

서울시 배수성 아스팔트 포장의 기능적 평가 연구

Study on the Functional Evaluation of Permeable Asphalt Concrete Pavement in Seoul City

이 상 염 Lee, Sangyum
김 인 태 Kim, In-Tae
문 성 호 Mun, Sungho
권 수 안 Kwon, Sooahn

정회원 · 서울시청 도시안전본부 도로관리과 주무관 · 주저자 (E-mail : slee11@seoul.go.kr)
정회원 · 명지대학교 교통공학과 부교수 (E-mail : kit1998@mju.ac.kr)
정회원 · 서울과학기술대학교 건설공학부 조교수 · 교신저자 (E-mail : smun@seoultech.ac.kr)
정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 수석연구위원 (E-mail : sakwon@kict.re.kr)

ABSTRACT

The functional evaluation of constructed permeable pavements was conducted in terms of water permeable performance and noise reduction measurements in Seoul city. The field measurements of noise was based on two methods such as pass-by and novel close proximity(NCPX). The pass-by test and NCPX method are related to noise propagation and tire/pavement interaction noise measurement, respectively. For the water permeable tests, five sections were chosen; furthermore, the measurements were conducted for both of wheel path and non-wheel path area. For the pass-by measurement, three sections were chosen; furthermore, two different locations, which were near measurement point to traffic noise and far measurement point inside park or housing complex, were selected for each section. Finally, tire/pavement interaction noise measurements were carried out at four locations. The results show that the functional performance of water permeability and noise reduction was well remained within 2 or 3 years after permeable pavement construction.

KEYWORDS

novel close proximity, pass-by test, tire-pavement noise, water permeability, functional evaluation

요지

배수성 포장에 있어 기능적 평가인 투수성 실험과 더불어 소음저감 측정을 서울시에서 시공한 구간에서 실시하였다. 소음측정은 두 가지 방법을 이용하였는데 그 방법은 Pass-by 방법과 NCPX(Novel Close Proximity) 방법을 이용하였다. Pass-by 방법은 교통량에 따른 소음원이 전달되는 것을 측정하는 방법이고, NCPX는 타이어와 포장 표면간의 마찰음을 측정하는 방법이다. 현장투수시험을 위해서는 총 5개의 구간에서 실시하였으며 각 구간마다 주행부와 비주행부로 나뉘어 측정하였다. 3개 구간의 Pass-by 측정을 위해서는 교통소음원 발생점으로부터 인접한 곳에서 측정을 실시하였고 또한 공원내부 혹은 단지 내부에서도 소음을 측정하였다. 마지막으로 NCPX 측정은 4군데서 실시하였다. 결과적으로 배수성 포장의 기능인 투수성과 소음저감이 2, 3년 사이에서는 그 기능을 잘 유지함을 알 수 있었다.

핵심용어

NCPX 방법, Pass-by 방법, 타이어와 포장면의 마찰소음, 투수성, 기능적 평가

1. 서론

최근 문헌(김형석 외, 2010)에서 배수성 아스팔트 포

장(Permeable Asphalt Pavement)은 기존의 일반 밀입도 포장(Dense Graded Asphalt Pavement)에 비

해 노면의 배수가 잘되는 점과 더불어 저소음 효과 및 우천 시 야간 전조등에 의한 반사를 최소화하는 기능적인 면에서 장점이 있는 포장으로 알려져 있다. 이런 우수한 기능적인 측면을 만족시키기 위해서 일반 아스팔트에서는 공극률이 5% 이하로 배합설계를 하나 배수성 포장은 19 ~ 21%까지 공극률을 주어 서울시에서는 시공하여 왔다. 초기 시공 후 이런 기능적인 장점이 교통개방에 따른 공극 막힘이 발생하고 또한 공극률이 감소하여 기능을 저하시키는 요인으로 작용하고 있다. 따라서 이번 연구에서는 표 1과 같이 2007년부터 2010년까지 시공된 배수성 포장에 대해 공극 막힘의 정도를 알 수 있는 현장투수시험과 더불어 기능적인 면에서 소음을 측정하여 공용에 따른 기능적 저하에 대해 살펴보고자 한다.

