

## ⑬駆動用蓄電池搭載車両の安全性評価について

自動車安全研究領域	※田中 良知	伊藤 紳一郎	米澤 英樹	松井 靖浩
	細川 成之	松村 英樹		
交通システム研究領域	長谷川 智紀			
環境研究領域	河合 英直	新国 哲也		

### 1. はじめに

地球温暖化対策の一環として、CO<sub>2</sub>の削減がうたわられている。そのため、2009年と2010年に政府が実施した環境対応車への買い換え、購入に対する補助制度の効果により、CO<sub>2</sub>排出量が少ないと言われているハイブリッド自動車や電気自動車の普及が急速に進んでいる。これらハイブリッド自動車や電気自動車では、電気を駆動源とした駆動方法が用いられており、燃費の改善や電気駆動による走行距離を増加させるためには、軽量・コンパクトでありながら、大容量で大電流が取り出せる蓄電池が求められる。この条件に合致するものとしてはリチウムイオン蓄電池があり、ハイブリッド自動車や電気自動車に使用される様になってきている。

一方、リチウムイオン蓄電池を搭載したノートパソコンや携帯電話等で発熱・発火といった事故が市場において発生している。より過酷な利用環境にある自動車に、駆動用蓄電池としてリチウムイオン蓄電池を搭載する場合においては、その使用状況に応じて安全性を考慮する必要がある。

自動車の安全性については、保安基準の中で記述されている。ハイブリッド自動車や電気自動車に関係する部分としては、高電圧からの乗車人員の感電保護に関する技術基準があり、これは日本が先行して制定し、世界の技術基準の基となった。

また、衝突事故においては、衝突車両がハイブリッド自動車や電気自動車の場合、駆動用蓄電池に衝突の加速度による衝撃が作用する。また、衝突の被害が大きい場合には、車両が大きく変形し、電池も変形をするなどの状況が発生することもありえる。

このような場合に電池内で短絡が発生して、急速な発熱・発火が発生するなど、今までのガソリン車両には無い危険性が生じる可能性がある。この様なことか

ら、現在の乗員保護の目的で行われている衝突試験のみで、駆動用蓄電池の安全性を確認できるかは未知数である。そのため、駆動用蓄電池の衝突時の安全性に関する技術基準について、現在国際会議の場で議論が行われている。

本研究では、高電圧の駆動用蓄電池を搭載したハイブリッド自動車を試験車に用いて、側面衝突実験を3形態実施し、衝突時の駆動用蓄電池の安全性評価を考える上での基となるデータの取得を行った。

### 2. 衝突実験

#### 2. 1. 実験方法

表1に実験の衝突形態及び実験条件の概要を示す。実験は、衝突車にECE/R95 MDB (Mobile Deformable Barrier) およびAE-MDB (Advanced European Mobile Deformable Barrier) Ver. 3.10を、側突車にハイブリッド小型乗用車を用いて、合計3回の実験を実施して、車両の加速度と変形量の比較を行った。それぞれの実験で使用した側突車は同型の同年式の国産のニッケル水素蓄電池を駆動用蓄電池として搭載したハイブリッド小型乗用車である。リチウムイオン蓄電池搭載車両は、まだ普及が進んで無いため、ここではニッケル水素蓄電池搭載車両で代用した。

衝突形態は、①側面衝突法規試験形態 (ECE/R95 MDB を MDB 中心が側突車前席 SRP (Seating Reference Point) 位置と一致する位置に 50 km/h の速度で直角に衝突)、②後輪衝突試験形態 (ECE/R95 MDB を MDB 中心が駆動用蓄電池搭載位置に最も近い後輪中心から前方 25mm 位置と一致する位置に 50 km/h の速度で直角に衝突)、③将来の側面衝突法規として、現在検討が進められている側面衝突試験形態 (AE-MDB Ver. 3.10 を MDB 中心が側突車前席 SRP から後方 250mm

