

蓄電池の耐久性と維持管理

The Durability and the Maintenance of the Battery



福岡 喜久男*

キーワード：蓄電池，保守・点検，劣化診断，耐久性，維持管理

1. はじめに

蓄電池設備は、ネットワークシステムや電気機器操作電源、防災設備の非常電源、通信用の予備電源などに使用され、常用電源の停電時や非常時にもその機能を十分に発揮することが重要な使命で特に高い信頼性が要求される。また、化学反応を応用する蓄電池は、その保守管理の良否が性能・寿命に大きな影響を及ぼす。ここでは主にバックアップ電源として利用されている産業用据置蓄電池の代表機種として、鉛蓄電池、ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池(以後、単にアルカリ蓄電池という)についての、市場における保守・点検、劣化診断などによる蓄電池の維持管理方法及び耐久性について記述する。

2. 蓄電池

2.1 蓄電池の使われ方

非常電源や予備電源などの蓄電池は、主として浮動充電方式又はトリクル充電方式で長期間使用される。

浮動充電方式は、蓄電池と負荷を並列に接続し、常時は電源装置より蓄電池を満充電状態に維持しながら負荷電力を供給する。常用電源が停電などで喪失した場合に蓄電池より負荷電力を供給する。トリクル充電方式は負荷への給電回路と蓄電池への充電回路が切り離されており、常時は蓄電池を満充電状態に維持し、非常時に蓄電池より負荷へ電力が供給される。

* ㈱ホマレ電池エンジニアリング本部

1945年3月生まれ、兵庫県出身。1963年県立兵庫工業高等学校電気科卒業、同年湯浅電池(株)入社。大阪高槻の電気工場では技術、検査、品質管理業務を経て1987年東京保証サービスへ転属、アフターサービスを担当。2001年(株)ユアサ総電技術本部でメンテナンスサービスを担当。2007年(株)ホマレ電池エンジニアリング本部に籍中。

蓄電池の単位電池(セルという)電圧は鉛蓄電池で2V、アルカリ蓄電池では1.2Vと低く、蓄電池を多数個直列に接続して負荷電圧に適した電圧としている。

2.2 蓄電池の役割

非常電源や予備電源の蓄電池は、常時電気エネルギーを化学エネルギーとして蓄電池に蓄え(充電という)、常用電源喪失時又は非常時など必要な場合に蓄電池に蓄えた化学エネルギーを電気エネルギーとして負荷に電力を供給(放電という)する。

蓄電池は、必要時に負荷所定時間電力を供給(放電容量という)する役割を担っている。これらの役割を全うするには、蓄電池は、常に満充電状態に維持し、必要時の放電に備えておかなければならない。

3. 保守・点検

3.1 蓄電池の保守・点検

必要時に所定の放電容量を要求される蓄電池は、健全な充電状態の維持が必須であり、異常時の早期発見が重要である。しかしながら、浮動充電中の蓄電池の異常は顕著な現象として出ない場合が多く、保守・点検によらなければ異常の早期発見が難しい。さらに、経年的に劣化の兆候を把握していくことで、寿命を予測することがある程度可能となり、蓄電池の信頼性を極めて高く維持することができる。

