Int. J. Highw. Eng. Vol. 16 No. 2 : 1–9 April 2014
http://dx.doi.org/10.7855/IJHE.2014.16.2.001

인터로킹 블록포장의 저속도로 적용성 평가

Performance Evaluation of Interlocking Block Pavement for Low Speed Highway

임무광 Lin, Wuguang 중앙대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 (E-mail : rarelin@naver.com)
류성우 Ryu, SungWoo 한국도로공사 도로교통연구원 도로연구실 박사후과정 (E-mail : htsrsw@gmail.com)
이병태 Lee, ByeongTae 중앙대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 (E-mail : humanlee@samsung.com)
조윤호 Cho, Yoon-Ho 정회원 · 중앙대학교 공과대학 건설환경공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : yhcho@cau.ac.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : This study aims to evaluate the performance of interlocking block pavement system for low speed highway.

METHODS : Through on-site monitoring, environmental impact assessment of interlocking block pavement such as heat island reduction, traffic safety, noise pollution were evaluated as compared with asphalt pavement. Also the pavement condition and roughness were evaluated according to performance period.

RESULTS : Surface temperature of interlocking block pavement was about 7 degree lower than asphalt pavement in midsummer. Compared to asphalt pavement, vehicle speed reduction effect of interlocking block pavement was about 2kph. For low speed driving, the noise pollution was measured at a similar level for both asphalt and interlocking block pavement. After 42month service period, the breakage of block was only 0.24% for the whole surveyed area. IRI of interlock block pavement was estimated within the range of 5~8m/km.

CONCLUSIONS : Depending on the performance monitoring results such as heat island reduction, providing traffic safety and keeping a good pavement condition for a long service period, it assures that interlocking block pavement was applicable for low speed road.

Keywords
interlocking block pavement, low speed road, performance evaluation

Corresponding Author : Cho, Yoon-Ho, Professor
Department of Civil and Environmental Engineering, Chung-Ang University,
84 HeukSeok-Ro, DongJak-gu, Seoul, 156-756, Korea
Tel : +82.2.820.5336 Fax : +82.2.816.0251
E-mail : yhcho@cau.ac.kr

International Journal of Highway Engineering
http://www. ijhe.or.kr/
ISSN 1738-7159 (Print)
ISSN 2287-3678 (Online)
Received Jan. 10. 2014 Revised Jan. 14. 2014 Accepted Mar. 28. 2014

1. 서론

도로의 기능은 이동성과 접근성으로 나눌 수 있다. 고속도로는 교통류의 원활한 흐름을 중시하고 접근을 제한하는 반면, 주거지역이 포함된 국지도로는 보행자의 안전 및 접근성을 중시하여 차량의 이동속도를 제한하기도 한다. 또한 저속도로(이면도로 등)는 이동성보다 접근성이 중요하고 속도보다는 미관을 더 중요시 한다. 이에 저속도로의 포장형식으로 블록포장을 제안하는 바이다.

블록포장은 보도와 같이 교통량이 제한된 곳에 설치되는 편이다. 유럽 주요도시에서도 속도저하나 미관 고려, 열섬현상 저감 등의 이유로 자동차의 통행이 적은 도로 등에 사용하고 있다. 이는 블록포장이 저속유도에 적절한 평탄성을 제공하고 다양한 색상을 통한 노면표시 구현이 가능하며, 형상과 패턴을 조합하여 안정적인

지지력을 제공할 수 있기 때문이다. 블록포장은 1940년대 네덜란드에서 점토벽돌포장의 대체 공법으로 도입되었다. 심미성과 실용성을 모두 갖추었기 때문에 공법의 사용은 독일에서 서부 유럽으로 점차 확산되었고 이내 보편적인 포장공법 중 하나로 자리 잡게 되었다. 2009년도 네덜란드의 경우, 블록포장을 저속도로의 표준 포장 형식으로 사용하였으며 도심지 포장의 55%가 블록포장으로 시공되었다(Knol, 2009).

블록포장은 줄눈모래의 다이레이턴시(Dilatancy)현상으로 인터로킹 효과가 발생되어 외부의 집중하중을 적절히 분산시킬 수 있다(Huurman, 1997). 또한 아스팔트 포장이나 시멘트 콘크리트 포장에 비해, 기후 및 하중에 의한 균열이 적고, 파손부분만 부분적으로 교체할 수 있어 유지보수비가 상대적으로 저렴하다. 초기 공사비용은 블록포장이 아스팔트 포장보다 상대적으로 높지만, 생애주기비용까지 감안했을 시 블록포장이 더욱 경제적이라는 연구도 있다(Hein and Smith, 2009). 또한 블록은 공장에서 일괄적으로 생산되기 때문에 품질이 균일하고, 양생이 불필요하기에 동절기에도 시공이 가능하다.