표 1. 년도 별 서울시 배수성 포장의 시공현황
(서울시 도시안전실, 2011)

년 도	계	2006이전	2007	2008	2009	2010
연장(m)	71,471	12,288	11,977	16,874	21,358	8,974
면적(a)	12,465	2,339	2,345	2,588	3,653	1,540

서울시에서는 표 1과 같이 배수성 포장을 2009년 많이 도입한 근거로는 2009년 OECD 국가 중 교통사고율이 높은 점으로 특히 우천 시 교통사고를 줄이기 위한 목적을 가지고 있었다. 또한 도로교통 소음관련 민원이 급증하여 2010년에는 407건이 있었으며 환경 분쟁으로 8건 및 소송으로 5건이었다(서울시 도시안전실, 2011). 또한 환경정책기본법에서 제시하는 규정으로 도로변 주거지역인 경우 주간에는 65dBA 그리고 야간에는 55dBA 이하로 요구하고 있다(환경정책기본법, 2009).

서울시에서 배수성 포장의 도입경위는 2005년 8월 시장 지시사항으로 저소음·배수성 포장 확대시행이 검토되었으며 그 해 9월 저소음·배수성 아스팔트 포장 확대 시행을 위한 계획이 수립되었다. 특히 2006년 6월에는 도로환경개선을 위한 저소음·배수성 아스팔트 포장을 적극적으로 포설하게 되었다. 그러나 위에서 언급한 우천 시 교통사고 저감과 더불어 소음저감의 기능적 우수한 효과가 있음에도 불구하고 문제점으로 제기되는 것으로 유지관리의 어려움을 들 수 있다. 특히 비산먼지 등의 퇴적과 교통하중에 따른 여름철 아스팔트 온도상승에 의한 소성변형 등으로 공극이 막히는 현상을 예방하기 위한 유지관리이다. 즉 기능성인 소음저감 및 배수 기능을 유지시키기 위한 노력이 필요한 것이다. 이를 위해 서울시에서는 일반적으로 청소차량을 이용하여 표면 살수와 더불어 진공흡입을 하고 있다. 보다 기능적 유지

를 위해 배수성 포장을 위한 특수차량을 도입하고자 하였다(서울시 도시안전실, 2011).

따라서 이번 연구에서는 공용기간에 따른 배수성 포장에 대한 기능성 측정을 통해 어느 정도로 배수성 포장의 기능성을 유지하는지를 조사하여 분석하였다. 기능성 조사항목으로는 현장투수시험을 실시하였고 또한 소음측정으로 Pass-by 방법과 더불어 NCPX(Novel Close Proximity) 방법을 이용하여 평가하였다.

2. 기능성 평가

2.1. 현장투수시험

현장투수시험기는 수위를 측정할 수 있는 스탠드 파이프와 이를 고정하고 투수시험 면적을 확보하여 주는 부속 기기로 구성되어 있으며 치수 및 모양은 그림 1과 같다. 스탠드 파이프는 용량 600ml이며 눈금은 400ml 까지 표기되어 있으며, 부속 기기에 시험수가 유입될 수 있도록 연결부를 둔 것으로 한다. 부속 기기는 금속제로서 필터는 시험체의 10배 이상의 투수량을 갖는 다공판으로 두께는 시험체 길이의 0.2배 이하로 규정하고 있다. 저판 시험 단면은 시험체를 구성하는 포장 혼합물의 최대입자 지름에 10배 이상으로 하며, 입자 분포가 넓은 경우 최대입자 지름의 5배까지 허용한다.

