

노면표시 반사성능 개선방안에 관한 연구

Improvement of the Retroreflective Performance of the Road Markings

김제원* · 이수형** · 김용석*** · 유인균****

Kim, Je Won · Lee, Soo Hyung · Kim, Yong Seok · Yoo, In Kyoon

Abstract

There is no overall understanding about the road marking situation in Korean national highway nowadays. In addition road marking increases risk in traffic accidents especially while it's raining at night because of diffused reflection. So administrator has a lot of problems to maintain and make a decision about the road marking.

In this paper, literature review and field investigation about the road marking are carried out from the viewpoint of road safe and the propriety in retroreflective performance of the road marking is grasped. Also, improvement methods about retroreflective performance of the road marking are proposed on the basis of the result in field investigation.

key words : Road marking, Retroreflective Performance

1. 서 론

우리나라에서는 매년 도로 교통사고로 인해 약 1만 명의 사망자와 40만 명의 부상자가 발생하고 있으며, 약 15조에 달하는 사회·경제적 손실이 발생하고 있다. 우리나라에서는 이러한 교통사고의 발생 원인을 크게 인적요인, 차량요인, 도로 기하구조요인으로 구분하고 이 원인에 대한 대응책 마련을 통해 교통사고의 감소에 주력하고 있으나 상대적으로 노면표시(차선)의 중요성이 간과되고 있다.

노면표시는 차량 운전자의 안전한 도로주행과 원활한 교통소통을 도모하면서 도로의 선형을 유도하는 중요한 시설이지만 대부분의 차량 운전자와 관리자들은 당연히 도로노면에 설치되어 있는 시설로만 인식하고 있어 그 중요성이 낮게 평가되고 있다. 그러나 주간에는 그렇게 문제가 되지 않는다 하더라도 야간의 경우, 특히 야간·우천시에 차선이 잘 보이지 않는다면 차선 본래의 기능을 수행하지 못하여 교통사고의 발생위험이 높아지게 된다.

현재 우리나라 일반국도에 설치된 노면표시의 경우에는 설치된 노면표시 반사성능이 어느 정도 현재 기준을 만족하고 있는지, 현재 기준이 차량 운전자의 시인성을 확보하기에 적합한 기준인지, 야간·우천시에도 적절한 반사성능을 나타내는지 등의 전반적인 현황 파악이 전무한 상태로 노면표시와 관련된 유지관리 및 의사결정에 어려움이 많은 상황이다.

따라서 도로안전측면에서 노면표시에 대한 문헌조사와 현재 국내 일반국도에 설치된 노면표시 반사성능의 전반적인 현황 파악을 통해 국내 노면표시 반사성능 규격의 적정성을 파악하고 야간·우천시 시인성 향상 방법과 지역특성에 적합한 관리 방법을 제시하는 등 국내 일반국도의 노면표시 반사성능에 관련된 문제점을 파악하고 개선방안을 모색하고자 한다.

* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 · 연구원 · E-mail: jeworkim@kict.re.kr

** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 · 연구원 · E-mail: shlee1@kict.re.kr

*** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 · 선임연구원 · E-mail: safeys@kict.re.kr

**** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 · 수석연구원 · E-mail: ikyo@kict.re.kr

2. 국내·외 반사성능 기준 비교

2.1 국내·외 반사성능 기준

노면표시의 시인성과 관련한 기준치는 차량의 전조등에 반사되는 입사면의 재귀반사 명시도를 주로 사용한다. 재귀반사명시도는 입사각, 관찰각 그리고 도색 후 시기 및 재도색 시기에 따라 색채별로 기준치를 가진다. 입사각과 관찰각은 통상 거리 30m에서 자동차의 전조등 높이 65cm, 운전자 눈의 높이 1.2m를 표준으로 할 때 입사각은 88.76°, 관찰각은 1.05°이다. 경찰청과 한국도로공사에서는 표 1, 표 2와 같이 노면표시의 반사성능 기준을 규정하고 있다.

표 1. 일반국도의 노면표시 반사성능

단위 : mcd/m²·Lux

입사각	관찰각	구분	반사성능	
			백색	황색
88.76°	1.05°	설치시	130	90
		재도색 시기	80	50

표 2. 고속도로의 노면표시 반사성능

단위 : mcd/m²·Lux

입사각	관찰각	구분	반사성능	
			백색	황색
88.76°	1.05°	설치시	161	117
		재도색 시기	117	90

미국의 경우에는 초기 차선 반사성능 기준값이 ASTM D 6359에 제시되어 있으나 최소 반사성능에 대한 국가표준은 현재 준비중이므로 각 주에서는 자체적으로 나름대로의 기준을 마련하여 시행하고 있다.

