

# 자동차안전도평가에서의 에어백 효과

## The Effects of Airbag on New Car Assessment Program



김 규 현 / 자동차성능시험연구소 연구위원  
Gyu Hyun Kim / Korea Automobile Testing & Research Institute

### 1. 에어백의 개발배경

미국의 소비자보호운동의 기수인 랄프 네이더는 미국의 자동차제작사들이 안면 등 승객보호에 큰 관심을 기울이지 않던 1960년대에 교통사고로 인한 인명피해가 급증하자 자동차에 대한 안전규제 대책을 마련하고 법으로 만들기 위하여 연방정부와 격론을 벌인 끝에 1966년 국회의 승인을 받아 자동차에 안전띠를 의무적으로 장착하게 하였다.

초기의 안전띠는 허리만 좌석에 고정하는 2점식이어서 고속으로 정면충돌했을 때 얼굴과 가슴이 핸들에 부딪혀 사망하는 사고가 잦았다. 이때 미국의 무명 자동차부품업체가 GM과 포드의 협조아래 1971년에 에어백을 개발하였다. 이 제품은 안전띠보조용 승차자보호장치(SRS: Supplemental Restraint System)라는 이름으로 불렸는데, 나중에는 회사 이름까지 SRS 에어백회사로 바뀌었다가 1976년 특허를 몇몇 회사

에 넘겨주고 문을 닫았다. 이후 에어백은 제작회사에 관계없이 SRS에어백으로 불리고 있다. 에어백은 1973년 GM과 포드가 선택품목으로 운전자석에만 달았는데 가격이 비싸 큰 호응을 얻지 못하다가 1981년부터 벤츠, BMW, 볼보 등이 본격적으로 달면서 활성화되었다. 이후 에어백은 조수석, 뒷좌석은 물론 앞뒤 사망 문에도 설치하여 측면충돌에도 승객을 보호하는 것으로 발전하였다.

### 2. 에어백의 승객보호 효과

정부는 자동차 충돌시험 등을 통해 안전도를 평가하여 소비자에게 정보를 제공하고 제작사로 하여금 안전한 자동차를 제작하도록 유도하여 교통사고로 인한 인명피해를 줄이기 위해 1999년부터 자동차의 안전도 평가(NCAP: New Car Assessment Program)를 실시하고 그 결과를 발표하여 왔으며, 건설교통부는 자

동차관리법을 개정하여 자동차안전도평가에 대한 규정을 신설하고 국회의 승인을 받아 2002년 8월에 공포하였다.

우리나라의 경우 정면충돌 에어백은 1990년 중반부터 대형승용차에 기본으로 설치되기 시작하였지만 소비자의 안전에 대한 인식 개선과 자동차의 안전도평가 결과발표 등의 영향으로 운전자석 에어백은 2000년에 중형승용차, 2001년에 레저용(미니밴)승용차, 2002년에는 소형 및 경형승용차까지 기본설치로 확산되었다. 소형차를 구입하는 고객들도 안전을 중시해 추가비용을 부담하더라도 안전장치를 달려고 하며 제작사들은 마케팅 전략차원에서 에어백을 기본으로 적용하고 있다.

현재 보편화 되어있는 정면충돌 에어백의 승객보호 효과를 알아보기 위하여 1999년부터 매년 수행된 정면충돌시험에서의 평가결과를 분석해 보고자 하였다. 정면충돌시험이란 자동차 안전도 평가시험의 한 방법으로서 운전자석과 조수석에 인체모형을 탑재한 시험차를 법규상의 시험속도(시속 48km)보다 15% 빠른 시속 56km(에너지로 환산시 36% 증가)로 콘크리트 고정벽에 정면충돌시키는 것으로서, 이 시험은 반대방향으로부터 시속 56km로 달려오는 같은 종류의 자동차와 정면충돌한 경우와 동일한 상황을 재현한 것이다.

평가결과는 정면충돌시험을 통하여 인체의 상해등급을 평가한 것으로서 운전자석과 조수석에 탑재한 50% 성인남자 인체모형에서 측정한 머리상해기준값(HIC)과 가슴가속도(Chest g's)로부터 머리와 가슴이 중상을 입을 가능성(Pcomb)을 산출한 후 5단계로 구분하여 최고등급을 별 5개, 최저등급을 별 1개로 표시한 것이다. 여기서 중상이라 함은 미국의 약식상해등급(AIS: Abbreviated Injury Scale) 기준에 의하여 4등급, 즉 6~24시간의 의식불명, 소혈종 또는 양쪽 늑골 3개 이상의 골절, 흉부의 손상 이상의 상해를 의미하며 사망률은 7.9~10.6%이다. <표 1>은 중상가

능성 산출방법과 중상가능성에 따른 상해등급 구분방법을 나타낸 것이다.

