

## 에어백장치 개발개요

### Summary for Airbag System Development

정 승 철\*  
Seung Chul Jung



정 승 철  
 • 1958년 7월생  
 • 차량 충돌시의 Airbag System의 설치 적용을 위한 승객 거동 및 차량 충돌 특성 해석  
 • 현대자동차(주) 승용차시 구동설계부

#### 1. 서 론

자동차 산업의 발달로 자동차 문화권은 점차 확대되어 가고 있고, 또한 자동차의 고성능화의 실현으로 인해, 오늘날에는 각양의 취향을 가진 운전자들이, 자신의 취향을 한껏 만끽하며, 세계곳곳의 도로위를 질주할 수 있게 되었다. 그러나 이면에는 치명적인 교통사고의 증가로 인해, 인명의 피해가 점차 늘어가고 있는 실정이고, 이와는 반대로 생활환경의 향상에 따라 인간생명의 소중함에 대한 인식도 급속히 증대하게 되어, 세계 각국에서는 다양한 교통 정책의 입안 등으로, 인명의 피해를 최소화하려는 노력이 가속화되고 있다. 이러한 세계적인 추세에 발맞추어, 자동차업계에서도 차량 사고시 탑승자의 안전성 확보를 위하여, 다양한 승객 구속 장치(Occupant Restraint System)의 개발에 많은 시간과 자본을 투자하고 있다.

승객 구속 장치의 대표적인 예로는, 시트벨트장치(Seat Belt System)로서 현재 가장 널리 사용되고 있으며, 특히 1986년부터 미국내에서 효력을 발휘 중인 강제 구속장치 적용 규정(Passive Restraint Rule)에 따라, 자동 시트벨트장치(Automatic Seat Belt or Passive Seat Belt System)가 등장한 이래, 지금까지 각종 차동차에 널리 적용되어, 그 효과를 충분히 인정 받고 있다. 그러나 시트벨트는 그것이 아무리 자동시트벨트장치라 하더라도, 착용자가 언제든지 해제코자 할 때, 해제가 가능하기 때문에, 시트벨트 착용을 거부하는 탑승자에 대해서는, 강제구속장치(Passive Restraint System)로서의 효과를 기대할 수 없는 경우가 발생함에 따라 보다 더 강력한 수단으로서의 강제구속장치를 요구하게 되었고, 그 노력의 일환으로 1980년대 말부터는, 에어백 장치(Airbag System)가 승용차에 점차 확대 적용되기 시작하였으며, 특히 1980년대 중반부터 NHTSA(National Highway Traffic Safety Association)와 에어백 제조업체와 공동으로 실시된 에어백 장치의 효능에 대한 검증 시험이 성공적으로 수행됨에 따라, 1996년부터는 미국내에서 시판되는 모든 승용차에 대하여 에어백 장치를 의무화하는 법안의 입법이 추진되므로써 세계의 자동차 제조업체들은 에어백 장치의 개발

을 본격적으로 서두르기 시작하고 있다.

## 2. 에어백 장치(Airbag System)의 구성부품

에어백 장치의 구성 부품으로는 차량 충돌 시 충돌 상황을 감지하는 센서(Sensor) 부, 센서로부터의 입력에 따라 탑승자 보호 기능을 수행하는 에어백 모듈(Airbag Module) 부, 에어백 장치의 이상 유무를 진단하여 운전자에게 정보의 제공 및 전원(Battery)의 단락 시 에어백 전개에 필요한 전원의 공급을 담당하는 콘트롤 유니트(Control Unit)부로 나누어 진다.

