

축광 노면표시의 야간 시인성 평가를 위한 기초 연구

Night Visibility Evaluation of Phosphorescent Road Line Markings

이 용 문 Lee, Yong Mun
김 상 태 Kim, Sang Tae
정 왕 성 Jeong, Wang Seong
김 흥 래 Kim, Heung Rae

정회원 · (주)평화엔지니어링 기술연구원 선임연구원 · 교신저자 (E-mail : leeym@pec.kr)
정회원 · (주)평화엔지니어링 기술연구원 연구위원 (E-mail : stkim99@pec.kr)
대동안전(주) 연구개발실 실장 (E-mail : ddsj012@hanmail.net)
정회원 · (주)평화엔지니어링 기술연구원 부사장 (E-mail : hrkpro@pec.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : In this study, we evaluated changes in the retroreflectivity and luminance of phosphorescent road line markings with changes in glass beads and line marking thickness.

METHODS : The color of line markings affects their retroreflectivity. Using a chromaticity test, we conducted the analysis of whether phosphorescent road line markings adhered to the 「KS M 6080」 standard. Then, we measured the dry retroreflectivity and wet retroreflectivity for various glass bead refractive indices. We conducted wet retroreflectivity test using the EN 1436 standard as the basis. We also conducted luminance tests for different glass bead refractive indices and line marking thicknesses.

RESULTS : 1. Phosphorescent road line markings specimens satisfied the 「KS M 6080」 standard. 2. In dry retroreflectivity test, phosphorescent road line markings sprayed with glass beads satisfied the national police agency standard (240 mcd/(m²·Lux)). Wet retroreflectivity test results showed that except for one type of No.1 glass beads, phosphorescent road line markings specimens sprayed with glass beads of one type of No.3 and two types of No.1 satisfied the national police agency standard (100 mcd/(m²·Lux)). 3. Phosphorescent road line markings had higher retroreflectivity than non-phosphorescent road line markings in the dry condition. 4. Phosphorescent road line markings sprayed with glass beads demonstrated improved luminance. Luminance increased with higher glass bead refractive index and with increased line marking thickness. However, when the thickness crossed a certain threshold, phosphorescence ceased to increase; this is a characteristic of the phosphorescence phenomenon.

CONCLUSIONS : Visibility across short distances can be ensured when phosphorescent road line markings are sprayed with glass beads, because of the retroreflection phenomenon. It is also possible to ensure far visibility using phosphorescent road line markings.

Keywords

Phosphorescent road line marking, retroreflectivity test, luminance test, refractive index of glass beads, line marking thickness

Corresponding Author : Lee, Yong Mun, Researcher
R&D Institute, PyungHwa Engineering Consultants LTD,
401, Doosan Venture Digm, 415, Heungan-daero, Dongan-gu,
Anyang-si, Gyeonggi-do, 14059, Korea
Tel : +82.31.420.7338 Fax : +82.31.420.7331
E-mail : leeym@pec.kr

International Journal of Highway Engineering
http://www.ksre.or.kr/
ISSN 1738-7159 (print)
ISSN 2287-3678 (Online)
Received Apr. 08, 2016 Revised Jun. 10, 2016 Accepted Jun. 23, 2016

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

교통안전시설물은 도로 이용자가 필요로 하는 정보를

사전에 전달하고, 또한 행동을 동일하게 통제함으로써 도로상의 안전 확보 및 교통 소통을 증진하는 시설이다. 교통안전시설 중 선으로 표시하는 중앙선, 구분선 등의

차선은 운전자에게 진로 및 도로선형 등의 시각적인 정보를 제공함으로써 운전자의 안전하고 편리한 운행을 돕는 중요한 역할을 한다.

최근 야간에 차선이 보이지 않아 운전자들의 야간 주행안전성이 문제가 되고 있다. 이와 같은 야간 주행안전성 문제는 최근 3년간 야간 교통사고 사망자 수가 전체 사망자 수의 52.8%로 절반 이상을 차지할 만큼 대안 마련이 필요한 실정이다.

