

시야내의 글레어감각 측정용 기기의 개발

(A Development of an Instrument for Measuring Glare Sensation in the Visual Field)

박성률* · 김정태 · 김원우**

(Sung-Ryul Park · Jeong-Tai Kim · Won-Woo Kim)

요 약

인공조명으로부터 유발되는 불쾌글레어는 건강건축의 조명환경을 위한 중요한 평가요소이다. 글레어는 인간의 전체시야범위 내에서 휘도와 휘도대비에 의해 발생하는 감각으로서 정의 되며, 시각적 작업을 수행하는 재실자에게 시각적 방해로 일으켜 시각적 불쾌감을 유발할 수도 있다. 글레어는 글레어 광원의 위치, 글레어 광원의 밝기, 글레어 광원의 크기와 배경의 휘도에 의한 영향으로 평가될 수 있다. 따라서 변수를 제외한 나머지 요소들을 일정한 상태로 유지할 수 있는 실험기기가 글레어 평가를 위해 필요하다. 최근까지 글레어 평가기기의 성능한계로 인하여 글레어 요소들 간의 상관관계를 확인함에 있어서 제한이 있었다. 이에 선행연구를 참고하여 글레어 실험기기를 제작하고 이 기기를 글레어측정기라고 명명하였다. 글레어측정기기는 지름 2[m] 반구형 스크린 내부 표면을 균일한 배경휘도 형성을 위해 흰색 무광택 도료로 마감하였으며, 광원들이 내부에 설치되어 있다. 글레어 광원은 0~150,000[cd/m²]까지 조정이 가능하며 12개의 백열램프에 의한 배경휘도는 0~350[cd/m²]까지 조정이 가능하다. 글레어 측정기기를 사용하여 피험자를 대상으로 시야범위 한계, 시선상의 BCD휘도와 상하부 시야에서의 BCD휘도 측정에 대한 연구가 진행되었다.

Abstract

Discomfort Glare from the artificial light sources is an important issue in assessment of lighting quality for healthy buildings. Glare, as a factor of the characteristics of brightness, which has been defined as the sensation produced by contrast and luminance within an entire field view, unfavorably influences the occupants who performs visual tasks. It may cause annoyance and discomfort by interruption of visibility. In the whole visual field, glare can be determined by effects of the position, the luminance and the size of the light source and brightness of the surroundings. Therefore, experimental equipment is required to maintain a constant visual lighting environment. Recent studies have been developed and used the instrument for glare sensation evaluation but the instruments showed some difficulties to verify the correlation of glare indicators. The instrument have been developed with reference to former studies. It is called the Glare Tester. This is consist of 2[m]-diameter vertical dome screen painted with white flat paint, and light sources installed inside the screen. These light sources can provide various range of brightness at any inner surface of the screen. 2 Glare light sources can provide the value of luminance within the range of 0~150,000[cd/m²]. Moreover, 12 light sources are used for background luminance and it can perform the value of luminance within the range of 0~350[cd/m²]. Several experiments have been conducted using this Glare Tester to evaluate the range of the visibility, the values of BCD and the glare sensation in lower and upper visual field.

Key Words : Glare Tester, Glare, Luminance, Background Luminance

* 주저자 : 경희대학교 건축공학과 석사과정

** 교신저자 : 경희대학교 건축공학과 Post doc.

Tel : 031-201-2852, Fax : 031-202-8181, E-mail : artkim55@hotmail.com

접수일자 : 2008년 10월 10일, 1차심사 : 2008년 10월 14일, 심사완료 : 2008년 11월 3일

1. 서 론

최근 국내의 건축 동향은 양적인 성장과 운영 측면에서의 지속가능한 건축과 더불어 재실자에 대하여 쾌적한 환경 제공을 목적으로 하는 건강건축이 새로운 패러다임으로 대두되고 있다. 건축환경에 있어서도 빛환경에 대한 평가는 에너지 소비, 실내의 밝기에 대한 단순한 물리적 접근방법을 넘어 건강한 빛의 제공을 위한 질적인 접근으로 전환되어야 한다. 실내공간에서 빛은 재실자의 눈에 가장 먼저 자극으로 다가오는 환경요소로서 재실자의 시작업 성능과 관련하여 같은 공간을 더욱 건강하고 경제적으로 변화시킬 수 있다. 반면에 공간의 용도나 규모에 적절하지 않은 부족하거나 과도한 빛이 제공될 경우 작업자의 시작업을 방해하는 글레어를 유발할 가능성이 있다. 따라서 건강한 빛환경 조성을 위해서는 적절한 조명광원이 필요하며, 이에 따라 조명광원에 의해 발생하는 글레어에 대한 질적인 평가가 필요하다.

