

# 北米南東地域の通信用屋外キャビネット内 における制御弁式鉛蓄電池 PWL シリーズの使用実態

## Actually Operated Condition of Valve Regulated Lead-Acid Battery PWL Series at Outside Cabinet for Telecommunication in South East Areas in North America

前 田 真 之\* 赤 松 和 也\* 萬 矢 修 一\*  
平 城 元\* 長 安 龍 夫\*

Masayuki Maeda Kazuya Akamatsu Syuichi Manyu  
Hajime Hiraki Tatsuo Nagayasu

### Abstract

An extensive battery field test program by GS Yuasa Corporation has been promoted to investigate the actually operated condition of valve regulated lead-acid (VRLA) battery exposed to the severe circumstance of high temperature for remote terminal (RT) applications in south east areas in North America since 2001. The temperature on the surface of battery and its surrounding atmosphere both inside and outside of the cabinet was recorded together with the values of string DC current and float charging voltage every 10 seconds in the selected field test sites at Georgia and Florida. The highest temperature on the surface of battery was found out to be over 50 °C and its average value is in the range of between 24 °C and 32 °C in 2001 to 2003. Even in this severe circumstance condition, the long life type VRLA battery of PWL series was turned out to hold the enough capacity for the maintenance of RT system from the analysis of health state of test batteries pulled out periodically from the field test for three years.

### 1 まえがき

パソコンなどのコンピュータのめざましい普及と通

\* (株) ジーエス・ユアサ マニュファクチャリング  
産業電池生産ディビジョンカンパニー 産業電池技術部

信端末の飛躍的な拡大により、通信ネットワークは、ますます巨大化・複雑化している。このように情報化社会が高度化していく中で、情報・通信設備のバックアップ電源として用いられる電池は必要不可欠な存在となっており、同時により高度な品質と信頼性を要求されてきている。制御弁式鉛蓄電池（以下 VRLA 電

池)は、その信頼性の高さと、使いやすさ、経済性から、通信用バックアップ電池の中で、主流となっている。このような中で、1999年から順次発売を開始した当社の超長寿命形制御弁式鉛蓄電池 PWL シリーズ(以下 PWL 電池)は、日本国内において、現在まで5年を超える実績があり、様々なユーザから好評を得ている<sup>1)</sup>。

北米南東部9州(アラバマ、フロリダ、ジョージア、ケンタッキー、ルイジアナ、ミシシッピ、ノースカロライナ、サウスカロライナ、テネシー)にサービスを提供している通信会社 BellSouth Telecommunication Inc.(以下 BellSouth)は、従来から、固定電話用の中継局での停電時のバックアップ用電源として VRLA 電池を使用しており、2001年からは、この PWL 電池を採用している。一般に VRLA 電池は、高温において、電槽膨れ、ドライアウト、熱逸走、正極格子早期腐食などをおこす可能性があり、フロリダ、ミシシッピ州など外気温度が高い地域では、とくにその対策が必要である。

中継局の設置形態(オフィスビルや商業ビルなどの一角、屋外キャビネット、小屋など)のなかでも、とくに屋外キャビネットタイプは、高温になる。たとえばフロリダ州のウエストパームビーチでは、電池室内の平均温度は、夏場で41℃、冬場で32℃程度であり、その最高および最低温度は、それぞれ、49℃、12℃であったと報告されている<sup>2)</sup>。

BellSouth は、20年以上にわたって技術の変化に対応しながら、通信網を構築してきているが、その屋外キャビネットタイプには、設置年数や、収納する通信

装置によって、いくつかの種類があり、電池温度はこれらの構造の影響を受けるものと考えられる。また、フロリダ州では、落雷や、ハリケーンの襲来による停電が多いので、電池寿命へ与える放電頻度、放電時間の影響についての調査も必要である。

本論文は、環境条件が厳しい地域として、外気温度が高温になる北米南東部を、超長寿命形 VRLA 電池のフィールド検証のためにその屋外キャビネット設置場所として選び、長期間にわたってモニタリングしながら、電池の性能変化を調査した結果について述べたものである。



Fig. 1 External appearance for PWL series valve regulated lead acid batteries.

