

A Study on Luminance Contrast Criteria for Tactile Walking Surface Indicators

시각장애인 점자블록의 휘도대비 기준에 대한 연구

Shin, Dong-Hong* 신동홍 | Park, Kwang-Jae** 박광재 | Kim, Sang-Woon*** 김상운

Abstract

Purpose: There are the number of color tactile walking surface indicators installed in Korea, because of indefinite regulation in blind and vision-impaired persons' tactile walking surface indicators. In case of yellow tactile walking surface indicators, it shows a deviation severe color. In this study, the researchers suggested color and brightness reference for helping blind and vision-impaired persons' walking through analyzing the color references of tactile walking surface indicators and the color luminance between tactile walking surface indicators and sidewalk currently used. **Method:** Reasonable luminance contrast criteria is suggested by examining ways of improving the recognition and recognition of objects according to color contrast visually impaired through literature review and analyzing standards of tactile walking surface indicators and the Europe, Japan and Australia of color and luminance contrast criteria. And by examining the color of the tactile walking surface indicators reported in Korea currently used to derive the problem presented by the luminance contrast in the reference and comparison. Finally, the visually impaired tactile walking surface indicators is set for color selection criteria for the recognition rate improves. **Results:** In order to improve the recognition rate to be tactile walking surface indicators of the contrast of the visually impaired and the environment than the color of the tactile walking surface indicators itself to secure always a certain level or more of brightness contrast values in the set of the color of the tactile walking surface indicators so important. **Implication:** In order to set the blind tactile walking surface indicators color recognition based on the verification of the real pedestrian based on the results presented in this paper it is required. It is to be understood as an element of the barrier free configuration for securing the walking pedestrian safety.

Keywords Tactile Walking Surface Indicators, Blind and Vision-Impaired persons, ransportation Poor, Luminance Contrast, Luminous Reflectance

주 제 어 점자블록, 시각장애인, 교통약자, 휘도대비, 시감반사율

1. Introduction

1.1 Background and Purpose

시각장애인 점자블록은 시각장애인이 보행과정 중 행해지 는 직선보행, 방향전환, 목적지 발견 3요소가 연속적으로 이

루어지지 못하여 겪게 되는 시행착오를 줄여주고 보다 정확 한 보행위치와 방향을 안내하기 위해서 설치하는 편의시설이 다(한국시각장애인편의증진센터, 2014).

또한, 시각장애인 점자블록은 전맹인 이외에도 저시력, 단 안실명 또는 시야각결손 등 다양한 시각장애인의 보행을 위 해서도 필요한 편의시설이다. 보건복지부에 등록된 시각장애 인은 약 25만명이며, 이중 전맹과 준맹에 해당하는 1, 2급 시 각장애인을 제외한 시각장애인은 83.8%에 이르는 것으로 조 사되었다(Table 1), (한국장애인고용공단, 2013). 전맹과 준맹 이외의 시각장애인(약시)은 점자블록과 주변환경의 색상차(휘

* Member, Research Professor, Dr.-Ing., Konkuk University (Primary author: dhshin1215@hotmail.com)

** Member, Professor, Ph.D., Dept. of Interior Design, Korea National University of Welfare (Corresponding author: kjpark@knuw.ac.kr)

*** Member, Research Professor, Ph.D., Konkuk University

도차)에 따라 인식하기 때문에, 점자블록의 색상은 시각장애인의 보행에 매우 중요한 역할을 하게 된다.¹⁾

이러한 이유로 국제규격(ISO 23599), 독일·스위스 등의 유럽규격 그리고 일본규격에서는 시각장애인 점자블록의 색상과 더불어 주변 보도의 마감재와의 휘도대비값과 측정방식을 규정하고 있다. 그러나 우리나라의 KS F 4561에서는 기본색을 황색으로 지정하고 이외의 색상에 대해서는 설치 당사자간의 협의에 의해 결정하도록 하고 있을 뿐, 색상 기준과 휘도비 등에 대한 명확한 규정은 없는 실정이다.

시각장애인 점자블록 색상에 대한 불명확한 규정으로 인해 실질적으로 약시자가 인식하기 어려운 여러 가지 색상의 점자블록이 설치되는 경우가 많으며, 황색 점자블록 사용의 경우에도 심한 색상의 편차를 보이고 있다.

본 연구에서는 국내·외 시각장애이용 점자블록의 색상 기준을 비교·분석하고, 현재 사용되고 있는 점자블록과 보도 색상의 휘도 분석을 통해 시각장애인의 보행에 실질적인 도움을 줄 수 있는 색상 및 휘도의 기준을 제시하고자 한다.

[Table 1] The Present of Visually Impaired Persons

Grade	Explanation	number of People	rate (%)
1	Visual Acuity of low vision eye ≤ 0.02	33,135	13.1
2	Visual Acuity of low vision eye ≤ 0.04	7,742	3.1
3	1. Visual Acuity of low vision eye ≤ 0.08 2. Viewing angle of bouth eyes $\leq 5^\circ$	12,750	5.0
4	1. Visual Acuity of low vision eye ≤ 0.1 2. Viewing angle of bouth eyes $\leq 10^\circ$	13,727	5.4
5	1. Visual Acuity of low vision eye ≤ 0.2 2. Lost 1/2 Viewing angle of bouth eyes	21,183	8.4
6	Visual Acuity of High vision eye ≥ 0.2	164,027	64.9

1.2 Methods of Research

연구의 방법으로는 연구문헌 분석을 통해 시각장애인의 색상 대비에 따른 사물의 인식과정과 인식률 향상 방안을 조사하고, 시각장애인 점자블록 국제기준 및 유럽지역, 일본 그리고 호주지역의 색상 및 휘도대비 기준을 비교·분석하여 합리적인 휘도대비 기준의 개선방안을 제시한다.

