Science.
Applied to Life.™

운전자에게 가장 필요한 순간에,
믿을 수 있는 우천형 노면 표시가 빛을 발합니다.

3M 의 고성능 우천형 재귀반사 노면표시는 어떠한 도로환경에서도 운전자의 안전한 귀가를 도와 드립니다.

낮에는 차선, 밤에는 생명선.

우리는 평균적으로 약 25% 수준으로 밤에 운전을 하지만, 전체 교통사고 사망자의 50%가 이 야간 운전에서 발생한다는 사실을 알고 계십니까?[1] 여기에 더해 비까지 내릴 경우 사고 가능성이 더 높아진다는 것은 당연한 사실입니다.

그래서 여러분이 선택할 노면 표시의 종류가 매우 중요합니다. 우천시 반사성능이 없는 노면 표시는 비가 내리는 밤에 운전자에게 빛을 반사하지 않아 사실상 시야에 보이지 않습니다. 하지만 방법이 있습니다. 어둡고 비가 내리는 환경에서도 노면 표시를 볼 수 있는 해결책이 여기에 있습니다.

본 자료를 통해 일반 노면 표시 대비 3M 고성능 우천형 재귀반사 노면 표시의 장점은 물론, 왜 우천형 노면표시를 선택 해야 하는지 확인하실 수 있습니다.

목차

왜 중요한가	3
안일함의 대가	5
우천형 재귀반사 노면 표시의 안전성	6
광학 기술	8
우천형 재귀반사 테스트 방법	10
성능 사양	11
결론	12
출처 및 참고자료	13

왜 우천형 재귀반사 노면 표시가 중요할까요?

우천형 노면 표시와 일반 노면 표시의 차이

밝고 화창한 날에는 노면 표시가 잘 보입니다. 심지어 노후화되고 마모된 표시라 하더라도 이러한 이상적인 환경에서는 충분히 식별이 가능합니다. 하지만 밤에는 어떨까요? 거기에 폭우까지 쏟아져 온 도로가 물바다가 된다면 어떻게 될까요? 이러한 상황에서 일반적인 노면 표시의 경우 우천시 재귀반사 기능이 없어 식별이 어려우며, 운전자의 시야는 좁아지고, 자율주행차량내 차선 안내 시스템의 효율성이 낮아지는 동시에 운전자의 불편은 물론 충돌 위험까지 높아집니다.

그래서 밝고 화창한 날에도, 폭우가 쏟아지는 밤에도 운전자의 안전을 확보하기 위해서는 어떤 종류의 노면 표시를 선택하느냐가 가장 중요합니다. 특히 시력이 좋지 않은 고령 운전자의 증가 등 운전자 인구 통계의 변화를 고려하면 노면 표시 선택의 중요성은 더욱 크다고 할 수 있습니다.

미국 조지아주 교통부는 2014년부터 2016년 사이 주목할 만한 추세를 발견합니다. 앤드류 히스(Andrew Heath) 조지아 교통부 엔지니어는 이에 대해 "조지아주 전역에서 사망자수가 증가했는데, 사망자 중 대다수가 우천시 및 야간에 발생했다는 것을 확인했다. 사망자수 감소를 위해서는 이러한 환경에 직접적인 영향을 줄 수 있는 제품 도입이 필요함을 깨달았다"고 언급했습니다.

오늘날 수많은 도로 관련 당국이 도로 안전과 관련해 'Toward Zero Deaths' 접근 방식을 채택하고 있는 가운데, 어둡고 비가 오는 환경과 차량 충돌 간의 상관관계를 이해하는 것은 매우 중요합니다.

한밤중에 비가 오는 상황에서 우천시 재귀반사 기능이 없는 일반 노면 표시는 시야에서 사라지며 다음과 같은 결과를 수반합니다.

운전자 가시성 감소[3]

운전자의 불편함 증가[3]

CAV 차선 안내 시스템 효과 감소[4,5]

충돌 위험 증가[8]

조지아 사례 연구 비디오에서 자세히 알아보십시오.

▸ **비디오 보기**

"...수많은 사망자들이 우천시 및 야간에 발생했습니다..."

앤드류 히스, 미국 조지아주 교통부 엔지니어

차이는 낮과 밤, 특히 비가 오는 밤에 나타납니다.

여러분이 선택한 노면 표시의 가장 큰 차이는 어둡고 비가 오는 환경에서 확인하실 수 있지만, '백문이 불여일견'이듯 아래 사진을 통해 바로 확인해보세요.

운전자 시야:

낮, 맑은 날씨
흰색 일반 일반 화살표 및 중앙선과 노란색 우천형 갓길선 선이 모두 식별됩니다.

밤, 맑은 날씨
두 유형의 노면 표시가 모두 식별됩니다.

밤, 비오는 날씨
일반 노면 표시는 시야에서 점점 사라지지만 우천형 재귀반사 노면 표시는 그대로 계속 식별됩니다.

위와 같이 일반 노면 표시의 경우 비를 맞으면 사실상 시야에서 식별되지 않기 때문에 운전자는 다가오는 차선이 좌회전 차선임을 확인하지 못하게 됩니다.

다양하고도 고령화되어가는 인구, 운전자 보조 시스템 및 자율주행 차량, 운전 경험이 부족한 초보운전자들이 도로에 혼재하고 있는 상황에서

다양한 조건에서도 인간과 차량 카메라 모두에게 식별될 수 있는 노면 표시의 필요성은 그 어느 때보다 중요합니다.

