

전방 에어백과 관련 법규

정 현 용 교수 · 서강대학교 기계공학과

1. 서 론

생활 수준이 향상되고 자동차를 보편적으로 사용함에 따라 자동차 사고도 급증하고 있다. 통계에 의하면 1997년도 국내에서 발생한 자동차 사고는 246,452건이었고 이는 1만대당 237건으로 가히 세계 제일(?)이라 할 수 있을 것이다. 자동차 사고의 심각성을 이미 경험한 미국과 유럽에서는 1960년대부터 자동차 안전에 관심을 기울이기 시작하였고, 대중매체를 통하여 자동차 사고의 심각성이 보도되면서 소비자들도 촉각을 곤두세우기 시작하였다.

미국의 경우 1980년대 중반부터 장착되기 시작한 에어백은, 1997년 9월 1일부터 생산되는 모든 승용차와 경트럭의 운전석과 조수석에 그 장착이 의무화되면서 더욱 보편화되었다. 그 결과 1986년부터 1998년 6월 1

일까지 약 3,150명의 생명을 구하였으나 약 105명의 생명을 앗아가지도 하였다. 이렇게 생명을 잃은 사람은 주로 에어백이 전개될 때 에어백에 가까이 위치한 어린이나 체격이 작은 여자였다. 사고 시 승객을 보호하여야 할 에어백이 생명 특히 어린 생명을 앗아가자 소비자들의 원성이 드높아졌고, 자동차 안전법규의 제정과 개정을 책임지고 있는 미연방 도로교통 안전국(NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration)은 1997년 3월 19일 FMVSS208 (Federal Motor Vehicle Safety Standard 208: Occupant Protection; 정면 충돌 시험 방법과 합격 기준을 명시한 안전 법규)을 서둘러 개정하여 에어백의 출력을 약 30% 가량 줄이도록 유도하기에 이르렀다. 하지만, 이렇게 출력을 줄인 에어백 소위

depowered 에어백은 임시 방편에 지나지 않는다는 것을 자동차 안전 관련 연구자들과 NHTSA 관계자들도 이미 숙지하고 있었다. 왜냐하면 depowered 에어백의 작동으로 생명을 잃는 경우의 수를 줄일 수는 있지만 체격이 크거나 사고의 정도가 심한 경우 승객을 충분히 보호할 수 없기 때문이다. 따라서 사고 직전과 도중 차와 승객의 상황에 따라 에어백의 출력을 조절하는 소위 스마트 에어백 (정식 명칭은 advanced air bag)의 개발이 요청되기 시작하였다. 이 스마트 에어백은 사고 정도 (crash severity), 승객의 위치와 무게, 벨트의 착용 여부 등에 따라 4단계 내지는 6단계로 에어백의 출력을 조절함으로써 에어백의 위험성을 최소화하면서 승객 보호에 만전을 기하려는 안전 장치라고 할 수 있다. 하지만, 이러한 에어백을 개발한다는

것은 그리 쉬운 일이 아니며 또한 이러한 에어백을 장착한 차량을 시험하거나 그 합격 여부를 판별하는 법규의 제정도 그리 만만한 일이 아니다. 지난 수년간 이러한 에어백에 관한 기술과 법규에 대한 연구와 토론이 진행되었으며 수개월 이내에 그 기술과 법규의 윤곽이 드러날 것이다.

이제는 소비자들이 차량을 구입할 때 차량의 안전성을 고려할 뿐만 아니라 안전 법규의 제정도 그들의 의견이 반영되도록 애쓰고 있다. 또한, 스마트 에어백의 장착을 요구하는 FMVSS 208이 발표되면 유럽과 기타 선진국에서도 이에 버금가는 안전 법규를 제정할 것이고, 이더런 지역에서 자동차를 판매하기 위해서는 그 안전 법규를 만족시켜야 한다. 따라서, 자동차 안전은 이제 자동차업체의 사활을 결정할 수 있는 중요한 이슈로 대두되었다.

