

측면충돌모의시험 방법 개발과 응용

Development of Side Impact Crash Simulation Methodology and Its Applications

하 영 호*
Young-Ho Ha

ABSTRACT

Occupant protection in the side impact of a car became one of the most important issues of car crashworthiness due to high injury level in a side impact crash. An accurate simulation of the side impact crash is an essential tool for the reduction of development time and cost for side impact safety system. This paper describes a new test methodology that can accurately generate the crash pulses of a vehicle and a door in a very cost-effective manner, and then evaluates the injury values of the dummy for the various sled pulses. This test methodology is simple and easy to approach because the door velocity is controlled by the hydraulic actuator and brake and the seat velocity is only adjusted by the friction force of the hydraulic brake. The superiority of the proposed test methodology is proven by the evaluation of dummy's injury values according to the change of the pressure of the hydraulic brake and by the application as a tool for the development of side airbag.

주요기술용어 : Side Impact Crash Simulation Test (측면충돌모의시험), Sled Pulse (대차신호), Rib Deflection (갈비뼈 변형), Hydraulic Brake System (유압 브레이크 시스템)

Nomenclature

A_1, A_s : area, m²

$a(t), a_s(t)$: acceleration, m/s²

$F_1(t), F_s(t)$: force, N

M, M_s : mass, kg

P_1, P_s : pressure, N/m²

μ_1, μ_s : friction coefficient

1. 서론

자동차 수의 증가와 함께 자동차 사고의 증가로 인적 물적 손실이 증가하고 있어, 자동차 사고시 승객 보호를 위한 에어백 장착에 대한 관심이 증가하고 있다. 최근에는 충돌에 의한 침입

* 정희원, 대우통신(주) 부산연구소

(Intrusion)의 영향을 비교적 적게 받는 정면 충돌에 비하여 발생빈도는 적으나 승객과 문(Door) / 중간 기둥(B-Pillar)과의 거리가 짧으므로 충돌 시 이들 부품의 침입의 영향을 직접 받아 승객의 상해 정도가 심하게 되는 측면 충돌 시에 승객 보호를 위한 관심이 높아지고 있다. 충돌 시 감속 운동만 하는 정면 충돌과는 달리 측면 충돌은 진행되는 자동차의 측면이 충돌되고 승객과 침입해 들어오는 차량과의 간격이 좁으므로 충돌 중 차량과 승객과의 동적 상호작용에 의해 문/중간기둥의 거동은 아주 짧은 기간 동안에 가속운동과 감속운동을 반복하는 복잡한 운동을 한다. 따라서 에어백 개발을 위해 수행하는 모의충돌시험(Sled Test)도 정면 충돌의 경우는 비교적 안정한 중간기둥의 가속도 신호를 이용하여 대차 신호(Sled Pulse)를 생성하나, 측면충돌의 경우는 승객의 상해치에 영향을 주는 중간기둥과 문의 각 부위의 신호들이 복잡하고 상이하므로, 이들 신호는 MDB(Moving Deformable Barrier)가 자동차에 충격을 가하는 상황에 따라 오차가 존재하므로 대차 신호 생성을 위한 기준 신호 선택에는 많은 경험이 필요하다. 그리고 측면충돌모의시험은 차량과 더미(인체모형:Dummy)의 동적 상호작용을 고려할 수 없는 상태에서 생성한 대차 신호를 이용하여 시험을 수행하므로 차량과 승객(더미)과의 동적 상호작용이 반영된 신호인 MDB 시험의 결과에 대해 오차를 야기시킬 여지가 많다. 따라서 필요한 속도로 가속된 더미가 정지상태에 있는 대차의 벽(문)에 충격을 가하여 측면 충돌 현상을 모의시험하는 하이델베르크형(Heidelberg Type) 대차 시험 방법이 제안된 이후 자동차 안전 관련 많은 회사에서 측면 에어백 개발 위한 효과적인 충돌모의시험 방법을 개발⁽¹⁴⁾ 하고 있으나 시험의 정확성 및 시험 경비등의 문제로 아직 정형화된 방법은 없는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 정면충돌 모의 시험에 이용되는 유압 작동기(Hydropulse Catapult)에 의한 가속력과 유압 브레이크에 의한 감속

력을 이용하여 측면 충돌 시에 발생하는 문의 운동을 재현하는 대차 신호를 생성한다^(5,6). 그리고 대차 위에 고정된 다른 하나의 유압 브레이크를 이용하여 문과 의자의 상대속도를 조절하여 더미와 문의 접촉 시간, 충격력 그리고 더미의 거동을 제어함으로써 효과적이고 정확한 측면충돌모의시험을 수행한다. 이 시험 방법에 의하여 ECE R95 법규에 의거한 측면충돌모의시험을 수행하여 의자속도 제어용 유압 브레이크의 압력과 대차 신호의 변화에 따른 더미의 상해치를 평가하는 상관모의시험을 수행하고, 상관모의시험으로부터 얻은 대차 신호와 의자속도 제어용 브레이크의 압력을 에어백 측면충돌모의시험의 입력 자료로 이용하여 에어백의 성능을 평가한다.