市場においては、電源装置と蓄電池を組み合わせた蓄電池設備としての保守・点検及び診断を併せて行う場合が多く見られる。

3.2 機種による主な項目の比較

据置用蓄電池の代表機種における、保守・点検に関する主な項目の比較を表-1に示す。

保守・点検に関する項目とその基準値などは、機種によ

表-1 据置用蓄電池の保守・点検に関する項目の比較

項目		鉛 蓄 電 池			アルカリ蓄電池※①			
		ベント形		制御弁式※③	ポケット式		焼 結 式	
		CS 形	HS 形	MSE 形	AM 形	AMH 形	AH 形	AHH 形
公 称 電 圧 (V/セル)		2			1.2			
容 量 表 示		10時間率			5時間率			1時間率
電解液比重 (20℃)		1.215	1.240	不 要	1.200			
浮動充電電圧 (V/セル)		2.15	2.18	2.23	1.44	1.42	1.35	
均等充電電圧 (V/セル)		2.3		－	1.63		1.47	
保 守	補 水 ※②	1 回 /3～6 か月		不 要	1 回 /6～12 か月			
	均 等 充 電 の 頻 度	1 回 /3～6 か月		不 要	1 回 /6 か月			
期 待 寿 命 (25℃)		10～14 年	5～7 年	7～9 年	12～15 年			

※①：アルカリ蓄電池の浮動充電電圧及び均等充電電圧は、メーカーにより異なる。

※②：触媒栓式ベント形蓄電池の場合、補水は1回/2～3年を目安とする。なお触媒栓の期待寿命は3～5年である。

※③：長寿命形制御弁式蓄電池の期待寿命は、13～15年でメーカーにより異なる機種がある。

り違いがある。さらに、アルカリ蓄電池などはメーカーによっても違いがあり、該当製品の取扱説明書を参照されたい。

市場で広く一般に使用されるようになった制御弁式据置蓄電池は、従来のベント形据置蓄電池に比べ補水や均等充電が不要となり保守は簡素化された。一方点検項目の蓄電池内部部品の点検、液面点検、比重計測などがなくなり、異常や劣化の判定要因としていた項目が少なくなった。

3.3 保守

据置用蓄電池の保守には、均等充電・補水・端子増締め・清掃などがあり、蓄電池特有の項目を以下に解説する。

(1) 均等充電

多数個の蓄電池を直列にして長時間充電状態で使用している場合には、蓄電池個々の自己放電などで充電状態にバラツキが生ずる。このバラツキをなくし充電状態を均一にするために、定期的に均等充電を行うのが望ましい。

(2) 補水

浮動充電中に、電解液中の水が電気分解されて水素ガスと酸素ガスが発生する。このガスがセル外へ放出されるので、それに相当した分だけ電解液面が低下する。この減少した水を補うために補水を行う。

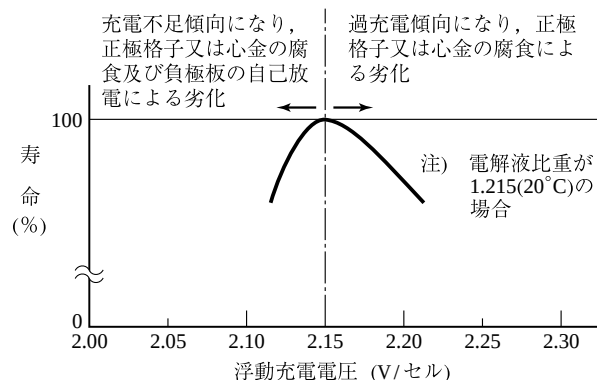
(3) 端子増締め

蓄電池の端子は、鉛合金製などであり、一般鋼材に比べて柔らかく、締付トルク値が低く設定されている。経時的な締付力の緩みを防止するために1年に1回増締めを行うことが望ましい。

3.4 点検

据置用蓄電池の点検には、盤面計器及び目視を主とした1箇月点検、所定の計測器を用いて個々の蓄電池の状態を点検する6箇月点検及び1箇年点検がある。

6箇月点検の主な点検項目について以下に解説する。

図-1 浮動充電電圧と寿命の関係¹⁾

(1) 浮動充電中の総電圧

直列接続された組電池の総電圧を測定し、規定の電圧値であるかをチェックする。総電圧が規定値より低い場合は、蓄電池が充電不足となり十分な容量が保有できなくなるので、負荷を所定時間バックアップできないことがある。

逆に高い場合は、蓄電池が過充電となる。総電圧が低い場合、高い場合いずれの場合にも、長期間継続すると蓄電池の劣化につながり寿命が短くなる。一例としてベント形据置鉛蓄電池の浮動充電電圧と寿命の関係を図-1に示す。

