

アイドリングストップ車用液式鉛蓄電池の開発

Development of Flooded-Type Lead-Acid Battery for "Idling-Stop" Vehicles

原 田 岬* 杉 江 一 宏*
Misaki Harada Kazuhiro Sugie

アイドリングストップ車は停車中にエンジンを停止することで燃費を向上することができる。しかし、鉛蓄電池はアイドリングストップ中の電力をすべて供給するため、放電量の増加に伴い寿命が短くなるという課題があった。そこで、充電受入性を約2倍に向上させ、さらに容量低下とアイドリングストップ特有の劣化である負極耳部の腐食を抑制した液式鉛蓄電池を開発した。

"Idling-stop vehicles" are able to improve fuel efficiency by stopping the engine. However, as lead-acid batteries supply all the electric power during the "Idling-stop" period, the increase of discharge amount causes the battery life to be shortened. We developed a flooded-type lead-acid battery that improved the charging acceptance to twice that of the conventional one, and suppressed the capacity loss and peculiar corrosion of negative lugs during "Idling-stop" use.

1. アイドリングストップ車用鉛蓄電池

CO₂排出量削減に向けた技術開発が進むなか、自動車においては停車中にエンジンを停止することで、約7%~10%の燃費向上が可能なアイドリングストップ技術のニーズが高まっている。

アイドリングストップ車は通常の自動車から部品の強化や追加が必要であるが、ハイブリッド車などの複雑なシステムと比較して追加コストが少ない利点がある。

しかし、アイドリングストップによるエンジンの頻繁な停止は特定の部品への負荷が増える。電池においては停車時にオルタネータ（発電機）が停止し、車両の電気負荷への電力は電池からすべて供給するため、従来の自動車に比べて放電量が増大し、また劣化も早く進む。

また、PSOC（Partial State of Charge：中間充電状態）で充放電を頻繁に繰り返すため、負極耳部（第1図）が腐

食しやすく、腐食が進行すると内部断線して充放電不能となり、電力の供給が途絶えてしまう。したがって、アイドリングストップ車用鉛蓄電池には次のような性能が要求される。

- 放電深度の深い充放電に対する耐久性
- 急速にSOC（State of Charge：充電状態）を回復させる充電受入性
- 負極耳部の腐食抑制

2. 耐久性の向上

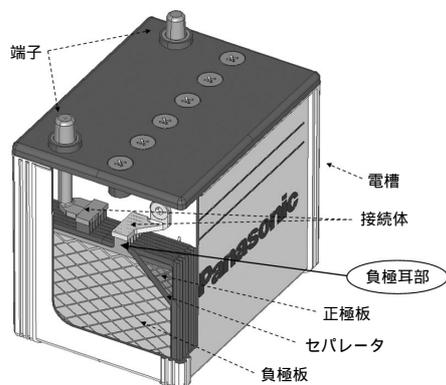
アイドリングストップ車に搭載された鉛蓄電池は、正極活物質の軟化による容量低下や充電不足による活物質の不活性化が起こる。アイドリングストップ車用鉛蓄電池は、これらの課題を解決し放電深度の深い充放電に対する耐久性を確保することが要求される。

2.1 正極活物質の高密度化による容量低下抑制

正極活物質は放電深度の深い充放電を繰り返すと、活物質粒子間の結合力が失われ、容量が低下する「軟化」という現象が起こり、軟化は密度の異なる活物質（二酸化鉛）と放電生成物（硫酸鉛）の可逆反応に伴う膨張収縮が原因であると考えられる。そこで、活物質の密度を上げて空孔を減らすことにより、膨張収縮に伴う劣化を抑制できると考え、活物質の高密度化を検討した。

しかし、活物質は密度を高くすると利用率が低下してしまうため、アイドリングストップ車用鉛蓄電池では軟化抑制効果と目標初期容量との兼ね合いから密度を約10%増加させた。

また、活物質は数μmの粒子から構成された多孔質体であり、活物質粒子間の結合力を測定することは困難である。そこで、軟化が進む放電深度の深い寿命サイクル試験により耐久性を評価した。その結果、密度を約10%増



第1図 液式鉛蓄電池の内部構造

Fig. 1 Structure of flooded-type lead-acid batteries

* パナソニック ストレージバッテリー（株）
Panasonic Storage Battery Co., Ltd.

加させた正極活物質では容量が50%以下に低下するまでに約2倍の充放電サイクルを要したことから、高密度化が容量低下の抑制に効果があることを確認できた。

2.2 充電受入性の向上による活物質の不活性化抑制

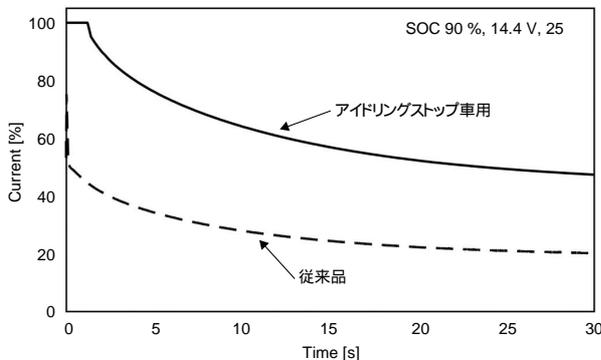
放電生成物である硫酸鉛は再結晶することで粗大化し、充電しても活物質に戻らなくなってしまう（不活性化）。不活性化を防ぐには、限られた充電時間でSOCを回復できる充電受入性が必要である。