2. 시스템 설명

본 연구에서의 측면충돌모의시험을 위한 시스템은 Fig. 1에서 보는 것처럼 크게 대차(Sled Carriage)에 양의 가속도(Positive Acceleration)를 생성하는 유압 작동기(Hydraulic Actuator)와 이 작동기와 조합하여 대차에 음의 가속도(Negative Acceleration)를 생성하는 유압 브레이크 시스템(Hydraulic Brake System), 마찰력에 의하여 의자와 문의 상대 속도를 제어하는 의자 속도 제어용 유압 브레이크, 그리고 자동차의 앞문과 중간기둥으로 만들어진 측면충돌모의시험용 슬레드벽(Sled Buck)으로 구성된다.

유압 작동기는 서보 유압 밸브(Servo-hydraulic Valve)에 의하여 피스톤(Piston)에 작용하는 힘을 조절함으로써 대차 가속도의 형상(Shape)을 조절하며, 그리고 대차의 감속도는 유압 브레이크의 마찰력에 의하여 발생하는 일정한 힘 ($F_1(t) = \mu_1 A_1 P_1$, 여기서 $F_1(t)$ 은 마찰력, μ_1 은 마찰계수, A_1 은 마찰면적, 그리고 P_1 은 브레이크에 작용하는 압력이다)과 유압 작

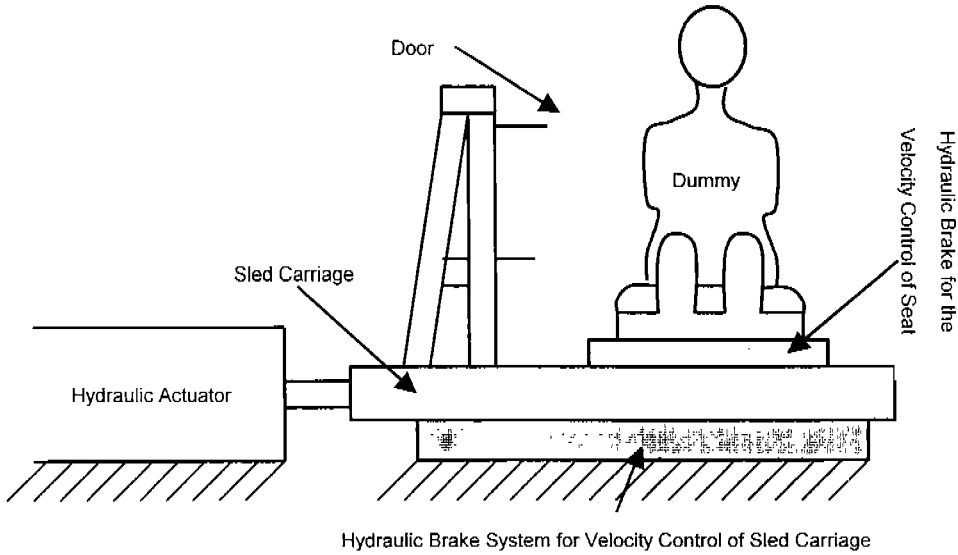


Fig. 1 Schematic diagram of side impact crash simulation system

동기의 힘($F_2(t)$)과의 차이에 의하여 발생하는 힘에 의하여 크기와 형상이 결정된다. 즉, $F_2(t) - F_1(t) = Ma(t)$, M 은 가속되는 질량으로 슬래드벽을 포함한 대차와 피스톤의 질량이고, 브레이크의 마찰력은 관심의 시간 구간에서 일정하므로 피스톤에 의하여 작용하는 힘 $F_2(t)$ 를 제어함으로써 대차의 감속도($F_1(t) > F_2(t)$ 일 경우)의 크기와 형상을 제어할 수 있다. 대차에 고정된 의자속도 제어용 유압 브레이크는 의자와 문과의 상대 속도를 제어하며, 의자는 대차에 고정된 선형 미끄럼 기구 위를 움직일 수 있다. 의자의 속도를 제어하기 위해서는 의자에 고정된 블레이드(Blade)를 유압 브레이크의 마찰력에 의하여 제어한다. 즉