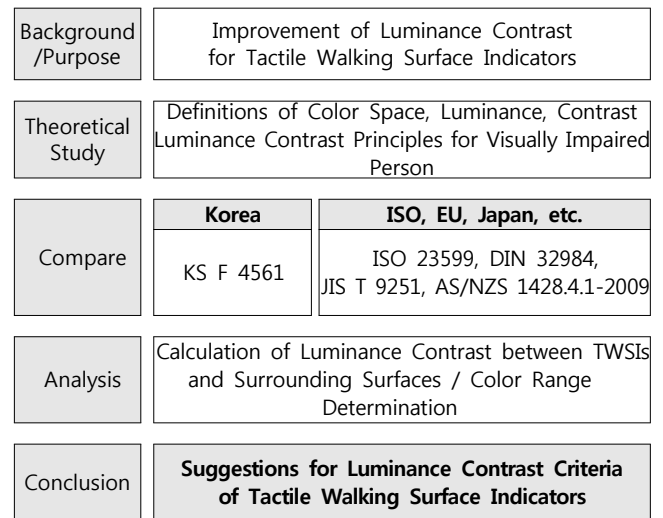
그리고 현재 사용되고 있는 우리나라의 점자블록과 보도의 색상을 조사하여, 제시된 휘도대비 기준과 비교를 통해 문제점을 도출한다. 점자블록과 보도의 색상 조사를 위해서는 [공공디자인 색채표준 가이드](지식경제부, 2009)를 활용하여 유

1) 시각장애의 정도에 따라 의학적, 법적, 교육적으로 서로 다르게 구분하고 있으며, 본 연구에서는 의학적 정의에 따라 전맹, 준맹, 약시로 구분하였다. 이를 장애인복지법시행규칙의 시각장애인 등급에 대입하면 1급은 전맹, 2급은 준맹, 3-6급은 약시에 해당하며, 본 연구에서는 의학적 구분에 따른 명칭을 사용한다.

사한 색상을 선정하였으며, 기존 보도블록의 색상은 국내 10개 업체에서 생산되는 대표적인 12가지 색상과 서울시의 [장애 없는 보도 디자인 가이드라인](서울특별시, 2013)에서 제시하고 있는 표준보도색의 색상을 기준으로 분석한다.

마지막으로 현재 사용되고 있는 보도색과 점자블록의 휘도 대비값을 기준으로, 인식률 향상을 위한 시각장애인 점자블록 색상의 선정기준을 설정한다.

본 연구는 현재의 보행환경에 대응 가능한 합리적이고 실용적인 시각장애인 점자블록과 보도의 색상과 휘도 기준을 제시하고자 하며, 본연구의 진행은 아래의 [Figure 1]과 같다.



[Figure 1] Study Flowchart

2. Theoretical Study

2.1 Visual Perception of Visually Impaired Pedestrians

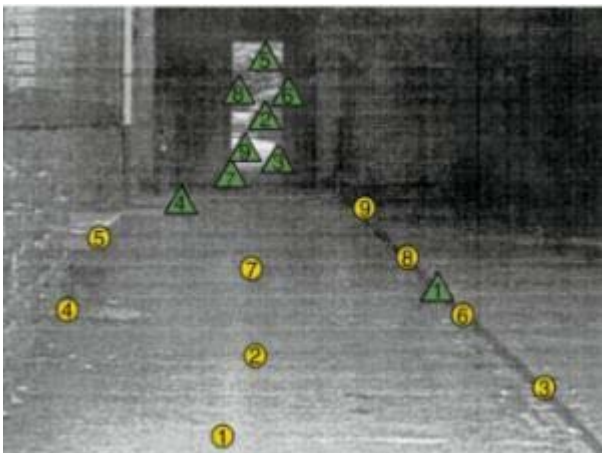
약시자는 시력, 시야, 대비감도 등의 다양한 문제로 인해 보행에 어려움을 경험한다. 보행환경의 사물이나 장애물을 눈으로 지각하는 능력에는 시력뿐만 아니라 대비감도 역시 중요한 영향을 미친다. 그리고 시야에 문제가 있을 때도 돌출된 물체, 계단, 지면의 변화, 낙하지점 등의 장애물 전체나 부분을 제대로 인지하지 못해 충돌하거나 낙상할 수 있다.

약시자의 주요 보행오류에는 다음과 같은 것들이 있다. 첫째, 보행 중에 장애물과 충돌하는 경우가 많다. 특히 복잡한 곳이나 장애물이 머리높이나 무릎 아래에 있거나 유리와 같이 대비가 부족한 곳에서 주로 발생한다. 둘째, 한쪽 눈이 실명이거나 양안의 시력 차이가 크거나 또는 지면에 그림자 같은 명암의 차이가 생길 때 심도지각의 문제가 나타난다. 따라서 계단, 길모퉁이, 울퉁불퉁한 지면 같이 지형이나 높이의 변화가 나타나는 곳을 알아차리지 못해 넘어지기 쉽다. 셋째, 신호등의 색, 횡단보도의 길이, 차량 흐름을 확인하는 데 어려움

이 있어 교차로와 도로 횡단 시에 사고 가능성이 있다. 넷째, 조명과 순응의 문제로 인해 실내외 출입 시 또는 조도 차이가 나는 장소를 드나들 때 시각적 적응에 어려움이 생긴다. 그리고 바닥으로부터 반사되는 빛, 야간의 불빛, 광원의 노출 등으로 인한 눈부심 역시 보행에 어려움을 줄 수 있다. 다섯째, 시력과 시야와 대비감소의 문제로 세밀하게 확인하기 어려워 물체를 잘못 인식하는 경우가 많다((재)정인욱복지재단, 2013).

일반적으로 약시자는 정상시력을 가진 사람들에 비해 색상과 명암의 대비를 인식하기 어렵다. 약시자의 방향정위(Orientation)를 위해서는 주변 사물들 간의 강한 색상과 명암의 대비를 필요로 하게 된다. 약시자의 경우 방향정위를 위해서는 정상시력자와 다른 시선의 이동을 나타낸다. [Figure 2]에서 보여주듯이 약시자들은 자신의 근거리와 보행로 표면 그리고 보행로와 건물의 벽 등이 만나는 모서리 부분 등으로 시선을 이동하며 보행에 필요한 정보를 수집하게 된다.