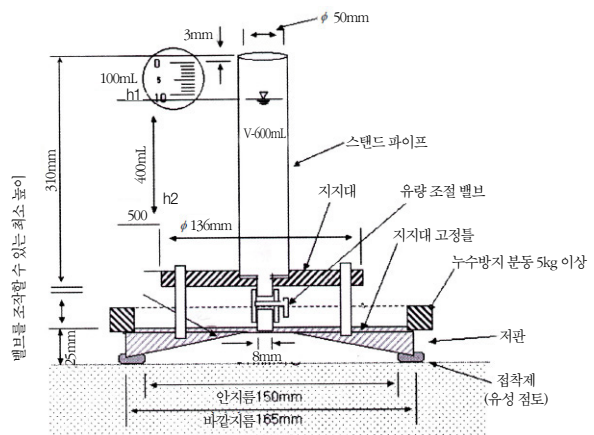


그림 1. 현장투수시험기

투수시험기 설치하는 포장 노면의 먼지 등을 제거한 다음, 현장투수시험기를 포장 표면에 설치한다. 이 때 저판의 고무판에 미리 유성 점토를 부착하여 노면과의 접촉면으로부터의 누수를 방지한다. 이후 시험기를 노면에 압착시키고 저판 위에 분동을 올려놓는다. 시험수위 설정은 그림 1과 같이 스탠드 파이프 100ml의 위치에 초기 수위 h1 표시를 하고, h1에서 400ml가 내려간 위

치에 h2를 표시하고, 유량 조절 밸브를 닫은 후 시험수를 스탠드 파이프에 주입한다(KS F 2394, 2004).

밸브를 한 번에 열고, 주입된 시험수가 h1에서 h2까지 내려가는 경과 시간(초)을 스톱워치로 측정한다. 3회 반복 시험하고 그 결과를 기록한 후 평균하며, 각 측정마다 1분 정도의 간격을 둔다. 산출된 평균 시간으로부터 15초 동안 흘러 내려간 수량을 산출하고, 그것을 투수량(ml/15sec)으로 한다. 현장에 시공된 배수성 아스팔트 포장의 횡단면에 있어 차량의 바퀴가 많이 지나가는 부분과 그렇지 않은 부분으로 구분할 수 있으므로 이에 따른 공극의 막힘 정도가 어떤지 현장투수시험을 진행하였다.

2.2. 소음측정

소음측정은 아래와 같이 두 가지 방법으로 측정하였다. 방법 중 하나는 Pass-by 시험으로 차량교통에 따른 소음을 도로변에서 측정하는 방법으로 소음원에 어느 정도 이격된 거리에서 측정하는 것이며, 두 번째 방법은 NCPX(Novel Close Proximity) 방법으로 차량의 바퀴와 포장노면에서 발생하는 소음원을 측정하는 방법이다(Mun et al., 2007; Cho and Mun, 2008a, 2008b, 2008c; Mun and Cho, 2009).

2.2.1. Pass-by 시험

Pass-by 방법의 경우 포장노면/소음은 물론 차량의 엔진과 배기관 소음 및 공역학적 소음 등의 모든 소음도를 계측하며, ISO 11819-1(1997) 규격으로 채택된 공식력 있는 방법이다. 또한 ISO 11819-1(1997) 규정에 따르면 최소 10dBa 이하의 암소음 조건에서 주변의 반사 및 회절 효과가 발생될 수 있는 구조물이 없는 장소에서 측정하도록 요구하고 있다. Pass-by에 있어서는 배수성 포장이 시공된 간선도로 3 구간에서 비교 측정 시험을 하였다. 각 조사 지점에서는 소음이 발생하는 도로와 소음의 영향으로 피해를 받는 주변 지점에서 각각 이루어져 비교를 할 수 있게 하였다. 그리고 이전 연도나 상반기에 조사된 자료를 토대로 비교하여 배수성 포장의 시공 후 시간이 흐름에 따른 소음도 비교하였다. 측정 위치는 지면 위 1.2~1.5m 높이로 한다. 피해가 우려되는 곳이 2층 이상의 건물인 경우 소음도가 높은 곳에서 소음원 방향으로 창문·출입문 또는 건물 벽 밖의 0.5~1m 떨어진 지점으로 한다.