어느 도로 구간을 운전하고 싶으신가요?

우천형 재귀반사 노면 표시의 차이점을 확인해보세요.

▸ 비디오 보기

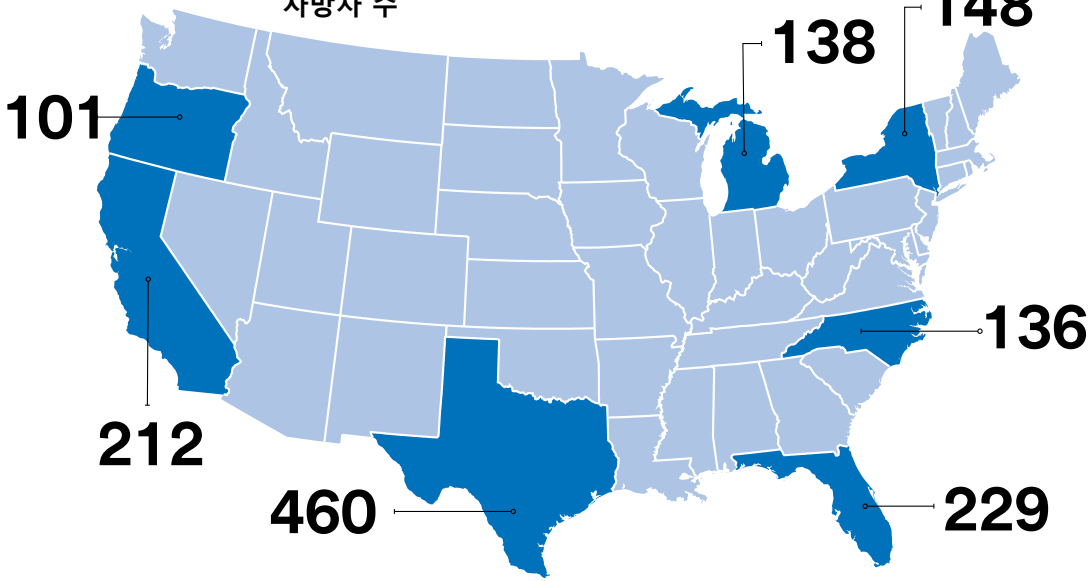
통계가 말해줍니다.

숫자들이 무엇을 이야기하고 있는지 알아야 합니다.

2017년에만 미국에서 6,952명이 비 오는 도로 위에서 교통사고로 목숨을 잃었습니다. 야간 주행이 전체 운전 비중의 25% 밖에 되지 않음에도 불구하고 전체 사망자의 약 55%(3,811명)가 야간 혹은 어두운 도로 조건에서 발생했습니다.[6]

비가 오는 날씨와 어두운 도로 환경은 충돌 위험을 과도하게 높이는 요인입니다. 2015년 텍사스에서는 해당 주 전체에 걸쳐 비가 오는 날 시간대별, 도로 조건별로 사고의 위험성을 연구했는데, 비가 오는 조건이 충돌 위험을 약 57% 증가시켰으며 야간 조건은 충돌 위험을 80%까지 높였다는 것을 확인했습니다.[2]

2017년, 비가 내리는 야간에 발생한 차량 사망자 수



1.25 백만

교통사고로 인해 매년 전 세계적으로 발생하는 사망자 수

출처: WHO. Road Traffic Injuries, 2018년 1월.

49% 치명적인 충돌

대부분의 교통 체증은 낮에 있지만 사고는 밤에 더 많이 발생합니다.

출처: Forbes. Most Dangerous Times to Drive, 2009년 1월.

프랑스의 충돌 연구

프랑스에서는 지난 12년간 이와 유사한 충돌 데이터 연구가 진행되었습니다. 프랑스의 평균 교통 밀도를 조정한 결과 (교통량의 90%가 낮에 발생), 야간 운전은 주간 운전 대비 부상을 야기 하는 충돌 위험을 3.5배, 치명적인 충돌 위험을 6배 높이는 것으로 나타났습니다. 비 오는 밤에는 그 숫자가 각각 7.7배와 10배까지 증가합니다.[7]

특히 어둡거나 비가 오거나 젖은 도로 조건에서 노면 표시 시인성을 높이면 충돌이 줄어드는 것이 입증되었습니다.[8] 또한 운전자는 야간, 도로가 젖은 상태, 혹은 비가 오는 도로에서 운전할 때 충돌 가능성이 훨씬 더 높은 것으로 나타났습니다. 운전자가 이러한 상황에 잘 대처할 수 있도록 도로를 개선한다면 충돌, 부상 및 사망자 수와 비용을 줄일 수 있습니다.

가벼운 비나 폭우가 내리는 밤에 운전하면 다음과 같은 부상과 관련된 충돌 위험이 증가합니다.

7.7배

치명적인 충돌 위험은

10배

주간 운전과 비교했을 때

출처: BAAC(프랑스 도로 교통 데이터베이스, 정부 공개 데이터).

많은 연구들이 우천형 재귀반사 노면 표시가 충돌을 예방할 수 있다고 말합니다.식 재귀반사 표시가 충돌을 줄일 수 있다고 합니다.

운전자들은 효과적인 노면 표시에 의존합니다. 앞으로도 더욱 그럴 것입니다.

