

포장 가속 실험기를 이용한 투수성 블록포장의 공용성 평가

Performance Evaluation of Porous Block Pavement Using an Accelerated Pavement Tester

임무광* · 박영석** · 이재훈*** · 손덕수**** · 김현욱***** · 조운호*****

Lin, Wuguang · Park, Young Seok · Lee, Jae Hoon · Sohn Deuk Su · Kim Hyun Wook · Cho, Yoon-Ho

1. 서 론

서울시 시가면적 중 불투수성 도로가 22%를 차지하고 있으며 이로 인하여 도시형 홍수, 지하수 고갈, 열섬화현상 가중, 지중생태계 악화 등의 문제가 야기되고 있다. 도로를 투수성 블록으로 전환하는 것이 고려되고 있는데 개선 대안 중의 하나 저속주행이 필요한 곳이다. 본 연구는 구조적으로 블록포장의 안정성을 판단할 것이다.

투수성 블록포장의 차도에 적용을 위해 경기도 오산시 도로교통연구원 내 포장 가속 시험장비를 이용해 시험시공을 실시하였다. 시공된 투수성 블록포장 시스템을 통해 재료에 대한 실내실험 및 공용 후 시스템의 공용성평가를 수행함으로써 실용 가능한 시스템을 도출하고자 하였다. 연구 목적은 포장체 각 층별 사용된 재료에 대한 안정성을 평가하고, 안정기층에 사용된 투수 시멘트 안정처리층(투수CTB) 및 불투수 린 콘크리트의 초기 및 중·장기 공용성, 특히 피로저항성을 파악하기 위한 것이다.

2. 포장가속 실험기를 통한 현장 시험시공

2.1 시험 포장 단면

시험시공 구간의 면적은 $14 \times 3.5 \text{ m}^2$ 이며 포장체 기층재료 및 표층재료에 따라 4개 단면으로 구성되었다. 비교 차원에서 표층에는 현재 국내에서 가장 많이 사용되는 포러스 블록과 일반 블록을 적용하였고 기층은 불투수인 린 콘크리트와 투수 시멘트 안정처리기층을 사용하였다. 단면을 구분하기 위해 본 시험시공에서 회색 및 블랙 표층 색상을 갖은 블록을 사용하였다.

시스템의 투배수 성능을 모니터링하기 위해 포장체 중앙에서 층별로 배수관을 설치하였다. 블록표면의 경우 표층 강우모사 실험에서의 배수를 원활하게 하기 위해 종방향 및 횡방향에서 각 1%의 구배를 두었다. 블록포장 패턴은 중 하중에서 거동 저항성이 가장 좋은 지그재그패턴을 45도 방향으로 적용하였다(Brian Shackel et al, 2003). 시공 단면은 일반적인 경험적 단면을 적용하였으나 표층에서는 차도포장에 적합한 두께 8cm인 블록을 사용하였고 아래 모래안정층은 3cm, 안전처리기층 15cm 및 보조 기층 30cm로 선정하였다. 모래 유실을 억제하기 위해 투수기층 및 모래안정층 사이에 투수시트를 포설하였다. 그림 1과 그림 2에서 시

* 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 : mgsds@ex.co.kr)
***** 정회원 · 중앙대학교 건설환경공학과 연구교수 · 공학박사(E-mail : hkim29@gmail.com)
***** 정회원 · 중앙대학교 건설환경공학과 교수 · 공학박사 (E-mail : yhcho@cau.ac.kr)

공관 포장의 평면도 및 횡 단면도를 볼 수 있다.

