

# 서울형 보도포장 미끄럼 저항기준 수립



박 대 근 | 정회원 · 서울특별시청 도로관리과 주무관  
 정 시 윤 | 서울특별시청 도로관리과장  
 김 재 겸 | 서울특별시청 도로관리과 보도관리팀장  
 정 회 곤 | 서울특별시청 도로관리과 주무관

## 1. 서론

콘크리트 판 또는 인터로킹 콘크리트 블록(소형고압)이 보도블록의 주요 자재로 사용됐던 과거에는 강우·강설시 미끄럼으로 인한 위험성이 거의 없었으나, 최근 아름다운 디자인 거리 조성을 위해 타일블록 등과 같이 다양하고 고급스러운 자재의 사용량이 늘어나면서 거리의 품격과 가치가 올라가는 등 긍정적인 효과가 발생하고 있지만, 보도가 미끄러워 위험하다는 민원 및 낙상사고가 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 일부 시각장애인 점자블록(선형블록)의 표면이 플라스틱, 고무 등으로 덧씌워져 있어 물에 젖거나 눈이 덮혀 있을 경우 매우 미끄러운 현상이 발생하고 있다.

이에 따라 서울시에서는 미끄럼 보행 사고를 최소화하기 위하여 보도 포장재의 미끄럼 저항기준을 수립하게 되었다.

## 2. 현실태

서울시 25개 자치구를 대상으로 보도 포장 미끄

럼 관련 민원현황을 조사·분석해 본 결과, 강우 또는 강설시 보행하면서 미끄럼 위험을 느꼈거나 낙상 사고를 당했던 구간의 보도 포장재는 타일블록, 경계석, 시각장애인 점자블록(선형), 기타(아크릴, 동판) 등으로 나타났으며 이러한 포장을 미끄럽지 않은 포장재로 교체해 줄 것을 요구하는 민원이 꾸준히 제기되고 있다.

또한, 최근에는 다음과 같은 보도상 낙상사고로 도로 관리기관에 배상을 요구하는 사례도 발생하는 등 미끄럼으로 인한 문제점이 지속적으로 발생하고 있다.

- 사고일시 : 2010. 05. 18(화) 12:30
- 사고장소 : 이수역 4번 출구 앞 <그림 1>
- 사고경위  
 - 2010. 05. 18(화) 12:30분경 우천시 000씨가 보행 중 보도 경사가 급한 구간에서 낙상으로 허리뼈 골절의 부상을 당함.

지금까지 위와 같은 사고로 배상책임을 요구한 사례는 많지 않으나, 최근 들어 다양한 재질의 보도자재가 사용됨에 따라 앞으로 비슷한 유형의 사고가 발생할 것으로 예상된다.



그림 1. 미끄럼 사고 발생 현장(횡단보도 턱나춤 구간)

### 3. 국내외 미끄럼 관련 기준 비교

과거 시멘트 콘크리트 블록이 보도블록의 대표적인 포장재였을 때는 콘크리트의 특성상 노면이 습윤상태에 있을지라도 보행시 미끄럼 현상이 거의 없어 미끄럼 기준이 필요 없었다.

보행시 미끄럼은 “바닥재료 마찰계수”, “보도 경사”, “환경인자(눈, 비)”, “신발바닥 재질” 등 복합적인 요소가 많은 바, 접근 가능한 사항에 대한 검토가 필요하나 국내에서는 이에 대한 검토 및 연구가 거의 이루어지지 않고 있다.

우리나라에서 보도 포장재 중 미끄럼 저항기준이 있는 재료는 시각장애인 점자 블록과 경계석(연석)이나 시각장애인 점자 블록 기준(20BPN 이상)은 외국의 기준과 비교해 볼 때 매우 낮은 수준이며, 경계석의 기준은 40BPN 이상(도로안전시설 설치 및 관리지침 등)을 확보하도록 명시되어 있으나 중·횡단경사, 경사석 등에 대한 사항은 고려되지 않아 좀 더 세부적인 기준이 필요하다.

보도를 구성하는 요소 중 가장 큰 면적을 차지하는 부분은 보차도 경계석과 도로경계석 사이에 있는 포장(대부분 블록) 부분이나 그 부분에 대한 미끄럼 저항기준이 없어 기준 제정이 시급하다.

