

軽自動車向けサイドエアバッグの開発

本田 健作 *1

Development of Side Airbag for “Kei” car

Kensaku Honda *1

要 旨

今後、日本の自動車安全法規において側面衝突事故形態の厳しいテスト要件が導入されると予測され、安全性向上の要求が高まっており、特に軽自動車にとっても厳しくなると考えられる。

なぜなら、軽自動車は乗用車に比べて側面衝突事故時に、乗員を保護するサイドエアバッグを介在させてエネルギーを吸収させる空間が狭い。

そこで今回、軽自動車の側面衝突事故の安全性を向上させるポイントである「素早く展開」させる事と、「高いエネルギー吸収量」を持ったサイドエアバッグを開発した。

構造は、サイドエアバッグの車両前後方向を2つの室に分け、中間にからくりを設けた仕様だが、布を縫い合せただけのシンプルな構造で開発することができた。

本内容では、この構造におけるエネルギー吸収のメカニズムと効果について報告する。

Abstract

It is forecast that the test requirement with which the side collision form is severe is introduced in the car safety regulations of Japan, the demand of the enhanced safety rises, and it will be thought that it especially becomes severe for the “Kei” car (=light motor vehicle) in the future.

Because the “Kei” car has the narrow space to put the side airbag that protects the crew compared with the passenger car at the side collision and to absorb energy.

Then, the side airbag with thing that was the point that improved the safety of the side collision of the “Kei” car to make "Quick deployment" and "High amount of the energy absorption" was developed this time.

The side airbag that had front and rear chambers and was set Karakuri on the middle with simple structure sewed with the cloth was developed .

In this content, it reports on the mechanism and the effect of the energy absorption in this structure.

*1 Kensaku Honda SS第2技術部 SS第4技術室

1. はじめに

1-1. 背景

自動車の側面衝突事故時において、サイドエアバッグはシート側面から瞬時に乗員とドアの隙間(図-1)に展開する必要がある。しかし、軽自動車は乗用車と比較して衝突時にサイドエアバッグを展開させる隙間が狭くなる傾向にある。

よって、この狭い隙間に展開させるための手段の一つとして「速い展開時間」が求められる。さらに、その狭い隙間で衝突エネルギーを吸収するため「高いエネルギー吸収量」も求められる。

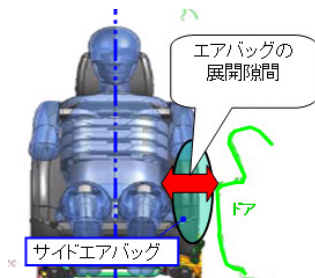


図-1 乗員とドアの隙間(正面視)

1-2. 製品構想

これらを満足させるサイドエアバッグとして「早く展開させる＝膨張させるバッグ容量を小さくする」「エネルギー吸収量を高める＝乗員拘束の前後でバッグ容量を可変させる」という構想を試みた。

具体的には図-2のように布でエアバッグを車両前後方向を2つの室に仕切ること従来品よりバッグ容量を小さくし、その仕切り布の中間に『可変容量機構 (VVC : Variable Volume Control)』を設けて車両後方側の室(1stチャンバー)から車両前方側の室(2ndチャンバー)にガスを流してバッグ容量を可変させるようにした。

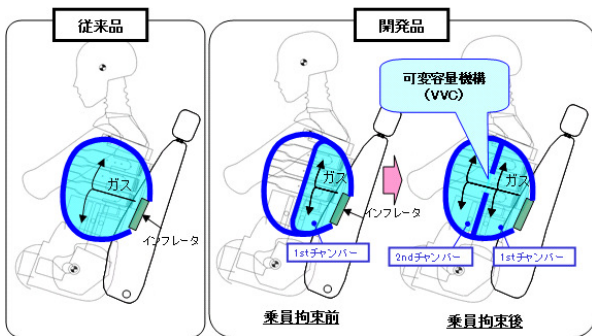


図-2 可変容量機構のイメージ

2. 理論

2-1. 狙う効果

エアバッグを効率的に仕事をさせるため、早く展開させて衝突エネルギーを多く吸収させたい。しかし、従来のエアバッグでは図-3のようにエアバッグの単体反力性能であるF-S(荷重-ストローク)特性が三角波形になりやすい。そこで、VVC仕様では矩形波形にしてエネルギー吸収効率を高めることを狙う。つまり初期反力を高めてピーク荷重を抑える波形を狙い、乗員を素早く優しく受け止める。

