

머리지지대 안전성평가에 관한 고찰

심 소 정* · 황 덕 수

교통안전공단

Consideration for the Vehicle Head Restraint Geometry Test Method

So Jung Shim* · Duk Soo Hwang

Korea Automobile Testing & Research Institute(KATRI), 625 Samjon-ri, Songsan-myeon, Hwasung-si,
Gyeonggi 445-871, Korea

(Received 4 May 2006 / Accepted 13 June 2006)

Abstract : Whiplash injuries of the neck are one of the most common injuries reported from automotive rear impacts. Whiplash injuries can be reduced by changing geometry of head restraint. Therefore, geometries of head restraint were evaluated according to the test procedures of the Korea New Car Assessment Program (KNCAP) to improve safety of head restraint. In this study, nine vehicle's head restraints were tested. As the test results, one head restraints is rated at "Marginal", three head restraints are rated at "Acceptable" level, and the last five head restraints are rated at "Good" level.

Key words : Whiplash injury(경미한 목상해), New car assessment program(자동차안전도평가제도), Head restraint geometry test(머리지지대안전성 평가)

1. 서론

국내외 교통사고 통계자료에 의하면, 후방추돌에 의한 목상해(Whiplash) 비율이 전체 교통사고 부상자 비율에서 상당한 부분을 차지하는 것으로 나타났다. 구체적으로 국내의 경우, 보험개발원 통계에 의하면 목상해로 매년 50만명 이상, 약 3000억원의 보험료가 지급되고 있으며 매년 증가하는 추세인 것으로 나타났다.

미국 IIHS(Insurance Institute for Highway Safety)는 후방추돌 시 발생하는 목상해를 머리지지대의 형상만으로도 일정 부분 예방할 수 있다는 연구결과를 기초로 1995년부터 머리지지대의 목보호 안전성에 대한 평가(Geometry Test)를 실시해 왔다.

IIHS의 1995년 이후 머리지지대 안전성 평가 결

과를 보면, 1995년에는 "Good" 등급을 받은 자동차가 전체 평가대상 자동차의 3%에 불과하였으나 2003년에는 전체의 45%를 차지하는 것으로 나타나,⁵⁾ 이 평가 제도가 머리지지대 안전성 향상에 상당히 기여하고 있는 것을 알 수 있다.

국내에서도 자동차 제작자로 하여금 보다 안전한 머리지지대 제작을 유도하고 운전자에게는 바람직한 머리지지대 사용을 권장하면서 궁극적으로 후방추돌에 의한 목상해를 감소시키고자, 2005년부터 자동차안전도평가(이하 KNCAP 이하 함)에 머리지지대 안전성 평가항목을 추가하여 시험을 수행하고 있다.

본 논문에서는 KNCAP의 머리지지대 안전성평가 항목의 시험절차를 살펴보고, 이 절차에 따라 국내 9개 차종을 대상으로 시험을 수행하고 그 평가결과를 살펴보기로 한다.

*Corresponding author, E-mail: sjshim@kotsa.or.kr

2. 머리지지대 안전성 평가방법

후방추돌 시 운전자의 목상해는 운전자의 머리 위치를 기준으로 머리지지대의 높이(Height)가 높을 수록 그리고 머리지지대가 가까울수록(Backset) 상해 정도를 최소화 할 수 있다. 따라서 머리지지대의 높이 및 후방간격을 기준으로 머리지지대 안전성을 평가할 수 있다. 머리지지대 안전성 평가를 위한 KNCAP 머리지지대 안전성평가 항목에 제시된 시험장비 및 절차는 다음과 같다.

2.1 시험방법

2.1.1 시험장비

머리지지대의 높이 및 후방간격 측정을 위해 필요한 시험장비는 Fig. 1과 같이 KS R 1084에 언급된 3차원 마네킨과 함께 머리지지대 측정장치(Head Restraint Measurement Device: 이후 HRMD라 함)를 사용한다.

