

자동차용 제동등을 위한 FISH-EYE OPTIC 설계에 관한 연구

A Study on the Design of Fish-Eye Optic for Automotive Stop Light

임 지 만*, 이 정 환**, 서 명 원***
Ji-Man Lim, Jung-Hwan Lee, Myung-Won Suh

ABSTRACT

The most important thing to be considered in designing stop lamps for automobiles is to satisfy the photometric requirement in various countries and achieve the equal image. To meet these requirements, parabolic reflector and fish-eye optics has been widely applied. The form of the embodied optic is most important in satisfying the photometric requirement and achieving the equal image because the impact of fish-eye optic is decisive.

In this study, a series of researches has been performed to optimize of the fish-eye optic by analyzing beam pattern through the photometric simulation based on CATIA program. The optimized results have been shown to meet the various photometric requirements including non dazzling condition considering the following car.

The methodology of this study is expected to influence the development procedure of light system. The time and cost for the system development would be greatly saved by using this simulation technique.

주요기술용어 : Cd(칸델라), Lm(광속), Lx(룩스), Light Emitting Diode(발광 다이오드), Neon(네온), Floot Lambert(휘도)

1. 서 론

자동차에 사용되는 등화는 그 기능에 따라 크

* 정희원, 대우자동차

** 정희원, 성균관대학교 기계설계 대학원

*** 정희원, 성균관대학교 기계공학부

게 두 가지로 분류할 수 있는데, 하나는 차량의 진행방향을 비춰줌으로써 차량의 운행에 직접적인 도움을 주는 조명등과 차량의 주변을 운행하는 다른 차량에게 적절한 신호를 보냄으로써 차량 상호간 의사소통의 의미를 지니는 신호등이다. 조명등에는 전조등(head lamp), 안개등(fog lamp), 후진등(back up lamp)등이 이에 속하며,

신호등은 미등(tail lamp), 방향지시등(turn signal lamp), 제동등(stop lamp)등이 이에 속한다. 또 등화는 아니지만 후방에서 오는 빛을 되 반사시켜 차량의 위치를 인식하게 하는 후부반사기(reflex reflector)등도 자동차에 장착되는 등화의 종류에 속한다.

그 중에서도 자동차의 신호등은 필수 불가결한 기능적 부품임과 동시에 자동차의 외관에서 중요한 부분을 차지하고 있다. 낮게 바닥에 깔리는 차량의 디자인은 이제 필수적인 것이 되었기 때문에 등화장치의 설계는 더욱 제약을 받고 있다. 또한 승객의 안락한 거주와 편리를 위해 자동차의 실내는 넓어지고 트렁크의 용량은 커지게 되었으므로 등화장치의 크기는 축소되고 경사각은 커지고 있다.

더구나 이미 세계적으로 생산능력이 소비능력을 훨씬 초과함으로써 국내외에서의 자동차산업은 전쟁이라고 해도 무방할 만큼 치열해 지고 있다. 따라서 자동차용 신호등은 그 기능적 부분보다 외관을 장식하는 개념으로써의 역할이 점점 더 커지고 있기 때문에 주어진 배광법규를 만족해야 하는 것은 물론이거니와 차량의 외관에 대한 소비자들의 기호까지도 만족시켜야 하는 상황에 이르렀다. 이러한 일련의 제약조건들은 자동차용 신호등을 설계하는데 있어서 보다 신중한 고려가 필요하다는 것을 증명하고 있다.

차량에 장착되는 신호등 중에서 차량이 정지했거나 정지할 예정임을 알리는 제동등은 그것이 직접 자동차의 안전과 직결된다는 점에서 매우 중요하므로 유럽이나 북미등의 자동차 선진국가에서는 주 제동등뿐만 아니라 보조제동등까지 설치하도록 의무화하여 법으로 제정되어 있다. 특히 야간에 발생하는 교통사고는 음주운전 및 과속의 요인뿐만 아니라 운전자의 시인성이 저하되어 발생하는 것으로, 주간에 발생하는 사고보다 더욱 치명적이어서 사회적 문제가 되고 있는 것이 현실이다.

따라서 적절하게 설계된 제동등이란 1. 뒤따라 오는 차량이 여하한 기후조건에도 인식할 수 있

도록 충분한 밝기를 유지하여야 하고 2. 뒤따라 오는 차량의 운전자에게 눈부심을 유발시켜 피로감을 느끼게 하지 않아야 하며 3. 차량의 전체적인 스타일 디자인에 영향을 주지 않아야 한다.

그러나 최근에 국내에 선보인 차량들에 장착된 제동등의 경우, 강한 광도값을 갖는데는 성공했으나, 적절치 못한 배광형태를 가짐으로써 뒤따라가는 차량의 시야를 방해하여 후방의 운전자에게 본의 아니게 피해를 주는 경우가 빈번하였다. 따라서 최소의 크기로 법규에 규제되어 있는 광도값을 만족시키면서 균일한 배광형태를 갖는 제동등의 제작에 대한 연구는 필수적인 것이 되었다.