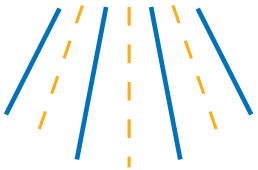
지난 몇 년간 미국에서 판매된 차량의 절반 이상이 차선 이탈 경고 시스템과 같은 자동화 기술을 적용했지만, 여전히 대부분은 사람이 직접 운전합니다. 모든 노면 표시 솔루션은 운전자와 도로 위의 사람들을 안전하게 보호하기 위해 어떠한 기상 조건에서도 잘 보여야 합니다.

2015년 미국 연방 고속도로 관리국은 사고수정계수(CMF)를 개발하기 위해 미네소타, 노스캐롤라이나 및 위스콘신에서 사용되는 우천형 재귀반사 노면 표시에 대한 엄격한 전후 평가를 실시했습니다. 다중 차선 도로에서 부상을 야기 하는 사고 예방을 위해 권장하는 CMF는 0.595, 고속도로에서 0.881이며, 이는 우천형 재귀반사 노면 표시를 구현한 후 이러한 유형의 충돌에서 각각 40%, 12% 감소한다는 것을 의미합니다.[8]

Texas A & M 교통 연구소의 2018-2019 연구에서는 텍사스 교통국의 애틀란타 지구에서 우천형 노면 표시의 효과를 평가한 바 있습니다. 이들은 우천형 노면 표시가 설치된 약 630마일의 도로에서 우천시 발생한 야간 충돌 사고를 구체적으로 조사했는데, 우천형 노면 표시를 도입한 후 야간 충돌 사고는 약 30% 감소했으며 우천시 발생한 야간 사망자 수는 약 50% 감소했습니다.[9]

EU의 지원을 받은 '노면 표시가 운전자 행동에 미치는 영향' *(Rainvision: the impact of road markings on driver behavior)* 연구에 따르면, 도로에 우천형 재귀반사 노면 표시를 적용할 경우 특히 악천후 조건에서 운전자가 느끼는 주관적인 안전함 및 편안함에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났습니다. 야간 및 비가 오는 주행 조건에서 우천형 재귀반사 노면 표시는 명확한 주행 경로를 보장하기 때문에 운전자가 도로 환경 및 변화를 충분히 인지하는데 도움을 주고 운전자의 과도한 부담을 덜어줍니다. 이와는 반대로 노면 표시가 잘 보이지 않을 때 운전자가 저지르는 실수는 70%까지 증가했습니다.[3]

우천형 재귀반사 노면 표시 안정성 평가
미국 연방 고속도로 관리국 권장 사고수정계수:
부상과 충돌



다차선 도로
40% 감소

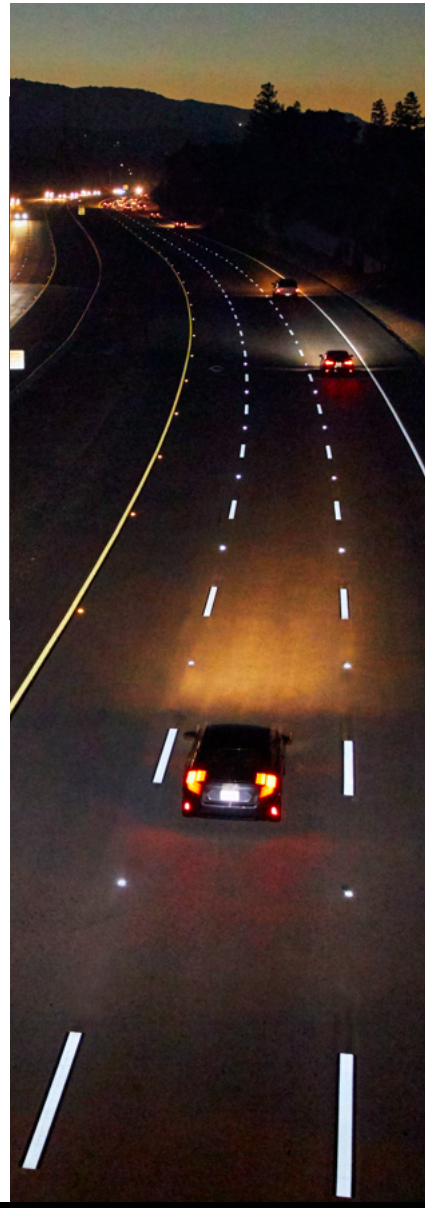
고속도로
12% 감소

우천형 재귀반사 노면 표시의 긍정적 효과

우천형 재귀반사 노면 표시에 대한 충돌 감소율 추정치

접근 방식	우천형 - 야간*	우천형 – 야간 사망*
경험적 베이즈(EB)	28%	53%
전체 베이즈(FB)	32%	49%

*95% 신뢰도로 통계적으로 유의미한 결과



자율주행차의 안전을 목표로 합니다.

우천형 재귀반사 노면 표시는 운전자는 물론 머신 비전의 시인성을 더욱 높일 수 있습니다.