요일별로 소음변동이 적은 평일(월요일부터 금요일사이)에 당해지역의 도로교통소음을 측정하였다. 또한 당

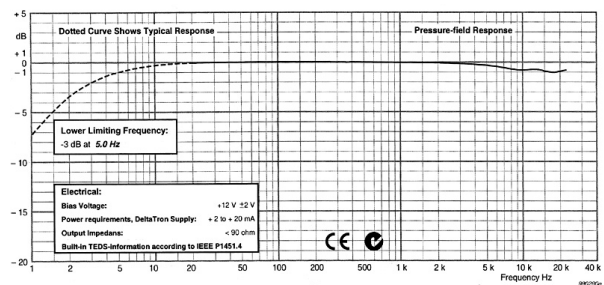
해지역 도로교통소음을 대표할 수 있는 시각에 2개 이상의 측정지점수를 선정하여 각 측정지점에서 4시간 이상 간격으로 2회 이상 측정하여 산술평균한 값을 측정하였다. 소음 데이터의 샘플링 주기를 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정하여 자동 연산·기록한 증가소음을 그 지점의 측정소음도로 하였다.

2.2.2. NCPX(Novel Close Proximity) 시험

기존 CPX(Close Proximity) 시험으로 ISO/CD 11819-2(2000)에서 규정하고 있는 트레일러에 시험대상 타이어를 장착할 경우 실제 차량 장착 시 타이어에 걸리는 부하로 인한 소음 발생도 차이를 규명하기 곤란하다. 이러한 점들을 고려하여 이번 실험에서는 차량의 타이어 근접 위치에 표면마이크로폰(Surface Microphone, 그림 2 참조)을 설치하여 시험대상 차량의 A-가중치 증가소음도를 계측하였다. 여기서도 암소음보다 10dBa 이상이 되는 측정데이터만을 이용하였다.



(a) 외형



(b) 응답 특성

그림 2. B&K 4949 표면 마이크로폰의 외형과 응답 특성 (출처: www.bksv.com)

측정을 위한 실험에서는 NCPX 방법으로 포장노면/타이어 소음을 직접적으로 측정하여 배수성 포장에 대한 타이어와 포장표면에 발생하는 마찰음을 측정하였다. 이번 연구에서 실제 사용된 차량은 SUV(Sports Utility Vehicle)로서 모하비 차량(타이어규격 265/30R18)을 이용하였으며 그림 3 및 그림 4와 같이

표면 마이크로폰을 설치하였다. 각각의 그림에서 보는 바와 같이 높이와 설치깊이를 보여주고 있다. 높이는 그림 3에서 보는 바와 같이 지면으로부터 58cm의 높이이며 설치깊이는 그림 4와 같이 18cm이다.



그림 3. 표면마이크로폰의 설치높이



그림 4. 표면마이크로폰의 설치깊이

주파수별 A-가중치에 근거한 소음레벨이 측정되었으나 일반적으로 총 음합레벨에 근거해서 그 크기를 비교 및 분석하는 방법을 많이 이용한다. 따라서 다음과 같이 각각의 주파수별 소음레벨을 다음의 식(1)에 근거해서 총 음합레벨 즉 소음레벨을 계산하였다.

$$L_{overall} = 10 \log_{10} (10^{L_{i(1)}/10} + 10^{L_{i(2)}/10} + 10^{L_{i(3)}/10} + \dots + 10^{L_{i(n)}/10}) \quad (1)$$

여기서, $L_{overall}$ 은 총 음합레벨을 나타내며, $L_{i(1, 2, 3, \dots, n)}$ 는 각각의 주파수별 음합레벨을 표현한 것이다. 여기서 제시하는 NCPX 방법으로는 4개의 시공구간에 대해 실험을 실시하였다.

