

13年間のフロート充電による 大容量 MSE 形制御弁式鉛蓄電池の 期待寿命の検証

Verification on Expected Life of Large Capacity MSE Type VRLA Battery by Float Charging for Thirteen Years

赤 松 和 也* 長 安 龍 夫* 平 城 元**

Kazuya Akamatsu Tatsuo Nagayasu Hajime Hiraki

Abstract

Float charging test has been carried out for thirteen years at room temperature with large capacity valve regulated lead-acid (VRLA) batteries of 2,000 Ah (10 hour rate), MSE-2000, some of the batteries have been set vertically and the others horizontally. Analysis of the test batteries showed that main failure modes of large capacity VRLA batteries for stand-by use were corrosion and grid growth of positive plates, which were the same as those with middle capacity VRLA batteries for stand-by use. Large capacity VRLA batteries have also been verified to well satisfy the life of seven to nine years that were initially expected based on accelerated life tests at high temperatures and demonstrated in the field tests with middle capacity VRLA batteries.

Key words: VRLA battery; Expected life; Float charging

1 緒言

電源システムに対する無保守化の要求に応じて、1986年に200, 300, および500 Ah (10 HR)の中容量 MSE 形制御弁式鉛蓄電池¹⁾(以下, 中容量 MSE 電池)が、また1988年に1000, 1500, 2000, および3000Ah (10 HR)の大容量 MSE 形制御弁式鉛蓄電池²⁾(以下, 大

容量 MSE 電池)が開発された。制御弁式鉛蓄電池(以下, VRLA 電池)は、補水や均等充電の保守を必要としないので、通信用、非常用や制御用等の電源システム用蓄電池として、それまで主流であったベント形鉛蓄電池(以下, ベント形電池)に代わって、使用されるようになってきた。そして、パソコンや携帯電話の普及によって、情報化社会が高度化していく中で、とくに通信用ネットワークが巨大化および複雑化し、情報・通信設備をバックアップする蓄電池の役割がますます重要となってきた。

これまでに、市場で実使用された中容量 MSE 電池

* (株)ジーエス・ユアサ パワーサプライ 産業電池電源事業本部 産業電池生産本部 産業電池技術部

** (株)ジーエス環境科学研究所

を回収し、容量や部品の劣化状態を調査した結果が報告³⁾されており、それらの劣化モードが正極格子の腐食と伸びによるものであり、高温加速試験時のものと同じであること、そして、それらのフロート寿命が期待寿命を十分に満足することが確認されている。一方、大容量と中容量 MSE 電池の極板は、同一であり、両者のフロート寿命は同じであると考えられていたため、大容量 MSE 電池のフロート寿命の確認はされていなかった。

MSE 電池は、通常、架台あるいはキュービクルに正立設置され、それらの端子間を接続し、組電池化されるが、設置スペースが小さい場合、それは横置き設置されることがある。これまでに、両方の設置方法において、中容量のもの的高温加速フロート寿命試験が実施され、それらの結果から横置き設置は寿命に影響しないと推定されている⁴⁾。しかしながら、その設置状態で実使用したときのフロート寿命は確認されていなかった。

そこで、本報告では、正立および横置き設置した大容量 MSE 電池において、室温下で 13 年間のフロート充電試験を実施し、解体調査をおこない、それらのフロート寿命と劣化モードを検証したので、その結果を報告する。

2 電池の諸元

MSE 電池の諸元を Table 1 に示す。いくつかの形式が追加され、現在、10 形式の MSE 電池がシリーズ化されている。

3 フロート使用における寿命要因

MSE のような VRLA 電池のフロート使用時における劣化進行パターンを Fig. 1³⁾ に示す。この電池は、

自己放電によって、容量を失っていくので、自己放電を補い、完全充電状態を維持するために、定電圧でフロート充電（浮動充電）される。その間、鉛合金製の正極格子が、徐々に酸化されて腐食する。正極格子の腐食状態の写真の一例を Fig. 2⁵⁾ に示す。腐食は、主に格子鉛合金組織の粒界に沿って進行する。これに、鉛合金の腐食による体積の膨張が加わり、正極格子が伸びる。その伸びが大きくなると、格子と活物質間の密着性が低下するので、内部抵抗が増大して、容量低下が生じる。まれに、充放電量のアンバランスから、負極板にサルフェーション（硫酸鉛の蓄積）あるいは、ドライアウト（電解液の減少）が生じたりして、容量が低下することもある。フロート使用時における VRLA 電池の劣化の主要因は、正極格子の腐食と伸びであることが、高温加速フロート寿命試験および市場で実使用した電池の回収調査結果によって確認されている。

