

# 고내구성블록포장의 차도에 대한 현장적용성 평가

## Evaluation on Performance of High Durable Block Pavement on Highway

임무광\* · 박영석\*\* · 이재훈\*\*\* · 김형배\*\*\*\* · 조윤호\*\*\*\*\*

Lin, Wuguang · Park, Young Seok · Lee, Jae Hoon · Kim, Hyung Bae · Cho, Yoon-Ho

### 1. 서론

과거 도로에 대한 연구는 주로 이동성을 강조해왔다. 이러한 지나친 이동성의 강조로 인해 안정성과 접근성이 요구되는 도로 또한 고속도로의 재료를 사용하는 오류를 범하고 있다.

기능성과 안정성이 중요시 되는 시가지의 저속도로는 교통량이 많고 이동성이 강조되는 고속도로의 포장 방식과는 구분되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 문제를 인식하고 저속도로에 적합한 포장방식 중 하나인 블록포장의 차도 적용에 대해 연구를 진행했다. 과거 국외 품질에 준하는 재료개선 연구와 현장 시험시공의 지속적인 공용성 평가 자료를 통해 블록포장의 차도 적용 가능성을 살펴보았다.

### 2. 개요

산업화에 따른 과거 경제 강국의 패러다임은 지나친 효율화의 추구로 사용자 중심의 도로를 구현하지 못했다. 국가 성장의 과도기에서 겪어왔던 이 문제들의 해결을 위해선 인식의 변화를 통해 좀 더 기능적으로 다양화된 도로를 추구해야 한다. 국민소득 증가 및 생활수준 향상으로 국민들은 삶의 질 향상에 많은 관심을 가지기 시작했다. 삭막한 도시 공간에서 사람들은 더욱 안락한 쉼터 및 안정성에 대한 문제를 인식하였고, 따라서 저속도로의 개념이 대두되고 있다. 이렇듯 도로는 인간의 삶을 영위하고 활동할 수 있는 쾌적한 공간으로 변모되어야 한다.

스쿨존 사고는 2005년 349건, 2006년 323건에서 2007년 345건으로 높은 수치를 유지하고 있다(경찰청 통계자료). 아래의 그림 1은 2005년 스쿨존 내 교통사고에 대한 통계이며, 보행 중 사고가 대부분을 차지하였다. 특히 횡단보도 횡단 시의 사고가 가장 많아 법령만으로는 그 규제가 어려움을 보여준다. 이러한 통계

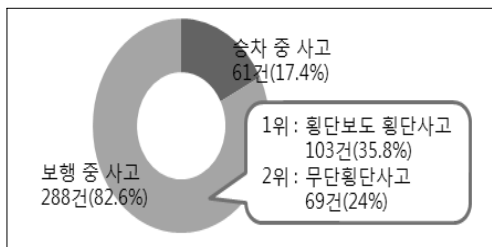


그림 1. 스쿨존 내 어린이 교통사고 사례분석 (경찰청 통계, 2005)

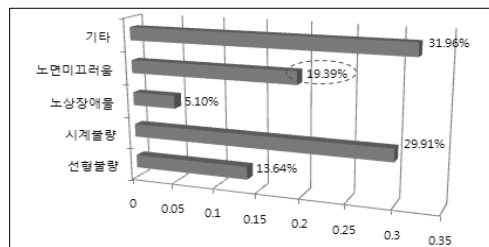


그림 2. 도로환경에 따른 교통 사고율 (도로교통공단, 2009)

\* 비회원 · 중앙대학교 토목공학과 석사과정 (E-mail: rarelin@naver.com)  
 \*\* 비회원 · 중앙대학교 토목공학과 석사과정 (E-mail: affordance00@hotmail.com)  
 \*\*\* 정회원 · 한국도로공사 도로교통연구원 선임연구원 · 공학박사 (E-mail: ranian74@ex.co.kr)  
 \*\*\*\* 정회원 · 한국도로공사 도로교통연구원 선임연구원 · 공학박사 (E-mail: pooh2461@ex.co.kr)  
 \*\*\*\*\* 정회원 · 중앙대학교 건설환경공학과 교수 · 공학박사 (E-mail: yhcho@cau.ac.kr)



는 차량의 속도를 직접적으로 감소시킬 수 있는 저속도로포장이 필요성을 역설한다.

