

# 후방추돌 목상해 저감을 위한 액티브헤드레스트 연결구조 설계 및 해석

## The Design and Analysis of the Headrest Connection for Reducing the Neck Injury in Rear End Collisions

\*김영신<sup>1</sup>, #전역식<sup>2</sup>

\*Y. S. Kim<sup>1</sup>, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> 공주대학교 기계공학과

Key words : Head restraint, Neck injury, Backset, Contact time, Rear end collisions, Sled test

### 1. 서론

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.<sup>1)</sup> 후방추돌의 경우 목상해가 주로 발생되므로 헤드레스트의 설계 보완이 절실히 요구되고 있다. 이에 따라 IIHS(Insurance Institute for Highway Safety) 및 RCAR(Research Council for Automobile Repairs)에서는 헤드레스트의 평가방법 및 기준을 강화하고 입법화를 추진하고 있다.

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.<sup>2,3)</sup> 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 헤드레스트의 작동 메커니즘을 분석하여, 후방추돌 시 발생하는 목상해를 완화 할 수 있는 시트연결구조 개선방안에 대한 모델링 방법을 제시하고, 이를 바탕으로 목상해 발생 주요 인자인 접촉시간과 백셋을 완화할 수 있는 헤드레스트 연결메커니즘을 고안하였다. 고안된 연결메커니즘의 동적 시뮬레이션 및 슬레드 시험을 통해 그 타당성을 검증하였다.

### 2. 시트구조 모델링 및 해석

후방추돌 시 목상해 완화를 위하여 Fig 1과 같이 헤드레스트부가 전방 및 상향 이동하여 머리와 헤드레스트 사이의 거리인 백셋을 줄여주어야 하며, 추돌과 동시에 헤드레스트가 작동하여 접촉시간을 줄여 주어야 한다. 이와 같이 헤드레스트의 백셋감소 및 접촉시간 단축을 위해 시트백과 헤드레스트의 설계변수들에 따른 헤드레스트의 궤적을 분석하여야 한다.<sup>4)</sup>

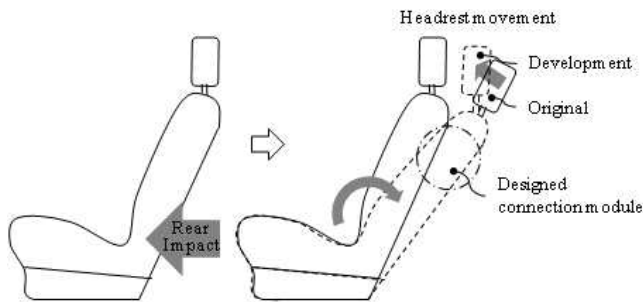


Fig.1 Schematic diagram of headrest movement

#### 2.1 피봇점의 변화 및 연결링크 길이변화에 따른 헤드레스트 궤적분석

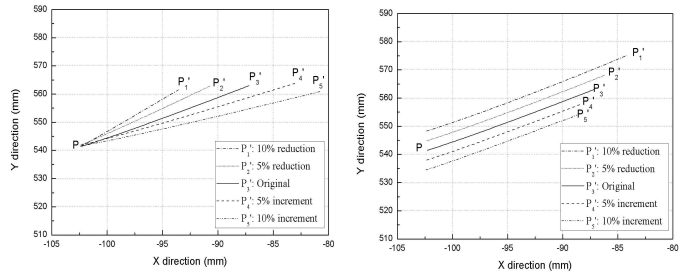
시트백 암과 링크의 연결 위치인 피봇점(Pivot)의 위치 변화에 따른 헤드레스트의 이동궤적 분석을 위하여 피봇점의 위치를 초기위치의 -10%에서 5%씩 증가하여 10%까지 변경하였다.

피봇점의 위치변화를 통하여 헤드레스트의 이동량을 분석한

결과 Fig. 2 (a)와 같이 피봇의 위치를 상향이동 할 경우 헤드레스트의 전방 이동량이 증가하는 것을 확인하였으며, 헤드레스트의 상방 이동량은 개선되지 않음을 확인하였다.