본 연구에서는 일반적으로 제동등에 많이 이용되는 어안렌즈(Fish-eye optic)를 이용하여 다음과 같은 연구를 수행하였다.

먼저 어안렌즈를 사용하는 자동차용 제동등들의 일반적인 구조를 이해하고, 포물면 반사경(parabolic reflector)과 어안렌즈를 이용한 등화장치의 설계에 대해 이론적인 고찰을 하기로 한다. 또한, 제동등이 만족하여야 하는 각 국의 배광법규와 뒤따라오는 운전자의 눈부심을 방지하기 위한 균일한 배광형태에 대해 고찰하고 렌즈(Lens), 반사경(Reflector), 광원(Bulb)으로 이루어진 제동등의 가장 기초적인 분석 모델을 설정하여 CATIA 시스템을 기본으로 배광 시뮬레이션 프로그램을 구성한다. 1차 배광 시뮬레이션 결과를 분석하여 각 국의 요구광도값을 만족하는지 여부와 균일한 배광형태를 갖는지를 판단하고 만족치 못한 결과가 나온다면 배광특성에 영향을 미치는 여러 가지 변수값들을 재 설정하여 모델링한 다음 다시 2차 배광 시뮬레이션을 수행한다. 이와 같은 일련의 과정을 만족할 만한 결과를 얻을 때까지 반복하여 최종적인 결과가 얻어지면 최적화된 어안렌즈의 형태를 기초로 하여 제품설계와 금형제작에 들어가게 된다. 이러한 과정을 순서도로 나타내면 Fig. 1과 같다.

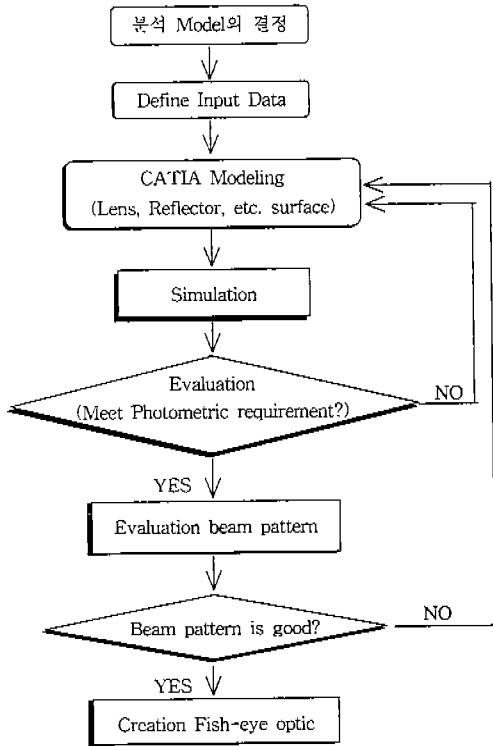


Fig. 1 Flow chart for fish-eye optic design

2. 어안렌즈의 설계

2.1 제동등(Stop Lamp)의 기본구조

일반적인 제동등은 전구(Bulb), 반사경(Reflector), 렌즈(Lens)로 구성되어 있는데, 전구는 전압을 받아 이를 빛으로 변환시키는 광원의 역할을 하며 반사경은 광원으로부터 빛을 받아 이를 평행광으로 변환시켜주는 역할을 한다. 렌즈는 반사경으로부터 반사된 빛을 굴절, 확산시켜 좁은 면적에서 생성된 빛을 넓은 방향으로 내 보낸다. Fig. 2는 어안렌즈를 이용한 램프의 전형적인 구조를 보여준다.

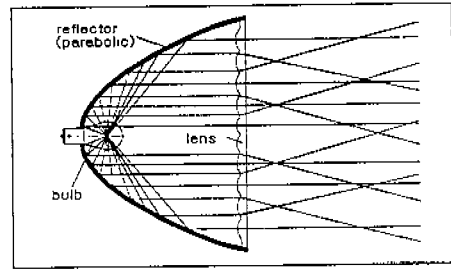


Fig. 2 General structure of lamp with fish-eye optic

Fig. 2와 같이 구성된 광학계는 포물면으로 형성된 반사기를 갖춰야 하므로 날로 슬림(Slim)화되어가는 차량의 스타일을 충실히 반영하지 못하는 경우가 많기 때문에 고가의 차량에는 잘 적용되지 않으나 제작비용이 매우 저렴하고 제작이 손쉬워 개발기간을 단축시킬 수 있는 큰 장점이 있기 때문에 저가로 대량생산하여야 하는 대중적인 차량에는 매우 널리 이용되고 있다.