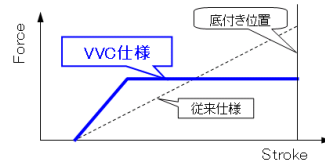


図-3 F-S特性の狙うイメージ

2-2. 作動フロー

作動フローの概要とF-S特性の相関は図-4のようになる。

- 1) インフレーターからガスが流れて1stチャンバーが膨張し始める。
- 2) エアバッグが膨張した張力により中の仕切り布が引張られ、仕切り布に設けた排出口が塞がる。
- 3) 乗員とドアによってバッグが挟まれる。(この際バッグ容量が小さく内圧が高いため初期反力が高くなる。)
- 4) 乗員とドアの隙間が狭くなり、エアバッグが潰れる。これにより仕切り布がたわみ、張力変化が生じる事で、排出口が開き2ndチャンバーにガスが流れる。(内圧が下がるが乗員との接触面積が増えるので荷重が一定となる)
- 5) エアバッグ全体が膨らむ。

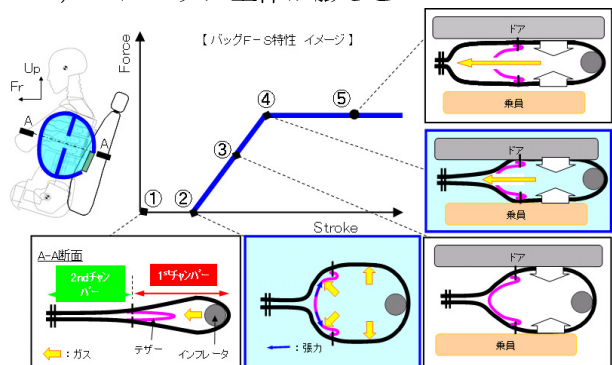


図-4 作動フローとF-S特性の相関図

2-3. 構造

従来のサイドエアバッグが1つの室であるのに対し、図-5のように仕切り布（以下テザー）で2つの室に仕切る構造である。また、そのテザーは2枚の布を折り返して縫い合わせるが、中央部のガス排出口のみ縫製しない構造とする。

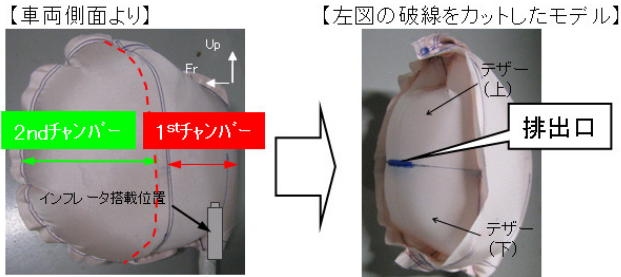


図-5 VVCバッグの膨張写真と縫製構造

2-4. 作動メカニズム

2-2で説明した作動フローが「なぜガス排出口が塞がり、後に開放するのか」を次に示す。

1) 膨張時の塞がり

まず、インフレーターからガスが流れて1stチャンバーが膨張した際の形状を楕円体に見立て、図-6のようなシミュレーションモデルを作成し、テザー部の張力の大小を表した。

張力の大小関係は、回転対称殻の『膜理論』より圧力と張力の関係で成り立っており、これをグラフに示すと図-7のような。楕円体中央部を原点とし、A方向に測定点を移動させたA方向距離ではX方向とY方向の張力はそれぞれ一定となっておりX方向の張力が大きくなる。またB方向距離では頂点に向かうにつれてX方向とY方向の張力差が縮まり、頂点では同じ値となる。（頂点では球体に限りなく近いので張力は各方向一定となる）

この結果、テザー部の張力は楕円体中央部のX方向が最も大きいということになる。つまり、この部分にX方向と平行な排出口を設定すれば、膨張時に排出口は塞がった状態になる。

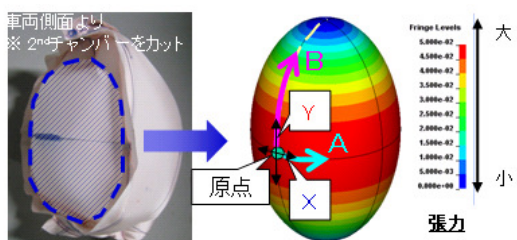


図-6 バッグ張力のシミュレーションモデル

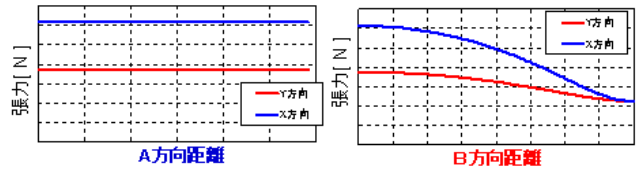


図-7 楕円体のX-Y方向張力

2) 排出口の開放

次に先ほどの楕円体モデルを平板で外力を与えて変位させる。つまりドアが進入（乗員拘束）してきたモードをシミュレーションする。楕円体から円盤形に変化させるにつれて図-8のように張力の変化が生じることが分かる。この円盤形では表面張力の『ラプラスの式』を適用させる。つまり、楕円体→円盤形に変形するにつれて理論式も膜理論→ラプラスの式へと変化していく。