반면, 외국의 경우는 일본, 유럽연합이 40BPN 이상, 영국은 35BPN 이상, 호주와 뉴질랜드는 45BPN 이상을 미끄럼에 대한 안전기준으로 삼고

있으며, 영국과 호주에서는 “위험”, 또는 “매우 위험”에 대한 기준도 명시하고 있어 낙상사고를 예방하고 있다.

여기서 흥미로운 점은 우리나라의 시각장애인 점자블록에 대한 안전기준(20BPN)이 다른 나라에서는 “위험 수준”이라는 사실이다.

표 1. 국내외 미끄럼 관련 기준

구분		미끄럼 저항기준 (단위 : BPN)	비고	
국내	일반 보도	-	기준없음	
	시각장애인 점자블록 <sup>(1)</sup>	20 이상		
	연석(경계석) <sup>(2)</sup>	40 이상		
	차도	32~77	위험도별상이	
국외	일본 <sup>(3)</sup>	보행자계 도로	40 이상	
	유럽연합 <sup>(4)</sup>	보행인 도로 표면	40 이상	
	영국 <sup>(5)</sup>	미끄럼 위험성 (보행)	안전	35 이상
			보통	25이상 35이하
			위험	25 미만
	호주/뉴질랜드 <sup>(6)</sup>	미끄럼 위험성 (보행)	매우 안전	54 이상
			안전	45이상 54미만
			보통	35이상 44미만
위험			25이상 34미만	
매우 위험			25 미만	

- 주 (1) KSF 4561, 시각장애인용 점자 블록, 기술표준원
- (2) 도로안전시설 설치 및 관리지침, 보도 설치 및 관리지침, 국토해양부
- (3) 일본 도로공사설계기준, 일본도로협회
- (4) prEN 1341, 도로 포장의 시험방법 및 기준
- (5) United Kingdom Slip Resistance Group(영국 미끄럼 저항 그룹) 연구 결과
- (6) AS/NZS(호주/뉴질랜드 표준) 4586, 보행자용 노면 미끄럼 저항 기준

### 4. 현장 시험

#### 4.1 시험 개요

현재 서울시에 기공된 보도 포장 자재(블록류,

경계석류 등) 중 미끄럼 관련 민원이 유발된 노선 등을 선정된 후 19개 종류에 196회 미끄럼 저항 시험을 시행하고 결과를 분석해 보았다.

시험대상은 표 2와 같으며 시험에 사용된 장비는 BPT(British Pendulum Tester)이며 시험결과 분석시 적용한 안전기준치는 외국에서 일반적으로 안전하다고 판단하는 40BPN을 적용하였다.

표 2. 시험 대상

구 분	종 류
일반 블록류	콘크리트 인터로킹 블록(일반 콘크리트 블록), 타일블록, 인조화강 블록, 점토바닥벼돌, 아크릴판(바닥조명 덮개)
시각장애인용 접자 블록	일반콘크리트류, 고강도콘크리트류, 플라스틱류, 고무류, 도자류
경계석류	화강석, 인조화강석, 일반콘크리트



그림 2. BPT 시험기

## 4.2 시험결과

### 4.2.1 블록류

서울지역에 주로 설치된 블록 및 판석류 7종을 선정하여 시험한 결과, 그림 3과 같이 과거 대표적인 포장 자재였던 일반콘크리트 블록이 미끄럼에 가장 안전한 것으로 나타났다.

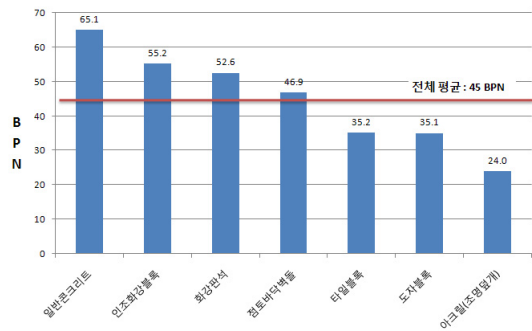


그림 3. 블록류 BPN 시험결과(카테고리별 평균값)

여기서 일반콘크리트 블록이란 소위 말하는 ILB(소형고압 블록)를 말하며, 아무런 표면처리 없이 생산된 블록을 의미한다(그림 4).