### 2.1 센서(Sensor)

현재까지 소개된 대표적인 것으로는 기계식과 전기-기계식이 있으며, 이들 센서의 기본적인 차이로서 기계식은 센서 내부에 있는 센싱 기구가 충돌을 감지했을 시, 센서 내부에 있는 격발 장치를 가동시켜 에어백의 가스발생장치(Inflator)에 필요한 에너지(불꽃)를 직접 발생시키기 때문에, 다음 항에서 소개될 에어백 모듈부에 붙어 있어야 하며, 전기-기계식은 센서 내부의 센싱 기구가 차량의 충돌을 감지하는 순간, 센서 내부에서 단락되어 있는, 전기적인 회로를 연결시켜 주므로써 에어백의 가스발생장치에 필요한 전기에너지의 제공이 가능하도록, 전기적 흐름을 제공해 준다(그림 1).

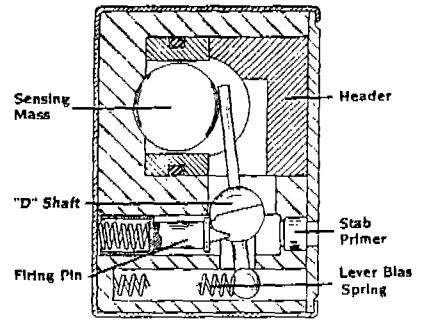
### 2.2 에어백 모듈(Airbag Module)

에어백 모듈은 크게 다음의 4 가지 부품으로 구성 된다(그림 2).

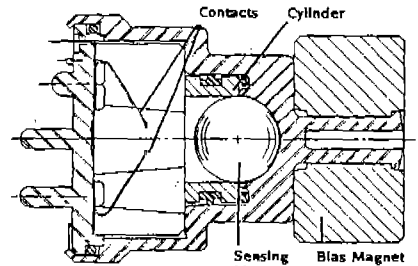
- 가스 발생 장치(Inflator)
- 쿠션(Cushion)
- 모듈 커버(Module Cover or Decorative Door)
- 마운팅 플레이트(Mounting Plate or Reaction Plate)

#### 2.2.1 가스 발생 장치(Inflator)

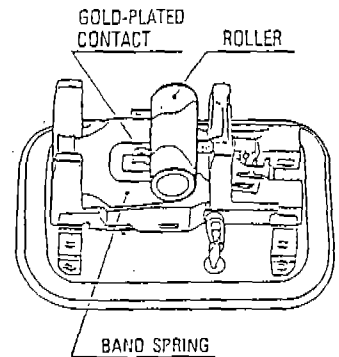
가스 발생 장치는 센서가 작동하여 입력되는 에너지에 의해 작동되는 점화장치(Initiator and Ignitor)와 점화가 되면 질소가스



기계식



(1) Breed Sensor



(2) Technar Sensor

전기-기계식

그림 1 Sensor 종류별 형상

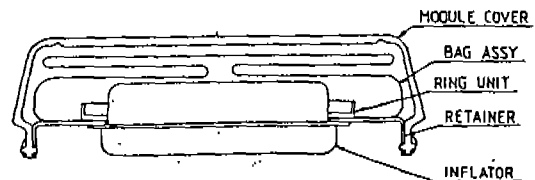


그림 2 Airbag Module

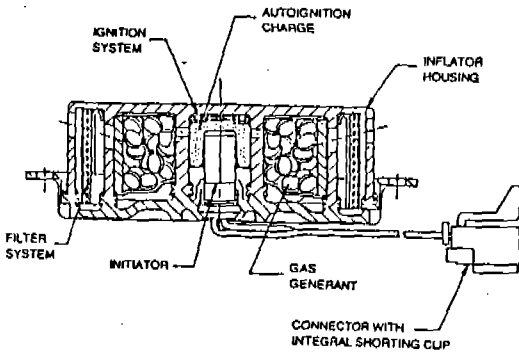


그림 3 Inflator

를 발생시키는 가스발생제(일반적으로 알약 형태의 Sodium Azid Mixture)와 발생된 가스의 냉각 및 연소시 발생하는 찌꺼기를 걸러내는 필터장치(Filter System)로 구성된다(그림 3).

