

측색기를 활용한 건설안전표지의 측색과 평가

Measurement and Evaluation of the Construction Safety Sign Panel Using Colorimeter

정 철 우

이 재 용*

Chung, Chul-Woo

Lee, Jae-Yong*

Professor, Department of Architectural Engineering, Pukyong University, Nam-Gu, Busan, 48513, Korea

Abstract

Safety sign panel has been used in construction sites to assure the safety of the workers. Such safety panel can be categorized as 4 different signals, such as prohibition, warning, indication, and information. Each of the categorized item must follow lawful which is specifically designated for its own purposes, on its color and the shape. However, the color and shape of the safety sign panels that have been used in construction sites are not found to follow the suggested lawful requirement, and such differences are originated from safety merchandise production company or vendor, and construction company. In this study, samples of safety sign panels were obtained from various construction sites in Republic of Korea then the colors of such samples were measured, analyzed, and compared. According to the results, colors of the safety sign panels were out of the lawful requirement due to the aging and surface contamination of the safety sign panel. Frequent maintenance on the safety sign panel is therefore necessary. In addition, steel panels that were used in the construction sites were found to be unsuitable to meet the lawful requirements. In order to the color requirements on safety sign panel, it is recommended for Korea Occupational Safety and Health Agency to provide standard reference sample for each material used to produce safety sign panel, to distribute them to the producer and construction sites, and to supervise overall system.

Keywords : safety, safety sign, color, colorimeter, CIE L*a*b*

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

건설안전에서 작업자들의 안전을 확보하기 위한 안전시설물은 표준안전관리비의 항목 내에서 집행되어지고 있다. 이러한 안전시설물 중에 안전표지는 금지, 경고, 지시, 안내 등의 4가지로 구분되어지고 각각의 색과 형태를 법적 기준(예시, 적색기준 5R 4/13)으로 정해지고 있다. 그러나

이러한 건설현장의 안전표지는 안전용품 납품업체, 제조업체, 건설회사 등에 따라 그 형태와 색 기준이 다르게 사용되고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 건설안전표지가 위험성을 경고함으로써 작업환경을 통제하여 예상되는 재해를 사전에 예방하는 기능을 확보하고 시각적 자극으로 주의력을 키워 재해를 예방할 수 있도록 측색기(Colorimeter)를 활용하여 각각의 안전표지를 제조업체와 건설현장에 설치된 표지판을 측색하여 색 기준에 대한 적합성 검토와 현장여건에 적합한 관리 방안을 제시하여 현장 작업자의 안전성을 확보하는 기초자료를 제시하고자 한다.

1.2 연구 방법 및 범위

건설현장의 안전표지판에 대한 측색실험을 진행하기 위

Received : May 8, 2019

Revision received : May 21, 2019

Accepted : May 21, 2019

* Corresponding author : Lee, Jae-Yong

[Tel: 82-51-629-6092, E-mail: jylee@pknu.ac.kr]

©2019 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

하여 관련 이론과 관련법규의 고찰을 통해 안전색채의 특성을 살펴보고, 한국, 미국, 일본의 국가별 건설안전표지의 색채기준을 확인하여 최근 변화하고 있는 색 기준 동향을 파악하였다. 안전표지판의 제조업체와 건설 현장에 설치되어 있던 건설안전표지판의 샘플을 입수하여 이에 대한 측색 실험을 진행하여 설치된 경과년수에 대한 비교와 법적기준에 적합하는지를 분석하였다.

2. 예비적 고찰

색채조화는 색이 적용된 사물이나 사람, 환경 등의 조형을 이루는 여러 요소들에 두 가지 이상의 색을 배색하였을 때 서로 대립되면서도 전체적으로는 잘 어우러져서 아름다운 동일한 이미지로 나타나는 것을 목적으로 하며[1,2], 표색체계와 안전표지에 대한 고찰은 다음과 같다.