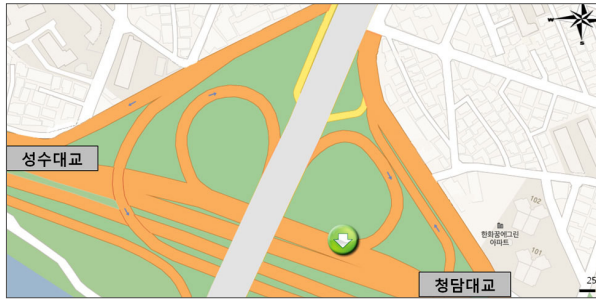
3. 실험결과 분석

3.1. 현장투수시험 결과

현장투수시험 관련 배수성포장 구간의 선정에 있어서는 표 2와 같이 총 5구간을 선정하였으며 포장의 시공년도를 보면 2007년 1개소, 2009년 2개소, 그리고 2010년 2개소에 대해 실험을 실시하였다. 그림 5는 현장투수시험을 실시한 구간에 대한 위치를 보여주고 있다. 이번 실험에서는 주행부와 비주행부로 나누어 실시하였다. 위에서 언급한 바와 같이 차량의 주행으로 인해 포장의 다짐에 따른 투수의 저하가 발생하는지를 알아보기 위해 주행부와 비주행부를 함께 실험하였다.

표 2. 현장투수시험 관련 측정일시, 측정구간 및 명칭, 현장투수시험 결과

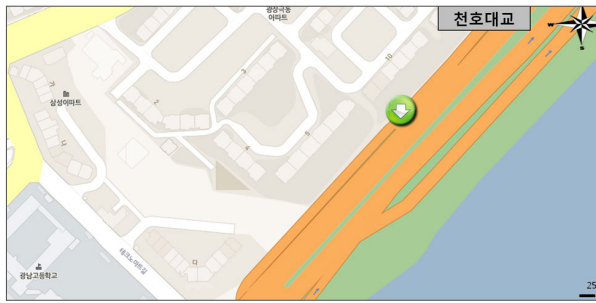
측정일시	측정구간(포장 년도)	명칭	위치	현 장 투 수	
				15초 투수량 (ml)	투수계수 (cm/sec)
2010년 7월 27일 2010년 11월 24일	강변북로 청담대교~성수대교 난지 방향(2007년 4월)	A 구간	주행부	1092	0.103
			비주행부	1161	0.110
2010년 7월 27일 2010년 11월 24일	동부간선도로 장평교~장안동램프 (2009년 4월)	B 구간	주행부	1824	0.172
			비주행부	1976	0.186
2010년 7월 27일 2010년 11월 24일	강변북로 삼성 아파트~천호대교 (2009년 4월)	C 구간	주행부	1301	0.123
			비주행부	1453	0.137
2010년 6월 23일 2010년 6월 24일 2010년 11월 24일	현대선사APT 앞 올림픽대로 (2010년 5월)	D 구간	주행부	1634	0.153
			비주행부	1380	0.128
2010년 6월 23일 2010년 6월 24일 2010년 11월 24일	내곡 IC (2010년 5월)	E 구간	주행부	1233	0.116
			비주행부	1343	0.126