노면표시의 시인성은 자동차 전조등에서 나오는 빛을 유리알에 의해 재귀반사함으로써 이루어진다. 하지만 유리알에 의한 재귀반사는 전조등의 도달거리에 따른 시인거리에 한계가 있고, 전조등의 빛이 닿지 않는 구간인 굴곡이 심한 산지부 도로나 커브가 있는 회전구간에서 시인거리가 극히 제한될 수밖에 없다.

해외에서 주로 연구되고 있는 축광 노면표시는 재귀반사 방식의 한계를 극복할 수 있고, 조명시설이 부족한 구간에 설치 시 야간 주행안전성을 향상시킬 수 있다. 하지만, 대부분 축광에 의해 도로 자체에서 방출되는 빛만을 이용하여 시인성을 확보하는 기술로 자동차의 전조등이 비추는 영역에서는 축광에 의한 시인성 효과를 얻기가 어렵다.

따라서 본 연구에서는 축광 노면표시에 유리알을 살포하여 자동차의 전조등이 비추는 근거리에서는 재귀반사를 통한 시인성을 확보하고, 원거리에서는 축광에 의한 시인성을 확보할 수 있는 축광 노면표시 개발을 위한 기초실험을 하고자 한다. 이를 위해 유리알 성능과 노면표시 두께에 따른 축광 노면표시의 재귀반사도 및 휘도 성능을 비교·분석하였고, 본 연구 결과는 향후 축광 노면표시 개발에 필요한 기초자료로 활용할 수 있다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 근거리 및 원거리에서 시인성 확보가 가능한 축광 노면표시 개발을 위한 기초 연구로 우선적으로 노면표시 기술과 축광 노면표시의 정의에 대해 살펴보고, 국내외 관련 연구 사례 고찰을 통해 시사점을 도출하였다.

다음으로 노면표시의 색상이 재귀반사에 영향을 미치기 때문에, 축광 노면표시의 색도를 측정하여 「KS M 6080」 기준에 준하는지를 분석하였다. 또한, 유리알 굴절률에 따른 축광 노면표시 재귀반사 성능을 분석하기 위하여 건조상태 재귀반사 실험을 실시하였고, EN 1436 시험방법을 통하여 습윤상태 재귀반사 실험을 실시하였다.

마지막으로, 노면표시의 축광 성능을 확인하기 위하여 유리알 굴절률에 따른 휘도와 노면표시 두께에 따른 휘도를 측정하였다.

2. 이론적 고찰

2.1. 노면표시 기술

2.1.1. 도로

도로는 노면표시의 주 재료로 주간에는 색상을 통해 운전자에게 정보를 제공하고, 야간에는 야간 시인성용 반사재인 유리알을 고정시키는 역할을 한다.

현재 사용 중인 노면표시 도로의 종류는 성상과 시공 방법의 차이에 따라 1종(상온건조형), 2종(수용성형), 3종(가열형), 4종(융착식), 5종(상온경화형) 도로로 구분된다. 여기서 1종, 3종은 재귀반사가 필요없는 주차장 및 제설작업 후 비정상적인 마모의 경우에 사용하고, 재귀반사성능이 요구되는 차선도색용 도로는 2종, 4종, 5종이다.

본 연구에서는 일반적으로 도로에 가장 많이 적용되고 있는 4종 융착식 도로를 사용하여 축광 노면표시를 제작하였다.

2.1.2. 유리알

도로만을 사용한 노면표시의 경우 주간에는 식별이 용이하여 교통안전에 문제가 없으나, 야간에는 운전자에게 보이지 않게 된다. 이에 따라 노면표시의 야간 시인성을 높이기 위해 유리알이 반사재로 사용된다. 유리알을 도로에 혼입하거나 또는 도막면에 살포하면 자동차 전조등의 재귀반사에 의해 야간 및 우천 시 시인성이 높아진다.

재귀반사란 유리알에 입사한 빛이 유리알의 내부에서 굴절하여 다시 광원으로 돌아가는 원리를 말한다. 즉, 야간에 자동차의 전조등 빛이 운전자 방향으로 되돌아감으로써 야간 시인성을 높이는 것이다.