인공조명광원이 설치된 실내공간에서 시작업의 가장 큰 장애요인이 광원에 의한 글레어다. 글레어는 시야 내에 위치한 높은 휘도의 광원이나 반사체 등으로 부터 빛이 눈에 들어와 대상의 시각적 인지가 어렵거나, 눈부심으로 인한 불편함을 느끼는 상태다. 글레어는 광원의 휘도가 일정수준보다 높은 경우, 주위가 어두운 경우, 글레어 유발 광원으로부터 시선이 가까울수록, 글레어 유발 대상의 크기가 크거나 수가 많을 경우 더욱 쉽게 발생하게 된다.

전체 시야범위 내에서의 글레어 감각의 평가는 광원의 위치, 밝기, 크기와 광원을 둘러싼 주변의 배경 휘도를 평가요소로 사용한다[1]. 때문에 각각의 변수에 따른 글레어 감각을 측정하기 위해서는 변수를 제외한 나머지 조건을 일정하게 유지시켜 줄 수 있는 실험기기가 요구된다. 그러나 기존 연구에 사용된 기기는 이러한 요구 성능을 충분히 만족시키지 못하여 다양하고 정밀한 측정이 어려웠다.

이에 본 연구의 목적은 그동안 개발되어 사용된 글레어 평가실험 장치에 대한 사례조사를 바탕으로 인간의 전체시야 내에서 광원의 위치와 광원의 밝기에 따른 인간의 글레어 감각에 대하여 자동측정이 가능한 기기를 개발하는 것이다.

2. 글레어 실험기기의 사례

해외에서는 이미 수십 년 전부터 글레어 감각에 대한 연구가 진행되었으며 이를 위해 글레어 감각 측정을 위한 기기를 자체 제작하여 연구에 사용하였다. 기존 연구에 사용된 측정기기의 국내의 사례를 조사하였다.

미국의 경우 “1949, S.K. Guth, Brightness in Visual Field at Borderline Between Comfort and Discomfort(BCD)”연구에서 자체 제작한 기기를 사용한 실험을 진행하여 글레어를 유발하는 광원이 시선을 벗어남에 따라 글레어 감각이 달라지는 것을 휘도비(시야 내 어떤 위치에서의 광원휘도/시선상의 광원휘도)로 표현한 지수인 포지션인덱스로 처음 제안하였다[2-3]. 지름 약 2[m]의 반구형 돔 내부의 배경휘도는 피험자 머리 윗부분에 광원을 설치하여 약 34[cd/m²]로 고정시켰다. 반구형 돔 내부 표면 중심에 지름 3.76[cm] 크기의 글레어 광원을 설치하였다. 피험자는 글레어 광원으로부터 약 1[m] 떨어진 거리에서 시선을 고정된 후 실험을 실시하였으며, 이때 피험자로부터의 글레어 광원의 크기는 0.0011[sr]이었다. 실험에서는 피험자의 시선을 글레어 광원에 고정시킨 후 광원을 1초 간격으로 점멸시킨 상태에서 광원의 밝기를 평가하는 방법을 사용하였다. 동일한 실험을 10초간의 간격으로 3회 실행하여 그 평균을 사용하였다.

그러나 이 실험에 사용된 기기는 배경광원과 글레어 광원의 휘도조절이 어려우며 글레어 광원의 크기 조절, 위치변화와 점멸 시간 조절이 어려워 측정시간이 오래 걸리는 한계를 가지고 있었다. 그림 1은

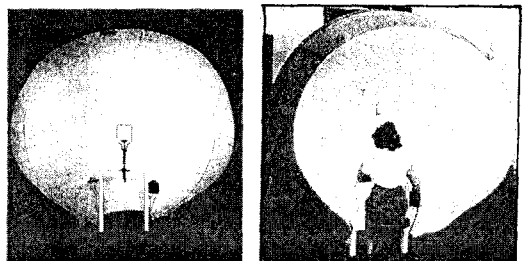


그림 1. S.K.Guth가 개발한 글레어 실험기기(1949)
Fig. 1. Glare instrument of S.K Guth(1949)

Guth의 실험에서 사용한 글레어 측정기기의 모습이다.

또한, 국내의 경우 “2004, 김원우, 글레어 광원의 위치변화에 의한 글레어상수의 변화” 연구에서 자체 제작한 기기를 사용하여 시선 이외의 위치에서 글레어 상수식 지수의 변화를 검토하였다[4]. 지수의 변화를 수용할 수 있는 글레어상수의 새로운 식을 제안할 목적으로 하는 실험을 진행하였다. 실험에 사용된 글레어 장치는 지름 66[cm]의 반구형 스크린과 직경 5[mm]의 광섬유로 구성되어 있다. 스크린 내부를 흰색 종이로 마감하고 스크린 중앙부에 피험자의 시선고정을 위한 작은 구멍을 설치하였다. 글레어 광원으로는 직경 5[mm]의 광섬유를 통해서 발산되는 할로젠램프의 빛을 사용하였다. 배경휘도는 스크린 내부에 백열등을 설치하여 0~350[cd/m²]까지 조절이 가능하도록 기기를 제작하였다.