4 設計寿命

MSE 電池の高温加速フロート寿命試験結果から求めた温度と寿命の関係を Fig. 3¹⁾ に示す。高温環境下、2.23 V/セルの一定充電電圧条件でフロート充電をおこない、1 または 2 ヶ月毎に放電試験を実施することにより、電池容量を確認した。そして、その容量が、公称値の 80% 以下となった時点をも寿命とした。温度が高くなると、正極格子の腐食反応が加速され、寿命期間は短くなる。この試験結果から、25℃の一定温度条件下での MSE 電池の設計寿命は約 10 年以上であると推定した。

5 横置き設置

MSE-2000 電池の横置き設置状態を Fig. 4 に示す。VRLA 電池においては、微細ガラス繊維のセパレー

Table 1 Specifications on MSE type of VRLA batteries.

| Model number | MSE-50-12 | MSE-100-6 | MSE-150 | MSE-200 | MSE-300 | MSE-500 | MSE-1000 | MSE-1500 | MSE-2000 | MSE-3000 |
|---------------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Nominal voltage / V | 12 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Rated capacity / Ah | | | | | | | | | | |
| 10 HR | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 | 3000 |
| 1 HR | 32.5 | 65 | 97.5 | 130 | 195 | 325 | 650 | 975 | 1300 | 1950 |
| Dimensions / mm | | | | | | | | | | |
| Length | 363 | 345 | 106 | 106 | 150 | 241 | 471 | 476 | 476 | 696 |
| Width | 128 | 128 | 170 | 170 | 170 | 171 | 171 | 337 | 337 | 340 |
| Height | 190 | 190 | 330 | 330 | 330 | 330 | 330 | 340 | 340 | 340 |
| Total height | 217 | 217 | 354 | 354 | 354 | 354 | 362 | 372 | 372 | 372 |
| Mass / kg | 23 | 22.5 | 12.5 | 15 | 21.5 | 35.5 | 70 | 108 | 140 | 212 |

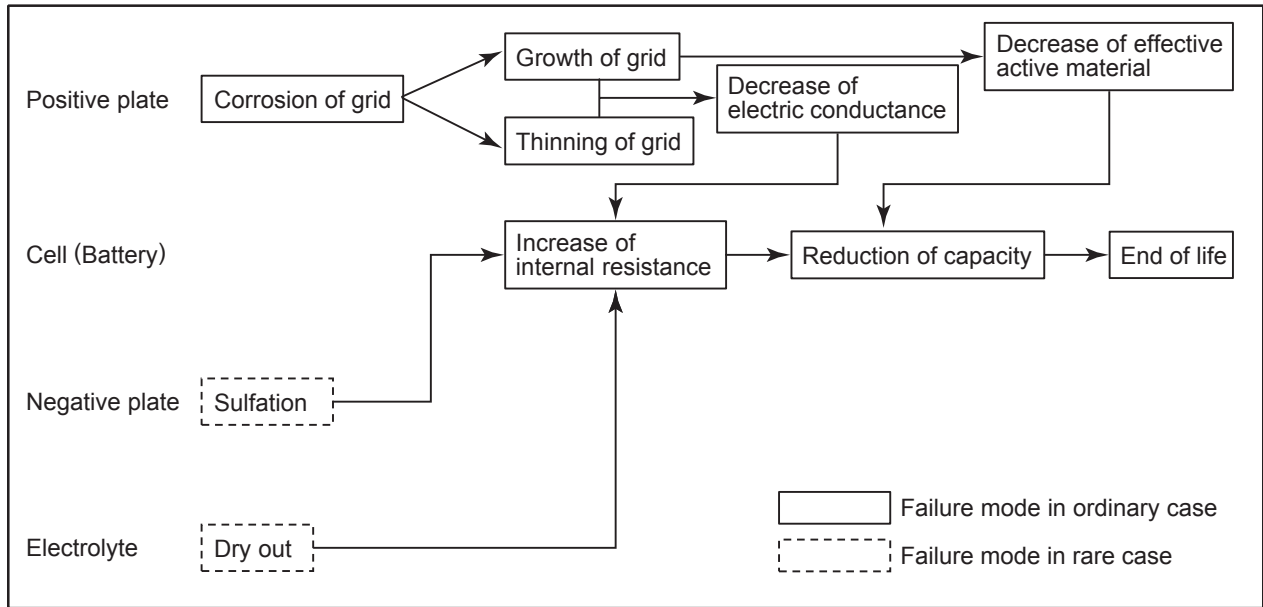


Fig. 1 Life process analysis of VRLA battery.