Table 1 Specifications of PWL series valve regulated lead acid batteries with ultra-long life performance.

Item	PWL12V15	PWL12V24	PWL12V38	PWL12V100TT	PWL12V100FT	PWL12V125
Nominal voltage / V	12	12	12	12	12	12
Rated capacity / Ah	15 (20HR)	24 (20HR)	38 (20HR)	96 (8HR)	100 (8HR)	125 (8HR)
Outer dimensions						
Length / mm	181	166	197	329	558	558
Width / mm	76	125	163	173	125	125
Height / mm	167	175	174	240	230	276
Mass / approx. kg	6.1	9.1	14	35	40	50
Terminal types	Flat contact	Bolt, Nut	Bolt, Nut	Bolt, Nut	Bolt, Nut	Bolt, Nut
Float voltage / V (Recommended)	13.38	13.38	13.38	13.50	13.50	13.50
Expected life / years (25 °C)	13	13	13	13	13	13

## 2 PWL 電池の特長

PWL 電池の仕様を Table 1 に示し、その外観を Fig. 1 に示す。この電池は、公称電圧 12 V、定格容量 15 ~ 125 Ah、期待寿命 13 年の超長寿命形 VRLA 電池である<sup>3)</sup>。以下にその設計概要を示す。

### (1) 正極格子耐食性の向上

正極格子合金には、Pb-Sn-Ca 合金を採用している。この合金中の Sn および Ca の含有量は寿命性能に大きく影響を与える。これらを最適化し、正極格子の耐食性を向上させるとともに格子伸びを抑制した。

### (2) 正極活物質の有効利用

格子形状を最適化することで、腐食や伸びによる活物質 / 格子間の密着性の低下を改善した。

### (3) 充電電流の抑制

浮動充電電流は、高温になるほど大きくなり正極格子の腐食速度を早める。この電流を抑制する新しい負極活物質処方を開発した。この技術により、正極格子腐食を抑制するとともに、熱逸走特性も向上させた。

### (4) ドライアウトの抑制および高温高剛性電槽の採用

低透湿性かつ高温高剛性の新電槽樹脂の採用、および CAE 解析による電槽設計の最適化により、ドライアウトを抑制するとともに、高温での電槽変形を防止した。

## 3 モニタリング

キャビネットの種類およびモニタリング地点の選定基準は、つぎのとおりである。

### 3.1 キャビネット

電池は、24 セル (48 V) 直列に接続し、常に浮動充電され、停電時には、通信を維持するための電力を通信機器へ供給する。バックアップ時間はアプリケーションによって異なるが、主に 3 ~ 8 時間程度とされている。また、放電頻度は、電力状況により変わるものの、これまでの報告では、多いときで 1 ヶ月に数度、数分から 40 分程度であった<sup>2)</sup>。今回のモニタリングは、屋外キャビネットで実施し、そのタイプは、構造の異なるつぎの 3 種とした (Table 2 参照)。

#### A タイプ:

電池の設置場所は、電源などの電子機器とは分けられたキャビネットの最下段に位置し、換気装置によって、

Table 2 Various types of cabinet and its battery-location for field test of remote terminal application.

Cabinet	A type	B type	C type
Ventilation	Fan ventilation	Fan circulating inside air	Fan circulating inside air
Battery position	Bottom isolated from the electronic equipment	Bottom not isolated from the electronic equipment	Separately installed on racks with electronic equipment

常に外気を取り込む構造であることから、電池温度が最も低く保たれる。

#### B タイプ:

電池はキャビネット内の下部に電子機器とは距離をおいて設置されているが、空間は分けられておらず、また、換気孔のみで、強制換気構造とはなっていない。A タイプと比較すると、電池温度はやや高い。

#### C タイプ:

電池は、電子機器と密接して設置されており、上下方向に並べて設置されている。また、換気孔のみで、強制換気構造とはなっていない。このタイプでは、電子機器の熱を受けることにより、電池温度が最も上昇する。