그러나 실험기기의 크기가 작기 때문에 글레어 광원과 피험자 시선 사이의 거리가 너무 가까운 단점이 있다. 그림 2는 김원우가 글레어 관련 실험에 사용한 글레어 실험기기의 모습이다.

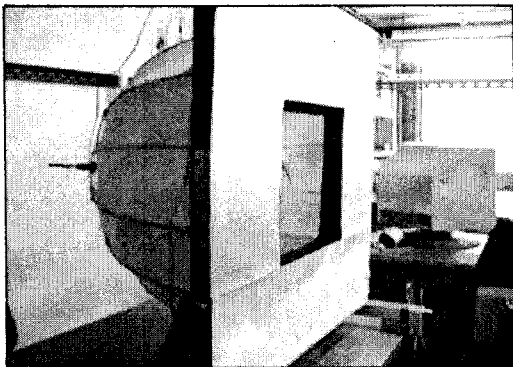


그림 2. 김원우가 개발한 글레어 실험기기(2004)
Fig. 2. Glare instrument of Kim, Wonwoo(2004)

3. 글레어측정기기의 개발

3.1 글레어측정기기 제원

K대학에서는 기존 연구에 사용된 글레어 측정기기의 특성과 제원을 참고하여 글레어 감각 측정기기를 자체 제작하였다. 정밀하고 다양한 실험 진행을 위해서는 글레어 광원의 휘도, 위치와 크기를 비롯

하여 배경휘도의 자유로운 조절이 요구된다. 이를 고려하여 외부형태와 기기 구성요소를 결정하였다[5].

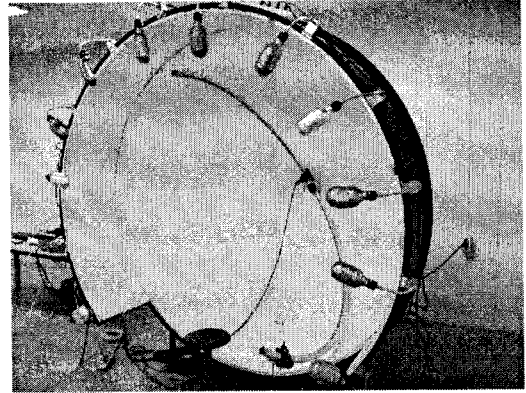


그림 3. 본 연구에서 개발한 글레어측정기기의 전체모습
Fig. 3. The Glare Tester

그림 3은 실제 제작된 글레어측정기기의 모습이다. 글레어측정기기의 구성요소는 다음과 같다. ① 내부가 비어있는 지름 2[m] 크기의 반구형 스크린, ② 반구형 스크린 가장자리 부분에 스크린 범위의 확장을 위해 설치된 지름 2[m], 폭 0.5[m], \cap 형태의 원통형 스크린, ③ 반구형 스크린 내부의 배경휘도 형성을 위해 내부를 향해 설치된 배경광원 12개, ④ 반구형 스크린 내부에 설치된 글레어 광원 2개, ⑤ 글레어 광원을 반구형 스크린 중심을 기준으로 방위 각 방향으로 이동가능하게 하는 지름 2[m]의 반원형 가이드 레일 1개, ⑥ 가이드 레일의 회전을 조정하며 실험 진행시 피험자의 눈을 관찰할 수 있는 관찰구가 형성된 핸들 1개, ⑦ 글레어 광원의 각거리 방향 이동을 위하여 스크린 내부 가이드 레일에 설치된 전동 모터 2개로 이루어져 있다. 그림 4와 표 1은 글레어 측정기기의 도면과 기기 구성요소의 특징을 나타낸다.

또한 기기의 작동의 위한 주변 구성은 스크린 내부의 배경휘도와 글레어 광원의 휘도 조절을 위한 조광기 3개, 글레어 광원의 일정간격 점멸을 위한 타이머 2개, 전동모터의 속도 조절을 위한 전압 컨트롤러 1개, 전동모터의 움직임을 제어하는 컨트롤러 1개와 피험자의 시선 위치 고정을 위한 턱 받침대 1개로 구성되어 있다. 반구형 스크린의 내측면은 흰색

시아내의 글레어감각 측정용 기기의 개발

무광택 도료로 마감처리하였다. 글레어 광원은 할로겐램프를 사용하였으며 배경광원은 각각 반사갓과 백열등으로 구성되었다. 배경광원은 반구형 스크린 가장자리에 일정 간격으로 이격하여 설치하였다.

