

エアバッグ用ガス発生器

大 戸 十三雄*

火工品も種々の用途が研究・開発されてきたことは喜ばしいことである。その一つとして自動車の乗員保護のためのエアバッグにも火工品が応用されている。

ここでは、エアバッグの開発・製品化の歴史を簡単に述べ、ガス発生器を主体に現在の状況について、その構造、機能、使用されている火薬類、メーカーについて述べる。

1. はじめに

火工品といえば、火薬・爆薬を点火させるために用いられる導火線、工業雷管などをさしていたが、短い時間で大きなエネルギーを発生する、コンパクトな設計が出来る等の特徴を生かし、火薬の安全技術の向上と相まって種々の用途の火工品が開発されてきた。例えば、ロケットの点火・分離用火工品、腎臓・尿路等の結石破砕器、救難用火工品等である。

その中の一つに、自動車の衝突時の乗員保護用に開発されたエアバッグシステムがある。ここでは、エアバッグシステムに用いられるガス発生器(以下インフレーターという)について述べる。

2. エアバッグとは

一言で言えば、自動車が衝突した時に乗員が前に移動して来るのを受ける“袋”である。例えば、車速50km/hで衝突すると、自動車は止まるが内部の乗員は慣性で前に約14m/sのスピードで飛び出してくる。

高速衝突時には、ベルトを装着していても、甚だしい場合は顔面がステアリングにあたり、あるいは胸部に障害が及ぶなどの事例がある。これを袋(以下バッグ)で受けようというのである。従って、乗員がハンドルやフロントガラスにあたるまでの間にバッグが開いて受け止める必要がある(図1エアバッグ展開状況)。このバッグを膨らますためのガスを発生するのがインフレーターである。ガスはポンベに入れた N_2 等を使用するタイプと、ガス発生剤を使用するタイプがあるが、現在はほとんど後者のタイプである。

3. エアバッグ開発の動向

エアバッグの開発と製品化を促進したのは、何をおいても、FMVSS208項(Federal Motor Vehicle Safety Standards; 米国連邦自動車安全基準)の功績が一番であろう。

米政府は1984年にFMVSS208項の受動拘束システム装置義務付け要件の導入を決定した。受動拘束シス



図1 エアバッグ展開状況

テム装置というのは、エアバッグ又はパッシブシートベルト(乗員がわざわざシートベルトを装着する行為なしに、自動的にベルトが装着されるシステム)のことである。

その装着年と割合を図2に示す。

平成2年3月30日受理

*ダイセル・セイフティ・システムズ株式会社
 〒671-16 兵庫県揖保郡揖保川町馬場 1283-8
 TEL 0791-72-5422

〔著者紹介〕



氏名 大 戸 十三雄

所属 ダイセル・セイフティ・システムズ(株)

略歴 昭和36年3月九州工業大学工業化学科卒業
 昭和36年4月ダイセル化学工業(株)入社
 昭和63年11月ダイセル・セイフティ・システムズ(株)入社現在に至る

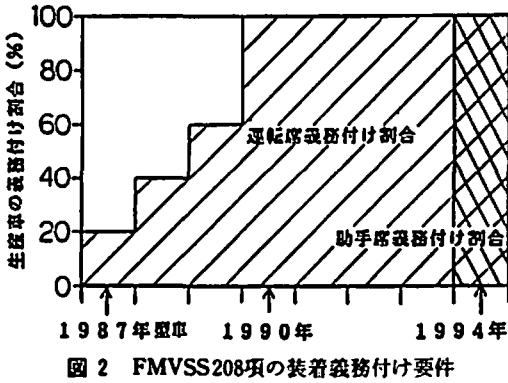


図2 FMVSS208項の装着義務付け要件

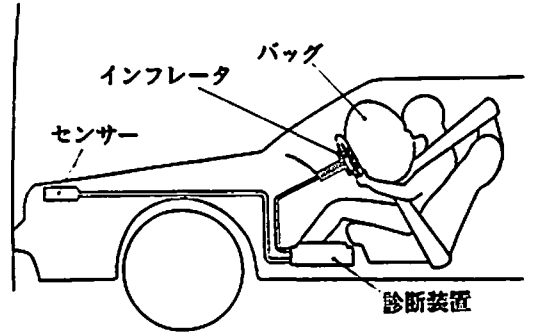


図3 エアバッグシステム例

しかし、この基準制定以前にもエアバッグ装着の動きはあった。1969年米政府によりエアバッグ法制定の提案があり、関連企業のエアバッグ事業への参入が相次いだ。GMは1974年～76年エアバッグ装着車を初めて販売した。

