

アイドリングストップ車用途への鉛蓄電池の適用

Application of Lead-Acid Batteries for Idling-Stop Vehicles

桐 林 基 司* 沢 井 研*
大 前 孝 夫* 大 角 重 治**

Motoshi Kiribayashi Ken Sawai
Takao Ohmae Shigeharu Ohsumi

Abstract

An advanced VRLA battery for vehicles with an idling-stop system has been developed by the application of new technology using ultra high density paste for the positive and negative active materials with the selection of an appropriate additive. The battery is found out to show a higher charge acceptance under the minimum setting voltage of 13.7 V resulting in a smaller capacity loss after two-month field test. This beneficial effect is also confirmed by the smaller amount of $PbSO_4$ remained in the positive and negative electrodes compared with the case of conventional flooded lead-acid and conventional VRLA batteries.

1 緒言

近年、自動車における排気ガスの削減と燃費の改善のために、アイドリングストップの必要性が高まってきている。この方法は、駐・停車時にエンジンを停止するという最も簡単なものであり、これまでに宅配トラックや路線バスを対象にした取り組みがおこなわれてきた。最近では、自家用乗用車の信号待ちや渋滞時等の短時間の停車時にもこの方法を実施する動きがみられている¹⁾。

アイドリングストップ車用の電池は、エンジンの始動のほかに、その停止中に負荷電力を供給することが必要である。そのために、従来のアイドリングストップをおこなわない車両に比べて、電池の放電頻度は増え、充電不足になりやすいことが予想される。この電池に求められる課題は、充電不足の条件下においても、十分な耐久性を発揮することにあるといえる。

当社は、このようなアイドリングストップ車での電池の使用状況を調査、解析して、この用途に適した改良形 VRLA 電池を開発し、実車走行試験をおこなってきた。本報告では、実車走行試験後の電池性能と劣化状態を調査した結果について、従来形の液式鉛蓄電池および VRLA 電池と比較して述べる。

* 株式会社ジーエス・ユアサ マニュファクチャリング 技術開発センター 研究開発部

** 株式会社ジーエス・ユアサ マニュファクチャリング 技術開発センター

2 実験

2.1 アイドリングストップ走行が電池におよぼす影響

従来形液式鉛蓄電池を使用して、アイドリングストップ走行が電池の性能におよぼす影響を調べた。その影響をより明確にするために、充電電圧は通常の14.4 Vおよびそれより低い13.4 Vとした。

Fig. 1 に試験車両の外観写真を示す。この車両はガソリン車（排気量 1.3 L, 無段変速機 (CVT) 付き）に、自動的にアイドリングストップ開始およびエンジン再始動する機能を付加したものである。すなわち、車速が 0 km h^{-1} になるとエンジンが停止し、その後アクセルを踏み込むと自動的にスタータが回転してエンジンが再始動するようにした。エンジン始動時の瞬間最大放電電流は 500 A であり、通常約 0.7 秒以内で始動が完了する。また、オルタネータの発電電圧を無段階で調整できるようにした。

走行試験は、京都市内のジーエス・ユアサ コーポレーションの京都事業所から宇治市街までの片道約 15 km の経路を使用した。試験の終了後、容量試験および解体調査をおこなった。容量試験では、電池を試験車両から取りはずした後、充電することなく 0.2 CA の電流で放電して残存容量を確認した。つぎに、0.1 CA の電流で定格容量の 150% の電気量を充電後に 0.2 CA の電流で放電して再び容量を確認した。解体調査では、試験終了直後および回復充電後に、正・負極板の外観観察および上下部の硫酸鉛量の分析をおこなった。比較のために、アイドリングストップをおこなわずに走行した場合についても実施した。

2.2 改良形 VRLA 電池の開発

後述のように、アイドリングストップ車では、正・



Fig. 1 Outside view of the test vehicle.

負極板とも、その下部に硫酸鉛が蓄積することがわかった。その原因は、充電受入性が低いことにある。したがって、この用途に適した鉛蓄電池を試作するためには、充電状態が低い条件下でも出力特性が高く、なおかつ放電後の充電受入性にすぐれていることが必要である。適用した主な技術要素について以下に述べる。

(1) 正極板

活物質には、従来のサイクル用途のものよりもさらに高密度のペーストを採用して、充放電に伴う劣化の低減をはかった²⁾。通常、高密度ペーストを使用すると活物質利用率が低下するが、新添加剤の採用によって、大電流放電時の利用率を向上させた。

