

# 한국인 운전자의 성별, 체형, 신체 치수를 고려한 내수용 승용차 규격 개선에 관한 연구

신원경, 박민용

한양대학교 산업공학과

## ABSTRACT

본 연구는 점점 다양해지고 있는 사용자들의 성별, 체형, 신체치수를 고려한 내수용 승용차 규격 개선을 위한 기초연구로서 기존의 승용차 연구에서 특별히 고려되지 않은 여성 운전자를 대상으로 기초 연구를 한 후 여러 운전자 체형에 맞는 승용차 규격을 제안하고자 한다. 본 논문에서는 우선 여성 운전자들이 부적합한 자동차 규격으로 느끼는 여러 불편 사항을 설문조사를 통해 조사하여 규격 개선의 방향을 분석한 후, 한국인 인체 치수자료를 이용하여 각 퍼센타일을 통합한 여성 운전자를 3차원 인체 모델링 도구를 이용하여 모델링 한 후 주요 내수용 승용차의 실제규격과의 비교를 통한 비적합성 여부를 파악한다. 그 결과에 의하여 한국인 운전자의 성별과 체형을 다양하게 고려한 내수용 승용차의 규격 개선을 제안하고자 한다.

### 1. 서론

승용차 보유대수가 점점 늘어남에 따라 승용차를 사용하는 사용자 범위도 무척이나 다양해지고 있다. 과거에는 남성들 위주로 사용되었지만 이제는 여성 운전자 또한 많은 비율을 차지하고 있고 그 체형이나 연령 또한 다양해짐은 말할 나위가 없다. 통계청 자료에 의하면 우리나라 또한 1995년의 남녀 인구 비율은 거의 같고(남:여=1:0.99), 운전면허 소지자의 남녀 비율 또한 3.4:1로 여성이 과거에 비해서 매우 높은 비율을 차지하고 있다는 것을 알 수 있다. 더군다나 그 증가율을 보면 남자는 매년 10%도 안되게 증가하는 한편, 여성의 운전면허 소지자 비율은 매년 30%내외로 증가하는 것을 볼 수 있다(경찰청, 1996). 따라서 내수용 승용차를 설계할 때 사용자 범위의 다양성을 감안해야 함은 당연함에도 불구하고 실제로 그 범위가 한정되어 있어 체형이나 연령 그리고 성별 면에서 내수용 승용차의 규격이 적합하지 않은 점을 많이 찾을 수 있다. Hudgens, Billingsley(1978)은 모든 인간공학의 연구에서 성별은 매우 중요한 요인이 된다고 하였다. 또한 성별을 나누어서 Driving Simulator에 앉힌 뒤 반응이나 운전 습성을 알아보는 실험에서 성별에 따라서 그 습성이나 반응이 현저하게 차이가 난다는 결과도 있었다(R. E. Hagen, 1978). 또한 국내 모 자동차 회사의 소형, 준중형, 중형 승용차에 앉힌 5퍼센타일의 여성 운전자를 모델링하여 분석한 연구에서는 각종 제어기까지의 거리는 너무 멀고 의자좌판은 너무 길어서

운전하는데 불편함이 많다는 결과가 나왔다(신원경, 정성재, 박민용, 1997). 따라서 본 연구에서는 승용차의 다양한 사용자 범위를 고려하여 각각의 성별과 체형에 따라서 운전하기에 적합한 자동차 규격을 제시하고자 한다.