$$F_s = \mu_s A_s P_s \text{sign}(v_r) = M_s a_s(t) \quad (1)$$

여기서 M_s 는 의자와 의자에 고정된 질량 및 의자에 앉힐 측면충돌시험용 더미(Side Impact Dummy)의 상당 질량의 합, $a_s(t)$ 는 브레이크의 마찰력에 의하여 가속되는 의자의 가속도, $F_s(t)$ 는 의자와 대차와의 상대 속도에 의하여 생성되

는 브레이크의 마찰력, μ_s 는 브레이크 패드(Pad)와 블레이드 사이의 마찰계수, A_s 는 브레이크 패드의 면적, P_s 는 브레이크에 작용하는 압력, v_r 은 의자에 대한 대차의 상대 속도, 그리고 $\text{sign}()$ 는 안의 값이 양이면 +1을 안의 값이 음이면 -1을 각각 나타낸다. 슬래드벽은 문과 중간기둥의 결합체, 문과 중간기둥의 결합체를 지지하는 프레임 그리고 문과 중간기둥의 결합체와 지지 프레임 사이에 삽입되는 가벼운 탄성물질로 구성되는데, 탄성물질은 더미와 중간기둥의 결합체와의 상호작용에 의해 발생하는 하중을 대차에 고정된 지지 프레임에 전달한다. 그리고 문과 중간기둥의 결합체와 지지 프레임 사이에 가벼운 탄성물질을 사용함으로써 슬래드벽의 중량을 최소화하였으며, 삽입물질이 더미의 상해치 변화와 문과 중간기둥의 결합체의 변형에 주는 영향을 최소화하였다.

3. 시험 방법(Test Methodology)

측면충돌모의시험에서 더미의 상해치는

대차 신호의 크기 및 형상, 문과 문의 트림의 형상 및 강도, 그리고 더미와 문과의 상대거리에 의하여 주로 결정된다. 여기서 대차 신호의 크기 및 형상은 의자와 더미의 상대운동 및 의자와 문의 상대운동의 양상을 결정하며 더미의 상해치에 큰 영향을 준다

3.1 대차 신호(Sled Pulse)

측면 충돌 시험에서 문/중간기둥이 MDB (Moving Deformable Barrier)에 의하여 충돌되어 찌그러지고 의자와 더미는 찌그러져 들어오는 문/중간기둥과 상호작용을 하므로 문과 중간기둥의 가속도는 아주 복잡하고 측정 위치에 따라 아주 다른 신호를 주지만 그것의 충돌시간은 아주 짧고, 속도의 형상은 Fig. 2 (A)에서 보는 것과 같이 대체로 두개의 극대값과 하나의 극소값을 가진다. 그리고 Fig. 2 (보안상 중축의 단위를 표시하지 않았음)는 ECE R95 충돌시험⁽⁷⁾ (50km/h속도로 움직이는MDB가 정지해 있는 차량을 90도로 측면 충돌하는 측면충돌시험)에서 더미의 상해치에 대한 가장 큰 관심사항인 더미의 갈비뼈 변형량에 큰 영향을 주는 차량의 앞문의 뒤쪽 상단과 중앙의 신호를 평균한 값을 입력신호로 하여 생성한 대차신호로서, 대차의 속도신호가 더미의 상해치에 미치는 영향을 조사하기 위하여 유압작동기의 구동신호를 조절하여 첫 번째 극대값의 크기와 시간을 고정한 상태에서 극소값과 두 번째 극대값의 크기를 변화하여 더미의 상해치를 조사한 것으로 "test high"는 극소값과 두 번째 극대값이 가장 큰 값을 가지며, "test low"는 두 번째 극대값과 극소값이 가장 작은 값을 가진다. 측면충돌시험(Side Impact MDB Crash Test)에서의 문 신호는 문/중간기둥과 MDB가 충돌함으로써 발생하는 신호와 충돌의 결과에 수반하여 발생하는 더미/의자와 문/중간기둥과의 상호작용에 의한 신호이므로, 더미/의자와 문과의 상호작용이 이미 고려된 측면충돌시험으로부터 얻은 신호를 측면충돌모의시험(Side Impact Sled Test)의

입력 신호로 사용하면 오차를 유발 가능성이 크다. 그러므로 측면충돌모의시험을 위한 대차 신호의 선택은 실제 측면충돌시험 결과와 측면충돌모의시험 결과와의 상관관계를 예측하여 선택하여야 하는 아주 어려운 문제이다.