그림 4. 일반콘크리트 블록(표면처리 X)

7개 종류의 블록 중, 전체평균(45BPN)에 미달되는 종류(카테고리)는 “타일블록”, “도자블록”, “아크릴판(조명덮개)”로 나타났다.

평균이하의 수치를 나타낸 재료 중 최근 보도 바닥재로 사용량이 증가하고 있는 타일블록에 대한 실험 대상은 그림 5와 같으며, 요철(凹凸)이 있는 타일블록에 대한 BPN 결과값(평균 35.3)과 요철이 없는 타일블록의 결과값(35)에 대한 차이가 거의 없어 요철(凹凸) 처리를 함으로써 기대했던 미끄럼 감소 효과는 거의 없는 것으로 나타났다.



(a) 타일블록(요철 ○)



(b) 타일블록(요철 ×)

그림 5. 타일블록

참고로, 표면 요철(凹凸)이 있는 타일블록의 BPT 측정시 고무 슬라이더가 접촉을 시작하는 지점의 요철(凹凸) 상태에 따라 오차가 발생하여, 오차를 최소화하기 위하여 고무 슬라이더가 접촉을 시작하는 지점을 철(凸)로 통일하여 실험을 시행하였다.

강우·강설시 타일블록이 미끄러워 위험하다는 민원이 반복된 현장에 미끄럼 방지포장(이하 “미방포”라 함)이 시공된 사례(그림 6)가 있어, 미방포 전과 후의 미끄럼 저항성능을 비교해 보기 위해 BPT 시험을 실시해 본 결과 미방포 전(37.75)에 비해 20BPN 이상 미끄럼 저항력이 향상(63.25)된 결과를 보였다.

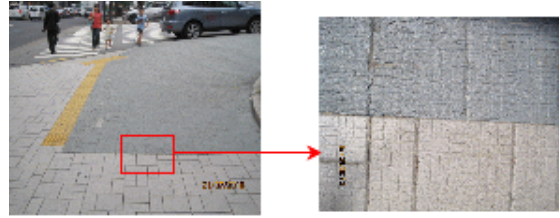


그림 6. 타일블록 미끄럼 방지포장 시공 사례

하지만, 시간이 경과함에 따라 미방포와 타일블록과의 접착력이 약화되어 미방포가 떨어져 나가 타일블록이 노출되는 하자가 곳곳에서 발생하였다(그림 7의 a).

이러한 경우와 유사한 형태는 타일블록 뿐 아니라 화강 판석에서도 나타났다(그림 7의 b).



(a) 타일블록



(b) 화강판석

그림 7. 미끄럼 방지포장의 접착력 저하로 기존 블록 노출

#### 4.2.2 시각장애인 점자 블록(선형 점자 블록)

시각장애인 점자 블록(선형)의 경우, 대상 물체의 표면에 접촉되는 BPT 고무슬라이더 폭은 7.5cm이 나 선형 점자 블록의 돌출부의 폭은 2~3cm 밖에 되지 않아, 고무슬라이더 전체가 점자 블록의 돌출부에 접촉되지 않는 문제가 발생하였다(그림 8~9).

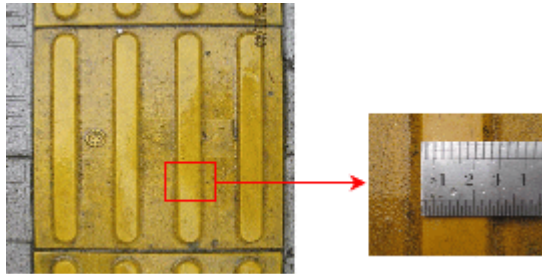


그림 8. 선형점자 블록의 돌출부 폭



그림 9. BPT 장비의 고무슬라이더 길이 및 시험 사진

KS F 2375(노면의 미끄럼 저항성 시험 방법) 및 KS F 4561(시각장애이용 점자 블록)에는 시각장애인 점자블록에 대한 BPT 실험방법이 정확히 명시되어 있지 않아, 국가공인시험기관에서 일반적으로 사용하고 있는 방법(돌출부 위에서 시험)을 적용하였다.