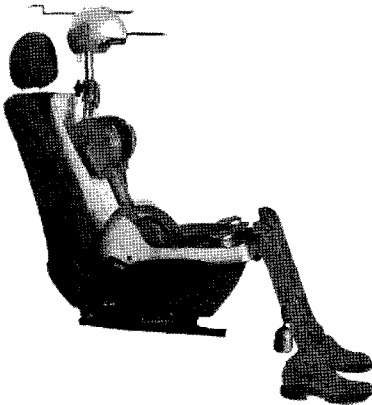


Fig. 1 Device for head restraint geometry test

2.1.2 시험절차

머리지지대의 높이 및 후방간격 측정을 위한 시험절차는 1) 차량 및 좌석 준비, 2) 3차원 마네킨 준비 그리고 3) HRMD 준비의 세 과정으로 나눌 수 있다. 각 과정 별 구체적인 준비 절차는 다음과 같다.

1) 차량 및 좌석

- ① 시험자동차의 수평조절 및 확인
- ② 팔걸이, 허리지지대 등 시험에 불필요한 요소 해지 및 제거

- ③ 좌석을 최하단 · 최후방 위치로 조절
- ④ 좌석 등받이를 설계각도에 맞게 조절

2) 3차원 마네킨

- ① 좌석 중심선과 마네킨 중심선이 일치하도록 마네킨 착석
- ② 마네킨의 종아리 및 허벅지 길이를 조절한 후, 무릎관절에 체결
- ③ 종아리 및 허벅지 추를 마네킨에 부착하여 마네킨의 수평 조절
- ④ 마네킨에 적정하중을 가하여 마네킨의 등판과 좌석 등받이를 완전히 밀착
- ⑤ 엉덩이 추와 가슴 추를 교대로 마네킨에 장착한 후, 3차원 마네킨의 상하 · 좌우 수평조절
- ⑥ 마네킨의 Hip Point가 설계값 H-Point를 기준으로 “50(mm)×50(mm)”범위 내에 존재하는지 확인

3) HRMD 준

- ① HRMD의 후방간격 및 높이 측정자를 제거한 후, 3차원 마네킨 상단 걸쇠에 HRMD 체결
- ② HRMD의 수평계를 사용하여 수평 조절
- ③ 수평 확인 후, 마네킨의 몸통각도가 25±1도 인지 확인하고 몸통각도가 허용범위 내에 들어오지 않으면 “2) 3차원 마네킨 준비” 과정부터 다시 반복

3차원 마네킨 및 HRMD의 설치가 끝나면, 머리지지대 안전성 평가 평가항목인 머리지지대 높이 및 후방간격은 Fig. 2, 3과 같이 측정한다.

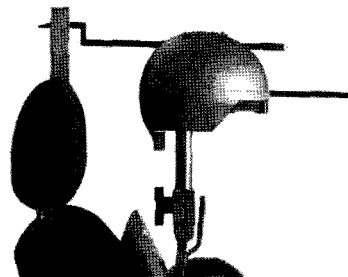


Fig. 2 Method of height measurement

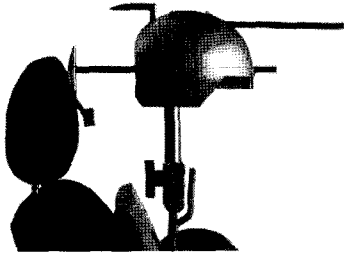


Fig. 3 Method of backset measurement

2.2 평가방법

2.2.1 머리지지대의 유형에 따른 평가방법

머리지지대는 높이 및 후방간격의 조절가능 여부에 따라 네 가지 유형으로 나눌 수 있으며, 각 유형에 따라 평가항목의 측정 위치 및 평가방법이 달라진다.

1) 고정형/일체형

이 유형은 머리지지대의 높이 및 기울기 조절이 전혀 되지 않는 형태이므로 평가항목을 측정할 수 있는 위치도 단일 지점이다. 단일 지점에 대해 측정 한 하나의 값(높이 및 후방간격)으로 평가등급을 산정한다.

