역기구학을 이용한 후방추돌 목상해 저감용 헤드레스트의 연결 구조 설계 방안

A Connection Structure Design Methodology of Headrest for Reducing the Neck Injury in Rear End Collisions Using the Inverse Kinematics

*양윤식[1], #전의식[1]
*Y. S. Yang[1], #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)[1]
[1]공주대학교 기계공학과

Key words : Head restraint, Neck injury, Inverse kinematics, Connecting link, Rear end collisions

1. 서론

도로교통공단의 교통사고 통계에 따르면 매년 사상자는 증가하지만 그중 사망자는 감소하며 부상자는 증가하는 것으로 나타났다. 통계와 같이 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 상해비율은 후방추돌이 가장 높은 것으로 조사되고 있다.[1)] 후방추돌의 경우 주로 발생되는 상해는 목상해이므로 목상해를 방지하기위한 헤드레스트의 설계 보완이 요구되고 있다. 이에 따라 IIHS(Insurance Institute for Highway Safety) 및 RCAR(Research Council for Automobile Repairs)에서는 후방추돌시 인체를 유일하게 지지해주는 시트와 헤드레스트의 안전성에 대한 평가방법을 강화하고 있다.

목상해를 완화하기 위하여 더미 및 시트 유한요소법을 통한 승객거동해석으로 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)] 그러나, 대부분 백셋 및 접촉시간 등의 설계변수가 인체 및 상해에 미치는 영향에 대하여 제시하였고, 상해를 줄일 수 있는 헤드레스트의 구조설계 방안에 대한 연구는 미진하며 시트설계에 반영하기 어려운 실정이다.

본 연구에서는 후방 추돌 슬레드 시험을 통해 기존 시트의 목상해 지수를 확인하고 이를 개선하기 위해 목상해 지수에 직접적으로 영향을 미치는 더미 머리와 흉부의 상대속도 및 가속도를 줄이기 위한 헤드레스트의 운동 궤적을 설계하였다. 시트백에 전달되는 반작용으로 작동하는 헤드레스트의 운동궤적은 슬레드 시험의 결과를 통해 개선방향을 설정하였으며 역기구학을 통해 헤드레스트가 설정된 궤적을 따라 운동하는 시트연결구조에 대한 설계인자를 확인하고, 모듈화를 위한 메커니즘 설계 방안을 제시하였다.

2. 슬레드 시험과 헤드레스트의 궤적 분석

후방 추돌 슬레드 시험을 통해 기존 시트의 목상해 지수를 확인하고 목상해 인자인 더미의 머리와 흉부의 상대속도 및 가속도에 영향을 미치는 시트백과 헤드레스트의 운동을 확인하였다. 후방 추돌 시 시트백은 추돌 시 관성에 의해 이동하는 더미의 몸통을 지지하며 시트백의 액티브 패널을 미러주며 헤드레스트를 작동시켜 더미의 머리를 지지하게 한다. 목상해를 완화하기 위해 헤드레스트가 전방 및 상향으로 이동하여 더미의 머리와 접촉하고 지지하며 목의 휨을 방지하게 된다. 헤드레스트가 머리를 지지하는 동안 시트백은 더미의 관성력에 의해 후방으로 회전하게 되고 머리는 관성에 의해 헤드레스트의 곡면을 따라 상향으로 이동하게 된다. 따라서 헤드레스트도 머리를 지지하며 상향으로 이동되어 머리가 헤드레스트에 항상 접촉되어 지지될 수 있도록 해야 한다.