회전포물면의 초점에서 나오는 광선은 포물면 반사기의 표면에서 반사되어 평행광선이 된다. 포물면 반사기의 전면에는 곡부적인 곡률을 갖는 어안렌즈를 설정하여 광속을 제어, 각종 배광특성을 갖게 할 수 있다.

광학기구의 설계는 빛이 렌즈의 표면에서 굴절되는 각도를 원하는 방향으로 통제하여 각 측정 포인트에 요구되는 광도값을 만족시키는 것이므로 렌즈소자의 형상을 이에 맞게 결정하여야 한다. 통상적으로 렌즈소자를 통과하는 광속은 확산각도에 의해 확산되는 것이므로 렌즈소자의 형상을 요구배광에 상응하게 결정하지 않으면 안 된다. 만약 렌즈소자의 곡률반경이 어느 정도이하로 작으면 렌즈소자의 중앙부에 비해 주변부를 통과하는 광속의 굴절각이 급속하게 커지기 때문에 균일한 광속분포가 되지 못한다. 렌즈소자의 적절한 곡률반경을 정하기 위해 Fig. 3과 같이 임의의 확산각 i 에 대해 곡률 R 을 구하는 식을 도입한다.

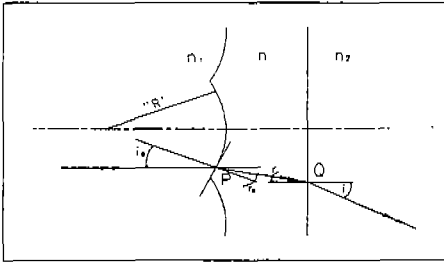


Fig. 3 Control of beam using fish-eye lens fraction

점 P에서의 굴절에 대해 Snell's Law를 적용하면

$$\sin r_0 = \frac{n_1}{n} \sin i_0 \quad (1)$$

여기서 r_0 는 1차 경계면에서 굴절광과 법선이 이루는 각이고, n_1, n, n_2 는 각 매질의 굴절율, i_0 는 1차 경계면에서 입사광과 법선이 이루는 각을 의미한다.

다음 점 Q에 있어서도 마찬가지로 Snell's Law를 적용하면

$$\sin r = \frac{n_2}{n} \sin i \quad (2)$$

여기서 r 은 2차 경계면에서 입사광과 법선이 이루는 각이며 i 는 2차 경계면에서 굴절광과 법선이 이루는 각이다.

또, $r + r_0 = i_0$ 이므로

$$\sin r_0 = \sin(i_0 - r) = \sin i_0 \cos r - \cos i_0 \sin r \quad (3)$$

$\cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r}$ 에 식(2)을 대입하면

$$\cos r = \frac{\sqrt{(n^2 - n_2^2 \sin^2 i)}}{n} \quad (4)$$

식(1)에 식(3)과 식(4)을 대입하면

$$n_1 \sin i_0 = \sin i_0 \sqrt{n^2 - n_2^2 \sin^2 i} - \cos i_0 n_2 \sin i \quad (5)$$

이다. 여기서 매질 I, II는 공기이므로

$$n_1 = n_2 = 1$$

따라서 식(5)은 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\sin i_0 (\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - 1) = \cos i_0 \sin i$$

정리하면

$$\sin i_0 = \frac{\sin i}{\sqrt{(n^2 + 1) - 2\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}} \quad (6)$$

여기서 소자의 폭을 d 라고 하고 소자의 곡률 반경을 R 이라하면

$$\sin i_0 = \frac{d}{2R}$$

이 되고 이를 식(6)에 대입하면

$$R = \frac{d}{2\sin i} \sqrt{(n^2 + 1) - 2\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} \quad (7)$$

이와 같이 임의의 확산각 i 에 대해 렌즈소자의 곡률반경 R 을 구할 수 있다.

2.2 자동차용 제동등의 요구조건

자동차에 장착되는 각종 등화장치들은 각 국가 또는 지역별 특성에 맞게 제작된 범규의 규제를 받는다. 범규에는 등화의 장착위치, 수량, 색깔 등에 대해 규제하고 있으며 필요에 따라 보다 자세하게 규제되어 있기도 하다. 그 중 대표적인 것이 유럽의 각 국가에 적용되고 있는 ECE(The Economic Commission of Europe) Regulation과 북미에 적용되고 있는 FMVSS(Federal Motor Vehicle Safety Standards)이다. ECE는 1958년에 창설되어 스위스의 제네바에 본부를 두고 차량 및 부품의 시험과 승인업무를 관장하는 국제기관이며 FMVSS는 미국내의 자동차 관련 법규를 의미한다.⁽¹⁾ 우리나라와 일본은 자국내에 자동차 관련 법규를 별도로 제정하여 자동차 제작자가 승인을 받도록 규제되어 있다. 본 연구에서는 ECE, FMVSS에 규제되어 있는 배광성능과 국내 및 일본의 경우를 비교하여

이들 모두를 만족하도록 어안렌즈를 설계하고자 한다.