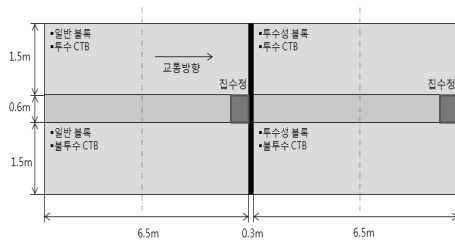


그림 1. 시공 평면도

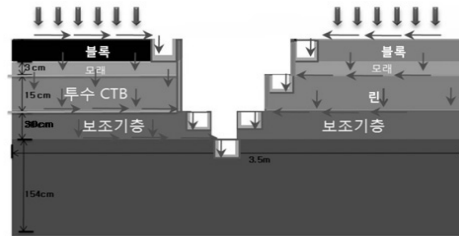


그림 2. 시공 횡 단면도

2.2 재료 특성

블록의 휨강도 및 흡수율의 측정은 KS F 4419 제시 측정법을 준하였다. 하지만 실험 결과에서 포리스 블록 및 일반 블록 각각 3.6 MPa, 4.5 MPa로 측정 기준에 요구되는 차도용 블록의 휨강도 수치인 5MPa를 만족하지 못 했다. 블록의 마모저항성 측정은 ASTM C 944에서 명시한 방법을 개선하여 평가하였다(이민경 외 3인, 2010). 포리스 블록 및 일반 블록 실험한 후 무게감량은 각각 3.9g, 1.2g로 측정되었다. 투수CTB와 린 콘크리트는 KS F 2403에 따라 현장에서 시편을 통해 제작 후 측정하였다. 재료에 관한 물성 실험 결과는 다음의 표 1과 같다.

모래에 대한 입도 분석은 KS F 2502에서 제시된 굵은 골재 및 잔골재의 체가름 시험 방법을 따라 실시하였다. 받침모래 및 줄눈 모래입도는 각각 ASTM C 33 및 ASTM C 144에 제시한 입도를 준하였다. 아래 그림 3, 그림 4는 이러한 실험을 통해 나타난 입도분포곡선 분석 결과를 나타낸다.

표 1. 시험시공 시용된 재료의 기본 물성

구분	압축 강도 28일 (MPa)	휨 강도 28일 (MPa)	흡수율 (%)	마모저항성 (g)
투수 블록	-	3.6	6	3.9
일반 블록	-	4.5	7	1.2
투수CTB	11.9	-	-	-
린 콘크리트	14.8	-	-	-

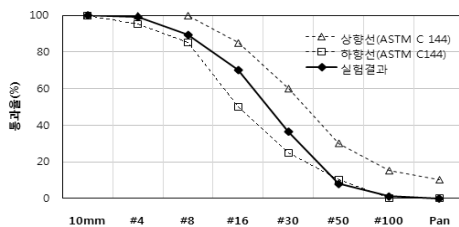


그림 3. 받침모래 입도 곡선

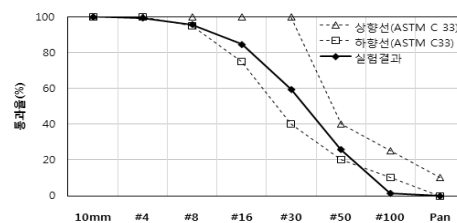


그림 4. 채움모래 입도 곡선

3. 현장 실험 결과

3.1 미끄럼 저항성

포장의 미끄럼 저항치는 도로안정을 평가하는데 가장 중요한 지표중의 하나이며 투수성 블록포장은 우천시 안정적인 미끄럼저항성을 확보할 수 있는 장점이 있다. 이에 따라 비교하는 차원에서 BPT(British