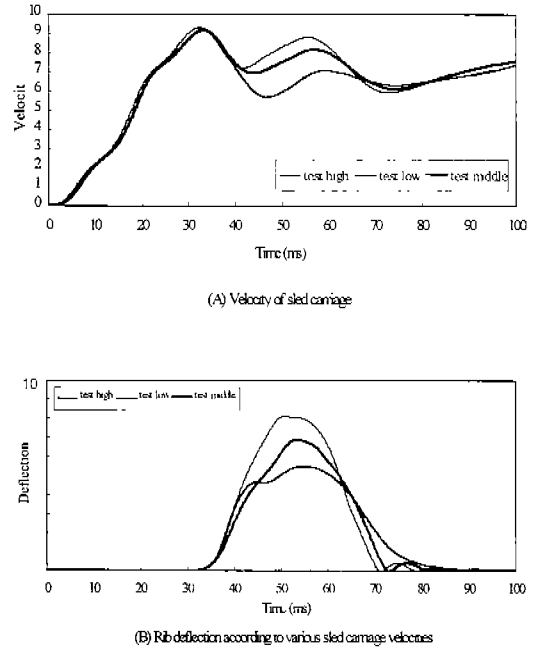


Fig. 2 Velocities of sled carriage and rib deflections

본 연구에서 유럽의 측면충돌 법규 시험인 ECE R 95 절차와 북미의 측면충돌 법규 시험인 FMVSS 214⁽⁸⁾ 절차에 따른 측면충돌시험을 모의 시험하기 위한 대차 신호를 각각 생성을 하였으나, 두 방법은 유사하므로 ECE R95를 중심으로 설명하기로 한다. ECE R95에서는 주요 관심 사항이 갈비뼈 변형량이므로 갈비뼈 변형량을 잘 모사 할 수 있는 신호를 대차신호 생성을 위한 입력 신호로 선택한다. 그러나 문이나 중간기둥의 가속도 신호는 아주 복잡하므로 직접 문이나 중간기둥의 신호를 이용하여 대차의 신호를 생성할 수 없기 때문에 저역통과 필터에 의하여 이들

신호를 필터링하여 대차 신호 생성을 위한 입력 신호로 사용한다. 그리고 저역통과 필터에 의하여 필터링 된 신호는 시간 지연이 발생하므로 이 시간 지연을 고려하여 대차의 입력 신호는 그것의 첫 번째 극대값이 갈비뼈의 변형이 시작되는 시간보다 약간 빠른 것을 선택한다. 갈비뼈의 변형은 문속도의 첫 번째 극대값과 두 번째 극대값의 형상 및 크기에 의하여 주로 결정되므로 대차의 신호는 이 특성을 잘 반영하는 문이나 중간기동의 신호를 선택하거나 약간 수정하여 모의시험을 수행하며 실제 충돌시험의 더미의 상해치와 모의시험의 더미의 상해치를 비교하여 대차 신호를 조절한다. ECE R95절차에 의한 모의시험이 더미의 갈비뼈의 변형량을 정확하게 모사 할 수 있는 대차의 입력 신호를 생성하는데 비해 FMVSS 214 절차에 의한 모의시험을 위한 대차 입력 신호 생성은 더미의 갈비뼈와 척추의 가속도 성분 및 골반의 운동을 잘 모사할 수 있는 입력 신호를 생성하는 것을 제외하고 ECE R95에서의 방법과 같다. 그리고 일반적으로 FMVSS 214절차에 의한 측면충돌시험에 의해 발생한 문/중간기동의 속도 신호는 ECE R95의 절차에 의한 측면충돌시험에 의해 발생한 문/중간기동의 속도신호 보다 최대 속도에 도달하는 시간이 짧고 속도도 크다.

