

고령운전자의 착석위치에 관한 연구

The Study for Seated Position of Elderly Driver

*#박요한¹, 김태호¹, 윤경한¹, 김도태², 최우진³

**Y. H. Park(john@ts2020.kr)¹, T. H. Kim¹, K. H. Yoon¹, D. T. Kim², W. J. Choi³

¹ 교통안전공단 자동차성능연구소 ² 경일대학교 기계공학과 ³ 홍익대학교 기계디자인시스템공학과

Key words : Elderly Driver, Hip Joint Center, Seated position

1. 서론

경찰청 연령별 사고통계^[1]에 따르면, 1991~2007까지 전체 교통사고 건수는 약 20% 감소한 것으로 나타났다. 하지만, 61세 이상의 고령자의 사고 건수는 7배 정도 증가하였다. 현재 고령자 사고 건수가 미미하나 고령화인구 급증과 고령운전자의 꾸준한 증가로 인해 교통사고 역시 지속적인 증가추세가 될 것으로 예상된다. 2007년 고령자의 교통사고 수는 전체교통사고 수의 0.07%밖에 되지 않으나, 고령자의 교통사고 사망자 수는 전체 교통사고사망자 수의 34%에 이른다. 보행사고를 제외하더라도 고령자의 교통사고는 일반인보다 치명적인 것으로 교통사고 통계결과 나타났다.^[2]

삼성교통안전문화연구소의 고령자 사고통계 관련 연구보고에 따르면, 고령자는 정면충돌사고 발생시 25~54세 연령대비 흉부, 두안부, 복부순으로 상해 위험이 높으며 흉부상해 발생률은 2.6배, 두안부 상해는 2.3배, 복부상해는 1.9배 이다.^[3] 연구 결과에서 보듯이 고령자가 교통사고 시 상해가 더 취약한 것으로 나타났다.

미국 NHTSA 연구보고서에 의하면^[4], 고령자는 30~40대 보다 안전벨트 착용률이 높지만, 흉부상해를 비롯한 상해 위험도는 높은 것으로 보고되었다. 또한, 25세~44세에 비해 75세 이상의 고령자의 상해 부위별 위험도는 머리 1.3배, 흉부 4.3배, 복부 2배 등이다. AIS2+의 흉부상해에 대해서는 25세~44세의 경우는 상대속도가 46km/h이지만, 75세 이상의 고령자는 37km/h에서 유사한 상해정도를 보이는 것으로 조사되었다. 정면충돌에서 이와 같은 상해를 유발하는 원인으로 안전벨트가 58%, 조향장치 26% 순으로 나타났다. 이는 안전벨트를 착용한 고령자가 저속으로 충돌하더라도 일반인에 비해 상대적으로 높은 상해 위험도를 보이는데, 이는 일반인보다 흉부 특성이 충격흡수 등의 능력이 저하되는 것과 운전자세가 상해 위험도가 높은 위치에 있는 것 등의 이유인 것으로 유추할 수 있다.

고령자의 흉부 특성에 관한 연구에 의하면, 고령자는 일반인에 비해 흉곽 각도가 높은 것으로 나타났는데 이로 인해 정면 충돌시 충격흡수를 능력이 저하된다고 한다.^[5]

또한, 운전자세 즉 착석위치 및 좌석의 등각도 등의 요인이 충돌시 상해위험도를 높일 수 있는데 이에 대한 연구는 미비한 실정이다. 운전자세에 대한 연구는 주로 편의성 향상을 위해 이루어진 것이 대부분이고, 이와 같이 실험을 하는 경우 좌좌자세 및 시트 위치, 등각도 등을 측정하였다.^[6,7,8] 이 경우, 키가 작을수록 조향장치와 가까운 위치에 앉는 경향이 있으며, 사이즈코리아의 조사데이터를 보면 고령자일수록 키가 작아져 연구결과만을 본다면 당연히 고령자일수록 전방위치에 좌석이 놓일 것이다.^[9] 그러나, 기존 연구에서는 주로 하나의 차량조건 하에서 실험을 실시하여 실제 운전자들의 운전경향이 다를 수 있다. 좌좌자세는 실사고에 반영되는 점에서 고령운전자가 직접 운전하고 있는 차량을 대상으로 조사하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 급속하게 증가하는 국내 고령탑승자의 안전도 확보 및 고령자 상해위험도 실험평가절차 구축을 위한 고령자의 실 착좌위치에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위해 기술표준원에서 실시한 제 5차 인체치수조사사업(Size Korea)의 측정 DB^[9]로부터 65세 이상의 고령 남녀 데이터를 확보하여 이를 바탕으로 지원자를 모집하였다. 고령자의 실사고를 반영하기 위해 고령자가 운행하고 있는 차량으로, 고령자의 실제 운전 자세와 H-point machine

을 사용한 운전 자세, 시트의 위치 등을 측정하였다. 이는 실제 사고와 가장 유사한 착석위치를 도출하는데 그 목적이 있다.

