

저소음 아스팔트 포장 공용에 따른 성능평가

Performance Evaluation Based on Low-Noise Asphalt Pavement Use

신희재* · 문성호**

Hwijae Shin* · Sungho Mun**

Abstract

As living standards improve, the demand for quiet and comfortable environments is increases. However, noise sources are rising due to population growth, urbanization, and industrialization. One solution to this problem is low-noise asphalt pavement, which has fewer installation regulations and can reduce noise at the source. Despite its advantages, there are few evaluation cases and no domestic guidelines for low-noise asphalt pavement. This study aims to evaluate the overall performance of low-noise asphalt pavement on roads in Seoul, focusing on average noise levels, skid resistance, and permeability. Noise measurements were conducted using a digital noise analyzer according to the Ministry of Environment's standards. Results indicated that noise reduction was maintained for 1 to 2 years but decreased over time. Skid resistance, assessed with the British Pendulum Tester, showed excellent performance with values above the standard of 57 in the initial stages after paving. Permeability, evaluated using the KS F 2394 method, was initially effective across all sections but declined over time.

Keywords: Low-Noise Asphalt Pavement, Road Traffic Noise, Road Slip Resistance, Permeability

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

생활 수준이 향상됨에 따라 조용함과 쾌적함에 대한 욕구는 증가하고 있으나, 인구 증가와 급격한 도시화 및 산업화 등으로 인한 소음 배출원이 증가하는 추세이다. 소음·진동 민원 건수는 2022년 전체 서울시 통계 기준의 89%를 차지하며 환경 분야(대기, 수질, 폐기물, 상하수도, 하수도, 축산폐수, 소음·진동, 기타 등)의 전체 민원 건 중 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 2022년 서울시의 소음·진동 민원 현황 통계에서는 2018년 대비 40%

이상 민원 건수가 증가하여(서울 열린데이터 광장, 2021) 도심지에서 소음·진동으로 인한 피해가 높은 것으로 나타났다(Fig. 1).

이러한 소음 문제의 해결을 위해서 방음벽, 과속 방지턱 등의 다양한 대책안을 도로에서 발생하는 소음을 저감하는 데에 적용할 수 있다. 이 중 저소음 아스팔트 포장(이하 저소음 포장)은 일반 아스팔트 포장과 동일한 시공 방식으로 시공성이 우수하고 소음을 소음원에서 저감 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

저소음 포장은 환경부에서 2003년도에 2.2~3.9 dB(A)의 소음저감효과(환경부, 2004)를 확인하며

*서울과학기술대학교 일반대학원 건설시스템공학과 석사(주저자: bombomy4@naver.com)

**서울과학기술대학교 일반대학원 건설시스템공학과 교수(교신저자: smun@seoultech.ac.kr)

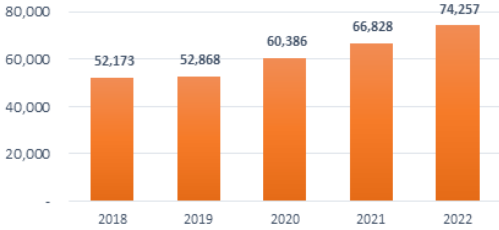


Fig. 1. Status of Noise and Vibration Complaints in Seoul from 2018 to 2022 (Unit: Cases)

유관기관 등에 활용 협조를 구한 대책안으로, 우천시 노면에 흐르는 유거수를 줄여 배수기능성을 확보하고 포장 표면의 노면 조직 특성으로 인한 미끄럼저항성능을 가져 포장의 기능성이 우수한 포장이다. 하지만 2000년도 초반부터 서울시 간선도로 등에 적용된 저소음 포장의 평가 사례가 미비하고 평가에 대한 규격이 국내에 마련되어 있지 않아 이에 대한 추가적인 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 저소음 포장을 대상으로 도로교통소음을 측정하고 포장이 가진 기능성에 대한 평가를 실시, 저소음 포장에 대한 전반적인 평가를 실시하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 저소음 포장에 대한 전반적인 성능을 측정하기 위해 평균 소음도, 노면 미끄럼저항성능과 투수성능의 평가를 수행하여 포장의 공용에 따른 효과를 검증하고자 하였다.