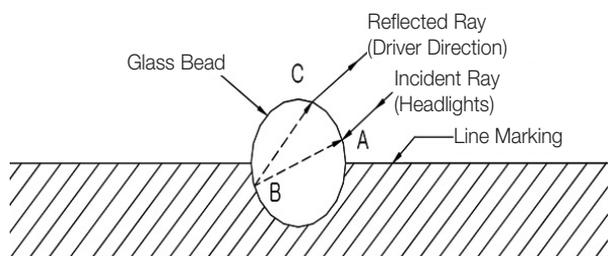


Fig. 1 Retroreflection Principle of Glass Beads

본 연구에서는 축광 노면표시 위에 유리알을 살포하여 기존의 노면표시의 시인성을 만족하면서 축광의 효과를 얻을 수 있도록 하였다.

2.2. 축광 노면표시

야광은 발광의 유지시간에 따라 형광(Fluorescence)과 축광(Phosphorescence)으로 구분한다. 형광은 물질이 빛의 자극에 의해서 발광하는 현상을 말하며, 자극이 사라지면 빛도 발생하지 않는다. 축광은 자연광, 인조광 등을 포함한 모든 종류의 빛을 흡수하여 어둠 속에서 축적된 빛에너지를 가시광선으로 변환하여 장시간 스스로 발광하는 현상을 말하며, 이러한 성질을 지닌 축광은 고속도로 표지 또는 지하철과 같은 지하공간이나 건물의 비상 시 피난유도선 및 피난유도표지 등으로 활용되고 있다.

노면표시용 도료는 도료에 유동성을 주는 전색제(수지, 용제), 도막에 색채를 부여하는 안료, 물성을 증진시키는 보조제로 구성되는데, 이 중 안료를 축광안료로 교체하여 축광 노면표시 구현이 가능하다.

본 연구에서는 축광안료를 사용한 노면표시를 통해 자동차 전조등이 미치지 못하는 원거리에서의 시인성 확보와 축광 노면표시 위에 유리알을 살포하여 재귀반사를 통한 근거리 시인성 확보가 가능한 축광노면표시 기초실험을 하고자 한다.

2.3. 국내외 연구 사례

본 연구에서는 축광을 활용한 도로교통시설물 관련 국내외 연구 사례에 대하여 고찰하였다.

2.3.1. 국내 연구 사례

도미영(2007)은 도로경계석의 야간에 식별이 곤란한 단점을 보완하고 폐유리를 재활용할 수 있는 야광경계블록 개발을 위해 폐유리아광가루를 섞은 시험체를 제작하여 휘도측정과 야간촬영 실험을 통해 야광가루 적정 배합비를 도출하였다.

도로교통공단 교통과학연구원(2014)에서는 축광물질을 이용하여 노면표시 및 안전표지 시작품을 개발하고, 기능평가 및 활용을 위한 가능성을 검토하였다. 축광식 노면표시는 축광펠릿형태와 축광비드형태로 기술개발을 하였지만, 상용화를 위해서는 야간 색도나 휘도개선과 시공방법에 대한 보완이 필요한 것으로 확인되었다.

한국도로공사 도로교통연구원(2014)에서는 발광도료를

로 도로의 차선에 적용이 가능하도록 다양한 실내실험(내마모성실험, 축진내후성실험 등)을 통해 발광차선 시험체를 개발하였고, 개발된 차선형 발광도료를 고속도로 상에 시험 시공하였다.



Fig. 2 Test Construction of Luminescent Lanes in Jungbunaeryuk Expressway

2.3.2. 국외 연구 사례

국외에서는 네덜란드의 야광 고속도로 프로젝트가 축광재료를 노면표시에 적용한 대표적인 사례이다. 네덜란드 OSS지역의 N329(Regional Highway) 노선에 야광차선을 500m 시험 시공하여 성능기준을 수립하고 있는데, 광루미네선스라는 효과를 지닌 분말이 포함된 도료로 도색된 축광 노면표시는 최대 10시간 동안 스스로 빛을 낼 수 있다고 보고하고 있다. 야광차선을 통한 시인성 향상으로 기존 조명시설 대체로 인한 설치 및 운영비 저감과 동시에 조명시설 소비전력 저감에 따른 CO₂ 저감 등을 기대하고 있다.