3.2 측면충돌모의시험

측면충돌모의시험에서는 MDB가 정지해 있는 차를 가격하면 문/중간기동이 변형되면서 더미와 상호작용을 하는 측면충돌시험 현상을 표현하기 위하여 시험을 수행하기 전에 문/중간기동을 변형시킨(Pre-deformation) 상태에서 시험을 수행하지만 충돌현상은 시간에 종속인 강한 비선형성을 가진 동적인 현상이므로 정확한 충돌모의시험을 수행하는 것은 상당히 어려운 문제이다. 그리고 시험을 수행할 때마다 새로운 문을 사용하는 방법이 있으나 이 방법은 시험의 정확성은 향상시킬 수 있지만, 많은 시험비용과 시험준비 시간이

요구되므로 경제성이 있는 시험 방법이라 할 수 없다. 본 논문에서 제안한 방법은 원형 상태의 문을 사용하여 시험을 수행하지만 비교적 정확한 시험결과를 얻을 수 있으며 시험 경비와 시간을 절약할 수 있다. 제안된 시험 방법에서는 시험의 정확성 향상을 위하여 R95 측면충돌시험에서 MDB가 문에 충돌되는 위치와 같은 위치에 가벼운 탄성물질을 사용하여 문의 내부 껍질(Inner Skin)을 지지하고 탄성물질로 지지되지 않는 부분은 보강을 하지 않은 상태로 유지함으로써, 실차 충돌시험에서 MDB가 문을 가격하면 충격을 받는 부분은 찌그러져 들어가나 충격을 받지 않는 문의 상부는 원 상태를 유지하므로 문의 상단이 차 밖으로 튀어져 나오는 것처럼 보이는 현상을 문의 관성력과 대차신호를 이용하여 재현한다. 그리고 더미와 직접 접촉하는 문의 일부는 실차 충돌시험에 사용하는 알루미늄 벌집과 비슷한 성질의 탄성물질을 사용하여 실차 충돌 시험 현상을 모사 하였다. 제안한 시험방법에서는 측면충돌모의시험에서 큰 운동인 문의 거동은 대차 신호를 조절하여 모사하고 대차신호만으로 조절하기 어려운 더미의 거동 및 상해치는 의자속도 제어용 유압 브레이크에 의하여 더미의 거동과 더미가 문/중간기동에 접촉하는 시간을 제어함으로써 시험의 정확성을 향상시킨다. 이 시험방법은 변형된 문을 사용하지 않고도 정확한 시험을 수행할 수 있으며, 유압 브레이크에 의하여 더미의 거동을 제어함으로써 문의 변형을 어느 정도 보상할 수 있다.

측면충돌시험에서 MDB와 직접 접촉하는 문과 중간기동은 더미가 앉은 의자 쪽으로 침입하여 들어오나 MDB 충격력의 간접 영향을 받는 차량에 고정된 의자의 운동은 문이나 중간기동의 운동에 비하여 작다. 만약 MDB의 충격력이 의자에 전달되지 않아 의자의 운동이 없다면 의자에 탑승 된 더미는 정지해 있는 상태에서 MDB의 충격력에 의하여 침입해 오는 문/중간기동에 부딪히게 될 것이다. 그러나 MDB의 충격력이 의

자에 전달되어 의자가 운동을 하고, 이 운동이 더미와 의자 사이의 마찰력을 극복할 수 있을 만큼 크다면 더미에 가해지는 외력은 더미와 의자의 상대운동 그리고 침입하는 문/중간기둥과 의자와의 상대운동에 의하여 결정되는 복잡한 양상을 가진다. 본 연구에서는 이 현상을 의자속도 제어용 유압 브레이크에 의하여 모사 하는데, 의자속도 제어용 브레이크의 압력이 낮으면 의자는 관성에 의하여 정지 상태를 유지하기 때문에 이 의자에 탑승 된 더미도 정지 상태를 유지하므로 더미는 대차의 속도, 더미와 문/중간기둥과의 초기 간격, 문/중간기둥의 형상 및 강도에 의하여 더미의 상해치 및 운동이 결정되고, 의자 속도 제어용 브레이크의 압력이 높을 경우는 대차의 속도, 의자와 더미 사이의 마찰력, 의자의 속도, 더미와 문/중간기둥과의 초기 간격 그리고 문/중간기둥의 형상 및 강도에 의하여 더미의 상해치 및 운동이 결정된다. 그리고 의자와 더미 사이의 마찰력에 의하여 더미의 하부의 운동이 더미의 상부보다 상대적으로 느려져서 상부의 접촉시간이 마찰이 적을 때보다 빠르게 되고 더미의 상부 상해치가 상대적으로 증가한다.