<표 1> 정면충돌 안전성 평가결과 산출방법

구분	산출방법
중상 가능성(%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●상해등급 4 이상의 상해가능성 계산                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 머리상해 가능성  <math>P_{head} = \{1 + \exp(5.02 - 0.00351 \times HIC)\}^{-1}</math></li> <li>- 가슴상해 가능성  <math>P_{chest} = \{1 + \exp(5.55 - 0.0693 \times \text{Chest } G)\}^{-1}</math></li> </ul> </li> <li>●머리와 가슴의 복합상해 가능성  <math>P_{comb} = P_{head} + P_{chest} - P_{head} \times P_{chest}</math></li> </ul>
상해 등급	<ul style="list-style-type: none"> <li>★★★★★ : Pcomb 10%이하</li> <li>★★★★ : Pcomb 11%이상 20%이하</li> <li>★★★ : Pcomb 21%이상 35%이하</li> <li>★★ : Pcomb 36%이상 45%이하</li> <li>★ : Pcomb 46%이상</li> </ul>

자동차의 안전도평가 대상자동차는 1999년부터 2002년까지 판매량이 많은 승용자동차를 대상으로 하였으며 <표 2>와 같이 경형 3차종, 소형 5차종, 준중형 6차종, 중형 8차종, 대형 2차종 등 모두 24차종이었다. 각 차종별 중량범위는 250kg<sup>이</sup>이며 충돌시험 결과는 차량의 중량차이가 250kgf 범위내에 있을 때 안전도 비교가 가능하다.

<표 2> 자동차 안전도 평가 자동차

구분	차량중량범위 (kgf)	정면충돌 안전성	
		승용차	승용차(미니밴)
경형	849 이하	3차종	-
소형	850~1,099	5차종	-
준중형	1,110~1,349	6차종	-
중형	1,350~1,599	4차종	4차종
대형	1,600 이상	-	2차종
	소계	18차종	6차종
	계	24차종	

이들 자동차중에서 자동차 안전도 평가 등에 대비하여 제작사들이 운전석 에어백과 시트벨트 프리텐셔너를 선택품목에서 기본품목으로 전환한 자동차는 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 승객보호장치 기본품목 적용사례

제작사	차명	운전자석 에어백	프리텐서너
기아자동차	비스토	△ → ○	△ → ○
현대자동차	아토스	△ → ○	△ → ○
기아자동차	리오	△	△ → ○
대우자동차	라노스Ⅱ	△	△ → ○
현대자동차	아반떼	△ → ○	△(적용)
기아자동차	카렌스	△ → ○	△ → ○
기아자동차	카스타	△ → ○	△ → ○
대우자동차	레조	△ → ○	X
현대자동차	싼타모	△ → ○	△ → ○

주) ○ : 기본품목, △ : 선택품목, X : 미 적용

24차종의 정면충돌시험에서 운전자석과 조수석에 탑재한 인체모형으로부터 측정된 상해등급과 중상가능성은 〈표 4〉와 같이 나타났다.

모든 자동차는 3점식 안전띠를 기본으로 설치하였 으며 승객보호장치로서 에어백과 시트벨트 프리텐서너 적용한 자동차를 각각 나타내었다.

