

A Study on Optimization of Outside Rear View Mirror Size

Byoungil Ko¹, Junyoub Shim¹

¹Advanced Engineering Design Team, Ssang Yong Motor Company, Pyeongtaek, 445-12

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to optimize the size of outside rear view mirror (OSRVM). **Background:** The size of outside mirror affects overall style, driver's forward visibility, aerodynamics, and wind noise. All of vehicle manufacturer have been studied to improve aerodynamic efficiency and vehicle style by optimizing the size of outside rearview mirror. **Method:** The height of outside rear view mirror is absolutely affected by SgRP(Seating Reference Point) and the width is affected by styling concept. It is considered that regional regulations and eye point by body types from 5%ile to 95%ile to optimize the height of outside mirror, that rearward visibility range through the right outside rear view mirror using virtual reality tool to optimize the width of outside rear view mirror in this study. **Results:** The area of outside mirror is reduced by 5.5 percent. **Application:** The results of this study might help to determine the size of outside rear view mirror.

Keywords: Outside Side Rear View Mirror, SgRP (Seating Reference Point), Eye Point, Belt Line, RAMSIS, Virtual Reality Tool

1. Introduction

실외 후사경 (OSRVM, Out Side Rear View Mirror)은 차량의 안전운행과 직결된 외부 장착 물로서 운전자에게 후방 시계를 확보해 안전 및 편의를 제공하는 근본적인 기능뿐만 아니라 외부 미관 및 공기 저항, 풍절음(Wind Noise)과도 밀접한 관계를 가진다.

실외 후사경은 자동차 전체 면적에서 차지하는 면적이 3%도 되지 않지만 공기 저항에 미치는 영향이 크며 윈드 노이즈를 발생시키는 부분으로 실내 소음에 지대한 영향을 미친다.

타사의 연구 사례에서는 실외 후사경이 전체 항력 계수(Cd)에 미치는 영향이 약 6%에 해당한다고 밝혔다. 1)

그리고 실외 후사경의 하우징은 A-Pillar 하단에 위치하여 주행 및 코너링 시, 전방 시계를 방해하는 요인으로 작용한다.

이에 따라 모든 자동차 회사에서는 실외 후사경의 크기를 최소화하여 차량의 미관을 극대화 하고 공기 역학적 효율성을 높이고자 하는 시도를 끊임없이 하고 있다.

최근에 출품되는 컨셉카의 대부분은 실외 후사경의 크기를 대폭 축소하거나 거울 대신 카메라를 장착하였고 일부는 과감하게 실외 후사경을 제외하기

도 하였다.



Figure 1. Outside mirror trend in motor show

그리고 최근 '미국 자동차 제조 업체 연합'은 고속도로 교통 안전국(NHTSA) 측에 실외 후사경 대신 사이드 뷰 카메라를 장착 할 수 있도록 법 규정 개정을 요청하기도 하였다.

차량 디자인 트렌드와 기술력의 발전으로 실외 후사경이 가까운 미래에는 사라질 수도 있지만 아직까지는 운전 습관과 안정성 부분, 국민 인식 등 문화적인 한계가 존재하고 여전히 각 국에서 법규로 관리하는 부분 중 하나이므로 실외 후사경의 크기 및 형상의 최적화에 대한 연구는 시계성 평가 방법 및 유

동 해석 등 다양한 시도를 통해 연구 중에 있다.

실외 후사경의 형상에 영향을 미치는 요소는 법규, 디자인, 전방 시인성, 공기저항, 소음 및 진동 등이 있어 이를 종합적으로 고려하여 실외 후사경 장착 위치 및 크기, 형상에 대한 연구를 해야 하지만 본 연구에서는 실외 후사경의 사이즈에 대해서만 다루도록 한다.

실외 후사경의 사이즈에 영향을 미치는 법규와 후방 시계 폭을 분석하고 당사 차량 중 하나를 선정하여 실외 후사경 크기를 최소화 하는데 그 목적이 있다.

2. Method

실외 후사경은 안전과 밀접한 관련이 있는 부분으로 각 국가의 후방 시계 범위에 관한 법규 조건을 기본적으로 만족해야 한다.