이와 같은 자동차 안전 분야는 크게 다섯 부분으로 나눌 수 있다. 차체를 적절히 설계함으로써 사고 시 승객이 차체의 내부와 충돌하는 2차 충돌의 정도를 줄이려는 방법을 강구하는 crashworthiness 부분, 사고 시 승객을 2차 충돌로부터 직접적으로 보호하는 장치인 안전띠와 에어백의 설계와 생산을 연구하는 occupant protection 부분, 에어백과 안전띠 및 이와 관련된 장치의 제어를 담당하는 안전 ECU (Safety Electronic Control Unit) 부분, 법규에 따

라 안전 장치 혹은 차량의 안전성을 평가하고 안전 법규 합격 여부를 판별하는 안전 시험 부분, 그리고 인간의 신체 부위가 어떤 하중, 변위 혹은 가속도 조건에서 상해를 받는가를 연구하고 인간과 가능한 한 비슷한 더미 (anthropomorphic test dummy)를 개발하는 biomechanics 부분이다. 이 원고에서는 스마트 에어백과 관련하여 최근에 가장 많이 논의되고 있는 전방 에어백의 발전 및 미국 안전 법규의 제정과 개정에 관하여 서술하였다.

2. On-Off 식 에어백의 문제점

현재 생산되는 차량에 장착되고 있는 에어백은 일정 사고 정도 이상에서는 일정 출력으로 작동하고 그 이하에서는 작동하지 않는 on-off 식이다. 이러한 에어백은, 고정 벽면 충돌 시험 (frontal barrier test) 시 충돌 속도가 12.8km/h (8 mph) 이하에서는 결코 전개되지 않고 22.4km/h (14 mph) 이상에서는 반드시 전개되도록 설계되었다.

1997년 3월 17일 이전까지 유효하였던 FMVSS208은 안전띠를 착용하지 않은 Hybrid III 50th %ile dummy (중간 체격의 남자를 모사한 더미)를 앞치고 48km/h로 고정 벽면에 직각 혹은 직각에서 $\pm 30^\circ$ 로 충돌시켰을 경우 다음의 조건을 만족시키는 것을 요구하였다.

○가슴등뼈 (thoracic)

안에 남아 있을 것.

○HIC(Head injury Criterion)이 1000 이하일 것.

여기서 HIC은 다음과 같이 표현되며 a는 머리의 무게 중심점에서 측정된 가속도의 크기이고 $t_2 - t_1 \leq 36$ msec이다.

$$HIC = \max(t_2 - t_1) \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a dt \right)^2$$

○가슴등뼈의 가속도(thoracic acceleration)의 3msec-clip이 60g를 넘지 말 것.

○가슴뼈(sternum)의 등뼈에 대한 상대 변위가 50 mm 이하가 될 것.

○대퇴골에 작용하는 압력이 10,000 N 이하일 것.

FMVSS208 이외에 NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration)의 인플레이션 안전 프로그램을 적용한 Hybrid III 50th %ile dummy를 앞치고 56km/h 고정 벽면 충돌 시험을 수행하여 HIC과 가슴등뼈의 가속도 값을 측정하고, 이를 바탕으로 자동차의 안전도를 별 1개 내지 5개로 표현하여 공개하는 것이다.

이와 같은 시험 이외에도 자동차업체에서는 각각의 차량은 차량의 안전성을 향상시키기 위한 다양한 시험 (due care 시험이라고 칭함)을 행하는 것이 상례이나 새로 육성하는 차량을 인준하기 위해서 행하여야 하는 시험은 위와 같았다. 즉, 48km/h 정도의 충돌 속도로 백

면울 부딪힐 때 안전띠를 착용하지 않은 중간 체격의 어른과 56km/h 정도의 충돌 속도로 벽면울 부딪힐 때 안전띠를 착용한 중간 체격의 어른을 적절히 보호하도록 에어백을 설계하였던 것이다.