2.1 CIE L*a*b* 표색계

CIE(국제조명위원회)에서 규정한 색상 값으로 우리 눈이 감지할 수 있는 색차와 색 공간에서 수치로 표현한 색차를 거의 일치시킬 수 있는 색 공간이다. CIE L*a*b*에서의 색 좌표는 L*, a*, b*로 표시하게 되며 L*는 명도, a*는 Red와 Green의 정도, b*는 Yellow와 Blue의 정도를 나타내는 입체 좌표이다[3].

Figure 1은 CIE의 L*a*b* 색 도환으로 L*a*b*의 색 좌표는 L*a*b*로 표시하게 되며 L*값은 명도 범위는 0~100까지이며 100에 근접할수록 백색을, 0에 근접할수록 흑색을 나타낸다. X축의 적-녹(red-green)축으로 하여 +a방향은 적색, -a방향은 녹색을 나타내며, Y축을 황-청(yellow-blue)축으로 하여 +b값은 황색, -b값은 청색을 나타낸다.

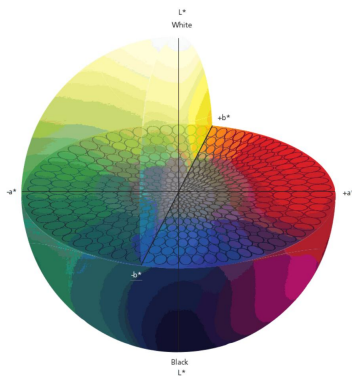


Figure 1. CIE L*a*b* color space

2.2 안전과 색채

색채는 대상을 인식하는데 기여하는 대상의 존재나 형상이 보이기 쉬운 정도를 나타내는 시인성과, 다수의 대상이 존재할 때 어느 색이 보다 쉽게 지각되는지 또는 쉽게 눈에 띄는지의 정도를 나타내는 유목성과 색의 차이에 의해 대상이 갖는 정보의 차이를 구별하여 전달하는 성질인 식별성의 특징을 지니며, 안전색채는 색채의 이러한 특성을 효과적으로 이용하여 신속하고 정확하게 위험을 방지하고 긴급사태에 대응할 수 있도록 의도한 것이다[4].

2.2.1 안전색과 안전표지

국제적인 교류가 빈번히 이루어지고 있는 오늘날 안전에 관한 정보를 제공하는 시스템에는 가능한 한 언어를 사용하지 않고 표준화하는 것이 바람직하다. 그러므로 한국산업표준 KS A 3501 ‘안전색 및 안전표지’, KS A 3502 ‘안전색 일반사항’, KS A 3510 ‘안전표지 일반사항’에서는 ‘사고 및 건강에 대한 위험방지 및 긴급사태에 대한 대응을 목적으로 안전 및 건강에 영향을 미치는 대상물과 장소에 신속하게 주의를 촉구하는 안전색 및 안전표지’에 대하여 규정하고 있다[5].

2.2.2 안전표지의 종류

KS A 3510 (안전표지-일반적 사항)에서는 안전표지의 종류로 방화 표지, 금지 표지, 위험 표지, 주의 표지, 주의 표지, 구호 표지, 지시 표지, 유도 표지, 지도 표지, 이온화 방사능 표지의 9종류로 규정하였으며 가장 주요한 4가지 안전표지는 Figure 2에 나타난 바와 같다.



Figure 2. Safety sign panel





2.3 국가별 안전표지의 색기준

국가별 안전표지의 색채기준은 산업안전보건관련 법령과 산업표준에 정해져 Table 1에 나타난 바와 같으며, 한국 기준은 먼셀표색계로 H(색상)=± 2, V(명도)=± 0.3, C(채도)=± 1의 오차범위로 규정되어 있으며 Table 2는 산업안전보건법 시행규칙 제8조 (안전보건표지의 색채 등)과 KS A 0062에 규정된 한국의 기준을 먼셀표색계로 나타낸 것이므로 적색, 황색, 청색, 녹색에 대한 전체적인 색분포를 이해하기 매우 어려우므로 안전표지판을 측색했을 때 그 결과를 쉽게 분석할 수 있도록 Figure 1에 나타난 CIE L*a*b* 표색계 값으로 변환한 것이다.

