築することを継続的に取り組む計画である。つまり、「大規模自然災害等に備えた国土の全域にわたる強靱な国づくりを推進する」ことが基本理念である。それを実現するための基本方針は、以下の4つである。

1. 人命の保護が最大限図られること
2. 国家および社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持されること
3. 国民の財産および公共施設に係る被害の最小化
4. 迅速な復旧復興

本取組みにはソフト対策とハード対策があり、ハード対策の1つとして河川・海岸堤防の整備がある。災害発生時には、例えば、市街や河川などの状況を監視するこ

とが重要となる。監視カメラ(以下CCTV: Closed-circuit Television)は動作し続ける必要があるため、CCTV用電源は24時間程度の長時間バックアップを求められることとなる。それに加え、電源自体が水害を受けないために、CCTVが取り付けられている柱に本装置も取り付ける必要がある。

本報告では、小型軽量かつ長時間バックアップを可能とするCCTV用途向け、屋外用無停電電源装置(以下UPS)の開発について報告する。

### 2. 装置の概要

CCTV用途向け屋外用UPSは、“柱に取り付けられること”と“長時間バックアップ”の2つが求められる。そのため、従来の鉛蓄電池と比べてエネルギー密度の高いリチウムイオンバッテリー(以下LIB)を採用した。それに加え、人が容易に立ち入ることが出来ないような場所に設置されることが想定されるため、メンテナンスフリーとなるような部品選定・設計を行った。装置寿命は、10年(平均温度25℃にて)としている。

また、UPSユニットおよびLIBの状態や電圧等の計測を遠方から監視できるよう、通信ボード(オプション対応)を搭載する。通信ボードは、UPSユニットとLIBとそれぞれ通信をし、WEBブラウザおよびSNMPによる監視を行うことができる。

\* パワーシステム本部 パワー技術統括部 第2技術部

\*\* パワーシステム本部 パワー技術統括部 商品設計課

### 3. 屋外用UPSの開発

#### 3.1 装置の特徴

本装置は、容量1kVA(800W)の常時商用型UPSユニットを搭載している。これは、すでに販売中のリチウムイオンバッテリーを使用した屋外用UPSであるSGUシリーズのUPSユニットである。常時は、入力された商用電源(AC100V)をUPSユニットよりそのまま出力しており、かつ充電器によりLIBを充電している。入力電源が断たれた場合に、LIBからの直流電力をインバータで交流電力に変換し、定電圧および定周波数に制御し電力を出力する。しかし、本装置のLIBは容量が大きいため、UPSユニットとは別の充電器を採用することで、充電時間の短縮を図っている。

また、客先仕様(負荷容量)に合わせて、LIBの搭載数量を選択できるような構造とした。70W時は2台だが、負荷の大小によって1台から最大3台まで搭載が可能である。そのため、LIBの搭載数量に関わらず、装置外形を同一にすることができ、大量生産が可能となる。

その他、非常時に発電機出力を接続するためのプラグや、保守・メンテナンス用のコンセントなどの装備も実装している。LIB数量や通信ボードの選択、塗装色指定や寒冷地対応など、オプションも多く、現場に合ったカスタマイズが可能な作りとした。

#### 3.2 電気仕様

表1に、UPS装置の仕様を示す。本装置で重要なのは、指定された負荷量で指定された時間、バックアップ可能なことである(標準仕様は70W, 24時間, LIB 2台)。

LIBの搭載数は、装置およびLIBの寿命期である10年後にも24時間のバックアップが可能のように検討を行った。図1に、環境温度-5℃, 140W負荷(LIB3台搭載)時の放電波形を示す。38時間程度のバックアップが確認でき、寿命期(定格容量の85%を想定)においても、24時間以上のバックアップが可能であると考えられる。