약시자들은 우선 자신의 근처에서 방향정위를 위해 도움이 되는 특징들을 찾거나, 움직이는 물체 또는 색상과 명암의 대비가 큰 물체를 찾음으로써 보행의 준비를 하게 된다. 따라서, 별다른 특징이 없는 큰 광장과 같은 공간에서는 보행에 큰 어려움이 발생하게 된다. 이러한 경우에는 보행로 표면에 설치된 시각장애인 점자블록과 같은 구조물이 보행에 도움을 주게 된다(Bundesministerium für Gesundheit, 1996). 따라서 인공적으로 구성된 다양한 주변 환경(건축물, 보행로 등)의 대비, 밝기, 색상과 형태 등 시각적 환경개선은 약시자의 보행에 큰 도움을 줄 수 있다.



주) Bundesministerium für Gesundheit, 1996

[Figure 2] Orientation of Person with Normal Vision (triangles) and Visually Impaired Person (circles)

약시자의 시각적 환경개선을 위해서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다. 첫째, 지나치게 많은 색상의 사용은 시각적

혼란을 줄 수 있으므로 공간의 전체적인 색 관계를 고려하면서 면대면의 색 대비를 높여야 한다. 약시자의 주요 이동경로에 명암과 색채의 대비를 주어야 한다. 둘째, 동일한 색상이라도 옅은 색감보다 짙은 색감을 사용하는 것이 시각적 변별력을 높여 준다. 셋째, 바닥면의 높이 차이, 낙하지점, 계단 같이 잠재적 위험요소를 알리거나 구역간의 구분을 위해서 색 대비를 활용하는 것이 큰 도움을 준다. 넷째, 어두운 색 배경에는 밝은 색 물체를 배치하는 등의 명도차이와 보색관계를 고려해야 한다((재)정인욱복지재단, 2013). 또한, 약시자의 시각적 환경개선을 위해서는 색상, 휘도대비²⁾ 등과 함께 조명과 눈부심 또한 중요한 역할을 한다. 일정한 조명을 유지하고 빛의 반사율이 적은 마감재로 주변 환경을 구성하는 것이 좋으며, 광원이 직접 보이지 않도록 하는 것이 바람직하다.

색과 관련된 대비는 크게 색상대비와 휘도대비 두 가지로 분류할 수 있다. 색상대비란 색상 자체의 차이에 의한 대비를 지칭하며, 서로 다른 색상이 서로 대조가 되어 나타나는 대비 현상이다. 색상대비가 클수록 주목성을 높일 수 있으며, 1차색(원색)간의 대비효과가 가장 크다. 그러나 색상대비는 색맹, 색각이상자들에게는 명확하게 인지되지 못하는 단점을 지니고 있다. 반면에 휘도대비란 물체와 배경의 밝기에 차이에 따른 대비효과를 말한다. 즉 물체와 배경이 모두 무채색이거나 같은 계통의 색상일 경우, 색상대비는 나타나지 않기 때문에 물체의 인식과 구분을 위해서는 휘도대비가 매우 중요한 역할을 한다.

2.2 Luminance Contrast

약시자의 시각적 정보 획득을 위해서는 빛을 내거나 반사하는 물체 표면의 휘도가 가장 중요하다. 휘도(L)는 빛의 강도나 조사각은 물론 물체 표면의 반사율과도 관련이 있으며, 단위는 Candela/m² (cd/m²)를 사용한다. 휘도값은 일반적으로 물체에 반사되는 빛(LRV, Light Reflectance Value)을 측정하여 결정하게 되며, 0 (totally white)과 100 (totally black) 사이의 값을 가지게 된다. 최적의 시각적 인식을 위해서는 휘도값이 30 이상 차이가 나도록 하는 것이 좋으며, 넓은 공간에서는 최소한 20 이상의 휘도차이를 유지해야 한다.

휘도대비는 대상물체와 배경간의 휘도차에 의해 결정된다. 휘도대비값(K)은 다음의 공식(i)에 따라 계산할 수 있으며, -1.0에서 1.0 사이의 값을 가진다.

2) 물체의 밝기 차이를 나타내는 점에서 “명도대비”와 “휘도대비”는 동일한 개념으로 사용되고 있다. 그러나 명도는 물체 자체의 밝기를 나타내고 휘도는 관찰방향에 대한 광밀도, 즉 일정면적을 통과하여 인식되는 빛의 양을 나타내는 차이가 있다. 본 연구는 실질적인 인식과 관련된 문제를 다루고 있으므로, 휘도대비를 사용한다.

$$K = \frac{L_o - L_s}{L_o + L_s} \quad (i)$$

L_o : The Value of Luminance on Object Surface (cd/m²)

L_s : The Value of Luminance on a Background Surface (cd/m²)

휘도대비값이 양수인 경우는 대상물체가 배경보다 밝은 경우이며, 반대로 배경이 대상물체보다 밝은 경우에는 음수값을 가지게 된다(Bundesministerium für Gesundheit, 1996).

휘도대비는 주변환경에 대한 적응, 주위의 환기 그리고 집중도의 향상에 영향을 주기 때문에, 한 공간에서 발생하는 행위의 중요도에 따라 적절하게 사용되어야 한다. 건물의 이용자나 보행자에게 위험을 경고하고 진입을 금지하거나 또는 보행방향을 안내하는 등의 목적에 따라 사용되는 휘도대비값의 기준은 다음 [Table 2]와 같다(DIN 32975, 2009). 이러한 기준에 따르면 시각장애인 점자블록은 설치되는 바닥면과 비교하여 0.4 이상의 휘도대비를 유지해야 한다.