Table 1. Color standard of safety sign panel

	Korea	USA	Japan
Code	KS A 0062	ANSI Z.535	JIS Z 9103
	Munsell	Munsell	Munsell
Red	7.5R 4/14	7.5R 4.0/14	8.75R 5/12
Yellow	5Y 8.5/12	5.0Y 8.0/12	7.5Y 8/12
Blue	2.5PB 4/10	2.5PB 3.5/10	5G 5.5/10
Green	2.5G 4/10	7.5G 4.0/9	2.5PB 4.5/10

Table 2. Conversion color standards

Color	H	V	C	L	a	b
	7.5R	4.0	14	41.22	56.61	40.98
	5Y	8.5	12	86.21	-4.89	86.65
	2.5PB	4.0	10	41.22	-2.09	-40.81
	2.5G	4.0	10	41.22	-53.57	23.29

3. 안전표지판 측색과 분석

3.1 예비 실험

본 실험에 앞서서 예비실험으로 Figure 3과 같은 건설안전표지판을 부산지역 제조업체에서 4가지 제품을 직접 구매하여 휴대용 분광측색계(CM-2500c)로 측색하였다.

측정된 값은 산업안전보건법, 안전공단 안전표지의 기준에 적합한지 비교분석하였다. Figure 4는 제조업체별로 표지판의 색을 측정된 후에 측정값을 색상표로 정리하여 나타낸 것이다.

Table 2에서 규정된 한국산업안전보건법에서 규정된



Figure 3. Safety sign panel sample

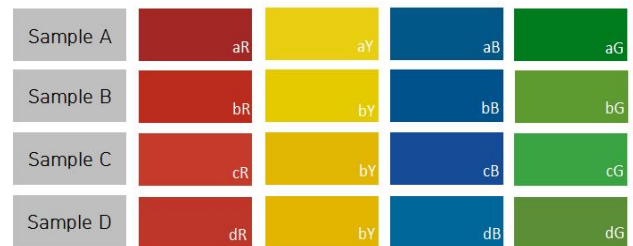


Figure 4. Color of safety sign panel sample

각각의 표지에 대한 색상별 허용오차를 CIE L*a*b* 표색계로 변환하여 Table 3과 같이 색도값 a* b*의 상한값과 하한값을 계산하고 Figure 5와 같이 그래프에 표준값, 상한값, 하한값의 3개의 점으로 표시하고 이를 규정에 적합한 영역으로 나타낸 후에 4개의 제조회사에 대하여 규정에 대한 적합 여부를 검토하였다.

적색과 청색의 경우에는 4개 업체의 표지판 중에 Sample B만이 적합하였고, 황색의 경우에는 모두 적합하였으며 녹색은 모두 부적합한 것으로 나타났다. 즉, 적색의 경우 a*의 범위는 49.67~55.61을 나타내었으며 a* 값이 클수록 적색에 가까우며 오차범위가 5.94이다. 황색의 경우 b*의 범위는 77.58~82.4를 나타내었으며 b* 값이 클수록 황색에 가까우며 오차범위가 4.82로 적색과 황색은 비교적 일정한 색을 나타내 기준에 가까운 특징을 보였다.

Table 3. Range of a* b*

Color	Range	a*	b*
Red	Upper	54.94	58.67
	Standard	56.61	40.98
	Under	56.44	28.95
Yellow	Upper	-10.84	94.92
	Standard	-4.89	86.65
	Under	2.79	75.47
Blue	Upper	4.08	-44.93
	Standard	-2.09	-40.81
	Under	-7.82	-36.81
Green	Upper	-59.99	17.62
	Standard	-53.57	23.29
	Under	-43.79	31.52