### 2.2.2 쿠션(Cushion)

쿠션은 마운팅 플레이트와 모듈 커버사이에서 간단하게 접혀져 있으며, 재질은 일반적으로 나일론을 사용하고 있다. 쿠션의 내부는 쿠션이 완전히 팽창되었을 시, 기밀을 유지하기 위하여, 네오프렌(Neoprene)이나 실리콘(Silicon)으로 코팅처리가 되어 있고, 경우에 따라서는 쿠션 팽창시 쿠션에 접촉하고 있는 승객에게 적절한 반력 유지 및 쿠션내의 가스 배출을 위한 구멍(Vent Hole)이 있다.

### 2.2.3 모듈 커버(Module Cover or Decorative Door)

차량 실내에서 외부로 노출되어 있는 모듈 커버는 쿠션을 일정한 형태로 보관할 뿐만 아니라, 차량의 외관미에도 기여를 한다. 쿠션의 팽창시 파편 등의 비산이 없이 적절하게 찢어져야 하며, 항상 일정한 형상으로 찢어질 수 있도록 커버 이면에는 노치 형상의 홈이 파여진다.

### 2.2.4 마운팅 플레이트(Mounting Plate or Reaction Plate)

마운팅 플레이트는 가스 발생 장치 및 쿠션을 일정한 형태로 고정하여, 조향핸들이나 차체 구조물에 에어백 모듈의 장착을 가능케 하고, 쿠션 팽창시 쿠션의 이탈을 방지한다.

## 2.3 콘트롤 유닛(Control Unit)

콘트롤 유닛은 유닛내에 내장되어 있는 마이크로 프로세서(Microprocessor)에 의해 에어백 장치의 이상유무를 계속적으로 진단하여, 그 정보를 차량의 계시판 혹은 시스템 체크 기구로 제공한다. 또한 차량 전원의 단락시 예비 에너지원으로서의 기능을 위해 축전지가 내장되어 있고, 사고시 장치내의 결합 및 사고 상황을 기록, 보관하는 기능이 있다.

## 3. 에어백 센싱 장치(Airbag Sensing System)

### 3.1 에어백 센싱 장치의 종류(센싱 방식에 의한 구분)

에어백의 센싱 장치는 센서의 방식 및 차체로부터 입력되는 충돌 신호의 처리 방식에 따라 다음과 같이 구분된다.

- 기계식 센싱 장치(Mechanical Sensing System)

- 전기-기계식 센싱 장치(Electromechanical Sensing System)

- 전자식 센싱 장치(Electronic Sensing System)

#### 3.1.1 기계식 센싱 장치(Mechanical Sensing System)

조향 핸들이나 조수석 앞쪽 내장물에 숨겨져 있는, 에어백 모듈에 내장된 기계식 센서가 차량충돌시, 조향 샤프트(운전석)나 차체 구조물(조수석)에 전달되는 신호를 감지함에 의해서 작동된다. 이 장치의 특징으로는, 전기적인 회로 및 콘트롤 유닛이 필요없다.(그림 4)

#### 3.1.2 전기-기계식 센싱 장치(Electromechanical Sensing System)

차량의 충돌영역(Crash Zone)과 비충돌영역(Non-crash Zone)에 적절하게 배치된 전기-기계식 센서에 의해서, 차량 충돌시 전달되는 신호를 감지하여 전기적인 회로를 연결시켜 준다. 이 장치는 차체 구조 및 센서 특