과거 도시의 경우는 항상 교통사고의 주요 요인이 되어왔다. 그림 2와 같이 도로 환경에 따른 교통사고 비율 중 노면의 미끄러움은 아직도 주된 요인으로 남아있다. 따라서 빗물에 의한 미끄럼 사고를 좀 더 근본적으로 방지할 수 있는 대책이 요구된다. 또한 아래 표 1은 아스팔트 포장과 블록 포장에서의 노면 미끄러움과 관련된 차량 정지거리를 비교하고 있다. 측정 수치들을 통해 블록포장의 경우 아스팔트 포장보다 미끄러움이 덜 발생함을 알 수 있다.

표 1. 아스팔트 및 블록포장에서의 정지거리 비교 (ICPI 2004)

속 도	20kph		40kph		60kph	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
아스팔트	1.70	3.20	5.85	9.60	14.2	26.7
블 록	1.68	2.50	5.23	8.15	13.6	21.3

또한 블록포장은 심미적 아름다움을 제공하는 장점이 있다. 즉, 표면 색상 및 다양한 형상을 이용하여 주변 환경과 조화를 이룰 수 있다.

국내에서도 가능성이 좋고 저속도로에 적합한 블록포장을 차도에 적용시키려는 노력이 공공기관을 통해 이미 이뤄지고 있다. 하지만 이러한 시도들이 연구개발에 따른 적절한 시방서 등의 부재로 이뤄진다면 위험을 초래할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 과거 연구를 통해 개발된 고내구성 블록 및 시멘트 안정처리 기층(Cement Treated Base)을 이용한 블록포장 시스템 현장 적용 및 공용성을 분석하였다. 특히 초기 및 공용 후 평가 수치 비교를 통해 그 가능성을 평가했다.

### 3. 블록포장 현장 적용

과거의 블록포장 재료에 대한 연구 성과를 기초로 현장 공용성을 평가하기 위해 두 차례의 시험시공을 실시하였다. 장소는 안양 인덕원과 강원도 영월로써, 시공초기 및 두 차례에 걸친 현장 공용성 분석을 실시했다.

시험시공에 적용된 재료기준 및 특징은 다음과 같다. 블록의 경우 일반적인 차도용 두께 80mm로 사용하였다. 시멘트는 KS L 5401에 규정하는 것을 적용하며 굵은 골재 최대 치수는 13mm 이하로 해야 한다. 또한 차도에 쓰이는 블록의 휨 강도 기준은 5MPa이며, 시험시공에 사용된 블록은 이 기준을 만족했다. 기층 위에 놓이는 받침층은 중하중을 받는 지역의 블록 포장의 경우에 받침층에 실리카를 함유하고 있는 자연사만을 사용함으로써 #200체 통과량이 3%이하로 한다. 블록 틈새에 들어가는 줄눈모래의 경우 줄눈 폭은 실무에서 3mm가 최적의 폭으로 사용되며, 2mm 이하, 5mm 이상 폭은 허용하지 않는다. 기층의 경우는 흙시멘트나 린 콘크리트 같은 고품질의 시멘트 안정처리 재료가 사용될 수 있다. 배수를 위해 최소 2.5%의 횡단구배를 유지하며, 곡선부의 경우 최소 1.25%의 종단 구배를 유지해야 하도록 한다. 이번 시험시공에서는 투수 CTB를 사용하였으며 7일 강도 측정 결과 도로공사 시방 기준 20kg/cm<sup>2</sup>을 초과했다.

블록 모양의 경우 일반적인 I형과 U형 블록에서 후자가 주위 블록과 맞닿은 면적이 넓어 수평하중 분산에 유리하다.(Shackel B, 2003) 검증을 위해 1차 시험시공의 경우 U형 블록을 사용하였고, 2차 시험시공의 경우 I형 블록을 사용하여 공용 후 블록 파손량 산출을 통해 그 효과를 비교했다.