블록포장은 열섬완화, 안정성확보, 낮은 생애주기비용, 심미성 등의 다양한 장점을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 블록의 색상선택이 자유로워 아스팔트 포장에 비해 높은 햇빛 반사율을 얻을 수 있고, 이로써 포장 표면온도를 저하시킬 수 있다. 블록포장의 반사율은 아스팔트 포장에 비해 약 5배 정도 높고, 두 포장의 표면 온도를 비교하였을 때 낮에는 블록포장이 약 20℃, 저녁에는 약 4℃ 더 낮았다는 조사결과도 있다(Takeyuki et al., 2009). 그리고 블록포장 줄눈을 통해서 저장된 빗물이 증발되어 포장의 표면온도가 저하될 수 있다(Wu, 1994). 안정성 확보 부분은 미끄럼 저항값을 정량화한 British Pendulum Number (BPN)과 Skid Number (SN)을 통해 검증해 볼 수 있다. 블록포장 줄눈부에서 측정된 BPN값이 아스팔트 포장에 비해 약 10 정도 높다는 연구결과가 있다(Cho, 2011). 또한 ICPI (2004)에 따르면 차량 속도에 따른 블록포장의 SN이 교통안전 기준치를 만족하였다. 아스팔트 포장과 블록포장에서의 차량 정지거리를 비교한 결과, 속도가 증가할수록 두 포장 정지거리의 차이가 증가하며, 노면이 젖은 상태에서는 그 차이가 더욱 뚜렷하게 나타난다. 저속도로에 적용된 교통사고 발생량 추정식에 의하면 SN이 10씩 증가할 경우 교통사고는 0.25건/마일/년씩 줄어든다(Wallman and Astrom, 2001). Karasawa (2010)는 일본 전국을 대상으로 연평균일교통량(AADT)이 250대 이하, 공용 10년 이상인 차도에 적용된 블록포장 50건에 대하여 장기 공용성 평가를 수행하였다. 그 결과, 블록포장의 보수율이 4% 미만으로 양호한 성능을 나타내었다.

본 논문에서는 동일한 아파트 단지 내에 설치된 블록포장과 아스팔트 포장을 대상으로 차량 주행 안전성 및 다양한 기능적 특성, 공용 42개월 후의 포장 파손상태에 대하여 평가하였으며, 블록포장의 저속도로에 대한 적용성을 검토하고자 하였다.

2. 조사대상 구간

2.1. 조사구간개요

블록포장 시험시공은 2008년 10월 경기도 안양시 인덕원역 인근 P 아파트 단지 내 교차로에서 실시하였다. 적용대상 아파트 단지는 2,500여 세대가 거주하는 곳으로, 일일 교통량이 2,000~3,000대이다. 대부분의 주행차량은 승용차지만 이사짐 차량, 셔틀버스 등의 중차량도 일부 운행되고 있다. 이 시공구간 남북, 동서방향의 연장은 각각 약 40m이고, 폭은 6~10m 정도이다.

2.2. 단면구성

시공단면은 Fig. 1과 같다. 표층은 차도 포장에 적합

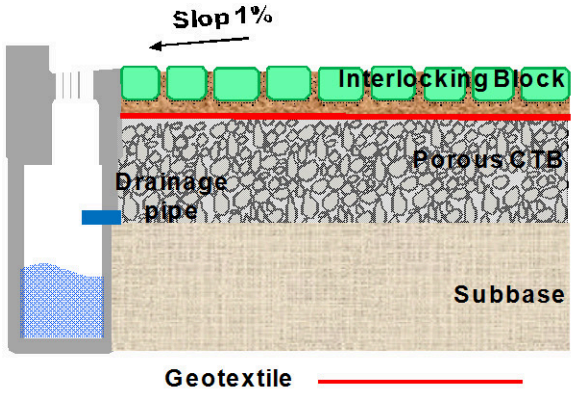


Fig. 1 Cross Section of Block Pavement Structure

Fig. 2 Plan View of the Survey Area

한 80mm 두께의 인터록킹 블록을 45° 지그재그 패턴으로 시공하였고, 이 외에 모래안정층 40mm, 투수시멘트 안정처리기층(투수 CTB) 150mm, 그리고 150mm의 보조기층을 적용하였다. 안정층 모래의 유실방지를 위해서 투수 CTB 기층과 모래안정층 사이에 지오텍스타일(Geotextile)을 설치하였다. 또한 원활한 배수를 위해 표층에 1%의 횡단구배를 두어 시공하였다. Fig. 2는 시험시공이 완료된 현장 전경이다.

2.3. 재료

조사대상구간에서 사용된 블록의 휨 강도 및 흡수율 측정은 KS F 4419에 따라 평가하였다. 3일차와 7일차 휨 강도는 각각 4.36MPa, 8.92MPa로 측정되었으며, 흡수율은 6%로 확인되었다. 안정층 모래 및 줄눈 모래의 입도분포는 Fig. 3~Fig. 4와 같다. 안정층 모래의 경우 ASTM C 33에 제시된 기준을 만족하였고, 줄눈 모래는 ASTM C 144에 제시된 기준에서 일부 벗어난 것을 사용하였다. 투수 CTB의 7일 압축강도를 측정한 결과 도로공사 시방기준인 2MPa을 초과하였다.