(a) A구간



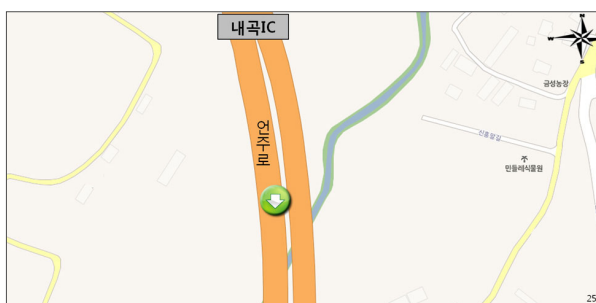
(b) B구간



(c) C구간



(d) D구간



(e) E구간

그림 5. 현장투수시험 구간

고속도로공사전문시방서(2009)에 따르면 배수성 포장에 있어 요구되는 현장투수능력은 물 400ml을 유하시키는데 걸리는 시간이 10초 이내로 규정하고 있다. 따라서 15초 동안 유하되는 물의 양은 600ml 이상이 되어야 한다. 이를 근거로 구간별 투수결과를 살펴보면 모든 구간이 기준을 만족함을 알 수 있다. 또한 표 2과 같이 D구간을 제외하고는 비주행부에서 투수가 잘 되는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 시간이 경과됨에 따른 투수성능의 저하는 크게 떨어지지 않음을 알 수 있는데 그 근거로는 2007년에 준공된 A구간의 투수성능이 B구간을 제외한 2009년 및 2010년에 준공한 다른 구간에 비해 그 투수의 기능성이 크게 저하되지 않음을 알 수 있기 때문이다. 이는 서울시에서 실시하고 있는 것으로 여름철 야간에 살수 및 청소를 주기적으로 시행함에 따른 결과로 볼 수 있다.

3.2. 소음측정 결과

저소음 포장을 시행하는 관공서에서 요구하는 저소음 효과는 인근 일반아스팔트 포장보다 3dBA 이상의 소음 저감효과를 요구하고 있다. 따라서 Pass-by 측정의 경우 이를 근거로 그 효과를 살펴보고자 한다. NCPX의 경우는 일반아스팔트 포장과의 소음레벨 비교와 함께 저소음 포장의 공용년수에 따른 소음저감 효과가 어느 정도 줄어드는지를 소음측정의 결과에 근거해서 분석하고자 한다.

3.2.1. Pass-by 측정 결과

Pass-by 시험은 총 3군데에서 실시하였는데 그 구간으로는 2007년에 시공한 강변북로 배수성 포장에 대한 평가를 위한 난지 캠핑장의 소음측정 및 2010년에 시공한 올림픽대로에 대한 평가를 위한 선사 현대아파트의 소음측정을 포함해서 2010년 시공한 내곡 IC구간에 대해 Pass-by 시험을 실시하였다.

난지 캠핑장 인근 측정에 있어서는 그림 6과 표 3에서 그 위치와 결과를 알 수 있는데 외부 지점인 A지점에서는 시공전과 비교하여 시공 후에 약 7dBA의 소음도가 감소하였고, 1년 후에는 약 2~3dBA이 증가하였다. 내부 지역인 B지점에서는 시공전과 비교하여 시공 후에 약 3dBA가 감소하였고, 1년 후에는 약 1dBA가 감소하였다.



그림 6. 난지 캠핑장(강변북로)



그림 7. 선사 현대아파트(올림픽대로)

표 3. 난지 캠핑장(강변북로) 측정결과

		저소음포장 시공 전			저소음포장 시공 후			저소음포장 시공 1년 후		
측정일시		2009년 5월 6일 18시~ 5월 7일 07시			2009년 9월 17일 18시~ 9월 18일 07시			2010년 6월 23일 23시~ 6월 24일 07시		
측정 시간	측정 지점	1회 (dBA)	2회 (dBA)	평균 (dBA)	1회 (dBA)	2회 (dBA)	평균 (dBA)	1회 (dBA)	2회 (dBA)	평균 (dBA)
00시 ~01시	A	83.8	80.8	82.3	75.5	74.8	75.1	77.7	77.0	77.4
	B	65.1	66.6	65.8	62.8	62.1	62.4	62.0	61.6	61.8
06시 ~07시	A	86.0	82.5	84.2	76.8	76.9	76.8	80.2	80.7	80.5
	B	66.3	66.4	66.3	63.2	63.9	63.5	61.8	62.4	62.1

선사 현대아파트 측정에 있어서는 표 4와 그림 7에서 보는 바와 같이 외부지역인 A지점에서는 시공 전과 비교해서 아스팔트 기층 시공 후에 약 4dBA가 감소하였고, 배수성 포장 시공 후에는 6dBA가 감소하였다. 내부 지역인 B지점에서는 아스팔트 기층 시공 후에 약 1~3dBA가 감소하였고, 배수성 포장 시공 후에는 기층 시공 후 측정된 결과와 큰 차이가 없었다. 이 결과에 대한 분석으로서 내부지역인 B지점은 단지내부 측정지점으로서 올림픽대로에서 발생하는 소음원이 아파트 건물로 인해 많은 회절과 반사를 통해 감쇠됨에 따라 배수성 포장의 시공에 따른 효과가 크지 않음을 알 수 있다.