[Table 2] Recommendation of Luminance Contrast

≥ 0.7	Contrast in Color Design
≥ 0.8	Contrast in Black and White Design
<ul style="list-style-type: none"> Operating Element of Assist and Emergency Call Device Marking of Obstruction and Barrier Information from Characters, Symbols, Signs and Information-Board 	
≥ 0.4	Reflectance of Object Surface, min. 0.5
<ul style="list-style-type: none"> Operating Element (Handles, Push-Button etc.) Control and Orientation Systems without Character and Symbol (TWSIs, Marking of Stair-Edge) 	

2.3 Color Spaces for Luminance Contrast Criteria Establishment

디자인 및 공학 등의 분야에서 색을 정확하게 측정, 구현, 관리하기 위해서 색공간의 개념이 사용된다. 주로 사용되는 대표적인 색공간 KS 삼속성, CIELAB, Yxy, sRGB 등이 있다.

KS 삼속성(H V/C)은 KS A 0062에 따른 색의 표시방법이며, 색상(Hue), 명도(Value), 채도(Chroma)로 표시하는 방법이다. Munsell 색채 체계³⁾와 색상의 배열, 명도단계, 채도단계가 같고 표시 기호가 같도록 구성되어 있다. 7.5R 4/14 (빨강), 5Y 8.5/14 (노랑) 등으로 표시된다.

3) 1905년 미국의 화가 A.H.Munsell (1858-1918)에 의해 고안되었으며, 색지각의 3가지 속성에 따라 계통적으로 색을 배치한 것으로서 색채의 전달과 교육을 목적으로 제작되었다. 물체 표면의 색지각을 색상, 명도, 채도에 따라 3차원 공간의 한 점에 대응시켜 3개의 방향으로 지각적 고른 감도에 따라 측도하여 배열한 것이다. 우리나라에서도 1965년부터 한국공업 규격에 채택하여 사용하고 있다.

CIELAB는 CIE(국제조명위원회)에서 규정한 것으로 인간의 눈이 감지할 수 있는 색차와 색공간에서 수치로 표현한 색차가 거의 일치될 수 있도록 한 색 표현값이다. CIELAB는 균일한 색공간 좌표로 인간의 눈과 매우 근사한 차이를 보여주기 때문에 현재 세계적으로 표준화되어 있는 색공간이다. 색좌표는 L*,a*,b* 로 표시되며 L*는 명도, a*는 RED와 GREEN의 정도, b*는 YELLOW와 BLUE의 정도를 나타내는 입체 좌표이며, 수학에서의 입체공간 X, Y, Z 와 유사하다. 국내에서는 KS A 0067에 따라 D65 표준광원에서의 값을 명시하고 있다.

Yxy 색체계는 CIE의 XYZ 색표계에 따른 색 표시방법으로써, XYZ 색표계가 양적인 표시로 색채의 느낌을 알기가 어렵고 밝기의 정도를 판단할 수 없기 때문에 수식을 변환하여 작성한 색체계이다. 이때 Y값은 밝기를 표시하는 시감반사율(Luminous Reflectance)을 의미하며, 휘도대비를 계산시 휘도값으로 대치하여 사용할 수 있다. x, y값은 색도 다이어그램에서의 색의 물리적 위치를 표시한다.

sRGB는 Standard RGB (Red, Green, Blue)로 일반사용자들을 위한 표준색공간으로 현재 디지털 색채시스템 중 가장 안정적으로 널리 사용되는 색채시스템이다. 또한 CMKY는 인쇄시 사용되는 기본적인 4가지 잉크색을 기준으로 한 색채표현 방식으로 흰색을 제외한 모든 색이 표현 가능하다(지식경제부, 2009).

점자블록의 색상 및 휘도대비를 위해 사용된 [공공디자인 색채표준 가이드](지식경제부, 2009)에서는 표준색상이 H V/C, CIELAB, Yxy, sRGB 및 CMYK로 표시되어 있다. 따라서 가이드에서 제공하는 색상의 시감반사율 Y로 휘도대비값을 산정할 수 있다. 그러나 기본적인 보도색을 제시하고 있는 [장애없는 보도 디자인 가이드라인](서울특별시, 2013)에서는 보도의 색상을 H V/C 로만 표시하고 있어, 시감반사율의 산정을 위해서 색공간 변환 프로그램 Munsell Conversion 4.01⁴⁾을 사용하였다.

현재 사용되고 있는 시각장애인 점자블록과 일반적으로 사용되고 있는 보도블록의 휘도대비를 위해서는 [공공디자인 색채표준 가이드]의 표준색상과 비교를 통해 색상을 선정하였으며, 휘도대비를 위해서는 제시된 시감반사율을 사용하였다.

3. Comparative Analysis

3.1 International Standard (ISO 23599)

국제규격에서는 점자블록의 색상을 ISO 3864-1에서 정의하는 Safety Yellow를 기본색상으로 규정하고 있다. Safety Yellow는 영국, 호주에서는 Golden Yellow 라고도 하며 H V/C - 5Y 8/12, sRGB - 238, 210, 2 의 값을 가진다. 경고, 주

4) www.munsell.com 참조

의의 의미를 가지고 있으며, 주로 도로상 작업자의 작업복, 학교버스의 색상 등으로 사용된다.

기본색상이 아닌 경우에는 점자블록과 인접 마감재 간의 휘도대비에 따라 정해지게 된다. 휘도대비값의 계산은 기본적으로 다음 Michelson Contrast formula에 따라 계산하며, 경우에 따라 Weber, LRV, Sapolinski formula 도 가능하다. 각 경우에 따른 휘도대비 기준값은 [Table 3]과 같다.

$$C_M = \frac{(L_1 - L_2)}{(L_1 + L_2)} \times 100 (\%) \quad (ii)$$

Michelson Contrast Formula

C_M : The Luminance Contrast Value (%)

L_1 : The Value of Luminance on a lighter Surface (cd/m^2)

L_2 : The Value of Luminance on a darker Surface (cd/m^2)

휘도대비 계산에 실측값(L)을 사용하는 경우, 휘도의 실측에는 접촉측정법(BS 8493, 2008)과 비접촉측정법(AS/NZS 1428. 4.1., 2009)이 사용되고 있다. 주로 비접촉측정법이 사용되고 있으며, 관찰자의 눈높이 1,500 mm ± 100 mm 에서 45° 시각으로 바라본 점자블록과 보도 표면의 휘도를 측정하도록 하고 있다. 측정이 불가능한 경우, 제조업체에서 제공하는 시감반사율(Luminous Reflectance)값을 휘도값 대신 대입하여 휘도대비값을 산정할 수 있다(ISO 23599, 2012).