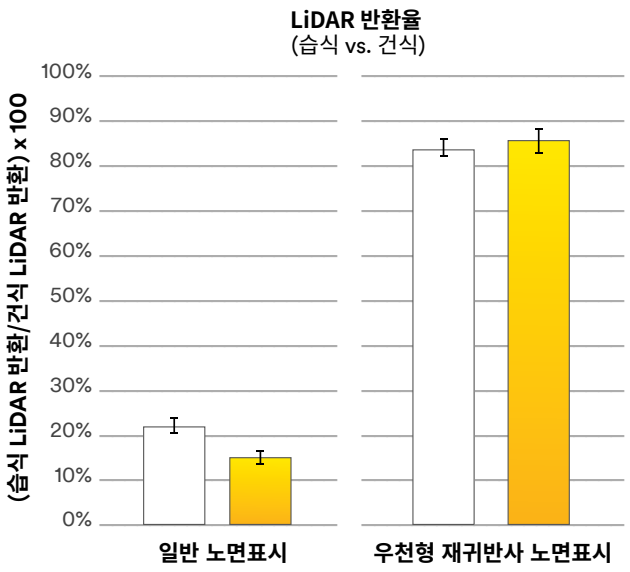
최근 연구에 따르면 우천형 재귀반사 노면 표시는 오늘날 차량 내 설치되어 있는 광학 카메라 시스템이든 미래 자동차 기술인 라이다(LiDAR)이든 상관없이 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS) 및 자율주행차(CAV)의 시인성을 향상시키는 것으로 나타났습니다.

3M 연구진은 미국 자동차공학회(the Society of Automotive Engineers)를 통해 발표된 '눈부심 발생 유무에 따른 야간 연속 강우 시 노면 표시의 우천형 재귀반사 성능 및 휘도가 차선 이탈 경고에 미치는 영향' 연구에서 연속적인 야간 강우 조건에서 모빌아이 차선이탈 경보(Mobileye LDW) 시스템의 검출 성능에 대한 흰색과 노란색 표시의 우천형 재귀반사율과 휘도의 영향을 확인했습니다.[5]

연구진은 특정 신뢰 수준에서 검출 비율이 확산 휘도 특성과 연속적인 우천형 재귀반사의 이중 요소 상호작용과 상관관계가 있음을 발견했습니다. 이들은 특정 신뢰 수준에서 검출 비율이 확산 휘도 특성 및 연속 우천형 재귀반사, 이 두 가지 요인의 상호작용과 상관관계가 있을 가능성을 제시했습니다.

또 다른 연구에서는 지속적으로 비가오는 도로 환경에서 머신 비전 기능 감지, 빛 감지 및 라이다 시스템에 대한 우천형 재귀반사 노면 표시의 성능 영향을 구체적으로 분석했습니다. 표 B는 비 오는 밤의 환경에서 일반 노면 표시와 우천형 재귀반사 노면 표시의 각각 라이다 반환율 (% LiDAR return)을 나타냅니다. 이 선별 연구의 예비 결과는 우천형 재귀반사 노면 표시가 머신 비전 시스템 및 라이다 기술 모두에 유리할 가능성이 있음을 시사합니다.[4]

표 B



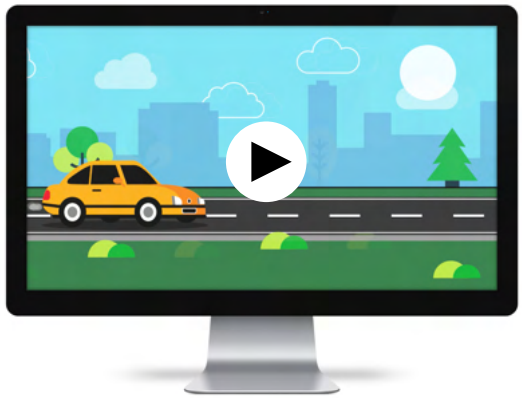
"비 오는 밤에는 우천형 재귀반사 광학기술로 노란색 표시에 있는 유리 비드보다 더 먼 거리에서 감지가 가능합니다." *

*2017년 12월 미국 미시간주 브림리에서 콘티넨탈 오토모티브 시스템즈(Continental Automotive Systems Inc.) 와 공동으로 시행한 테스트에 기반합니다. 실험 대상으로 기존 주행 구간의 노란색 LPM 차선 및 비가 오는 야간 상황에서의 일반 유리비드 또는 3M 제품이 포함되었습니다.

모든 광학이 다 똑같지는 않습니다.

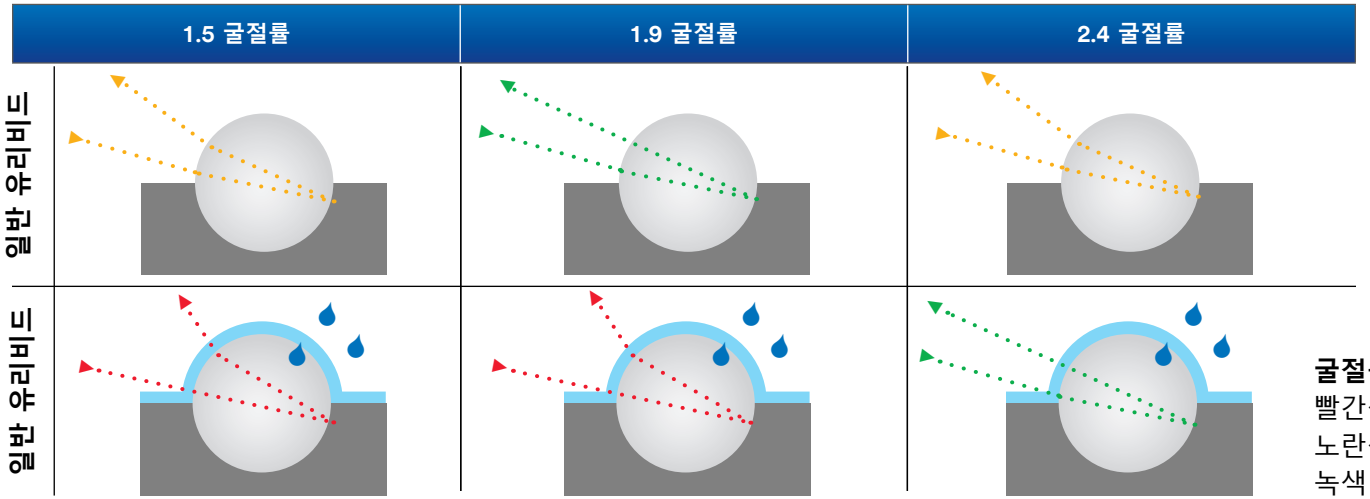
다양한 유형의 우천형 재귀반사 노면 표시에 숨겨진 과학.