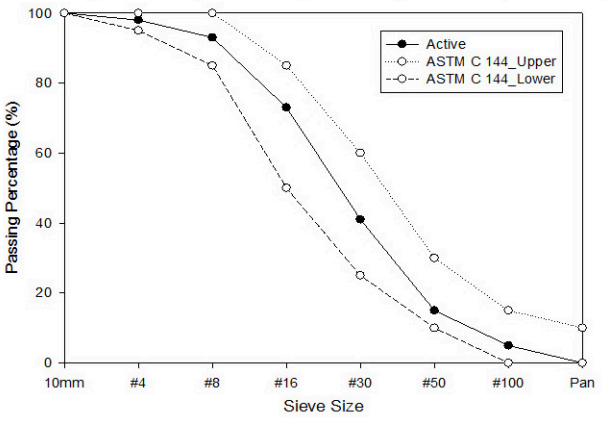


Fig. 3 Grading Curves of Bedding Sand

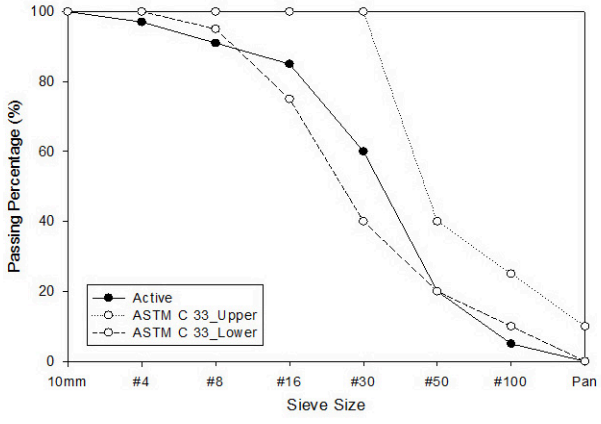


Fig. 4 Grading Curves of Joint Sand

3. 공용성 평가방법

3.1. 온도

온도측정은 1년간 이루어졌으며, 계절별로 맑은 날에 진행하였다. 측정은 포장 표면온도와 지상 1m 위치의 대기온도에 대해 이루어졌다. Fig. 5는 포장 표면 및 대기온도의 측정방법을 나타내며, 각각 적외선 온도계 및 휴대용 웨더스테이션을 사용하여 오전 10시부터 저녁 8시까지 한 시간 단위로 총 10시간 동안 측정하였다. 사용된 적외선 온도계와 웨더스테이션의 측정범위는 각각 -32~300℃, -29~70℃이고, 측정오차는 ±1.5℃, ±1℃다.

(a) Surface Temperature of Pavement (b) Air Tempearture(1m)

Fig. 5 Methods of Temperature Measurement

3.2. 차량 주행속도

차량 주행속도 평가는 두 차례에 걸쳐서 실시하였고, 조사는 오후 3시에서 8시까지 이루어졌다. 첫 회에서는 30대 차량에 대해서 조사하였고, 다음 회부터는 14대의 차량에 대해 조사하였다. 조사차량은 승용차이며, 속도 측정 시 운전자가 의식적으로 속도를 줄일 수 있으므로 운전자 시선이 닿지 않는 곳에서 측정하였다. Fig. 6은 차량 속도측정 위치도를 보여주고 있다. 아스팔트 구간(AP section)과 블록포장 구간(BP section)의 연장은 각각 30.9m와 38.8m이다. 아파트 단지 내 공간적 요소를 고려하여 같은 방향으로 통행하고, 직진하는 선두차량을 대상으로 조사하였다. 조사장비는 스피드건으로, 스피드건의 측정오차는 ±2kph이다.

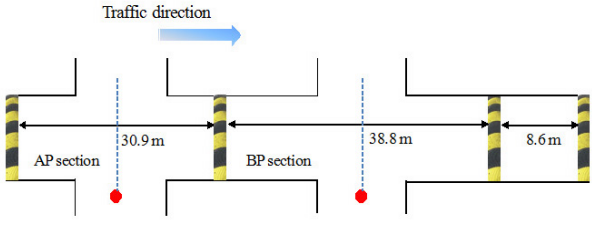


Fig. 6 Location of Vehicle Speed Measurement

3.3. 소음

블록포장을 아파트 단지와 같이 생활 거주지에 적용할 경우, 블록포장의 불연속면으로 인한 소음공해가 발생할 수 있다는 지적이 있다. 포장에서 발생된 소음은 다양한 측정방법으로 확인할 수 있는데, 본 연구에서는 현장 여건을 고려하여 ISO 13325 : 2003에서 제시한 단독차량 측정법(CPB)을 선정하였다. 소음측정의 시험조건은 Table 1에 정리하였다. 측정은 블록 구간(BP) 및 아스팔트 구간(AP)을 나누어 차선 중앙에서부터 7.5m, 15m 떨어진 위치에서 마이크로폰(Microphone)을 이용하여 진행되었다. 측정 높이는 1.2m로 고정시켰으며, 조사차량은 비대칭 패턴 타이어를 사용한 1600cc 휘발유 승용차이다. Fig. 7은 소음측정 위치도를 나타내고 있다. 아파트 단지 내의 차량 속도 특성을 고려하여 10kph, 20kph, 30kph 세 개 수준으로 달리하여 각 요인별로 10회씩 측정하였다.

Table 1. Test Conditions of Noise Measurement

Location	Away from the center lane 7.5m,15m / Measuring height 1.2m / Auditory characteristics: A
Vehicle	1600cc/ Passenger cars (petrol) / Tire (asymmetric pattern)
Pavement surface condition	Dry

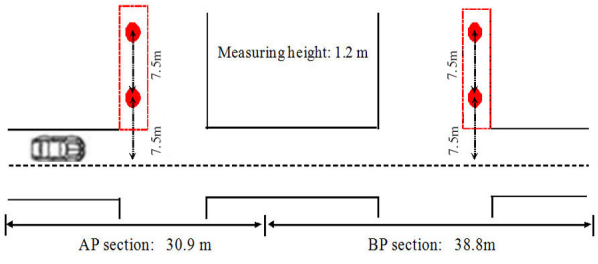


Fig. 7 Location of Noise Measurement Devices

3.4. 포장파손 상태

블록포장 시스템의 공용성 평가를 위해 시공 후 18개월, 36개월, 42개월 3차례에 걸쳐서 주기적으로 육안조사를 실시하였다. 파손은 재료적 파손과 구조적 파손으로 구분하였다. 표면 마모나 블록 파손(모서리 깨짐, 횡단 균열)은 재료적 파손으로 구분하고, 부분침하는 구조적 파손으로 구분하였다. 파손에 대한 평가기준은 다음 식과 같이 호주 콘크리트 블록협회에서 제시한 지침을 준수하였다(Shackel and Pearson 2001).