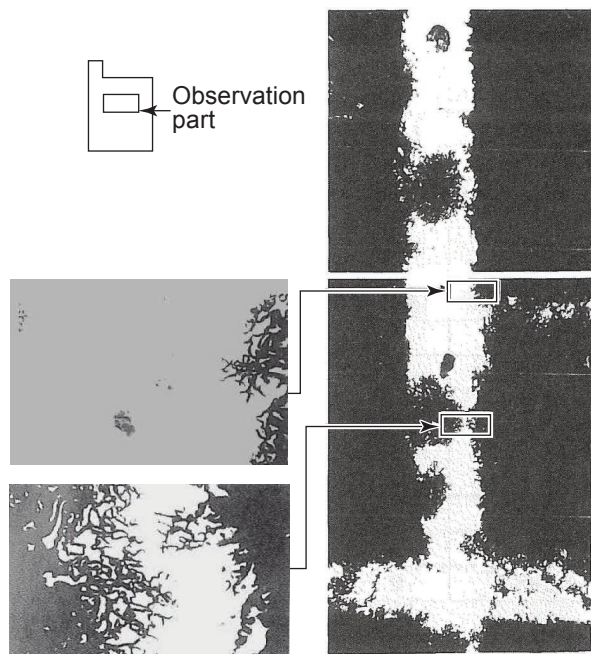


Fig. 2 Representative photographs of positive grid corrosion on VRLA battery after float charging.

タに電解液を保持させており、ベント形電池のような流動液はないので、横置き設置が可能である。MSE電池は、通常、架台あるいはキュービクルに正立設置され、それらの端子間を接続し、組電池化されるが、正立設置した場合、電池上部に保守空間が必要となる。一方、横置き設置した場合、組電池の前面から電圧測定等をおこなうことができるので、保守空間を大

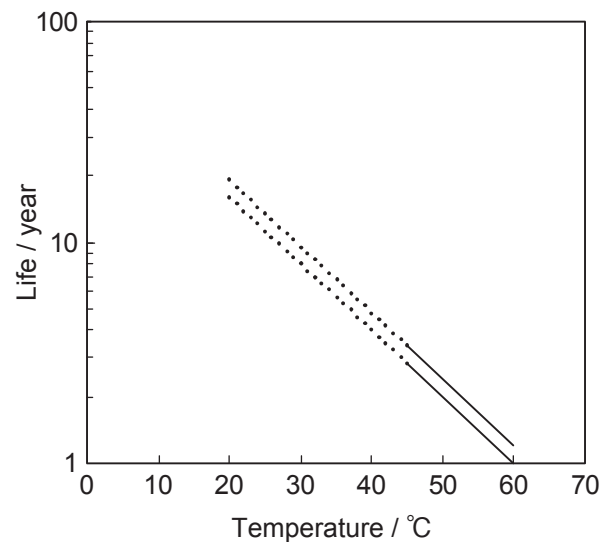


Fig. 3 Dependence of float charging life for MSE type of VRLA battery on temperature at the setting voltage of 2.23 V/cell.

きく削減し、組電池をコンパクトにすることができる。したがって、設置スペースに制限がある場合、MSE電池は横置き設置される。

正立および横置き設置された MSE-200 電池における 45 °C 加速フロート寿命性能試験の結果を Fig. 5⁴⁾ に示す。温度が 10 度上昇する毎に寿命が 1/2 になるという経験則にしたがうと、45 °C における試験期間 36 ヶ月間は、25 °C における 12 年間に相当する。7 ~

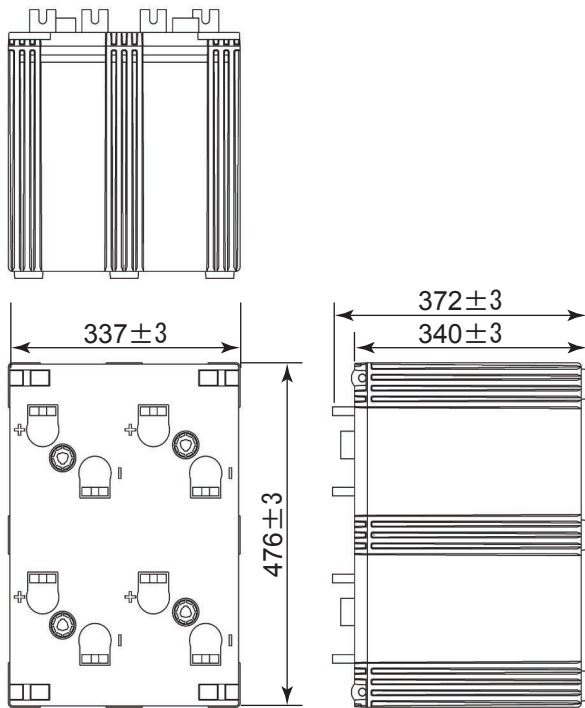


Fig. 4 Outside view of MSE-2000 type of VRLA battery under horizontal condition.