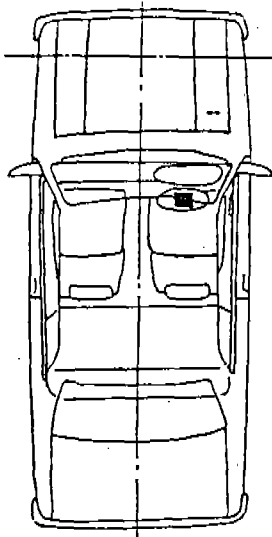


그림 4 Mechanical Sensing System

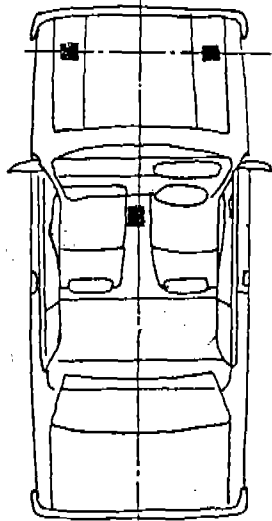


그림 5 Electromechanical Sensing System

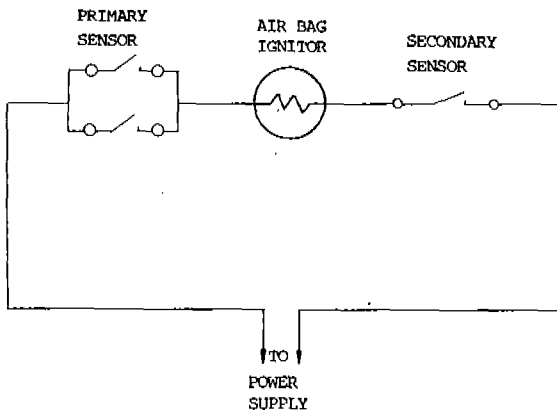


그림 6 Electric Circuit

성 변경, 센서 위치 조정 등으로 전체적인 센싱 특성의 조정이 용이하나, 전기적인회로 등이 복잡하여, 충분한 장착 공간의 확보가 요구된다(그림 5. 그림 6).

### 3.1.3 전자식 센싱 장치(Electronic Sensing System)

차량의 비충돌 영역에 있는 콘트롤 유닛 내에 내장된 가속도계가, 차량의 충돌시 전달되는 신호에 따라 거동을 하게 되면, 콘트롤 유닛의 컴퓨터가 이러한 거동을 분석하여 에어백 장치의 작동 여부를 결정한다. 이 장치의 특징으로는 전기적인 회로가 전기-기계식 센싱 방식에 비하여 간단해지나, 가속도계가 충돌 신호를 확실하게 감지하기 위하여 차체의 구조적인 보강이 많이 요구된다(그림 7, 그림 8).

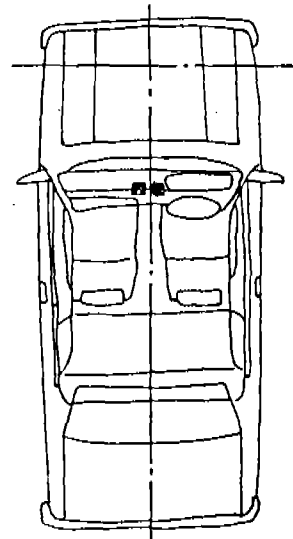


그림 7 Electronic Sensing System

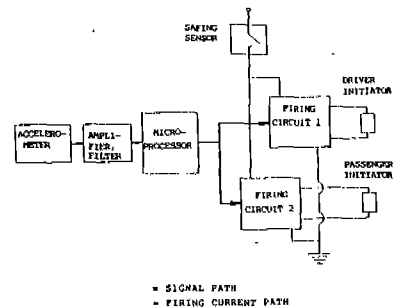


그림 8 Operation of Electronic Unit

### 3.2 센싱 장치별 장·단점 비교

	기계식	전기-기계식	전자식
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조가 간단하고 적용이 쉽다.</li> <li>- 전기적회로 불요</li> <li>- 장착과 교환이 용이</li> <li>- 센서의 장착공간 불요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서수량, 특성변경 및 위치조정으로 성능 보정이 용이</li> <li>장치내의 지속적인 체크 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조가 간단</li> <li>- 센서의 장착공간 불요</li> <li>장치내의 지속적인 체크 가능</li> <li>컴퓨터 프로그램 변경만으로 성능 보정이 용이</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>장치내의 지속적인 체크 불가</li> <li>충돌신호의 계속적 감지를 위한 부가적인 장치가 필요(특히 조수석)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>적용이 복잡</li> <li>- 센서 및 전장류의 장착공간의 확보가 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차종마다 별도의 프로그램 필요</li> <li>차체구조의 특별한 관리가 필요</li> </ul>