$$Rate\ of\ Damage(\%) = \frac{Number\ of\ Damaged\ Blocks}{Total\ Number\ of\ Blocks} \times 100$$

3.5. 평탄성

노면 평탄성을 나타내는 노면요철(roughness)은 포장면의 종방향 특성 중 하나로, 도로의 기능 및 구조적 측면에 영향을 미친다. 평탄성 측정은 워킹 프로파일미터를 이용하였고, 국제 평탄성 지수(International Roughness Index)를 기준으로 평가하였다. 조사는 공용초기, 공용 18개월, 42개월 3차례에 걸쳐서 진행하였고, 휠 패스 구간에서 실시하였다.

4. 공용성 평가결과

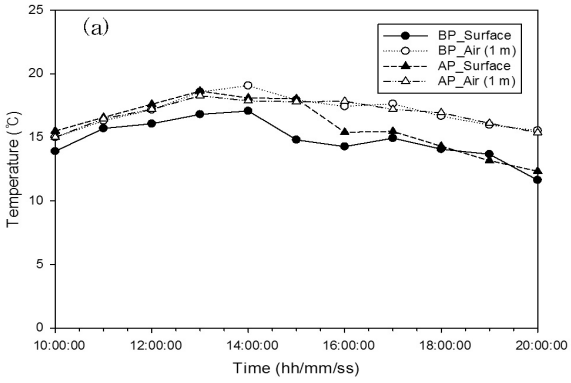
4.1. 온도

Fig. 8(a)는 봄에 측정된 포장의 표면온도와 대기온도 패턴을 나타낸다. 관측시간 동안 두 포장의 1m 위에서 측정된 대기온도는 큰 차이 없이 15~20℃ 사이에서 유지하는 것으로 나타났다. 그러나 오전 10시에서부터 오후 4시까지 약 6시간동안 측정된 표면온도는 아스팔트 포장(AP)이 블록포장(BP)에서 측정한 결과보다 높은 것으로 나타났다. 최대표면온도차는 약 3℃이며, 오후 2시~3시 사이에 발생하였다. 오후 6시 이후에는 두 포장의 표면온도가 비슷해진다. 그리고 포장 표면의 최고온도는 대기온도와 비슷한 것으로 나타났다.

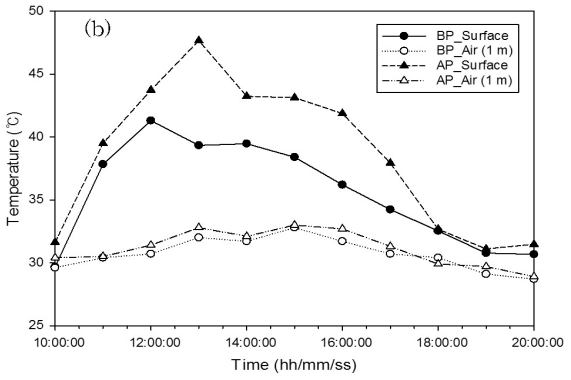
Fig. 8(b)는 여름에 측정된 포장의 표면온도와 대기온도 패턴을 나타낸다. 여름에는 대기온도보다 포장 표면온도가 더 높았다. 대기온도는 30~35℃ 사이로 유지되었으며, 두 포장간의 온도 차이는 없었다. 아스팔트 포장과 블록포장에서 측정된 표면온도의 최대치는 각각 약 48℃, 41℃이었다. 포장 표면의 최대온도차는 약 7℃이고, 오후 1시~2시 사이에 발생하였다. 낮 시간에는 아스팔트의 표면온도가 블록포장에 비해 오전 10시부터 오후 6시까지 약 8시간동안 높게 유지되었다. 포장 표면의 온도와 대기온도의 차이는 최대 15℃까지 나타났다.

가을에 측정한 온도결과는 Fig 8(c)와 같다. 두 포장의 대기온도는 큰 차이를 보이지 않고 17~23℃ 사이에서 유지하였으며, 비슷한 추이가 나타났다. 포장 표면과 대기의 최대온도 차이는 약 10℃로 나타났다. 포장 표면에서의 최대온도 차이는 오후 1시~2시 사이에 발생하였고, 약 4℃로 나타났다.