이와 같이 에어백이 설계되는 상황에서 정면 충돌 사고 중 약 80%의 충돌 속도가 40km/h 이하이었다는 보고는 그 의미하는 바가 크다. 즉, 정면 충돌 사고 중 대부분의 경우 특히 그 충돌 속도가 20km/h 근처인 경우 에어백은 필요 이상의 출력으로 전개되었던 것이다. 저속 충돌의 또 다른 문제점은 사고의 감지가 늦다는 것이다. 사고가 진행되는 동안 차체의 감가속과 사고 직전 브레이크의 작동으로 승객이 앞으로 움직여 비정상 위치(out-of-position)에 놓인 상황에서 에어백이 전개되면 에어백이 승객을 때리는 소위 bag slap 현상이 발생하게 된다. 대개의 사고는 100 msec 이내에 끝나고 승객을 보호하기 위한 에어백은 30 msec 정도에 부풀어 올라야 하므로 에어백 선단의 속도는 대개 200 내지 300 km/h이다. 따라서 bag slap의 충격으로 어린이나 체격이 작은 여자가 생명을 잃게 되었던 것이다.

1. 1997년 3월 17일 자로 개정된 FMVSS208

특히 저속 충돌 시 bag slap으로 인하여 생명을 잃는 경우가 종종 보도되자 NHTSA는

1997년 3월 17일 자로 FMVSS208을 서둘러 개정하였다. 48km/h 고정 벽면 충돌 시험 대신에 125msec 동안 17.2g의 최대값을 갖는 half sine의 가속도로 썰매를 움직이고, 썰매가 0.5g로 가속될 때부터 20±2msec 후에 에어백을 작동시키는 썰매 시험(sled test)을 통하여 안전띠를 착용하지 않은 Hybrid III 50th %ile dummy가 2.1절에서 언급한 조건을 만족시켜야 한다. 이 경우에 에어백의 출력이 지나치게 감소되어 목을 제대로 보호할 수 없는 것을 방지하지 위하여 다음과 같은 목 상해치 허용기준을 첨가하였다.

- 목을 앞으로 굽게 하는 모멘트 (flexion bending moment)가 190 Nm 이하일 것.
- 목을 뒤로 젖히는 모멘트 (extension bending moment)가 57 Nm 이하일 것.
- 인장력이 3300 N 이하일 것.
- 압축력이 4000 N 이하일 것.
- 목의 앞뒤방향으로의 전단력이 3100 N 이하 일 것.

이렇게 개정된 FMVSS208은 두 가지의 큰 특징을 갖는다. 첫째, 이 법규에서 규정한 half sine 가속도는 48km/h 고정 벽면 충돌 시험에서 얻어지는 충돌 신호보다 약한 신호로서 이 시험 조건에 맞게 설계된 에어백은 기존의 에어백 보다 그 출력이 약 30% 정도 감소하게 된다. 둘째, 모든 차량에 일정한 가속도 신호(generic acceleration

pulse)를 사용하여 시험함으로써 각 차체의 crashworthiness를 고려할 수 없고 사고를 감지하는 가속도 센서와 에어백이나 pretensioner와 같은 안전 장치의 작동 여부를 정확히 판별할 수 없다는 단점이 있다. 그러나 무엇보다도 이렇게 단순히 에어백의 출력을 감소시키면 에어백의 작동으로 생명을 잃는 경우의 수는 줄일 수 있지만 체격이 큰 승객이나 사고의 정도가 큰 경우 승객을 적절히 보호할 수 없다는 문제가 있다.

이 법규 하에서도 각 자동차업체는 이전의 FMVSS208에서 요구한 48 km/h 안전띠 미착용 고정 벽면 충돌 시험 조건을 만족하고 NCAP에서 요구하는 56 km/h 안전띠 착용 고정 벽면 충돌 시험에서 좋은 결과를 얻도록 차체와 에어백을 설계하였다. 이 중 이전의 FMVSS208에서 요구하는 시험 방법이 가장 큰 충격을 주므로 대개 더미의 상해치와 허용치와의 차이가 작게 된다.