[Table 3] Minimum Value of Contrast (ISO 23599)

	Minimum Contrast Value	Minimum for Discrete Units	Minimum for Hazards	
Michelson $\frac{(L_1 - L_2)}{(L_1 + L_2)} \times 100 (\%)$	30	40	50	
Weber $\frac{(L_1 - L_2)}{L_2} \times 100 (\%)$	46	57	67	
LRV $LRV_1 - LRV_2$	LRV ₁ =40	18	23	27
	LRV ₁ =50	23	29	33
	LRV ₁ =60	28	34	40
Sapolinski $\frac{125 \cdot (Y_1 - Y_2)}{Y_1 + Y_2 + 25} (\%)$	Y ₁ =40	27	35	43
	Y ₁ =50	28	37	45
	Y ₁ =60	30	39	48

주) ISO 23599, 2012

LRV is Light Reflectance Value, L is the measured luminance of a surface and Y is the Luminance reflectance. Where L appears in a formula, Y can be used instead. The required minimum contrast for the Sapolinski formula depends on the reflectance of the lighter surface, Y_1 .

3.2 Korea (KS F 4561)

점자블록의 색상에 대해서는 황색을 원칙으로 하고 있으나, 황색에 대한 명확한 색상규정은 없다. 또한, 그 밖의 색상은 생산자, 시공자의 협의에 따라 사용한다고 언급되어 있으며, 정량적으로 평가할 수 있는 기준은 명시되어 있지 않다.

이와는 별도로 시각장애이용 편의시설 설치 매뉴얼(한국시각장애인의증진센터, 2014)에서는 점자블록의 색상은 황색으로 하고 바닥재의 색상이 황색계열일 경우에는 흰색 또는 녹색으로 할 수 있다고 명시하고 있으나, 이에 관련된 명확한 색상규정이나 색상설정의 근거는 제시하고 있지 않다.

또한 장애없는 보도 디자인 가이드라인(서울특별시, 2013)에서는 보도의 표준색을 지정하고 보도색과 보행안전색의 명도차를 2.0 이상 유지할 것을 권장하고 있으나, 점자블록의 색상과 관련되어서는 특별히 언급되지 않고 있다.

3.3 Japan (JIS T 9251)

점자블록의 색상은 국제기준과 동일하게 Safety Yellow를 기본색상으로 지정하고 있다. 그러나 휘도대비에 대한 명확한 기준은 제시하지 않고 있다. 휘도대비에 대한 사항은 각 지자체의 지침에 따라 서로 다르게 규정되어 있으며, 일반적으로 휘도비 2.0 ~ 2.5 이상으로 규정하고 있다. 또한, 일부 지자체의 경우에는 ISO 23599 기준을 그대로 차용하고 있다.

3.4 Germany (DIN 32984)

점자블록의 색상은 특별히 규정하고 있지 않으며, 휘도대비에 따른 기준값을 제시하고 있다. 일반적으로 흰색과 짙은 회색, 두 가지의 점자블록을 주로 사용한다. 휘도대비값의 계산은 ISO 23599와 동일하게 Michelson Contrast formula에 따라 계산한다. 다만, 국제기준과의 차이점은 백분율을 사용하지 않고 0.0 ~ 1.0 사이의 값을 사용하며, 점자블록과 보도와의 휘도대비는 0.4 이상으로 규정하고 있다. 또한, 이와는 별도로 점자블록 자체의 반사율(Light Reflectance Value)이 50% 이상이 되는 제품을 사용하도록 규정하고 있다.

3.5 Australia and New Zealand (AS/NZS 1428.4.1)

호주와 뉴질랜드의 시각장애인 점자블록 색채기준에서는 색상의 결정을 위해 CIE 의 Yxy 색체계를 사용하고 있으며, 휘도값의 측정을 위해서는 CIE 표준 광원값을 사용한다. 기본색상은 규정하고 있지 않으며, 다음 공식 (iii)과 같은 휘도대비의 기준만을 제시하고 있다. 휘도대비값(C)은 일체형의 점자블록의 경우에는 0.30 이상, 돌기분리형 점자블록이 균일하게 설치되는 경우에는 0.45 이상, 돌기분리형 점자블록을 조합하여 사용하는 경우에는 0.6 이상을 확보하도록 규정하고 있다 (Table 4).

$$C = \frac{(Y_2 - Y_1)}{0.5 \times (Y_1 + Y_2)} \quad (\text{iii})$$

Y₁ : Luminous Reflectance Values of darker Surface

Y₂ : Luminous Reflectance Values of lighter Surface

[Table 4] Minimum Luminance Contrast Value (AS/NZS 1428.4.1)

Luminance Contrast Value	Type of TWSIs	Minimum Value
$C = \frac{(Y_2 - Y_1)}{0.5 \times (Y_1 + Y_2)}$	Integrated Units	0.30
	Elements of Uniform Discrete Units	0.45
	Composite Discrete Units	0.60

주) AS/NZS 1428.4.1, 2012

호주와 뉴질랜드의 시각장애인 점자블록 규정에서는 특정 색상을 지정하지 않고 있으나, 생산업체별로 점자블록의 색상과 각 색상에 따른 주변 바닥재의 휘도값 범위를 제시하고 있다. 주로 사용되는 점자블록의 색상은 Ivory, Yellow, Light Grey, Terracotta, Medium Grey, Black 등으로 다양하며, 이러한 점자블록의 색상은 AS 2700의 표준색상표에 의해 표시하고 있다. 또한, 각 점자블록의 색상에 대해 AS/NZS 1580.601.2 의 표준 시감반사율(Luminous Reflectance)값을 기준으로 한 주변 보도마감재의 휘도범위를 제시하고 있다 (Table 5).