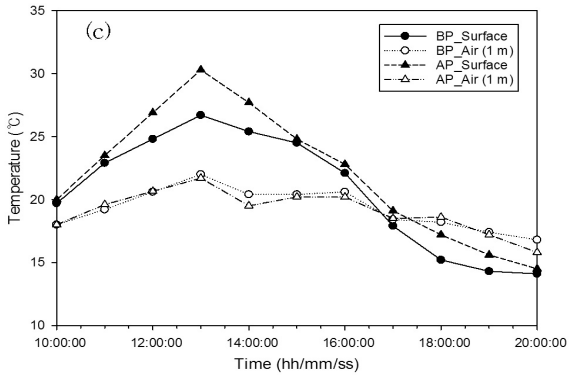
Fig. 8 (d)는 겨울에 측정된 온도결과를 나타낸다. 대



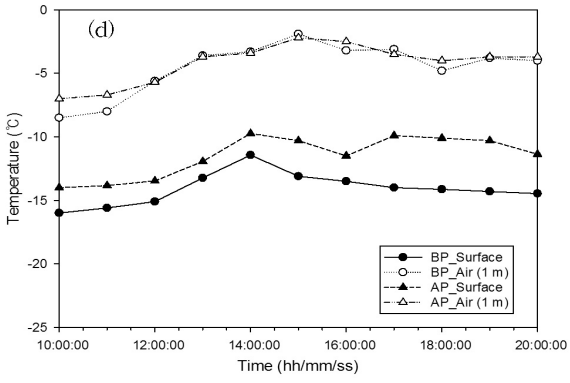
(a) Spring (March)



(b) Summer (July)



(c) Autumn (September)



(d) Winter (December)

Fig. 8 Results of Temperature Measurements on BP&AP

기온도는 역시 큰 차이가 없었고, -2~-8℃ 사이의 온도를 유지하였다. 포장 표면온도가 대기온도보다 차가운 것을 알 수 있다. 타 계절에서 측정한 결과와 달리 블록포장의 표면온도가 아스팔트 포장에 비해 꾸준히 약 2~3℃정도 낮게 측정되었다.

4.2. 차량 주행속도

차량 주행속도의 측정은 2012년 3월과 2013년 4월, 두 번에 걸쳐서 진행하였다. Fig. 9는 두 포장에서 측정된 동일 차량의 주행속도를 비교한 것이다. 측정된 차량 중 약 80%가 블록포장에 비해 아스팔트 포장에서 속도가 높은 것으로 나타났다.

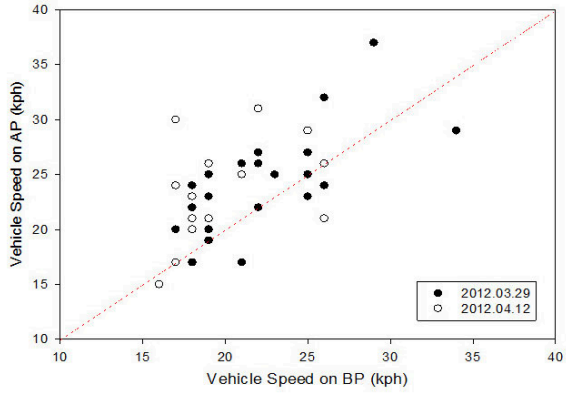


Fig. 9 Vehicle Speed Measurment Data

Fig. 10에 제시되어 있듯이, 비슷한 편차를 가진 두 포장에서 주행하는 차량의 평균속도는 각각 20.9kph와 23.7kph로 기록되었다. 두 포장에서 차량 통행속도 차이가 있다는 것을 확인하기 위해 T검정을 이용하여 분석하였다. 분석결과는 Table 2에 정리한 바와 같다. 단측 t검정 결과, P는 0.0003으로 95% 신뢰 수준을 만족

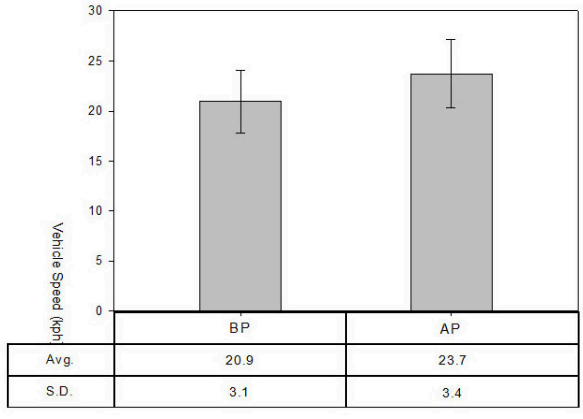


Fig. 10 Mean and Standard Deviation of the Vehicle Speed Measurement on BP and AP

Table 2. Vehicle Speed Comparison (parised T-test)

	BP	AP
Average	20.9	23.7
Dispersion	16.13	19.23
Observations	44	44
Pearson's correlation coefficient	0.69	
P (T<=t) One-sided test	0.0003	
t Tailed value dropped	1.70	

한다. 즉, 아스팔트 포장에서의 차량 통행속도가 블록포장에서의 차량 통행속도보다 빠르다고 할 수 있다. 또한 아스팔트 포장에 비해 블록포장의 차량속도 저감효과는 약 2kph 정도이었다. 그리고 두 포장을 통과하는 동일 차량의 평균속도 저감율은 약 13%였다.

4.3. 소음

일반적으로 엔진부, 노면과 접촉하는 타이어부, 그리고 흡/배기부가 주요 자동차의 소음원으로 알려져 있다. Sandberg(2002)의 연구 결과에 따르면 차량의 속도가 80kph 이상 증가하면, 기계소음보다 타이어와 포장 사이에서 발생하는 소음이 지배적이다. 이는 80kph 이하, 저속도로에서는 타이어와 포장 사이에 발생하는 소음이 지배적이지 않다는 것을 의미한다. 즉, 저속도로에선 대체적으로 주행차량의 차체 소음이 지배적이라고 판단할 수 있다. 이 연구 결과를 블록포장에도 적용할 수 있다면, 소음문제에 있어서 블록포장은 아스팔트 포장과 같은 연속적인 면을 가진 포장과 마찬가지로 도로에 적용하는 것이 문제없다고 볼 수 있을 것이다. 이에 저속도로에서 차량의 소음이 주행속도 및 포장의 불연속/연속에 따라 얼마나 발생하는지 살펴보고자 하였다.