位置と一致する位置に 50 km/h の速度で直角に衝突) の 3 形態で行った。

## 2. 2. 実験結果

図 1 に実験後の側突車の変形状況を示す。AE-MDB を衝突させた場合が最も大きく、次いで法規衝突形態で、後輪に衝突させた場合が最も小さかった。

表 1 試験条件

	法規衝突	後輪衝突	AE-MDB衝突
衝突形態			
衝突速度	50.1 km/h	50.1 km/h	50.1 km/h
衝突位置	MDB中心がSRPと一致	MDB中心が後輪中心より25mm前方	MDB中心がSRPより250mm後方
衝突車仕様	ECE/R95 MDB	ECE/R95 MDB	AE-MDB
衝突車質量	948 kg	948 kg	1500 kg



(a) 法規衝突



(b) 後輪衝突



(c) AE-MDB 衝突

図 1 試験後側突車状況

図 2 に実験前寸法測定位置を青線で示す。車両の形状は、現在電池を取り付けることので多いフロア部とサイドシル部について測定した。

図 3 に試験前後の測定結果を示す。変形量は AE-MDB を衝突させた実験の変形が最も大きく、サイドシル部が約 30 mm 変形した。電池位置に関しては、全ての実験において、衝突前後でほぼ同等の測定結果であり、ほとんど変形していなかった。

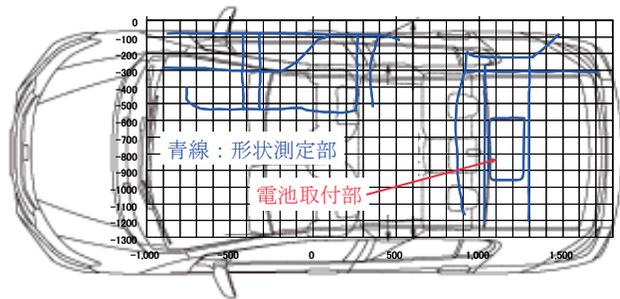


図 2 車両形状測定部位

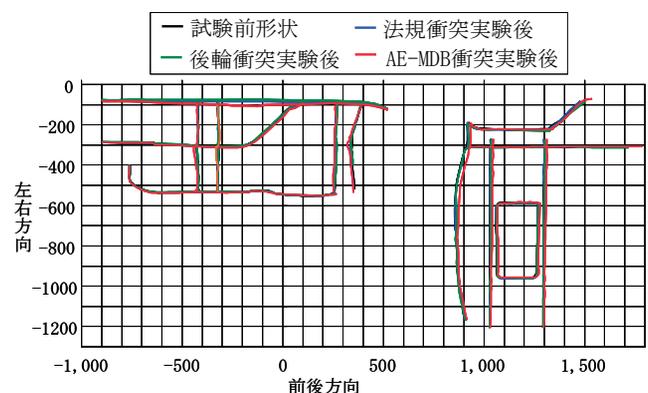


図 3 車両変形比較

今回の実験で、電池位置の変形がほとんど無かった理由に、この部位の変形を抑える構造が採用されていたことが考えられる。今回の試験車両では、電池搭載位置は、後輪車軸付近にある。そして、図 4 に今回の試験車の後輪サスペンションの写真を示す。これはトーションビーム方式の後輪サスペンション構造で、トーションビームが車両左右の後部長手方向構造部材の間に取り付けられている。この部材があるため、今回の試験車両の電池搭載位置に関して変形が少なくなったことが考えられる。

図 5 に後席シートおよび電池の写真を示す。今回の試験車両特有の構造で、後席シート下に車両横手方向に補強部材があった。さらに、電池を取り付ける部材もアルミパイプで車両強度部材の間に取り付けられていた。これらの部材も電池搭載部の変形を防ぐ効果が有ったことが考えられる。