또한, 독일의 NightTec社は 축광안료를 사용하여 주로 보도용, 주차장용으로 제품을 개발하여 판매하고 있는데 실내 및 실외와 상관없이 콘크리트, 아스팔트, 함성수지, 자연석 등 다양한 대상에 적용이 가능하다고 제시하고 있다(한국건설기술연구원, 2013).



Fig. 3 Phosphorescent Line Marking Case in the Netherlands

2.3.3. 시사점

국내외 연구 사례 고찰 결과, 최근 들어 축광을 도로교통시설물에 적용하여 시인성을 확보하려는 다양한 연구가 진행되고 있다. 하지만 아직까지 노면표시 분야에서의 활용은 초기단계 수준으로, 기존 노면표시용 도료를

에 축광안료를 혼합하고 비드가 살포된 축광 노면표시에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본 연구에서는 축광 노면표시에서 재귀반사와 휘도를 동시에 확보할 수 있는 기술 개발이라는 점에서 기존 연구와 차별성이 있다.

3. 축광 노면표시 성능시험

3.1. 개요

축광 노면표시는 기존 도료(4종 용착식)에 성능 및 경제성을 고려하여 축광안료를 40% 배합하여 제작하였다. 유리알 굴절률별 재귀반사도 및 휘도를 측정하기 위해 유리알은 1종 1호, 1종 3호, 2종 1호를 선정하였다. 또한, 노면표시 두께에 따른 휘도를 측정하기 위해서 제작한 지그를 통해 2.0mm, 3.5mm, 5.0mm로 축광 노면표시의 높이를 조절하였다.

시편 제작은 200×400(mm) 크기의 나무판을 사용하였으며, 도료와의 접착성을 높이기 위해 미리 프라이머를 도포한 후 건조하여 사용하였다.

축광 노면표시와의 비교를 위해서 4종 용착식 도료를 사용한 시편을 포함하여 총 7개의 시편을 제작하였다.

Table 1. Test Specimen of Phosphorescent Line Marking

Case	Thickness	Glass beads
1	T2.0/G(1-1)	2.0mm 1-1
2	T2.0/G(1-3)	2.0mm 1-3
3	T2.0/G(2-1)	2.0mm 2-1
4	T2.0/G(X)	2.0mm -
5	T3.5/G(X)	3.5mm -
6	T5.0/G(X)	5.0mm -
7	T2.0/Normal	2.0mm -

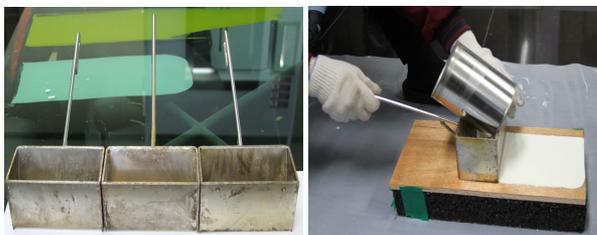


Fig. 4 Test Specimen of Phosphorescent Line Marking

3.2. 색도 시험

건조한 노면표시는 「KS M 6080」의 색도좌표 기준을 만족하여야 한다.

Table 2. Chromaticity Coordinates Vertex of Line Marking

Corner point		1	2	3	4
White line marking	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375

축광 노면표시의 색도는 분광측색계(Spectrophotometer)를 이용하여 휘도율(β)과 색도 좌표 X, Y를 측정하였다. 축광안료의 색상은 형광계열의 녹색으로 기존 노면표시용 도료와 배합 시 노면표시의 색상 기준을 만족하지 못하는 경우가 발생한다.