일반적으로 노면 표시는 차량의 헤드라이트에서 나오는 빛이 노면표시의 광학체에 의해 운전자에게 다시 되돌아오는 원리로 인해 밤에도 볼 수 있습니다. 하지만 서로 다른 조건에서 빛을 되돌리기 위해서는 각각 다른 광학 기술을 사용하는 것이 훨씬 좋습니다. 단 하나의 비드가 건조하거나 비오는 환경 모두에 최적화될 수는 없습니다.



▸ **비디오를 통해 확인**

2.4 인덱스 비드가 있는 표시는 다른 비드의 표시가 보이지 않는 습한 조건에서 볼 수 있습니다. 이것은 광학 카메라를 기반으로 하는 머신 비전 시스템에서도 마찬가지입니다. 포장도로 표시의 차이점에 대해 자세히 알아보려면 비디오를 시청하세요.



굴절률 핵심 사항:
빨간색 – 최소 최적광 반사율
노란색 – 하위 최적광 반환율
녹색 – 최적광 반환율

설치하기 전에 테스트해보기.

컵 밝기 테스트로 재귀반사 휘도의 예상 계수를 확인할 수 있습니다.

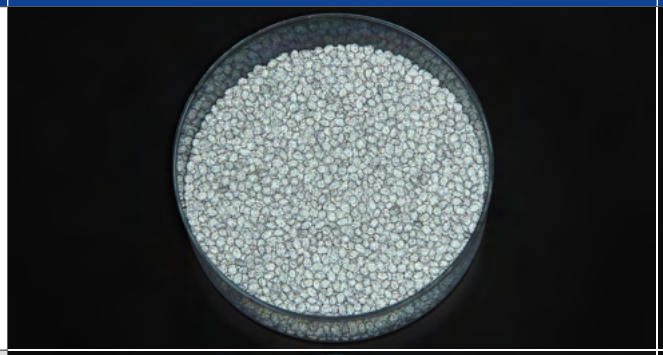
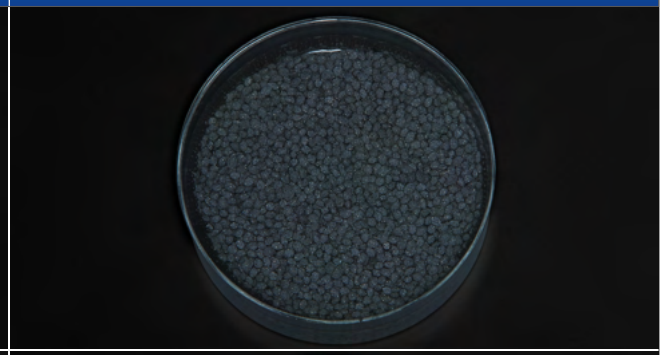
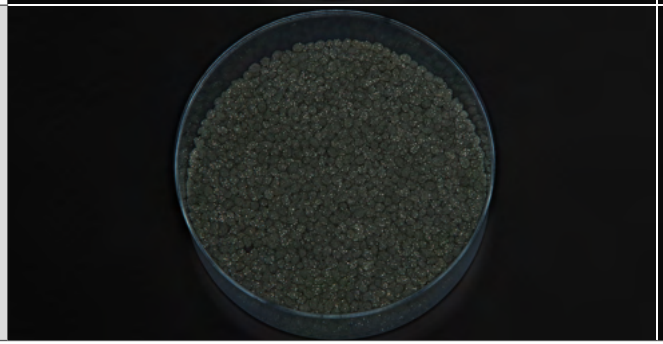
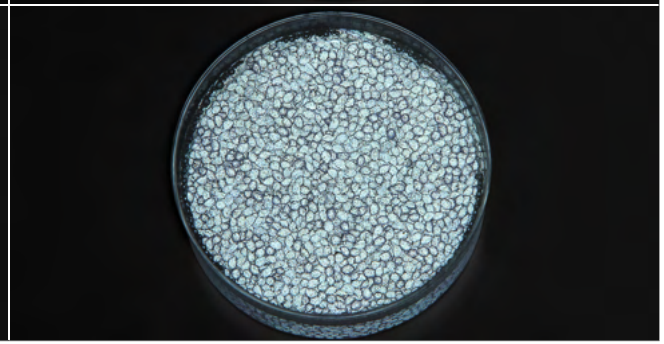
유리 비드 또는 광학체를 혼합해 어떤 종류의 우천형 재귀반사 성능을 기대할 수 있는지 알아보려면 도로에 설치하기 훨씬 이전에 미리 확인해야 합니다. 특히 지속적인 물잠김 조건을 시뮬레이션하기 위해 우천형 광학체에 대한 컵 밝기 테스트를 진행하는 것이 좋습니다.