2) 높이만 조절가능

이 유형은 머리지지대의 높이 조절만 가능한 경우이므로 평가항목을 측정할 수 있는 위치로는 머리지지대 높이 최상단 지점 및 최하단 지점이 된다. 이 두 지점에서 측정 한 두 개 값의 중앙점이 평가등급 산정 지점이 된다.

3) 기울기만 조절가능

이 유형은 머리지지대의 기울기 조절만 가능한 경우이므로 평가항목을 측정할 수 있는 위치로는 머리지지대 기울기 최전방 지점 및 최후방 지점이 된다. 이 두 지점에서 측정 한 두 개 값의 중앙점이 평가등급 산정 지점이 된다.

4) 높이 및 기울기 조절가능

이 유형은 머리지지대의 높이 및 기울기 조절이 모두 가능한 형태이므로 Fig. 4와 같이 4개 지점이

평가항목 측정 위치가 되며, 측정 한 4개 지점 중 최하단 · 최후방 지점을 기준으로 각 지점까지 연결하는 선을 그어 각 선의 중앙점 중에서 기하학적으로 가장 유리한 점이 평가등급 산정 지점이 된다.

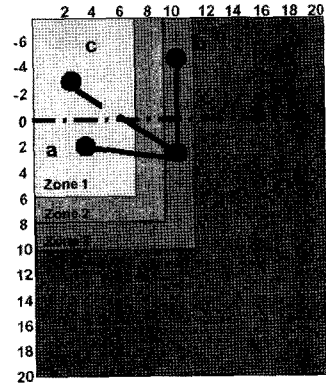


Fig. 4 Head restraint rating height and tilt locking

2.2.2 머리지지대 평가등급산정 기준

머리지지대의 평가등급 산정은 머리지지대 안전성 평가항목이 되는 높이 및 후방간격 측정값을 바탕으로 Table 1 및 Fig. 5의 해당 영역을 찾아 등급을 산정한다. 이러한 평가 등급은 Table 1과 같이 네 단계로 분류하여 4 등급으로 부여된다.

Table 1 Head restraint rating

영역	후방간격	높이	등급
영역 1	7cm 이하	6cm 이하	우수
영역 2	7cm 초과, 9cm 이하	6cm 초과, 8cm 이하	양호
영역 3	9cm 초과, 11cm 이하	8cm 초과, 10cm 이하	보통
영역 4	11cm 초과	10cm 초과	미흡

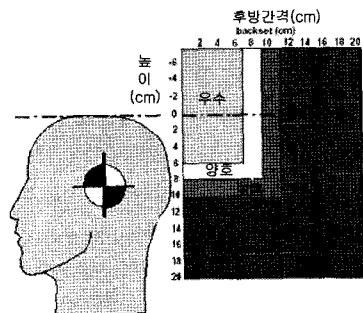


Fig. 5 Head restraint rating

이러한 등급부여 기준은 성인 머리모형의 무게중심(Center of Gravity)을 기준으로 “양호” 등급을 매기고, 나머지는 2cm씩 일률적으로 간격을 두고 각 등급을 매기는 방법으로 결정된 것이다.

3. 머리지지대 안전성 평가

3.1 머리지지대 안전성 평가 내용

국내 9개 차종에 대한 머리지지대 안전성평가 시험을 앞서 설명한 KNCAP 머리지지대 안전성평가 시험절차에 따라 수행하였다. 시험은 실차에서 진행되었으며, 운전석과 조수석 제원을 확인한 후 두 개의 제원 및 설계기준이 동일한 경우 운전석에 대해서만 시험을 수행하였고, 그렇지 않은 경우에는 운전석과 조수석 각각에 대해서 모두 시험을 수행하였다.