서울시에서 주로 사용되는 시각장애인 점자 블록 6종을 선정하여 시험한 결과, 과거 대표적인 포장 자재였던 일반콘크리트 점자 블록(그림 11)이 미끄럼에 가장 안전한 것으로 나타났다(그림 10).

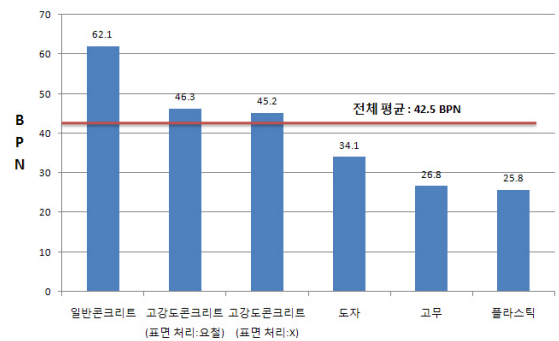


그림 10. 시각장애인 점자블록 BPN 결과(카테고리별 평균값)



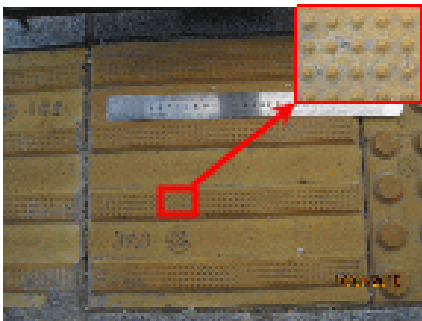
그림 11. 시각장애인 점자블록(일반콘크리트)

그러나 일반콘크리트 점자블록이 BPN 결과값이 우수한 반면, 돌출부의 마모저항성 및 내구성이 약해 시간이 지남에 따라 점자 돌출부가 마모되거나 탈리되어 점자블록 고유역할을 하지 못하는 경우가 많아 사용량이 계속 줄어들고 있다(그림 12).

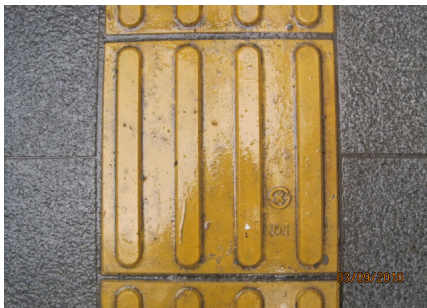


그림 12. 시각장애인 점자블록(일반콘크리트)의 마모

일반콘크리트의 마모 및 탈리 방지를 위해 개발된 고강도 콘크리트 점자 블록은 일반콘크리트 점자 블록 보다 BPN 값이 약 25% 정도 줄어든 것으로 나타났다.



(a) 돌출부 돌기 제품



(b) 돌기없는 제품

그림 13. 고강도 콘크리트 점자블록의 종류

고강도 콘크리트 중 돌출부의 미끄러움을 줄이기 위하여 돌출부 표면에 돌기를 만든 제품(그림 13의

a)이 있으며, 돌기가 없는 제품과 비교실험을 수행해 본 결과, 돌기설치로 인한 미끄럼 방지 효과가 거의 없는 것으로 나타났다.

6개 종류의 시각장애인 점자 블록 중, 전체평균(42.5BPN)에 미달되는 종류는 “도자”, “고무”, “플라스틱” 순으로 나타났으며 도자 블록과 플라스틱 블록은 시공후 하자가 발생하여 내구성에도 문제가 있는 것으로 나타났다.

#### 4.2.3 경계석류

보행자 미끄럼으로 인한 낙상사고 예방을 위해 경계석(연석) 상단에 대한 미끄럼 저항기준은 40BPN 이상(도로안전시설 설치 및 관리지침 등) 확보하도록 명시되어 있다.

서울시에서 주로 사용되는 경계석류 3종을 선정하여 시험한 결과, 과거 대표적인 포장 자재였던 일반콘크리트 경계 블록과 최근 들어 생산되고 있는 인조화강콘크리트 경계 블록이 미끄럼에 비교적 안전한 것으로 나타났으며, 천연 화강 경계석은 5개 제품 중 2개 제품이 기준(40BPN)에 미달되는 결과를 나타냈다(그림 14).