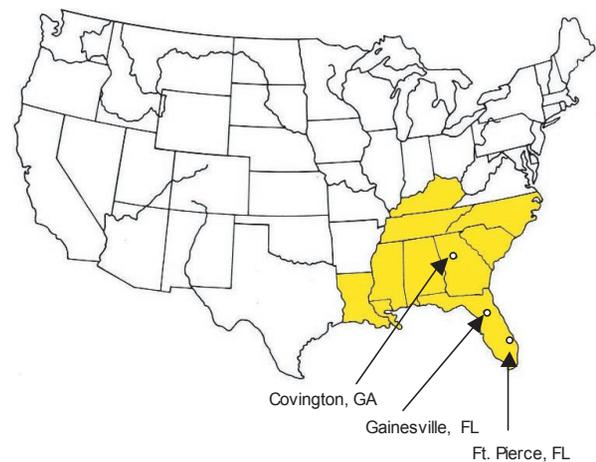


Fig. 2 Field test location of outdoor cabinet with PWL series valve regulated lead acid batteries for remote terminal application in North America.

Table 3 Field site location of various types of cabinets with PWL series valve regulated lead acid batteries.

Site No.	1	2	3	4	5	6
Location	Covington, GA	Covington, GA	Ft. Pierce, FL	Gainesville, FL	Gainesville, FL	Covington, GA
Cabinet type	A	C	B	B	C	B
Ventilation type	Ventilation fan (with outside air)	Fan circulating inside air	Fan circulating inside air	Fan circulating inside air	Fan circulating inside air	Fan circulating inside air
Battery position	Separate from DP* space	Same place and near DP system	Same place and lowest position	Same place and lowest position	Same place and near DP system	Same place and lowest position
Installed battery	PWL12V38	PWL12V38	PWL12V24	PWL12V24	PWL12V38	PWL12V24
Date of battery installation	March 9, 2001	April 27, 2001	May 28, 2001	June 26, 2001	March 27, 2001	July 18, 2001

\*Distributed power

### 3.2 地点

今回調査した地点を Fig. 2 に示し、調査したサイトの詳細を Table 3 に示す。これらは、最も高温となると予想され、さらに落雷やハリケーンによる停電頻度が高いフロリダ州 (Fort Pierce, Gainesville) と、BellSouth 本社のあるジョージア州アトランタ市近郊 (Covington) で、太陽光をさえぎる遮蔽物の少ない地点とした。

### 3.3 モニタリング方法

#### (1) 使用した機器

以下の Pace Scientific 社製品を使用した。

- ・ データロガー : Pocket Logger XR440-M
- ・ 電圧測定器 : Mvt-107b modules
- ・ 温度測定器 : PT916

#### (2) モニタリング項目

以下について測定した。

- ・ キャビネット内部温度
- ・ 電池表面温度
- ・ 電流
- ・ 組電池電圧
- ・ 外気温度 (サイト 3, 一定期間のみ)

キャビネット内部温度と電池表面の温度は、キャビネット内の電池室天面の (ないものでは電池の上) とその電池の長側面中央部にセンサーを取り付けて測定した。これらは、通信機能付きのデータロガーに 10 分間隔で記録し、モデムと電話回線を使用して、BellSouth オフィス (ジョージア州アトランタ市) および当社の技術開発センター (京都市) から遠隔収集した。なお、測定は 2001 年 6 月から順次開始し、一部のサイトを除いて現在も継続している。

## 4 結果および考察

### 4.1 温度

#### 4.1.1 外気、キャビネット内部および電池表面の温度

一例として、サイト 3 における 2002 年 1 年間の温度推移を Fig. 3 に示す。また、サイト 3 の 2001 年 8 月 5 日から 1 週間の外気、電池表面およびキャビネット内部、それぞれの推移を Fig. 4 に示す。これらの結果より、以下のことがわかった。

- (1) 電池表面の温度は外気よりおよそ 10℃ 高い。
- (2) キャビネット内部の最高温度は外気より 5～10℃ 高い。
- (3) 1 日の内の電池表面の最高温度はキャビネット内部のそれとほぼ同じであったが、最低温度は、およそ 3℃ 高い。

キャビネット内部では、太陽光によるキャビネット表面の温度上昇や、電子機器などの発熱体によって、外気よりも温度が高くなり、電池熱容量の影響によって、1 日の電池表面温度の変動は、キャビネット内部のそれよりも遅れ、最低温度はキャビネット内部よりも高くなったものと考えられる。