여기서, 한가지 주목할 만한 사항은 평가항목 측정 시 어떤 기계적 혹은 전자적인 방법에 의해 측정하는 것이 아니라 사람의 눈으로 측정자의 눈금을 읽어 평가항목을 측정하는 것이므로 측정오차에 대한 문제가 대두되었다. 여러 외국 문헌에서도 이러한 측정오차에 대한 문제를 언급한 바 있으며, 이 문헌들에서는 측정 위치, 측정하는 사람 그리고 측정하는 대상 등에 따라 크기는 1cm 정도의 오차가 나는 것으로 언급하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 이렇게 다양한 요인에 의해 발생할 수 있는 측정오차를 최소화하기 위해, 동일한 사람이 장비를 설치하고 동일한 사람이 측정자의 눈금을 읽고 하나의 평가 측정위치에 대해 3회 반복 측정하여 그 값을 산술평균하여 평가등급을 산정하는 방법으로 시험 평가를 수행하였다.

3.2 머리지지대 안전성 평가 결과

평가 대상 국내 9개 차종에 대한 평가항목 측정 결과를 등급산정 영역에 표시한 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6의 상단부 붉은 색으로 표시된 점들은 머리지지대의 높이가 최상단 일 경우 높이 및 후방간격을 측정된 결과이다. 또한, 하단부 푸른색으로 표시된 점들은 머리지지대의 높이를 최하단으로 조절한 후 높이 및 후방간격을 측정된 결과이다.

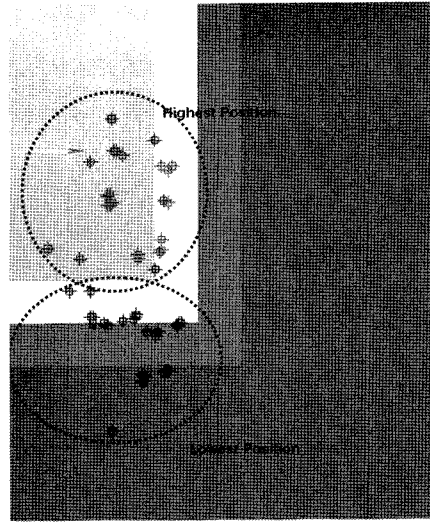


Fig. 6 Measured results of height and backset

측정오차의 최소화를 위해 동일한 평가자가 동일한 방법으로 3회 반복 측정된 결과 측정오차는 최대 0.5cm 인 것으로 나타났다. 각 차종별 측정결과를 살펴보면, 머리지지대 높이를 최상단으로 조절하고 측정된 경우 대부분 ‘우수’나 ‘양호’ 영역에 표시가 되었으나, 최하단의 경우 ‘양호’나 ‘보통’ 영역 그리고 ‘미흡’ 영역에 나타나는 경우도 있었다.

최상단과 최하단의 중앙점을 찾아 평가등급을 산정하는 방식을 염두에 두고 생각해보면, 좋은 등급을 받으려면 머리지지대 최하단에서의 높이 및 후방간격을 목상해를 최소화할 수 있는 방향으로 개선하는 것이 필요하다.

평가등급 산정

평가 대상 차량에 대한 평가항목 측정값을 토대로 산정한 평가등급에 대한 분포는 Fig. 7과 같다. 1개 차종이 ‘보통’등급, 3개 차종이 ‘양호’등급 그리고 나머지 5개 차종이 ‘우수’등급으로 나왔다.

3.3 향후 머리지지대 안전성평가 추진방향

2004년 11월 IIHS는 Status Report에서 기존의 머리지지대 정적 평가 방법을 한 단계 발전시킨 동적 평가의 방법 및 절차를 소개하고 평가결과를 언급하였다. 이 평가방법은 후방추돌 시의 현상을 Sled Test를 통해 재현하여 좀더 현실에 가까운 평가를 수행할 수 있도록 하는 방법이다. 또한 정적 평가방

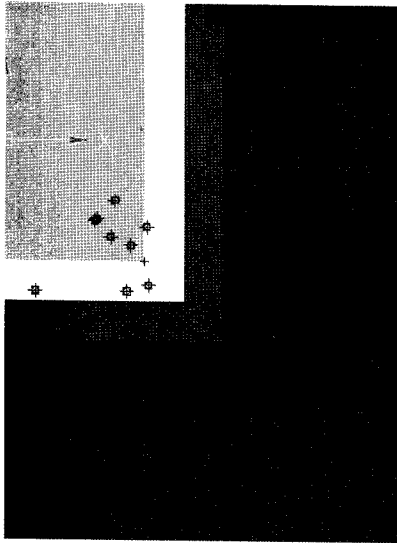


Fig. 7 Rated results of head restraints

법의 한계였던 능동형 머리지지대(Active Head Restraint) 평가를 가능하게 하는 방법이다.

