

前席ファーサイドエアバッグの開発

林 丈樹^{*1}, 松崎雄士^{*1}

Development of Far-Side Airbag for Front Seat

Takeki Hayashi^{*1}, Yuji Matsuzaki^{*1}

要旨

近年のエアバッグの普及により、交通事故による死傷者は減少してきているが、側面衝突による死傷者は前面衝突に比べて減少率が少ない。

これまで側面衝突事故において、運転席1名乗車時に助手席側から衝突された際の受傷、及び2名乗車時の乗員間同士の衝突による受傷を保護するデバイスはなかった。

我々は交通死亡者ゼロを目指す取り組みとして、上記の受傷モードから乗員を保護するデバイスに着目し、車両センター側で作動する前席ファーサイドエアバッグの開発と実用化を完了したため、この開発内容を以下に報告する。

Abstract

With the recent spread of airbags, traffic fatalities have decreased. However, the rate of decline in side collision fatalities has been smaller than that of front collisions.

No device has yet been developed to protect front seat occupants from injuries during side collisions, either between the driver and the passenger side of the vehicle when only the driver is on board, or between the driver and passenger when both are on board.

In an effort to minimize traffic fatalities, we focused on protecting occupants from the above injury modes. We have developed and completed commercialization of a front seat far-side airbag that operates at the vehicle's center. The story of the development is reported herein.

1. はじめに

1980年に北米で初めて運転席エアバッグが市販車に搭載されて以降、各国の衝突安全法規・レーティング（衝突安全評価）が整備・導入されてきたことにより、エアバッグの普及が進んできた。現在では運転席エアバッグに加え、助手席エアバッグなど様々なエアバッグが標準装備されるようになり、前面衝突時だけでなく側面衝突時の乗員の保護を目的としたサイドエアバッグやカーテンエアバッグも普及している。

前面衝突事故の死傷者は減少してきているが、側面衝突は前面衝突に比べて減少率が少ない（図-1）¹⁾。側面衝突事故で、衝突側乗員はサイドエアバッグやカーテンエアバッグなどの保護デバイスがあるため、今後の死傷者の減少が予測されるが、反衝突側乗員（図-2）及び2名乗車時

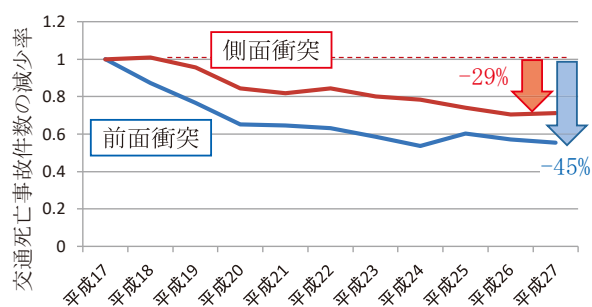


図-1 交通死亡事故件数の減少率
平成28年交通安全白書

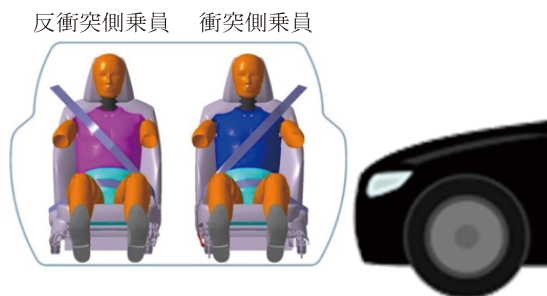


図-2 側面衝突

*1 SS 開発部 新デバイス開発室

の乗員同士の衝突はエアバッグ等の保護デバイスがない。そのため今後も上記の衝突形態による死傷者は減少していかないと考えられる。

反衝突側乗員の主な受傷部位は頭部24%、胸部41%（図-3）。主な原因は、1名乗車時は衝突側から進入してきたドアトリムや、シフトレバー・コンソール等の内装材による受傷（図-4）で、2名乗車の場合は乗員同士の衝突による受傷であることがわかっている（図-5）²⁾。

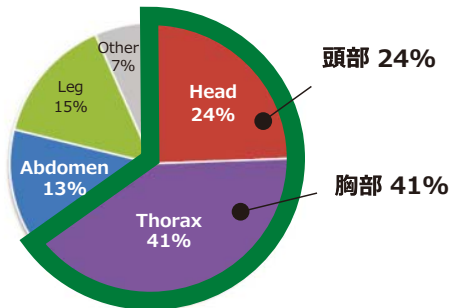


図-3 側面衝突受傷部位の割合 (AIS3+)※
NASS-CDS (2011)