3. 스마트 에어백과 관련 법규

3.1. 승객 보호의 극대화

미국 의회는 Transportation Equity Act for the 21st Century (TEA21)를 통하여 스마트 에어백의 두 가지 목적을 분명히 하였다. 첫째, 안전띠의 착용 여부에 상관없이 여러 체격의 승객을 최대한 보호하여야 한

Test requirement to improve occupant protection
for different size occupants, belted and unbelted

50 th percentile adult male dummies		5 th percentile adult female dummies		40 th percentile driver frontal deformable barrier test, left side impact
Rigid barrier test, perpendicular and up to 30 degrees oblique		Rigid barrier test, perpendicular only		
Unbelted driver and passenger 29 - 40km/h*	Belted driver and passenger 0 - 40km/h**	Unbelted driver and passenger 29 - 40km/h*	Belted driver and passenger 0 - 40km/h**	Belted driver and passenger 0 - 40km/h

* the maximum speed would be established within the range of 40 to 48 km/h (25 to 30 mph)

** the maximum speed might be established at 56 km/h (35 mph) if the maximum speed for the unbelted rigid barrier test were permanently reduced to 40 km/h (25 mph)

〈그림 1〉 Alternative 1 Test Requirements to Improve Occupants Protection for Different Size Occupants, Belted and Unbelted

다. 둘째, 유아와 어린이, 그리고 그 밖의 승객에 대한 에어백의 위험성을 최소화하여야 한다. 이 TEA21은 스마트 에어백의 발전 방향과 스마트 에어백을 장착한 차량의 안전 시험에 관한 최종 법규의 범위를 정하였다는 점에서 시사하는 바가 크다. 따라서, TEA21을 바탕으로 NHTSA는 1998년 9월 FMVSS208에 관한 NPRM(Notice of Proposed Rulemaking)을 발표하였고 1999년 4월 SNPRM(Supplemental Notice of Proposed Rulemaking)을 발

표하였다. TEA21에 의하면 NHTSA는 스마트 에어백에 관한 안전 법규가 될 새로운 FMVSS208의 최종안을 2000년 3월 1일까지 발표하도록 되어 있으나 아직까지 그 안이 발표되지 않은 것으로 볼 때 이 법규의 기술적·정치적 복잡성을 짐작할 수 있을 것이다.

SNPRM에 의하면 승객 보호 측면에서 스마트 에어백을 시험할 내역은 다음과 같다.

- 안전띠를 착용한 Hybrid III 50th %ile dummy를 앉히고 최고 충돌 속도 48km/h로 고정

벽면에 직각 혹은 직각으로부터 ±30°로 충돌시킨다(3종류의 시험).

- 안전띠를 착용한 5th %ile dummy를 앉히고 최고 충돌 속도 48km/h로 고정 벽면에 직각으로 충돌시킨다(1종류의 시험).

- 안전띠를 착용하지 않은 Hybrid III 50th %ile dummy를 앉히고 최고 충돌 속도 48 km/h로 고정 벽면에 직각 혹은 직각으로부터 ±30로 충돌시킨다 (3종류의 시험).

- 안전띠를 착용하지 않은 5th

Test requirement to improve occupant protection for different size occupants, belted and unbelted

50 th percentile adult male dummies		5 th percentile adult female dummies		
40 percentile offset frontal deformable barrier test, left and right side impact	Rigid barrier test, perpendicular and up to 30 degree oblique	40 percentile offset frontal deformable barrier test, left and right side impact	Rigid barrier test, perpendicular only	40 percentile offset frontal deformable barrier test, left side impact
Unbelted driver and passenger 35 - 56km/h*	Belted driver and passenger 0 - 48km/h	Unbelted driver and passenger 35 - 56km/h*	Belted driver and passenger 0 - 48km/h	Belted driver and passenger 0 - 40km/h

* the maximum speed would be established within the range of 48 to 56 km/h (30 to 35 mph)

〈그림 2〉 Alternative 2 Test Requirements to Improve Occupants Protection for Different Size Occupants, Belted and Unbelted

%ile dummy를 앉히고 최고 충돌 속도 48 km/h로 고정 벽면에 직각으로 충돌시킨다 (1종류의 시험).