Fig. 5 Chromaticity Test

축광 노면표시 시편의 색좌표 시험 결과, 시편 모두 「KS M 6080」의 백색 기준 범위에 포함되는 것으로 나타났다. 휘도율 또한 흰색 기준인 0.80 이상으로 기준을 만족하는 것으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Chromaticity Coordinates & Luminance Factor

Case	X	Y	Luminance factor	Pass/Fail
Normal	0.3193	0.3389	0.8745	Pass
T2.0/G(X)	0.3221	0.3456	0.8543	Pass
T3.5/G(X)	0.3221	0.3447	0.8492	Pass
T5.0/G(X)	0.3217	0.3455	0.8548	Pass

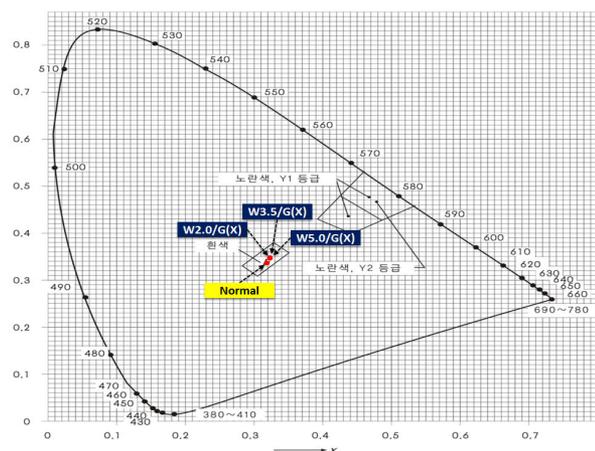


Fig. 6 Chromaticity Coordinates Test Result

3.3. 재귀반사 시험

3.3.1. 재귀반사 측정 방법

노면표시의 시인성은 「교통안전표지 및 노면표시 설치·관리매뉴얼(경찰청, 2012)」의 반사성능 기준을 만족하여야 한다. 재귀반사 측정 시 입사각과 관찰각은 통상 거리 30m에서 자동차의 전조등 높이 65cm, 운전자 눈의 높이 1.2m를 표준으로 할 때 입사각 88.76°, 관찰각 1.05°이다. 우천(습윤) 시 노면표시 반사성능 측정 방법은 EN 1436에서 정한 측정방법을 따른다.

Table 4. Line Marking Retroreflectivity Standard

Glancing angle	Observed angle	Case (mcd/(m ² ·Lux))	Minimum retroreflectivity		
			White	Yellow	Blue
88.76° (1.24°)	1.05° (2.29°)	Installation	240	150	80
		Rains	100	70	40

측광 노면표시의 재귀반사도는 휘도측정기(LTX-XL)를 이용하여 건조상태와 습윤상태에서 측정하였다. 건조상태는 노면이 완전히 건조한 상태에서 측정하였고, 습윤상태는 조리개를 이용하여 3L의 물을 뿌리고 60초 후에 측정하였다. 시편의 재귀반사도는 각 3회씩 측정하여 평균값으로 분석하였다.



Fig. 7 Retroreflectivity Measurement

3.3.2. 건조상태 재귀반사 시험 결과

동일한 두께(2.0mm)일 때 측광 노면표시의 유리알 굴절률에 따른 건조상태 재귀반사 측정 결과, 유리알 살포시 경찰청 재귀반사 기준인 240mcd/(m²·Lux)를 모두 만족하는 것으로 나타났다(Table 5).

유리알 2중 1호를 살포한 측광 노면표시 시편의 경우

Table 5. Retroreflectivity according to Refractive Index of Glass Beads

Case (mcd/(m ² ·Lux))	1 st	2 nd	3 rd	Average	Standard
T2.0/G(X)	58	57	57	57	240
T2.0/G(1-1)	289	287	293	290	
T2.0/G(1-3)	331	319	314	321	
T2.0/G(2-1)	1015	1076	1107	1066	

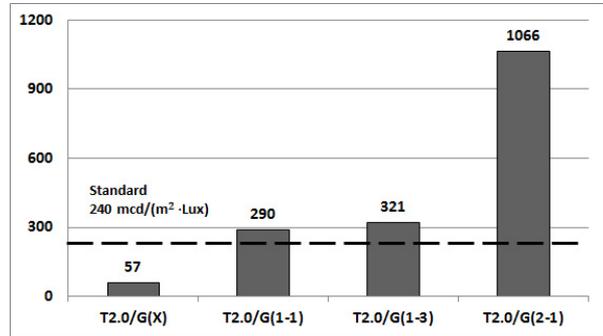


Fig. 8 Retroreflectivity according to Refractive Index of Glass Beads

1,066mcd/(m²·Lux)로 가장 높은 재귀반사도를 나타냈으며, 유리알 굴절률이 높아질수록 측광 노면표시의 건조상태 재귀반사도가 증가하는 것으로 나타났다.