また、1977年には、前記FMVSS 208項について1982年型車の一部より施行を義務付けたが、装着による自動車の大巾なコストアップが原因で、その実施が延期された。この間、多くの企業が参入と撤退を繰り返してきたが、殆どの企業がこの時点で開発を凍結した。

しかし、この間にも開発を続けてきた企業もあった。ベントは1981年エアバッグ装着車を発売、1985年11月より米国市場で標準装備としている。

国内では、1987年本田技研が米国向けレジェンドに装着を始め、同年国内向けにも販売を開始している。

以後再び、エアバッグの開発・製品化が激化し、自動車メーカーも相次いで採用を始めてきている。

4. インフレータの種類

エアバッグの分類方法は色々あるが、インフレータをもとに考えると次の様に分類される。

運転席用—電気着火式、機械着火式

助手席用—電気着火式

4.1 運転席用電気着火式インフレータ

現在装着されているエアバッグの多くはこの方式である。システムは大きく分けると、1)衝突を感知し信号を出すセンサー、2)センサーの信号を受けバッグを展開するかどうか判断する診断装置、3)診断装置の指示を受けてガスを発生するインフレータ、4)インフレータからのガスにより膨らむバッグから成っている。

このタイプは、センサーの位置を自由に設計出来る利点がある(図3エアバッグシステム例)。

代表的なインフレータの構造を図4～6に示す。メーカーにより形状・材質等の相違はあるが作動のメ

カニズムは同じである。着火電流によりスクイブが発火する。伝火薬を経てガス発生剤が燃焼しガスを発生する。ガスはフィルタにより冷却、残渣を除去されガス噴出口よりバッグ内に入りバッグを膨らませる。