- 안전띠를 착용한 5th %ile dummy를 앉히고 충돌 속도 40km/h로 변형 벽면 (deformable barrier)에 40% offset되어 운전자 쪽으로 충돌시킨다 (1종류의 시험).

만약 최종 법규에서 안전띠를 착용시키지 않은 시험의 최고 충돌 속도를 40 km/h로 줄이면 안전띠를 착용시킨 시험의 최고 충돌 속도는 56km/h로 증가시

킨다. 그림 1에 이와 같은 시험 내역을 간단히 나타내었다.

또한, 목 상해치를 고려하므로 HIC의 계산 구간을 36msec에서 15msec로 줄이고 허용 상해치도 1000에서 700으로 낮춘다. 목 상해치는 depowered 에어백에 관한 현 FMVSS208의 시험 기준과 달리 하중 Fz와 모멘트 My를 동시에 고려하는 Nij 목 상해치를 사용하기로 하였는데, Nij는 다음과 같이 표현된다.

$$N_{ij} = (F_z/F_{zc}) + (M_y/M_{yc})$$

Hybrid III 50th %ile

dummy의 경우, 인장력과 압축력에 대하여 $F_{zc} = 3600 \text{ N}$ 이고 목을 앞으로 굽히는 모멘트 (flexion)에 대하여 $M_{yc} = 410 \text{ Nm}$ 이며 목을 뒤로 젖히는 모멘트 (extension)에 대하여 $M_{yc} = 125 \text{ Nm}$ 이다. 이 때 인장-뒤로 젖히는 모멘트 (N_{TE}), 인장-앞으로 굽히는 모멘트 (N_{TF}), 압축-뒤로 젖히는 모멘트 (N_{CE}), 압축-앞으로 굽히는 모멘트 (N_{CF})에 대한 N_{ij} 각각 계산하여 모두 1보다 작아야 한다. 한편, 가슴 상해치 중 가슴 뼈의 등뼈에 대한 상대 변위량의

허용치를 64mm로 낮추었다.

아직 안전띠를 착용시키지 않은 경우의 시험 방법에 대한 토론이 계속되고 있으며 위에서 언급한 고정 벽면 충돌 시험 대신에 다음의 시험 방법이 채택될 수도 있다.

○안전띠를 착용하지 않은 Hybrid III 50th %ile dummy를 앉히고 최고 충돌 속도 48 내지 56km/h로 변형 벽면에 40% offset되어 운전자 쪽과 승객 쪽을 충돌시킨다 (2종류의 시험).

○안전띠를 착용하지 않은 5th %ile dummy를 앉히고 최고 충돌 속도 48 내지 56 km/h로 변형 벽면에 40% offset되어 운전자 쪽과 승객 쪽을 충돌시킨다 (2종류의 시험).

그림 2에 이와 같은 시험 내역을 간단히 나타내었다.

NASS(National Automotive Sampling System)에 의하면 정면 충돌 사고 중 offset 충돌이나 경사면 충돌(oblique crash) 같은 비직각 충돌 사고가 50% 이상을 차지한다. 이러한 비직각 충돌 사고는 초기에 약한 가속도 신호를 유발하므로 사고 감지가 늦어 bag slap 현상이 발생하거나 승객이 에어백에 안착하지 못하고 그 밖으로 벗어나 A-필러(A-pillar)나 차체 내부와 충돌할 수 있다. 따라서, 이런 경우 사고를 일찍 감지할 수 있는지의 여부를 판별하기 위하여 안전띠 착용 5th %ile dummy 40km/h 변형 벽면

시험을 포함시킨 것이다.