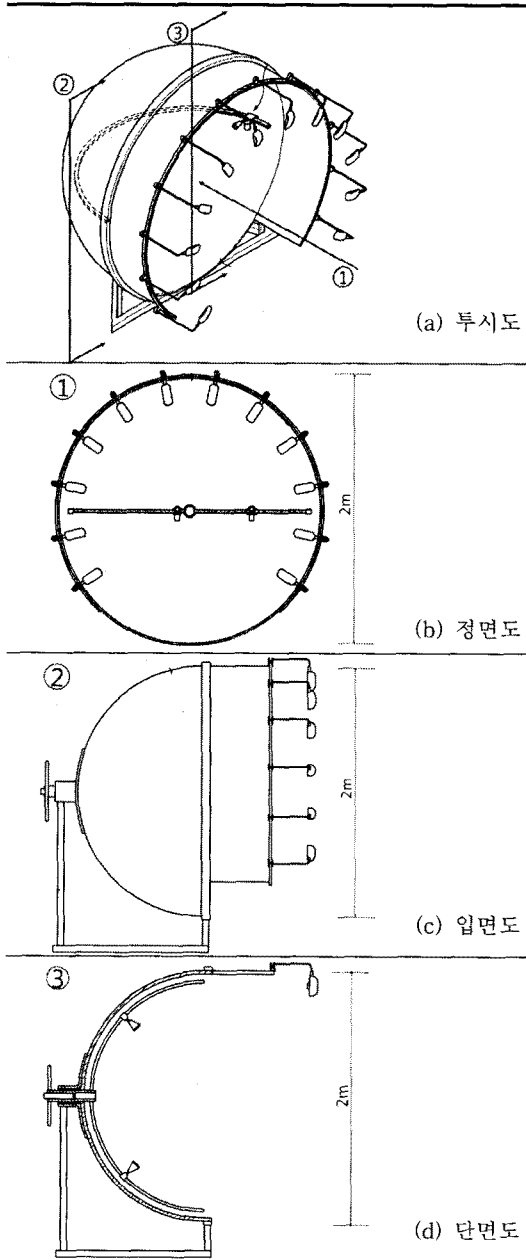


그림 4. 글레어측정기기 도면
Fig. 4. Plan and sections of the Glare Tester

표 1. 글레어측정기기 구성
Table 1. Components of the Glare Tester

종류	사 진	특 징
반구형 스크린		지름 2[m]의 반구형 스크린 형태 내부는 흰색으로 주변영향을 최소화
조광기		조광기 3개 (배경광원 1, 기준광원 1, 테스트광원 1)
타이머		타이머 2개 최소 0.2초 간격으로 광원의 점멸 조정가능 기준광원 1, 테스트광원 1
전압 조절기		기준광원과 테스트 광원에 부착되어 있는 전동모터의 전압을 조절해 속도를 조정
모터 컨트롤러		기준, 테스트 광원에 부착된 모터의 움직임을 조정하는 컨트롤러
실험 광원		전동 모터가 부착된 기준광원과 테스트광원은 외피 내부에 설치된 가이드 레일을 따라 움직인다. 최대 150,000 [cd/m ²] 휘도 가능
배경 작업등		스크린 내부 배경휘도 형성 12개를 스크린 외곽에 설치하여 스크린 내부에 최대 350[cd/m ²]의 배경휘도 형성
턱 받침대		피험자의 시선위치를 고정시키기 위해서 턱을 대고 실험진행

3.2 글레이측정기기 특징

자체 제작된 글레이측정기기는 글레이 감각 측정 시 글레이광원의 회전이동수단과 선형이동 수단에 의해 반구형 스크린 내부에서 방위각과 각거리 방향의 모든 지점에 글레이 광원을 위치시킬 수 있다[6]. 이러한 성능은 전체시야 범위에서 글레이 감각의 분포를 측정 가능하게 한다. 그림 5는 방위각과 각거리에 대한 개념도다. 기본적으로 방위각은 15[°]간격, 각거리는 10[°]간격으로 측정하게 된다. 또한 광원의 이동수단인 가이드레일과 구동모터에 의해 글레이 광원의 회전각도 및 이동속도를 정밀하게 조정할 수 있으므로 글레이 감각을 더욱 정확하게 측정할 수 있다. 그림 6은 각거리 방향에서 글레이 광원을 기준으로 테스트 광원이 10[°]간격으로 0[°]에서 90[°]까지 움직이는 모습이며 그림 7은 방위각 방향으로

22.5[°]간격으로 테스트광원이 이동하는 모습이다.