연결링크의 길이를 기존 링크길이의 -10%에서 5%씩 증가하여 10%까지 변화시켜 헤드레스트의 궤적을 분석한 경우 Fig. 2 (b)에서와 같이 연결링크의 길이를 감소시킴에 따라 따라 헤드레스트의 궤적이 X축 방향 및 Y축의 방향으로 더 많이 전진 상향 이동한 것을 확인할 수 있다.

피봇의 위치 변화를 통하여 Y축 방향으로 상향이동은 개선할 수 없었으나, 연결링크의 길이감소로 Y축 방향으로의 헤드레스트 이동량을 향상 시킬 수 있음을 알 수 있다.



(a) Change of the pivot point (b) Change of the link length  
Fig.2 Trajectory analysis of the headrest

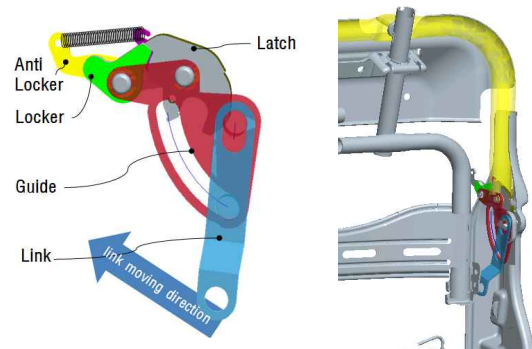
### 2.2 가이드 부착에 따른 헤드레스트 궤적분석

링크의 길이변화 및 피봇점의 위치 변화에 따른 헤드레스트 궤적분석 결과를 바탕으로 시트백 암(arm)부에 1:2의 비율을 갖는 가이드를 부착하였다. 가이드 부착의 경우도 기존의 헤드레스트 궤적분석과 동일한 방법으로 분석한 결과 기존 링크연결구조에 비해 X축 방향으로 20.9% 전방이동 하였으며, Y축 방향으로 10.6%상향 이동함을 알 수 있다.

### 3. 연결구조 상세설계 및 동적 시뮬레이션

#### 3.1 연결구조 상세설계

앞서 분석한 설계변수들의 결과를 바탕으로 Fig.3과 같이 연결구조를 설계하였다. 링크는 가이드와 동일한 피봇점에 고정하였으며, 링크의 피봇부에는 장방형 슬롯으로 설계하였다.



(a) Designed connection module (b) Attachment of connection module  
Fig. 3 Modeling of connection module

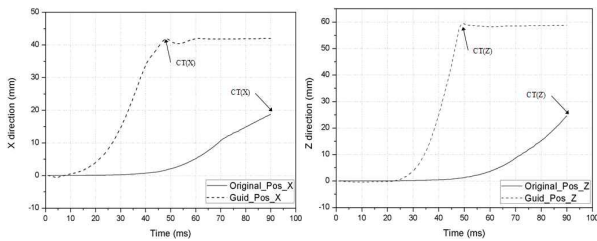
링크의 장방형 슬롯은 링크와 가이드 사이에 일정 각도를 계속적으로 유지하며 헤드레스트를 이동시킬 수 있다.

가이드의 경우 헤드레스트의 이동량 향상과 이동속도의 향상을 위하여 장축과 단축의 일정 길이비를 갖는 3사분면의 타원형상을 설계하였다. 또한 링크가 가이드를 따라 이동하며 가이드 끝단에 도달할 경우 락킹장치에 의해 링크가 고정된다. 락킹장치는 추돌 시 헤드레스트가 초기의 위치로 복귀되는 것을 방지하여 승객의 머리를 계속 지지할 수 있도록 하였다. 고정장치는 크레오커와 래치로 구성하였으며 링크가 가이드를 따라 작동함에 따라 가이드 끝단에서 래치와 접촉할 경우 래치와 로커가 회전하여 링크의 이동을 구속하며, 해제장치를 아래로 회전시켜 락킹해지가 가능하도록 설계하였다.