3.2 에어백의 위험성의 규제

유아나 어린이는 뒷좌석에 앉히는 것이 안전하나 경우에 따라 조수석에 앉히었다가 에어백의 작동으로 유아가 목숨을 잃는 경우가 종종 보고되었다. 이러한 유아에 대한 에어백의 위험성을 규제하기 위한 시험 방법으로 다음 두 개의 시험 방법 중 하나를 선택할 수 있다. 첫째, 뒤를 보는 유아 시트(RFCSS; Rear-Facing Child Safety Seat)에 12달 CRABI(Child Restraint Air Bag Interaction)더미를 앉히고 조수석에 두었을 때 에어백이 deactivated 되어야 한다. 이는 무게 센서나 패턴 센서를 사용하여 가능케 할 수 있다. 둘째, 최고 64km/h의 충돌 속도로 고정 벽면을 부딪히며 에어백이 작동하였을 때 CRABI dummy의 상해 허용치를 만족시켜야 한다.

NHTSA는 이 때 사용할 유아 시트의 목록을 명시할 것이며, 매 해 그 목록을 개정할 예정이다. 또한, 법규에는 명시하지 않을 것이지만 첫째 시험 방법을 택하여 차량을 인준할 계획이면 rough road에서 5th %ile dummy를 앉히고도 에어백이 작동하는지의 여부를 확인하여야 한다.

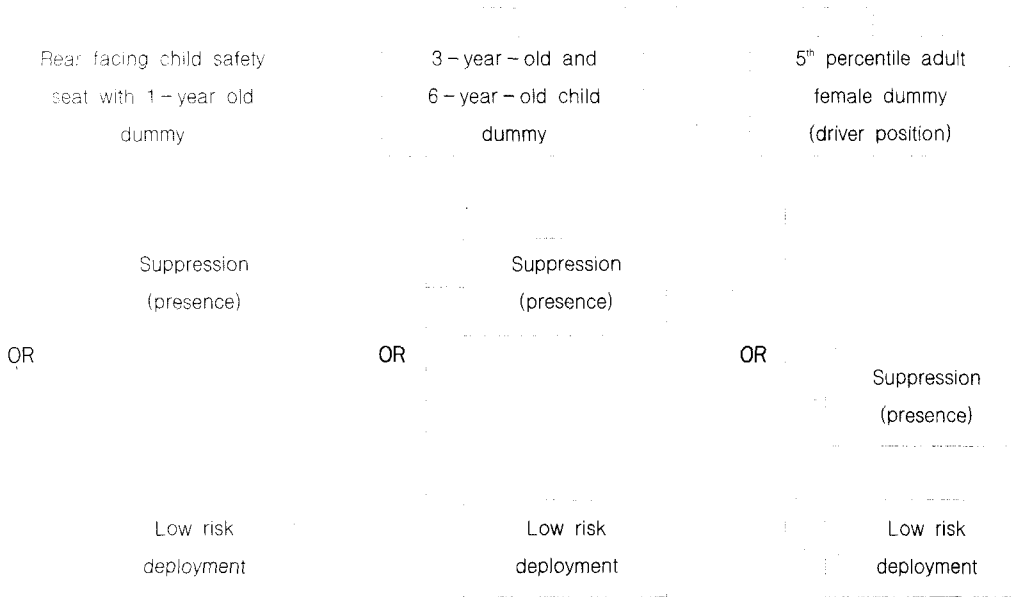
어린이에 대한 에어백의 위험성을 규제하기 위한 시험 방법으로 다음 두 개의 시험 방법 중 하나를 선택할 수 있다. 첫째,

3살과 6살 정도의 어린이(더미가 아닌)를 인공인형으로 위치시켰을 때 에어백이 deactivated 되어야 한다. 둘째, 29km/h 혹은 그 이하의 충돌 속도로 고정 벽면을 충돌시켰을 때 발생하는 에어백의 출력으로 일정 위치에 놓은 3살 child dummy와 6살 child dummy를 상대로 에어백을 작동시키는 정적 시험(static test) 중에 이미 상해 허용치를 만족시켜야 한다.