#### 4.1.2 キャビネットタイプとサイト地域による温度変化

それぞれのサイトで収集した 2002 年と 2003 年の電池表面の平均、最高および最低温度の変化を、Table 4 に示す。

##### (1) 最高温度

電池表面の最高温度は、サイト 2 (GA, C タイプ) で観測した 53.4℃ であった。

サイト 1 (GA, A タイプ) の電池表面の最高温度は 35.3℃ であり、2002 年のサイト 2 (GA, C タイプ) とサイト 6 (GA, B タイプ) の 53.4℃ および 53.1℃ よりも約 18℃ 低かった。サイト 1 のキャビネットは、電池室が電子機器から分離され、換気装置も設置されており、これが、電池表面の最高温度

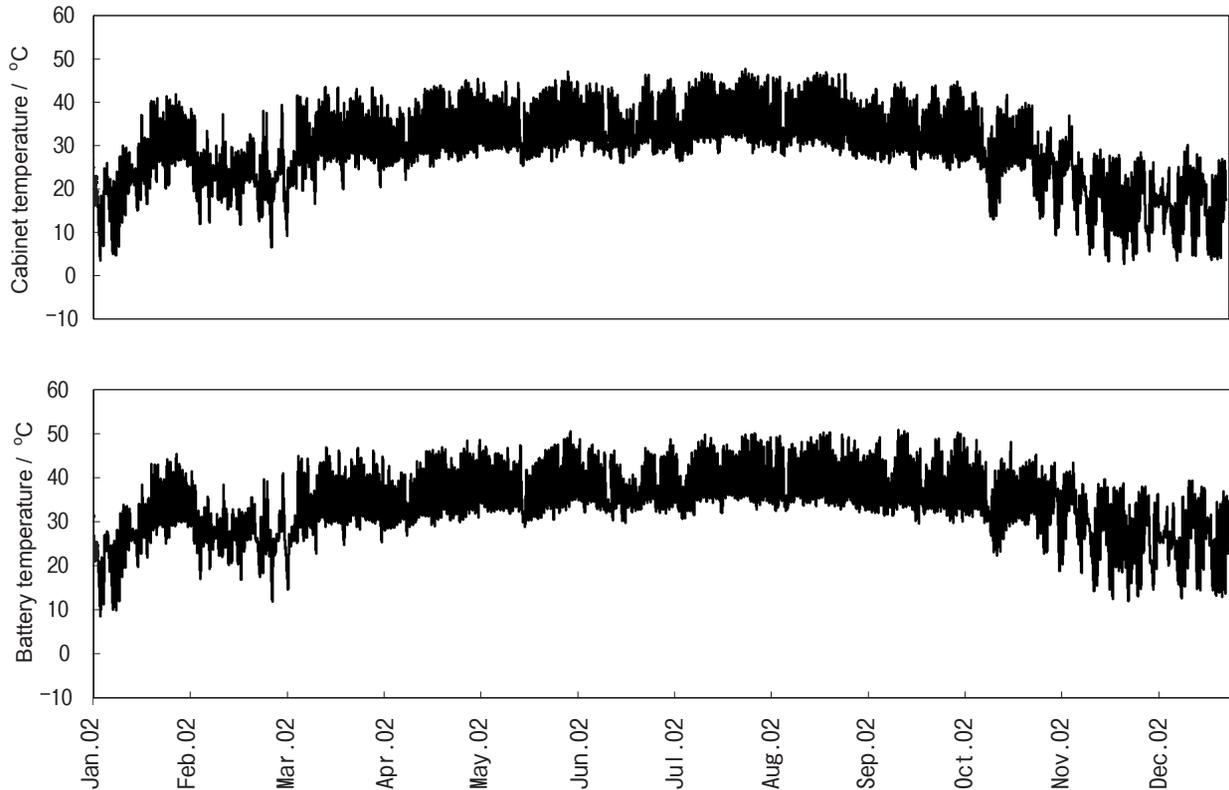


Fig. 3 Change in temperature of surface of battery and its outdoor cabinet type B with fan circulating of inside air for remote terminal site of location at Ft. Pierce in FL.