2. 고령자 착좌위치 실험

2.1 실험 대상

본 연구는 특별한 질병이나 상해가 없는 65세 이상 고령 남성 운전자를 피검자로 선정하였다. 피검자가 실제 자동차를 소유하고 운전하는 여부를 확인했으며, 이를 위해 피검자는 직접 차량을 운전하여 실험에 참여하였다.

Table 1 Subject parameters(n=24)

Characteristics	Age(years)	Weight(kg)	Height(cm)
Average	68.58	70.24	166.96
S.D	3.26	7.90	5.31
Max.	75.00	82.20	180.50
Min.	63.00	49.40	158.70

2.2 실험 방법

먼저 각 피검자는 실험 실시 전 실험에 대한 충분한 설명을 듣고, 신체 크기, 지원자 착좌자세, H-machine 착좌자세, 시트 위치 등을 확인하였다.

지원자의 신체크기는 키, 앉은키, 몸무게 등을 측정하였고 표준절차(KS A 7004)를 따라 시행하였다.

지원자의 착좌자세 측정절차는, 먼저 선자세에서 다관절 측정기(ROMER)를 이용하여 좌-우의 ASIS(Anterior Superior Iliac Spine)와 동일 높이의 Sacrum 기준점, 추가 보조좌표를 측정한다. 피검자는 선 자세 측정이 끝나면 주행상황과 동일하게 운전석에 착석한다. 착좌자세에서는 Sacrum을 제외하고 동일한 방법으로 측정하였다. 또한, 각 관절위치도 측정을 하였는데, Ankle joint, Knee joint, Clavicle 등을 측정하였다.

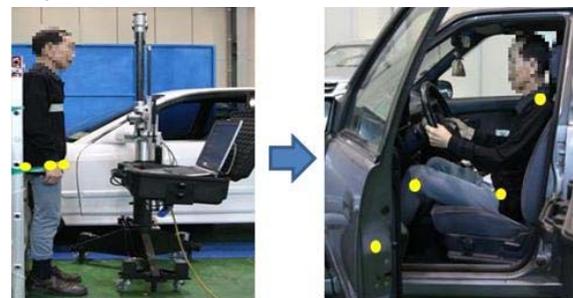


Fig. 1 Measuring points

지원자 측정이 끝나면 30분 가량 휴식을 가져 차량 좌석 등의 상태를 안정시켰다. 좌석의 시트프레임이나 쿠션재, 표피재 같은 변화 가능한 부품은, 연속해서 착석할 경우 하중이 누적되어 변화량이 커질 우려가 있다. 휴식이 끝나면 HPM(Hip point machine)을 차량에 착석시킨다. 이 장치는 주로 자동차 착석 기준점인 H-point와 Torso Angle을 결정한다. HPM의 착석 절차는 유럽 기준인 ECE-R 21를 따랐으며, 몸통, 다리, 머리의 순으로 착석한다. 먼저 HPM의 몸통을 앉히고 평형상태를 확인 한 후 다리 부분을 부착한다. 종아리추, 허벅지추, 엉덩이추, 가슴추 순으로

부착하며, 이 때 다시 한번 평형상태를 확인한다. 후에 머리모형을 부착하고 수평을 확인한 후 다관절 측정기를 이용하여 측정한다. 측정 위치는 지원자와 동일하며 HJC(Hip Joint Center)는 지원자와 달리 직접 측정할 수 있다.

지원자와 HPM과의 자세 비교 등을 위해서는 지원자의 HJC를 측정하기 필요하지만, 손으로 만져서 직접 측정할 수 없는 곳으로 골반의 다른 세 곳을 측정하여 유추하게 된다. Bell등에 의해 연구된 절차에 따르면 오른쪽과 왼쪽의 ASIS와 Sacrum으로부터 HJC 위치를 찾아낼 수 있는데 골반 안쪽으로 X축을 따라 ASIS중심으로부터 intra-ASIS거리의 19%, Z축을 따라 ASIS중심 아래로 intra-ASIS거리의 30%거리에 HJC가 위치한다.^[10] 하지만, 지원자가 착좌하면 Sacrum 을 측정 할 수 없어 선 자세의 ASIS와 Sacrum, 추가적인 보조좌표를 측정한다. 착좌시 ASIS 및 보조좌표를 측정하여 골반의 각도 계산을 통해 지원자의 HJC를 도출한다.

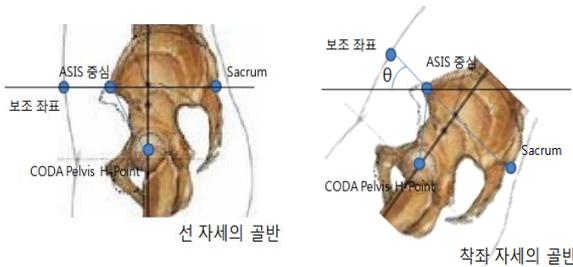


Fig. 2 Hip Joint Center

3. 결과

지원자 및 HPM 측정에 의한 HJC를 각각 구하였다. Fig. 3은 HPM의 HJC를 기준으로 하여 고령운전자의 HJC의 분포를 나타낸다. 고령자는 HPM에 의한 착좌 기준점으로부터(X-방향) 약 40mm 전방에 위치하며, 100mm 이상 차이나는 고령자도 2명이나 되었다. 이는 고령자의 엉덩이의 위치가 좌석의 등받이로부터 상당부분 떨어져서 앉는 것을 말한다.