국내의 경우 자동차 안전기준에 관한 규칙 제 43조⁽²⁾, 일본의 경우 JIS D 제 5500조, 유럽의 경우 ECE regulation 76/758, 북미의 경우 FMVSS 108에 각각 제동등의 요구광도가 규정되어 있으며 이를 정리하면 Table 1과 같다. 단, 표에서 측정점의 단위는 도(°)이고 U/D는 광원의 초점에서 상하방향이며, L, R은 광원의 초점에서 좌우방향을 나타내며 H, V는 각각 광원의 수평과 수직 중심축을 나타낸다.

Table 1 Photometric requirement

PHOTOMETRIC TEST-VALUES(cd)									
Test points		KOREA min/max		EU		NA		JAPAN	
10 U/D	10 L	-	-	-	-	-	-	10	-
	5 L	16	8	16	300	25	300	-	-
	0 V	-	300	-	100	-	300	25	300
	5 R	16	8	16	-	-	-	-	-
	10 R	-	-	-	-	-	-	10	-
5 U/D	20 L	10	4	10	10	10	10	10	10
	10 L	30	8	30	30	30	30	30	30
	5 L	-	-	-	-	50	50	50	50
	0 V	70	300	28	100	70	300	70	300
	5 R	-	-	-	-	50	50	50	50
	10 R	30	8	30	30	30	30	30	30
20 R	10	4	10	10	10	10	10	10	
H	20 L	-	-	-	-	-	-	15	-
	10 L	40	14	40	40	40	40	40	40
	5 L	80	36	80	80	80	80	80	80
	0 V	80	300	40	100	80	300	80	300
	5 R	80	36	80	80	80	80	80	80
	10 R	40	14	40	40	40	40	40	40
	20 R	-	-	-	-	-	-	15	-

측정점을 보기 쉽게 그림으로 정리하면 Fig. 4-a, Fig. 4-b와 같다. 그림에서 ○는 측정점을 나타낸다. 단, 제동등의 광도기준은 1전구식을 기준으로 하였고 2전구식 또는 3전구식일 경우 광도기준은 어느 정도 상향조정된다.

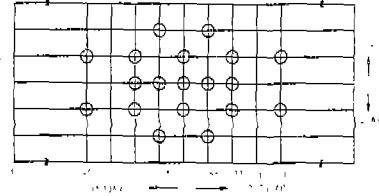


Fig. 4-a Test points for stop-lamp of Korea, ECE and FMVSS

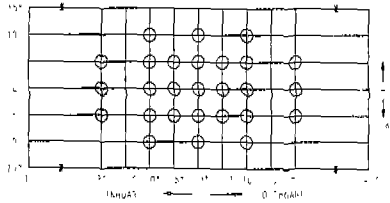


Fig. 4-b Test points for stop-lamp of Japan

3. 최적설계 연구

최적설계 연구를 위해 포물면 반사경과 어안렌즈를 갖는 Fig. 5와 같은 광학계를 설정하였다.

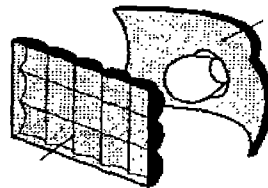


Fig. 5 Optic system with fish-eye lens

이러한 model은 실제의 경우에 매우 빈번하게

이용되는 것으로 그 자세한 치수 및 형상은 Fig. 6과 같다.

제동등의 주요 구성요소는 광원을 형성하는 전구(Bulb), 광원에서 나온 빛을 직진으로 반사시키는 반사경(Reflector), 반사경에서 나온 빛을 목적하고자 하는 방향으로 빛을 굴절, 제어하는 렌즈와 렌즈면에 형성된 옵틱(optic)등 3가지로 요약할 수 있다.

어안렌즈는 렌즈의 안쪽에 균일하게 배열되어 있으며 각 옵틱(optic)은 각기 다른 반경을 가지는 구(또는 도우넛)의 형태로 배열되어 있다.

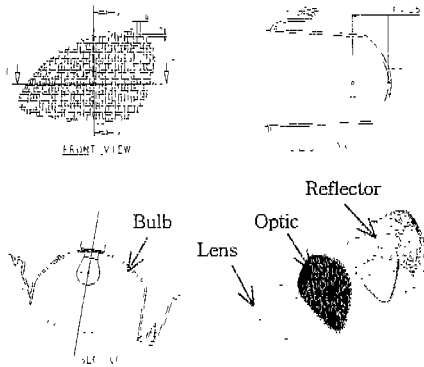


Fig. 6 Analysis model

반사경에 의해 반사된 평행한 빛은 어안렌즈가 가지는 확산각에 의해 상하좌우로 확산된다. 설계자는 어안렌즈의 반경을 변화시켜 성능을 구현할 수 있다.⁽³⁾