4.2 運転席用機械着火式インフレータ

インフレータとセンサーが一体となったタイプで、複雑な電気配線等を要しないためコンパクトになり、かつ低コストである。

構造は着火機構を除いて電気着火式と同一である。着火は撃針により刺突雷管を発火させることにより行われ、以降の作動は電気着火式と同じである。図7にその構造を示す。

4.3 助手席用電気着火式インフレータ

運転席用に比べて、技術的に難しく、義務付け年度

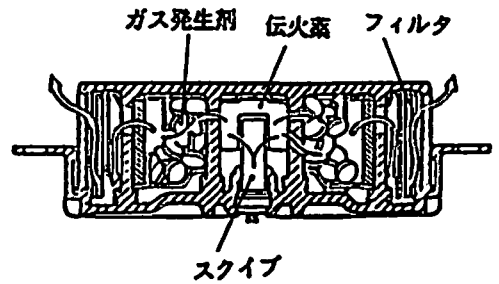


図4 モートンサイオコール製インフレータ

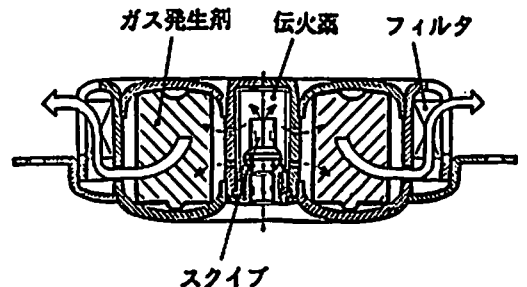


図5 バイエルンヘミー製インフレータ

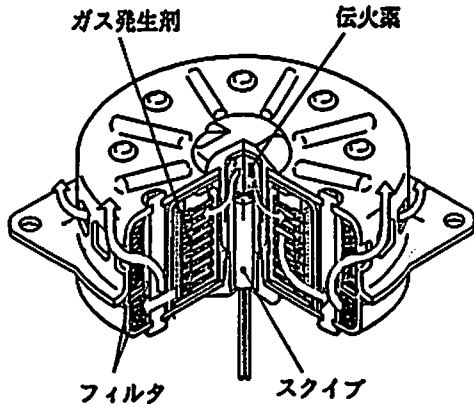


図 6 ダイセル・セイフティ・システムズ/TRW製インフレーター

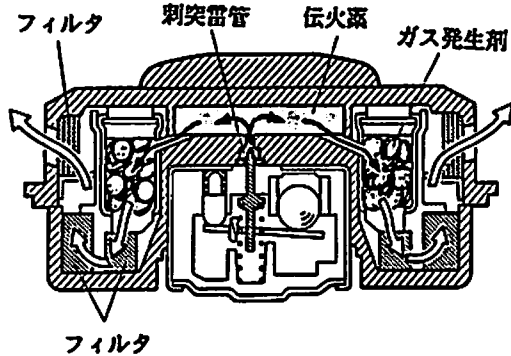


図 7 機械着火式インフレーター

が遅いため、まだまだ採用されていない。図8にその構造例を示す。

4.4 性能・試験等

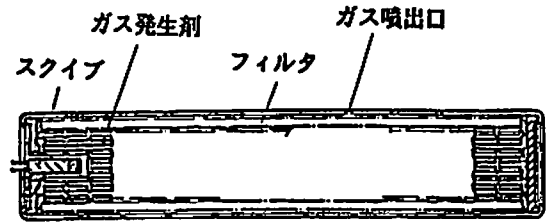


図 8 助手席用電気着火式インフレーター

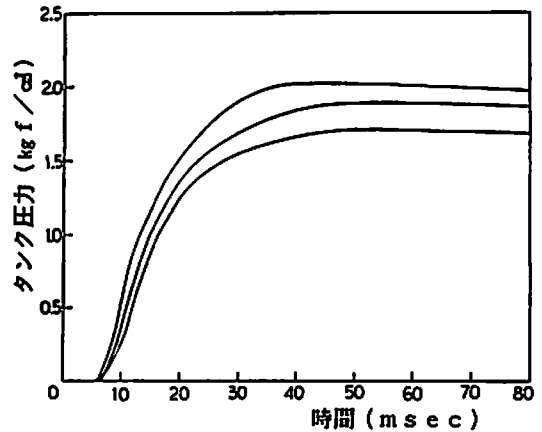


図 9 代表的な 60l タンク圧力例

インフレータの性能は通常、所定のタンク内で発生するガスの圧力を測定することにより得られる。タンク圧力曲線の例を図9に示す。

また、インフレーターは、自動車という市販の商品に装着されるため、信頼性、安全性が強く要求される。インフレータの認定試験及び安全性試験の例を表1、2に示す。

表 1 インフレータの認定試験例

項目	内容
振動試験	高温、常温、低温各温度において、共振周波数、スイーブ、ランダム振動を行なう
衝撃試験	各温度において、衝撃をかける
落下試験	120~150cmの高さよりコンクリート又は鉄板の上に落とす
負圧試験	低温低圧→常温常圧のサイクルを繰り返す
温度放置試験	低温又は高温で長時間放置する
温度サイクル試験	低温→高温→低温のサイクルを繰り返す
湿度・温度サイクル試験	高温高湿→常温のサイクルを繰り返す
湿度試験	高温高湿で長時間放置する
熱衝撃試験	短時間に低温→高温→低温のサイクルを繰り返す
複合試験	上記試験をいくつか組み合わせたもの
モニター通電試験	モニター電流を長時間印加する
耐静電気試験	静電気に対して不時発火しないことを確認する
耐電磁波障害試験	電磁波障害に対して不時発火しないことを確認する
タンク試験	所定容量のタンク内で、各温度において、ガス発生試験を行う

表 2 インフレーター安全性試験

項目	内容
外殻構造試験	堅固であり、通常の方法では、分解して内容物を取り出せないことを調べる
通常点火試験	通常点火をした場合に構造物の破損がないことを調べる
落槌感度試験	一定の機械的打撃ではガス発生器が反応を開始せず、損傷がなく、本来の性能を維持していることを調べる
定温加熱試験	一定温度、一定時間の加熱ではガス発生器が反応を開始せず、冷却後ガス発生器が本来の性能を維持していることを調べる
振動試験	一定時間、一定の振動サイクルを受けたガス発生器が本来の性能を維持していることを調べる
伝火試験	ガス発生器の点火による燃焼が上下隣接した他のガス発生器に伝播しないことを調べる
外部火災試験	隣接したガス発生器が外部火災に包まれた場合に、2つ以上のガス発生器が同時に爆発しないことを調べる。
伝爆性試験	ガス発生剤が爆ごう伝播を起こさないことを調べる