2.1 헤드레스트의 궤적 분석

Fig. 1과 Fig. 2와 같이 슬레드 시험의 결과를 토대로 시트의 운동과 더미의 운동을 통해 개선방향을 도출하고자 하였다. 시트백은 더미의 관성에 의해 후방으로 회전하면서 헤드레스트가 전개되며 55msec에 더미의 머리와 접촉을 하지만 130msec 까지 지속적으로 후방으로 회전하면서

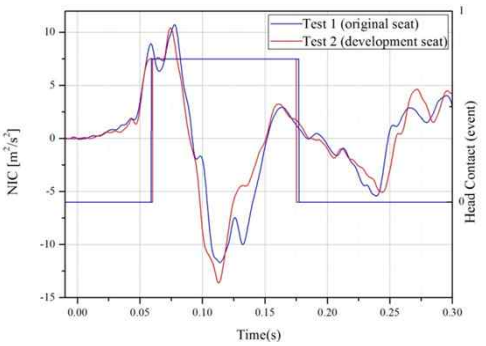

Fig. 1 Result for sled test

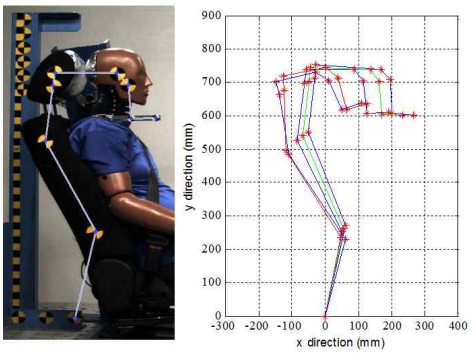

fig. 2 Trajectory analysis for sled test

이동하게된다. 이때 목상해 지수를 보면 더미의 머리와 헤드레스트가 접촉 후 약 20msec 후에 가장 큰 목상해 지수를 나타내었다. 이는 헤드레스트가 더미의 머리와 접촉은 하였지만 접촉 이후 지속적이며 효과적적으로 지지를 하지 못해 발생된 결과로 예상된다.

2.2 역기구학을 이용한 모델링

궤적분석을 통하여 유추한 헤드레스트의 궤적을 통해 더미의 머리와 접촉 후에도 더미의 머리를 따라가며 충분히 지지될 수 있도록 헤드레스트 운동궤적의 제어가 필요하다. 이를 위해 이상적인 헤드레스트의 운동궤적을 설정하고 Fig. 3과 같이 헤드레스트와 폴바 그리고 액티브 패널 등의 구조를 링크 구조로 치환하여 모델링 하고 역기구학을 통해 헤드레스트의 운동궤적을 따라 이동하는 액티브패널과 시트백 연결링크의 궤적을 도출하였다. 링크모델을 통해 시트 설계인자를 확인하고 궤적을 따라 액티브패널이 작동 가능한 시트모델링을 하였다.

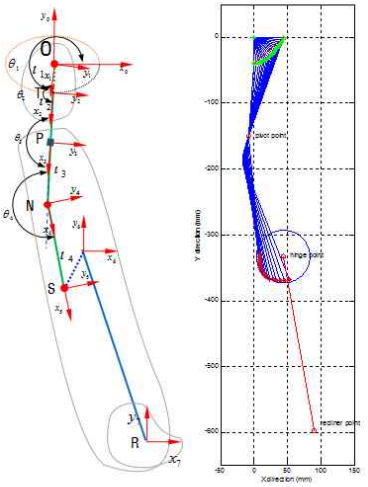

Fig. 3 Seat coordinate system

3. 결론

본 논문에서는 슬레드 시험을 통해 헤드레스트의 운동궤적을 분석하고 역설계를 통해 액티브 패널의 운동궤적을 도출하였으며 이에 영향을 미치는 설계파라미터를 확인하고 연결메커니즘의 모듈화 설계를 하였다.

1) 후방추돌시 목상해완화를 위한 헤드레스트의 이상적인 운동궤적을 설정하였다.
2) 역기구학을 통해 헤드레스트의 설계파라미터를 확인하고 액티브패널의 운동궤적을 도출하였다.
3) 액티브패널이 설계된 궤적을 따라 운동할 수 있는 메커니즘을 모듈화 설계 하였다.

후기

본 연구는 지식경제부 지정 공주대학교 자동차의장 및 편의부품 지역혁신센터의 지원과 지역산업기술개발사업의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. 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
2. Y.S. Kim, E.S. Jeon, 2009, "An Analysis of Head Restraint on Connection Mechanism for Reducing the Whiplash Injury in Rear end Collision", pp.119 - 200, KSPE