서울시 내 위치한 자동차전용도로 3개소, 램프 구간 3개소로 총 6개소를 대상으로 하여 저소음 포장의 소음 측정, 미끄럼저항성 측정, 투수성능 측정을 실시하였다.

소음 측정의 경우 도로교통소음을 측정하기 위한 표준인 '도로교통소음관리기준 측정방법'을 사용하여 차량 주행 도로에서 소음을 측정하였으며, 노면 미끄럼저항성능과 현장 투수성능의 경우 BPT(British Pendulum Tester)를 사용하여 미끄럼방지포장 기

준을 적용한 미끄럼저항성을 측정하였고, KS F 2394를 준용해 현장투수시험을 실시, 포장의 기능성을 평가하였다.

2. 저소음 포장의 특성

2.1 선행연구 조사

자동차에서 발생한 소음 중 에어 펌핑음 이외의 구동기관음과 타이어 가진음 등의 일부는 노면에 반사하여 전반하지만, 다공질 구조의 포장은 노면 반사음의 일부를 흡수한다(김재원, 2023). 흡수된 음은 흡음재와 동일하게 다공질 구조의 공극 내에서 열에너지로 변환되기 때문에 소음을 어느 정도 경감할 수 있다. 또한, 음이 이러한 흡음성 재료로 만들어진 노면 위를 전반할 때, 음이 전반하기 어려워지고 초과적인 소음 감쇠가 발생한다(한국도로공사, 2001)(Fig. 2).

Hanson et al.(2004)의 연구에 의하면 골재와 골재 사이의 공극률, 포장재령 등이 아스팔트 포장에서 타이어-노면소음에 중요한 영향을 준다. 공극률이 증가할수록 타이어 트레드나 도로표면의 흡속으로 갇히게 되는 공기의 양이 감소하여 타이어-노면소음이 감소하며, 재령이 증가할수록 골재 맞물림 감소에 따른 골재 탈리 현상으로 인한 노면 조직깊이 증가로 타이어-노면소음이 증가한다고 밝혔다(Hanson et al., 2004)(Fig. 3).

S. Shatnawi는 파장 0.001~0.5mm의 수직 깊이 0.2mm 이하의 Microtexture와 파장 0.5~51 mm와

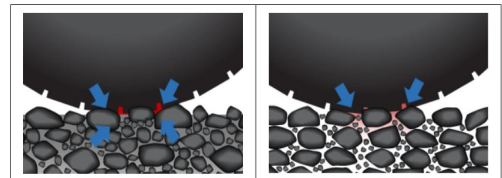
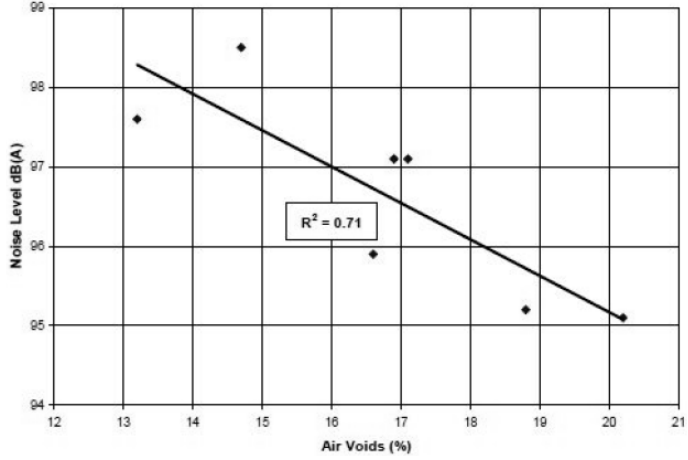
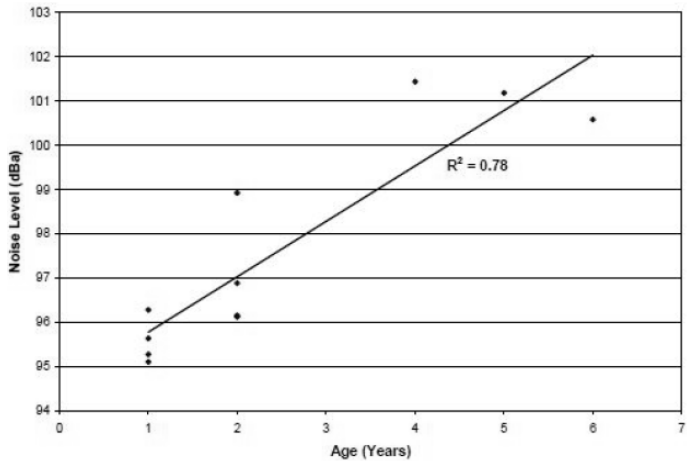