유럽에서는 국내의 경우와 마찬가지로 Euro NCAP 시험항목으로 좌석 및 머리지지대 안전성 동적평가 항목을 추가할 것을 결정하고, 2006년 현재 동적평가의 구체적인 시험절차를 검토 중에 있다.

국내에서도 동적 평가 방법을 시급히 검토하여 좀더 현실에 가까운 합리적인 평가방법의 도입을 위한 연구·검토가 필요하다.

4. 결론

사고통계자료에 의하면, 후방 추돌 시 발생하는 상해의 90%는 목상해인 것으로 나타나있다. 추돌에 의한 목상해를 최소화하기 위해 미국에서는 1995년부터 머리지지대 안전성 평가를 수행해 왔으며, 국내에서도 2005년부터 자동차안전도평가에 평가항목으로 추가하여 머리지지대 안전성평가를 수행하고 있다.

- 1) 본 연구에서는, KNCAP의 머리지지대 안전성 평가절차에 따라 9차종에 대하여 평가하였다. 그 결과는 1개 차종이 '보통'등급, 3개 차종이 '양호'등급 그리고 나머지 5개 차종이 '우수'등급이었다.
- 2) '보통' 혹은 '양호'등급을 받은 차종의 경우, 머리지지대 높이를 최하단으로 조절하고 측정된 높이 및 후방간격 값이 평가등급 산정에 나쁜 결

과를 미치는 것으로 나타났다.

- 3) 따라서, 머리지지대 설계 시 최하단 위치에서 그 높이 및 후방간격이 목상해를 최소화시킬 수 방향으로 설계되어야 할 것이다.
- 4) 향후, 머리지지대 정적 평가방법의 한계를 극복하고 실제 사고상황을 좀더 잘 재현할 수 있는 동적 평가방법 도입을 위한 연구 및 검토가 필요하다.

References

- 1) UNECE/WP29 WP29 Informal Meeting, 1st, 2nd, 3rd Meeting, Head Restraint Report, 2005.
- 2) NHTSA, 49 CFR Part 571 Federal Motor Vehicle Safety Standards; Head Restraints Final Rule, Rules and Regulation Vol.69, No.239, 2004.
- 3) Research Council and Automobile Repairs, "A procedure for Evaluating Motor Vehicle Head Restraints," Procedures and Design Guide, 2001.
- 4) IIHS Status Report, Special Issue: Head Restraint, Vol.32, No.4, 1997.
- 5) IIHS Status Report, "More of These are Positioned Better to ave Your Neck," Vol.38, No.9, 2003.
- 6) IIHS Status Report, Seat/Head Restraints Need More Than Good Geometry to Earn Good Ratings; "They Need Good Dynamic Performance," Vol.39, No.10, 2004.
- 7) S. Machara and N. Shimamoto, "Developing a Passenger Movement Simulation Method to Reduce Whiplash Injuries," SAE 2001-01-0178, 2001.
- 8) M. Kleinberger, E. Sun, J. Saunders and Z. Zhou, "Effects of Head Restraint Position on Neck Injury In Rear Impact," Traffic Safety and Auto Engineering Stream of the Whiplash-Associated Disorders World Congress, 1999.
- 9) S. Shim, S. Kim, Y. Park, J. Lee and D. Hwang, "Consideration for the Vehicle Head Restraints Geometry Test Method," Fall Conference Proceedings, Vol.III, KSAE, pp.1580-1585, 2005.
- 10) J. Lee, K. Yoon and G. Park, "A Study on Occupant Neck Injury in Rear End Collision," Transactions of KSAE, Vol.8, No.3, pp.130-138, 2000.