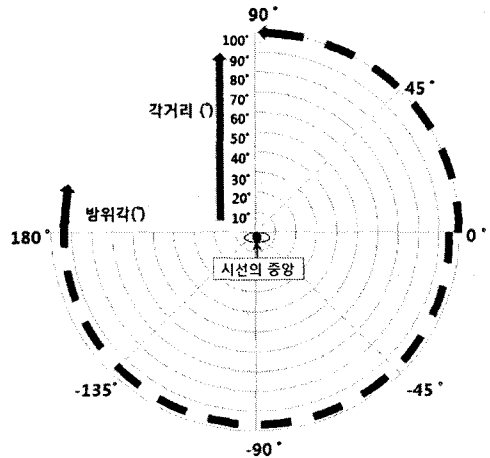


그림 5. 방위각과 각거리 개념도
Fig. 5. Concept of vertical and horizontal angle

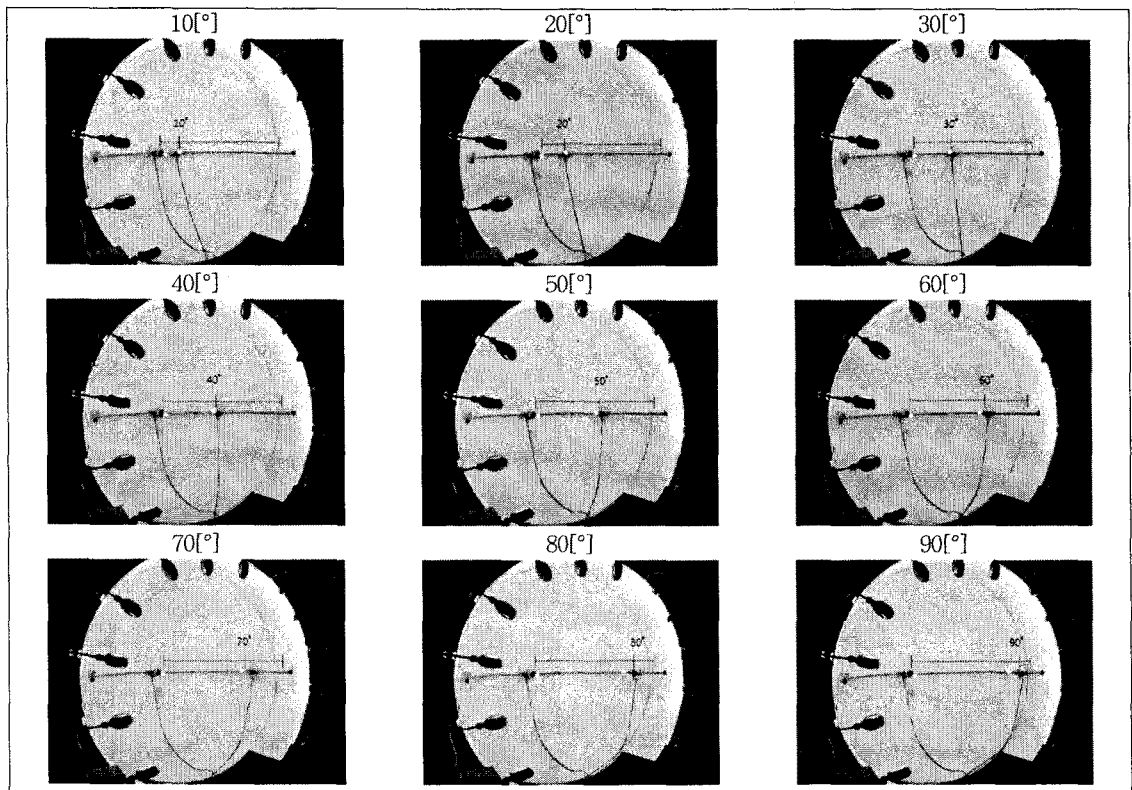


그림 6. 각거리 방향 광원의 위치 이동
Fig. 6. Movement of light source in horizontal angle

시아내의 글레어감각 측정용 기기의 개발

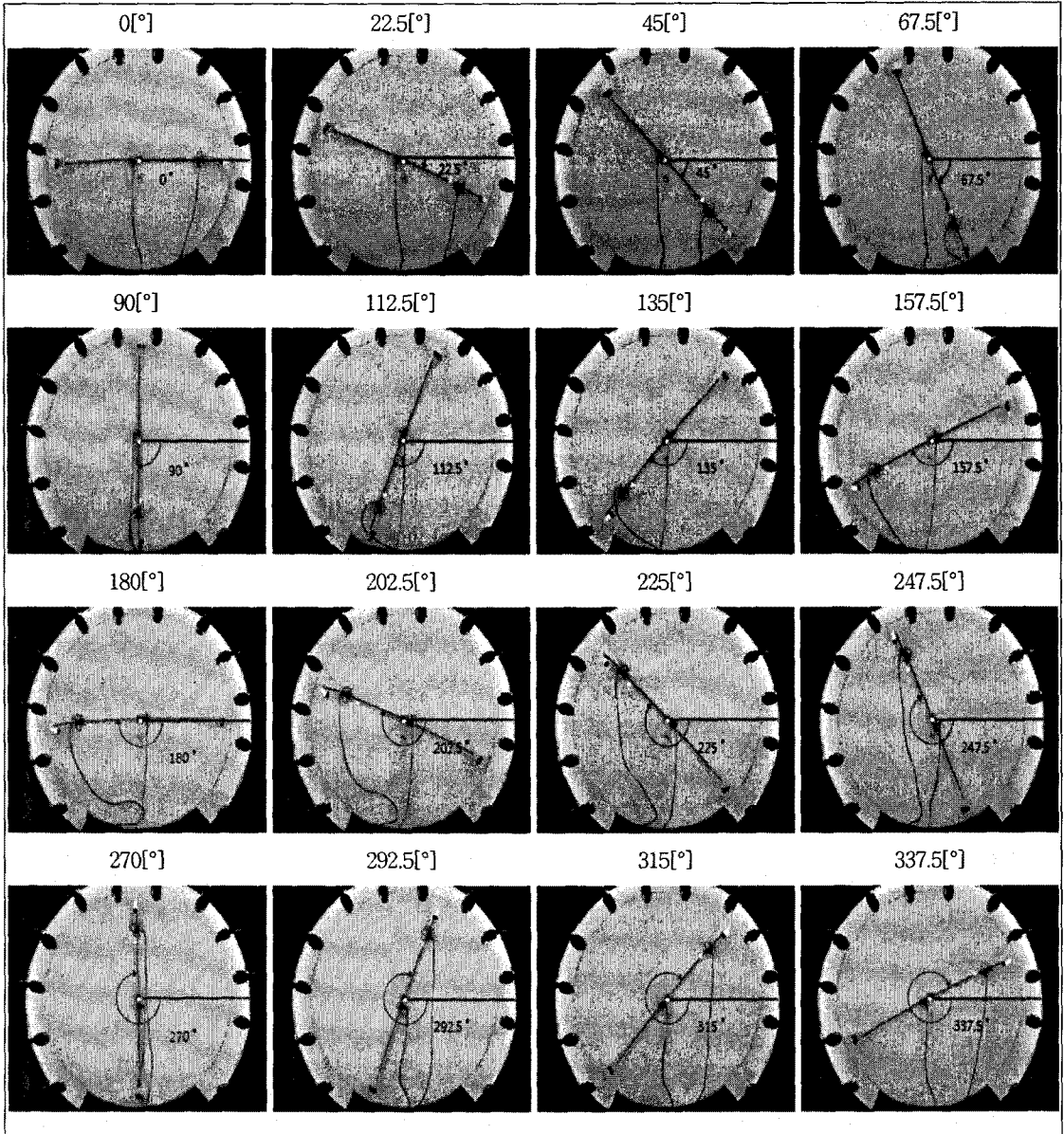


그림 7. 방위각 방향 광원의 위치 이동
Fig. 7. Movement of light source in vertical angle

추가적으로 실험광원과 배경휘도의 조절 및 점멸과 이동이 가능하므로 광원의 위치뿐만 아니라 휘도 레벨의 변화에 따른 글레어 감각 변화의 측정이 가능하다.

반구형 스크린은 스크린 전면의 일정 지점에 피험

자가 위치한 경우 시야 전체를 가릴 수 있는 범위의 크기로 내부가 비어 있으며, 내부를 무광택의 흰색 도료로 마감하였기 때문에 균일한 배경휘도 형성이 가능하다. 또한 내주면에는 각도가 수치로 표시되어 측정 시 회전 각도를 용이하게 판단할 수 있다.

가이드레일은 반구형 스크린 내측면 곡률에 상응하는 곡률로 180[°] 범위의 크기를 기본적으로 설계하여야한 방향의 끝부분은 인간의 시야범위를 고려하여 20[°] 범위를 연장된 형태로 총 200[°] 범위로 설치되어 있다. 측정 시 위치에 따른 감각 측정을 용이하게 하기 위하여 10[°]간격으로 눈금이 표시되어 있다.

