

特集：新型ロードスター

8

新型ロードスターの新開発サイドエアバッグ All-New Side Airbag

中村 健吾*1
Kengo Nakamura

要 約

近年の自動車において衝突安全性は最も重要な性能の一つといえる。前面衝突性能のみならず、側面衝突性能についても同じく高いレベルの安全性能が要求されるようになって来ている。マツダではアテンザからカーテンエアバッグとフロントサイドエアバッグの組み合わせにより、乗員の頭部と胸部を適切に保護する装備を展開してきた。今回、オープンカーである新型ロードスターにおいても同様に側面衝突時の安全性をより向上させるため、新しい頭部保護機能付サイドエアバッグを開発したので、この開発内容を以下に紹介する。

Summary

It can be said that safety performance against an automotive crash event is one of the most important performances in recent years. Safety performance at side crash is demanded to a similarly high level of improvement in frontal crash safety performance. Mazda had started, from Atenza, development of an airbag system that positively protects the driver's and front-seat passenger's heads and thoraxes as well as rear-seat passengers' heads by combining its curtain airbag with its front-side airbag, and has developed a side airbag equipped with a new head protection function to further improve the safety performance against the side-crash in a like manner for an all new Roadster as a convertible. This paper introduces the contents of this development as follows:

1. はじめに

ロードスターはオープンカーであるため、一般の乗用車のようにルーフサイドにカーテンエアバッグの設定ができない。また、車体剛性向上のためセンタートンネルが幅広く、シートが車両外よりに配置されているため、シートバックとドアトリムの隙間も小さい。このため、サイドエアバッグが展開するスペースも余裕が少なく、従来の頭部保護機能付サイドエアバッグでは頭部バッグと胸部バッグの両方を安定して乗員の保護エリアに展開させるのが非常に困難である。一方で側面衝突時に適切に乗員を保護するには頭部保護を省くことは難しい。この問題を解決し、更に頭部および胸部の傷害値を低減した全く新しい頭部保護機能付サイドエアバッグの開発を行い、新型ロードスターに実用化することができた。

2. 問題点と開発の方向性

2.1 展開スペース不足による頭部バッグ展開の遅れ

マツダでは頭部保護機能付サイドエアバッグを1997年にカペラから導入し、アテンザでのカーテンエアバッグ導入までの間多くの車種に装備してきた。しかし、従来の頭部保護機能付サイドエアバッグ装着車と新型ロードスターではシートセンターからドアトリムまでの横方向距離が、コンパクトカーである現行デミオよりも約20mm短い。更に側面衝突時にはドアが変形し乗員側に侵入してくるため、乗員とドアトリムのクリアランスが縮まる。従って、乗員の頭部、胸部をエアバッグによって適切に保護するためには衝突により乗員とドアトリムのクリアランスが縮まる前にエアバッグを安定して展開させる必要がある。しかし、従来の頭部保護機能付サイドエアバッグの展開挙動は、まず胸部バッグを展開させ、その後頭部バッグが上方に展開する挙動となっている。このため、頭部バッグが乗員の頭

*1 装備開発部
Interior Components Development Dept.

部保護エリアに到達する前にウィンドウと乗員の頭部が接近することになり、バッグの展開スペースが小さくなるため、頭部を適切に保護できない懸念がある。この問題を解決するには頭部バッグを胸部バッグと同時に展開させ、頭部バッグの展開時間の短縮を図る必要があった。

2.2 シートバックへの収納性

新型ロードスターはライトウェイトスポーツカーにふさわしいシートデザインにするため、シートバックのエアバッグ収納部分を一般の乗用車に比べ約20mm薄くしている。一方、今回搭載する頭部保護機能付サイドエアバッグではエアバッグ自体は頭部保護機能が追加されている分、通常の胸部保護サイドエアバッグよりも大型化している。このため、エアバッグのシートバックに対する収納性についても工夫が必要であった。