ASTM 연속 습윤 테스트(다음 페이지 참조)는 우천형 재귀반사율을 확인하기 위한 권장 테스트 방법이지만, 모든 노면 표시에 판독을 수행하는 것은 어려울 수 있습니다. 연속 습윤 테스트 외에 컵 밝기 테스트를 시행하면 도로가 원하는 밝기 수준을 충족할 수 있습니다. 컵 밝기 테스트는 제품을 설치하기 전에 수행할 수 있으며, 실험실 환경에서 제한된 재료를 사용해 진행 가능합니다.

이 방법에 대해 자세히 알아보려면 *3M™ Connected Roads All Weather Element* 제품 기술자료 *2*페이지를 참조하십시오.

▸ **PDF 다운로드**

1.9 및 2.4 굴절률 비드 성능 비교: 건식과 침수 비교

비드 굴절률	건조 조건	물잠김 조건
1.9 인덱스 비드		
2.4 인덱스 비드		

두 가지의 다른 테스트. 물잠김 시 (비오는 노면) 와 습윤 시 (젖은 노면)

나란히 테스트해본 결과 비가 오는 상황과 습윤 상황 사이에 큰 차이가 발견되었습니다.

많은 수의 운전자들이 폭우가 내리는 어둡고 낯선 고속도로에서 운전했던 경험이 있을 것입니다. 노면 표시가 노후화되고 희미해서 교체되어야 한다고 한번쯤 생각해 보셨을 겁니다. 그러나 실제로 지속적으로 젖은 조건에서 작동하도록 테스트 및 설계되지 않았다면 노면 표시가 얼마나 오래되었든 새 것이든 큰 차이가 없었을 것입니다. 젖은 노면 용 노면 표시는 지속적인 물잠김 용 노면 표시처럼 수행되도록 설계되지 않았습니다. (용어 확인 필요)

전 세계적으로 노면 표시의 우천 시 반사율을 측정하는 데 사용되는 두 가지 테스트 방법이 있습니다. 우천시 노면 표시의 우천형 반사율을 시뮬레이션하는 '물잠김' 방법과 비가 그치고 노면 표가 회복 또는 배수된 후 우천시 반사율을 시뮬레이션하는 '습윤' 방법이 있습니다. (실행 가능한 우천형 재귀반사 테스트 방법론에 대한 개요는 아래 표 A 참조).

표 A

유형	물잠김 시	습윤 시
ASTM	E2832	E2177
EN	EN1436 부록 B7	EN1436 부록 B6

어떤 테스트가 더 현실적일까?

일반적으로 물잠김 방법은 습윤 방법보다 일반적인 우천 상황에서 실제 운전자 경험과 더 유사한 결과를 얻을 수 있습니다. 물잠김 방법은 우천시 운전자가 경험하는 우천형 재귀반사 수준을 시뮬레이션 할 수 있는 반면, 습윤 방법은 비가 멈춘 직후에나 시뮬레이션이 가능하기 때문입니다.

습윤 시 vs. 물잠김 시

습윤 시 vs. 물잠김 시

▸ **테스트 방법에 대해 자세히 알아보십시오.**

사양을 작성할 때 고려해야 할 사항.

교통 엔지니어가 포장도로 표시 표준 또는 사양을 만들 때 고려해야 할 사항은 다음과 같습니다.

교통 엔지니어들은 종종 노면 표시 사양 또는 표준에 권장되는 우천형 연속 재귀반사율이 무엇인지 궁금해합니다. 최근 미국 교통 안전 서비스 협회(ATSSA) 지역별 교육 및 워크숍에서 공유된 텍사스 교통연구소 (Texas Transportation Institute) 의 예비 데이터는 이 질문에 대한 답을 찾는데 도움이 될 것입니다. 텍사스 교통연구소는 미네소타 교통부와의 협력 하에 다양한 우천형 재귀반사 값의 함수로 노면 표시의 감지 거리를 결정하기 위해 인적 요소 연구를 진행했습니다. 예비 데이터에 따르면 50mcd/m²/lux 물잠김 도로는 노면 표시에 대한 적절한 대체 임계값이지만 이는 최소값이며 최적과는 거리가 멉니다.

왜 50mcd/m²/lux가 최적과 거리가 멀까?

50mcd/m²/lux는 시속 55마일로 운전자에게 1.9초의 미리보기 시간을 제공합니다. 최적의 노면 표시 설계를 권장하는 EU의 COST 331 운전 시뮬레이터 연구에 따르면 안전 운행을 위한 절대 최소 미리보기 시간은 1.8초입니다. 이 시간이 유지되지 않으면 운전자는 안정적인 차선 유지에 어려움을 겪게 될 것이며, 이 시간이 최소치이고 더 높은 값이 확보되어야 한다고 본 연구는 강조했습니다. COST 331 보고서는 권장 미리보기 시간으로 2.2초를 설정했습니다.

미국 연방 고속도로 관리국 역시 이와 유사한 연구를 지난 1998년에 진행한 바 있습니다. 단거리 극한 주행 조건에서도 운전자가 위험한 상황에서 노면 표시를 인식하고 반응할 수 있는 최소 미리보기 시간으로 2초를 권장했습니다.