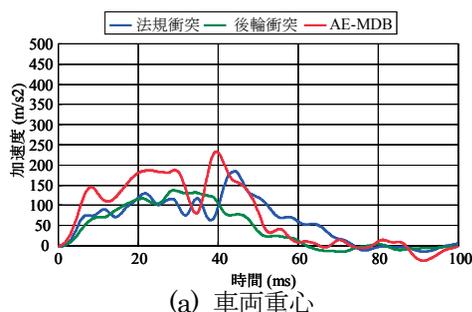
図4 後輪サスペンション部構造



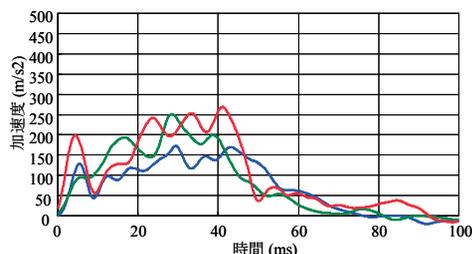
図5 後席シート，電池構造

図6に車両の各部位の加速度の時間履歴図を示す。車両重心位置での最大加速度は、AE-MDBが衝突車の場合が最も大きく、次いで法規衝突の場合で、後輪に衝突させた場合が最も小さかった。その差はAE-MDBと法規衝突でおよそ1.3倍の差があった。センタフロアクロス位置での最大加速度は、AE-MDBと後輪衝突がほぼ同等で大きく、法規衝突が最も小さくて、その差はおよそ1.7倍であった。リアフロアクロス部ではAE-MDBと後輪衝突がほぼ同等で大きく、法規衝突が最も小さくて、その差はおよそ1.5倍であった。駆動用蓄電池取り付け部では後輪衝突が最も大きく、次いでAE-MDBで法規衝突が最も小さかった。その差は後輪衝突と法規衝突ではおよそ1.9倍、AE-MDBと法規衝突でおよそ1.5倍であった。これらの結果から、乗員保護試験における衝突実験と、電池位置に衝突する実験では最大加速度に差が見られ、乗員保護試験で車両に搭載した駆動用蓄電池の加速度による衝撃に対する安全性の確認をすることは難しいことが考えられる。

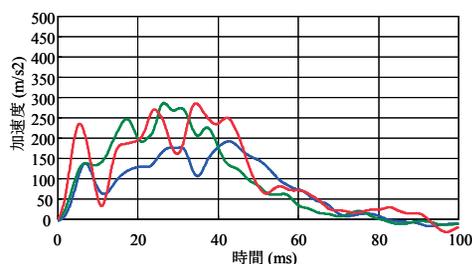
また、今回の実験では、衝突後の乗員の感電防止の確認も行っており、その確認方法は、駆動用蓄電池活電部と車体の絶縁抵抗を測定することで実施した。その結果、全ての実験で、衝突前後で絶縁抵抗は確保されていて、今回の試験車両において、実施した条件での衝突実験では、電氣的に安全であることが確認できた。さらに、全ての実験で駆動用蓄電池電解液の漏れも無かった。



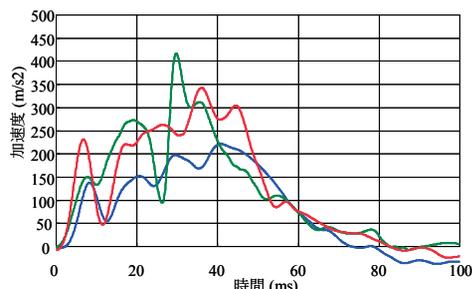
(a) 車両重心



(b) センタフロアクロス部



(c) リアフロアクロス部



(d) 駆動用蓄電池取付部

図6 車両各部加速度時間履歴図

### 3. ポール側面衝突実験

今回の実験では車両変形量は小さかったが、一般に今回の実験で模擬している車両相互事故より車両単独事故の方の車両変形が大きいことが言われている。そこで、過去に当研究所で実施した、車両単独側面衝突事故を模擬したポール側面衝突(試験車両はセダンタイプ小型乗用車)に関する研究結果について記述する。

実験条件について、表2に示す。29 km/hで直角に前席乗員頭部重心とポール中心が一致する位置に衝突させた。この条件はE-NCAP(Euro New Car

Assessment Program) で行っているポール側面衝突試験と同条件である。

図7に、実験後の試験車の状況を示す。ポールと衝突している部位に関して、車両が大きく変形しているのが分かる。図8に実験後に測定した側面車の外板サイドシル部の車両変形を示す。外板の変形で約250mmサイドシルが変形していて、今回実施した実験のサイドシル部の最大変形の約30mmに対して大幅に大きかった。