Fig. 6과 같이 기본적인 형상과 치수를 결정하면, 배광에 영향을 미치는 인자를 찾아내어 각 요소별로 기본적인 값들을 설정하여야 하는데, 본 연구에서 사용한 인자 와 그 기본값들을 Table 2에 나타내었다. 본 연구에서 설정한 기본값은 광원에서 나오는 광속을 100이라고 했을 때 광원이 가지는 편차와 광원에서 나온 빛이 반사경에 부딪혀 나올 때 가지는 손실등 여러 가지 효율을 고려한 값으로, 렌즈표면에서 반사되는 광에 대한 효율은 렌즈의 투과율에 포함된 값으로서 별도로 고려하지 않았다. 이는 경험치에 근거한 값

으로서 통상적인 제동등 설계시에 사용되는 일반적인 설정값이다. 이 값들은 실제 제품설계에서는 격자의 형상에 따라 일부 변경되기도 하지만 본 연구에서는 고려하지 않았다.

Table 2 Design factors and basic values

요 인	설정값	비 고
LENS 투과율	0.24	RED COLOR의 경우
REFLECTER 반사율	0.9	Aluminum 증착
설계 여유율	1.2	
LENS 재질의 굴절율	1.148	ACRYL 재질
광속이용율	0.8	LOSS율
광원의 편차	+ 10 %	

상기 모델링에서 광원의 필라멘트의 형상은 고려하지 않고 점광원으로 간주하였으며, 포물면의 구면수차는 없는 것으로 가정하기로 한다. 광원과 렌즈와의 거리는 렌즈재질(통상적으로 아크릴 재질을 이용함)의 특성을 고려하여 충분한 내열 거리를 확보하였으며 반사기와 차체와의 간섭은 고려하지 않았다. 촛점의 선정은 제동등에 이용되는 통상적인 값인 25mm로 설정하였으나 실제 제품설계에 있어서는 주변 부품과의 상관관계를 고려하여 설정하여야 한다.

컴퓨터를 이용하여 광학적 경로를 추적하여 광학계가 가지는 배광형태를 구현하는 것은 설계단계에서부터 미리 결과를 예측하는 것이 가능하기 때문에 차량개발 기간을 크게 단축할 수 있는 장점이 있다. 특히 전체적으로 차량을 설계함에 있어서 램프의 형상과 내부적 구조는 제약을 받게 되므로 설계자의 경험이 매우 중요하게 된다. 이런 이유로 최초로 설계된 램프와 양산단계에서의 램프는 크게 차이가 나는 경우가 빈번한데 시뮬레이션은 최초 설계단계에서부터 최종결과를 예측하는 것이 가능하기 때문에 이 같은 오차발생을 현저히 줄일 수 있다.⁽⁴⁾

입력되는 입력변수들은 램프의 크기, 렌즈의 경사각, 전구의 형태등을 포함하여야 한다. 컴퓨터를 이용함으로써 설계자는 렌즈 옵틱의 레이아웃(layout)을 구성할 수 있고 이의 배광형태가 범규를 만족하는지를 알 수 있다. 또한 이 결과를 스크린에서 즉시 확인할 수 있으므로 그 동안 해오던 것처럼 수작업으로 샘플을 제작하여 별도의 실험을 할 필요가 없어졌다.⁽⁵⁾

Fig. 6의 모델을 기초로 하여 배광 시뮬레이션이 이루어지게 되는데, 광원의 형상으로부터 광원의 유리구의 형상이 나타나는 부위는 배광특성에 영향을 미치지 않는 것으로 간주하여 배광 시뮬레이션의 대상에서는 제외하기로 한다.

시뮬레이션에 사용되는 스크린과 광원과의 거리는 각도에 의해 환산되기 때문에 큰 의미는 없으나 CATIA 프로그램의 특성상 500mm로 설정하며 스크린의 크기는 여유율을 고려해 가로 500mm, 세로 300mm로 설정한다. 스크린은 사방 5mm로 세분화하여 배광측정에 이용하기로 하고 측정각도에 따른 측정점별로 별도의 측정점으로 설정하기로 한다.

주어진 광학계에서 설정된 값은 모두 디폴트(Default)된 값들이다.(Fig. 6 및 Table 2 참조)

또한, 설정된 모델에서 옵틱(optic)의 피치(Pitch, Fig. 6의 "a", "b")는 세로 6mm, 가로 9mm로 하고 옵틱의 "R"값은 가로 77mm, 세로 10mm로 설정하였으며 이상과 같은 조건으로 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 굴절광선을 추적한 다음, 이를 Screen에 나타내면 Fig. 7과 같다.