(2) 負極板

充電不足の状態でのサルフェーション抑制のために、カーボンを多く添加した密度の高い活物質を採用した^{2, 3)}。これによって、活物質の内部にカーボンや鉛の導電性ネットワークが形成されたので、絶縁体である硫酸鉛の充電が容易になった。また、活物質添加剤の最適化によって負極の反応サイトの活性を高められ、回生充電の受入効率も向上した。

2.3 アイドリングストップ車両での充電電圧と充電状態との関係

アイドリングストップ車では、電池が充電不足になるため、充電電圧の設定値が重要である。そこで、電池性能におよぼす充電電圧の影響を詳細に調査した。2.1 項と同様にして、アイドリングストップ車両で走行試験を一週間継続した後、電池の容量試験をおこなった。改良形 VRLA 電池のほかに、比較のために従来形の液式鉛蓄電池および VRLA 電池の 3 種類について試験をおこなった。充電電圧は 13.2, 13.8, 14.4 および 15.0 V の 4 種類とした。Table 1 にその実車試験条件を示す。

Table 1 Test condition of the field test.

Test battery	Charge voltage / V
B20 size advanced VRLA battery	13.2
	13.8
	14.4
	15.0
B20 size conventional VRLA battery	13.2
	13.8
	14.4
	15.0
B19 size conventional flooded battery	13.2
	13.8
	14.4
	15.0

2.4 改良形 VRLA 電池の実車試験

2.1 項と同様に改良形 VRLA 電池の実車試験を二ヶ月間実施した。試験終了後に、電池の容量試験および解体調査をおこなった。電池の充電電圧は、14.4 V および 13.4 V とした。

3 結果と考察

3.1 アイドリングストップ走行の影響

アイドリングストップ車両における走行試験中の端子電圧および充放電電流の推移の一例を Fig. 2 に示す。図から、アイドリングストップ車のものは頻りに充放電が繰り返されているが、従来車両の場合は常時充電されていることがわかる。つぎに、走行試験を終了した電池の残存容量を、定格容量に対する容量の割合として Fig. 3 に示す。アイドリングストップ車両に搭載した電池の残存容量は、従来車両に搭載したものより小さい値であったことから、充電状態が低下したことがわかる。したがって、充電電圧が低いとその傾向が顕著になることがわかる。一方、従来車両の残存容量は、ほぼ定格値を示している。

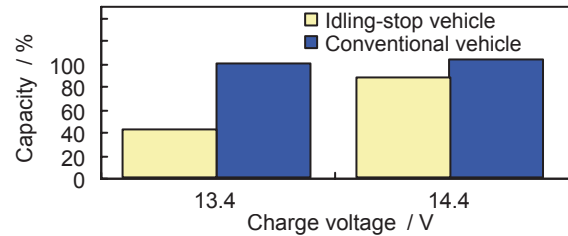


Fig. 3 Residual capacity of flooded lead-acid batteries for idling-stop vehicles after two-month field test.

電池の正・負極活物質に含まれる硫酸鉛量を分析した結果を、Fig. 4 に示す。ここでは、採取した活物質中に含まれる硫酸鉛の質量の割合を示した。従来車両における試験終了直後の硫酸鉛量は、最大で 10 mass% 程度であった。また、回復充電後には、硫酸鉛はほとんど残存していないことがわかる。一方、アイドリングストップ車両のものは、実車試験終了直後は正・負極板とも硫酸鉛量が大きく、とくに充電電圧が 13.4 V の場合の下部においては、50mass% 以上であった。また、負極の下部の硫酸鉛は回復充電後にも