## 2. 연구절차

### 2.1 설문조사

본 연구에서는 현재 시판중인 내수용 승용차가 남성 운전자보다는 키가 작은 여성 운전자에게 더욱 부적합하다는 기존의 연구결과(신원경, 정성재, 박민용, 1997)에 의해서 다양한 사용자 범위 중 일차적으로 여성 운전자에게 초점을 맞추어 연구를 하였다. 여러 가지 규격간의 거리와 편안함을 느끼게 하는 시트를 평가하는 주관적 접근 방법들이 많이 사용되어 왔다(Shackel et al. 1969, Oliver 1970, Habsburg and Middendorf, 1977, Drury and Coury, 1982). 또한 Corlet 과 Bishop(1976)은 피실험자에게 불편함을 느끼는 신체 부위에 등급을 매기거나 비율을 주도록 하는 불편함에 초점을 두는 것이 더 좋은 방법이라고 하였다. 따라서 본 연구에서는 여성 운전자들의 규격간의 거리 또는 그 밖의 운전에서 오는 여러 가지 불편한 점을 설문지로 조사하여 그 주관적 불편감을 조사해보았다. 설문지 내용에는 연령과 신장, 체중, 운전경력, 차 소유여부와 소유차종등을 기본으로 물어보았고, 각종 규격에 대해서는 가속 페달과 제동페달, 핸들, 기어, 사이드미러, 룸미러, 시야, 헤드라이트, 안전벨트, 시트규격을 사용하는 데 있어서의 불편사항과 키작은 여성에게 전반적으로 자동차 규격이 불편하게 설계되었다고 느끼는 것에 관한 질문과 여성을 고려한 자동차 설계가 필요한지의 여부에 관해서 조사하였다.

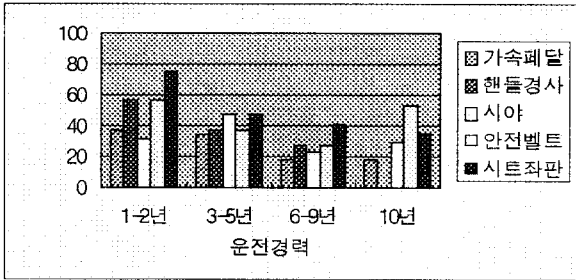
#### 2.1.1 설문분석 및 결과

본 설문은 여성 운전자 87명을 대상으로 실시되었다. 설문 대상의 연령은 20세-55세(평균 35.0235세)이고, 신장은 150cm-172cm(평균 160.3721cm)이며 운전경력은 1년-18년(평균 6.1609년)이다. 설문지의 문항은 불편감을 느끼니까, 안느낀니까의 2척도로 나누어져 있고 그 후 불편감을 느낀다고 한 사람들에게는 그 불편정도를 조금 느낀다, 느낀다, 매우 느낀다의 3점 척도로 나누어서 조사하였다. 설문의 분석은 운전경력별, 신장별, 소유하고 있는 차종별, 연령별의 4가지로 되었다. 여성 운전자 87명에 대한 기본 정보가 <표 1>에 제시되어 있다.

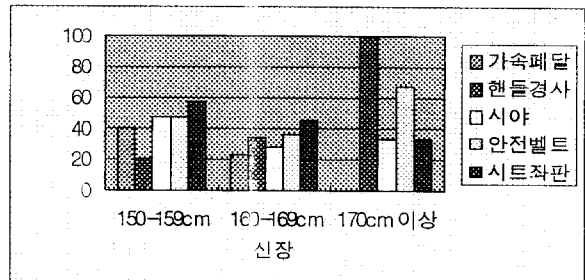
<표 1> 설문 응답자의 기본 정보

연령		운전경력		신장	
20대	40명	1-2년	16명	150-159cm	30명
30대	16명	3-5년	32명	160-169cm	53명
40대	15명	6-9년	22명	170cm 이상	3명
50대	14명	10년이상	17명		
무응답	2명			무응답	1명

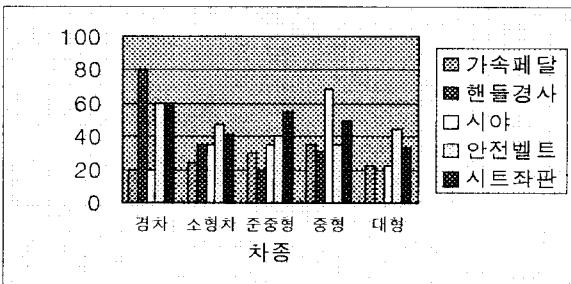
승용차 규격에 관한 14가지의 질문을 하였고, 2가지의 일반적인 질문을 하였다. 14가지에 대한 각각의 불편도가 나왔다. 그 중 중요하다고 생각되는 5가지 만을 예로 들어서 그 결과를 보면 다음의 <그림 1> 부터 <그림 4>와 같다.