[Table 5] Limiting Luminous Reflectance Values of TWSIs and the Surround

Color of TWSIs	Dry Luminance Value of TWSIs	Wet Luminance Value of TWSIs	Luminance Value of Surround
Ivory	63.73	60.99	≤ 42.7, ≥ 82.8
Warning Yellow	44.71	41.11	≤ 28.8, ≥ 58.1
Colorado Grey	41.62	39.65	≤ 27.8, ≥ 54.1
Terracotta	15.40	12.94	≤ 9.1, ≥ 20.0
Medium Grey	12.74	11.87	≤ 8.3, ≥ 16.6
Black	2.67	2.25	≤ 1.6, ≥ 3.5

주) http://www.guardiantactile.com/pdf/CSIRO_Luminance_Scales.pdf

3.6 Comparing Standards

시각장애인 점자블록의 색상 및 휘도기준의 국제기준 및 국외기준은 다음 [Table 6]과 같다. 점자블록의 색상을 규정하는 경우에는 우리나라의 기준과는 달리 H V/C, CIE Yxy 등의 색체계를 기반으로 명확한 색상을 규정하고 있다. 또한 여러 가지 색상 적용을 위한 명확한 휘도대비 기준을 제시하고 있다.

국제기준 및 국외기준에서 사용하는 휘도대비의 기준과 최소값은 근소한 차이를 보이지만 거의 동일한 수준의 대비를 나타내고 있다. 이는 점자블록이 설치되는 모든 장소에서 일정 수준 이상의 인식률을 보장함으로써 시각장애인의 보행안전성을 확보하고 있다. 우리나라의 기준에서도 이러한 휘도대비의 규정 도입이 필수적이며, 설치되는 점자블록과 보도 마감재의 명확한 색상을 규정할 필요가 있다.

[Table 6] Comparing of Visual Contrast - Minimum Value of Contrast

Standard	Calculation Method	Minimum Value	etc.
ISO 23599	Michelson	30 to 50 %	-
KS F 4561	-	-	-
JIS T 9251	Michelson	30 to 50 %	-
DIN 32984	Michelson	40 %	LRV ≥ 50 %
AS/NZS 1428.4.1	CIE Contrast	30 to 60 %	-

4. Luminance Contrast Testing of TWSIs

현재 국내에서 사용되고 있는 시각장애인 점자블록 색상의 적정성과 주변 보도 마감재에 따른 인식률 분석을 위해서, 먼저 [공공디자인 색채표준 가이드]를 활용하여 점자블록과 현재 일반적으로 사용되는 보도 마감재의 색상을 설정하였다. 약 10개 업체에서 생산되는 우리나라의 점자블록과 보도 마감재를 조사하였으나, 생산제품에 대한 색채표준은 제시하고 있는 곳은 없었다. 이러한 이유로 색상의 설정은 [공공디자인 색채표준 가이드]와의 색상비교를 통해 이루어졌고, 비교 환경과 관찰자에 따른 오차는 존재할 수 있다.

이렇게 설정된 점자블록과 보도 마감재의 시감반사율(Luminous Reflectance)값을 국제기준의 공식에 대입하여 휘도대비값을 산정하여 적정성 여부를 판단하였다. 추가적으로 서울시에서 선정한 표준 보도색의 시감반사율을 적용하여 시각장애인 점자블록의 인식률을 검토하였다. 또한 국제기준의 Safety Yellow를 기본색상으로 사용하는 경우의 휘도대비값의 변화와 이를 [공공디자인 색채표준 가이드]의 316개 표준

색을 대입하여 점자블록 색상변화에 따른 색상적용범위를 분석하였다.

우리나라 보행로에서 주로 사용하는 매립형 점자블록은 크게 두 가지 색상으로 분류할 수 있으며, 이를 [공공디자인 색채표준 가이드]의 표준색상 노란연두(10Y 8/10)와 노란주황(7.5YR 7/14)에 해당한다. 이는 Safety Yellow(5Y 8/12)와 차이를 보이며, 국외에서 주로 사용하는 점자블록의 색상과 비교하면 다음 [Table 7]과 같은 시감반사율의 차이를 나타낸다.

국내 보도블록 업체에서 생산되는 보도블록을 조사한 결과 12가지 대표적인 색상으로 구분할 수 있으며, 이를 [공공디자인 색채표준 가이드]와의 색상비교 통해 Munsell 색채체계와 시감반사율을 결정하여 점자블록과 휘도대비를 계산하였다. 휘도대비 계산에는 ISO 23599의 Michelson 공식을 사용하였다.

점자블록의 색상이 노란연두일 경우에는 보도블록의 7개 색상이 최소기준인 30% 이상의 휘도대비를 나타내고 있으며 흑색, 녹색, 밤색, 적색 4가지 색상만이 위험지역 경로를 위한 휘도대비 50% 이상의 기준을 만족하고 있다. 또한 점자블록의 색상이 노란주황일 경우에는 보도블록의 6개 색상이 최소 기준인 30% 이상, 그리고 흑색, 녹색 2가지 색상만이 위험지역 경로를 위한 휘도대비 50% 이상의 기준을 만족하고 있다 (Table 8).

보도블록의 색상이 흰색, 회색, 핑크, 아이보리 등일 경우 큰 색상의 차이에도 불구하고 시감반사율의 차이가 없어 인식에 어려움이 있음을 나타내고 있다.

[Table 7] Luminous Reflectance Comparison of TWSIs

Color		Munsell (H V/C)	Luminous Reflectance
국내	노란 연두	10Y 8/10	57.69
	노란 주황	7.5 7/14	41.62
국외	Safety Yellow	5Y 8/12	59.10
	White	N9.5	87.75
	Medium Grey	N4.25	13.37

따라서, 시각장애인 점자블록의 인식을 개선을 위해서는 보도의 색상에 따라 일정 휘도대비값을 유지할 수 있는 다른 색상의 점자블록을 사용하거나, 점자블록이 설치되는 장소의 보도색을 제한하는 것이 필요하다. 또한 인식률의 개선을 위해서는 보도와 점자블록간의 색상차에 의한 비교보다는 시감 반사율을 기준으로 한 상호 대비효과를 비교하는 것이 바람직하다.