반구형 스크린의 중심인 가이드레일 회전축에는 지름 0.15[m] 크기의 관찰구가 있다. 관찰구를 통하여 실험 시 피험자의 시선이 정확한 지점에 위치하였는지 확인 가능하며, 글레어 관련 실험 시 관찰구에 설치한 비디오카메라를 통하여 빛의 밝기에 따른 피험자 동공의 크기 변화가 측정 가능하다.

전동모터는 글레어 광원의 각거리 방향의 이동을 위해 반경방향의 레일 부재에 부착되는 피니언과 함께 글레어 광원에 부착되어 있다. 글레어 광원은 가이드 레일을 따라 약 5[cm/sec] 속도로 이동 가능하며 필요에 따라 속도 조절이 가능하다. 그림 8은 글레어 광원에 설치된 전동모터의 모습이다. 실험광원으로 사용되는 글레어 광원은 스크린 내부의 가이드레일을 따라 설치된 전동 모터에 설치되어 방위각 0~360[°], 각거리 0~100[°]내에서 모든 지점에 위치할 수 있다.

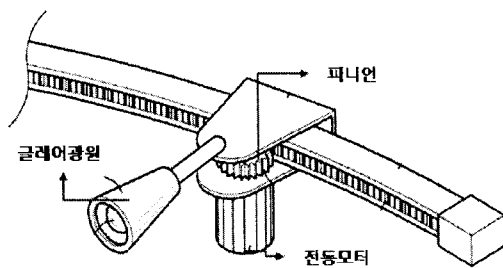


그림 8. 글레어 광원과 전동모터의 결합모습
Fig. 8. Glare light source and electric motor

배경휘도 형성을 위한 배경광원은 12개의 반사갓과 동일 개수의 50W 백열등으로 구성되어있다. 미놀타 CS-100휘도계로 스크린 내부의 표면휘도를 측정 한 결과 1대의 조광기로 0~350[cd/m²]의 범위에서 스크린 내 배경휘도의 밝기 조절이 가능하다. 실험 설정에 따라 광원의 종류를 변경하여 배경휘도 범위

의 확대가 자유로우며 조광기를 개별적으로 설치할 경우 독립적인 휘도 조절이 가능하다.