〈표 4〉 정면충돌시 운전자석 상해등급 및 중상가능성

차종	평가연도	차명	구분	승객보호장치	상해등급	중상가능성
경형승용차 (800cc급)	2002	기아 비스토	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	17%
			조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	24%
		대우 마티즈Ⅱ	운전자석	-	★	63%
			조 수 석	-	★	68%
		현대 아토스	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	23%
			조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	29%
소형승용차 (1,300cc급)	2001	기아 리오	운전자석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	35%
			조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	22%
		대우 라노스Ⅱ	운전자석	시트벨트 프리텐서너	★	48%
			조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★	40%
		현대 베르나	운전자석	시트벨트 프리텐서너	★	50%
			조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	23%
중준형승용차 (1,500cc급)	2002	지엠대우 칼로스	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	13%
			조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	18%
		현대 클릭	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	11%
			조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	28%
		기아 세피아Ⅱ	운전자석	에어백	★★★★	24%
			조 수 석	에어백	★★★★	21%
중준형승용차 (1,500cc급)	1999	대우 누비라Ⅱ	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	14%
			조 수 석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	15%
		현대 아반떼	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	11%
			조 수 석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	13%
		기아 뉴스펙트라	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	12%
			조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	14%
2002	현대 아반떼XD	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐서너	★★★★	12%	
		조 수 석	시트벨트 프리텐서너	★★★★	22%	

차종	평가연도	차명	구분	승객보호장치	상해등급	중상가능성
중준형승용차 (1,500cc급)	2002	현대 라비타	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	13%
			조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★	23%
중형승용차	2000	기아 오토타	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	10%
			조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★	25%
		대우 매그너스	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	11%
			조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★	34%
		르노삼성 SM5	운전자석	에어백	★★★★★	16%
			조수석	-	★★★★	33%
현대 EF쏘나타	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	10%		
조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★	21%			
중형승용차 (미니밴)	2001	기아 카렌스	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	12%
			조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	19%
		기아 카스타	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	19%
			조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	18%
		대우 레조	운전자석	에어백	★★★★★	19%
			조수석	-	★★	37%
현대 싼타모	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	17%		
조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	18%			
대형승용차 (미니밴)	2001	기아 카니발 II	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	9%
			조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	11%
		현대 트라제XG	운전자석	에어백+시트벨트 프리텐셔너	★★★★★	11%
			조수석	시트벨트 프리텐셔너	★★★★	27%

주) 1. 모든 차종은 3점식 안전띠 기본 설치  
2. %는 머리와 가슴이 중상을 입을 가능성

〈표 4〉로부터 에어백의 설치에 따른 안전도 향상 효과를 분석한 결과는 〈표 5〉와 같이 나타났다.

에어백의 설치에 따라 운전자석의 경우 중상가능성(Pcomb)이 71.0%, 조수석의 경우 38.3% 감소한 것으로 분석되었다.

분석 대상자동차가 다양하지는 않지만 에어백의 설치에 따른 승객보호 정도인 중상가능성이 감소하는 정도를 알 수 있었으며, 특히 운전자석 에어백은 충돌시 머리와 가슴을 효과적으로 보호하는 것으로 분석되었다.

〈표 5〉 에어백 설치에 따른 안전도 향상 효과

구분	에어백		비율(%) (B/A)	
	미 설치(A)	설치(B)		
운전자석	중상가능성(%)	49.0	14.2	29.0
	별 갯수(개)	1.5	4.1	273.3
조수석	중상가능성(%)	26.4	16.3	61.7
	별 갯수(개)	3.1	3.7	119.4

### 3. 승객보호를 위한 에어백의 개선

교통사고시 에어백이 터지면서 어린이가 질식사 하는 등 숨지는 사고가 잇달아 에어백의 안전성에 관심이 커지고 있다. 에어백의 작동원리는 사고시 차량에 가해지는 일정 이상의 충격을 센서가 감지, 공기주머니를 부풀려 앞으로 쏠리는 운전자와 조수석 탑승자의 충격을 완화하는 역할을 한다. 충격에 의해서 에어백에 저장된 화약이 폭발, 고온 고압의 질소가스가 팽창하면서 에어백 선단에서 약 시속 200~320km의 속도로 0.03초만에 부풀리기 때문에 에어백에 얼굴을 맞아 목뼈를 다치는 사고가 날 수 있다.

이러한 한계점에도 불구하고 에어백은 효과적인 안전장치임에는 틀림없다. 미국의 경우 1986년부터 1998년 6월 1일까지 약 3,150명의 생명을 구하였으나 약 105명이 목숨을 잃었다. 목숨을 잃은 사람은 주로 에어백이 팽창될 때 에어백에 가까이 위치한 어린이나 체격이 작은 여자였다. 미연방도로교통안전국(NHTSA; National Highway Traffic Safety Administration)은 1997년 3월 19일 충돌시 승객보호 기준인 FMVSS(Federal Motor Vehicle Safety Standard) 208을 서둘러 개정하여 에어백의 출력을 약 20~35% 줄이도록 유도하였다. 그러나 이 에어백은 목숨을 잃는 경우의 수는 줄일 수 있지만 체격이 크거나 사고의 정도가 심한 경우 승객을 보호할 수 없기 때문에 자동차와 승객의 상황에 따라 에어백의 출력을 조절하는 스마트 에어백(공식명칭은 Advanced Air Bag)으로 기준을 제정하기에 이르렀다. 이 스마트 에어백은 사고의 심각도, 승객의 위치와 무게, 안전띠의 착용여부 등에 따라 4~6단계로 에어백의 출력을 조절함으로써 에어백의 위험성을 최소화하면서 승객보호에 만전을 기한 안전장치라 할 수 있다.