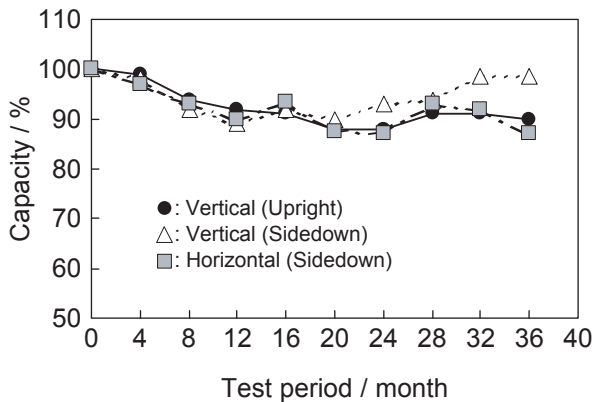


Fig. 5 Accelerated floating life performance for MSE-200 type of VRLA batteries under vertical and horizontal positions at setting voltage of 2.23 V/cell at 45 °C.

Capacity check condition
Discharge: 30 A to 1.7 V/cell at 25 °C.

9年の期待寿命をこえても、両者ともに、80%以上の容量を維持しており、横置き設置はMSE電池の寿命に影響しないものと考えられる。横置き設置した場合、水平に積み重ねられた極板群の自重が下部のセパレータにかかることになるが、微細ガラス繊維のセパレータは十分な反発性をもっているため、横置き設置の影

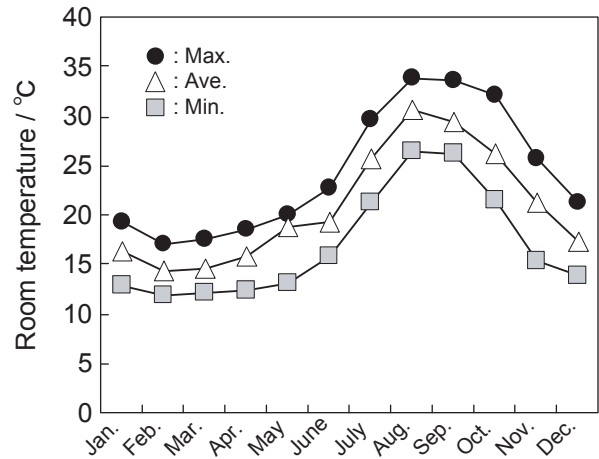


Fig. 6 An example of change in room temperature during float charging test for MSE-2000 type of VRLA battery.

響はないものと考えられる。

そこで、それらを実証検証するために、より重い極板群をもつ大容量MSE電池を正立および横置き設置し、フロート充電試験をおこなうことにより、両者の設置方法による寿命を比較するとともに、実使用における大容量電池のフロート寿命を確認することとした。

6 実験および考察

6.1 室温

直射日光があたり、特別な空調のない試験室にて、フロート充電試験をおこなった。試験室の室温測定結果の一例をFig. 6に示す。室温は、四季の変化に応じて変化し、夏期(8月)の平均室温は約30°C、冬期(2月)のそれは約14°Cであった。

6.2 フロート充電試験

正立および横置き設置されたMSE-2000電池を、室温下、2.23 V/セルでフロート充電し、4ヶ月毎に室温下で1 HR (0.65CA, 終止電圧1.6 V/セル)容量試験をおこなった。13年間にわたる試験結果をFig. 7に示す。電池容量は、室温の四季の変化に応じて、増減しながら、フロート充電期間とともに徐々に低下し、13年経過した夏期において、容量は公称値の55~79%となった。