※ Abbreviated Injury Score

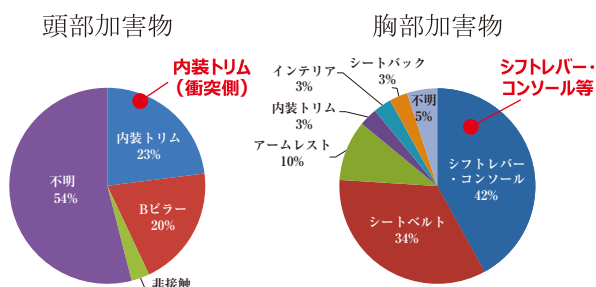


図-4 1名乗員死傷時の加害物
NASS-CDS (2011)

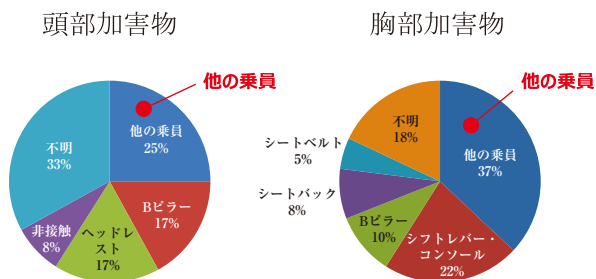


図-5 2名乗員死傷時の加害物
NASS-CDS (2011)

我々は交通死亡者ゼロを目指す取り組みとして、車両センター側で作動（展開）する乗員の頭部から胸部までを保護するエアバッグ（図-6）が必要になると考え、開発し実用化した。

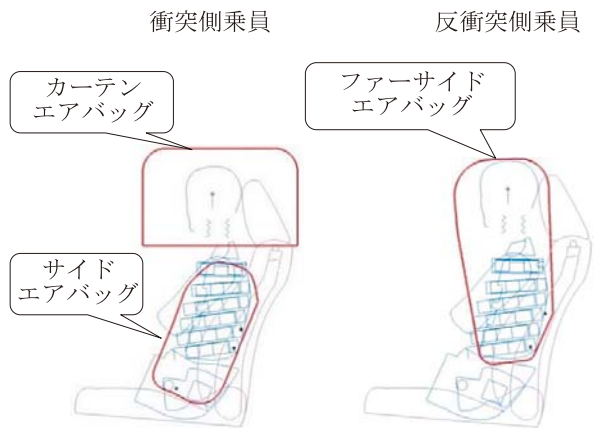


図-6 保護エリア

2. 乗員保護の考え方

2-1. 傷害が発生する原因

2-1-1. 1名乗車時

乗員はシートベルトで拘束されているが、一般的な3点式シートベルトの場合、車両センター側の上半身は拘束されていない（すり抜けが発生）。そのため、1名乗車時に助手席側から側面衝突が起きた場合、乗員は慣性により車両センター側に移動し、その際に隣のシートやコンソールなどの内装物によって頭部や胸部を受傷する。また衝突してきた車により、車両内部に進入してきたドアトリムに頭部を衝突させて受傷する（図-7）。



シートベルトすり抜け

図-7 1名乗員時の側面衝突

2-1-2. 2名乗車時

2名乗車時に側面衝突が起きた場合、反衝突側乗員は1名乗車時と同様、慣性により車両センター側に移動する。一方、衝突側乗員は、衝突してきた車により進入してきたドアトリムに押され、また頭部はカーテンエアバッグの膨張による反発により車両センター側に移動する。この際、乗員の頭部同士あるいは胸部同士が衝突することになり、受傷する（図-8）。

反衝突側 衝突側



図-8 2名乗員時の側面衝突

2-2. 乗員保護の方策

2-2-1. 1名乗車時

側面衝突時に車両センター側に移動する乗員を拘束し、進入してくるドアトリムなどとの衝突を防止するため、下記の機能を備えたファーサイドエアバッグを展開させる(図-9)。

- 1) 車両部品から反力を受けられない車両センター側に対し、乗員がすり抜けないように高圧(硬い)のエアバッグで乗員を拘束する。…機能 a
- 2) 頭部から腰部までを保護する大型のエアバッグをシート内に収納する。…機能 b