充電受入性の向上は電池の内部抵抗をいかに低減させるかが課題となる。内部抵抗により発生する過電圧を分極といい、構成部品（極板や電解液、セパレータなど）の導電性に起因するオーミックな抵抗分極と、化学反応速度に起因する非オーミックな活性化分極と濃度（拡散、または電荷移動）分極がある。

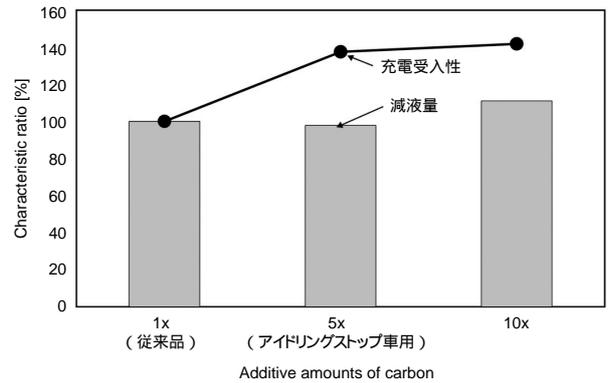
これらの要素を低減するため、極板を薄型化して構成枚数を増やし、反応表面積を増加させた。さらに、負極活物質の添加剤として、放電生成物である硫酸鉛結晶を微細化する硫酸バリウムと活物質間の導電性を向上させるカーボンを増量した。

この3つの改善により内部抵抗を低減し、充電受入性の向上を実現した。第2図はSOC 90%から14.4V（定電圧）で充電した際の電流を比較したものであり、アイドリングストップ車用は従来品に比べて約2倍の電流が入力できることを確認した。

また、カーボンの増量は水の電気分解反応を促進させて減液を早めるため、補水頻度が増えてメンテナンス性を悪化させるが、従来品と同等の減液特性を維持しつつ充電受入性を向上させるカーボンの最適な添加量を見いだした（第3図）。



第2図 充電受入性の比較
Fig. 2 Comparison of charge acceptance



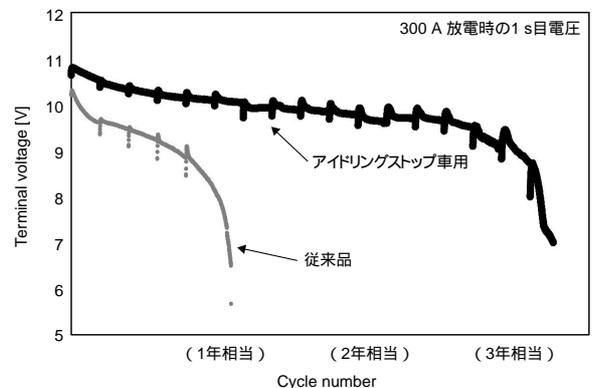
第3図 添加量の最適化
Fig. 3 Optimization of additive amounts

3. 市場寿命の検証

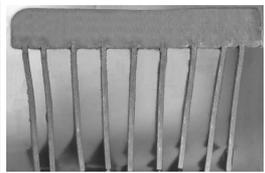
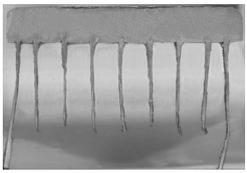
前記の要素技術を用いて設計した製品について、アイドリングストップ車の充放電を模擬した加速試験により市場寿命を検証した。

自動車の使われ方は地域やユーザー、用途によって異なるが、平均すると1日あたり約50回停車すると言われている。このような使われ方を想定した電池工業会規格のアイドリングストップ寿命試験（SBA S 0101:2006）を用い、毎日使用しても約3年相当の耐久性を有することを確認した（第4図）。

また、負極耳部は、電池の構成材料を新規に開発し、内部構造を最適化することで腐食を抑制した。寿命試験後の負極耳部を観察したところ、従来品は腐食し断線していたが、アイドリングストップ車用は18%しか進行しておらず、寿命末期まで腐食を抑制できていることを確認した（第5図）。



第4図 アイドリングストップ寿命試験結果（SBA S 0101:2006）
Fig. 4 Results of "Idling-stop" life test (SBA S 0101:2006)

	アイドリングストップ車用	従来品
断面図		
腐食率	18 %	100 %

第5図 アイドリングストップ寿命試験後の負極耳部断面

Fig. 5 Section of negative lugs after "Idling-stop" life test

4. 今後の動向と展望

国内におけるCO₂排出量の約2割は自動車によるものであり、自動車のさらなる燃費向上は地球温暖化をはじめとする環境保全に大きく貢献できる。アイドリングストップ車は今後もさらに普及し、これに伴いアイドリングストップ車用鉛蓄電池の需要も拡大すると予測される。また、本電池の優れた耐久性と充電受入性を活用し、充電制御や減速回生などの車両の燃費向上技術へのさらなる展開も今後検討していく。

参考文献

- 1) 猿渡健一郎 他：マツダi-stop (アイ・ストップ) マツダ技報2009 No.27, p.14 (2009).
- 2) 国土交通省 他：乗用車等の新しい燃費基準 (トッランナー基準) に関する最終取りまとめについて 合同会議「最終取りまとめ」 p.34 (2009).
- 3) 電池工業会規格：アイドリングストップ車用鉛蓄電池 SBA S 0101:2006 p.7 (2006).
- 4) 堀江章二 他：Lead acid battery for idling stop system. PCC Nagoya 2007, pp.1352-1356 (2007).
- 5) 下田一彦 他：アイドリングストップ車用液式鉛蓄電池の開発 The Papers of Technical Meeting on Vehicle Technology, IEE Japan 2007, No.1, pp.1-6 (2007).