表 3 代表的なガス発生剤の組成例

メーカー	化学成分	反応式	ガス発生量 (mol/100g)
A 社	Na N ₃ , CuO	$2\text{Na N}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{Cu} + 3\text{N}_2$	1.41
B 社	Na N ₃ , Mo S ₂ S	$16\text{Na N}_3 + 3\text{MoS}_2 + 2\text{S} \rightarrow 8\text{Na}_2\text{S} + 3\text{Mo} + 24\text{N}_2$	1.51
C 社	Na N ₃ , KNO ₃ , Si O ₂	$10\text{Na N}_3 + 2\text{KNO}_3 + 5\text{Si O}_2 \rightarrow 5\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 5\text{SiO}_2 + 16\text{N}_2$	1.40

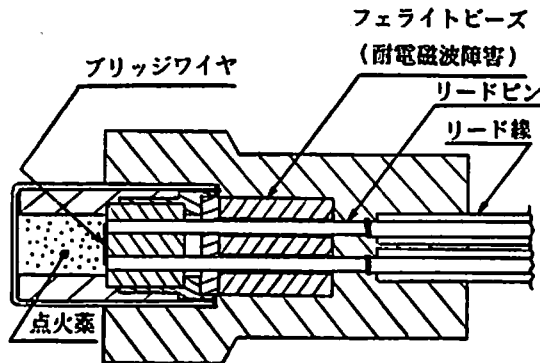


図 10 スクイブの構造

5. インフレーターに使用されている火薬類

5.1 スクイブ

スクイブは電気着火式インフレーターを構成する部品の中でも最重要部品の一つであり、着火性能はもちろん高度な信頼性、耐環境性を要求される。

代表的な構造を図10に示す。スクイブに通電されると、ブリッジワイヤが発熱し、熱により着火しやすい点火薬が発火、ケースを破って伝火薬に着火させる。

使用される火薬類は、Zr/KClO₄系が主流となっている。

メーカーはOEA(米)製のものが多く使用されているが、NCS(仏)、ICI(米)、SDI(米)でも製造されている。国内では中国化薬が製造している。

5.2 伝火薬

スクイブの火災を受けてエネルギーを増し、ガス発生剤に火を着ける役目をもつものである。

火薬としては、B/KNO₃系の粉薬又は顆粒薬が使用されている。

5.3 ガス発生剤

バッグを膨らますためのガスを発生する主剤である。各社共研究を重ねている重要機密事項であり、正確な内容は分かっていないが、文献・特許等により調査した結果は表3の通りである。

発生するガスが人体に無害であり、重量当たりのガス発生量が多くなければならない等の要求のため、窒素ガス発生源として、現在ではアジ化ナトリウム

(NaN_3)が用いられている。 NaN_3 を分解する酸化剤にはインフレーターメーカーによって種々のものが採用されており、バラエティに富んでいる。主として金属酸化物、過塩素酸塩、硝酸塩、金属硫化物が用いられている。 NaN_3 に代わる物質としてテトラゾール系物質が注目されており、現在盛んに研究されている。

形状はペレット状、ディスク状その他種々のものがある。

5.4 刺突雷管

機械着火式インフレータの着火に使用されている。通常の銃用雷管に比べ着火エネルギーが少なくすむ

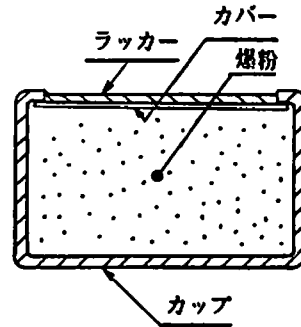


図 11 刺突雷管の構造

表 4 国内のインフレーターメーカーの状況

メーカー	状 況
ダイセル・セイフティ・システムズ	ダイセル化学工業が設立。電気着火式はTRWより技術導入し、機械着火式は自社技術により開発し、生産を行っている。トヨタ自動車に販売している。
モートンニチュ	モートンサイオコールと日本油脂の合併により設立。モートンサイオコールよりインフレータを輸入し、日産自動車を始め各社に販売している。
旭化成	バッグの商品化を完成した。インフレータは過去に研究開発した実績があり、現在も新たに開発中である。
日本化薬	センサー・テクノロジーと共同で機械式インフレーターを開発中である。
日本工機	開発中である。