4. 시험 결과

4.1 의자속도 제어용 브레이크 압력의 변화에 따른 갈비뼈 변형량 (에어백 미장착의 경우)

Fig. 3 (보안상 중축의 단위를 표시하지 않았음)은 ECE R 95 대차 신호에서 의자속도 제어용 브레이크의 작용압력 변화에 따른 의자의 속도를 나타낸 것으로 브레이크의 작용압력이 높을수록 의자의 속도가 빠른 것을 볼 수 있다. 이것은 식 (1)에서 브레이크의 작용압력 와 의자의 상당질량의 가속도와의 비례관계로부터 유추할 수 있다. Fig. 3에서는 의자속도 제어용 브레이크의 작

용압력이 낮은 쪽이 의자의 속도는 작지만, 대차와 의자의 운동 방향이 동일하므로 대차에 고정되어 운동하는 문과의 상대속도는 오히려 작용압력이 높은 쪽이 작다.

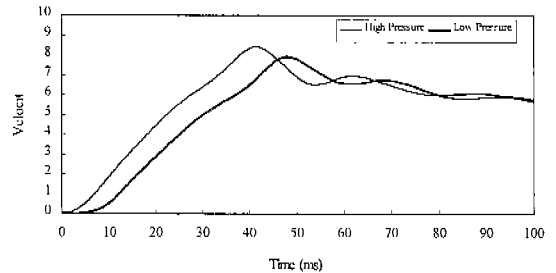
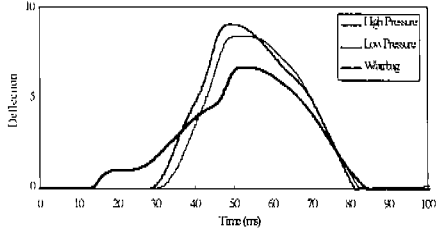


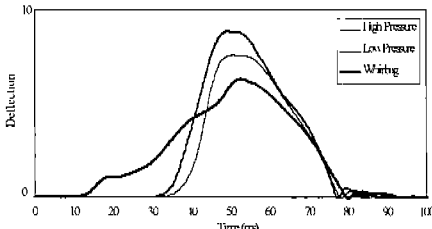
Fig. 3 Seat velocities according to pressure change of the hydraulic brake for seat velocity control

Fig. 4 (보안상 중축의 단위는 표시하지 않았음)는 ECE R 95 측면충돌모의시험에서 의자속도 제어용 브레이크의 작용압력 변화에 따른 더미의 상해치인 갈비뼈 변형량과 측면 에어백을 장착했을 경우의 더미의 갈비뼈 변형량을 나타내고 있다. ECE R 95 범규시험에 이용되는 EuroSID-1 더미⁽⁹⁾는 12개의 사람의 갈비뼈(Rib)를 세 개의 갈비뼈로 단순화하였으며 그것 중 가장 위의 갈비뼈를 상부갈비뼈(Upper Rib), 가운데 갈비뼈를 중앙갈비뼈(Middle Rib) 그리고 가장 아래쪽의 갈비뼈를 하부갈비뼈(Lower Rib)라 부른다. Fig. 4의 (A) Upper Rib Deflection, (B) Middle Rib Deflection 그리고 (C) Lower Rib Deflection 은 측면 에어백을 장착하지 않은 경우에는, 의자속도 제어용 브레이크의 작용압력이 낮은 쪽이 갈비뼈 변형량이 크고 갈비뼈의 변형이 시작되는 시간은 빠르나 갈비뼈 변형이 끝나는 시간은 같은 것을 볼 수 있다. 이것은 브레이크의 작용압력이 낮은 쪽이 문과 더미간의 상대속도가 크므로 접촉시간이 빠르고 문이 더미에 부여하는 에너지도 크므로 상해치도

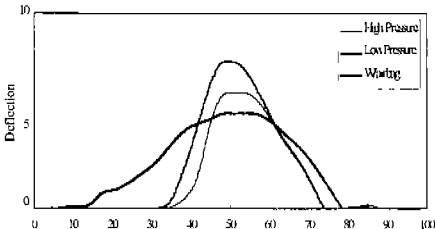
증가되나, 갈비뼈의 변형이 끝나는 시간이 동일한 것은 갈비뼈의 변형이 끝나는 시간은 접촉해 있던 문과 더미가 분리되는 시간이므로 두 경우(브레이크의 작용압력이 높은 경우와 낮은 경우) 모두 문과 의자간의 상대속도가 영으로 갈기 때문으로 판단된다



(A) Upper R



(B) Middle R



(C) Lower R

Fig. 4 Rib deflections according to the hydraulic brake pressure change in side impact sled test