체적이 작은 어른 운전자에 대한 에어백의 위험성을 규제하는 시험 방법으로 다음 두 개의 시험 방법 중 하나를 선택할 수 있다. 첫째, 직경이 110mm인 머리 모형(headform)를 11km/h의 속력으로 진동장기(automatic ASZ(automatic suppression zone)내에 걸어야 된 에어백이 deactivated 되어야 한다. ASZ는 에어백을 작동시켜서 5th %ile dummy가 상해 허용치를 만족하지 못하는 최대한의 영역이다. 하지만, ASZ 내에 운전자의 손이 놓인다 하여도 에어백이 작동하여야 하므로 이를 반드시 확인하여야 한다. 둘째, 29km/h 혹은 그 이하의 충돌 속도로 고정 벽면에 충돌시켰을 때 발생하는 에어백의 출력으로 일정 위치에 놓은 5th %ile dummy를 상대로 에어백을 작동시키는 정적 시험 중에 상해 허용치를 만족시켜야 한다.

그림 3에 이와 같은 시험 내역

Test requirement to minimize the risk to infants, children and other occupants from deaths and injuries caused by air bags



〈그림 3〉 Test Requirements to Minimize the Risk to Infants, Children and Other Occupants from Injuries and Deaths Caused by Air Bags

을 간단히 나타내었다. 한편, 각 경우마다 2개의 시험 방법이 있는데, 자동차업체는 2개 중 하나의 방법으로 시험하여 차량의 합격 여부를 결정할 수 있으나 이를 반드시 NHTSA에 보고하고 일단 보고한 후에는 시험 방법을 바꿀 수 없다.

새로운 FMVSS208의 적용 시기

TEA21에 의하면 새로운 FMVSS208은 2002년 9월 1일 혹은 2003년 9월 1일부터 점진적으로 적용될 계획이다. 만

약 2002년부터 적용된다면 2002년 9월 1일부터 생산되는 승용차나 경트럭의 25%, 2003년 9월 1일부터는 40%, 2004년 9월 1일부터는 70%, 그리고 2005년 9월 1일부터는 100%가 새로운 FMVSS208의 합격 기준을 만족하여야 한다.

만약 2003년 9월 1일부터 적용되기 시작한다면 위에서 언급한 시기가 1년씩 연기된다.

4. 에어백의 발전 동향

스마트 에어백과 관련된 에어

백의 발전 동향은 크게 두 가지라고 할 수 있다. 첫째, 사고 정도, 운전자의 무게와 위치, 벨트의 착용 여부에 따라 에어백의 출력을 4개 내지 6개로 나누려는 상황에서 에어백 내의 인플레이터(inflator: 에어백을 채우는 가스를 생성하는 부품)의 출력이 주위 온도의 변화에 영향을 적게 받는 것이 바람직하다. 하지만 온도가 -35℃일 때 비하여 80℃일 때 화약식 인플레이터의 출력은 최고 35% 가량 크고, 화약과 압축가스를 함께 사용하는 hybrid 인플레이터는 최

고 15% 가량 크다. 따라서, 인플레이터 기술자들은 온도에 대한 인플레이터의 출력의 변화를 최소화시키려고 노력하고 있으며 이러한 상황에서 heat gas 인플레이터(공기와 수소를 압축한 가스 발생기)와 헬륨 가스 인플레이터 등이 개발되었다. 둘째, bag slap 시 승객에게 상해를 적게 입히기 위해서는 에어백 쿠션(cushion; 가스를 담은 주머니) 자체의 무게를 가능한 줄이는 것이 좋다. 이를 위하여 가볍고 질긴 고분자 소재를 사용하고자 노력하고 있다. 또한, 가능한 한 에어백 전개 초기에 에어백이 좌우 쪽으로 먼저 전개된 후 승객 쪽으로 부풀도록 구션을 설계하고 있다.