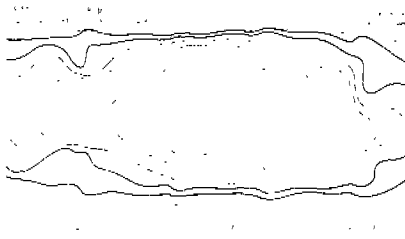


Fig. 7 Analysis results of optic system with fish-eye lens(a=6, b=9, R1=77, R2=10)

Fig. 7에서와 같이 시뮬레이션 된 결과는 Iso-diagram으로 표현되었으며 단위는 cd값이다. 대부분의 경우 제동등을 비롯한 신호등에 적용되는 각 어안렌즈 격자의 피치는 2X2 이상, 5X5미만인 값을 갖게 되는데, 그 이유는 격자의 크기가 너무 작으면 금형가공의 어려움이 커지므로 원하는 렌즈의 형상이 이루어지지 못하고 격자의 크기가 너무 커지게 되면 외관상 아름답지 못할 뿐만 아니라 균등도가 좋지 않게 되기 때문이다. 그러나 외관상 꼭 필요한 경우는 이와 같은 범주를 벗어나기도 하므로 이 같은 경우에는 개개의 격자들이 가지는 특성을 면밀히 고려하여야 할 것이다.

어안렌즈의 설계에서 우리가 관심을 가지고 있는 것은 기본적인 배광범규를 만족시킴과 동시에 균등한 배광형태를 가질 수 있도록 하는 것이다. 그런데, 광원과 반사경은 이미 주어져 있는 값이므로 여기서 빛을 제어할 수 있는 것은 렌즈의 격자형상이 유일하다고 할 수 있다. 또한 어안렌즈의 경우 앞에서 기술한 것처럼 수평 및 수직반경 R1과 R2의 두 가지로 형상이 결정되므로 최적화 된 빛의 균등도는 어안렌즈의 곡률에 의해 결정된다고 할 수 있을 것이다. Fig. 8에 어안렌즈의 격자형상을 나타내었다.

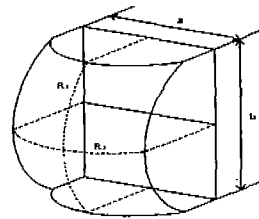


Fig. 8 Fish-eye optic

비교를 보다 명확하게 하기 위해 격자의 크기(a, b)를 변화시키고 각각의 경우에 R1과 R2를 변화시키면서 시뮬레이션하고 그 결과를 서로 비교해 보기로 한다. 그 결과를 Fig. 9부터 Fig. 14에 나타내었다.

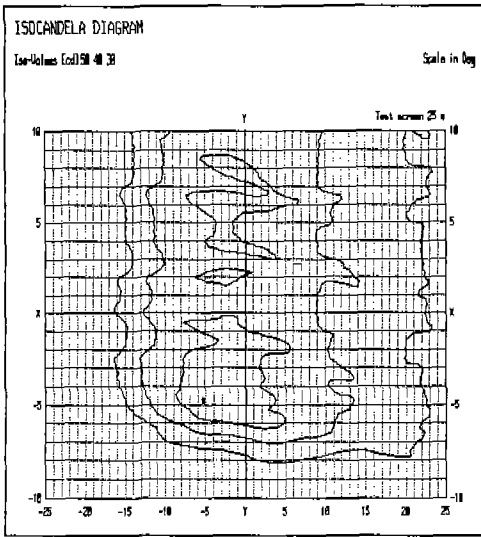


Fig. 9 Result of projection simulation of fish-eye optic($a=6$, $b=9$, $R1=20$, $R2=9$)

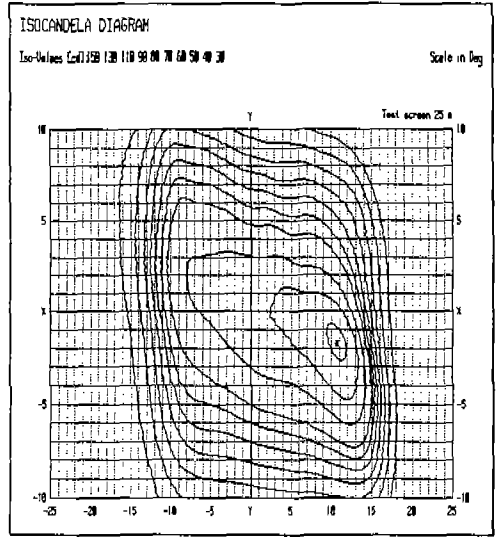


Fig. 11 Result of projection simulation of fish-eye optic($a=3$, $b=3$, $R1=10$, $R2=10$)