그리고 Fig. 4에서 작용압력의 변화에 따른 갈비뼈 변형량의 크기와 변형이 시작되는 시간의 차이는 (A)가 가장 작고 (C)가 가장

큰 것을 볼 수 있는데, 이것은 의자에 직접 접촉하여 운동하는 더미의 하부는 의자속도 제어용 브레이크에 작용하는 압력의 영향을 상대적으로 많이 받지만 더미의 상부는 관성효과에 의하여 브레이크의 작용압력을 적게 받으므로 더미의 상부로 갈수록 갈비뼈의 변형량의 크기와 시작시간의 차이는 줄어든다. 그러므로 의자속도 제어용 브레이크의 작용압력을 적절하게 조절함으로써 더미와 문의 상호작용의 정도 및 더미 거동을 제어하여 더미의 상해치 크기와 시간 및 형상을 정확하게 상관모의시험을 할 수 있다.

4.2 대차 신호의 형상에 따른 갈비뼈 변형량(에어백 미장착의 경우)

측면 에어백 개발에 있어서 에어백의 매개변수 변화에 의한 성능을 평가하기 위하여 에어백을 장착하지 않은 상태의 MDB 실차 시험의 결과를 기준으로 한 신호를 이용하여 충돌모의상관시험을 실시한다. 측면충돌시험에서 일반적으로 갈비뼈의 변형은 충돌되는 문 속도의 첫 번째 극대값 전후에서 시작되고⁽¹⁰⁾ 두 번째 극대값 전후에서 최대 변형에 도달하므로 두 극대값의 시간과 두 극대값 사이의 형상을 고려하여 대차신호를 결정한다. Fig. 2는 대차의 속도와 갈비뼈의 변형량을 나타낸 것으로 대차의 속도를 나타내는 그림인 Fig. 2 (A)와 갈비뼈의 변형량을 나타내는 그림인 Fig. 2 (B)를 비교하면, 대차속도의 첫 번째 극대값과 갈비뼈의 변형이 시작되는 시간이 거의 일치됨을 볼 수 있고 대차속도의 두 번째 극대값 약간 앞에서 갈비뼈의 변형량이 최대에 도달함을 볼 수 있다. Fig. 2 (B)는 대차신호의 크기와 형상의 변화에 의한 갈비뼈의 변형량을 보기 위해 첫 번째 극대값은 비슷하나 두 번째 극대값은 크기와 도달하는 시간이 다른 대차속도 신호를 이용하여 수행한 측면충돌모의시험의 결과 중 갈비뼈 변형량을 표시하였다. 여기서 대차신호의 두 번째 극대값이 가장 크고 두 번째 극대값에 도달하는 시간이 가장 빠른 "test high"의 갈비뼈 변

형량이 가장 크고 최대 변형량에 도달하는 시간이 가장 빠르며, 두 번째 극대값이 가장 작고 두 번째 극대값에 도달하는 시간이 가장 긴 "test low"가 갈비뼈 변형량이 가장 작고 두 번째 극대값에 도달하는 시간이 가장 늦음을 볼 수 있다. 위의 세 경우의 측면충돌모의시험에서 대차신호의 첫 번째 극대 값이 같은 시간과 같은 크기를 가지므로 더미의 갈비뼈 변형이 시작되는 시간은 같으나 그것의 극소값과 두 번째 극대값의 형상과 크기가 다르므로 갈비뼈의 변형 형상이 다른 양상을 보이며 이들 극값의 크기가 클수록 갈비뼈 변형이 증가하고, 차이는 작지만 두 번째 극대값에 도달하는 시간이 늦으면 갈비뼈 변형량이 최대값에 도달하는 시간이 늦어짐을 볼 수 있다.

4.3 에어백을 장착한 상태에서의 측면충돌모의시험

에어백을 장착하지 않은 상태의 상관모의 시험으로부터 얻은 대차신호와 의자속도 제어용 브레이크의 압력을 이용하여 측면 에어백을 장착한 측면충돌모의시험을 실시한다. Fig. 4의 "W/Airbag"은 에어백을 장착하지 않은 경우에 사용한 대차 신호와 의자속도 제어용 브레이크의 압력(High Pressure)을 이용하여 에어백을 장착한 상태에서 실시한 측면충돌모의시험의 갈비뼈 변형량을 나타내고 있다. Fig. 4로부터 에어백을 장착한 경우가 에어백을 장착하지 않은 경우에 비하여 갈비뼈의 변형이 상당히 빨리 시작되고 늦게 끝나는 것을 알 수 있다. 이것은 더미와 문이 접촉하기 전에 에어백이 팽창하여 더미와 문 사이의 공간을 채움으로써 갈비뼈가 에어백과 접촉하여 에어백의 작용에 의하여 갈비뼈의 변형이 빨리 시작되기 때문이며, 두 경우에 있어서 갈비뼈의 변형이 끝나는 시간의 차이가 변형이 시작되는 시간의 차이보다 적은 것은 더미가 문으로부터 분리될 때는 에어백 팽