우천형 연속 재귀반사율이 높을수록 좋습니다.

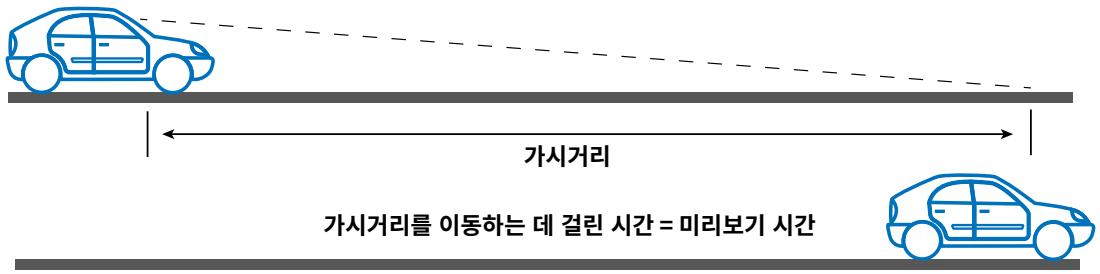
표 A는 텍사스 교통연구소의 예비 결과로 계산된 우천형 연속 재귀반사 권장 최소값을 나타냅니다.[10] 여러 다른 속도 또는 미리보기 시간에 대해서는 더 높은 우천형 연속 재귀반사 값이 필요합니다. 운전자가 폭우가 내리는 밤에 시속 70마일로 주행하는 경우는 드물 수 있지만, 이 연구는 물잠김 시 반사휘도와 더 긴 미리보기 시간 사이의 관계를 입증하는 데 중요한 의미가 있습니다.

표 A: 향후 TTI 연구의 예비 결과에서 수학적으로 도출된 물잠김 연속 재귀반사 최소값

	1.8초 미리보기 시간	2.2초 미리보기 시간
55mph	50mcd/m²/lux	130mcd/m²/lux
70mph	170mcd/m²/lux	970mcd/m²/lux

그림 1: "미리보기 시간"이란 무엇입니까?

특정 시점의 상황



차선 하나에 많은 것들이 달려있습니다.

낮이나 밤이나, 맑은 날이나 비가 오는 날이나. 노면 표시의 시인성은 매우 중요합니다.

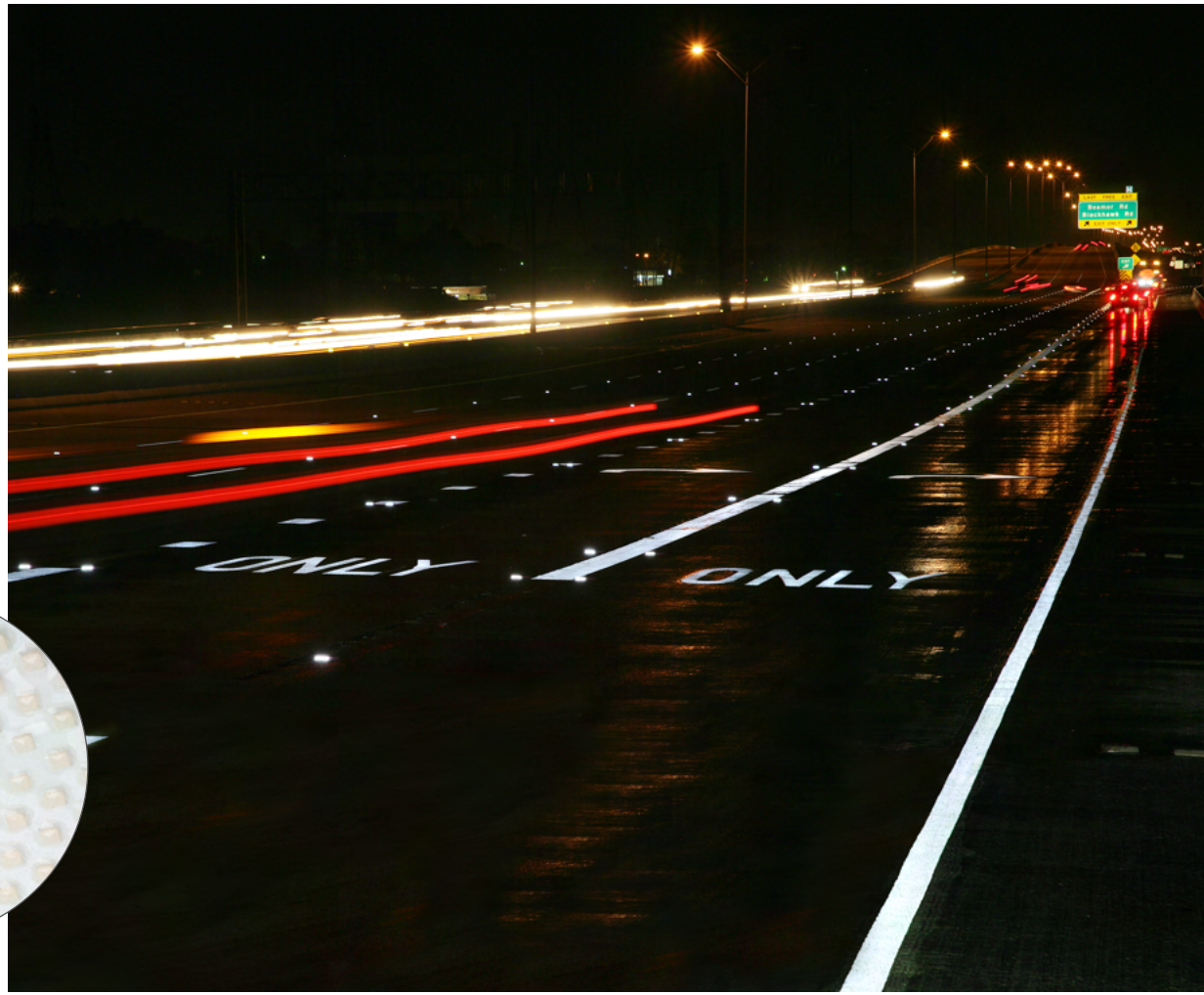
노면 표시를 설치하는 일은 도로 프로젝트에서 가장 마지막에 진행되는 작업 중 하나일 수 있지만 안전을 더욱 확보하고 충돌사고를 줄이며, 소중한 생명을 구하는데 도움이 되는 제일 첫 단계입니다. 비 내리는 어두운 밤에 길 찾기가 어려운 도로라면 세상에서 가장 아름다운 길이라 칭해진들 아무런 의미가 없습니다.