(2) 浮動充電中の全セルの電圧

浮動充電中の個々の単電池電圧を測定し、保守の規定範囲内であるかをチェックする。蓄電池の内部微細短絡、自己放電の増加、内部抵抗の上昇などにより、蓄電池個々の電圧には多少のバラツキがある。

保守の規定範囲を逸脱した単電池は、異常があるものと判定する。異常の原因が判明し、その後の使用に問題がないと判断されれば、そのまま使用してよい。その一例として多数個直列で使用中の蓄電池において、数年経過後に1セルが取り替えられた場合、古い蓄電池群の中に1セルだ

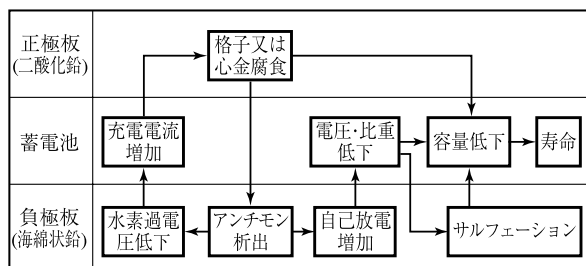


図-2 ベント形据置鉛蓄電池の基本劣化パターン³⁾

け新しい蓄電池が混入するケースとなる。この場合、浮動充電電圧値は、保守の規定範囲を外れる場合があるが、その後使用を継続しても問題はなく、かつ原因も明確である。異常の原因が不明な場合、又は使用に耐えないと判断した場合は適切な処置を行う。

蓄電池電圧は、劣化の進行に伴い低下してくる。浮動充電中の総電圧は一定であり、個々の蓄電池電圧のバラツキが大きくなる。一例として図-2にベント形据置鉛蓄電池の基本劣化パターンを示す。

(3) 浮動充電中の電解液比重

ベント形据置鉛蓄電池は、全セルの電解液比重を測定し、保守の規定範囲内であるかをチェックする。この範囲を逸脱した単電池は異常があるものと判定し、詳細に調べる必要がある。アルカリ蓄電池の電解液は充放電反応に直接関与していないので、比重測定はパイロットセルのみでよい。また、制御弁式蓄電池は比重測定項目が不要である。

(4) 電解液温度、蓄電池表面温度

ベント形蓄電池の電解液温度は、全セル測定し、全セルが平均値の $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 以内であるか、周囲温度より著しく高くないかをチェックする。電解液温度の測定は比重測定時に合わせて行うと作業性がよい場合が多い。

制御弁式鉛蓄電池は、蓄電池表面温度を測定する。

全セルの温度が高い場合は、充電電流の過大、充電電圧の過大、環境温度の過大などが原因として考えられる。充電電流の過大例として、蓄電池と並列に接続されたインバータのリプル電流に起因する場合もある。

特定セルの温度が高い場合は、特定セルの異常と判定する。

一部の集団として温度が高い場合は、換気状況や近傍の熱源などを調査する。

温度は、蓄電池の寿命に大きく影響を与える重要な要因の一つで、据置鉛蓄電池の寿命は平均温度が 10°C 高くなると寿命はほぼ半減する。

(5) 電解液面位

ベント形蓄電池の液面位が全セル基準内にあるかをチェックする。

特定セルの液面位が異常に低くなっている場合は、特定

セルの漏液の有無などを調査する。

全セルの減液速度が速い場合の原因は、充電電流の過大であり、浮動充電電圧の設定値が高い、環境温度が高い、不良セルがあるなどが予想される。

ベント形鉛蓄電池では、経年劣化が進行すると減液速度が速くなってくるので劣化診断の一つとして役立つ。

(6) 外観

蓄電池の電槽、蓋などの亀裂・変形・損傷及び漏液の有無をチェックする。ベント形蓄電池の場合は、さらに各種栓体やパッキン及び内部部品の損傷の有無をチェックする。

特に電槽は、有機溶剤に弱く、電池室内の塗装による有機溶剤の蒸気で電槽にクラックを発生させた実例がある。電槽のクラックにより漏液すると、感電やリーク電流により電槽を焦がし、発煙、発火する可能性がある。また、電解液により周辺の機器を腐食させる。