유리알을 살포하지 않은 측광 노면표시 시편과 일반 용착식 노면표시 시편의 재귀반사 측정 결과, 측광 노면표시 시편의 재귀반사도는 평균 50mcd/(m²·Lux)로 일반 용착식 노면표시 시편의 재귀반사도인 18mcd/(m²·Lux)보다 약 2.8배 높은 것으로 나타났다(Table 6). 이는 측광 노면표시 도료가 자체적으로 빛을 발산하기 때문인 것으로 판단된다.

Table 6. Retroreflectivity of Adhesive and Phosphorescent Line Marking

Case (mcd/(m ² ·Lux))	1 st	2 nd	3 rd	Average
T2.0/G(X)	58	57	57	57
T3.5/G(X)	44	49	48	47
T5.0/G(X)	51	45	45	47
Normal	17	18	18	18

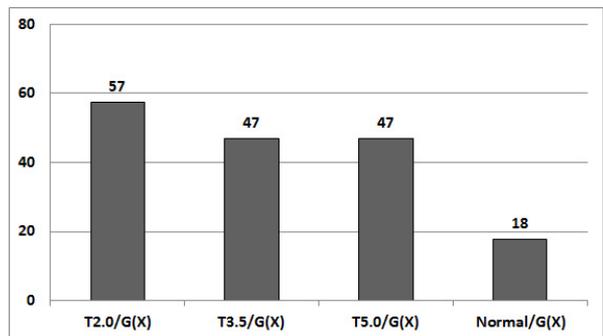


Fig. 9 Retroreflectivity of Adhesive and Phosphorescent Line Marking

3.3.3. 습윤상태 재귀반사 시험 결과

동일한 두께(2.0mm)일 때 측광 노면표시의 유리알 굴절률에 따른 습윤상태 재귀반사 측정 결과, 유리알 1

종 1호를 살포한 경우 재귀반사도는 74mcd/(m²·Lux)로 경찰청 우천 시 재귀반사 기준인 100mcd/(m²·Lux)를 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 하지만 유리알 1종 3호와 유리알 2종 1호를 살포한 축광 노면표시 시편의 습윤상태 재귀반사도는 기준을 약간 상회하는 수준인 107mcd/(m²·Lux)로 경찰청 기준을 만족하였다(Table 7). 건조상태 재귀반사 시험 결과와 마찬가지로, 축광 노면표시의 습윤상태 재귀반사도 역시 유리알 굴절률이 높아질수록 증가하는 것으로 나타났다.

Table 7. Luminance Test Result according to Refractive Index of Glass Beads

Case (mcd/m ²)	T2.0/G(X)	T2.0/G(1-1)	T2.0/G(1-3)	T2.0/G(2-1)	Standard
5 min	160	172	170	197	110
10 min	92	99	99	117	50
20 min	48	53	54	64	24
60 min	15	17	18	22	7

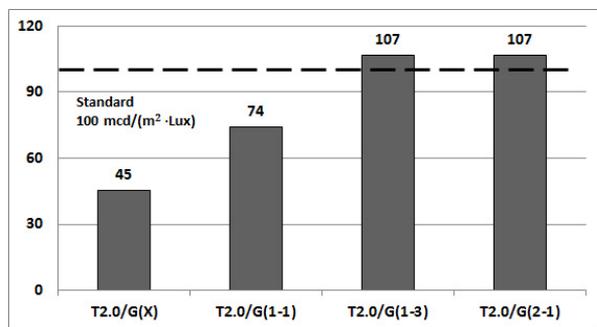


Fig. 10 Wet Retroreflectivity according to Refractive Index of Glass Beads

3.4. 휘도 시험

3.4.1. 휘도 측정 방법

축광 노면표시는 기존 재귀반사 범위 밖의 시인성을 제공함으로써 야간 주행안전성을 향상하는데 목적이 있다. 이에 본 연구에서는 기존 노면표시 기준상 축광에 대한 성능시험 기준이 부재하기 때문에, 축광 노면표시의 시인성을 유사 축광 성능기준인 「축광유도표지 및 축광위치표지에 대한 성능시험기술기준」을 기준으로 실시하였다.