Fig. 11은 블록포장(BP)과 아스팔트 포장(AP)을 10 kph에서 50kph까지의 속도로 주행한 차량에서 발생한 소음을 측정한 결과이다. 블록시공 현장이 아파트 단지 내에 위치하여 고속의 주행이 불가능하였다. 그래서 차량주행속도가 40kph, 50kph일 때의 발생한 소음에 관한 관측치는 Minou et al.(1998)을 참고하였다. 그래프를 보면 차량주행속도가 10kph, 40kph일 때를 제외하고 블록포장에서의 소음이 아스팔트 포장에서 발생하는 소음보다 높게 나타난다. 10db를 기준단위로 하여 결과치를 관측하였을 때는 아스팔트 포장과 블록포장에서 소음에 관한 공용성은 큰 차이가 없다.

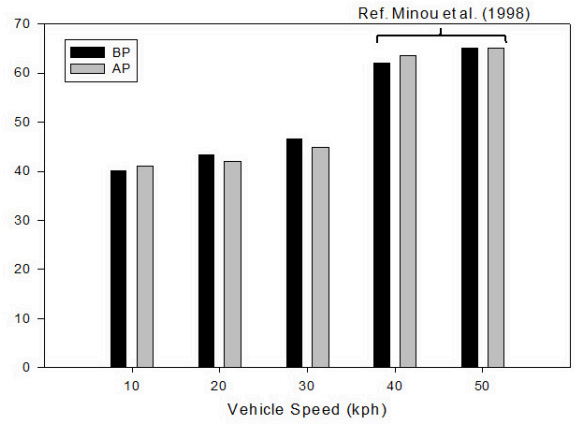


Fig. 11 Noise Level according to the Vehicle Speed (7.5m)

Fig. 12는 차선 중앙에서 7.5m, 15m 떨어진 지점에서 블록포장 혹은 아스팔트 포장 위를 주행한 차량에서 발생한 소음을 측정한 결과를 나타낸다. 10kph에서 30kph까지의 차량 주행속도에 대한 소음을 중점으로 두었다. 연구에서 측정결과를 보면, 중앙에서 7.5m 떨어진 관측지점에선 차량속도가 증가함에 따라 블록포장과 아스팔트 포장에서 발생하는 소음의 크기차가 증가하였고, 블록포장에서 발생하는 소음은 차량이 10kph로 주행했을 경우를 제외하고 아스팔트 포장보다 높게 관측되었다. 중앙에서 15m 떨어진 지점에서 측정된 소음은 7.5m에서 관측한 것 보다 낮게 측정되었다. 또한 7.5m에서 관측한 바와 달리 블록포장에서의 소음이 아스팔트 포장 구간에서 발생한 것보다 낮게 나타나고 있다. 총체적으로 보면, 아스팔트 포장에서의 소음은 측정거리에 따른 크기변화가 1db 이하로 미세하나 블록포장에서 측정된 소음은 측정거리에 따라 1~3db 편차가 크게 나타난다고 볼 수 있다.

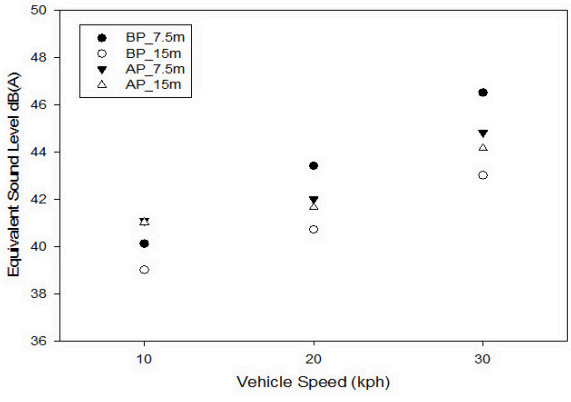


Fig. 12 Noise Level according to the Measurement Location

4.4. 포장상태 조사

공용 42개월 후 블록포장상태를 모니터링한 결과 일

부 블록의 파손을 제외하고 구조적 파손은 발생하지 않았다. 블록 파손의 종류를 모서리 깨짐, 횡단균열과 표층 박리로 나누었을 때 모서리 깨짐이 총 파손 비율의 약 70%를 차지하여 주된 파손형태로 조사되었다. 그 다음으로는 횡단균열이 약 28%를 차지하였다. 이외로는 아스팔트 포장 및 블록포장의 연결부에서 채움 모래 유실 현상 및 블록의 수평거동이 발생하였다. 모니터링 외에도 시공된 블록포장 시스템 성능에 대한 추가적인 평가를 위해 일본에서 제시한 포장 유지관리지수(Maintenance Control Index)를 적용하였다. MCI는 Maintenance Control Index의 약자로 일본 건설성 토목연구소에서 개발하였다. MCI는 포장의 공용성을 노면의 특성치로 수치화한 것으로, 영구변형을 중시한 평가지수이다. 또한 포장상태를 비교·평가하기 위하여 일본 宮城縣 仙臺市에 시공된 차도용 블록포장(Sadanori et al. 1998)의 공용성 자료를 인용했다. 인용된 자료의 대상구간은 AADT가 1,000~3,000정도 되고 중하중 차량이 주행하는 도로다. 인덕원 블록포장 현장과 일본의 블록포장 단면구성은 Table 3과 같다.