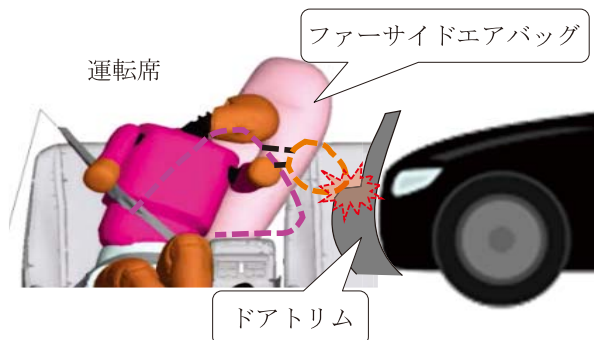


図-9 ファーサイドエアバッグによる1名乗員保護

2-2-2. 2名乗車時

乗員同士の衝突を緩和するため、車両センター側に展開させるファーサイドエアバッグに下記の機能を備える(図-10)。

- 1) 乗員間に引っ掛かる事なくエアバッグを膨張させる。…機能 c
- 2) 乗員同士の頭部の間に安定してバッグを展開させる。…機能 d
- 3) 乗員同士の頭部を柔らかく受け止め、衝撃を緩和する。…機能 e (機能 a と相反する)

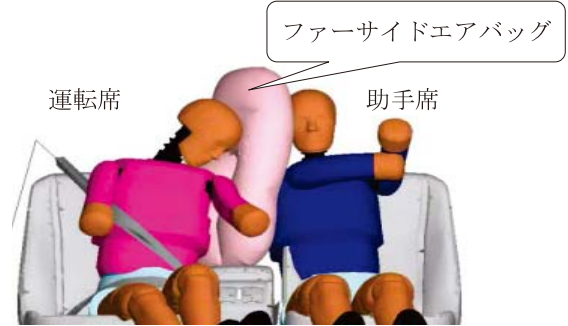


図-10 ファーサイドエアバッグによる2名乗員保護

3. 新開発ファーサイドエアバッグの特徴

3-1. 新テクノロジー1

FRC : Flow Rate Control

前述の機能 a, d, e をエアバッグに備えるため、バッグ内部に隔壁を設定し、胸部チャンバーと頭部チャンバーに分け、開口によりガス流れをコントロールする FRC を開発した(図-11)。

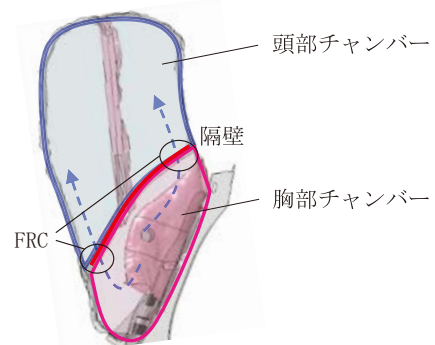


図-11 ファーサイドエアバッグの構造

この FRC により、エアバッグに次の2つの重要な機能を持たせることができた。

3-1-1. 乗員の移動抑制と頭部保護の両立

エアバッグの2チャンバー構造により、胸部チャンバーを高圧にして1名乗車時の乗員移動を抑制し(図-12)、頭部チャンバーを低圧にすることにより2名乗車時の頭部衝突を柔らかく受け止め衝撃を緩和する(図-13)。



図-12 1名乗員時の乗員移動抑制

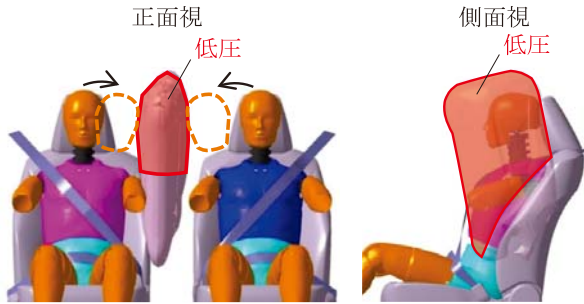


図-13 2名乗員時の頭部衝突緩和

各チャンバーの内圧と、1名乗車時の胸部拘束時および2名乗車時の頭部拘束時の目標内圧を図-14に示す。1名乗員の目標移動量を満足するためには、一定以上の内圧が必要となる。2名乗員の頭部衝撃緩和のためには、エアバッグが柔らかすぎると衝撃を吸収しきれず、頭部同士が衝突してしまう一方で、硬すぎるとバッグからの反力で頭部傷害値が高くなる。したがって、一定以上かつ一定以下の内圧が必要となる。