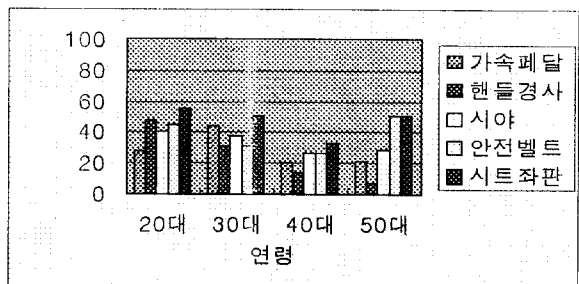
<그림 1> 운전경력별 불편비율



<그림 2> 신장별 불편비율

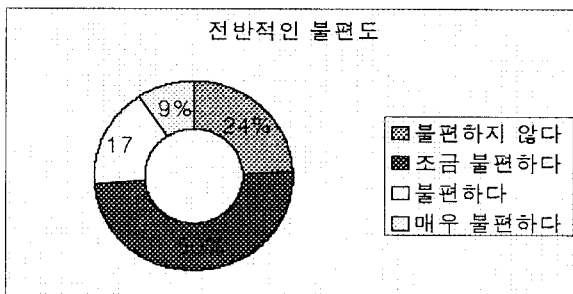


<그림 3> 차종별 불편비율



<그림 4> 연령별 불편비율

운전경력별 불편비율은 경력이 낮을수록 규격에 대한 불편함을 많이 보였고, 전반적으로 시트 좌판의 규격에 관하여 불편함을 많이 나타내었다. 신장별 불편비율을 보면 150-159cm의 작은 신장을 가진 응답자가 160-169cm의 신장을 가진 응답자에 비해서 불편비율이 높은 것을 볼 수 있다. 또 키가 170cm



<그림 5> 승용차 규격의 전반적인 불편비율

이상인 응답자는 핸들이 다리에 걸리는 이유로 핸들경사의 규격이 불편하다고 모두 응답하였다. 차종별로 나뉘어진 불편비율을 보면 전반적으로 소형차에서 불편함을 많이 나타내었고, 연령별로 보면 20, 30대에서 승용차 규격에 관한 불편함을 많이 나타내었다. 또한 승용차 규격의 전반적인 불편비율을 보면 <그림 5>와 같이 설문지 응답자의 76%가 전반적으로 불편하게 설계되었다고 답했을 수 있다.

## 2.2 한국인 인체와 내수용 승용차 내부규격의 적합성

내수용 승용차중 소형, 준중형, 중형차에 한국인 여자 5퍼센타일을 앉혀서 적합성 여부를 분석해 본

결과 소형차일 경우, H-point에서부터 가속페달까지의 거리는 80.911mm가 부족하고, H-point에서부터 가속페달까지의 높이 또한 94.911mm, 볼륨제어기까지는 211.265mm의 부족함을 보여주고 있다. 특히, 운전석 좌판의 깊이 같은 경우는 78.749mm의 차이를 보여서 여성 운전자들이 운전을 하게 될 경우 다리가 운전석 좌판에 걸리는 경우를 보이기도 한다. 따라서 엉덩이가 앞으로 빠진 상태에서 운전을 하거나, 방석 같은 보조도구를 이용하는 상태로 사용하는 것을 보게 된다(신원경, 정성재, 박민용, 1997). 준중형차 역시 같은 결과를 볼 수 있는데 H-point에서부터 가속 페달까지의 거리는 96.163mm, H-point에서부터 가속 페달까지의 높이는 48.924mm, 운전석 좌판 깊이는 192.837mm의 차이를 보이고 있다. 중형차 또한 자동차 규격과 한국인 인체 치수가 맞지 않는 것을 볼 수 있는데, 따라서 본 논문에서는 한국인 인체 데이터에 맞는 규격 개선안을 제시하고자 한다.