と云う利点がある。

代表的な構造を図11に示す。

6. インフレータのメーカー

国内では、ダイセル・セイフティ・システムズが電気着火式、機械着火式共トヨタ自動車に採用されている。国内インフレーターメーカーの状況を表4に示す。

海外メーカーでは、TRW、モートンサイオコール、バイエルンヘミーの3社の製品が自動車メーカーに採用されている。その他、ブリード、SNPE等多くのメーカーが開発・製品化を行い、自動車メーカーに売り込みを図っているものと思われる。

7. 今後の動向

エアバッグの今後の市場規模であるが、先に述べたパッシブシートベルトの採用される割合、米国以外でのエアバッグ装着割合等変動要因が多く正確な予測は困難である。大略推定してみると、運転席だけとってみても、乗用車台数が米国1100万台、西欧1200万台、日本300万台であり、このうちエアバッグ装着率を米国50%、西欧・日本各30%とすると1000万台にエアバッグが装着されることになる。将来エアバッグシステムの価格を500ドルとしてみると、世界全体で50億ドルの膨大な市場となる。さらに助手席、トラック等にも採用されると100億ドルを超える。インフレーターがこれに占める比率は数分の一程度であるが、それでも

世界の火薬メーカーが目の色を変えるに十分である。

しかし、量の増大と共にコストの低下も強く要求され、顔面保護だけに限ったエアバッグも出現し、技術も日進月歩である。また、シートベルトに関してもガス発生器を使用したリトラクタ式シートベルトが拡大の傾向にあり、自動車産業に於けるガス発生器の用途は広い。

今後の課題としては、革新していく技術、システムに対応し、ユーザーのニーズに正確に答えるために、自動車メーカー、関連部品メーカーと一体になった開発体制が必要であり、又開発には、従来の考えにとらわれない柔軟・迅速な対応も心がけねばならない。

最後に、これからも火薬技術を生かした新用途が次々と出現し、業界が発展していくことを心から願っている。

文 献

- 1) 本田 潔, 上地幸一, 下木一昭, 「エアバッグの現状と将来」, 自動車技術, 42(10), 1988
- 2) 小西正則, 「エアバッグシステムの概要とその開発動向」, セミナー「自動車における衝突・安全性の解析とエアバッグシステム」, 1989
- 3) 鬼頭和敏, 「最近の自動車用安全火工品について」, 火薬と保安, 21(1), 1989
- 4) カルル・エリク・ニルソン, アルミン・ラムベルト,

- 「薄板構造のガス発生器」(出願人バイエルン・ヘ
ミー・ゲゼルシャフト・フュール, フルクヘミッシ
ェ・アントリーベ・mbH), 公開特許公報(A), 昭
55-152639(昭55. 11. 28公開)
- 5) ジョージ・W・ゴーツ, ブライアン・K・ハミルト
ン, 「ガス発生用構造物」(出願人ティールダ
ブリュー・オートモーティブ・プロダクツ・イン
コーポレーテッド), 公開特許公報(A), 昭63-
171635(昭63. 7. 15公開)
- 6) Roger R. Hendrickson, William O. Munson,
- Russel Reed, Graham C. Shaw, "LOW TEMP-
ERATURE NITROGEN GAS GENERATING
COMPOSITION" (Thiokol Chemical Corpora-
tion), U. S. Pat. 3, 741, 585 (June 26 1973)
- 7) Passauer, Hermann ; Hübel, Roland, "Treibmit-
tel zur Erzeugung ungiftiger Treibgase"
(Bayern-Chemie Gesellschaft für flugchemische An-
triebe mbH.), DEUTSCHES PATENTAMT
2236175 (21., Nov. 1974)

Gas Generator Used in Air Bag

by Tomio OHTO*

Recently explosives have been developed in various practical uses. And it's been also applied to car passenger protection system, "Air bag".

Nowadays many cars are being equipped with airbag. In car crush, air bag prevents people from hitting to steering wheel or instrument panel by bag cushion which is inflated instantly with gas jetting out from gasgenerator avoids passenger's injuries.

In this paper, we give the outline and the history of developement for air bag system at first. After that we explain function and structure of gas generator, explosives used in it, reliability test and manufactures of it. And furthermore, we mention the future prospect of air bag business.

(*Daicel Safety Systems, Inc., 1283-8 Umaba, Ibogawa-cho, Ibo-gun,
Hyogo-ken, 671-16, Japan)