지금까지 보신 대로 야간에, 비가 오는 환경에서의 운전은 충돌 사고와 부상의 위험, 사망률을 높입니다. 많은 차량이 머신 비전 기술에 의존도를 높여가고 있는 가운데 이러한 우려는 더욱 커질 수 있습니다. 또한 물잠김 시와 습윤 시 재귀반사 노면 표시 간의 차이점과 이를 뒷받침하는 과학 원리에 대해서도 앞서 확인해 보셨을 겁니다.

제어할 수 없는 것들은 늘 존재하지만, 어떤 유형의 노면 표시를 적용할지 여부는 제어할 수 있습니다. 가장 필요한 상황에서 충분한 반사성능을 제공하도록 설계된 솔루션은 오로지 고성능 우천형 재귀반사 노면 표시 뿐입니다.

우천형 재귀반사 노면 표시에 대해 더 자세히 알아보고, 도로 시연을 시작하고 싶으시다면 3M 담당자에게 문의하시기 바랍니다.

3M.com/PavementMarkings



운송 안전 사업부
3M Center, Building 225-4N-14
St. Paul, MN 55144-1000
1.800.553.1380

3M은 3M의 상표입니다.
© 3M 2019. All rights reserved.

출처 및 참고 자료

우천형 재귀반사 노면 표시의 중요성에 대해 자세히 알아보고 싶으시다면 아래 출처 및 연구 자료를 참고하시기 바랍니다.

1. 미국 DOT 국립 고속도로 교통안전국. Passenger Vehicle Occupant Fatalities by Day and Night – A Contrast. May 2007, https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/810637

2. Omranian, S., Sharif, H., Dessouky, S., Weissmann, J., "Exploring rainfall impacts on the crash risk on Texas roadways: A crash-based matched-pairs analysis approach." Accident Analysis and Prevention, vol. 117, 2018, pp. 10-20

3. Konstandinos Diamandouros, and Michael Gatscha. "Rainvision: The impact of road markings on driver behavior – wet night visibility". 6th Transport Research Arena, April 18-21, 2016. European Road Federation

4. Pike, A., Clear, S., Hedblom, T., and Whitney, J. "How Might Wet Retroreflective Pavement Markings Enable More Robust Machine Vision?" Transportation Research Record 1-6, 2019

5. Pike, A., Clear, S., Barrette, T., Hedblom, T. et al., "Effects of the Wet Retroreflectivity and Luminance of Pavement Markings on Lane Departure Warning in Nighttime Continuous Rain with and without Glare Sources," SAE Technical Paper 2019-01-1014, 2019

6. 미국 DOT 고속도로 교통안전국, 사망률 분석 보고 시스템(FARS). 2017 – 참조 사이트: https://www.nhtsa.gov/research-data/fatality-analysis-reporting-system-fars

7. 3M France, Combating Poor Road Safety – To Enhance the Safety of Road Users at Night and in All Weather Conditions. August 2019. Data collected from BAAC (Road Traffic Injury Database)

8. 미국 DOT 연방 고속도로 관리. Safety Evaluation of Wet-Reflective Pavement Markings. Dec. 2015, FHWA-HRT-15-083

9. Park, ES., Carlson, P., Pike, A., "Safety Effects of Wet-Weather Pavement Markings." Transportation Research Board 2019 Annual Meeting: 참조 사이트: https://trid.trb.org/view/1572259

10. Peterson, E., "Wet Pavement – Where are the Markings?!?" Northland American Traffic Safety Services Association, "How To" Training and Education Workshop, Mar. 2019

11. Requirements for Horizontal road Marking. COST 331. Luxembourg: office for Official Publications of the European Communities, 1999.

12. Freedman, M., LK Staplin, D.P. Gilfillan, and A.M. Brynes. Noticeability Requirements for Delineation on Non-Illuminated Highways. Report No. FHWA-RD-88-028, FHWA, US DOT, 1998

올바른 도로 표시를 선택하는 데 도움이 필요하십니까?

교통 방해를 최소화하고 도로 안전을 개선할 수 있는 도로 표시를 선택하려면 3M 전문가에게 문의하십시오.

▸ 문의처