これを排出口の部分に相当するポイントを測定点として張力の変化量をグラフに示すと図-9のようになる。楕円体では測定点のX方向張力が大きい結果となったが形状変化させることによってXとY方向の張力差が縮まり逆転していく。

この結果より、排出口の張力はドアの進入（乗員拘束）前後でX方向（塞がり）からY方向（開放）へ変化することが分った。

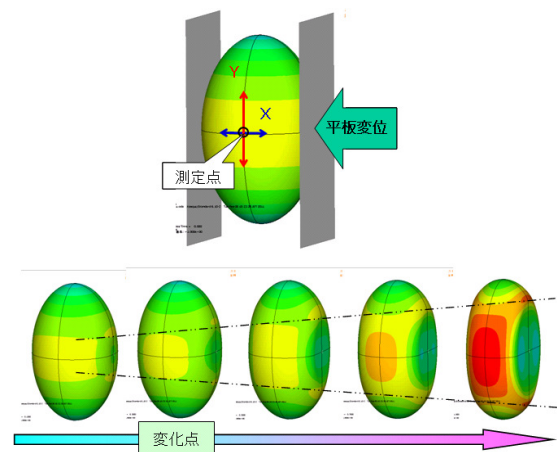


図-8 楕円体の強制変位による張力の変化

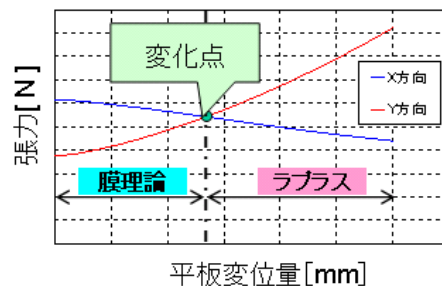


図-9 X-Y方向の張力（測定点固定）

3. 開発品での実験・結果

3-1. 展開時間

サイドエアバッグの静展開試験において、従来品に対し初期段階で膨張させるバッグ容量が約半分（1stチャンバーのみ）で良いため展開時間も約半分とすることができた。

3-2. エネルギー吸収量

バッグの反力特性を確認するためインパクト試験を実施した。また、目標ピーク荷重が従来品と同等（乗員の胸リブを強く押さない）になるようにガス排出口のチューニングを実施した。結果、**図-10**のようにほぼ狙い通りの矩形波形となり従来品に対しエネルギー吸収量が約1.5倍となった。

またVVCについても**図-11**のように拘束前では排出口が塞がっており、拘束後は張力変化が発生し排出口が開放していることを確認し、狙い通りにガスを排出することができた。

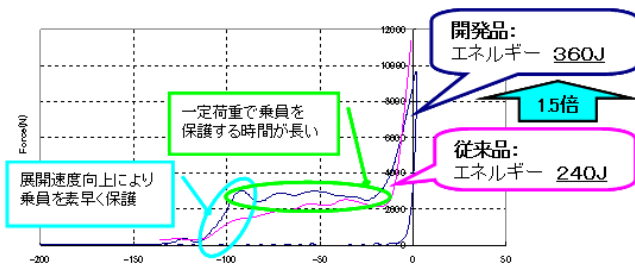


図-10 インパクト試験での胸部F-S波形

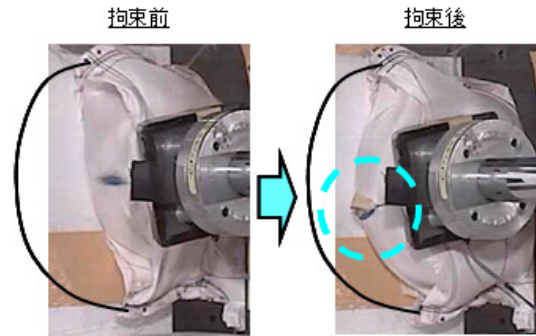


図-11 カットモデルによるインパクト試験（1stチャンバーのみ）

4. おわりに

本内容にて、軽自動車向けの高性能サイドエアバッグ（エネルギー吸収量の高効率化）の技術開発の目処付けをすることが出来た。また、本技術を乗用車向けにも有効と考えられるため、対応可能となる技術開発を推進していきたい。

参考文献

- 1) 日本機械学会編，機械工学便覧，基礎編α，材料力学，P.89