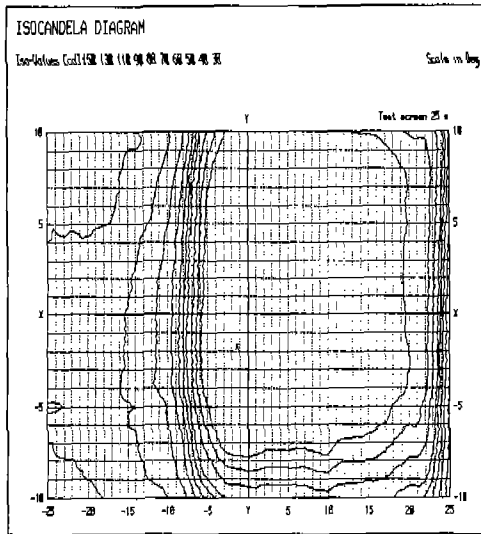


Fig. 10 Result of projection simulation of fish-eye optic($a=6$, $b=9$, $R1=50$, $R2=8$)

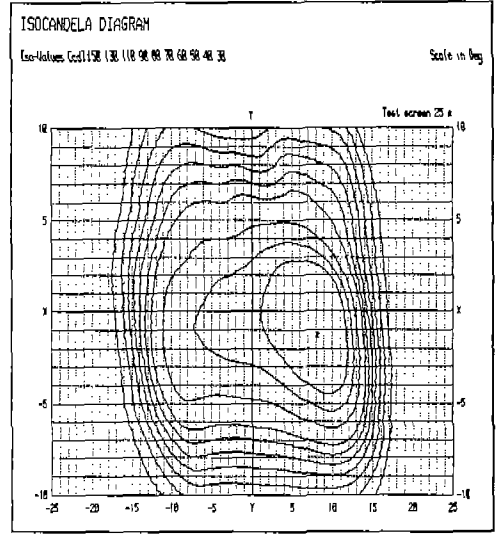


Fig. 12 Result of projection simulation of fish-eye optic($a=3$, $b=3$, $R1=5$, $R2=10$)

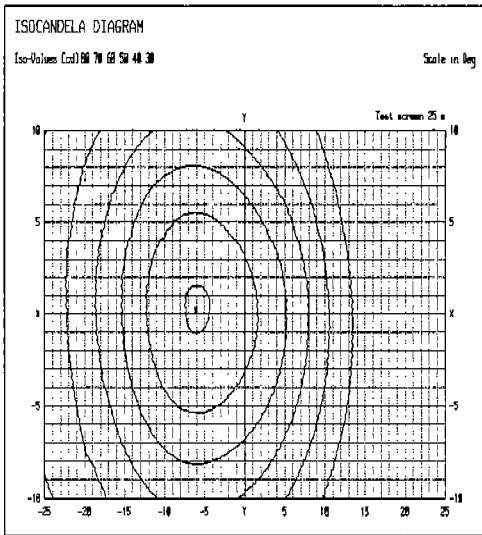


Fig. 13 Result of projection simulation of fish-eye optic($a=2$, $b=2$, $R1=2.5$, $R2=4.0$)

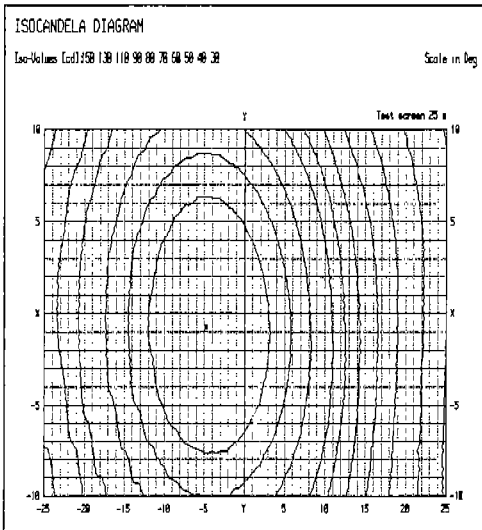


Fig. 14 Result of projection simulation of fish-eye optic($a=3$, $b=3$, $R1=4$, $R2=5$)

그림에서 보는 바와 같이 격자의 크기가 커지면 커질수록 보다 중심광도가 높고 주변부의 광도는 낮아지므로 균등도는 떨어지게 된다. 반대로 격자의 크기가 작을수록 중심광도는 낮아지고 주변광도가 높아지므로 균등도는 좋아지게 된다.

R값의 변화에 대해 살펴보면 R값이 커지면 커질수록 중심광도는 높고 주변광도가 낮아지므로 균등도는 나빠진다고 볼 수 있다. 격자의 크기 a , b 와 어안렌즈 소자의 곡률 $R1$, $R2$ 가 배광특성에 미치는 영향을 그래프로 나타내면 Fig. 15와 같다.