2.3 バッグの反力特性

側面衝突時に適切に乗員の頭部と胸部を保護するにはそれぞれの部位で求められるバッグの反力特性が異なっている。頭部においてはポール衝突などで頭部がポールに底付きすることなく、衝撃を吸収させるため、高い反力が必要となる。一方で胸部においては衝突時の早い段階で乗員の胸部とドアトリムのクリアランスが詰まってくるため、反力の高いバッグを設定すると却って胸部変位量が増え、胸部障害が悪化する。ところが、従来の頭部保護機能付サイドエアバッグではバッグの気室が頭部、胸部で一体となっており、頭部バッグと胸部バッグの反力を別々にコントロールすることが困難であった。従い、頭部保護機能付サイドエアバッグの乗員保護性能を更に向上させるには、頭部バッグと胸部バッグ各々の反力特性をコントロール可能にする必要があった。

3. 新開発サイドエアバッグの特徴

3.1 展開時間の短縮とシートバックへの収納

2.1で述べたように、新開発頭部保護機能付サイドエアバッグでは頭部バッグの展開時間を早める必要がある。この対策としてバッグの折り畳みを最適にした。具体的には、できるだけ上下の折りを排除し従来比で約150mm、上下に長い収納形態とし、展開時に上下に広い範囲でシートのティア（縫製）を破り胸部バッグと頭部バッグがほぼ同時に展開するように工夫した。こうすることで従来の頭部保護機能付サイドエアバッグに比べ頭部バッグのフル展開までの時間を約5ms早めることに成功した。また、シートバックへの収納性においても、上下拡大の効果により水平方向断面積で約1,000mm²小さくすることができたため、新型ロードスターの薄いシートバックに収めることができた。

3.2 バッグ反力特性の設定

車両としての側面衝突時の乗員保護性能目標からサイドエアバッグが吸収すべきエネルギーを基に、頭部バッグ、胸部バッグそれぞれに要求される反力特性を算出した。頭部

がFig.1の赤線の範囲、胸部がFig.2の赤線の範囲である。この2つのグラフから分かるように、頭部と胸部では要求される反力は大きく異なっている。これらのバッグ反力を目標範囲に近づけるように頭部バッグからのガスの流出を防ぐ構造の検討や幾度にもわたるバッグの形状変更、折り畳み方法のチューニングを実施した。実際に新開発サイドエアバッグでスレッド試験を行った結果がFig.1, Fig.2の青線である。グラフを見て分かる通り、目標とテスト結果に差異がなく反力特性を設定することができた。これは新開発サイドエアバッグが、頭部と胸部のバッグ反力を個別にコントロールすることを可能にしたことを示している。この特性を可能にしたバッグのメカニズムを以下で紹介する。