[Table 8] Luminance Contrast between Paver Blocks and TWSIs

보도블록색	색채표준 가이드	Luminous Reflectance	comparing with 노란연두 (%)	comparing with 노란주황 (%)
취색	회색	19.27	49.92	36.71
오렌지색	밝은 주황	41.56	16.25	0.07
밤색	회갈색	19.22	50.02	36.82
아이보리색	밝은 회황색	67.72	8.00	23.87
적색	회적색	19.22	50.02	36.82
회색	밝은 회색	41.98	15.76	0.43
흑색	검정	0.43	98.52	97.95
백색	하양	87.75	20.67	35.66
황토색	흐린 황갈색	29.23	32.74	17.49
황색	밝은 황갈색	29.10	32.94	17.70
핑크색	벚꽃색	76.60	14.08	29.59
녹색	탁한 초록	11.83	65.97	55.73

이러한 현상은 서울시의 표준 보도색에서도 동일하게 나타나고 있다(Table 9). [장애없는 보도 디자인 가이드라인](서울특별시, 2013)에서 규정하고 있는 20가지 색상의 표준 보도색의 경우 노란연두, 노란주황의 점자블록과의 휘도대비는 보행 안전선 2가지 색상을 제외하면 각각 4가지, 2가지 색상만이 최소기준 30%를 만족시키고 있다.

[Table 9] Luminance Contrast between Paver Blocks (Design Guideline for Barrier Free Street, Seoul) and TWSIs

서울시 보도색	Luminous Reflectance	comparing with 노란연두 (%)	comparing with 노란주황 (%)
보도색 1	50.68	6.47	9.82
보도색 2	50.68	6.47	9.82
보도색 3	43.06	14.52	1.70
보도색 4	59.10	1.21	17.36
보도색 5	43.06	14.52	1.70
보도색 6	36.20	22.89	6.96
보도색 7	36.20	22.89	6.96
보도색 8	43.06	14.52	1.70
보도색 9	43.06	14.52	1.70
보도색 10	43.06	14.52	1.70
보도색 11	36.20	22.89	6.96
보도색 12	43.06	14.52	1.70
보도색 13	43.06	14.52	1.70
보도색 14	19.77	48.95	35.59
보도색 15	36.20	22.89	6.96
보도색 16 (보행안전선)	15.58	57.47	45.52
보도색 17	30.05	31.50	16.14
보도색 18	30.05	31.50	16.14
보도색 19 (보행안전선)	12.00	65.56	55.24
보도색 20	19.77	48.95	35.59

또한, 현재 사용되고 있는 시각장애인 점자블록의 경우 명확한 색상의 기준이 없어, 서로 다른 시감반사율값을 가짐으로써 사용된 샘플에 따라 휘도대비값의 차이를 보이고 있다. 계산에 사용된 노란연두 색상의 경우에는 국제기준의 Safety Yellow와 유사한 시감반사율값을 가지고 있는 반면, 노란주황 색상은 낮은 시감반사율로 인해 최소 휘도대비 기준을 만족하는 경우가 적게 나타나고 있다.

현재 국제적으로 주로 사용되고 있는 Safety Yellow, White, Medium Grey 세 가지 색상의 시각장애인 점자블록을 기본색상으로 설정하고, 우리나라의 [공공디자인 색채표준 가이드]의 316개 표준색과 휘도대비를 계산하였다. 그 결과 Safety Yellow의 경우 212개 색상이 최소대비값 30% 이상을 만족하였으며, 177개의 색상이 위험지역 경고를 위한 휘도대비 50% 이상의 기준을 만족하고 있다. White 색상의 경우는 249개 색상이 최소대비값 30% 이상을 만족하였으며, 198개의 색상이 위험지역 경고를 위한 휘도대비 50% 이상의 기준을 만족하고 있다. 또한 Medium Grey 색상의 경우에는 Safety Yellow와 White 색상에서 사용 불가능한 색상과 중복되는 색상을 포함하여, 총 232개의 색상이 최소대비값 30% 이상을 만족하였으며, 150개의 색상이 위험지역 경고를 위한 휘도대비 50% 이상의 기준을 만족하고 있다(Figure 10).

[Table 10] Luminance Contrast between Paver Blocks and TWSIs (Standard Color Guideline for Public Design)

	Color of TWSIs		
	Safety Yellow	White	Medium Grey
Number of Acceptable Color (Luminance Contrast \geq 30%)	212	249	232
Acceptable Luminous Reflectance Value (Luminance Contrast \geq 30%)	\leq 29.72	\leq 42.42	\leq 6.51 \geq 28.90
Number of Acceptable Color (Luminance Contrast \geq 50%)	177	198	150
Acceptable Luminous Reflectance Value (Luminance Contrast \geq 50%)	\leq 19.64	\leq 29.24	\leq 17.42 \geq 90.06

이상의 휘도대비 계산 결과는 현재 점자블록 색상은 보도색과 비교하여 충분한 휘도대비값을 확보하고 있지 못하는 것으로 나타나고 있다. 이는 현재 사용되고 있는 황색계열의 점자블록 색상이 충분히 높은 시감반사율값을 가지지 못하기 때문에 발생하는 현상이다. 또한 현재 사용되고 있는 보도블록의 색상이나 서울시 표준 보도색의 색상이 일반적으로 높은 시감반사율을 가지는 색상으로 구성되어 있다는 것도 충분한 휘도대비값 확보에 부정적 요소로 작용하고 있다.