천연화강 경계석의 BPN 결과는 큰 편차(최고값 50, 최소값 32.8)를 보이고 있는데, 표면 처리방법(무처리, 버너가공, 잔다듬 등)에 따라 미끄럼 저항값이 다르게 나타난 것으로 판단된다.

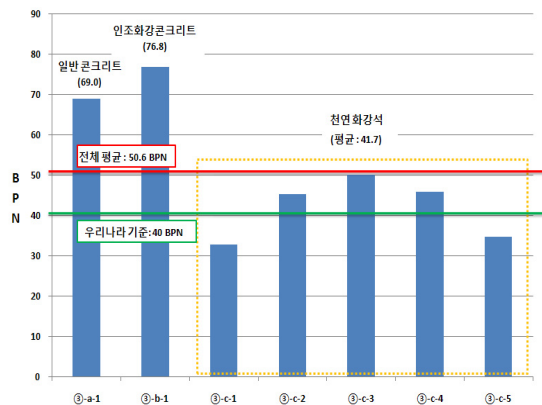


그림 14. 경계석류 BPT 시험 결과(개개별 결과값)

## 5. 「서울형 보도포장 미끄럼 저항기준」

### 5.1 기준 수립

조사된 외국 기준 중 보도포장 미끄럼 저항에 대한 기준을 가장 높게 관리하고 있는 국가를 순서대로 나열하면 호주·뉴질랜드(안전 : 45BPN 이상), 일본·유럽연합(40BPN 이상), 영국(35BPN 이상) 순이며, 중간값을 채택할 경우 '40BPN 이상' 이 해당된다.

우리나라에서 최근(2010.5) 새로 만들어진 연석(경계석)에 대한 미끄럼 저항 기준은 '40BPN 이상'이며, 보도포장재는 대부분 연석(경계석)과 이웃하여 동일한 높이로 시공되므로 일관성 유지를 위해 보도포장재와 연석(경계석)은 동일한 기준(40BPN)으로 관리되는 것이 바람직하다고 판단된다.

평지보다는 경사구간에서 미끄럼 관련 사고 및 민원이 주로 발생하고 있는바, '40BPN 이상'은 평지구간(0~2%)에 적용하고 경사도(%)에 따라 가중치를 부여함이 적합한 것으로 판단된다.

그리하여 최종적으로 결정된 「서울형 보도포장 미끄럼 저항 기준」은 표 3과 같다.

표 3. 서울형 보도포장 미끄럼 저항 기준

구 분	종·횡단 경사(%)	미끄럼 저항기준 (BPN)
평지(준평지)	0 ~ 2% 이하	40 이상
완경사	2%초과 ~ 10% 이하	45 이상
급경사	10% 초과	50 이상

### 5.2 기준 적용

보도의 횡단경사 기준은 빗물 배수를 원활히 하면서도 교통약자의 보행시 불편함을 최소화하기 위해 2% 이내로 규정되어 있어(종단구배가 거의 없는) 서울시 대부분의 보도가 여기에 해당되며, 이러한 구간은 「서울형 보도포장재 미끄럼 저항 기준」(이하 '미

끄럼 기준'이라 함)의 '40BPN 이상'에 해당된다.

보도상에는 차도를 횡단하기 위해 설치한 횡단보도 턱낮춤 구간, 보도상 차량 진출입을 위한 턱낮춤 구간 등 불가피하게 종·횡단 구배를 조정해야 하는 경우가 발생할 수 있는데, 현장여건에 따라 1/20(5%)에서 1/10(10%)까지 다양하게 설치되고 있으며, 이러한 구간은 미끄럼 기준의 '45BPN 이상'에 해당된다.

마지막으로 종단경사가 10% 초과하는 도로, 또는 불가피하게 종·횡단 경사 10%를 초과하도록 설계되는 구간은 미끄럼 기준의 '50BPN 이상'을 적용한다.

