

에어백 개발 신기술 동향

Trends of Airbag Development



홍 석 길 / 기아자동차 수석연구원
Seok-gil Hong / Kia Motors Corp.

1950년대 중반에 시트벨트(Safety Belt, Seat Belt)가 차량에 장착되면서 자동차 충돌사고로부터 많은 생명을 구하고 상해를 경감시키는 역할을 담당해 오고 있다. 초기의 2점식 시트벨트를 착용한 운전자가 충돌시 머리와 가슴이 스티어링 휠에 부딪혀 사망하는 등 피해가 발생하는 것을 줄이기 위하여 정면충돌용 에어백이 1970년대 초반부터 장착되기 시작하였다. 초기에는 에어백의 장착률이 저조하다가 1980년대에 들어서면서 벤츠, BMW, 볼보 등이 장착하면서 에어백이 활성화 되었고, 미국에서는 1994년부터 시속 30마일의 고정벽 정면충돌에서 시트벨트를 장착하지 않은 경우에도 요구되는 상해치를 만족하도록 에어백의 의무장착을 법규로 제정하였다. 최근에는 미국에 수출하는 자동차는 물론이고 다른 지역에서 판매하는 모든 승용차 및 다목적차의 운전석에 기본으로 에어백을 장착하고 있으며, 조수석에도 에어백을 장착하는 추세에 있다.

측면충돌시 승객의 상해를 줄이기 위한 측면충돌용 에어백은 1990년대 초반 가슴을 보호하는 가슴 에어백(Thorax Airbag)부터 시작하여 머리 가슴 에어백(Head and Thorax Airbag)으로 발전했고 측면충돌 및 전복사고에서 머리를 보호하는 튜브형 에어백과 커튼형 에어백으로 다양하게 채택되고 있다.

본 원고에서는 충돌사고로부터 승객의 상해를 줄이기 위해 추가되는 법규 및 상품성과 이에 발맞춰 나날이 발전을 거듭하고 있는 에어백의 신기술 동향에 대해 기술한다.

1. 어드밴스드 에어백 (Advanced Airbag)

충돌사고시 시트벨트와 에어백의 역할에 대해서 많은 연구들이 진행되어 왔으며, 상해를 경감시키는 역할에 대해서 많은 홍보도 이루어져 이제 이의 장착에 대해 이의를 제기하는 사람은 없을 것이다. 미국에서

는 에어백의 의무장착을 법제화하면서 시트벨트를 착용하지 않는 경우를 기준으로 에어백의 승객보호성능을 평가하도록 하여 상대적으로 압력이 센 에어백이 차량에 장착되는 시행착오를 거친 바 있다. 미국의 도로교통안전국(NHTSA)의 자료에 의하면 1998년부터 2001년 사이에 에어백의 도움으로 목숨을 구한 사람이 6,856명 되고, 저속충돌의 경우 급제동에 의해 승객이나 운전자가 에어백에 가까이 위치한 뒤에 에어백의 급팽창에 의해 목숨을 잃은 사람도 175명이나 되었다. 이를 보완하기 위하여 에어백 법규가 수정 보완되어 압력저감형 에어백(Depowered Airbag)이 한시적으로 1997년부터 적용되고 있으며, 에어백에 의한 사망자 수는 급속히 감소하고 있다. 그러나 압력저감형 에어백은 시트벨트를 착용하지 않은 경우에는 효과가 충분하지 못하여 장기적으로 어드밴스드 에어백이 필요하고 미국에서는 올해(2003년) 9월부터 의무장착하도록 법제화하였다. (FMVSS 208)

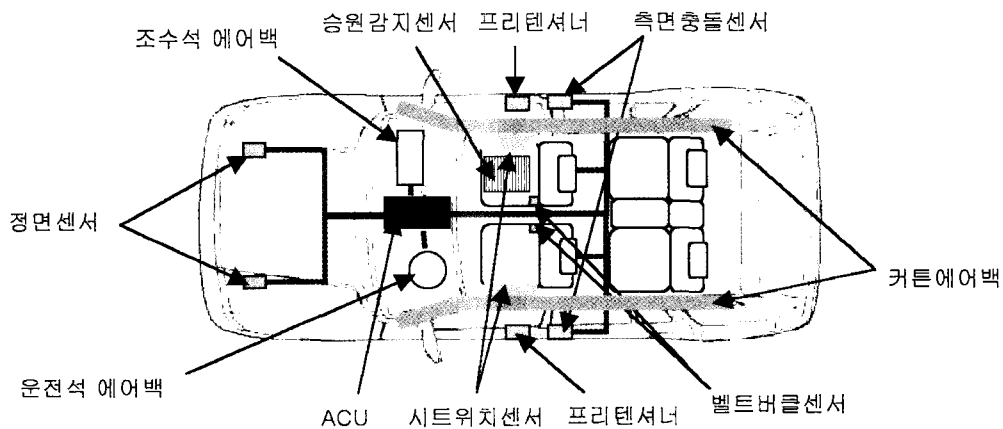
어드밴스드 에어백 신법규에서는 승객의 상해 평가를 50% 성인 더미 뿐 아니라 5% 여성 및 유아 더미