4. 蓄電池の維持管理

蓄電池の維持管理には、予防保全が重要である。予防保全としては、日常の保守・点検による蓄電池の異常や充電状態の異常を早期に発見し是正処置を行う。及び蓄電池構成部品の劣化に至る前の交換がある。

維持管理及び劣化診断方法の一例として図-3に劣化診断

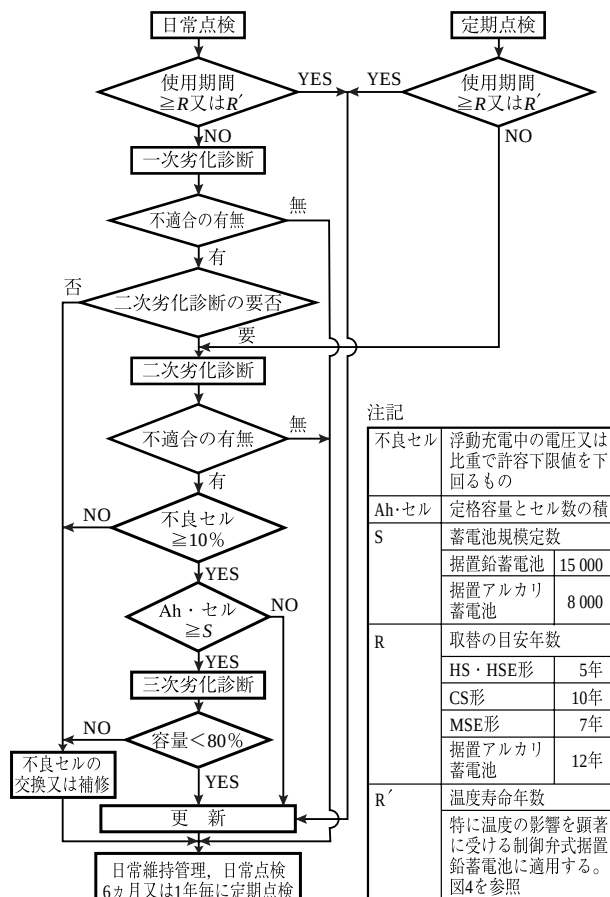


図-3 据置蓄電池の劣化診断フロー⁴⁾

フローを示す。

保守・点検及び劣化診断の結果、異常と判定した場合は、適切な処置を行うが、是正できない場合は不良と判断する。蓄電池機種による期待寿命年数(取替えの目安年数)未満で、累積の不良セル数が全体の10%未満のときは、不良セルの交換又は補修となる小規模修繕を行う。修繕後は日常維持管理を継続する。

点検・診断の結果、不良セルの累積比率が10%以上で一定のAH・セル(定格容量とセル数の積)未満若しくは容量試験で80%未満の場合は、蓄電池一式更新となる大規模修繕と判定する。

5. 蓄電池の耐久性

5.1 蓄電池の寿命

据置蓄電池の寿命は、製造条件、使用条件、保守条件などの外部要因により大きく左右されるため、一律に決めることができない。据置蓄電池を浮動充電方式又はトリクル充電方式で長期間使用すると、蓄電池構成部品の劣化が進行し、容量が減少する。蓄電池の容量が減少し、定格容量の80%以下に低下すると、その後は加速的に容量が減少するので、据置蓄電池の寿命は定格容量の80%になったときを目安にしている。