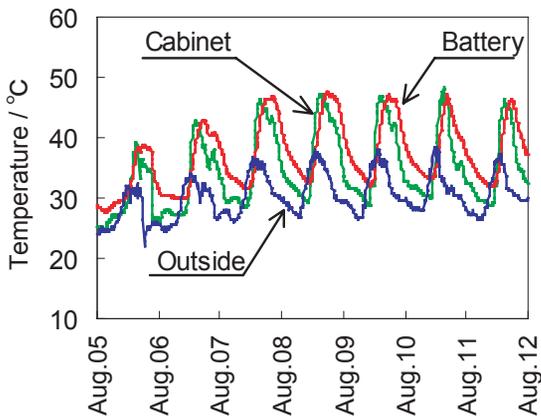


Fig. 4 Change in temperature of surface of PWL series valve regulated lead acid battery, inside and outside of its outdoor cabinet type B with fan circulating of inside air for remote terminal site of location at Ft. Pierce in FL, hottest week in 2001.

を低く抑えたと思われる。

(2) 平均温度

電池表面の平均温度は、Bタイプのキャビネットと比較するとフロリダ州のサイト3および4で31～32℃、ジョージア州のサイト6でおおよそ24

～25℃であり、6～8℃の差があった。しかし、Cタイプでは、ジョージア州のサイト2とフロリダ州のサイト5とともに約27℃であり、差は見られなかった。サイト2から6で観測された2002年と2003年との電池表面の平均および最高温度の差は、わずかであり、両年の傾向は、ほぼ同じであった。

Cタイプのキャビネットでは、電池は、電子機器と近接しているため、Bタイプのそれよりも電気機器からの熱の影響を受けやすいと考えられる。それにもかかわらず、サイト5のCタイプで観測された電池表面の平均温度は、同じフロリダに位置するサイト3と4のBタイプよりも3～5℃低かった。また、フロリダに位置しているにもかかわらず、同じCタイプであるジョージア州のサイト2の平均温度と、差は見られなかった。このことは、電池表面の温度がその地域の気候とキャビネットタイプ以外に、キャビネットの設置状況、たとえば、設置向きや、舗装された地面からの照り返しなどによっても、大きく影響したものと考えられる。このように、Aタイプのキャビネットでは、最高温度を20℃近く低く抑えられることがわかったが、BとCタイプの間では、大きな

Table 4 Surface temperature of PWL series valve regulated lead acid batteries installed at outdoor cabinet of remote terminal application in North America.

Site No.	1	2	3	4	5	6
Location	Covington, GA	Covington, GA	Ft. Pierce, FL	Gainesville, FL	Gainesville, FL	Covington, GA
Cabinet type	A	C	B	B	C	B
Battery temperature / °C						
2001 Max.	35.3					
2002 Average		27.4	31.7	31.1	27.3	25.0
Max.		53.4	48.8	51.6	45.8	53.1
Min.		1.4	6.5	3.9	1.9	-0.9
2003 Average		26.5	32.0	30.9	27.1	24.4
Max.		50.6	49.0	50.7	44.3	52.6
Min		2.2	6.3	3.9	1.6	-0.4

違いは見られなかった。フロリダ州とジョージア州の比較では、前者の方が、平均温度が高い傾向も見られたが、キャビネット設置状況の影響が大きく現われたものと思われる。

4.2 放電状況

2001 ~ 2003 年の集計結果を Fig. 5, Fig. 6 および Fig. 7 に示す。

1 年あたりの放電回数はおよそ 2 ~ 8 回であった。また、1 回あたりの放電時間は、63% が 1 時間未満であり、85% が 3 時間未満であった。しかしながら、なかには、8.3 時間続いた例もあった（サイト 5）。フロリダ州（サイト 3, 4, 5）での放電頻度は、ジョージア州（サイト 2, 6）と比較して、ほとんど変わらなかった。放電深さ（DOD）は、78% が DOD 5% 以下であり、DOD 20% を超えるものはわずか 4% であっ