예를 들어, 횡단보도 주변에 설치된 보도 턱낮춤 구간에 대한 각 부분별 미끄럼 저항 기준을 적용해 보면 그림 15와 같이 나타낼 수 있다. 횡단보도 주변과 같이 다양한 경사도가 있는 구간에서는 서로 다른 재질의 자재를 사용하는 것보다 BPN 수치가 가장 높은 자재로 통일하는 것이 효과적일 수 있다.

더불어, 경사구간과 그 인접구간은 포장색상을 달리 하여 미끄럼에 주의해야 하는 구간이라는 것을 환기시켜 주는 방법을 병행한다면 보다 효과적인 것이다.

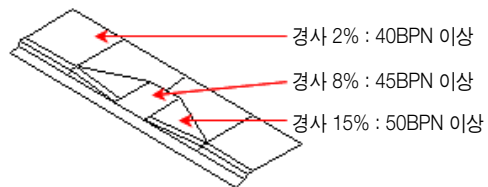


그림 15. 미끄럼 기준 적용 사례

평지(준평지)에 대한 미끄럼 저항 기준(40BPN 이상)을 실제 시험했던 보도포장재에 모두 적용할 경우, "일반콘크리트" 및 "인조화강 블록"은 모든 재료가 합격(안전)이며, "화강판석"과 "점도바닥벽돌"은 일부분이, 그 밖의 재료인 "타일블록" 등 기타 미관을 위해 시공된 재료는 거의 대부분 안전상 문제가 있는 것으로 나타내게 된다.

범위를 완경사 또는 급경사로 확대 적용할 경우, "일반콘크리트" 및 "인조화강 블록"은 대부분 통과

되며 나머지 재료는 평지(준평지)의 경우와 비슷한 결과를 보였다.

미끄럼 기준 적용시 높은 불합격률이 예상되는 “타일블록”, “도자블록”, “아크릴판” 등 미관향상, 정보전달 등이 주목적인 자재는 미끄럼 저항 향상을 위하여 엄격한 품질관리 및 연구개발이 필요할 것으로 판단된다.

## 6. 기준 시행 및 기대 효과

「서울형 보도포장 미끄럼 저항 기준」은 2011년 2월부터 서울시, 25개 자치구, SH공사 등에서 시행하는 보도정비 사업(부대공종으로 시행하는 구간 포함) 및 민간에 의해 공도상(건축선 후퇴공간, 공개공지, 재개발 사업구간의 공도 등)에 시행되는 보도정비 공사에 적용하여 시행된다.

따라서 공사감독 및 감리자는 보도 자재 구매 및 반입 전 미끄럼 관련 시험성적서를 반드시 확인하여야 하며, 자재 검수시 미끄럼이 우려되는 제품이 발견되면 시료 채취 후 시험을 의뢰하여야 한다.

이미 시공되어 공용중인 보도 중 미끄럼 관련 민원 또는 사고가 접수된 현장은 BPT 시험 결과 및 현장여건에 따라 기준에 적합한 재료로 정비하거나 포장 표면을 가공처리 하도록 유도해 나갈 계획이다.

「서울형 보도포장 미끄럼 저항 기준」이 시행됨으로 인하여 교통약자(장애인, 노약자, 어린이 등)를 비롯한 모든 보행인에게 안전한 보행환경을 제공하여 보행과 관련된 미끄럼 사고가 감소될 것으로 기대된다.

### 참고 문헌

- 건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침(미끄럼 방지 포장, 장애인 안전시설편), 2008
- 건설교통부, 보도설치 및 관리지침, 2007
- 국도해양부, 도로의구조·시설·기준에 관한 규칙, 2009
- 기술표준원, KS F 4561, 시각장애인용 점자블록, 2008.12
- 기술표준원, KS F 2375, 노면의 미끄럼저항성 시험방법, 2001.4
- 최수경, 김두호, 바닥용 타일 및 석재의 미끄럼성능에 관한 실험적 연구, 최수경, 2003
- 일본도로협회, 일본 도로공사설계기준
- Health and Safety Executive, The assesment of pedestrian slip risk, 2010.4
- ICPI, Slip and Skid Resistance of Interlocking Concrete Pavements, 1998
- S.M.Potter, AS/NZS 4586, Pedestrian Slip Resistance Testing of AS/NZS 3661.1:1993 and AS/NZS 4586:2004 For Resene Paints Ltd, 2004.4