

후방추돌 충격흡수 시트무선 설계 및 해석

Design and Analysis of the Shock Absorbing Seat Cushion in a Rear End Collision

*양윤식¹, #전외식²

*Y. S. Yang¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)²

^{1,2} 공주대학교 기계공학과

Key words : Rear impact, Shock absorbing, Seat rail, Critical damping ratio, Sled test

1. 서론

차량의 기본적인 역할은 도로 주행을 통해 탑승자를 안전하고 쾌적하게 원하는 위치로 이동시키는 것이라 할 수 있기 때문에, 차량의 설계에 있어서 차량의 주행능력 향상을 위한 기술적 노력에 우선하여 반드시 탑승자의 안전성 및 쾌적성을 확보하기 위한 설계적 고려가 수행되어야 한다. 따라서 탑승자의 안전을 위해, 차량 바디(body)에 충격흡수 및 완화를 위한 구조물이 배치되거나 안전형 차체 설계가 요구되고 있으며, 차량의 주행 중 충돌사고가 발생하는 경우에 발생하는 물리적인 외력이 탑승자에게 전달되는 것을 최소화하기 위해서 차량 전후방에 충격완화용 범퍼가 설계되며, 차량 실내에는 충돌 시 충격흡수 및 완화를 위한 안전벨트 및 좌석의 설계가 필요하다. 차량의 안전기술은 충돌 전의 충돌예방 및 사고회피 기술과, 충돌 시의 충격흡수 및 완화에 대한 기술로 나눌 수 있다.

최근 자동차 추돌 사고에 따른 사회적 비용이 증가함에 따라 이에 대한 보완책이 요구되고 있다. 자동차 추돌에 의한 사고 유형은 전방추돌, 측면추돌, 후방추돌로 나눌 수 있으며 상해비용은 후방추돌이 가장 높은 것으로 조사되고 있다.¹⁾

목상해 완화와 관련하여 승객거동해석을 통한 시트의 최적설계, 목상해 감소를 위한 시트백의 강성, 백셋(Backset) 및 접촉시간(Contact time) 등의 설계변수가 목상해에 미치는 영향 등 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다.²⁾ 하지만, 대부분 시트의 재질과 형상 등을 개선하여 인체 및 상해에 미치는 영향에 대하여 제시하였고, 상해를 줄일 수 있는 시트구조설계 방안에 대한 연구는 미진하며 시트설계에 반영하기 어려운 실정이다.

본 연구는 충돌 시의 충격흡수 및 완화에 기술에 한하여 후방추돌 시 충격을 완화 할 수 있는 구조를 고안하고, 시뮬레이션 및 실험을 통해 그 타당성을 검증하였다.

2. 충격흡수 구조 설계

추돌 시 충격완화를 위하여 Fig. 1과 같이 후방의 충격에 의해 시트와 인체의 중량이 관성으로 인해 충격방향의 반대 방향으로 발생된다. 이 관성력에 의해 인체는 상해를 입게 되는데, 충격과 동시에 시트가 관성과 같은 방향으로 이동하여 충격완화구조에 의해 충격량을 완화하게 된다.

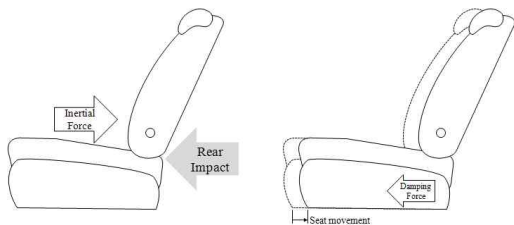


Fig. 1 Schematic diagram of seat movement

2.1 충격흡수 구조 설계

시트가 충격과 동시에 이동하기 위하여 가이드 역할을 할 수 있는 레일이 필요하며 충격을 완화하기 위한 충격흡수기가 필요하다. 추돌 시 충격완화 구조에 의해 레일을 따라 시트가 충격흡수기의 행정거리 만큼 이동하게 된다. 이때 충격흡수기의 내부 유체의 유동저항과 스프링의 탄성력에 의해 충격량이 감소하게 된다.³⁾