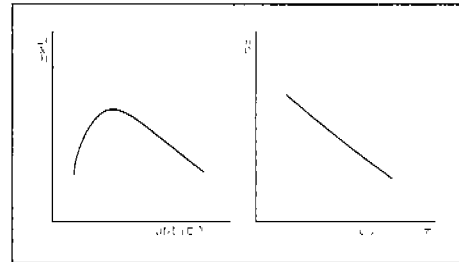


Fig. 15 Relationship between optic magnitude and curvature for the evenness

이상에서 살펴본 바와 같이 가장 최적화된 배광특성을 갖는 어안렌즈는 격자간 피치 $a=2.0$, $b=2.0$, 격자의 곡률 $R1=3.5$, $R2=5.0$ 의 조건일 때 각 지역별 범규를 모두 만족하며 가장 이상적인 배광형태를 나타내는 것으로 평가되었다. Fig. 16에 그 성능을 보였다.

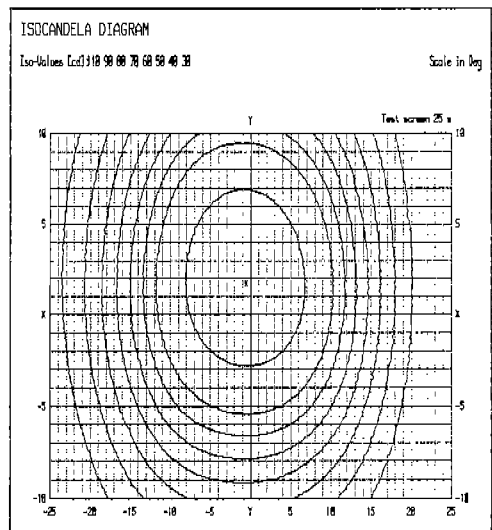


Fig. 16 Iso-diagram of fish-eye lens($a=2$, $b=2$, $R1=3.5$, $R2=5.0$)

이렇게 도출해 낸 결과를 토대로 양산금형의 제작에 들어가게 되는데, 실제 차량의 적용에 있어서는 금형가공상의 조건, 외관문제, 사출과정에서의 문제점들을 고려하여야 하므로 어느정도는 격자의 폭과 높이를 제한하게 되고 빛의 균등도는 이러한 제한된 범위내에서 결정된다고 할 수 있다. 본 연구에서 최적화한 격자의 형태는 이러한 제한된 범위에도 사용할 수 있는 형태로 판단되므로 실제 차량에서도 그대로 적용할 수 있는 것으로 생각된다.

4. 결론 및 제언

차량에 적용되는 램프의 성능은 차량의 스타일과 매우 밀접한 관계가 있기 때문에 차량운전자의 안전은 물론이고 차량의 스타일 개념을 충실히 반영하여야 할 필요가 있다. 이상에서와 같이 매우 간단하게 구성된 광학계는 포물면으로 형성된 반사기를 갖춰야 하므로 램프의 깊이가 깊어 지므로 날로 유선형으로 되어가는 차량의 스타일을 충실히 반영하지 못하는 경우가 많기 때문에 고가의 차량에는 잘 적용되지 않으나 제작비용이 매우 저렴하고 제작이 손쉬워 개발기간을 단축시킬 수 있는 큰 장점이 있으므로 저가로 대량생산하여야 하는 대중적인 차량에는 매우 널리 이용되고 있다.

본 연구에서는 이와 같이 대중적으로 이용되고 있는 어안렌즈를 이용한 제동등의 옵틱(optic)형상을 CATIA를 기본으로 한 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 제작하고 해석함으로써 주어진 광학계에서 기본적인 성능(각 지역별 배광범위)을 만족할 수 있을 뿐만 아니라 매우 균일한 빛을 낼 수 있는 제동등의 옵틱(optic) 형태를 구성할

수 있었다. 이와 같은 일련의 과정을 통하여 배광예측을 함으로써 제동등의 직접적인 모형(mock-up)을 제작하여 배광형태를 분석하고 평가하는 기존의 방법에 비해 전체적인 개발기간을 단축함은 물론 제품성 향상, 개발비용 절감에 크게 기여할 수 있으리라 생각된다.

후 기

본 논문은 한국과학재단 산하 성균관대학교 산업설비 안전성평가 연구센터의 연구비 지원으로 이루어진 것으로서, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Erwin G. Hitzemeyer and Christian Schmidt, "Update : Lighting Device and Their Installation-Compatibility and harmonization of International Requirements", SAE paper 890691.
2. 건설교통부 : 자동차안전기준에 관한 규칙 및 시행세칙 1997. 1. [별표 25].
3. Kazunori Watanabe, Hidetaka Motooka, and Hiroo Oyama, "Simulation of Lighting Appearance of Tail Lamp", SAE paper 920815.
4. John F. Monk, "New Optical Simulation Systems Revolutionize Headlamp Development", SAE paper 950594.
5. Han-Wen Tsai and Chien-Ping Kung, "Computer Assisted Headlight Design and Research", SAE paper 950590.