### 2.3 개선안을 위한 모델링

키 작은 여성에게 규격이 맞지 않는다는 기존의 연구(신원경, 정성재, 박민용, 1997)에서의 객관적인 검증과 앞서 설문의 주관적인 연구로 현재 국내의 승용차는 우리나라 국민의 다양한 사용자 범위를 만족시키지 않는다는 것을 추론할 수 있다. 미국의 경우에는 회사별로 표준인간을 사용하였으나 자동차의 사용집단이 같으므로 1961년에 SAE 마네킨 소위원회를 조직, 1962년에 SAE 2차원 마네킨을 정하게 되어 미국의 자동차 회사는 1963년부터 이를 자동차 설계의 기본 모형으로 사용하고 있다. 일본에서도 1967년에 J-SAE 3DM을 정하여 사용하고 있다. 우리나라에서는 KS 규정에 따라 자동차용 실내치수 측정용 인체모형(3dm-km50)이 제정되었으나 국내 자동차 회사에서는 거의 사용하지 않고 있다. 게다가 회사간에 합의된 기준모형이 있는 것도 아니기 때문에 회사들은 제각기 자체적인 실험을 통해 기준을 마련, 자동차 제작에 이용하고 있다. 그러나 기준을 삼을 만한 이론 정립이 되어 있지 않기 때문에 외국의 기준 모형에 많이 의존하고 있는 실정이다. 한국인의 경우 서양인에 비하여 상지와 하지의 비가 현격히 다르므로 미국인 데이터를 기준으로 설계할 경우 한국인이 편안한 운전자세를 취하기가 어렵다. 실제로 신용탁 등(1997)의 연구를 보면 한국인은 구미인에 비해 하지가 짧고 상지가 길어 Hip의 위치는 상대적으로 앞쪽 위로 오며 Eyellipse 위치의 차이는 H-point의 위치 차이에 비해 그 값이 적어 상지를 뒤로 젖히는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 또한 편안한 자세를 유지하기 위해 신장이 큰 사람일수록 H-point가 뒤로 가며, Steering Wheel, Gear의 조작과 시야의 확보를 위해서 상체를 앞으로 세우는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 따라서 본 논문에서는 한국인 운전자를 대상으로 하는 Seating Packaging에서 외국의 자료를 그대로 수용하는데에 문제가 있다고 보고 한국인 신체 데이터를 이용한 승용차 내부규격 개선의 기초연구를 하였다. 기존 문헌을 보면 해부학적 범위나 기타 체압분포 또는 근전도 측정 등 몇몇의 객관적 데이터를 근거로 하여 최적 자세를 구한 후 그 자세에 적합한 규격 데이터를 구하고 있다. 그러나 그 자세 역시 외국인 데이터를 기초로 하여 만들어진 것이기 때문에 체질이 나, 상·하지의 비율이 다른 우리나라 인체 데이터와 맞다고 볼 수 없다. 따라서 본 논문에서는 운전자의 연령별, 운전경력별, 운전환경별, 성별로 구분한 운전 습성을 통하여 선호하는 자세를 분석하고 그것에 따른 최적 자세와 승용차 규격을 제안하려고 한다. 본 연구에서는 우선 많은 규격 개선치 중 운전

석에 관해서 한국인 데이터를 도입하였다. 개선치 제안을 위하여 3차원 인체 모델링 도구인 SAFEWORK으로 한국인 마네킨을 모델링 하였다. Grandjean(1980)이 제안한 운전석 모델링을 위한 필요규격은 다음의 <표 2>와 같다.

<표 2> 좌석 모델링을 위한 인체 필요 치수

cushion size	length	5th female의 Butt-Pop L
	breadth	95th female의 hip breadth
back size	height	5th female의 shoulder height
	breadth	95th male의 torso breadth

SAFEWORK에서는 각 체절을 퍼센타일별로 다르게 모델링할 수 있는 장점이 있기에 필요한 치수를 통합하여 동시에 가지고 있는 마네킨을 모델링하여 개선안을 제시하였다. SAFEWORK은 고정적인 데이터만을 보는 것이 아니라 기능적인 인체 측정까지 가능하기 때문에 SAFEWORK으로 모델링된 마네킨 데이터를 이용해서 그 한국인에 맞는 자동차 주요 내부 규격의 치수를 구해보았다. 그 데이터를 보면 운전석 설계를 위한 인체 데이터만 해도 우리나라 인체 데이터와 외국의 인체 데이터가 현저하게 차이를 다음의 <표 3>으로 볼 수 있다.