현재의 보도블록의 색상과 서울시 표준 보도색을 기준으로 할 때, 기존의 황색계열의 색상보다는 흰색계열의 색상이 오히려 큰 휘도차이를 나타내고 있다. 점자블록의 색상을 흰색으로 가정할 경우 서울시 표준 보도색은 3가지 색상만을 제외하고는 모두 30% 이상의 휘도차이를 보이고 있으며, 시감반사율 76.00 이상의 색상(공공디자인 색채표준 가이드 색상 흰노랑, 노란하양, 연한노랑, 흰연두 등)을 사용할 경우에는 10개의 색상이 휘도차이 30% 이상 그리고 나머지 색상 중 7개의 색상 또한 약 28% 로써 최소기준에 근접한 결과를 보이고 있다(Table 11). 이는 시각장애인 점자블록 색상의 선정시 현재 보다는 높은 (최소 76.00 이상) 시감반사율을 가진 색상선정의 필요성을 말해주고 있다.

[Table 11] Luminance Contrast between Paver Blocks and TWSIs With High Luminous Reflectance

서울시 보도색	Luminous Reflectance	comparing with White	comparing with High Luminous Reflectance (Y = 76.00)
보도색 1	50.68	26.78	19.99
보도색 2	50.68	26.78	19.99
보도색 3	43.06	34.16	27.67
보도색 4	59.10	19.51	12.51
보도색 5	43.06	34.16	27.67
보도색 6	36.20	41.59	35.47
보도색 7	36.20	41.59	35.47
보도색 8	43.06	34.16	27.67
보도색 9	43.06	34.16	27.67
보도색 10	43.06	34.16	27.67
보도색 11	36.20	41.59	35.47
보도색 12	43.06	34.16	27.67
보도색 13	43.06	34.16	27.67
보도색 14	19.77	63.23	58.71
보도색 15	36.20	41.59	35.47
보도색 16 (보행안전선)	15.58	69.84	65.98
보도색 17	30.05	48.98	43.33
보도색 18	30.05	48.98	43.33
보도색 19 (보행안전선)	12.00	75.94	72.73
보도색 20	19.77	63.23	58.71

5. Conclusion

본 연구는 시각장애인의 색상대비에 따른 사물의 인식과정과 인식을 향상 방안을 조사하고, 시각장애인 점자블록 국제

기준 및 유럽지역, 일본 그리고 호주지역의 색상 및 휘도대비 기준을 비교·분석하여 합리적인 휘도대비 기준의 개선방안을 제시하는 것이 목적이며 주요 연구결과와 다음과 같다.

첫째, 현재의 모호한 시각장애인 점자블록은 색상 기준은 실질적인 인식율을 고려하지 않은 여러 가지 색상의 점자블록의 혼재의 원인이 되고 있다. 따라서, 시각장애인 점자블록의 색상 선정에 있어서는 Munsell, CIE 색체계 등을 기준으로 하여, 명확한 색상의 기준을 설정하여야 한다.

둘째, 실질적인 시각장애인 점자블록의 인식을 향상을 위해서는 색상에 대한 규정이 아닌, 국외 여러 나라와 같이 국제 기준과 동일한 휘도대비를 기준으로 한 규정의 도입이 필요하다.

셋째, 시각장애인 점자블록의 색상 선정시에는 현재 우리나라의 보도에 사용되고 있는 일반적인 색상, 표준색상 등을 고려하여 충분한 휘도대비값을 확보할 수 있도록 하여야 한다. 현재 우리나라의 보도색상을 고려하면, 지금보다는 높은 시감반사율값을 가진 색상의 선정이 필요하다.

마지막으로 서울시 표준 보도색과 같이 보도의 시감반사율이 높은 경우에는 반대로 시감반사율이 낮은 점자블록을 사용하거나, 보조블록을 사용하여 점자블록의 인식률을 높일 수 있는 방안을 고려하여야 한다.

시각장애인 점자블록의 인식을 향상을 위해서는 점자블록 자체의 색상보다는 주변 환경과의 대비가 중요하므로, 점자블록의 색상의 설정에 있어서는 항상 이러한 점이 우선적으로 고려되어야 하며, 보행안전성 확보를 위한 무장애보행로 구성을 위한 기본적 요소로 이해되어야 한다.

References

- AS/NZS 1428.4.1:2009, Design for Accesws and Mobility - Part 4.1: Means to Assist the Orientation of People with Vision Impairment
- BS 8493: Light reflectance value (LRV) of a surface - Method of test. British Standards Institution, London, 2008.
- DIN 32975, Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2009.- Tactile Ground Surface Indicators Standards Australia, 2009.
- DIN 32984, Bodenindikatoren im öffentlichen Raum. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2011.
- E. Feddersen, I. Lüdtke, U. Rau, U. Reinold, H. Wulf, barrierefrei - bauen für die zukunft, Beuth Verlag GmbH, Berlin · Wien · Zürich, 2013.
- ISO 23599, Assistive products for blind and vision-impaired persons - Tactile walking surface indicators. ISO copyright office, Geneva, 2012.
- JIS T 9251: Guideline for older persons and persons with disabilities - Shapes, dimensions and patterns of raised parts of tactile walking surface indicators for persons who are blind or with seeing impairment. Japanese Standard Association, Tokyo, 2014.

M. Holfeld, Licht und Farbe - Planung und Ausführung bei der Gebäudegestaltung, Beuth Verlag GmbH, Berlin · Wien · Zürich, 2013.

Verbesserung von visuellen Informationen im öffentlichen Raum. Bundesministerium für Gesundheit, Bonn, 1996.

공공디자인 색채표준 가이드, 지식경제부 기술표준원, 2009.

시각장애인용 편의시설 설치 매뉴얼 - 공공건물 지하철·보도 -, 한국시각장애인편의증진센터, 2014.

장애없는 보도 - 디자인가이드라인 (ver3.0), 서울특별시 문화관광디자인본부, 2013.

(재)정인욱복지재단, 시각장애인 보행의 이론과 실제, 시그마프레스, 서울특별시, 2013.

2013 장애인 통계, 한국장애인고용공단 고용개발원, 경기도, 2013.

접수 : 2016년 01월 04일
1차 심사 완료 : 2016년 02월 02일
게재확정일자 : 2016년 02월 02일
3인 익명 심사 필