영국은 CEN에서 정하는 표준규격을 따르고 있으며, 노면표시 설치시 반사성능값을 규정하고 있다기보다는 노면표시 작용수명 동안의 최소 반사성능 기준만을 제시하고 있다. 일본의 경우는 일반적인 정기점검을 시행하여 노면표시의 결모양, 박리, 야간시인성 각각에 대한 평가를 통해 종합평가를 실시한 후 평가점수가 3이상이 되도록 유지한다.

2.2 도로차선 반사성능 기준 비교

도로차선 반사성능 기준은 설치시나 재도색시기를 막론하고 국가별로 그 기준이 상이하다. 이것은 세계적으로 운전자에게 적합한 반사성능 기준을 정립하는 것이 그만큼 어려운 작업이라는 것을 반증하는 것일 수도 있다. 표 3과 표 4는 현재 우리나라의 경찰청 및 도로공사에서 사용하는 반사성능 기준과 외국의 기준을 비교한 것이다. 아래 표에서 나타난 바와 같이 우리나라 경찰청 및 한국도로공사의 설치시와 재도색시기의 도로차선 반사성능 기준은 외국의 기준에 비해 낮은 경향을 보이므로, 시공능력 및 경제성을 고려하여 점진적인 상향 조정을 고려할 필요가 있다.

표 3. 설치시 도로차선 반사성능 기준 비교

단위 : mcd/m²·Lux

구분	경찰청	도로공사	ASTM D 6359	Florida	Missouri	일본
백색	130	161	250	250	300	3
황색	90	117	175	175	225	이상

표 4. 설치시 도로차선 반사성능 기준 비교

단위 : mcd/m²·Lux

구분	경찰청	도로공사	Utah	Florida	영국	일본
백색	80	117	125	125	100	3 이상
황색	50	90	125	125	80	

3. 현장조사 결과분석 및 개선방안

3.1 현장조사

우리나라 일반국도 노면표시 반사성능 규격의 적정성을 검토하기 위해 일반국도 전체를 대상으로 의정부, 대구, 광주, 홍천국도유지사무소의 30m 반사성능 휘도측정기를 사용하여 백색차선(백색실선, 백색점선)과 황색차선의 반사성능을 조사하였다. 우리나라 일반국도의 반사성능이 어느 정도의 수준이고, 적용하고 있는 기준을 어느 정도 만족하고 있는지 등의 전반적인 현황 파악과 평가가 기존의 연구에서는 이루어지지 않았다.

따라서 우리나라 일반국도의 노면표시 반사성능의 전반적인 현황 파악 및 평가를 통한 국내 차선 규격의 적정성을 판단하기 위해 조사구간대상을 국내 전 지역에 걸쳐 랜덤하게 분포시켰다. 조사는 기본적으로 백색

차선과 황색차선으로 구분하여 각각에 대해 2차로 구간과 4차로이상 구간으로 분리하였고 분리된 2차로 구간과 4차로이상 구간에 대해 직선부 및 곡선부 구간으로 다시 분리하여 모든 형태의 일반국도에 대한 반사 성능의 조사가 가능하도록 고려하였다. 조사인원과 조사장비 개수를 고려하여 조사지점을 586구간 4146개 지점으로 선정하였으며, 조사자의 안전을 고려하여 직선부와 곡선부를 7:3의 비율로 조사하였다.

3.2 현장조사 결과분석

우리나라 일반국도의 반사성능은 전체 조사구간 중 약 25%만이 현재 경찰청 기준보다 낮은 값을 나타낸다. 백색차선의 경우 4차로이상 구간의 반사성능값이 상대적으로 더 낮게 나타났으며 황색차선의 경우 2차로 구간이 더 낮게 나타났다. 백색차선과 황색차선 모두 곡선구간이 직선구간에 비해 낮게 나타났으며 황색차선의 경우 2차로 곡선구간과 백색차선의 경우 4차로이상 곡선구간의 40%이상이 기준이하의 값을 나타내었다.