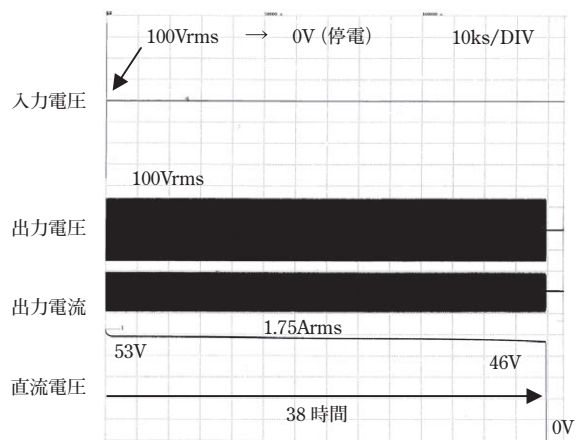


図1 -5℃, 140W時放電波形

表1 UPS仕様

項目	仕様	備考	
給電方式	常時商用給電方式		
交流入力	周波数(変動範囲)	50/60Hz ±5%	
	相数・線数	単相2線	
	電圧(変動範囲)	100V ±10%	
	最大入力電流	20A	保守用コンセントは除く
インバータ出力	定格出力容量	1.0kVA/800W	
	周波数	50/60Hz ±1%	
	相数・線数	単相2線	
	電圧	100V	
	電圧精度	±10%以内	
切換	電圧波形	正弦波	線形負荷時THD: 7%以下
	切換方式	非同期リレー切換方式	
切換時間	切換時間	10ms以下	
	種類	リチウムイオンバッテリー	48V 50Ah/1台あたり
蓄電池	停電補償時間	70W 24時間	数量: 2台(標準)
		140W 24時間	数量: 3台(オプション対応)
環境条件	周囲温度	-10℃ ~ +45℃	標準
		-20℃ ~ +45℃	(オプション対応)
相対湿度	相対湿度	10 ~ 95%	無結露のこと
	基本構造	装柱型密閉構造筐体	自立型はオプション対応
構造	冷却方式	自然空冷	FANレス
	放水・防塵	IP55(準拠)	JIS C0920

### 3.3 構造設計

本装置は前述のようにCCTVと同様、柱に取り付けられるよう、装柱取り付け構造を備えている。このため小型、軽量であることが大きなアピールポイントとなり、他社と比較しても150kg（LIB 3台搭載時）と最軽量となるように設計した。

また、屋外に設置されるため、期待寿命である10年間のメンテナンスフリーを実現するために、外部FANレス・熱交換器不要の密閉構造を採用した。外部FANレス構造のため、環境温度に対する各部品の熱設計は重要である。LIBは筐体内に縦向きに配置し、UPSユニットは扉部に収納することで、相互に熱が直接伝わらないような構造とした。これにより、高温時放熱用の部材を削減することに成功した。装置外観、内観、UPSユニットについて写真1, 2, 3に示す。

LIBを使用するにあたり、使用温度に関して制限がある。オプション対応だが-20℃の環境下での運用もありえることから、充電時および放電時にセル温度が低温になりすぎないように、低温時の温度対策が必要不可欠である。このため充電時にLIBの周囲温度を一定以上に保つよう、LIB底面側にヒータを入れることとした。小型・軽量化のために一般的に用いられるスペースヒータではなく、メタルヒータを採用した。

メタルヒータは、単体では100℃以上の高温になるため、LIBに直接取り付けることはできない。LIB底面側全体に暖かい空気を送り、かつ局所的に温度上昇することを抑えるため、アルミ板にメタルヒータを取り付け、熱エネルギーを効率よく攪拌することでLIB周りの温度を0℃以上に保つ設計とした。

ヒータの容量および数量・配置方法に加え、温度監視するためのサーモスタッドの位置を選定するにあたり、熱解析シミュレーションを駆使して事前検討の効率化を図った。図2にシミュレーション結果を示す。

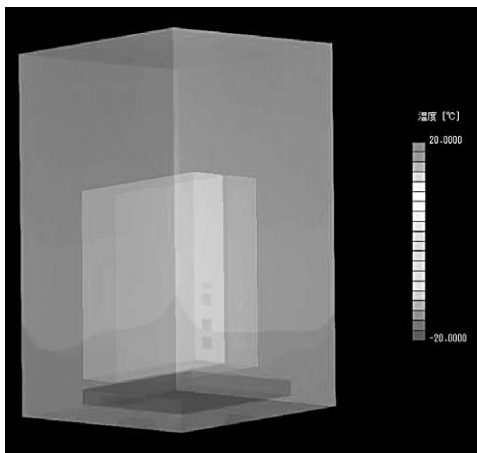


図2 熱解析シミュレーション



写真1 装置外観 (正面)



写真2 装置内観



写真3 UPSユニット (扉部)