据置蓄電池の期待寿命は、一定の使用条件と適切な保守条件を前提にした磨耗故障による寿命をいう。

使用年数と容量の推移の一例を図-4に示す。

5.2 蓄電池の劣化診断

据置蓄電池の寿命判定方法は、判定の精度、費用、負荷の使用条件などより、次の三つの方法に分けられる。

(1) 容量試験による方法

蓄電池の劣化状態を数値で知ることができる。また定期的に容量試験を行うことにより寿命時期を推定できる。最も精度よく寿命判定ができる方法である。

容量試験の実施には、多くの費用を要し、負荷によっては蓄電池を切り離すことができない場合がある。蓄電池群より数セルを選出し、容量試験を行うケースが多い。

劣化が進行した蓄電池内部の一例を写真-1に示す。

(2) 日常の保守・点検データによる方法

容量試験よりも判定制度は劣るが、寿命の推定するには十分といえる。負荷断をさせずに、費用もほとんど不要となるので、鉛蓄電池ではこの方法が多く用いられている。制御弁式据置鉛蓄電池では、劣化の進行に伴い内部抵抗が徐々に増加する。蓄電池の内部インピーダンスを測定し、初期値の増加比率を劣化診断の目安の一つとしている。

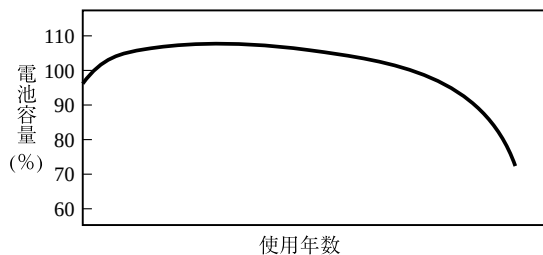
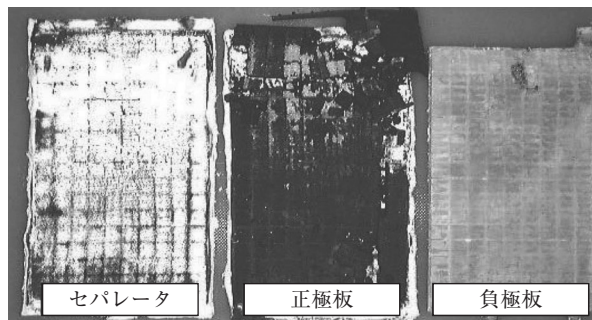


図-4 使用年数と容量の推移²⁾



正極板は、格子の強度は全くなく、手で触ると形が壊れてしまう。
負極板は、内部短絡により白っぽく変色している。

写真-1 蓄電池内部の劣化写真

(3) 使用年数による方法

寿命判定に費用を必要とせず、更新の予算化が容易である。使用条件により、蓄電池寿命は異なるが、信頼性を確保するには、平均的寿命より早めの更新となる。更新時期を遅くすると、蓄電池が既に寿命となっている場合は負荷をバックアップできない場合がある。

5.3 寿命と更新

据置蓄電池は、劣化の進行に伴い容量が減少する。基本的には次回点検時まで所定の放電時間(バックアップ時間)が満足できなくなる時点で更新するのがよい。

一般的には、寿命判定の誤差、予算化、代替蓄電池の納期などの要因から、蓄電池の更新は、寿命となる1~2年前に更新の判断がなされる必要がある。

蓄電池の寿命判定は、寿命時期を予測して更新の時期を決めることが要求され、予測であるがゆえに難しさがある。

6. おわりに

化学反応を応用した蓄電池は、日常の維持管理を全うすることで、期待する耐久性を得ることができる。設備関係者各位の参考にしていただければ幸甚である。

参考文献

- 1) 電池工業会：ベント形据置鉛蓄電池の保守・取扱いに関する技術指針，SBA G 0303，2001年11月，P.2
- 2) 同誌 P.15
- 3) 電池工業会：蓄電池設備の劣化診断の技術指針，SBA G 0606，2007年3月，P.5
- 4) 同誌 P.12