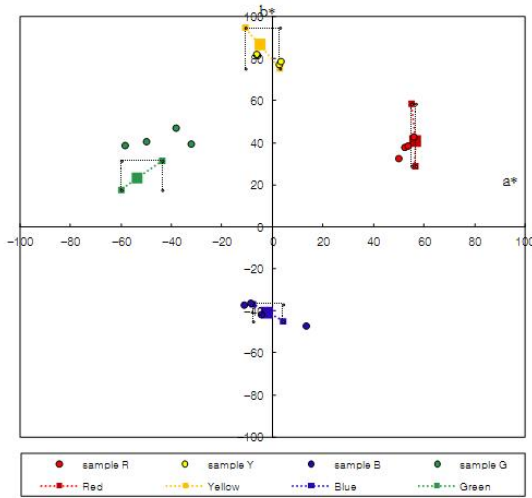


Figure 5. Color a* b* of sample

그러나 청색의 b*의 범위는 -36.01~46.87을 나타내었고 b*값이 작을수록 청색에 가까운 색이며 오차범위가 10.86이다. 녹색의 경우 a*의 범위는 -58.67~-32.5를 나타내었으며 a*값이 작을수록 녹색에 가까우며 오차범위가 10.7로 청색과 녹색은 기준에서 많이 벗어난 것으로 나타났다.

3.2 현장 안전표지판에 대한 측색과 분석

본 연구에서는 색채기준 적합도를 확인하고 관리여부에 따른 색채변화를 분석하고자 전국의 총 64곳의 건설현장의 협조를 구하여 2017년 1월부터 2018년 5월까지 각각의 현장에 설치된 안전표지판 4가지 색(적색, 황색, 녹색, 청색)에 대한 표면을 닦지 않은 상태의 1.5cm×1.5cm 이상의 크기로 절단된 샘플을 Figure 6과 같이 수집하여 측색 실험을 진행하였다.



Figure 6. Photo of sample

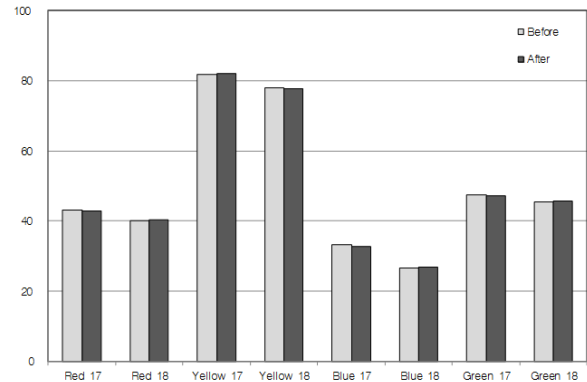


Figure 7. Brightness (L*) of sample

현장에서 수집한 샘플의 재질은 철재와 플라스틱이 60개, 천과 스티로폼이 4개였고 샘플에 대한 예비실험을 진행한 결과, 철재 안전표지판이 시인성과 인지성이 높아 이를 분석대상으로 선택하였고 비교적 샘플의 상태와 색상이 양호한 2017년부터 설치된 22개, 2018년에서 설치된 14개 총 36개의 안전표지판에 대하여 색분석을 진행하였다.

3.2.1 표면의 청소전후의 색변화

일반적으로 안전표지판은 현장에 설치된 후에 표면에 별다른 청소를 하지 않고 관리도 하지 않아 먼지와 각종 오염물질 등이 표면에 부착되어 설치초기의 색을 유지하지 못하기 때문에 2017년과 2018년에 건설현장에 설치된 철재 표지판 샘플의 표면을 닦기 전·후의 색을 측정하여 표면청소 전후의 색 변화를 분석하고자 하였으며 전체 샘플의 평균적인 명도의 변화는 Figure 7에 나타난 바와 같다.