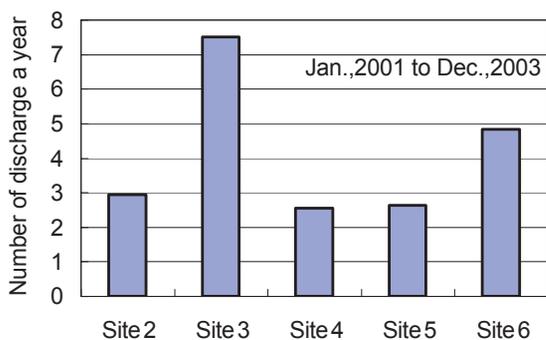


Fig. 5 Frequency of battery discharge at remote terminal application in North America.

Site 2: Outdoor cabinet type A, Convington GA.  
 Site 3: Outdoor cabinet type B, Ft. Pierce, FL.  
 Site 4: Outdoor cabinet type B, Gainesvill, FL.  
 Site 5: Outdoor cabinet type C, Gainesvill, FL.  
 Site 6: Outdoor cabinet type B, Covington, GA.

た。このように、ほとんどの場合は放電深度が浅いことがわかる。したがって PWL 電池の寿命の影響はないものと考えられる。

4.3 回収電池の状態

今回調査したサイトの中で、電池表面の最高温度と

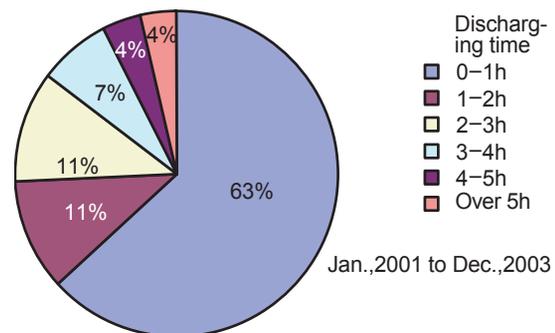


Fig. 6 Variety of battery discharge time at remote terminal application at GA and FL in North America.

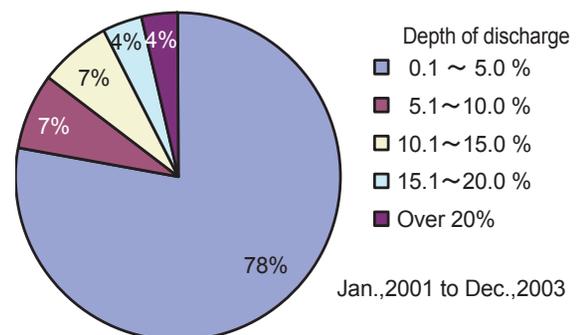


Fig. 7 Variety of depth of discharge of battery at remote terminal application at GA and FL in North America.

最高平均温度を記録したサイト 2 および 3 から、それぞれ電池一組（直列に接続されていた4個）を回収し、その状態を調査した。これらの使用履歴を Table 5 に示す。サイト 2 から回収した PWL12V38 電池は、使用期間 2.8 年、平均充電電圧 54.7 V (2.279 V/cell)、電池表面の平均および最高温度 27.6 °C および 53.4 °C、放電回数 5 回、トータル放電電気量 4.6 Ah であった。また、サイト 3 の PWL12V24 電池は、使用期間 2.7 年、平均充電電圧 55.3 V (2.304 V/cell)、電池表面の平均および最高温度は 31.5 °C および 48.8 °C、放電回数 10 回、トータル放電電気量 8.3 Ah であった。これらの平均充電電圧は、推奨される 53.52 V (2.23

Table 5 Actual usage condition of PWL series valve regulated lead acid batteries installed at outdoor cabinet of remote terminal application in Covington, GA (Site No.2) and Ft. Pierce, FL (Site No.3).

Site No.	2	3
Average charging voltage / V	54.7	55.3
Average battery temp. / °C	27.6	31.5
Max battery temp. / °C	53.4	48.8
Number of discharge	5	10
Total discharge amount / Ah	4.6	8.3
Used period / years	2.8	2.7



Fig. 8 Outside view of PWL12V38 valve regulated lead acid battery used for about 3 years at outdoor cabinet type C of remote terminal application at Covington, GA (Site No.2).