글레어 광원은 200[W] 할로젠램프를 사용할 경우 미놀타 CS-100 휘도계로 광원을 측정 한 결과 0~150,000[cd/m²]의 범위에서 휘도 조절이 가능하며 광원의 교체에 따라 광원의 크기와 밝기, 색온도의 조절이 가능하다. 광원 전면에 한지 등의 투과 필름을 설치하여 균일광원의 제작이 가능하다. 2개의 글레어 광원에 각각 설치된 다이머를 통해 최소 0.2초 간격으로 광원의 점멸이 가능하며 목적에 따라서는 2개의 실험 광원이 교차로 점멸하는 것도 가능하다.

글레어 광원의 전면에 크기가 다른 시트를 부착하여 광원 자체의 입체각 크기를 지름 4[cm]의 글레어 광원의 경우 최대 0.0354[sr] 범위 내에서 변화시킬 수 있다. 또한 필요에 따라 별도의 광원을 추가로 설치 다양한 글레어 광원의 변수들에 의한 측정이 가능하다.

피험자를 대상으로 한 시야범위 한계, 시선상의 BCD 휘도와 상하부시야에서의 BCD 휘도 측정에 대한 연구가 본기기를 통해 측정되었다[5-6]. 향후 글레어 광원의 크기, 개수, 종류를 달리하여 광원의 위치, 크기, 밝기와 배경의 밝기간의 상호관련성과 색온도의 변화가 글레어에 미치는 영향에 대한 연구가 본기기를 통하여 측정 가능할 것이다.

3.3 글레어측정기기 작동법

자체 제작한 글레어측정기기의 작동방법 및 순서에 관하여 기술한다. 글레어 감각 측정을 위해 먼저 피험자를 반구형 스크린 전면에 착석시킨다. 지정된 착석 위치는 피험자의 시야가 배경광원에 직접 노출되지 않으며 스크린에 의해 시야 전체가 가려지는 지점이다. 피험자의 머리를 턱 받침대에 올려놓은 상태에서 피험자가 관찰구를 응시하도록 한다. 관찰구에 설치된 카메라를 통하여 피험자의 눈을 관찰하여 시선의 위치를 확인한 후 스크린의 중심과 같은 위치로 수정하여 고정한다. 설정이 끝난 후 글레어 광원을 실험에 요구되는 위치로 이동하여 측정을 한 후 다시 같은 방법을 반복하여 실험을 진행한다. 실험 중 광

시야내의 글레어감각 측정용 기기의 개발

원에 연결된 타이머의 점멸시간 간격을 조절하여 목적인 시간간격으로 두 실험광원을 교차로 점멸시킨다. 그림 9는 글레어 측정기기를 이용해 피험자 대상 실험을 진행하는 모습이다.

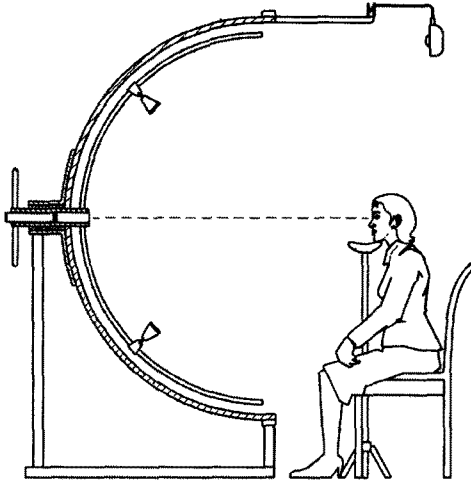


그림 9. 글레어 측정기기 사용 실험 진행 모습
Fig. 9. Experimental setup for subjective response

글레어 측정기기를 사용하여 시야내의 글레어 감각을 측정하는 순서는 다음과 같다. ① 글레어 측정기기 내부의 배경휘도를 $34[\text{cd}/\text{m}^2]$ 로 고정시키고 피험자를 글레어 측정기기 정면의 지정된 위치에 착석시킨다. ② 측정 전 피험자에게 실험의 개념과 실험 순서, 실험방법에 대하여 설명한다. 이때 피험자의 눈은 배경휘도에 순응한다. ③ 피험자는 턱받침대를 사용하여 머리를 고정시킨 후 스크린 중앙의 기준광원에 시선을 고정시킨다. ④ 테스트광원을 $1,000[\text{cd}/\text{m}^2]$ 로 설정한 후 각각의 방위각에서 시야한계를 측정한다. ⑤ 시선을 정면으로 고정된 상태에서 시선상에 위치한 기준광원을 바라보고 BCD휘도를 3회 측정한다. ⑥ 3회 측정값의 평균값을 기준 BCD휘도로 정하여 시선상의 BCD휘도로 정하고 기준광원에 설정한다. ⑦ 테스트광원은, 시선과 동일 높이에서의 우측 수평방향을 방위각 0° 로 하여 방위각 90° , 45° , 0° , -45° , -90° 위치에서, 시선으로부터의 각거리 10° 간격으로 위치시킨다. ⑧ 테스트광원의 위치는 시야한계를 벗어나지 않도록 한다. 실험 진