### 3.2 동적 해석 결과 및 고찰

기존 연결 구조와 개발된 연결구조의 비교평가를 위하여 동적 시뮬레이션을 실시하였다. 각각의 파트 연결부인 풀바와 풀가이드 사이에는 컨택(Contact), 링크연결부위는 회전(Revolute), 시트 쿠션부는 기준바닥면과 고정(Fix)조건을 설정하였다. 또한 액티브패널 중앙부에는 75kg의 승객이 10g의 가속도로 50ms 동안 힘을 가하는 것으로 가정하였다.

시뮬레이션 결과 개발된 연결구조를 부착한 경우 Fig.4와 같이 헤드레스트 이동량이 기존 연결구조에 비해 증가한 것을 확인할 수 있으며 작동시간 또한 단축된 것을 확인하였다.



(a) X direction movement (b) Y direction movement  
Fig.4 The trajectory according to the time in the connection structure

## 4. 슬레드 시험

### 4.1 시제품 제작

설계파라미터의 분석 및 상세설계를 바탕으로 Fig.5와 같이 시제품 제작을 하였다. Fig.5(a)는 링크 및 가이드, 락킹장치의 모듈화하여 제작한 것이며, Fig.5(b)는 모듈화 연결장치를 시트백 압부에 부착한 초기 상태를 나타낸 것이며 Fig.5(c)는 추돌을 가정하였을 경우 연결링크가 가이드를 따라 이동하여 락킹장치에 의해 고정된 상태를 나타낸 것이다.



(a) Connection module (b) Initial view (c) Final view  
Fig. 5 Prototype of designed connection module

### 4.2 슬레드 시험

개발한 시트의 성능평가를 위하여 자동차안전연구소에서 슬레드 시험(Slide Test)을 실시하였다. 슬레드 시험은 Fig.6과 같이 HRMD를 이용한 정적시험 후 더미를 착석하여 동적시험을 수행하였다.



(a) Measurement with HRMD (b) Sled test  
Fig.6 Sled test

슬레드 시험은 기존시트와 시트백부에 헤드레스트 연결장치를 부착한 경우와 비교시험을 수행하였으며 입력파형은 Euro NCAP의 Medium severity pulse corridors로 시험하였다.

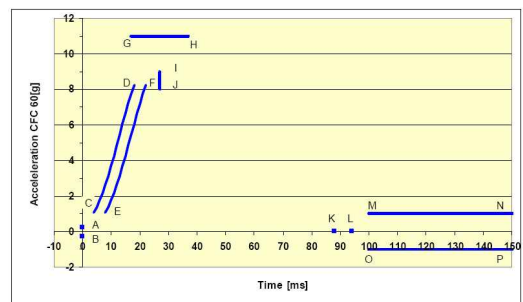


Fig. 7 Sled test input pulse

## 5. 결론

본 논문에서는 헤드레스트 연결메커니즘의 설계 파라미터 분석 결과를 바탕으로 연결메커니즘의 모듈화 설계를 실시하였으며 이를 동적해석을 통해 타당성을 검증하고, 슬레드 시험을 통하여 작동 성능을 검증하였다.

- 1) 시트백 연결구조의 기구학적 분석을 통해 제안된 설계파라미터를 바탕으로 시트백 연결부를 모듈화 설계하였다.
- 2) 락킹장치에 의해 헤드레스트가 초기의 위치로 복귀되는 것을 방지하여 승객의 머리를 지속적으로 지지할 수 있도록 설계하였으며, 필요시 락킹 해지가 가능하도록 하였다.
- 3) 제안된 연결모듈이 기존의 단순연결모듈에 비해 헤드레스트의 이동량이 증가하였으며, 작동시간이 단축되어 접촉시간을 줄일 수 있음을 확인하였다.
- 4) 고안된 연결모듈은 슬레드 시험을 통해 백셋 및 접촉시간을 줄이고 이로 인해 X방향의 충격가속도를 줄일 수 있음을 확인 하였다.

## 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. J.W. Lee, K.H. Yoon and G.Y. Park, 2000, "A Study on Occupant Neck Injury in Rear End Collision", Transaction of KSAE, Vol. 8, No. 3, pp.130 - 138
4. 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