V/cell) より高かったが、浮動充電電流の増加や電池表面の温度の異常上昇などの熱逸走の兆候はみられなかった。さらにサイト 2 から回収した PWL12V38 電池の外観写真、回収後の調査結果および正・負極板・セパレータの外観をそれぞれ Fig. 8, Table 6 および Fig. 9 に示す。いずれの電池も、OCV、内部抵抗値に異常はなく、8 時間率放電時間も 8 時間以上であり、新品時のものと変わらなかった。また、電槽膨れ、端子部腐食、液漏れ、正極格子の早期腐食など、高温使用時に想定される異常は見られなかった。

Table 6 Electrical characteristics of PWL series valve regulated lead acid batteries used for 3 years at outdoor cabinet of remote terminal application in Covington, GA (Site No.2) and Ft. Pierce, FL (Site No.3).

Site No.	2				
Battery type	PWL12V38				
OCV / V	12.71	12.70	12.71	12.71	(12.7)
IR / mΩ	6.0	7.0	7.2	6.2	(6-8)
8HR capacity / h	8.83	8.32	8.60	8.80	(8.3)
Site No.	3				
Battery type	PWL12V24				
OCV / V	12.73	12.71	12.71	12.72	(12.7)
IR / mΩ	9.4	9.0	9.4	9.5	(9-11)
8HR capacity / h	8.38	8.47	8.28	8.22	(8.4)

( ): Initial value

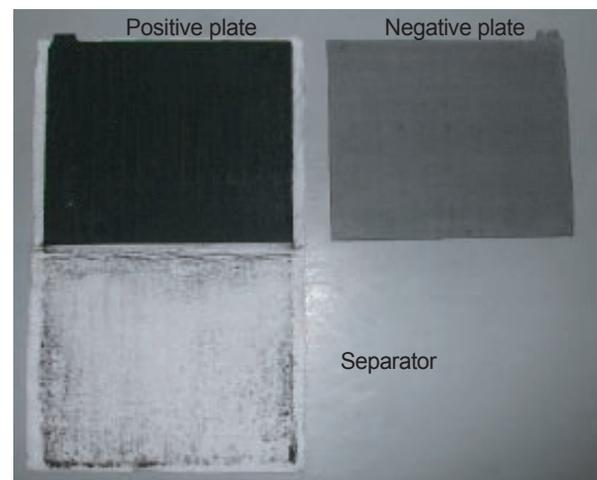


Fig. 9 Plates and separator of PWL12V38 valve regulated lead acid battery used for 3 years at outdoor cabinet type C of remote terminal application at Covington, GA (Site No.2).

## 5 まとめ

超長寿命形 PWL 電池のフィールド検証のために、高い温度や種々の放電頻度で 사용되는北米南東部の数種類の屋外キャビネットにおいて、3年間にわたり調査をおこなった。その結果、電池表面の平均温度は、どのサイトでもおおむね 24～32℃ の範囲内であったが、最高温度が、50℃ を超えたサイトもあった。また、放電頻度は 10 回/年以下であった。このようないずれの環境でも、PWL 電池は、故障せず、容量を維持していた。また、電池表面温度が最も低く抑えられたキャビネットは、電池室が電子機器とは分けられ、換気装置によって、常に外気を取り込む構造のものであり、その最高温度は 35.3℃ であることが分かった。

今後、得られたデータを基に、実フィールドでの電池寿命の推定方法を提案し、さらに使用年数を経過した電池を回収調査することで、その妥当性を検証していく予定である。

## 謝 辞

本調査にあたって、BellSouth Telecommunication Inc. 殿には、多大なご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 赤松和也, 中村拓司, 萬矢修一, 大原俊夫, 坪田正温, *GS News Technical Report*, **61** (1), 33 (2002).
- 2) C. St-Pierre, D. Pomerleau, M. Parent, S. Vaillancour, M. Richard, Y. Choquette, E. Potvin, and J. S. Viator, *INTELEC 2001*, 14-18 Oct. Edinburgh p. 671 (2001).
- 3) T. Hatanaka, M. Iwata, and M. Maeda, *Journal of Power Source*, **73**, 98-103 (1998).