행시 각각의 방위각과 그에 따르는 각거리는 매번 무작위로 결정하여 제시한다. ⑨ 지정된 위치에서 테스트 광원의 휘도를 디머를 사용하여 점차 높여 피험자가 기준광원과 동일한 밝기로 인식하는 순간 테스트광원의 조정을 멈춘다. ⑩ 테스트광원의 휘도를 측정한다. 실험 진행시 기준광원의 점등과 소등이 5회 이상 진행될 때까지 결정을 못할 경우 실험 조건을 재설정한다.

실험광원의 각거리 방향의 이동인 경우, 전동모터와 연결된 컨트롤러를 조작하여 전후방향으로 이동이 가능하며 실험조건에 따라 이동 속도를 조절한다. 방위각 방향의 이동인 경우, 스크린 뒤편으로 연결되어 설치된 핸들을 조작하여 위치를 수정한다.

배경휘도는 기기가 설치된 실험실의 빛을 모두 차단한 상태에서 휘도계를 사용하여 스크린 내부의 배경휘도를 확인해 가며 조광기로 필요한 휘도레벨로 조절한다. 실험광원인 글레어광원과 테스트광원은 스크린의 중심으로 이동시킨 후 CS-100휘도계를 사용하여 필요한 휘도레벨로 설정한 후 스크린 내부에서 실험시 필요한 위치로 이동시켜 실험을 진행한다.

4. 결 론

본 연구에서 자체 개발된 글레어 감각 측정기기는 1949, S.K. Guth와 2004, 김원우의 기존 연구에서 사용되었던 글레어 감각 측정기기의 한계점을 보완한 새로운 글레어 감각 측정기기이다. 이 기기를 사용하여 글레어 감각의 평가요소인 글레어광원의 휘도, 위치, 크기와 배경휘도의 변화에 따라 달라지는 글레어 감각의 정도를 정확하고 용이하게 측정할 수 있다. 측정이 가능한 사항은 크게 2가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 글레어 연구의 기초자료가 되는 피험자의 시야한계, 시선상에서의 BCD휘도가 외부 환경이 통제된 환경 속에서 측정이 가능하다. 둘째, 글레어 평가의 4가지 요소인 글레어광원의 휘도, 크기, 위치와 배경휘도의 변화에 따른 글레어 감각의 변화를 측정함으로써 글레어 감각에 대한 각 요소들의 상호관계에 대한 연구가 가능하다.

이와 같은 사항들이 측정 가능함으로 본 기기는 글

레이 감각의 측정 기기로써 적합하다고 판단된다. 본 연구에서는 개발된 이 측정기기를 글레이측정기기로 명명하였다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임.
(No. R11-2008-098-00000-0)

References

- [1] 김원우, 김정태, “창면의 상하부 휘도차에 따른 글레이 광원의 인식 변화”, 한국생태환경건축학회 논문집, 2007.08, pp.17-22.
- [2] M. Luckiesh and S.K. Guth, “Brightnesses in Visual Field at Borderline between Comfort and Discomfort(BCD)”, Illum Eng., 1949, pp.650-670.
- [3] S.K. Guth, “A Method for the Evaluation of Discomfort Glare”, Illum Eng. 1963, pp.351-364 .
- [4] 김원우, 신인중. “글레이 광원의 위치변화에 의한 글레이 상수의 변화”, 대한건축학회 논문집, 2004.08, pp.205-212.
- [5] 김원우 박성률, 김정태. “포지션 인덱스 작성을 위한 상하부 시야의 불쾌글레이감 비교”, 한국생태환경건축학회 논문집, 2007.12, pp.37-43.
- [6] 박성률, 김원우, 김정태. “상하부 시야의 포지션 인덱스 작성을 위한 예비실험”, 한국생태환경건축학회 학술발표대회논문집, 2007.11, pp.9-12.

◆ 저자소개 ◆

박성률 (朴性律)

1981년 9월 26일생. 2007년 경희대학교 건축공학과 졸업. 현재 경희대학교 건축공학과 석사과정.

김정태 (金正泰)

1953년 1월 18일생. 1977년 연세대학교 건축공학과 졸업. 동대학원 졸업(석사 및 박사). 현재 경희대학교 건축공학과 교수.

김원우 (金源雨)

1962년 11월 23일생. 1985년 중앙대학교 건축공학과 졸업. 1991년 중앙대학교 건축학과 졸업(석사). 2007년 규슈대학교 공간시스템전공 졸업(박사). 현재 경희대학교 건축공학과 Post doc.