表2 ポール側面衝突試験条件

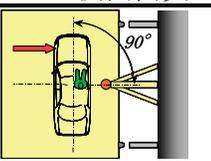
ポール側面衝突	
衝突形態	
衝突速度	29 km/h
衝突位置	ダミー頭部中心とポールの中心が一致
ポール直径	254 mm
衝突角度	90°



図7 ポール側面衝突試験後車両

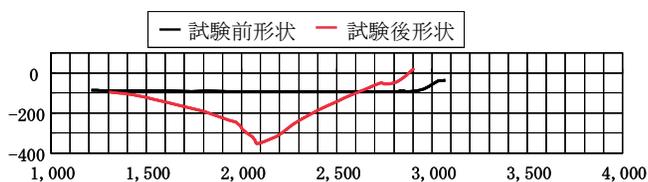


図8 ポール側面衝突による車両変形

図9に側面衝突事故調査における、死亡事故、重傷事故、軽傷事故の事故形態の割合を示す。事故調査は平成17～19年の3年分の事故データを調査した。事故データは(財)交通事故総合分析センターのものを用いた。事故データは、多重衝突と乗員がシートベルト非着用の事故を除く側面が変形した車両に乗っていた乗員の事故を用いた。この結果から、ポール側面衝突事故は側面衝突の中では1%以下で少ないが、死亡事故の中では20%と決して低くは無い割合となっている。

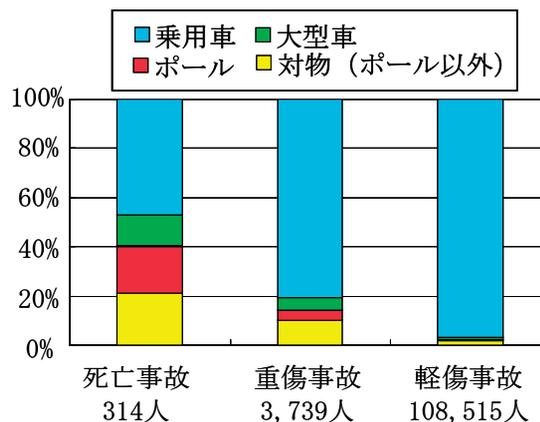


図9 側面衝突事故衝突相手 (平成17～19年)

これらの結果から、衝突時の車体変形量の大きい対物側面衝突事故は全体では少ないが、死亡事故では決して少なくはなく、また対物側面衝突事故の発生時に、今回の試験車両の電池搭載位置ではなく、フロア下に駆動用蓄電池の搭載位置が有る場合には車体の変形が電池搭載部まで及ぶことが考えられる。このことから、駆動用蓄電池の搭載位置について、変形が及ばない範囲に搭載する要件や、車両に搭載する駆動用蓄電池について変形衝撃に関する安全性の確認をする等の必要性について、さらなる検討が必要であることが考えられる。

#### 4. まとめ

車両単独事故を考えた場合、車両の変形が大きくなるため、駆動用蓄電池の搭載部位の近くに加害物が衝突した場合は、電池にまで変形が及ぶ可能性がある。

このため、駆動用蓄電池搭載車両の衝突時の変形に対する安全性の確保については、駆動用蓄電池の搭載条件の設定をして、事故時に電池搭載部に変形が少ないことを保証するか、ポール側面衝突実車試験もしくは駆動用蓄電池単体での圧壊試験などの電池の変形を伴う実験を実施して、駆動用蓄電池の変形に対する安全性の確認が必要であると考えられる。

また、駆動用蓄電池搭載部の最大加速度は、基準の乗員保護試験の衝突と駆動用蓄電池搭載部に近い位置に衝突する場合では、大きな差が見られた。

このため、駆動用蓄電池の衝突時の加速度の衝撃に対する安全性の確保については、基準の乗員保護衝突試験では確認することが難しく、駆動用蓄電池単体での加速度衝撃試験の実施など、加速度の衝撃に対する電池の安全性の確認が必要であると考えられる。