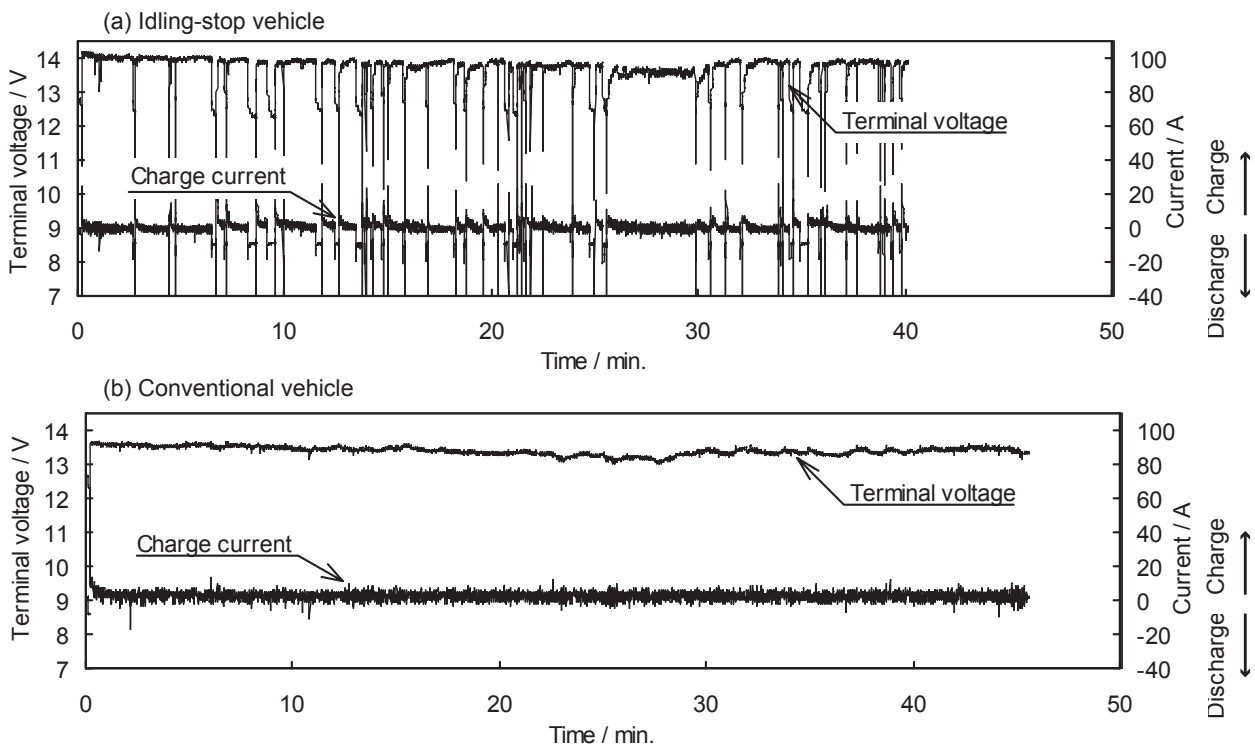


Fig. 2 Change in voltage and current of flooded lead-acid battery carried for (a) idling-stop vehicle with setting charge voltage of 14.4 V and (b) conventional vehicle with setting charge voltage of 13.4 V.

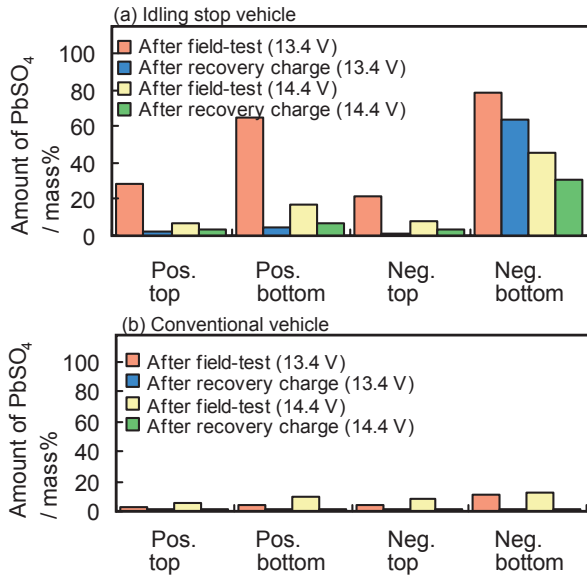


Fig. 4 Accumulated PbSO₄ in positive and negative electrodes of flooded lead-acid battery for (a) idling-stop vehicle after two-month field test followed by recovery charge and (b) conventional vehicle.

残存したことから、劣化が進行しているものと考えられる。

3.2 改良形 VRLA 電池の開発

改良形 VRLA 電池の諸元を、他のものと比較して Table 2 に示す。5 時間率容量は、いずれの電池も 27 Ah で同じであることがわかる。25 °C における SOC (State of charge, 充電状態) 80% の充電 I-V 特性を測定した結果を Fig. 5 に示す。図から、同じ電圧で充電した場合に流れる電流は、改良形 VRLA 電池がもっとも大きいことがわかる。なお、VRLA 電池と従来形の液式電池とを比較すると、前者のものがとくに充電受入性にすぐれていると言える。

3.3 充電電圧と電池容量との関係

アイドリングストップ車両で実車走行した電池の容量試験結果を Fig. 6 に示す。電池の残存容量は充電電圧と相関があり、その値が低い場合には小さかった。

Table 2 Comparison of specification of test batteries.