에서도 실시하여야 하고 기존의 머리, 가슴, 무릎상해에 더하여 목상해도 평가하도록 하였다. 충돌조건도 고정벽에 수직이거나 30° 좌, 우사면충돌에, 변형이 되는 알루미늄 하니컴으로 만들어진 벽(Deformable Barrier)에 40% 편심(오프셋, Offset)되어 충돌하는 조건이 추가되었다. 충돌속도도 20, 25, 30mph 등으로 다양한 동적 조건이 적용된다.

정적인 조건은 5% 여성 더미, 3세, 6세의 어린이 더미와 후향 유아용 보조시트의 1세 더미(Rear Facing Child Safety Seat)에 대해서 에어백이 전개되지 않거나 전개될 경우에는 요구되는 상해치를 만족해야 한다.

어드밴스드 에어백은 충돌의 세기 정도, 탑승자의 몸무게, 시트벨트의 착용 여부, 시트의 위치 등에 따라 에어백의 전개여부와 팽창압력을 결정하여 승객의 상해를 최소화하도록 전개된다. 이를 위하여 기존 부품의 성능이 향상되거나 여러가지 새로운 부품들이 추가된다.

어드밴스드 에어백 시스템 구성의 한 예를 <그림 1>



<그림 1> 어드밴스드 에어백 시스템

에서 볼 수 있다. 기존의 에어백 시스템에 추가되는 신 기술은 다음과 같다.

● 정면충돌센서(FIS, Frontal Impact Sensor)

어드밴스드 에어백 시스템에서는 고정벽에 전면충돌하는 충돌모드 뿐 아니고 앞서 언급한 것과 같이 변형벽에 엇충돌하는 경우에도 충돌을 조기에 감지하여 에어백이 조기에 전개될 수 있도록 센서를 차량의 앞쪽에 부착한다. 충돌의 세기 정도를 감지하여 ACU(Airbag Control Unit)에 신호를 전달한다.

● 승원감지센서(Occupant Classification Sensor)

조수석의 시트에 장착하여 승객의 탑승 유무와 승객의 체중을 감지한다. 광학적인 방법으로 승원을 감지하는 방법과 시트의 쿠션에 장착되어 체중을 감지하는 방법이 있다. 체중감지 방법을 채택하는 경우에는 유아용 보조시트의 구별이 중요하다.

● 시트위치센서(Seat Track Position Sensor)

승객이 에어백과 가까이 있는지를 감지하여 근접하여 있는 경우에는 에어백의 작동 압력을 낮게 조절하여 상해를 줄인다.

● 시트벨트 버클 센서(Seat Belt Buckle Sensor)

시트벨트의 착용 여부를 감지하여 에어백의 압력을 조절하게 한다.

● ACU(Airbag Control Unit)

여러 가지 센서로부터 들어오는 신호를 분석하여 충돌 세기의 정도, 시트벨트의 착용 여부, 시트의 위치, 승원의 크기(무게)에 따라 최적의 승원구속장치를 판단하는 프로그램 (Algorithm)이 내장되어 있고, 여러개의 에어백과 시트벨트를 작동시킬 수 있는 접화회로를 갖고 있다.

● 프리텐셔너(Pre-tensioner)

충돌시 조기에 시트벨트를 되감아 승원의 구속력을 증대시켜 주는 장치로, 벨트에 작용하는 하중이 어느 수준을 넘어가지 않도록 하는 로드 리미터(Load Limiter)와 한 조를 이루는 구조가 보통이다.