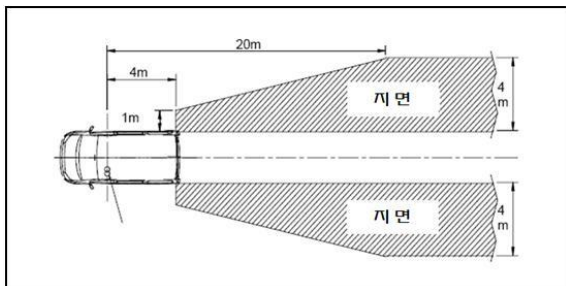


Figure 2. Schematic of regulation of rearward visibility range through outside rearview mirror

일반적으로 유럽의 실외 후사경 범위 법규가 타 지역 법규에 비해 가혹한 조건이며 국내도 2014년 1월 1일부터 법규 조화로 인해 유럽과 동일한 기준으로 후방 시계 범위를 만족해야 한다.

실외 후사경의 후방 시계 범위 법규는 아래와 같다.

- 1) 운전자의 시계점에서 20m 연장된 위치에 수평이고 평탄한 폭 4m의 노면을 볼 수 있는 시야를 운전자에게 제공해야 한다.
- 2) 운전자의 시계점을 지나는 수직 평면의 4m 뒤에서부터 차량의 최 외곽에 있는 지점을 지나는 평면 사이에서 1m 폭의 도로를 볼 수 있어야 한다.

Table 1. The regional regulation of rearward visibility range through outside rearview mirror

	Limit 1	Width 1	Limit 2	Width 2
Domestic	20m	4m	4m	1m
EEC /ECE	20m	4m	4m	1m
FMVSS	10.7m	2.4m	-	-

실외 후사경의 높이와 너비를 후방 시계 법규를 만족하는 범위 내에서 최소화하기 위한 인자를 분석하고자 한다.

2.1 Analysis of affect factor on mirror height

실외 후사경의 높이를 결정하는 주요 인자로는 착좌 기준점(SgRP, Seating Reference Point)의 높이가 가장 큰 영향을 미친다. 착좌 기준점이 높아지면 상대적으로 운전 시계점도 지면에서 높아지게 되어 미러의 높이가 커지게 된다.

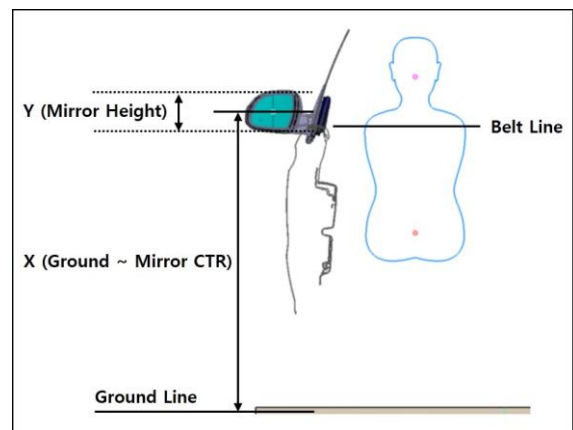


Figure 3. Mirror height by distance between mirror center and ground

Table 2. The height of outside mirror by distance between mirror center to ground

Car	미러중심 ~ 지면 (X)	미러 높이 (Y)
i10	1018	123
A Class	1000	120
i30	1012	121
Meriva	1046	120
A3	1000	115
Sportage R	1205	140
C Max	1067	128
Countryman	1050	116
X1	1090	141
X5	1221	137
Tiguan	1115	127
XC60	1165	136
K/Turismo	1235	150
Vito	1252	150
Grand Cherokee	1225	146
Evoque	1210	144
Touran	1075	120
Amarok	1303	165

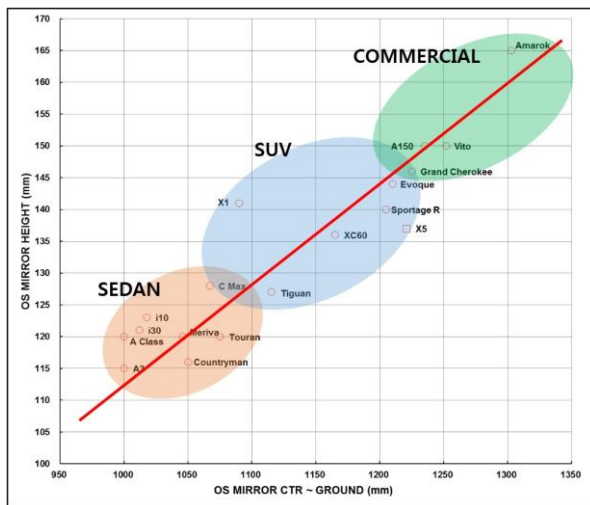


Figure 4. Outside mirror height by vehicle types

차량 타입에 따른 미러 높이

- 1) Sedan : 115mm ~ 130mm
- 2) SUV : 125mm ~ 155mm
- 3) Commercial Vehicle: 150mm 이상

Figure 4의 그래프에서 나타나는 바와 같이 Sedan 형태의 착좌 기준점이 낮은 차량은 전고가 낮고 벨트 라인(Belt Line) ~ 지면 사이의 높이가 작아 실외 후사경의 장착 위치가 지면과 가까워 실외 후사경의 높이가 작으며 SUV 및 승합차처럼 착좌 기준점이 높은 차량은 반대로 실외 후사경의 높이가 큰 경향을 보인다.