구체적인 휘도시험 기준은 다음과 같다.

- 제9조(휘도시험) 축광유도표지 및 축광위치표지의 표시면을 0 lx 상태에서 1시간 이상 방치한 후 200 lx 밝기의 광원으로 20분간 조사시킨 상태에서 다시 주위 조도를 0 lx로 하여 휘도시험을 실시하는 경우 다음 각

호에 적합하여야 한다.

1. 5분간 발광시킨 후의 휘도는 1m²당 110mcd 이상
2. 10분간 발광시킨 후의 휘도는 1m²당 50mcd 이상
3. 20분간 발광시킨 후의 휘도는 1m²당 24mcd 이상
4. 60분간 발광시킨 후의 휘도는 1m²당 7mcd 이상

3.4.2. 유리알 굴절률에 따른 휘도 시험 결과

동일한 두께(2.0mm)일 때 축광 노면표시의 유리알 굴절률에 따른 휘도 시험 결과, 축광 노면표시 시편 모두 축광 소방시설 관련 휘도 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 그리고 유리알을 살포한 축광 노면표시 시편의 휘도값이 유리알을 살포하지 않았을 때 보다 높은 것으로 나타났다. 유리알 1종 1호와 1종 3호를 살포한 축광 노면표시 시편의 휘도값은 거의 동일한 수준이지만, 유리알 2종 1호를 살포한 시편의 휘도값은 유리알 1종 보다는 높게 측정되었다(Table 8). 이와 같이 축광 노면표시에 유리알 살포 시 축광 성능이 개선됨을 확인하였고, 유리알 굴절률이 높아질수록 휘도 값 또한 증가하는 것을 알 수 있었다.

Table 8. Wet Retroreflectivity according to Refractive Index of Glass Beads

Case (mcd/(m ² ·Lux))	1 st	2 nd	3 rd	Average	Standard
T2.0/G(X)	48	47	41	45	100
T2.0/G(1-1)	61	80	82	74	
T2.0/G(1-3)	104	108	108	107	
T2.0/G(2-1)	89	114	117	107	

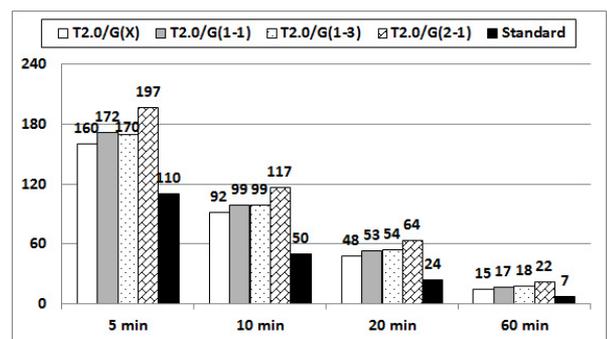


Fig. 11 Luminance Test Result according to Refractive Index of Glass Beads

3.4.3. 두께에 따른 휘도 시험 결과

유리알을 살포하지 않은 축광 노면표시 시편의 두께에 따른 휘도 시험 결과, 두께 3.5mm와 5.0mm의 축광 노면표시 시편의 휘도값은 두께 2.0mm의 시편에 비해

높은 것으로 나타났다. 하지만 두께 3.5mm와 5.0mm의 축광 노면표시 시편의 휘도는 거의 유사한 수준으로 나타났다(Table 9). 이는 축광 노면표시의 두께가 두꺼워질수록 휘도가 증가하기는 하지만 일정 두께 이상으로는 성능이 포화상태가 되어 두께가 두꺼워져도 휘도가 높아지지 않는 것으로 판단된다.