표면의 청소전후의 명도변화의 평균값은 적색의 경우 2017년 (43.03, 42.79) -0.23, 2018년 (39.99, 40.28) +0.9로 나타났으며 전체적으로 4가지 색(적색, 황색, 청

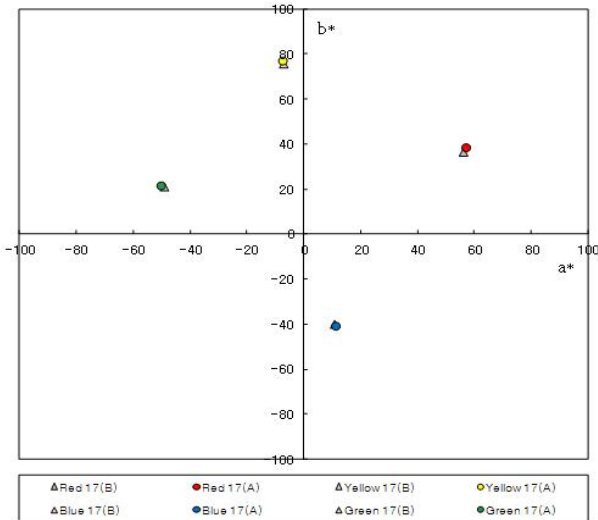


Figure 8. Mean value $a^* b^*$ of sample (2017)

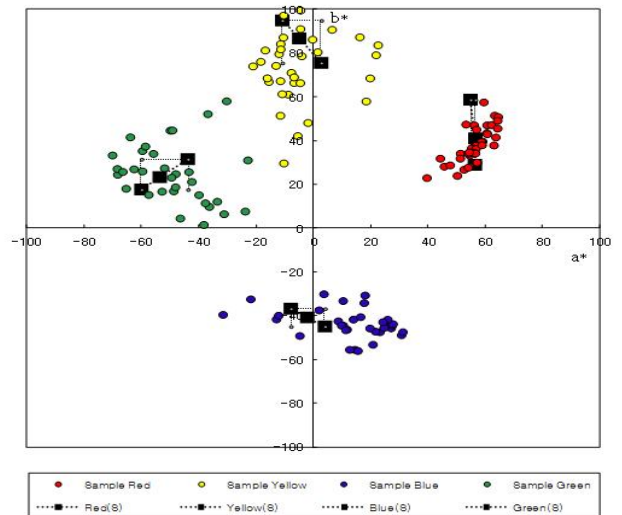


Figure 10. Color $a^* b^*$ of sample

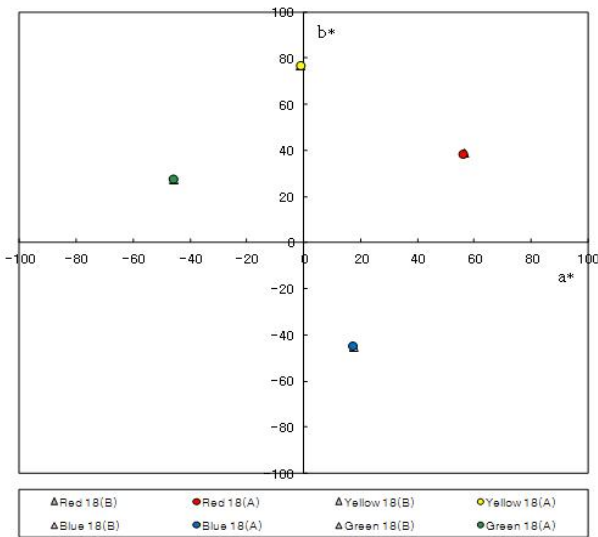


Figure 9. Mean Value $a^* b^*$ of sample (2018)

색, 청색)의 안전표지판의 명도차이는 2017년 (-0.23, 0.32, -0.48, 0.30), 2018년 (0.29, -0.22, 0.44, 0.16)으로 변화가 미미한 것으로 나타났다.