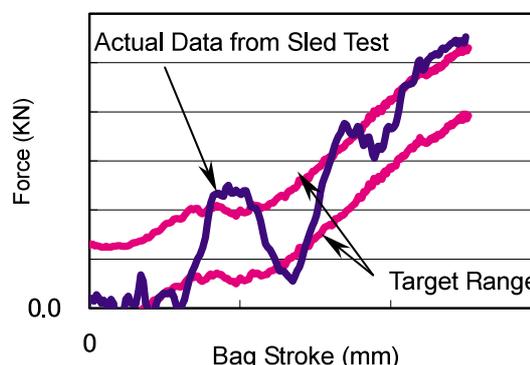


Fig.1 Head Bag Force-Stroke Characteristic

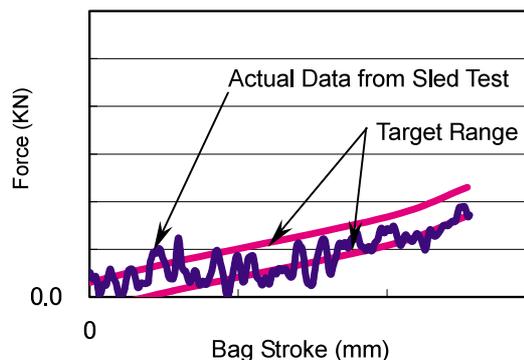


Fig.2 Thorax Bag Force-Stroke Characteristic

3.3 頭部、胸部の内圧配分（逆止弁の設定）

頭部バッグの反力を高く保ちながら、胸部バッグの反力を低く設定するには頭部バッグと胸部バッグの間に隔壁を設け、セルを分けることが有効である。しかし、セルを分けてしまうと、頭部、胸部それぞれのセルに個別にガスを供給するため、インフレーターが2本必要になる。インフレーターを2本搭載することはスペースの問題や重量増加などライトウェイトスポーツカーであるロードスターに搭載するエアバッグとしては大きな課題が残る。そこで、インフレーターを1本で頭部バッグ、胸部バッグに同時にガスを供

給し、頭部バッグに一度供給したガスが長時間流出することなく高いバッグ内圧を保持できるように、頭部バッグ、胸部バッグの間にガスの逆流防止機構（逆止弁）を設けることとした。

Fig.3の赤線のように展開初期にインフレータから頭部バッグ、胸部バッグに同時にガスが供給される。このときFig.4左側の図のように逆止弁は開いた状態でありインフレータから頭部バッグへのガス供給を妨げない。その後、頭部バッグにガスが充填されるとその内圧でFig.4右側の図のように逆止弁が閉じ、頭部バッグから胸部バッグへのガスの流出がなくなる。一方、胸部バッグにはベントホールが設定されており、バッグの内圧が上がり過ぎないように、積極的にガスを抜くことで低いバッグ反力を実現している。

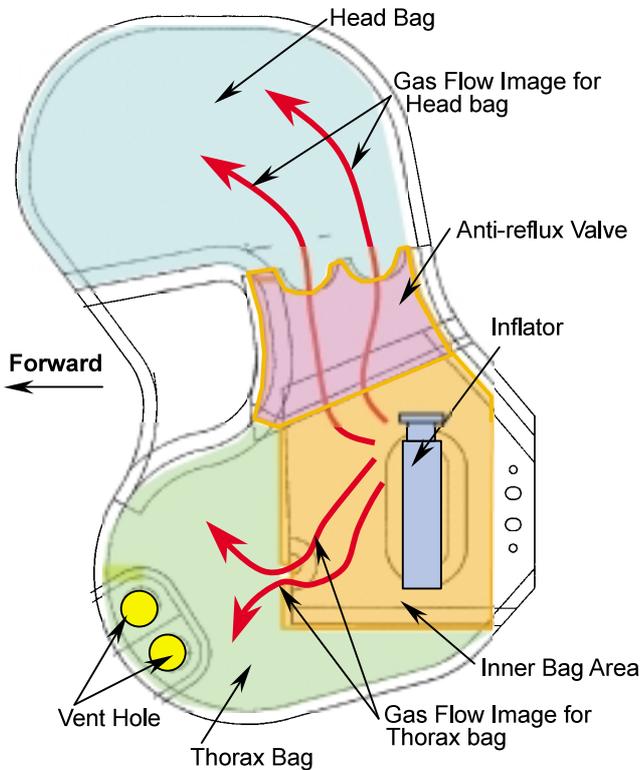


Fig.3 Overall Bag Shape Sketch

3.4 テスト結果

側面衝突の中でも比較的、車両、乗員へのダメージが大きいテストモードである40km/hのポール側突を模したスレッドテストの結果を例にあげ、実際の効果を検証した。Fig.5のバッグ内圧変化のグラフとFig.6の18ms時の写真にあるように衝突中期、バッグのフル展開状態では胸部バッグ、頭部バッグともに内圧が高く保たれ、その後胸部バッグはベントホールからのガス排出によって、内圧が下がっていく。一方でFig.5のバッグ内圧時間変化のグラフを見ると頭部バッグは前述した逆止弁の効果で衝突後期の38ms時点でも十分に高い内圧を保持できており、Fig.6の