● 운전석 및 조수석의 2중 인플레이터 (Dual Staged Inflator)

에어백 모듈 (Module)의 가스발생기(Inflator)가 2중으로 되어 있어, 충돌 세기의 정도, 시트벨트의 착용 여부, 시트의 위치, 승원의 크기(무게) 등에 맞춰 점화가 조절된다. 두 인플레이터의 압력 배분과 점화시간의 설정 등이 중요한 설계인자이다.

어드밴스드 에어백 시스템에서는 프리텐셔너가 작동하거나 작동하지 않는 속도의 설정, 에어백이 전개되는 충돌모드와 충돌속도 및 전개되지 않는 충돌모드와 충돌속도의 설정, 에어백이 전개되는 경우에도 두 개의 인플레이터의 점화시간을 결정하는 것은 중요하면서도 매우 복잡한 작업이다. 이것들을 결정하기 위하여 충돌모드 및 충돌속도를 다르게 하여 많은 실험을 실시해야 하고 인플레이터 및 구속장치에 따른 상해치의 변화를 검토할 필요가 있다. 어떠한 경우에도 상해치가 규정치를 넘지 않도록 설계인자를 결정해야 하는데, 설계인자가 다양하고 이에 따른 경우의 수도 많아서, 기본적인 실험결과를 바탕으로 CAB를 이용한 충돌실험 횟수를 줄이는 노력이 요구된다.

2. 측면충돌 에어백

측면충돌시험 모드는 범규 및 상품성 평가시험에서 미국의 시험방법과 유럽의 시험방법으로 나눌 수 있으며 사용하는 더미와 상해치 평가하는 기준이 완전히 다르다. 2003년부터 시행하는 측면충돌 국내법규는 유럽의 시험모드를 따랐다.

측면충돌용 에어백을 범규로 요구하는 국가는 없으

나, 각국의 측면충돌 법규시험이나 유럽 NCAP (European New Car Assessment Programme)의 측면 폴 충돌(Side Pole Impact)과 미국 IIHS(Insurance Institute for Highway Safety)의 상품성 평가에서 좋은 점수를 얻기 위해서는 측면충돌용 에어백의 장착이 필수이다. 측면충돌시 승원의 상해를 줄이기 위해서는 승원과 2차충돌을 하는 측면 구조물의 침입속도를 낮추는 것이 1차로 선행되어야 하고, 그 다음으로는 더미와 측면 구조물과의 사이에 적절한 충격흡수부재가 필요한데 그 역할을 측면충돌 에어백이 담당하게 되는 것이다. 폴 충돌의 경우 머리보호 에어백이 없을 경우 승원의 머리상해치(HIC, Head Injury Criterion)는 규제치 1,000의 5배까지 증가하기도 하는데, 머리보호가 가능한 측면 에어백을 장착할 경우 규제치의 1/3인 300까지 낮출 수 있다.

현재 자동차에 장착되고 있는 측면충돌 에어백의 종류는 다음과 같다.

● 가슴(흉부) 에어백 (Thorax Airbag)

시트나 도어에 장착하여 측면충돌시 승원의 가슴을 보호하는 에어백으로 머리를 보호하지 못하는 단점이 있다.

● 머리 가슴 에어백 (Head and Thorax Airbag)

가슴 에어백에 머리를 보호할 수 있도록 에어백의 형상을 상부로 확대한 에어백으로 시트에 장착하는 것이 보통이다.

● ITS (Inflatable Tubular Structure)

A-Pillar 상부와 Roof Rail에 장착하여 측면충돌시 승원의 머리를 보호하는 장치이다.

● 커튼 에어백 (Curtain Airbag)

장착 위치는 ITS와 같은데 에어백의 형상이 <그림



<그림 2> 커튼 에어백

2)에서 보는 것처럼 커튼형으로 되어 있어, 승원의 구속을 보다 확실하게 할 수 있는 장점이 있다.

● 전복 에어백 시스템 (Rollover Airbag System)

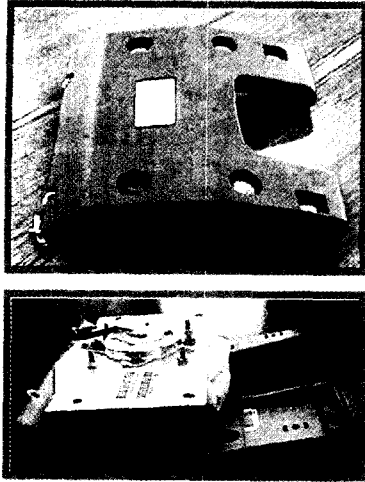
측면 충돌 커튼 에어백 시스템에 차량의 전복을 감지하는 센서를 추가로 내장하여 측면충돌 및 전복시에 커튼 에어백을 전개시키는 장치이다. 충돌사고와 달리 전복사고는 시간이 길기 때문에 보통 6초 이상 전개된 상태를 유지하도록 개발되어야 한다.