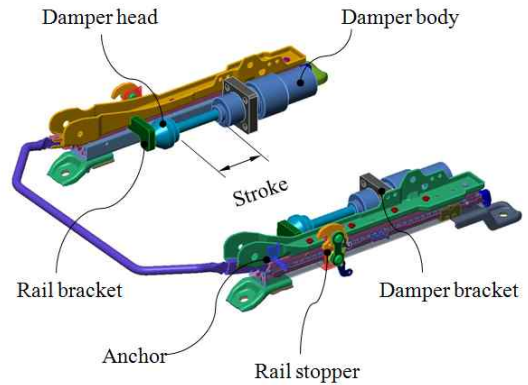
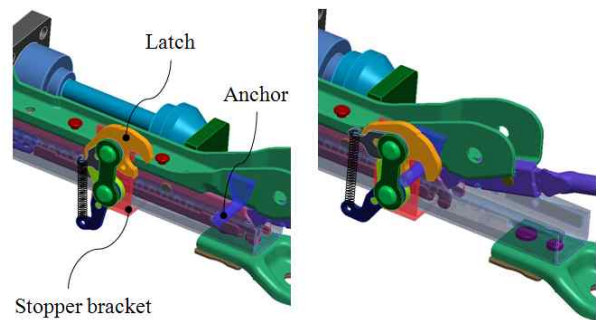


Fig. 2 Structure of shock absorbing system

Fig. 2와 같이 하부 레일 안쪽으로 충격흡수기의 바디(Damper body)가 고정되어있으며 상부 레일에 충격흡수기의 헤드(Damper head)를 밀어주는 브래킷(Rail bracket)이 고정되어있다.

2.2 잠금 구조 설계

Fig. 2와 같이 하부 레일의 좌우측에 잠금장치(Rail stopper)가 고정되어있다. 이는 충격흡수 완료 후 충격흡수기의 스프링에 저장된 충격량이 복원력으로 변경되어 시트가 급격하게 초기위치로 되돌아가려 하기 때문에 상단 레일에 부착된 앵커(Anchor)를 고정함으로써 레일의 복귀를 막기 위함이다. Fig. 3과 같이 시트가 레일을 따라 이동하게 되면 앵커가 래치(Latch)를 밀면서 래치에 의해 고정되게 된다. 고정된 래치는 잠금을 해제할 때까지 잠금상태를 유지한다.



(a) Initial view (b) Final view

Fig. 3 Modeling of rail stopper module

3. 충격흡수 구조 해석

충격흡수기는 유체의 유동저항과 복원스프링의 탄성력에 의해 성능이 평가 된다. 그러나 제한된 행정거리와 작동시간을 갖는 구조에서 속도에 영향을 받는 유체의 유동저항의 조정에 비해 거리에 영향을 받는 복원스프링의 탄성계수의 조정으로 감쇠값을 찾고자 하였다.

시뮬레이션을 통하여 제안된 충격흡수 구조의 타당성을 검증하고 최적의 감쇠비를 찾기 위하여 임계 감쇠비에 영향을 미치는 식(1)의 스프링 상수값 k를 통해 임계 감쇠값을 찾고자 하였다.

$$\zeta = \frac{c}{c_{cr}} = \frac{c}{2\sqrt{km}} \dots\dots\dots (1)$$

여기서,

ζ : 임계 감쇠비

c_{cr} : 임계 감쇠값

c : 계의 감쇠계수

k : 계의 스프링 상수값

m : 계의 질량

3.1 해석 조건

슬레드 시험의 조건으로 시뮬레이션을 하기위해 다음과 같이 해석조건을 설정하였다. 시트중량 20kg, 더미중량 75kg, 입력 가속도는 반사인파로 60ms 동안 10g의 최고가속도가 되도록 입력하였다. 반력으로 충격량을 흡수할 수 있도록 선정된 상용 충격흡수기의 제원을 사용하였다.

시뮬레이션을 통해 충격흡수기의 헤드가 행정거리를 이동하는 시간과 레일 잠김장치와 앵커의 접촉으로 인한 충격량을 확인하였다. 이후 스프링 상수값을 변경하며 결과값을 비교 하였다.

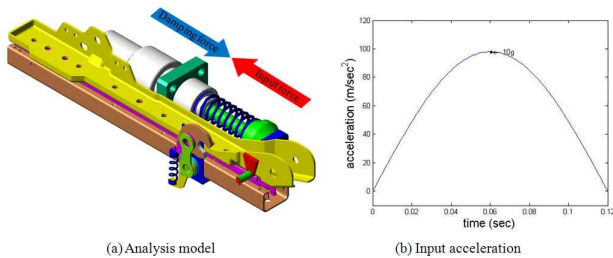


Fig. 4 Input condition of shock absorbing module

3.2 해석 결과 및 고찰

시뮬레이션 결과 Fig. 5(a)와 같이 스프링 상수값의 변화에 따라 행정거리의 이동시간이 다름을 확인하였다. 이는 최대가속도에 도달하는 시간과 행정거리를 완료하는 시간이 가까울수록 충격흡수가 많아짐을 알 수 있다. 또한 Fig. 5(b)와 같이 레일 잠김장치의 래치와 앵커의 접촉으로 인한 충격량은 감소하고 접촉시간이 증감함을 확인할 수 있다.