백색차선의 경우 전체 조사지점 중 26.9%가 기준에 미치지 못하고 황색차선의 경우에는 25.1%가 기준에 미치지 못한다. 이는 공용기간이 고려되지 않은 전체적인 경향으로 우리나라에서 사용되는 차선도색 재료 및 시공기술이 현행 기준을 만족시킬 수 있는 정도의 수준에 도달해 있다고 보여진다. 또한 백색차선의 4차로이상 곡선부가 다른 백색 차선의 나머지 차로·선형보다 상대적으로 기준을 만족하지 못하는 경우가 더 많으며, 황색차선의 경우에는 2차로 곡선부의 경우가 상대적으로 기준을 만족하지 못하는 경우가 더 많다. 백색차선과 황색차선 모두 곡선부가 직선부보다 상대적으로 기준을 만족시키지 못하는 비율이 높은 이유는 차량이 곡선부를 주행할 때 운행궤적의 변화로 인해 직선부의 경우보다 차량의 타이어에 의한 마모작용을 더 많이 받기 때문이다.

현재 기준에 근거하여(백색 : 80mcd/m²·Lux, 황색 : 50mcd/m²·Lux) 차선의 색상별 평균수명을 구하였다. 조사된 데이터의 분산이 심해서 평균값을 이용하여 평균수명을 예측하였다. 백색차선은 평균적으로 32.4개월의 수명을 보이고 황색차선은 40.8개월의 수명을 보인다. 이는 차로·선형의 구분 없이 모든 경우를 포함한 차선의 색상별 평균수명을 나타낸 것이다. 상대적으로 최소 반사성능 기준을 가장 만족하지 못하는 경우는 백색차선의 경우 4차로이상 곡선부였으며 황색차선의 경우 2차로 곡선부였다. 마찬가지로 여러 경우의 평균수명 분석결과 백색차선의 경우 4차로이상 구간 점선부분의 평균수명이 가장 취약하게 나타났으며(17.3개월) 황색차선의 경우에는 2차로 곡선 구간의 평균수명이 가장 취약하게 나타났다.(6.3개월) 차선 반사성능 관리 입장에서 보면 평균수명이 가장 짧게 나타나는 취약한 구간의 관리에 주의를 기울여야 할 필요가 있다. 이 구간에는 지역적 특성을 고려하여 도색주기를 짧게 하거나 표지병과 같이 반사성능을 장기간 확보할 수 있는 도로부속시설의 추가설치 여부를 검토하는 등의 적극적인 관리가 필요하다.

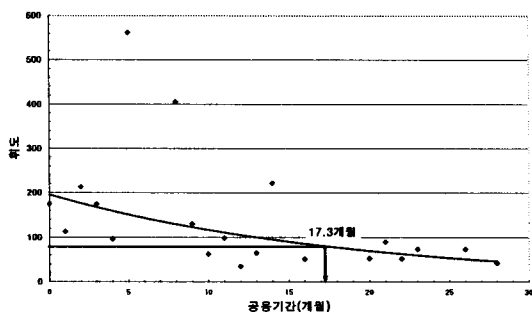


그림 1. 백색4차로 곡선 점선차선의 평균수명 분석

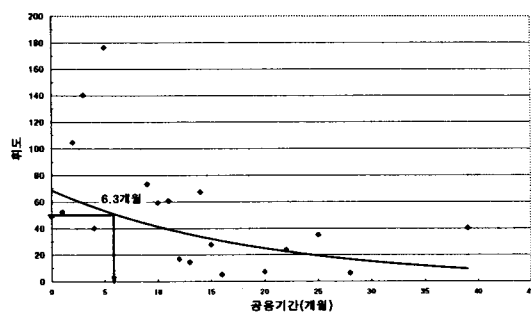


그림 2. 황색2차로 곡선차선의 평균수명 분석

3.3 야간·우천시 및 지역특성에 부합하는 시인성 향상 방안

도로차선의 반사성능에 대한 규정은 야간의 반사성능을 기준으로 규정하고 있다. 낮에는 도로차선에 사용되는 도료만으로 차선을 식별할 수 있지만 야간에는 도료만으로는 도로차선을 식별할 수 없어 도료에 유리알을 첨가하고 이 유리알을 통해 자동차에서 비쳐지는 빛이 반사되어 도로차선을 식별할 수 있게 된다. 그러나 야간·우천시에는 노면을 통해 빗물이 흐르게 되고 이 빗물은 유리알 표면에 수막을 형성하여 자동차에서 비쳐지는 빛이 난반사되므로 도로차선을 식별하기가 어려워진다. 이 현상은 도로이용자의 안전에 중대한

영향을 미치는 부분임에도 불구하고 아직까지 이와 관련된 규정은 마련되어 있지 않은 실정이다. 야간·우천시 시인성을 향상시키기 위해서는 배수성포장의 적용 확대, 돌출형 도로차선의 사용, 대구경 유리알(비드) 사용, 표지병 및 차선반사테이프 사용 등을 고려해야 한다. 또한 차량의 잦은 차선 침범으로 차선이 상대적으로 쉽게 마모되는 산간지역 곡선부 황색차선 구간과 4차로의 백색 점선과 점선 사이 구간에는 표지병이나 반사테이프 등을 설치하여 차선기능을 보완하고 적설이 많은 지역에서는 잦은 제설 작업의 영향을 피하기 위해 가격이 저렴하면서도 단기적인 반사성능이 우수한 공법을 선정하는 등의 고려가 필요하다.