그래서 설계 초기 단계에서부터 실외 후사경의 높이를 축소하기 위해서는 착좌 기준점을 낮추고 벨트 라인을 낮게 가져가는 방향으로 진행해야 하나 이는 차량 컨셉과 디자인 방향성에서 결정되는 부분으로 이를 전체적으로 고려하여 실외 후사경의 위치를 결정 하여야 한다.

착좌 기준점을 변경 불가능한 양산 차량의 경우 실외 후사경의 높이를 축소하기 위해서는 실외 후사경과 지면과의 거리를 축소하는 것이 한 방법이 될 수 있다.

이는 법규와 관련된 사항으로 실외 후사경과 지면 간의 거리가 높으면 법규를 만족해야 하는 범위가 커져 미러 높이가 커져야 한다. 반대로, 실외 후사경과 지면 간의 거리가 낮으면 법규를 만족해야 하는 범위가 작아져 미러의 높이가 작아진다.

실외 후사경과 지면간의 높이를 축소하기 위해서는 하우징을 지면 방향으로 내려야 하는데 그 양은 체형에 제약을 받는다.

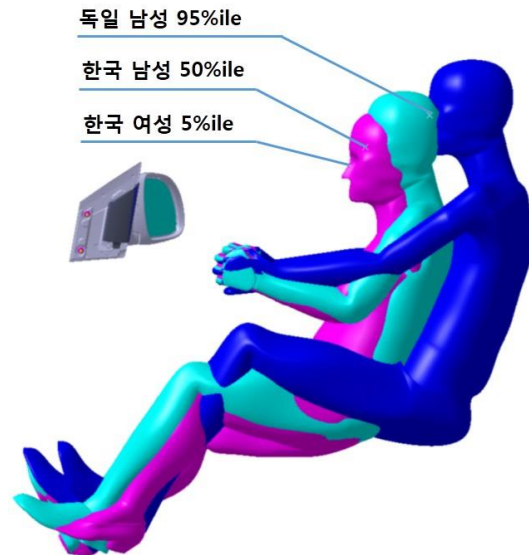


Figure 5. Location of eye points according to driver's body types

실내 패키지 설계에서 고려하는 가장 작은 체형인

한국 여성 5%ile부터 가장 큰 체형인 독일 남성 95%ile의 시계점을 추출하여 벨트라인에 의해 실외 후사경이 얼마만큼 가리는가를 평가하여야 한다.

실외 후사경 하우징의 하향 이동량이 클 경우 여성 5%ile과 같이 작은 체형의 운전자는 벨트 라인에 의해 가림이 발생 할 수 있다.

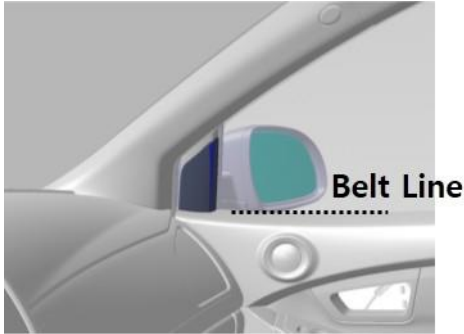


Figure 6. Outside mirror obstruction by beltline

2.2 Analysis of affect factor on mirror width

실외 후사경의 너비는 법규 범위 구간에서 높이에 비해 상대적으로 여유가 있고 차량 스타일에 의해 결정되는 부분이 크다.

하지만 실외 후사경의 너비가 좁으면 후방 시계 범위가 좁아져 간혹 뒤에서 오는 차량을 발견하지 못하는 위험한 상황이 발생 할 수도 있다.

적절한 너비에 대한 평가를 위해서 VR (Virtual Reality) Tool을 사용하여 가이드 라인을 제시한다.