미국은 TAE21(Transportation Equity Act the 21st Century)에서 스마트 에어백의 기준을 제정하면서 안전띠의 착용여부에 관계없이 여러 체격의 승객

을 최대한 보호하고 유아와 어린이 등의 승객에 대한 에어백의 위험성을 최소화하고자 하였다. 미국은 1998년 9월 스마트 에어백에 대한 기준을 제안하였으며 2000년 5월 5일 이 기준을 확정하여 공포하고 2003년 9월 1일부터 2010년 9월 1일까지 단계적으로 적용할 계획이다.

우리나라의 경우도 에어백의 승객보호에 만전을 기하기 위하여 스마트 에어백의 개발 동향, 적용시 문제점 등을 검토한 후 자동차의 안전도평가 등을 통하여 국내 판매자동차에도 도입될 수 있도록 유도하는 것이 바람직하다고 판단된다.

〈표 6〉 미국의 에어백관련 충돌시 승객보호 기준 개선

구분	에어백 관련 안전기준	비고
기존 에어백 (On-Off Air Bag)	1993.9.1부터 1997.9.1까지 단계적으로 운전자석 및 조수석 에어백 적용 의무화 - 일정 충격 이상에서 일정 출력으로 작동하고 그 이하에서는 작동하지 않음 - 시험용 인체모형 : 50% 성인남자 - 시험의 종류 : 정면 및 경사각 (±30°) 고정벽 충돌 - 인체상해기준 : 머리 가슴, 대퇴부 - 인체모형의 착석 : 정상 위치	중간 체격의 어른인 50% 성인남자를 기준으로 개발된 에어백으로서 어린이, 체격이 작은 여자 등이 에어백에 의한 사망사고 발생
출력감소 에어백 (Depowered Air Bag)	1997.3.19부터 2001.8.31까지 한 시적으로 정면충돌시험 대신 대차 (Sled) 시험을 통한 기준 만족 허용 - 시험용 인체모형 : 50% 성인남자 - 시험의 종류 : 정면 및 경사각 (±30°) 고정벽 충돌, 안전띠 미착용 상태로 대차시험 - 인체상해기준 : 머리, 목, 가슴, 대퇴부 - 인체모형의 착석 : 정상 위치	에어백의 폭발력에 의한 어린이, 체격이 작은 여자 등의 사상자를 줄이기 위해 폭발력을 20~35% 감소시킨 에어백 - 체격이 큰 승객이나 사고의 정도가 심한 경우 승객을 적절히 보호할 수 없는 단점이 있음
스마트 에어백 (Advanced Air Bag)	2003.9.1부터 2006.9.1까지 단계적으로 스마트 에어백 적용 의무화(Stage 1) ※2007.9.1부터 2010.9.1까지 고정벽 충돌시험속도를 최대 56km로 증가(Stage 2) - 시험용 인체모형의 종류 : 50% 성인남자, 5% 성인여자, 3살과 6살 어린이, 12달 유아 - 시험의 종류 : 정면 및 경사각 (±30°) 고정벽 충돌, 40% 윽셋 변형고정벽 정면충돌 등 - 인체상해기준 : 머리, 목, 가슴, 대퇴부 - 인체모형의 착석 위치 : 정상 및 비 정상 위치, 유아 및 어린이의 다양한 착석 위치 등	유아, 어린이, 체격이 적은 여성운전자 또는 비정상적 위치로 앉은 승객을 보호하기 위하여 사고의 심각도, 승객의 위치와 무게, 안전띠의 착용여부 등에 따라 4~6단계로 에어백의 출력을 조절할 수 있는 에어백

(김규현 연구위원 : knccap@hanmail.net)