Fig. 2. Asphalt Pavement Noise Mechanism (L: Hot Mix Pavement, R: Low-Noise Pavement)



(a) Effect of Air Voids on Tire/Pavement Noise



(b) Effect of Age of Pavement on Noise

Fig. 3. Tire and Road Noise Characteristics (Hanson et al, 2004)

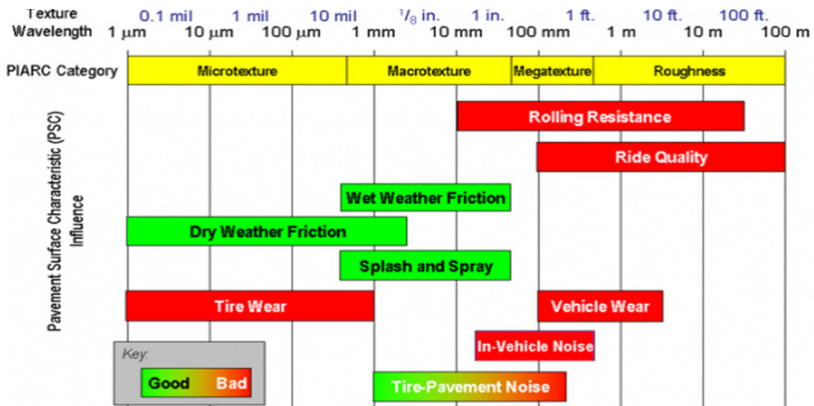


Fig. 4. Pavement Surface Characteristics (ACPA, 2006)

수직 깊이 0.1~20mm의 Macrotexture 영역 사이에 존재하는 포장의 노면 조직이 타이어와 직접적인 상호작용으로 인하여 발생하는 타이어·노면소음과 미끄럼 저항성능에 깊은 관련이 있는 것으로 나타났으며 포장표면의 특성분류에 따른 상관관계를 제시하였다(ACPA, 2006)(Fig. 4).

2.2 소음 특성

2.2.1 도로교통소음

도로교통소음은 차량 운행으로 발생하는 소음으로, 차량 내부에서 정지 및 주행 상태에서 발생하는 엔진·배기계 소음과 타이어가 노면과 상호작용에 의해 발생하는 타이어·노면소음으로 구분된다(김재수, 2012).

도로교통소음의 발생량은 차량의 종류와 운행속도, 통행량, 도로의 형상, 포장종류 등 다양한 환경적인 원인에 따라 변화하나 높은 비중을 차지하는 것은 자동차 주행시에 나타나게 되는 에어 펌핑(air pumping) 소음이며, 타이어·노면소음에서 가장 큰 비중을 차지한다.

타이어·노면소음의 원인으로는 타이어 진동 소음, 에어 펌핑 소음, 피치 소음 등으로 구분된다. 에어 펌핑에 의해 발생하는 소음은 차량이 고속으로 주행할 때, 타이어 트레드의 그루브나 도로 표면의 홈 속으로 공기가 압축되면서 갇히게 되고 홈이 열릴 때 급격히 공기압이 외부로 방출되면서 발생한다(현택집

외, 2013). 이러한 타이어·노면 소음은 자동차에 의해 발생하는 전체 소음의 약 30%를 차지하며 특히 인간에게 불쾌감을 주는 고주파대의 소음을 발생시키는 것으로 알려져 있다(김영규 외, 2018). 노면과 타이어 마찰로 인해 에어펌핑 현상이 발생하는 과정을 Fig. 5에 나타냈다.