한편 Figure 1의 색도환을 이용하여 표면의 청소전후의 색도 a^* 와 b^* 평균값을 그래프로 나타내면 Figure 8, Figure 9와 같으며 4가지 색(적색, 황색, 청색, 청색)의 안전표지판의 색도 차이($a^* b^*$)는 2017년 (0.94, 1.96), (-0.29, 1.33), (0.48, -0.82), (-1.14, 0.52) 2018년 (-0.42, -0.51), (0.10, 0.09), (-0.33, 0.49), (-0.14, 0.26)으로 나타나 현장설치가 오래된 표지판이 그 색도차이가 큰 것으로 나타났으며 색도환에서는 내부에서 바깥쪽 영역인 색이 명료한 위치로 이동하였다. 따라서 현장에 설

치된 안전표지판에 대하여 주기적인 관리와 청소가 필요한 것으로 판단된다.

3.2.2 현장 안전표지판의 색도

Figure 10은 현장에서 수집된 안전표지판 샘플에 대하여 표면을 닦은 후 측색한 색도값을 Table 3의 허용범위를 표준값과 상한값, 하한값을 연결하여 규정에 적합한 영역을 표시한 후에 각각의 색도를 전체적으로 나타낸 것이다.

Figure 11~Figure 14의 각 색상별 색도그래프에 나타난 바와 같이 36개의 샘플은 관련 허용범위의 영역에 대하여 적색 12개(33%), 황색 8개(22%), 청색 1개(3%) 녹색 10개(28%)가 포함되어 각각의 현장에 설치된 안전표지판은 관련기준에 대부분 적합하지 않은 것으로 나타났으며 청색 안전표지판에 대하여 보다 적극적인 제조생산에 대한 관리기관의 감독이 필요한 것으로 판단된다.