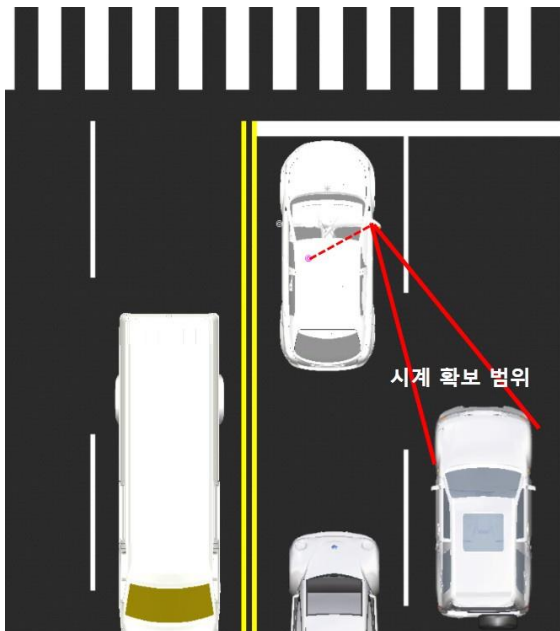


Figure 7. Rearward visibility analysis using VR tool

3. Results

실외 후사경의 크기를 결정하는 인자를 변경하여 당사 차량 중 하나를 선정하여 실외 후사경의 크기를 개선하고자 한다.

3.1 Optimize of mirror height

실외 후사경 하우징의 지면에서 높이를 변경해가면서 미러 높이의 변화량을 알아보았다. 오른쪽 실외 후사경이 운전자의 시계점에서 면쪽에 위치하고 있기 때문에 법규 만족에 불리하다. 따라서 높이 개선에 대한 분석은 오른쪽 실외 후사경을 기준으로 한다.

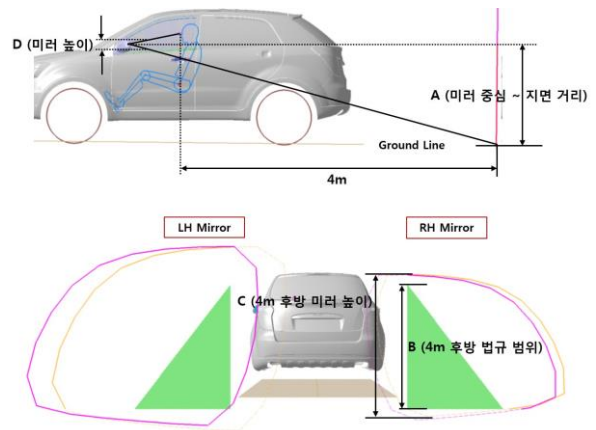


Figure 8. Schematic of regulation check by distance between mirror center and ground

Table 3. The height of outside mirror by distance between mirror center to ground

	-20Z	-15Z	-10Z	-5Z	0Z	+5Z	+10Z
A	1195.5	1200.5	1205.5	1210.5	1215.5	1220.5	1225.5
B	1266.7	1271.7	1276.7	1281.7	1286.7	1291.7	1296.7
C	1331.2	1336.3	1341.2	1346.2	1351.3	1356.4	1356.4
D	135.8	136.8	137.9	138.9	140.0	141.2	142.3

실외 후사경 ~ 지면 간 거리가 낮아짐에 따라 미러의 높이도 거의 선형적으로 변화함을 알 수 있다. A(미러 중심 ~ 지면 거리)를 5mm 낮춤으로 D(미러 높이)를 1mm 개선 할 수 있다.

선정된 당사 차량의 실외 후사경 하우징을 낮출 수 있는 높이는 5%ile 여성 체형 운전 시계점에서 평가한 결과 35mm까지 하향 이동이 가능하였다. 35mm 하향이동 결과 미러의 높이는 현재 140mm에서 133mm로 개선된다.

하지만 설계적인 관점에서 봤을 때 지면에서 실외 후사경의 높이를 낮추기 위해서는 근본적으로 미러 베이스를 낮춰야 가능하다.

3.2 Optimize of mirror width

VR Tool을 사용하여 실외 후사경의 너비를 축소해 가면서 후방에서 오는 차량의 가시 영역을 확인하였다.

후방에서 오는 차량은 전장 3,600mm 이내의 국내 경차로 선정하였고 그 위치는 B Pillar 앞으로 오면 사이드 글라스로 차량 확인 가능하므로 당사 선정 차량의 B Pillar 위치에 후방 차량의 범퍼 끝 단을 맞추고 평가를 실시 하였다.

실외 후사경의 폭에 따른 후방 가시영역을 단계별로 확인한 결과 15mm 축소 시 후방 차량의 후미가 거의 보이지 않았다.