창 효과의 감소로 에어백의 영향을 덜 받기 때문이다. 측면 에어백을 장착한 측면충돌모의시험으로부터 측면 에어백을 장착한 차량은 측면충돌 사고 시 갈비뼈가 변형되는 시간은 길어지나 갈비뼈의 변형량은 상당히 감소되어 승객을 안전하게 보호할 수 있음을 알 수 있다.

5. 결 론

문/중간기둥의 운동은 대차신호를 이용하여 모사하고, MDB에 의하여 문의 상단이 밖으로 꺾이는 현상은 대차신호와 문의 관성력을 이용하여 정확하게 모사 하였다. 의자속도제어용 유압 브레이크에 의하여 의자와 대차 사이의 상대 속도를 제어함으로써 측면충돌모의시험에서 일반적으로 고려하지 않는 차체를 통하여 의자에 전달되는 힘에 의해 발생하는 의자의 운동을 고려함으로써 시험의 정확성 향상과 편의성을 제고하였다. 그리고 ECE R95절차에 의한 측면충돌모의시험에서 의자속도제어용 유압 브레이크의 압력 제어에 의해 더미의 거동과 상해치를 제어함으로써 유압브레이크의 유용성을 입증하였다. 제안된 시험방법은 시험 때마다 새로운 문을 사용하거나 시험을 수행하기 전에 문을 변형시키는 일을 하지 않고도 양호한 시험결과를 얻을 수 있으므로 시험 시간과 시험 경비를 절약할 수 있다.

본 연구에서는 측면충돌시험에서 문속도신호의 크기와 형상 그리고 문과 더미 사이의 상대속도를 제어함으로써 더미의 상해치와 거동을 효과적으로 실차충돌시험과 상관되게 할 수 있었다. 그리고 에어백을 장착한 상태에서의 측면충돌모의시험에서는 에어백을 장착하지 않은 경우에 비하여 갈비뼈 변형량은 적으나 갈비뼈가 변형되는 시간은 길었다.

참 고 문 헌

1. J. Chung, J. M. Cavanaugh, M. M. Jr., and A. I. King, "Development of a Sled to-Sled Subsystem Side Impact Test Methodology," Safety Testing Technology, SAE, 970568, SP-1264, pp. 9~16, February 1997.
2. P. M. Miller and H. Gu, "Sled Testing Procedure for Side Impact Airbag Development," Safety Testing Technology, SAE, 970568, SP-1264, pp. 17~24, February 1997.
3. D. J. Stein, "Apparatus and Method for Side Impact Testing," Safety Testing Technology, SAE, 970568, SP-1264, pp. 25~32, February 1997.
4. J. R. Hopton and A. R. Payne, "Comparison Study of EuroSID, USSID, BioSID Performance Using MIRA's New M-SIS Side Impact Simulation Technique," International Congress & Exposition, SAE, 960103, Detroit, Michigan, pp 53~59, February 1996.
5. Schenck, Hydropuls - Catapult Test Rig, User Information, 1996.
6. Instron Schenck Testing Systems, CRASH SIMULATION TEST RIG, Simulation software Cunsim FSC, User Information, 1997.
7. United Nations, AGREEMENT UNITED NATIONS, Concerning the adoption of uniform conditions of approval and reciprocal recognition of approval for motor vehicle equipment and parts, Regulation No. 95, July 6, 1995.
8. U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINSTRATION LABORATOTY TEST FOR PROCEDURE FOR FMVSS 208, Occupant Crash Protection Sled Tests, TP-208S-00, June 17, 1997.
9. TNO Crash-Safety Research Centre, EUROSID-1 ASSEMBLY AND CERTIFICATION PROCEDURES Guidelines for test engineers and dummy technicians, January 1994.
10. B. Allan-Stubbs, "The Effect of Changes in Seating Position and Door Velocity Time History on Side Impact Dummy Response," SAE 980911, 1998.