표 4. 선사 현대아파트(올림픽대로) 측정결과

		저소음포장 시공 전			아스팔트기층 시공 후			저소음포장 시공 후		
측정일시		2010년4월26일 07~09시			2010년5월7일 07~09시			2010년5월20일 07~09시		
측정 시간	측정 지점	1회 (dBA)	2회 (dBA)	평균 (dBA)	1회 (dBA)	2회 (dBA)	평균 (dBA)	1회 (dBA)	2회 (dBA)	평균 (dBA)
07시 ~08시	A	83.9	84.3	84.1	80.1	80.1	80.1	78.6	78.1	78.4
	B	59.6	63.2	61.4	62.6	59.0	60.8	61.3	60.1	60.7
08시 ~09시	A	84.3	83.2	83.8	79.3	79.8	79.6	77.2	78.3	77.7
	B	61.9	65.3	63.6	59.9	61.2	60.6	61.9	58.9	60.4

가장 배수성 포장으로서 저소음의 효과가 잘 나타난 구간인 내곡 IC의 경우 그 위치 및 결과는 그림 8 및 표 5와 같다. 이 구간에서 외부지역인 A지점은 시공전과 비교하여 시공 후에 약 9~10dBA 정도의 소음도가 감소하였으며, 내부 지역인 B지점에서는 시공 전과 비교하여 시공 후에 약 3~4dBA가 감소하였음을 알 수 있다. 그 이유는 주변이 도심지역이 아니기 때문에 외부요인의 간섭이 많이 없었기 때문이라고 예상된다.



그림 8. 내곡IC(연주로)

표 5. 내곡IC(연주로) 측정결과

		저소음포장 시공 전			저소음포장 시공 후		
측정일시		2010년 4월 26일 16~18시			2010년 6월 24일 16~18시		
측정시간	측정지점	1회 (dBA)	2회 (dBA)	평균 (dBA)	1회 (dBA)	2회 (dBA)	평균 (dBA)
16시~17시	A	80.8	80.7	80.8	71.4	71.3	71.4
	B	58.4	59.1	58.8	56.6	55.3	56.0
17시~18시	A	80.7	81.2	81.0	70.7	71.6	71.2
	B	59.5	60.6	60.1	55.2	56.4	55.8

3.2.2. NCPX 측정 결과

이번 소음측정은 2011년 10월 21에 실시하였으며 NCPX 측정구간으로는 표 6에서 보는 바와 같이 2008년에 시공된 솔샘길을 시작으로 최근 2011년도에 시공된 촬영소 사거리까지 총 4개소에 대해 실험을 실시하였다. 표 6에서 보는 바와 같이 시공년도에 따른 소음감소 효과의 저감은 어느 정도 있음을 알 수 있으며 2010

년에 시공한 수서동의 배수성 포장의 소음관련 기능성은 2011년에 시공된 활영소 사거리와 비교했을 때 우수한 것을 알 수 있다. 2009년 시공된 한글비석길을 보게 되면 소음저감 효과가 수서동 및 활영소 사거리 측정결과와 비교 시 소음저감의 기능성이 저하됨을 알 수 있고 2008년도 시공된 솔샘길은 2009년에 시공한 한글비석길과 비교 시 그 저하되는 속도가 약간 둔감되는 현상을 보여 주고 있다.