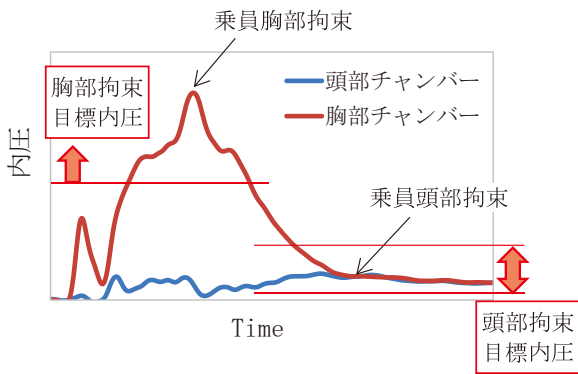


図-14 ファーサイドエアバッグの内圧

1名乗車時の衝突初期に、乗員の肩より下を押さえ乗員を拘束し、2名乗車時の頭部接触発生時に頭部を受け止めて衝撃を緩和できるように内圧をコントロールすることで、1名乗車時と2名乗車時の相反する性能を両立させた。

3-1-2. バッグ内のガス流れ制御によるバッグ挙動安定

エアバッグ展開時のバッグ挙動を安定させるために、バッグ内部の流量を制御することに着目した。流量を最適化するためにCAEを活用し、バッグ内部の上側開口幅と下側開口幅の水準などを振ってパラメータスタディを実施した(図-15)。グラフは、目標展開時間以降のエアバッグの最大変位量を示しており、最大変位量が小さいほどエアバッグが安定的に展開することを意味する。結果として、最大変位量が最も小さい上側開口幅と下側開口幅の比率で各開口幅を設定した。

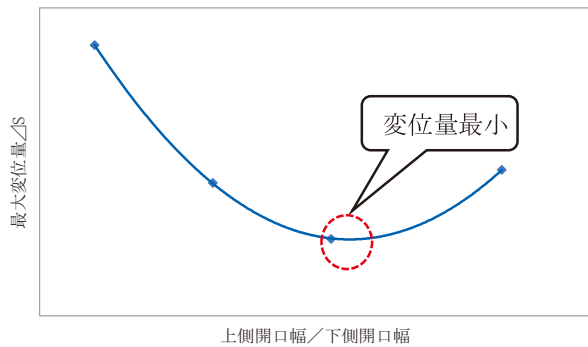
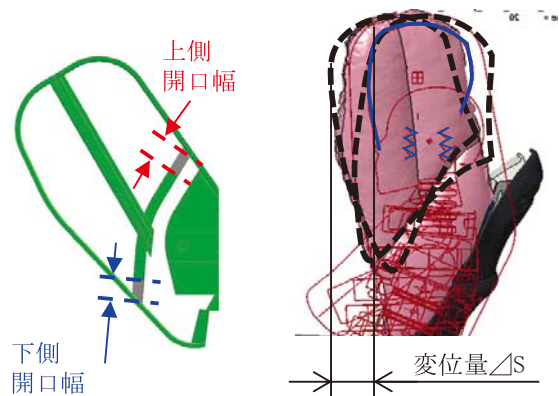


図-15 CAEによる上下開口幅のパラスタ結果

3-2. 新テクノロジー2

FFT : Fan Fold Technology

前述の機能 b, c をエアバッグに備えるため、バッグを扇子状に折り畳む新技術(FFT)を開発し、次の2つの重要な機能を持たせることができた。

3-2-1. 乗員間に大型バッグを展開

2名乗車時、乗員間の狭い隙間に胸部から頭部まで保護する大型バッグを安定的に展開させることが重要である。

腰部から胸部までを保護するサイドエアバッグと比較し大型(約2倍)のファーサイドエアバッグを従来のサイドエアバッグと同じ折り方(図-16)をした場合、バッグが膨張していく過程で頭部保護エリアが車両左右方向に大きく広がるため、助手席乗員に引っ掛かってしまい、頭部まで展開しない(図-17)。