Pendulum Test)를 이용해 시험시공 포장 이외 화강편석 포장 및 일반 아스팔트포장에서도 실험을 같이 실행하여 미끄럼 저항성의 차이를 살펴보았다. 실험 방법은 KS F 2375를 준하며, 시험시공 구간에서 차량 주행이 20 Ton의 하중으로 200회 공용한 후 측정을 실시하였다. 측정 위치의 선정은 블록표면 가운데 및 블록 간 인접부 그리고 하중제하 및 하중 미제하 구간을 나눈다. 실험 결과 불투수 블록의 Load 부분은 49~56 수준을 나타내었다. Unload 부분은 55~65로 미끄럼 저항에 대해 양호한 결과를 나타내었다. 포리스 블록의 경우 Load부분은 48~55수준으로 불투수 블록과 비슷한 결과를 보였고, Unload부분의 경우 55~60정도로 일반블록에 비해 낮게 측정되었다. 모든 결과는 표 2에서 제시한 기준은 만족하였다. 아래의 그림 4는 블록 종류에 따른 미끄럼저항성 측정 결과를 보여준다. 일반 블록포장과 투수블록포장은 화강편석 포장에 비해 약 10높은 수준을 나타냈고 일반 아스팔트 포장에 비해서는 약 20높은 수준을 보였다. 인접부에서 포장의 미끄럼 저항성을 높일 수 있는 것을 확인할 수 있고 그 값은 약 10정도였다.

표 2. BPN 판정 기준 (ICPI , 2004)

BPN	판 정
45~55	양호한 기상 및 차량 상태일시 미끄럼에 저항
56~64	심각한 기상 상태만 제외한 조건에서 미끄럼에 저항
65이상	모든 조건에서 미끄럼에 저항

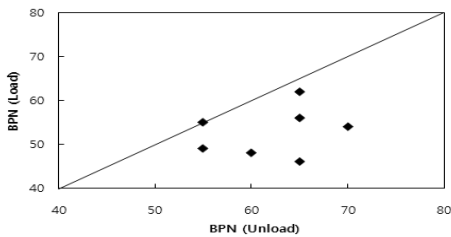


그림 3. 하중 제하에 따른 BPN

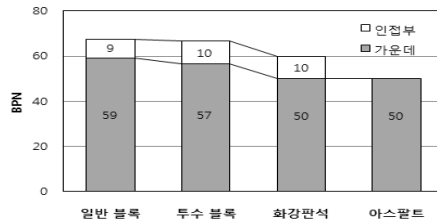


그림 4. 하포장 종류에 따른 BPN

3.2 횡방향 러팅

횡방향 평탄성 측정은 레이저 스캔을 이용해 각 포장체의 구간 별로 포장체 종방향에서 1m 간격으로 공용 횡선에 따라 측정하였다. 하중조건은 차량 총 하중 20t 에서 왕복 주행 10만회를 실시하였다.

블록포장은 일반 아스팔트포장 및 콘크리트포장과 달리 조기 교통개방한 후 받침모래층의 다짐으로 포장체가 전체적으로 약 2~3mm 정도 처지는 것으로 알려져 있다. 아래의 그림 5~8에서 보여준 값은 단면별 가장 중앙부에서 횡 방향으로 측정된 결과이다.

일반 블록-투수CTB 구간에서는 하중제하 10만회 시 wheel path 구간에서 러팅이 약 4~5mm 정도 발생하고 일반 블록-불투수CTB 구간에서는 약 2~3mm 정도 발생하였다. 투수 블록-투수CTB 구간은 다른 단면에 비해 상대적으로 많이 발생하였으며 그 값은 약 7mm 정도였다. 투수 블록-불투수CTB 구간은 일반블록-불투수CTB 구간과 같이 약 2~3mm 정도가 발생하였다.