フロート充電試験後の内部抵抗値の測定結果をTable 2に示す。横置き設置された電池の内部抵抗が、正立設置された電池のそれよりも少し小さかった。ま

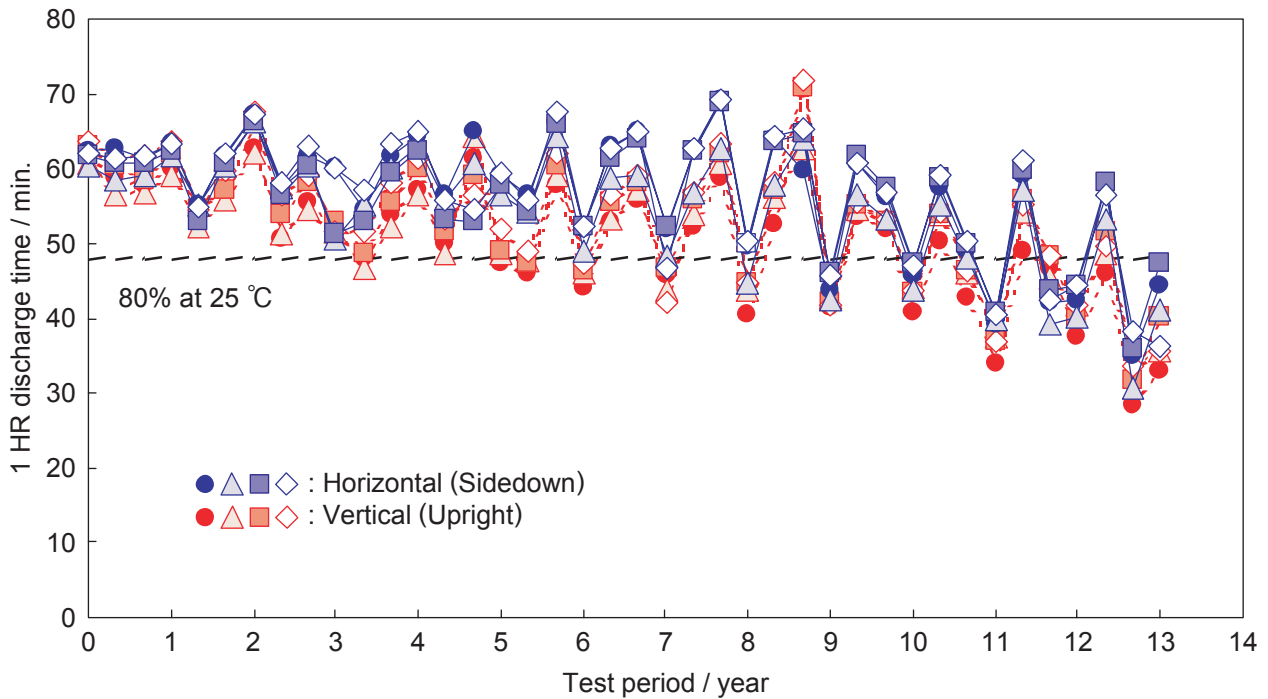


Fig. 7 Float charging life performance for MSE-2000 type of VRLA batteries under the condition of vertical and horizontal positions at room temperature.
 Floating voltage: 2.23 V/cell.
 Discharge test condition: 0.65 CA to 1.6 V/cell.

Table 2 Internal resistance of MSE-2000 type of VRLA batteries after float charging test of 2.23 V/cell at room temperature under vertical and horizontal conditions for thirteen years.

| Item | Vertical | Horizontal |
|---------------------------|----------|------------|
| Internal resistance / m Ω | 0.41 | 0.37 |
| | 0.35 | 0.31 |
| | 0.4 | 0.31 |
| | 0.4 | 0.4 |

た、横置き設置された電池の容量推移は、正立設置された電池のそれよりも幾分高く推移していた。これは、短側面を下にして横置き設置すると、正・負極板とセパレータが水平に積み重ねられた状態になり、それらの自重によって、極板群が圧迫され、極板とセパレータの接触がより良く維持されたためであると考えられる。また、フロート充電試験後の電池に外観上の異常はなく、大容量 MSE 電池の電槽やふた等の機械的強度が充分であることが確認できた。

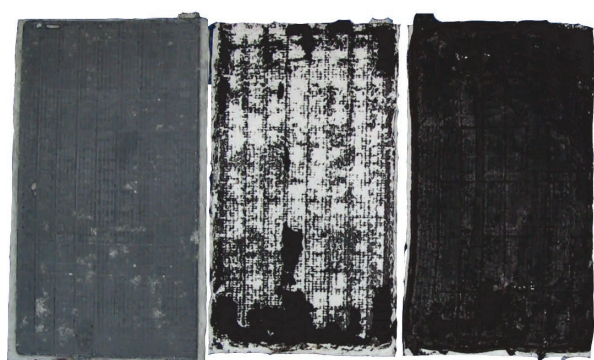
6.3 解体調査

正立設置された電池のフロート充電試験後の正・負極板とセパレータの写真を Fig. 8 に示す。また、横置き設置された電池のものを Fig. 9 に示す。両者の負極