	Advanced VRLA	Conventional VRLA	Conventional flooded
JIS size	B20 size	B20 size	B19 size
5 hr capacity / Ah	27	27	27
Dimension / mm			
Length	197	197	187
Width	129	129	127
Height	202	202	203
Mass / kg	10.5	10.5	9.5

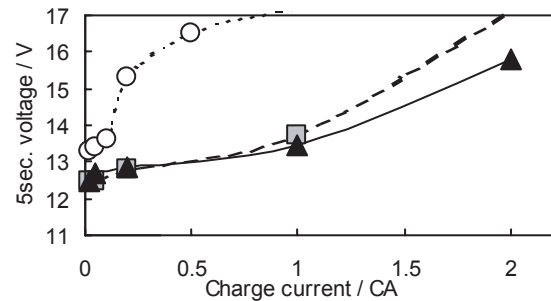


Fig. 5 Comparison of the charged I-V characteristics of various lead-acid batteries at SOC 80% (25 °C). (▲) : Advanced VRLA battery, (◻) : VRLA battery and (○) : Flooded battery.

また残存容量は、改良形 VRLA 電池、従来形 VRLA 電池、従来形液式鉛蓄電池の順で大きい傾向があった。これは Fig. 5 に示した充電受入性の傾向と一致している。また充電電圧が 13.7 V 以上の場合、回復充電によって VRLA 電池の容量は定格値となったが、従来形液式鉛蓄電池は 90% までしか回復しなかった。以上より、アイドリングストップ車用には VRLA 電池が適しており、その設定充電電圧には 13.7 V の最小値が必要であると言える。

3.4 改良形 VRLA 電池の実車試験結果

3.3 項の結果から、充電電圧を 14.4 V に設定して実車試験をおこなった。走行前の電池の開回路電圧およびアイドリングストップ率の推移を Fig. 7 に示す。電池の開回路電圧は 12.4 V 付近をほぼ一定に推移したことから、充電状態がほぼ一定に保たれていることがわかる。また、試験期間中のアイドリングストップ率は平均 15% 程度であった。

容量試験の結果を、3.1 項の従来形液式鉛蓄電池の結果と比較して Fig. 8 に示す。充電電圧が 14.4 V のときの残存容量は、従来形液式鉛蓄電池が 87% であったのに対し、改良形 VRLA 電池は 96% と高く、ほぼ満充電状態を保っていた。充電電圧が 13.4 V のときの残存容量は各々 42% および 60% であった。硫酸鉛量を比較した結果を Fig. 9 に示す。改良形 VRLA 電池の実車試験終了後の正・負極板の硫酸鉛量は 20mass% 程度であり、極板の上下間の差は小さかった。また、回復充電することによって、硫酸鉛は 10mass% 以下にまで減少した。以上のように、改良形 VRLA 電池を用いた場合、従来形液式鉛蓄電池より充電状態が高く保たれ、かつ、硫酸鉛量が小さくなるというアイドリングストップ車に適した性能が得ら

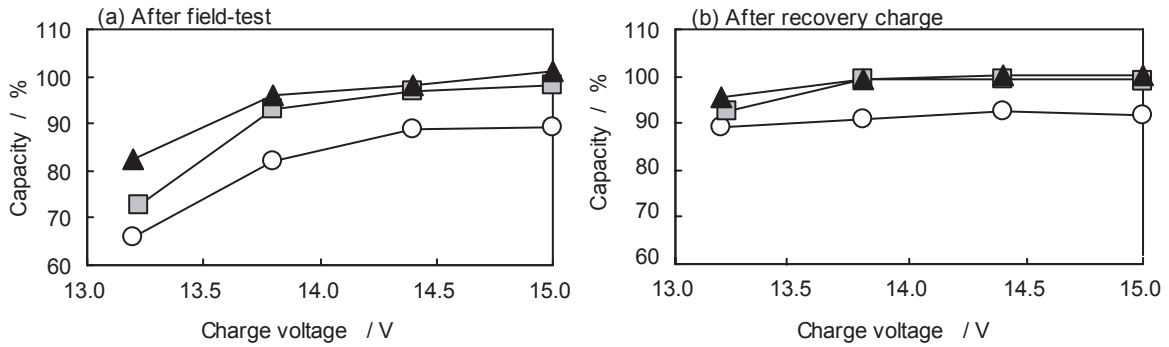


Fig. 6 Capacity retention of advanced lead-acid batteries for idling-stop vehicle for one-week field test (a) followed by recovery charge (b). ▲ Advanced VRLA battery, ■ conventional VRLA battery, ○ Flooded battery.