2.2.2 아스팔트 포장

아스팔트 포장의 소음은 포장의 종류, 공극률, 표층수, 표면조직, 층의 두께, 골재의 크기 등에 의해 특성이 달라지며 특히 도로교통소음이 문제가 되고 있는 도심지 내 도로에서는 아스팔트 포장이 주로 활용된다(이수형, 2019).

저소음 포장은 포장체내 공극을 10%~20% 이상으로 매우 높게 유지하여 도로상에서 발생하는 타이어와 노면마찰에 의한 소음을 감소시키는 공법으로 타이어 진동음, 에어펌핑음 등으로 인해 발생하는 소음발생의 원인을 분석하여 포장표면조직, 포장공극, 포장두께 및 탄성도와 같은 물성을 조성하고 다양한 형태의 포장을 개발하여 소음발생을 저감할 수 있도록 적용할 수 있다.

공극이 없는 포장과 달리, 공극률이 높게 설계된 다공질 구조의 포장은 트레드의 홈과 끼어있는 공기가 공극으로 빠지기 때문에 트레드 홈 측벽의 변형·진동과의 공명이 억제되며(한국토지주택공사, 2014) 내달을 때와 축출시에 개구부에서 방사된 음도 마찬가지로 억제된다.

2.3 포장의 기능성

소음저감효과를 제외한 저소음 포장의 기능으로는 크게 배수성능과 미끄럼저항성의 개선으로 표현될 수 있다.

2.3.1 미끄럼저항성

일반 아스팔트 포장에 비해 포장을 구성하는 노면

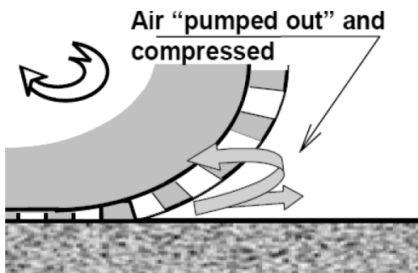


Fig. 5. Tire Airpumping Mechanism

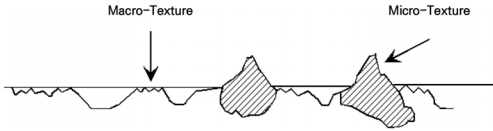


Fig. 6. 'Macro Texture' Surface Texture

조각이 거친 저소음 포장은 미끄럼저항성이 높게 나타난다. 일반적인 아스팔트 포장의 경우 노면이 평탄하여 미끄럼에 대한 저항성이 낮은 것에 비해 저소음 포장은 포장 표면의 Macro texture를 형성하기 때문에 차량의 고속 주행 시에도 미끄럼저항성이 높게 나타난다(Fig. 6).

노면 조직 특성은 Micro-texture, Macro-texture, Mega-texture, Roughness의 범위에 따라 노면 조직 특성이 정의되며, 이는 마찰력, 타이어·노면소음, Splash와 Spray, 타이어 마모, 구름저항, 승차감 등 도로의 기능성에 영향을 미친다(현택집 외, 2013).

2.3.2 배수성능

물이 고여있거나 비가 내리는 아스팔트 포장도로를 자동차로 주행할 때 타이어는 노면에 있는 물을 밀어내며 회전하게 된다(한국건설기술연구원, 2008). 건조된 노면에서는 높은 마찰계수가 작용되지만 노면에 물이 묻어 있을 때는 물이 윤활 작용을 하므로 이러한 때에는 마찰계수는 매우 낮아진다. 이러한 상황에서 속도를 높이면 타이어와 노면 사이에 물로 이루어진 막이 형성되어 타이어와 노면의 직접 접촉 부분이 없어져서 타이어는 노면에 고인 물 위에 뜨게 된다(한국건설기술연구원, 2009). 이럴 경우 타이어와 노면의 접촉이 완전히 없어져서 핸들이나 브레이크의 효능을 발휘할 수 없게 되는 수막현상이 발생한다. 저소음 포장의 종류인 배수성 포장을 적용할 경우 Fig. 7, Fig. 8과 같이 노면 유거수를 줄여 물보라 현상과 수막현상을 방지함으로써 운전자와 보행자의 통행 불편함을 줄이며 교통사고의 발생을 저감할 수 있다.