Table 3. Pavements Structure of Two Case Studies

	Thickness(cm)	
	Indukwon	Sendai, Miyagi Prefecture (Sadanori et al. 1998)
Surface	8	8
Bedding layer	4	2
Base layer	15	20
Subbase layer	15	40

일본 연구사례의 경우, 블록 두께는 8cm이고, 기층 및 보조기층은 인덕원 사례보다 각각 5cm 얇게 시공하였다. 宮城縣 仙臺市에 시공된 블록포장에서는 블록의 파손이 전혀 없는 반면, 영구변형이 11mm 발생된 것으로 조사되었다. 두 현장의 파손형태에 따른 유지관리지수(MCI) 계산 값은 Table 4와 같다. MCI의 경우 포장 평탄성, 영구변형 및 파손율 세가지 요소를 고려하여 계산하는데, 두 단면에서 측정한 평탄성 평가방법이 달라 포장평탄성은 MCI에 반영하지 않았다. 영구변형과 파손율을 고려한 MCI0는 인덕원 현장이 0.7정도 높은 것으로 계산되었다. 공용기간에 따른 MCI 감소추세를 살펴본 결과, 인덕원 현장의 블록포장이 일본 사례의 블록포장보다 더욱 우수한 것으로 나타났다. 하지만 MCI는 가장 작은 값을 사용하여 포장상태를 평가하는 것이 원칙이기 때문에 宮城縣 仙臺市(Sendai, Miyagi Prefecture) 현장은 8.3이고, 인덕원 현장은 8.55로 비슷한 수준으로 나타났다. Fig. 13은 공용기간에 따른 블록포장의 유지관리지수의 감소추이를 나타낸다.

Table 4. Calculated Maintenance Control Index

	Damage ratio (%)	Rutting depth (mm)	Roughness (mm)	Maintenance control index		
				MCI0*	MCI1**	MCI2***
Ref.Sadanori et al. 1998 (serve for 3 years)	0	11	4.0	8.39	10	7.11
Indukwon (serve for 3.5 years)	0.24	0	n/a	9.02	8.55	10

* Maintenance Index by cracks and rutting
** Maintenance Index by cracks
*** Maintenance Index by cracks and rutting depth

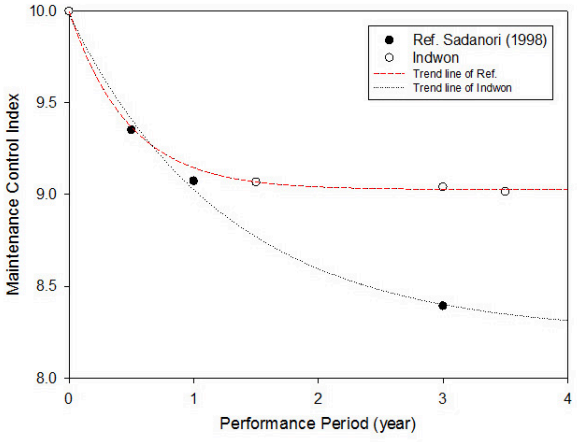


Fig. 13 Maintenance Control Index Relative to the Performance Period

4.5. 평탄성

이론적으로 평탄성의 상한 값은 없지만 IRI가 8m/km 이상이면 감속을 일으키며, 감속을 유도하기 위해서는 최소 4~6m/km의 평탄성을 유지해야 한다(Choi et al. 1992). Fig. 14는 공용기간에 따른 측정된 평탄성 지수를 보여주고 있다. 공용초기에 측정된 블록포장의 평탄성은 평균 약 6.4m/km이었고, 공용기간에 따라 변동은 있었지만, 5~8m/km 수준의 평탄성이 확인되었다. 공용기간 중 발생한 변동은 블록의 불연속성 표면의 특성에 의한 것이라고 판단한다. 공용기간 중 차량하중이 재하되면서 블록의 이동이 발생함으로써 평탄성에 변동이 생길 수 있다. Sayers et al.(1986)이 제시한 IRI

Roughness Scale에 의하면 이와 같은 수준은 60kph 이하의 도로에서 충분히 적용 가능하다. 차량 주행속도는 포장 표면조직상태나 평탄성에 대한 운전자의 반응 중 하나라고 볼 수 있으므로, 블록포장의 평탄성이 주행속도 감속에 영향을 미칠 수 있을 것이다. Kanzaki et al.(1984)는 같은 위치의 사거리에서 아스팔트 포장과 블록포장을 각각 6개월씩, 1년 동안 고속카메라를 이용하여 살펴본 결과, 아스팔트 포장에 비해 블록포장의 교통사고가 9건 정도 적다고 발표하였다.