본 원고에서는 지면 관계상 전방 에어백에 대하여 중점적으로 논하였다. 에어백 전반에 관한 기술 동향 중 특이한 것을 간단히 논하자면 다음과 같다. 먼저, 측면 에어백 중 inflatable curtain과 inflatable tubular system이 각광을 받고 있다. 익히 아는 바와 같이 측면 사고는 정면 충돌 보다 빈도수는 적지만 치사율이 높은 사고 유형이다. 측면 사고 시 승객을 보호하기 위하여 head-thorax 측면 에어백(머리와 옆 가슴을 2차 충돌로부터 보호하는 에어백)이 개발되었으나 머리를 보호하여야 하는 head bag 부분이 승객 머리 부분에 제대로 위치하지 못하여 문제시 되었다. 이에 머리 부분을 정확하게 보호하기 위하여

roof rail 부분에서 유려창 쪽으로 퍼지는 inflatable curtain과 B-필러 위에서 A-필러 중간까지에 걸쳐 튜브와 같이 퍼지는 inflatable tubular system이 개발되었으며 이와 같은 에어백을 사용할 경우 옆 가슴만을 보호하기 위한 thorax 에어백을 별도로 장착하여야 한다.

또한, 자동차 사고로 발목 부상이 자주 발생하고 이로 인한 치료비의 지출이 상당하다. 이에 NHTSA는 새로운 FMVSS208에 offset 시험 중 발목 부상 여부를 판별하는 조항을 첨가하려고 하였으나 아직 이에 합당한 더미가 개발되지 않았으므로 이 조항을 보류한 상태이다. 하지만 이와 같은 상해를 줄이기 위하여 발이 놓이는 위치에 장착할 inflatable carpet가 개발되었고 조만간 그 사용이 증가할 것으로 예상된다.

5. 결론

이상에서 살펴본 바와 같이 전방 에어백은 실제 사고 시 발생한 에어백의 문제점과 이를 해결하려는 안전 관련 연구자와 NHTSA 관계자의 노력, 소비자의 목소리, 그리고 새로운 기술의 개발 등의 상호 역학 관계 속에서 발전되어 왔다. 스마트 에어백은 on-off 식 에어백 보다 훨씬 시스템 엔지니어링 개념이 요구되는 안전 장치로서 차체의 crashworthiness, 새로운 안전 ECU의 설계(특히 사고 감지 방

법과 사고 감지 알고리즘), 신 법규가 요구하는 시험 방법의 정확한 이해, 그리고 새로운 기술의 이해와 준비를 선택으로 그 개발이 가능할 것이다. 즉, 스마트 에어백은 단지 하나의 자동차 부품이 아니라 시스템 엔지니어링을 요구하는 부가가치가 높은 부품이라고 말할 수 있다.

국내 자동차업체가 북미와 유럽에 많은 차량을 수출하고 있고 국내 자동차 시장에 대한 외국 자동차업체의 점유 노력이 가시화된 이 상황에서 스마트 에어백과 기타 안전 장치의 개발을 하지 않는다면 상당한 기회를 외국 기업에 잃고 자체 개발을 하지 않는다면 상당한 기회를 외국 기업에 잃을 수밖에 없는 것은 물론이고 차량 육상 안전을 간접적인 것만큼 중요한 것만큼 확보한 외국산 차분히만 시장을 잠식할 것으로 예상된다. 따라서, 스마트 에어백에 대한 국내 자동차업체와 부품업체의 관계자 그리고 자동차 안전 연구자들의 노력이 극히 요구된다고 할 수 있다.

(정현용 편집위원: jeonghy@ccs.sogang.ac.kr)