4. 결 론

도로차선은 도로교통의 안전을 확보하여 원활한 통행을 돕기 위한 중요한 시설로 설치 후에도 그 기능을 발휘할 수 있도록 유지하여야 하며 야간·우천시와 같은 악천후 상황에서도 적절한 반사성능을 유지하여야 한다. 그러나 야간·우천시에 그 기능이 현저히 저하되어 교통사고 발생 위험이 높으며 이에 대한 대책을 필요로 한다. 본 연구는 국내·외 노면표시의 반사성능 규격 등 노면표시에 대한 문헌조사와 국내 일반국도 전체를 대상으로 반사성능 현장조사 및 분석을 실시하여 국내 노면표시 규격의 적정성을 검토하였고 야간·우천시 시인성 향상 방안과 지역특성에 적합한 관리 방안을 제시하는 등 노면표시 반사성능에 관련된 문제점을 파악하여 개선방안을 모색하였다.

국내·외 노면표시 규격을 비교·검토한 결과 국내 도로차선 반사성능 기준은 외국의 기준에 비해 낮은 편으로 규격의 상향조정 필요성이 있는 것으로 분석되었다.

일반국도 전체를 대상으로 노면표시 반사성능을 조사한 결과 일반국도 차선의 약 25%가 기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 30m 반사성능 휘도측정기를 이용하여 586개 구간 4146개 지점에 대해 현장조사를 실시하였으며 2차로는 황색실선, 4차로는 백색점선이 상대적으로 더 낮은 반사성능을 나타내었다. 곡선구간이 직선구간에 비해 낮은 반사성능을 나타내며 특히 4차로 곡선부 백색, 2차로 곡선부 황색의 경우 40% 이상이 기준을 만족하지 못하는 것으로 조사되었다. 노면표시의 평균수명분석 결과 평균수명이 가장 낮게 나타나는 구간은 백색차선의 경우 4차로 곡선부 점선차선, 황색차선의 경우 2차로 곡선부 실선차선으로 각각 17.3개월과 6.3개월의 평균수명을 나타내었다.

야간 우천시 도로차선 시인성 향상 방안으로 배수성포장을 위험구간 위주로 점차 확대 적용할 것과 돌출형 노면표시의 적용, 대구경 유리알의 적용, 표지병 및 반사테이프의 사용을 제안하였다. 또한 산간지역 곡선부 황색구간과 4차로 백색 점선과 점선 사이 구간에 표지병이나 반사테이프 등을 설치하여 차선기능을 보완할 것과 적설지역에는 가격이 저렴하면서도 단기적인 반사성능이 우수한 공법을 선정할 것을 제안하였다.

참고문헌

1. 건설교통부(2002), 도로안전시설 설치 및 관리지침 통합편
2. 경찰청(2005), “교통노면표시 설치·관리 매뉴얼”
3. 도로교통안전관리공단(2003), “교통안전시설 수명결정을 위한 연구(-노면표시중심-)”
4. 도로교통안전협회(1997), “노면표시 야간시인성 실험 연구(-반사성능 중심으로-)”
5. 한국도로공사 도로교통기술원(2003), “고속도로 차선반사도 관리기준 설정(Ⅱ)”, 2003년도 연구보고서
6. 社團法人 全國道路標識·標示業協會, “改訂 路面標示 핸드ブック”
7. 西日本高速道路株式會社(2005), “レーンマーク施工管理要領”
8. ASTM D 6359, “Standard Specification for Minimum Retroreflectance of Newly Applied Pavement Marking Using Portable Hand-Operated Instruments”
9. BS EN 1436, “Road marking materials - Road marking performance for road users”
10. Florida, “Traffic Stripes and Markings - Performance Based.”
11. Missouri, “Pavement Marking”
12. Texas, “Pavement Marking Handbook”
13. Utah, “ Pavement Marking Materials- Warranty Specification)”