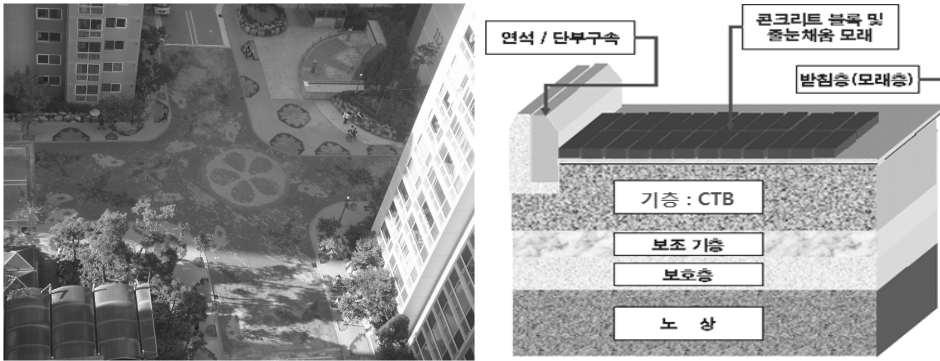


그림 3. 1차 시험시공 완료 후 모습 및 횡 단면도

그림 3의 1차 현장은 2,500여 세대가 거주하는 일일교통량이 2,000~3,000대 정도 되는 아파트 단지 내 교차로이다. 포장 단면에서 기층은 시멘트 안정처리 기층을 사용하여 강성증가에 따른 침하발생 감소, 블록 포장의 안정성 및 배수처리능력의 향상을 기대했다.

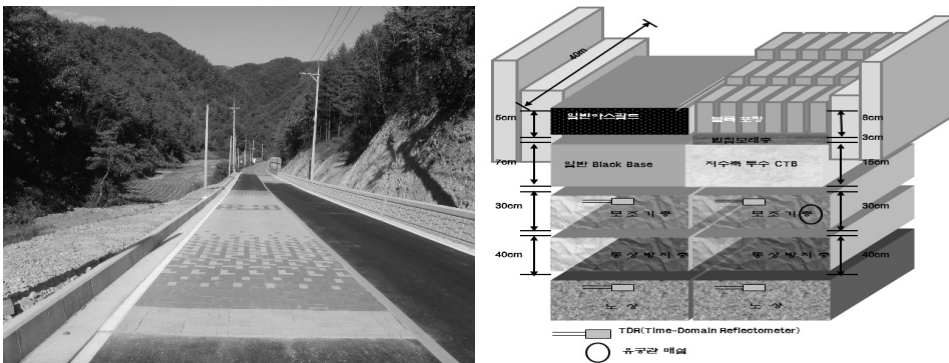


그림 4. 2차 시험시공 완료 후 모습 및 횡 단면도

1차 시공현장의 경우 시공성, 공용성 및 내구성에 대한 평가 결과 배수 및 포장 시스템은 매우 양호했다. 이후 패턴디자인 지속성에 대한 다소의 문제와 실제 차도에 대한 정확한 적용이 아니었다는 점을 고려하여 2차 시험시공을 실시했다. 그림 4와 같이 2차 현장 실험 시공의 단면구성은 양방향 2차선 도로에 15m 전이 구간을 두어 아스팔트 포장과 고내구성 블록 포장을 각각 40m씩 시공했다. 이후 시공 초기와 공용 후 포장에 대한 평가를 실행했다.

#### 4. 공용성 평가

포장전체적인 측면에서 개선된 포장 시스템의 구조적 안정성, 기능성을 평가하고 재료적인 측면에서 고내구성 블록의 현장 적용성을 평가하기 위해 시공 직후와 공용 후 두 차례 공용성 평가를 실시했다.

##### 4.1 온도 측정

최근 가장 이슈가 되고 있는 열섬현상에 대비하여 블록 포장 시스템의 온도 저감 효과를 기대하여 포장에 온도측정 실험을 실시했다. 실험은 가장 많은 온도 증가를 보이는 후서기에 블록 포장과 아스팔트 포장



그림 5. 열 영상 카메라 촬영 결과

온도를 각각 측정하여 그 수치를 확인하고자 하였다. 2차 시험시공 현장 내에 적절하게 두 포장면을 비교할 수 있는 촬영 지점을 설정하고 그림 5와 같이 열 영상카메라를 통해 촬영을 실시하였다.