38ms時点の写真でも分かるように、ポールと乗員の頭部にバッグが入り込み、乗員の頭部がポールに底つきすることなく、十分にエネルギー吸収を行っていることが分かる。

このサイドエアバッグの設定により、オープンカーであるため、カーテンエアバッグが装着できないという制約を克服し、新型ロードスターの側面衝突時の乗員保護性能向上に大きく貢献することができた。

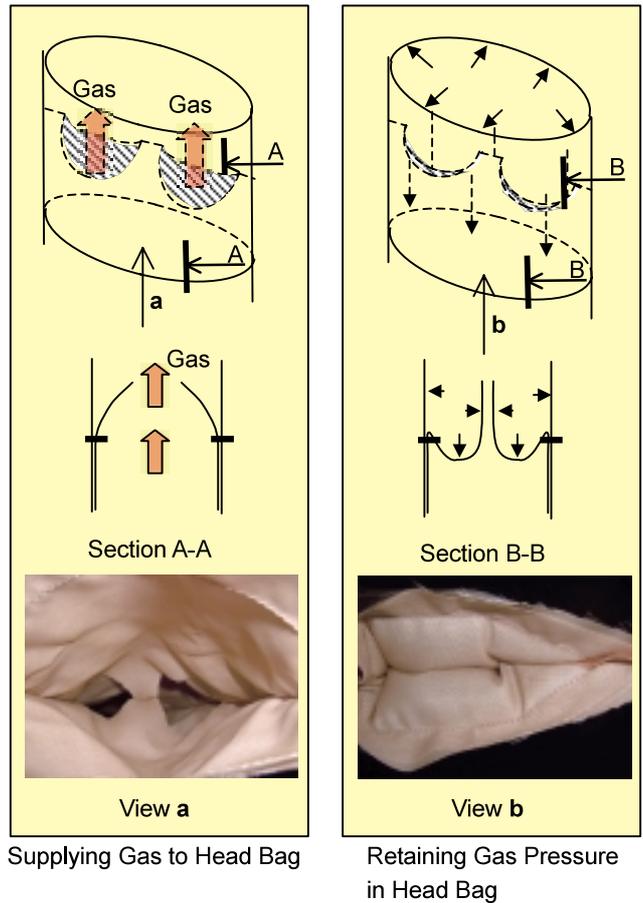


Fig.4 Detail of Anti-reflux Valve

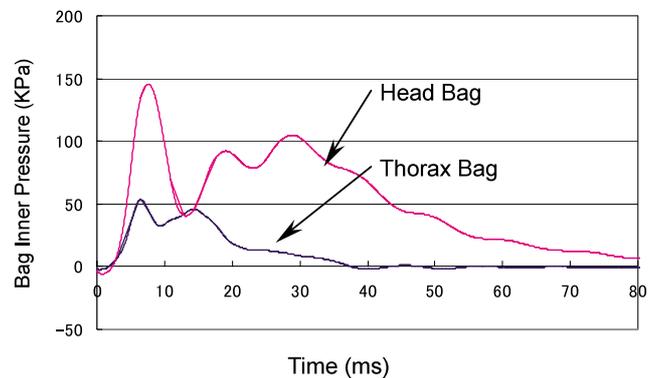


Fig.5 Sled Test Result (Bag Inner Pressure)



Photo of Sled Test at 18ms



Photo of Sled Test at 38ms

Fig.6 Sled Test Result (Photos)

4. おわりに

今回の新開発頭部保護機能付サイドエアバッグの開発で、1つのエアバッグで頭部と胸部を同時に保護するコンセプトの基礎となる構造が構築できた。この構造はスポーツカーやオープンカーのようなエアバッグを搭載するスペースが比較的小さい車両において有効であるといえる。

未筆ながら、今回の新開発頭部保護機能付サイドエアバッグの開発、新型ロードスターへの導入に当たって多大なご協力を頂いた、衝突性能開発部、部品メーカーなど社内外関係者の方々へ、深く感謝の意を表すとともに、今後の更なるご指導、ご協力をお願いする次第である。

著者



中村健吾