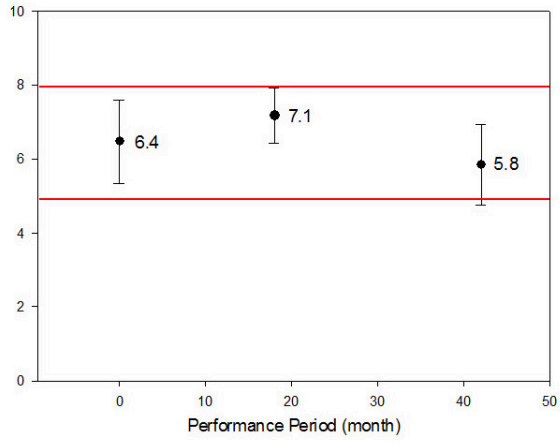


Fig. 14 Roughness Comparison to Performance Period

5. 결론

본 연구는 블록포장을 저속도로에 적용할 수 있는가에 대한 여부를 분석하였다. 블록포장 시공구역에서 공용성을 측정한 결과, 블록포장은 일일 교통량이 2,000~3,000대인 교통조건을 가진 도로에서 공용 42개월이 지난 후에도 양호한 공용성을 보였다. 육안평가에서 일부 블록 파손을 제외하고는 구조적인 문제는 나타나지 않았으며, 저속도로 적용가능성을 입증하였다. 더불어, 차량주행 안전성 및 주민 거주 환경영향에 대한 평가를 통해 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

1. 한 여름에 아스팔트 포장에 비해 블록포장의 표면온도가 최대 약 7℃ 낮은 것으로 나타났다. 지상 1m에서 측정된 대기온도는 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.
2. 아스팔트 포장에 비해 블록포장의 차량 속도저감 효과는 약 2kph 높은 것으로 조사되었다.
3. 저속도로에서는 차량의 기계소음이 지배적으로 발생하므로 블록포장을 저속도로에 적용할 수 있다고 판단한다.
4. 블록포장의 주된 파손원인은 모서리 깨짐과 횡단균열 등 재료적인 문제로 조사되었고, 블록포장의 구조안정성은 양호한 것으로 판단되었다. 공용 42개월 후 블록포장의 전체 파손율이 0.24%로 조사되었다.
5. 블록포장의 평탄성은 공용기간에 따라 5~8m/km 범위로 나타났으며, 차량 주행속도가 60kph 이하로 설계된 도로에서 주행성을 충분히 확보할 수 있으며, 감속을 유도하는데 기여할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2011년도부터 서울특별시에서 주관하는 "친환경 투수블록포장 시험시공 및 개선방안 도출 용역"에 의해 실시된 것으로 이번 연구가 가능하도록 도와주신 관계자 분들에게 감사드립니다.

References

American Society for Testing and Materials, 2011. Standard Specification for Concrete Aggregates. ASTM C 33

American Society for Testing and Materials, 2011. Standard Specification for Masonry Mortar. ASTM C 144

Cho, Y. H,. 2011. Improvement of Eco Porous Block Pavement. Final Report. Sidewalk Improvement Division, Seoul Metropolitan Government

Choi, G., Kim, J. H. and Kim, G. H., 1992. Research on the Roughness Characteristic of Pavement. Korea Expressway Corporation, Research Report.

Hein, D. K. and Smith, D. R., 2009, Life-Cycle Cost Comparison for Municipal Road Pavements. 9th. International Conference on Concrete Block Paving, Argentinean

Huurman, M., 1997. Permanent Deformation in Concrete Block Pavements. PhD thesis, Delft Univ. of Technology, Delft, The Netherlands. ISBN: 90-9011184-0

Interlocking Concrete Pavement Institute, Tech Spec No. 13, 2004. Slip and Skid Resistance of Interlocking Concrete Pavements

International Organization for Standards, 2003. Tyres ? Coast - by Methods for Measurement of Tyre - to - Road Sound Emission. ISO 13325

Karasawa, A., 2010. Evaluation of Long-Term Performance and LCC for Interlocking Block Pavement, 28th Japan Road Congress

Kanzaki, N., Ohmori, Y. and Ishimura, S., 1984. The Use of Interlocking Block Pavements for the Reduction of Traffic Accidents. Proceedings of the Second International Conference on Concrete Block Paving, University of Delft, the Netherlands, pp. 200-206.

Knol, J. 2009. The Powerful Possibilities of Small Element Pavement for Designers of Public Space. 9th. International Conference on Concrete Block Paving. Buenos Aires,

Argentina, 2009/10/18-21

Korea Standard Association, 2009. Concrete Interlocking Block for Sidewalk and Road, KS F 4419 : 2009

Sadanori, M., 1998. Characteristic of Interlocking Block Pavement Applied on Road with Seasonal Variation. Tohoku Institute of Technology, Pavement 1998. v.6

Sandberg, U. and Ejsmont, J. A., 2002. Tyre/Road Noise Reference Book, Informex Ejsmont & Sandberg Handelsbolag, Harh, Kisa, Sweden, ISBN 91-631-2610-9.

Sayers, M. W., Gillespie, T. D. and Paterson, W. D. O., 1986. Guidelines for the Conduct and Calibration of Road Roughness Measurements. World Bank Technical Paper No. 46, The World Bank, Washington, D.C.

Shackel, B. and Pearson, A., 2001. Concrete Segmental Paving - Maintenance Guide. Concrete Masonry Association of Australia, ISBN: 0 909407 47 9

Takeyuki, K., Yutaka, A., Takashi, H., Masakazu, M., Hideki, T., Masatoshi, N. and Minako, N., 2009. Study on Heat Island Mitigation on Interlocking Block Pavement, 9th. International Conference on Concrete Block Paving. Buenos Aires, Argentina, 2009/10/18-21

Wallman, C. G. and Astrom, H., 2001. Friction Measurement Methods and The Correlation Between Road Friction and Traffic Safety. Swedish National Road and Transport Research Institute, VTI meddelande 911A

Wu, Z. S., 1994. Impact-Benefit Analysis of Permeable Pavement, Taiwan National Central University, Master Degree Thesis