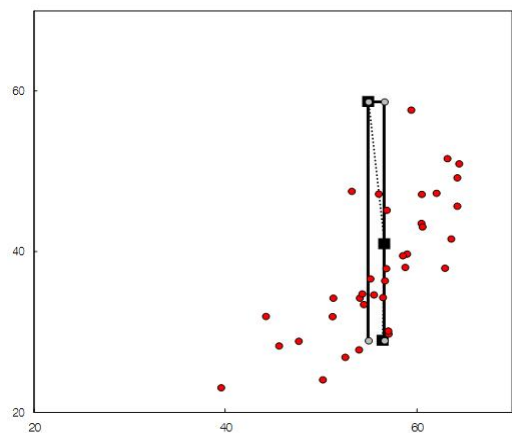


Figure 11. Red $a^* b^*$

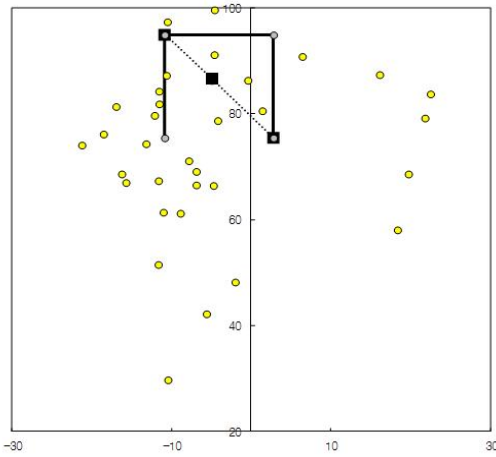


Figure 12. Yellow $a^* b^*$

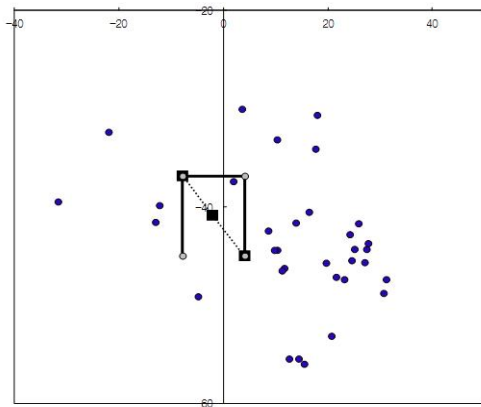


Figure 13. Blue $a^* b^*$

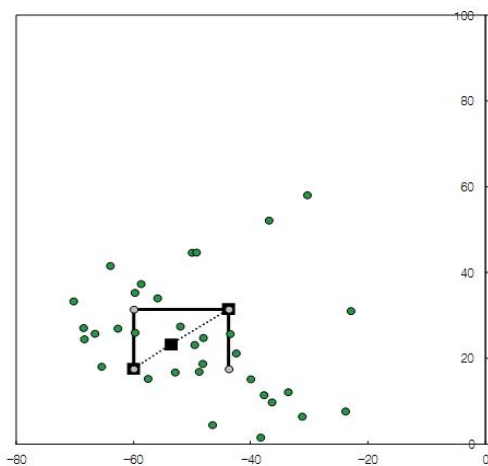


Figure 14. Green $a^* b^*$

4. 결론

본 연구에서는 건설현장에 설치된 표지판을 측색하여 관

련법규와 색 기준에 대한 적합성 검토와 현장여건에 적합한 관리 방안을 제시하고자 하였다.

- 1) 안전표지판 제조업체의 4가지 샘플은 적색과 청색의 경우에는 1개 업체만이 적합하였고, 황색은 모두 적합하였으나 녹색은 모두 부적합한 것으로 나타나 생산제조업체에 대한 적극적인 교육과 관리가 필요하다.
 - 2) 안전표지판은 설치된 후 경년변화에 따는 명도변화는 미미하였고 4가지 색의 안전표지판의 색도 차이($a^* b^*$)는 현장설치가 오래된 표지판이 색도차이가 큰 것으로 나타났으며, 현장에 설치된 안전표지판에 대하여 주기적인 관리와 청소가 필요하다.
 - 3) 현장에 설치된 안전표지판의 색은 관련기준에 적합한 정도가 적색 33%, 황색 22%, 청색 3%, 녹색 28%로 나타나 현장에 설치된 법적인 기준에 대부분 부적합한 것으로 나타났으며, 청색 안전표지판에 대해서는 규정된 색기준에 대한 적극적인 관리가 필요하다.
- 따라서 안전표지판의 색 기준에 대한 규정을 준수하기 위해 안전보건공단(KOSHA)에서는 재질별로 표준샘플을 제작하여 표지판 제작업체, 건설현장에 배포하고 이를 관리하여야 한다.

요 약

본 연구에서는 건설현장에 설치된 표지판을 측색하여 색 기준에 대한 적합성 검토와 현장여건에 적합한 관리 방안을 제시하고자 하였으며, 현장에 설치된 안전표지판은 관련기준에 적합한 정도가 적색 33%, 황색 22%, 청색 3%, 녹색 28%로 나타나 각각의 현장에 설치된 법적인 기준에 대부분 적합하지 않은 것으로 나타났으며, 청색 안전표지판에 대하여 보다 적극적인 제조생산과 관리에 대한 관련기관의 감독이 필요하다.

키워드 : 안전, 안전표지, 색, 측색기, 국제조명위원회 표색계

Acknowledgement

This work was supported by a Research Grant of Pukyong National University(2017Year). (C-D-2017-0263) Authors also appreciate the assistance provided

by Mr. Jun-Hyung Yang, Min-Geun Park, and Jun-Beum Park especially for their contribution on experimental works.

ORCID

Chul-Woo Chung, <http://orcid.org/0000-0002-3157-7676>

Jae-Yong Lee, <http://orcid.org/0000-0002-5292-3937>

References

1. Han GJ. Understanding of Colorology. 1st ed. Seoul (Korea): Kimoonang; 2009. 102 p.
2. Kim YS, Park YR. Understanding Colors. 3rd ed. Seoul (Korea): Iljinsa; 2013. 15 p. Korean.
3. Chung CW, Lee JY. Suggestion of ocher color standards for Cement-composites used on the sidewalk. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*. 2018 Feb;18(1):1-7. <https://doi.org/10.5345/JKIBC.2018.18.1.1>
4. Kim HS. Color for design. 1st ed. Seoul (Korea): Chohyunsa; 2001. 234 p. Korean.
5. Yoon HR. Colorist. 1st ed. Seoul (Korea): Kukjeook; 2004. 51 p. Korean.