## 4. 에어백 장치의 실차에의 적용

### 4.1 에어백 센싱 장치의 작동 시기 결정

차량 충돌시 승객의 보호를 극대화하기 위하여, 충돌 후 탑승객이 전방으로 너무 많이 이동하기 전에 쿠션을 충분히 팽창시키는 것이 필요하다. 따라서 쿠션을 전개시키기 위한 센싱 장치의 작동 시기의 결정은 다음의 2가지 가정에서 출발된다.

- 1) 쿠션이 완전히 팽창되기 위해서는 30ms의 시간이 필요하다.
  - 2) 쿠션의 완전한 팽창은 차량의 충돌사고가 발생하여 탑승자가 차량의 전방 방향으로 125mm(5in) 이동하기 전에 이루어져야 한다.
- 이러한 가정은 에어백 제조업체에서 현재까지 사용하고 있는 기준(125mm~30ms Criteria)으로서, 개발초기 단계에서는 엄밀하게 지켜지지만, 개발후기 단계에서는 각종 시험시에 최적의 탑승객 보호성능의 발휘를 위해 새롭게 보정되기도 한다.

### 4.2 쿠션이 전개되어야 할 차량의 충돌속도의 결정

쿠션으로서 탑승객을 보호해야 할 충돌사고 조건을 선정키 위해서는, 에어백 장치의 적용을 대상으로 하는 차량의 충돌사고 발생

시 탑승객에 어떠한 상해를 가하는가에 대한 자료화 및 이에 대한 엄밀한 분석이 요구된다. 그러나 이러한 자료들을 얻어내기 위해서는, 수 많은 시험과 방대한 분석이 요구되기 때문에, 신차종의 초기 단계에서 에어백 장치를 적용하는 것은 사실상 불가능하다. 따라서 현재까지 가장 일반화되어 있는 시험종류(사고종류)를 토대로, 사고 발생 후의 교환비용(Repair Cost), 안전벨트 착용비용, 차체의 충돌 특성 등을 고려하여, 각 자동차 제조업체별로 고유하게 기준이 설정되고 있다. 현재까지 가장 널리 쓰이고 있는 기준은 12mph EBS (Equivalent Barrier Speed) 이상은 전개, 9mph EBS 이하는 비전개이다.

### 4.3 차량 부품 및 에어백 부품의 특성 결정

탑승객의 상해에 직접적인 영향을 미치는 인자로서는, 조향핸들, 조향샤프트, 크래쉬 패드(Crash Pad), 시트, 에어백 모듈 등의 특성과 이들 부품의 차량내에서의 배치상태(Layout)이다. 이러한 인자들의 특성을 결정하기 위하여, 일반적으로 설계 초기 단계에서 결정될 수 있는 자료들을 기준으로 컴퓨터 모델링과 시뮬레이션을 통한 기본 특성의 결정 및 대상 충돌 시험(Sled Test) 등을 이용, 적합성 여부를 결정짓는 방법이 통상되며, 이렇게

결정된 특성을 기준으로 부품 및 차량을 제작, 실차 충돌 시험을 수행하게 된다. 이러한 각 단계는 상호보완을 하면서 최종적으로 만족할 만한 성능을 얻기까지 반복 수행된다.