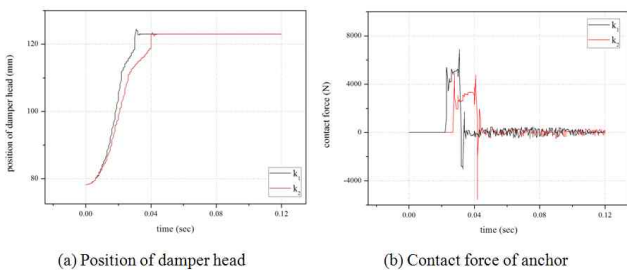


Fig. 5 Results of the shock absorb structure

4. 슬레드 시험

4.1 시제품 제작

설계파라미터의 분석 및 상세설계를 바탕으로 Fig. 6과 같이 시제품을 제작하였다. Fig. 6(a)는 시트 프레임에 부착된 충격흡수 장치를 나타낸 것이다. 시트 쿠션의 좌우측 레일에 레일 잠김 장치가 부착되어있다. Fig. 6(b)는 레일 잠김 장치와 앵커의 초기 상태를 나타낸 것이며, Fig. 6(c)는 충격흡수 후 레일이 이동하여 앵커가 잠김 장치에 의하여 잠김 상태를 나타낸 것이다.

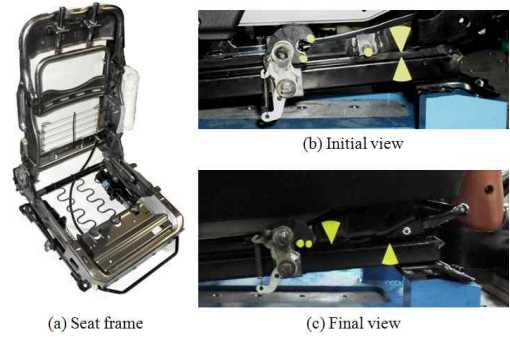


Fig. 6 Prototype of designed shock absorb module

4.2 슬레드 시험 및 결과

고안된 시트의 성능평가를 위하여 자동차성능연구소에서 슬레드 시험(sled test)을 실시하였다. Fig. 7(a)과 같이 슬레드 시험은 충격량을 비교하기 위하여 기존시트와 충격흡수 장치가 부착된 시트를 동시에 시험하였으며 Fig. 7(b)와 같이 입력가속도를 입력하여 더미(dummy)에 부착된 센서를 통해 더미가 받는 가속도가 줄었음을 확인하였다.

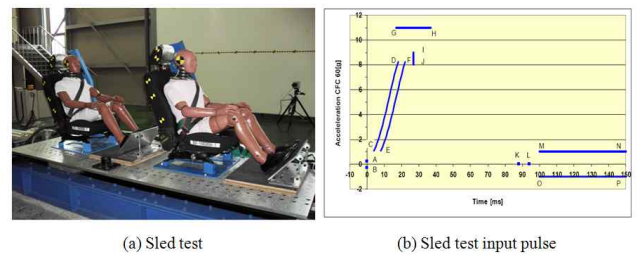


Fig. 7 Sled test

5. 결론

이상과 같이 본 논문에서는 시트를 통한 충격완화의 기구적 모델을 제시하고 시뮬레이션 및 실험을 통해 그 타당성을 검증하였다. 이와 같은 시뮬레이션 및 실험결과의 비교분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 본 논문을 통하여 충돌 시의 시트를 통한 충격흡수 및 완화에 대한 기구적 모델을 제시하였다.
- (2) 슬레드 시험의 조건으로 시뮬레이션을 하여 충격흡수기의 스프링상수 값의 변화에 대한 충격량의 변화를 확인하고 임계 감쇠값을 확인하였다. 또한 레일 잠김장치의 작동 여부도 확인하였다.
- (3) 슬레드 시험을 통하여 기존시트와 충격완화 구조가 설치된 시트에서 더미가 받는 가속도를 측정하여 비교 결과 가속도가 감소하여 충격량이 감소함을 확인하였다. 본 논문에서 제시한 모델은 시트의 충격완화 구조에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

후기

본 논문은 기식경제부 지역산업기술개발사업의 지원을 받아 연구된 결과 임

참고문헌

1. Insurance Research Council, 2004, "Auto Injury Insurance Claims"
2. Moon-kyun Shin, Ki-jong Park and Gyung-jin Park, 1999, "Occupant Analysis and Seat Design to Reduce the Neck Injury for Rear End Impact", Journal of KSAE, Vol.7, No.9, pp182-194
3. Do-Kwan Hong, Dong-Young Kim, Dong-Seop Han, 2002, "The Optimum Design of Impact Absorbing System for Spreader in System Variations", Journal of KNPR, Vol.24, No.3, pp311~316