측정결과 좌측 사진의 S1은 22.8 °C, S2는 16.8 °C로 측정되었으며 우측 사진의 S1은 24.7 °C, S2는 21.7 °C로 측정되었다. 이 결과를 통해 블록포장의 온도가 아스팔트 포장에 비해 햇빛의 영향에 따라 약 3~6 °C 낮음을 확인했다.

#### 4.2 IRI를 통한 평탄성 측정

블록 포장시스템의 주행성능을 평가하고 적절한 평탄성에 의하여 속도저감 효과에 대한 실효성을 가질 수 있는지 여부를 확인하는 것은 중요하다. 이를 판단하기 위해 국제 평탄성 지수 기준인 IRI(International Roughness Index)를 통한 평탄성 평가를 실시했다.

1차 시험시공 현장에는 교차로의 차륜통과지점(Wheel path) 구간에 딥스틱(Dipstick) 장비를 이용하였고 2차 시험시공 현장에는 워킹 프로파일러(Walking profile meter)를 이용하여 종단 및 횡단 평탄성을 측정하였다. 그 결과 1차 시험시공 현장의 경우 공용 전 5.21~7.78, 공용 후 7.6~8.11, 2차 시험시공현장의 경우 6.04~6.87, 공용 후 6.1~6.9 수준으로 나타났다.

1차 시험시공 현장의 경우 공용 후에도 초기 측정과 별다른 실험값의 차이가 나타나지 않아 공용 후에도 평탄성은 양호한 것으로 파악된다. 2차 시험시공현장의 경우 공용 후 평균 1.5~2.5정도 측정값의 차이를 보여 약간의 평탄성에 차이가 나타났지만 저속도로라는 측면을 고려할 때 적절한 수치로 평가했다.

#### 4.3 육안에 의한 포장 파손 평가

블록의 파손된 유형을 육안으로 관찰한 결과 그 주된 유형이 아래 그림 6과 같이 나타났다. 이 중 가장 우측에 있는 마모에 의한 줄눈 부 균열이 가장 많이 발생하였는데 이는 겨울철 차량의 미끄럼 방지를 위한 체인 부착에 의해 모서리부분의 마모가 일어났기 때문이다.

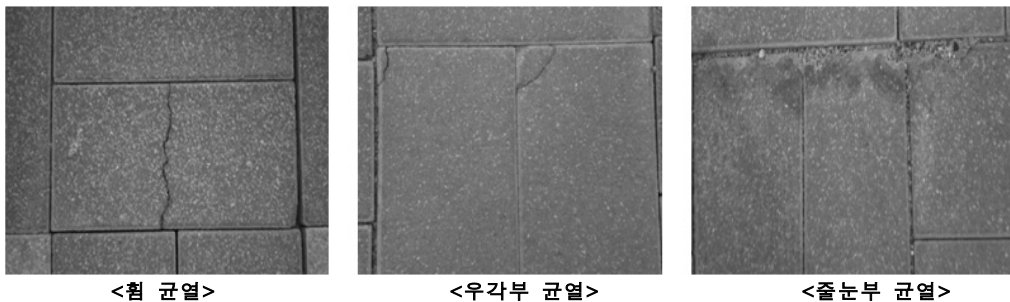


그림 6. 블록파손의 주된 유형

표 2. 구역별 블록 파손 현황

지역	파손						
	수평 거동	수직 거동	블록 파손 (%)		러팅	처짐	줄눈모래 손실
진출구A	-	-	○	1.7	-	-	-
진출구D	-	-	○	1.8	-	-	-
진출구C	○	○	○	2.8	-	-	○
진출구B	-	○	○	1.7	-	-	○

표 3. 영월 광천리 블록포장 파손 현황

지역	파손의 종류						
	수평 거동	수직 거동	블록 파손(%)		러팅	처짐	줄눈모래 손실
상행구간 (진출구 제외)	-	-	○	1.8	-	-	-
상행진입구	-	-	○	3.1	-	-	-
상행출구	-	-	○	4.2	-	-	-
하행구간 (진출구 제외)	-	-	○	1.6	-	-	-
하행진입구	○	-	○	3.6	-	-	-
하행출구	-	-	○	2.8	-	-	-