현재 가장 많이 장착되는 측면충돌용 에어백 시스템은 시트에 내장된 머리 가슴 에어백이고, 승원의 좌좌 위치(Seat Reference Point)가 높은 SUV 차량과 고급차를 중심으로 커튼 에어백의 장착률이 높아지고 있다.

3. 무릎 에어백 등 기타

● 무릎 에어백 (Knee Airbag)

시트벨트를 착용하고 에어백이 장착된 경우의 정면충돌 사고에서는 다리의 상해가 가장 많이 발생하고 있다. 무릎 에어백은 <그림 3>에서 보는 것과 같이 운전석이나 조수석의 무릎 앞쪽의 인스투르먼트 패널 (Instrument Panel)에 장착하여, 정면충돌시 정면충돌 에어백과 동시에 전개되어 무릎을 보호하고 대퇴부에 걸리는 하중(Femur Load)을 줄여주는 기능을 하고, 무릎을 조기에 구속하면서 더미를 거동을 개선하여 가슴 및 머리의 상해를 줄이고 몸체가 시트벨트 밑으로 빠지는 서브마린(Submarining) 현상을 막는 역



〈그림 3〉 무릎 에어백

할을 한다. 읍셋충돌시에는 무릎이 스티어링 컬럼에 부딪혀 상해가 발생하는 것을 막을 수 있다.

무릎 에어백은 기아자동차의 스포티지에 처음으로 장착되기 시작하였고 Mercedes-Benz의 SL500 2003년 모델과 Toyota의 New RX330 2004년 모델에 장착되는 등 최근에 장착하는 차량이 증가하는 추세에 있다.

● 안티 슬라이딩 에어백 (Anti-Sliding Airbag)

시트 쿠션의 앞쪽에 위치하여 정면충돌시 정면충돌 에어백과 동시에 전개되어 승원의 하체가 전방으로 이동하는 것을 막아준다. Autoliv와 Renault가 공동으로 개발한 에어백이 차량에 장착된다고 발표한 바 있다.

4. 향후의 과제 및 맺음말

자동차가 처음 개발되어 지금까지 이어오면서 안전에 관한 논란은 계속되어 왔고, 이에 따라 안전법규도 새로이 제정되고 상품성 평가도 추가되어 왔다. 자동차 회사에서도 보다 안전한 차를 개발하기 위하여 새로운 장비나 새로운 개념의 차량구조를 도입하여 소비자의 안전을 최우선으로 고려하고 있으며, 국내에서 생산하고 있는 차량의 안전도도 선진 자동차업체들과 비교하여 뒤지지 않는다.

여기에 추가로 좀더 심층적으로 고려해야 할 사항은 각국의 교통사고 유형 및 조건이다. 현재의 충돌안전 관련 법규 및 상품성은 크게 미국과 유럽의 방식으로 크게 구분되고 있는데, 시험조건 등이 국내의 현실과 다를 수 있다. 예를 들어 어드밴스드 에어백의 개발은 시트벨트를 장착하지 않은 경우까지도 고려해야 하는데 우리나라에서는 시트벨트의 착용을 법규로 규정하고 있어 동일하게 적용하여 차량을 개발할 수는 없다. 그리고, 시험에 사용되고 있는 더미의 체형도 우리 동양인의 체형과 달라, 시험에서 얻어지는 상해치 결과를 곧장 국내에서의 차량의 안전도로 평가하는 것도 무리가 있다. 국내에서도 더미에 관한 연구가 많이 이루어져서 우리 체형에 맞는 더미를 이용하여 차량의 안전도를 평가할 수 있었으면 하는 기대를 가진다.

끝으로 현재 차량에 장착되고 있는 에어백이 충돌사고로부터 많은 생명을 구하고 상해를 줄일 수 있었으면 좋겠고, 더 나아가 에어백이 전개되는 충돌사고가 한 건도 발생하지 않았으면 하는 바람을 가져 본다.

(홍석길 수석연구원 : sghon@kia.ac.kr)