Table 9. Luminance Test Result according to Thickness

Case (mcd/m ²)	T2.0/G(X)	T3.5/G(X)	T5.0/G(X)	Standard
5 min	160	168	166	110
10 min	92	97	96	50
20 min	48	52	52	24
60 min	15	16	17	7

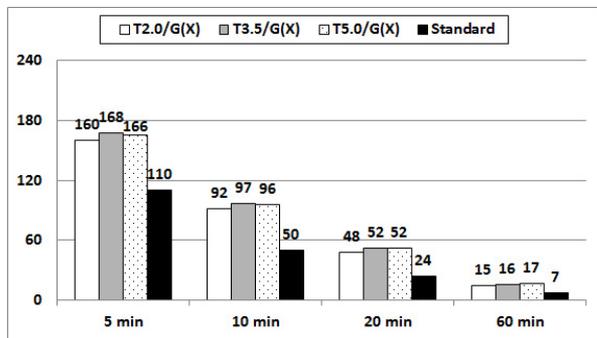


Fig. 12 Luminance Test Result according to Thickness

4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 축광 노면표시에 유리알을 살포하여 재귀반사와 휘도를 동시에 얻을 수 있는 노면표시 개발을 위한 기초실험을 수행하였다. 본 연구를 수행하며 도출한 결론은 다음과 같다.

1. 축광 노면표시의 색도는 「KS M 6080」 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 노면표시의 재귀반사는 색상의 백색도와 관련이 있기 때문에 축광 노면표시 개발 시 상용화를 위해서는 백색도 기준에 준하는 개발이 필요한 것으로 판단된다.
2. 축광 노면표시의 건조상태 재귀반사 실험 결과, 축광 노면표시에 유리알 살포 시 경찰청 재귀반사 기준인 240mcd/(m²·Lux)를 모두 만족하는 것으로 나타났다. 습윤상태 재귀반사 실험 결과도 유리알 1종 1호

를 제외한 유리알 1종 3호와 2종 1호를 살포한 축광 노면표시 시편은 경찰청 우천 시 재귀반사 기준인 100mcd/(m²·Lux)를 만족하는 것으로 나타났다. 이에 따라 축광 노면표시에서도 유리알 살포 시 자동차 전조등에 의한 재귀반사로 근거리 시인성 확보가 가능할 것으로 판단된다.

3. 축광 노면표시는 일반 노면표시에 비해 유리알을 살포하지 않아도 도로 자체적으로 건조상태 재귀반사 성능이 높은 것으로 나타났다. 이는 축광 노면표시 도로가 자체적으로 빛을 발산하기 때문인 것으로 판단된다.
4. 축광 노면표시에 유리알 살포 시 축광 성능이 개선됨을 확인하였고, 유리알 굴절률이 높아질수록 휘도 값이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 축광 노면표시의 두께가 두꺼워질수록 휘도가 증가하긴 하지만 일정수준 이상으로 두께가 증가할 경우 축광 성능이 포화되어 더 이상 휘도가 증가하지 않는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비 지원(15CTAP-C078004-02)에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

Do, Mi-Young(2007), A study on Phosphorescent Road Curb mixed with Waste Glass.

KICT(2013), "Planning Research for Development of Enhanced Road Visibility Technology and Evaluation on Rainy Night".

Korea Expressway Corporation Research Institute(2014), "A Study on the Application of Luminescent lanes of Expressway".

KoRoad(2014), "Traffic safety signs development and utilization test study using a phosphorescent material".

Korea National Police Agency(2012), "Traffic Signal Setting & Management Manual".

Lee(2015), "Determination of Optimal Mixing Ratio of Phosphorescent Pigment to Develop Phosphorescent Paint for Road Line Marking", International Journal of Highway Engineering, Vol. 17, No. 5. 67-73.

Lee(2015), "A Study on the Application of Glow Line Marking Technology Development for Reducing Traffic Accidents at Nighttime", International Journal of Highway Engineering, Vol. 17, No. 3. 59-68.

Seo(2014), "Development and Implication of Netherland Glow Road Information System", Road Policy Brief NO.85, pp. 8-9.