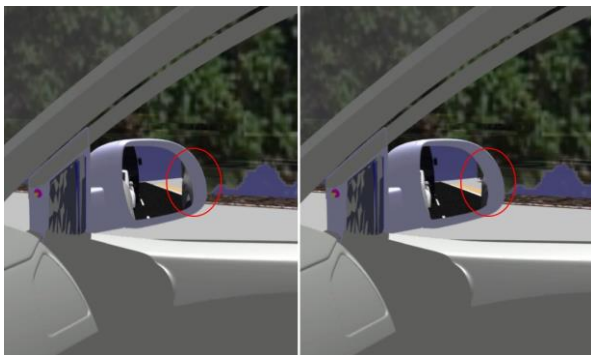


Figure 9. The annual numbers of papers published in the JESK

4. Conclusion

본 연구에서는 최종적으로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 실외 후사경의 높이를 결정하는 주요 인자로는 착좌 기준점의 높이가 가장 큰 영향을 미치나 착좌 기준점의 변경이 불가능한 양산 차량을 개선하기 위해서는 지면에서 실외 후사경의 높이를 최소화 하여야 한다.
- 2) 지면에서 실외 후사경의 높이를 최소화 하는 기준은 패키지에서 고려하는 작은 체형(여성 5%ile)의 시계점을 기준으로 벨트라인에 의해 실외 후사경 가림이 없을 때까지로 한정한다.
- 3) 실외 후사경과 지면 간의 거리에 따른 미러높이 축소량을 계산해 본 결과 실외 후사경의 중심에서 지면 간 거리를 5mm 낮춤으로 미러의 높이를 1mm 개선 할 수 있으며 선정된 당사 차량의 기준으로는 하우징의 높이를 35mm 낮춤으로서, 미러의 높이를 현재 140mm에서 133mm로 개선 할 수 있었다.
- 4) VR Tool을 활용하여 후방에서 오는 차량의 가시 영역을 확보하는 수준에서 실외 후사경의 너비를 축소해 보았으며 선정된 당사 차량은 현재 180mm에서 165mm로 개선 할 수 있었다.
- 5) 선정된 당사 차량의 개선 결과는 현재 대비 5.5%의 면적이 개선되었다.
- 6) 실외 후사경의 높이를 낮추기 위해서는 설계적으로 미러 베이스면의 위치를 낮추어야 가능하나 본 연구에서는 미러 베이스 면을 낮출 수 있는 설계 범위를 고려하지 않았다. 차종별 실외 후사경의 높이를 낮출 수 있는 설계 가능 범위를 고려하는 것이 선행되어야 한다.

References

- Dong-Ho Lee, "Study on the Influence of Wheel Arches, Wheels, and Side Mirrors on Aerodynamic Performance of a Fast Cruising Passenger Car", Transactions of KSAE, Vol. 20, No.5, Pages 26 - 35, 2012.
- Karhu, O., Kansu, P. and Kuorinka, I., Correcting working postures in industry: a practical method for analysis, *Applied Ergonomics*, 8(4), 199-201, 1977.
- Hyun Wook Han, "A Study on the Optimized OSRVM Configuration for Improvement of Car Performance" KASE, KASE Annual

Conference, 2011.

Yongho Cho, "Optimized design of A-pillar obstruction Angle for Driver's field of vision", KSAE, Page 1219 – 1225, 2008.

Il-moon Son, "A review : Studies on Automotive Ergonomics in Korea", KSAE07-Y0011, Page 114 – 128, 2007.

Directive 2003/91/EC of the European parliament and of the council, on the approximation of the laws of the Member States relating to the type-approval of devices for indirect vision and of vehicles equipped with these devices, amending Directive 70/156/EEC and repealing Directive 71/127/EEC, EEC, 2007

FMVSS 111 (49 CFR PART 571), Rearview mirrors F.R. Vol. 77 No. 4 , 2012.

Author listings

Byoungil Ko: Byoungil.ko@smotor.com

Highest degree: master, Department of mechanical engineering,
Pusan National University

Position title: Assistant Research Engineer, Advanced Engineering Design
Team, Ssangyong Motor Company, Pyeongtaek

Areas of interest: Human Factors in vehicle interior

Junyoub Shim: Junyoub.shim@smotor.com

Highest degree: bachelor, Department of mechanical engineering,
Yeungnam University

Position title: Principal Research Engineer, Advanced Engineering Design
Team, Ssangyong Motor Company, Pyeongtaek

Areas of interest: Human Factors in vehicle interior