板とセパレータに異常はなかった。一方、正立と横置き設置された MSE-2000 電池の正極板は、腐食伸びによって、大きく変形しており、フロート使用中の容量 MSE 電池のものと同じであった。このことから、フロート使用における大容量 MSE 電池および横置き設置された電池の劣化モードも、正極格子の腐食による伸びであることが確認できた。

正極格子の伸びの測定結果を Table 3 に示す。横置き設置した電池の正極格子の伸びが、正立設置したものよりもいくぶん小さくなっていた。これは、水平方向に積み重ねられた極板群の自重によって、正極格子の伸びがおさえられたためではないかと考えられる。

正立および横置き設置された MSE-2000 電池は、11.3 年経過した初夏と 11.7 年目の晩秋の間に寿命に達したと思われる。夏期の平均室温が約 30 °C、冬期が約 14 °C であり、年間では約 21 °C である。このような環境下におけるフロート寿命は、11.5 年となった。温度換算の経験則を用いると、約 21 °C における 11.5 年は、25 °C において 8.7 年となる。MSE 電池の期待寿命は、25 °C において 7~9 年として運用してきており、本フロート充電試験の結果から、大容量 MSE 電池および横置き設置された電池においても、これまでの運用が妥当であることが確認できた。



Negative plate Separator Positive plate

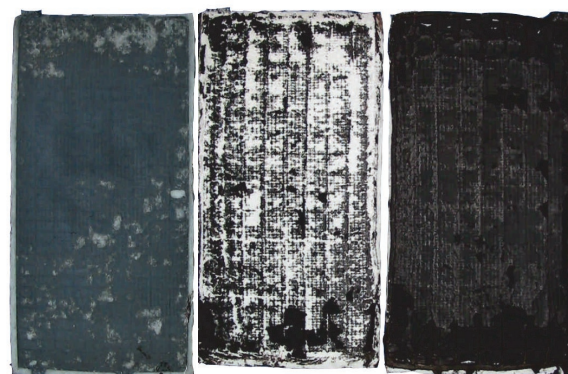
Fig. 8 Photographs of positive plate, negative plates, and separator of MSE-2000 type of VRLA battery after float charging test of 2.23 V/cell at room temperature under vertical condition for thirteen years.

Table 3 Growth of positive plate on MSE-2000 type of VRLA batteries after float charging test of 2.23 V/cell at room temperature under vertical and horizontal conditions for thirteen years.

| Item | | Vertical | Horizontal |
|------------------------------|--------|----------|------------|
| Growth of positive plate / % | Height | 108 | 107 |
| | | 105 | 104 |
| | | 107 | 106 |
| Width | Width | 113 | 109 |
| | | 110 | 112 |
| | | 112 | 112 |

7 結論

正立および横置き設置した大容量 MSE 電池において、室温下で13年間のフロート充電試験を実施し、解体調査を行った結果、それらのフロート寿命も、中容量電池と同様に、開発当初の7～9年の期待寿命を満足し、劣化モードは正極板の腐食による格子の伸びであることが確認でき、MSE シリーズとしての寿命



Negative plate Separator Positive plate

Fig. 9 Photographs of positive plate, negative plate, and separator of MSE-2000 type of VRLA battery after float charging test of 2.23 V/cell at room temperature under horizontal condition for thirteen years.

の検証を完了した。

今後も、加速寿命試験と共に、実使用試験をおこない、ユーザーの使用に合った評価試験を実施し、顧客満足度の高い製品開発と改良をおこなっていききたい。

文 献

- 1) 細見利治, 岩田政司, *GS News Technical report*, **45** (1), 18 (1986).
- 2) 岩田政司, 細見利治, 田川弥八朗, *GS News Technical report*, **47** (1), 29 (1988).
- 3) 高西久昭, 岩本哲治, 羽瀨俊明, *ユアサ時報*, (88), 11 (2000).
- 4) 細見利治, 平城元, 赤松和也, 岩田政司, *GS News Technical report*, **53**, 1 (1994).
- 5) 田淵淳, 平城元, 栗沢勇, 赤松和也, 岩田政司, *GS News Technical report*, **54**, 2 (1995).