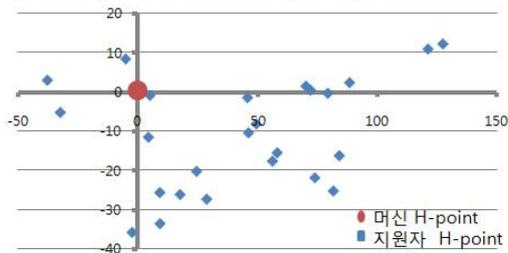


Fig.3 Relative Distance From HJC of HPM

Fig.4는 고령운전자의 실제 좌석위치를 신장과 상관관계를 나타낸다. 여기서 Center는 좌석이 이동할 수 있는 중간위치로 충돌시험시 기준 위치이다. 결과로부터 약 164cm 정도의 신장을 가진 고령운전자가 그 위치에 해당한다. 고령자의 평균적인 좌석 위치는 중간위치로부터 약 10mm 정도 전방방향으로 위치한다.

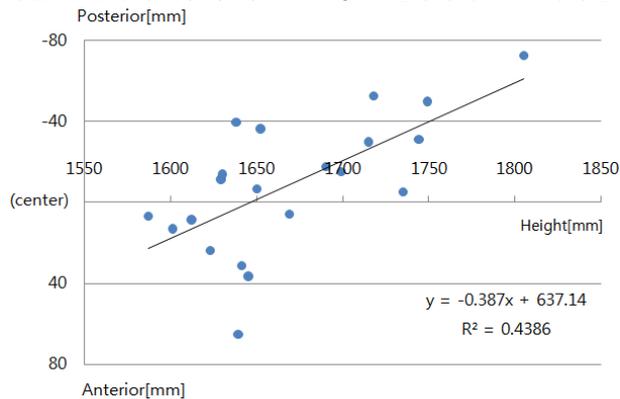


Fig.4 Seat Position of Older Drivers

4. 결론

본 연구에서는 고령운전자의 실제 착좌위치에 대한 연구를 수행하였다. 자동차를 소유하고 운전하고 있는 65세 이상의 고령운전자 24명을 대상으로 조사하였고 HPM과 비교하여 HJC의 분포를 구하였다. 고령운전자는 HPM의 HJC로부터 전방방향으로 위치하였으며, 크기는 100mm 이상도 존재하였다. 이는 표준착좌 자세보다 엉덩이와 좌석 등받이와의 간격이 큰 것을 말하여 이는 충돌시 흉부 및 척추 등의 손상 정도에 영향을 미칠 것으로 사료된다. 또한, 충돌시 좌석의 중간위치에 착좌되는 인체모형 -Hybrid III 50%tile ATD(신장 175cm)인데 반해, 고령운전자는 약 164cm 정도의 신장에서 동일 위치에 착좌하는 것으로 나타났다. 결론적으로 고령운전자의 착좌위치는 신장 등의 요인으로 결정하기 어렵다는 것을 말해주며, 고령자의 착좌자세(Seated Posture) 및 신체 변화 등의 영향도 상당부분 작용한다고 본다.

향후 고령운전자의 착좌위치 데이터를 추가적으로 수집하고, 고령자의 운전자세 등을 반영한 충돌시험을 수행하여, 고령운전자의 착좌자세와 그에 따른 상해정도의 상관관계에 대한 연구가 이루어져야 한다.

후기

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비지원(06 교통핵심 C01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 도로교통공단, "연령층별 교통사고," 교통사고추세, 2008
2. 보험개발원, "고령운전자 증가 현황 및 분석," 기연뉴스, 23, 8-18, 2006
3. 홍승준, 조경근, "차대 차 정면 충돌사고 시 고령자 상해특성 연구," 한국자동차공학회 논문집, 17권, 2호, 90-97, 2009
4. US DOT, "Evaluation of Thoracic Injuries Among Older Motor Vehicle Occupants", 2009
5. Richard Kent 외 8명, "Structural and Material Changes in the Aging Thorax and Their Role in Crash Protection for Older Occupants," Stapp Car Crash J. Vol. 49, 05S-03
6. 권규식, "안락한 운전좌석 설계를 위한 최적의 운전자세 연구", 공업경영학회지 제 22권, 1999년 11월
7. 박성준, "차량설계를 위한 운전자세 연구의 문제점 및 개선방향", 대한인간공학회, 1999년 1권 pp.181-184
8. 이영신, 박세진 외 1명, "한국인 인체측정 실험에 의한 자동차 운전석의 안락감 평가", 한국자동차공학회, 1996년 4권, pp.61-72
9. 지식경제부 기술표준원, "제 5차 한국인 인체치수조사사업 보고서", 2004
10. Alexander L. Bell 외 2명, "A comparison the accuracy of several hip center location prediction methods," J. Biomechanics, 23, 617-621, 1990