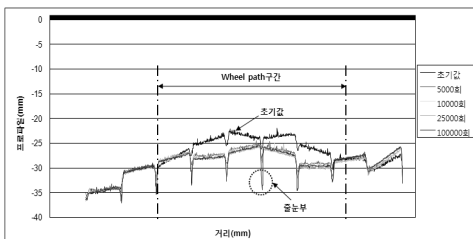


그림 5. 일반블록-투수CTB 러팅 측정결과

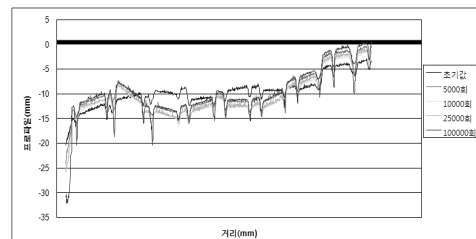


그림 6. 일반블록-린 러팅 측정결과

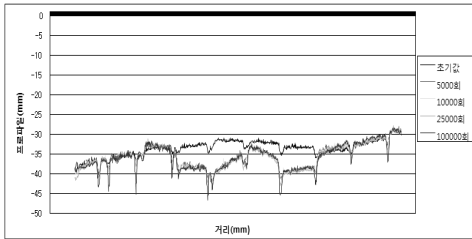


그림 7. 투수 블록-투수CTB 러팅 측정결과

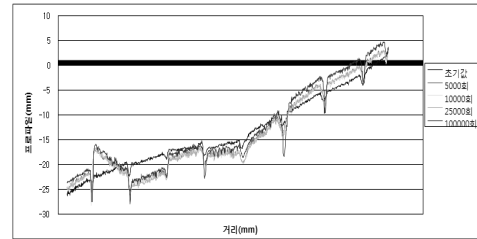


그림 8. 투수 블록-린 러팅 측정결과

4. 결 론

서울시 도로 환경을 개선하고자 하는 차원에서 포장 가속 실험기를 이용하여 일반 블록포장과 비교하면서 투수성 블록포장 시스템을 평가한 일반적 설명으로 여기, 핵심 결론만 아래의 제시한 바와 같다.

- 두 종류 블록의 휨강도는 3.6MPa, 4.5MPa로 KS 4419에서 요구한 5MPa를 만족하지 못 했지만 10만회 하중 재하 완료 시 블록의 깨짐은 일반 블록 중에 한 개밖에 없었다. 포장 표면 상태로 인해 블록이 중 하중에 대한 마모 저항성도 만족하였다. 포장이 심각한 거동이나 처짐이 발생하지 않은 것으로 인해 ASTM C 33 및 ASTM C 144에서 제시한 모래 안정층 및 채움 모래 입도기준이 타당한 것으로 판단한다.
- BPT를 이용한 미끄럼 저항성 실험결과는 미국 인터로킹 블록 협회(ICPI)에서 제시한 기준을 만족하였다. 실험에서 블록간 인적부위 때문에 BPN값을 10정도 높은 것을 확인할 수 있었다.
- 차량 총 하중 20t, 왕복 10만회 하중 재하 후 네 단면 최대 처짐량은 투수블록-투수CTB에서 약 7mm이 었으나 투수성 블록포자의 구조 안정성을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도부터 서울특별시에서 주관하는 “친환경 투수블록 포장 시험시공 및 개선방안 도출 영역”에 의해 실시된 것으로 이번 연구가 가능하도록 도와주신 관계자 분들에게 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] 이민경, 이재훈, 박준영, 조윤희, “차도용 인터로킹 블록의 마모저항성 평가를 위한 다이아몬드 날의 활용에 관한 연구”, 한국도로학회 2010 가을 학술대회 논문집
- [2] 이원환, “수문학”, 제3판 문운당, 2009
- [3] 한국표준협회, “노면의 미끄럼 저항성 시험 방법(BPT)”, KS F 2375, 2001
- [4] 한국표준협회, “보차도용 콘크리트 인터로킹 블록”, KS F 4419, 2009
- [5] ASTM C 33, Standard Specification for Concrete Aggregates
- [6] ASTM C 144, Standard Specification for Masonry Mortar
- [7] Brian Shackel, Alan Pearson, Wayne Holt, “A Survey of Australian Container Port Pavements Surfaced with Concrete Segmental Paving”, 7th International Conference on Concrete Block Paving 12-15 October 2003
- [8] ICPI TECH SPEC NO.9, “Guide Specification for The Construction of Interlocking Concrete Pavement”, August 2007
- [9] ICPI TECH SPEC NO.13, “Slip and Skid Resistance of Interlocking Concrete Pavements”, March 2004