#### 4.4 센서 위치, 센싱 방법의 선정

센싱 방법을 선정키 위해 최초로 고려되는 것은 센서의 부착 위치이다. 센서의 위치는 센서의 종류와도 관계가 있지만, 어떠한 센싱 방식을 구상하느냐에 따라라도 달라질 수가 있기 때문에, 일반적으로 이들의 요구조건을 모두 만족시킨다고 추정되는 모든 위치를 센서

의 후보지로 하고, 여기에 가속도계를 부착하여 다양한 실차 충돌 시험(표 1)을 수행한다. 시험을 통해 각 센서 후보지로부터 얻어지는 가속도를 분석하여 적절한 센서의 위치를 파악하게 된다. 센서의 위치 파악을 위하여 사용되는 일반적인 방법으로는, 그래픽 방법(Graphic Method)과 오버래핑 방법(Overlapping Method) 등이 있으며, 각 자동차 회사나 센서 제조업체에서 고유의 소프트웨어를 개발하여 사용하고 있다. 이렇게하여 센서 후보지에 대한 해석이 완료되게 되면, 가격, 장착조건, 충돌신호 감지성능 등을 종합, 분석하여 센싱 방식을 선정한다.

표 1 Airbag System 성능 확인을 위한 시험 종류

구 분	Description	비 고
Non Deploy	Rough Road Test	Non Barrier Impact
	Sensor Hammer Blow Test	
	Door and Hood Slams	
	50Mph Car to Deer	
	20Mph Undercarriage Impact to Rail Road Track	
	50Mph Rear Impact Car to A/Bag Car	
	20Mph Car to Pole	
	20Mph 90 Deg Side Impact	
Deploy	8.9Mph Frontal Impact	Barrier Impact (50% Dummy)
	30 Mph Frontal Impact	
	60 Mph 30Deg Car to Parked A/Bag Car	
	25Mph Bumper Underride A/Bag Car to Parked Car	
	30 Mph 1/3 Frontal Offset	
	30 Mph 30Deg Right	
	30 Mph 30Deg Left	
	30 Mph Car to Left Offset Low Pole	
	30 Mph Car to Pole Center	
	60Mph 50% Frontal Overlap Car to Parked A/Bag Car	
	12Mph Frontal Barrier	
	16Mph 30Deg Barrier	
	35Mph Frontal Barrier	
30 Mph Frontal Barrier, 95% Dummy	Barrier Impact	
30 Mph Frontal Barrier, 5% Dummy		
30 Mph Frontal Barrier, 5% Dummy		

## 5. 결 언

강제 구속장치의 하나인 에어백 장치는, 근래들어 미국의 Big 3社가 이의 채용을 확대함에 따라, 세계의 자동차 제조업체에서의 채용도 급속히 증가되고는 있으나, 개발 절차의 복잡성과 막대한 비용의 소요 등으로 인해, 현재까지도 이 장치를 개발과 실차에의 적용은 많은 어려움에 직면해 있다. 따라서 각 자동차 제조업체에서는 각종 차량 사고의 자료화, 차체의 충돌 특성 및 승객 거동의 시뮬레이션 기법의 확보, 세계시장 추세의 면밀한 분석 등을 통한 독자적인 개발 기술의 확립으로 개발 절차의 간편화, 개발 비용의 절감을 위한 노력이 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. A. Breed, "Can We Develop Less Expensive Airbags?", Government/Industry Meeting, May 1985, SAE Paper No. 851201.
2. T.N. Louckes, "General Motors Driver Air Cushion System", National Auto Week Meeting, May 1973, SAE Paper No. 730605.
3. Roger E. Maugh, "Supplemental Driver Airbag System-Ford Motor Company Tempo and Topaz Vehicles", 10th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, July 1985, SAE Paper No. 856015.
4. Naoyoki Suzuki, "Determination of Airbag Sensor Threshold Level by Graphic Method", Feb. 1989, SAE Paper No. 890193.
5. Robert W. Diller, "Electronic Sensing of Automobile Crashes for Airbag Deployment", International Congress and Exposition", Feb. 1991, SAE Paper 910276.