표 6. NCPX 측정구간 및 결과

측정구간	시공년도	인근 일반포장 (dBA)	저소음 배수성 (dBA)	차이
솔샘길	2008년	98.4	96.6	-1.8
한글비석길	2009년	97.6	95.3	-2.3
수서동 배수성포장	2010년	97.6	93.4	-4.1
활영소 사거리	2011년	97.9	93.2	-4.7

4. 결론

서울시에서는 2007년 이후 소음 관련 민원 발생지역 위주로 소음저감을 위한 배수성 포장을 시공하였으며 또한 중요한 기능의 하나인 배수기능을 위해 주기적으로 청소차를 이용하여 기능성을 유지하여왔다. 실험적인 결과로서는 위에서 살펴본 바와 같이 한국도로공사에서 제안하는 기준을 모든 구간에서 만족함을 알 수 있었으며 2007년에 준공된 A구간의 투수성능이 B구간을 제외한 2009년 및 2010년에 준공한 다른 구간(C, D 및 E구간)에 비해 그 투수의 기능성이 크게 저하되지 않음을 알 수 있기 때문이다. 이런 관점에서 볼 때 교통의 비주행부에 있어서는 공용에 따른 기능저하가 크지 않음을 알 수 있었으며 또한 저소음의 기능에 있어서 시공 후 2~3년 정도는 그 기능적 성능을 발휘하는 것을 알 수 있었다. 이와 관련된 근거는 표 6에서 보는 바와 같이 2009년에 시공된 저소음배수성 도로의 경우 2.3dBA의 저감효과를 얻을 수 있었다. 앞으로 많은 장점이 있는 배수성 포장의 확대시공을 위해서는 여기서 언급한 기능적인 유지와 더불어 서울의 지리적 여건을 감안하여 영구변형 및 피로 균열에 대한 내구성이 큰 자재 사용이 요구된다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부[교육과학기술부]의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임[No. 2011-0030848].

참고 문헌

- 고속도로공사 전문시방서 (2009). *고속도로 전문시방서*. 한국도로공사.
- 김형석, 이현중, 이광호, 김형배 (2010). "배수성 포장용 고점도 아스팔트 바인더 개발." *한국도로학회 논문집*, 제12권, 제2호, pp81-90.
- 서울시 도시안전실 (2011). *저소음 배수성 포장 유지관리 실태보고서*. 서울특별시 도시안전실.
- 환경정책기본법 (2009). *환경정책기본법(소음환경기준) 제10조 제2항*. 환경정책기본법.
- Cho, D-S., and Mun, S. (2008a). "Determination of the sound power levels emitted by various vehicles using a novel testing method". *Applied Acoustics*, Vol. 69. pp. 185-195.
- Cho, D-S., and Mun, S. (2008b). "Study to analyze the effects of vehicles and pavement surface types on noise". *Applied Acoustics*, Vol. 69. pp.833-843.
- Cho, D-S., and Mun, S. (2008c). "Development of a highway traffic noise prediction model that considers various road surface types". *Applied Acoustics*, Vol. 69. pp. 1120-1128.
- International Organization for Standardization. (1997). *ISO 11819-1:1997: Acoustics - Measurement of the Influence of Road Surfaces on Traffic Noise - part 1: Statistical Pass-by Method*.
- International Organization for Standardization. (2000). *ISO 11819-2:2000: Acoustics - Measurement of the Influence of Road Surfaces on Traffic Noise - part 2: The Close Proximity Method*.
- KS F 2394 (2004). *투수성 포장체의 현장 투수 시험 방법*. 한국표준협회.
- Mun, S., Cho, D-S., and Choi, T-M. (2007). "Influence of pavement surface noise: the Korea Highway Corporation test road". *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 34. pp. 809-816.
- Mun, S., and Cho, D-S. (2009). "Noise measuring technique and field evaluation based on the effects of vehicles and pavement types". *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 36. pp. 1816-1824.
- (접수일 : 2012. 2. 3 / 심사일 : 2012. 2. 21 / 심사완료일 : 2012. 5. 22)