1차 시험시공 대상지에서 공용 18개월 후 육안에 의해 그 공용성을 평가한 결과 전체 포장면적에서의 비율을 고려한 경우 양호한 결과를 나타냈다. 다만 경계부(기존의 아스팔트 포장과 맞닿은 차량의 진출구)부분의 파손이 국부적으로 발생하였으며 그 파손 현황은 다음의 표 2와 같다. 이때 블록 파손비율은 블록 파손된 개수 / (입부의 폭 \* 2 / 개별블록 면적)로 계산된 수치이다. 2차 시험시공 현장에서의 파손 현황에 대한 조사결과는 위의 표 3과 같다. 이때 시공현장의 평면도를 위의 표와 같이 정의할 때 진입-출구 구간의 파손율이 높은 것을 볼 수 있다. 진출구와 아스팔트 연결부에서의 시공불량이 이러한 현상을 가속화 시킨 것으로 나타났다. 블록의 형태적 관점에서 두 현장을 비교할 경우 U형 블록을 사용한 1차 시험시공 현장의 경우 파손률이 I형 블록을 사용한 2차 시험시공 현장보다 적었다.

결과를 통해 차도에 시공된 블록포장시스템이 자체적으로 문제가 없는 것으로 평가된다. 단, 진출구에 국부적으로 집중되는 균열에 대한 시공 문제 해결 시 차도에 블록포장 적용의 가능성에 대한 평가는 더욱 높아질 것이다.

### 5. 결론 및 향후연구 방향

시험시공 이후 공용성 평가·분석 및 국내외 문헌 조사를 통해 국내 차도(저속도로)에 대한 고내구성 블록포장의 적용성에 대하여 다음과 같이 결론을 정리 하였다.

- 블록포장을 아파트 단지 내 차도, 군도에 시험시공 한 결과 재료적 측면 및 구조적 측면 모두 안정적으로 나타났다. 이러한 사실은 국내에서 차량이 주행하는 도로의 블록포장 적용가능성을 시사한다.
- 온도저감 효과를 알아보기 위해 포장 내 열 영상 카메라를 통한 온도측정을 실시하였다. 그 결과 아스팔트보다 블록포장의 온도가 3~6℃정도 낮아 도심지 열섬현상 저감에 도움이 될 것으로 나타났다.
- IRI를 통한 평탄성 측정 결과 초기와 공용 후 평균측정지에서 약 1.5~2.5 정도의 차이가 발생했다. 그 수치를 살펴볼 때 저속도로 측면에서 적절하며, 공용성에 문제가 없는 것으로 나타났다.



향후 이에 대한 추적 조사를 지속적으로 수행하고, 추가적인 블록포장 관련 과제를 통한 시험시공 및 공용성 평가를 수행하여 더욱더 기능성과 안정성이 강조된 저속도로에서의 블록 포장 시스템을 실현시켜 나갈 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 건설교통평가원 3월의 연구 사업을 통해 이루어진 것으로 본 연구를 가능하도록 도와주신 관계자 분들께 감사드립니다.

#### 참고 문헌

- 박민영, 류성우, 조운호, “고강도 고내구성 블록 재료 개발”, 2008  
이욱재, 임영환, 조운호, “콘크리트 블록 포장의 설계와 시공방법”, 도로학회지 v.5, no.2, 2003  
Interlocking Concrete Pavement Institute Tech Spec No. 13, “Slip and Skid Resistance of Interlocking Concrete Pavement” 2004  
Interlocking Concrete Pavement Institute Guide Specs, “Guide Specification for The Construction of Interlocking Concrete Pavement” 2007  
Interpave, “Specification of Concrete Block Pavement” 2006  
Concrete Masonry Association of Australia, “Concrete Segmental Pavements Detailing Guide”  
Shackel, B., Lim, D.O.O., “Mechanisms of paver interlock,” the 7th International Conference on Concrete Block Paving. 2003