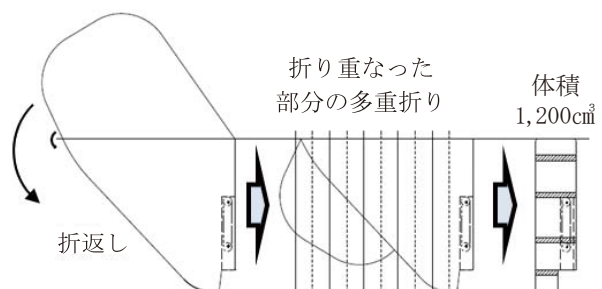


図-16 従来のバッグ折り(サイドエアバッグ相当)

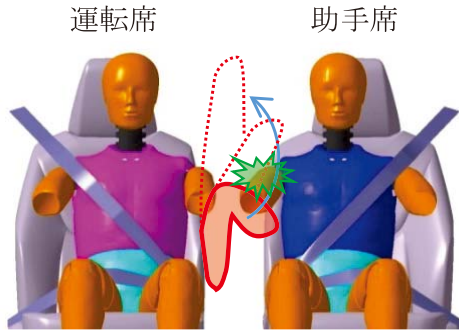


図-17 従来のバッグ折りの展開挙動

そこでバッグ展開途中での引っ掛かりをなくす方策として、扇子の開き方に着目した新たな折り畳み技術（FFT）を開発した（図-18）。

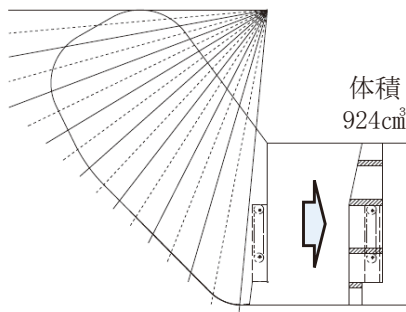
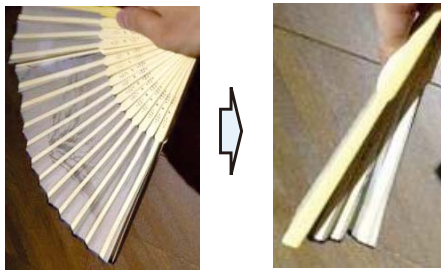


図-18 扇子折り（FFT）

FFTはエアバッグが膨張していく過程で上方方向に展開していくようになるため、乗員間で引っ掛かることがなく、安定的に頭部まで展開させることが可能となった（図-19）。

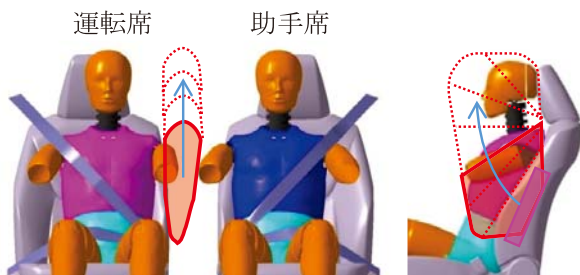


図-19 FFTによるバッグ展開挙動

3-2-2. 大型のエアバッグをシート内に収納

ファーサイドエアバッグを扇子状に折り畳むことは、大型なファーサイドエアバッグをシートへの収納性に対しても有効である。

ファーサイドエアバッグは乗員頭部まで保護が必要でありバッグが高さ方向に大きい。これをサイドエアバッグと同じ折り畳みにした場合には、エアバッグを大きく折り返して高さ方向を小さくする必要があり、折り返して重なり合ったエアバッグをさらに折っていくことにより、モジュールのサイズが大きくなる（図-16）。扇子状に折り畳むことは、左記のように大きく折り返す必要がないため、エアバッグを重ねて折る必要がなく、モジュールのサイズを約23%小さくできる（図-18）。

4. 成果

本内容にて、前席ファーサイドエアバッグの技術開発は完了し現在は量産している。

本ファーサイドエアバッグ技術が採用された車両はEuro-NCAPで満点の安全性能が評価され³⁾、ファーサイド乗員の保護性能の有効性が確認できた。

5. おわりに

本開発にあたりご協力いただきました関係部署の方々に対し、誌面を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 内閣府：平成28年交通安全白書
- 2) NHTSA：NASS-CDS 2007-2011
- 3) Euro-NCAP：Rating & Rewards 2020.9

著者



林 丈樹



松崎雄士