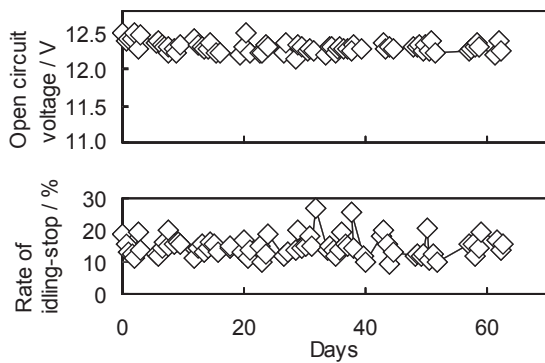


Fig. 7 Change in open circuit voltage of advanced VRLA battery and rate of idling-stop during field test of setting charge voltage of 14.4 V.

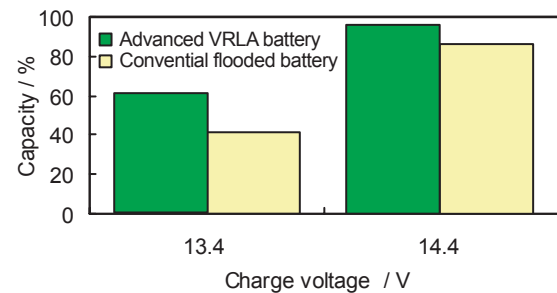


Fig. 8 Residual capacity of advanced VRLA battery for idling-stop vehicle for two months.

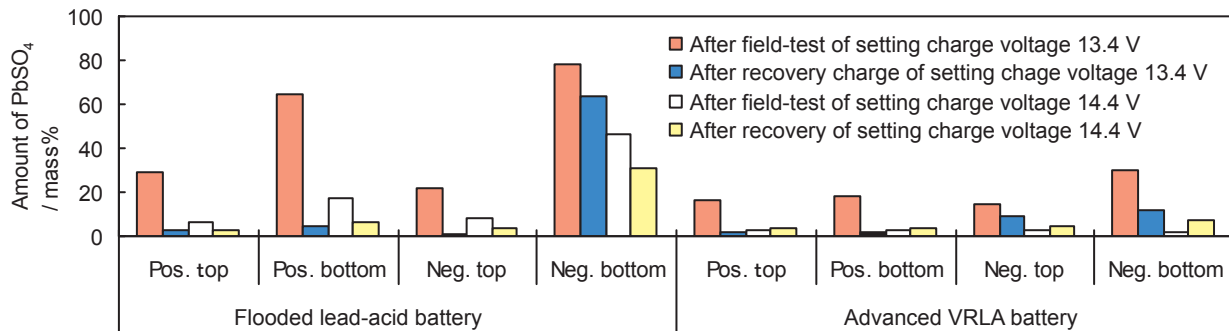


Fig. 9 Accumulated PbSO₄ of positive and negative electrodes for flooded and advanced VRLA batteries after two-month field test followed by recovery charge.

れることが確認できた。なお、正極における活物質の軟化や格子の腐食ほとんどはみられなかった。

4 結論

アイドリングストップ車に、同じ容量の改良形 VRLA 電池、従来形液式電池および従来形 VRLA 電

池を搭載し、一定期間の実車走行試験を実施した後に電池性能と劣化状態を調査した結果、つぎのことがわかった。

- (1) 正・負極活物質の最適化および添加剤の開発等の技術を用いて試作した改良形 VRLA 電池は、充電受入性の向上および硫酸鉛量の低減がはかれる。この電池を用いたアイドリングストップ実車走行

試験において、従来形電池よりも良好な性能を示す。

(2) 従来形液式鉛蓄電池を用いたアイドリングストップ実車走行試験において、電池の充電状態が低下し、負極板の下部に硫酸鉛が残存した。またその量は回復充電をおこなっても残存することから、劣化が促進されているものと考えられる。

(3) VRLA 電池は、液式電池に比べて充電不足になりにくい。

以上、アイドリングストップ用途には、改良形 VRLA 電池がすぐれていることを報告したが、一方で一般的な耐熱性は、液式電池のほうが VRLA 電池よりもすぐれている。電池をエンジンルーム内に搭載する場合等には、とくに温度の影響が大きいものと考えられる。したがって、アイドリングストップ用途に適した電池を開発するために、液式電池の性能改善および VRLA 電池の耐熱性向上等の検討を並行して進める必要がある。

謝辞

この試験の遂行にあたり、三菱電機株式会社殿には多大なご助言をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (財)省エネルギーセンターホームページ http://www.eccj.or.jp/sub_05.html
- 2) 山中健司, 秦 公樹, 野田 正, 藤本直生, 山口耕平, 坪田正温, *GS News Technical Report*, **60** (2), 8 (2001).
- 3) 船戸貴之, 高橋克仁, 坪田正温, 田淵 淳, 岩田政司, 田川弥八郎, *GS News Technical Report*, **52** (2), 31 (1995).