<표 3> 제안된 우리나라의 좌석 규격치와 외국데이터와의 비교

단위(mm)

		우리나라	외국
cushion size	length	437.797	440
	breadth	408.268	432
back size	height	588.759	509
	breadth	440.472	535

### 3. 결론 및 토의

본 연구는 우리나라 신체 치수자료를 이용하여 성별, 체형을 고려한 자동차 설계 개선안에 관한 기초연구이다. 우선 간단하게나마 객관적인 검증과 설문지를 통한 주관적인 검증을 마쳐서 승용차 규격 개선 여부를 밝히었고, 거기에 맞추어 간단한 모델링을 통하여 우리나라 데이터와 외국 데이터와의 차이점도 검증해 보았다. 이 연구를 통하여 다시 한번 자동차 규격 개선의 필요성을 알게 되었고, 이 연구를 토대로 추후 더욱 여러 방면의 주관적, 객관적 분석을 해야 할 것이다. 또한 운전자의 시야부분과 내부규격에 대한 reach envelope, 그리고 근육지지에 대한 시트의 특성들을 고려해서 종합적이고 체계적으로 한국인의 주관적, 객관적인 선호 안락 자세를 수치화할 것이다. 그리하여 다양한 범위의 운전자의 행동특성이나 체형등을 고려하여 될 수 있는 한 모든 운전자가 자신이 선호하는 자세로 앉아서 승용

차의 여러 규격을 편안하게 작동시킬 수 있는 승용차가 개발된다면 많은 운전자들의 안전과 편의성을 도모할 수 있을 것이고, 또한 크게 보면 국외적으로 그 절차를 이용하여 개선의 여지를 밝힐 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 교통사고통계, 경찰청, 1996
2. 김원식, 박세진, 이정우, 허윤숙, SAFEWORk을 이용한 쾌적한 운전좌석 설계 연구, 대한인간공학회 추계학술대회 논문집, 1997
3. 남윤의, 박세진, 이영신, 자동차 운전석의 주관적 안락감 평가에 관한 연구, 한국경영과학회/대한공업공학회 춘계공동학술대회 논문집, 1997
4. 신용탁, 임성현, 정의승, 전영호, 기도형, 박종대, 미국인과 한국인의 운전자세 비교, 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, 1997
5. 신원경, 정성재, 박민용, 한국인 인체 측정 데이터를 이용한 내수용 승용차 내부 설계 평가 및 개선에 대한 연구, 대한인간공학회 추계학술대회 논문집, 1997
6. 이상규, 박우진, 정의승, 기도형, 최재호, 박성준, 운전석 위치에 따른 운전자의 지각 불편도 평가, 대한인간공학회 추계학술대회 논문집, 1997
7. Peacock, B and Karwowski, W, Automotive Ergonomics. Taylor Francis. 1993.
8. Habsburg, S. And Middendorf, L., What really connects in seating comfort? Studies of correlates of static comfort, SAE Paper, 77024, 1977
9. Herbert M.Reynolds, Khaldoun Rayes, Maria Eppler, Douglas Neal, and Robert Kerr, Development of a Vehicle Laboratory to Investigate Driver Comfort from Physical Measurements, SAE paper, 960480, 1996
10. Hudgen G. A. , Billingsley P.A. Sex: The missing variable in human factors research, Human Factors, 1978
11. Ivan D. Brown, Driver fatigue, Human Factors, 1994
12. Jiro K., Tokio S., Development of Biomechanical Manikins for Measuring Seat Comfort SAE paper 720006, 1972
13. Judic, J.M., Cooper, J. A., Trucjot, P. Effgenterre, P. V. and Duchamp, R. More objectives tools for the integration of postural comfort in automotive seat design. SAE paper 930113, 1993
14. Lee J., Ferraiuolo. P., Seat comfort, SAE paper 930105, 1993
15. Roger E. Hagen, Sex differences in Driving Performance, Human factors, 1975