Fig. 7. Comparison of Pavements in Rainy Weather (L: Normal Asphalt Pavement, R: Low-Noise Pavement)

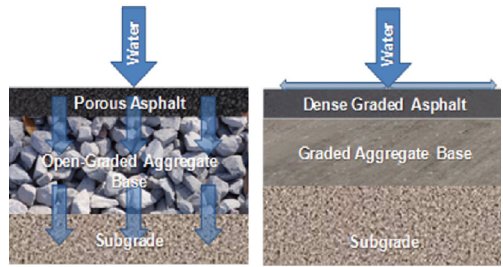


Fig. 8. Asphalt Pavement and Low-Noise Asphalt Pavement Shape

3. 성능평가

재포장이나 도로의 신설 등 도로가 변경되지 않는 이상 현장에서의 측정은 동일한 위치에서 이루어져야 한다. 측정 위치의 기록은 위치 변동이 발생하지 않는 참조점을 기준으로 가시성 있도록 기록하였으며, 가로등을 관리하기 위하여 부착된 관리 번호를 기준으로 하여 진행 방향 및 이격 거리를 표시하는 형태로 기록하였다(Table 1). 본 연구에서는 서울시 내 위치한 자동차전용도로 3개소, 램프 구간 3개소로

Table 1. Example of Streetlight Number (For Record)

Type I	Type II	Type III

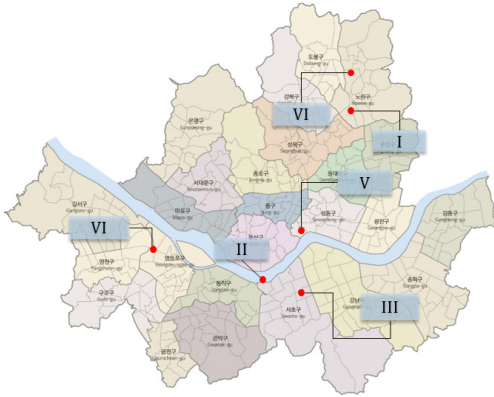


Fig. 9. Research Target Area

총 6개소에 대해 측정을 수행했고 대상지는 Fig. 9에 나타났다.

3.1 소음도 평가

3.1.1 측정방법

소음의 측정은 환경부에서 제정한 도로교통소음을 측정하기 위해 제시된 측정기준인 '도로교통소음 관리기준 측정방법(ES 03304.1c 2019)을 준용하였다. 차량이 주행하는 도로를 대상으로 인접한 위치에 디지털 소음자동분석계(Bruel & kjaer 2250)를 설치하여 포장노면에서 발생하는 소음과 차량에서 발생하는 전반적인 소음도를 측정하였다.

소음 측정 시 샘플주기를 1초 이내에서 결정하고, 1회 측정 시 5분 이상 측정하여 자동 연산·기록한 등



Fig. 10. Bruel & Kjaer 2250

가 소음치를 시간별 2회 측정하였다. 이후 산술 평균한 결과를 지점의 측정소음치로 결정하였으며, 측정에 사용된 장비는 Fig. 10과 같다.

3.1.2 측정결과

도로교통소음의 측정은 연구 기간인 3년 동안 수행되었으며, 저소음 포장의 시공이전, 공용직후, 공용 1~3년에 측정된 측정 결과값을 기재하였다.

측정 대상 전 구간을 대상으로 디지털 소음자동분석계 장비를 활용하여 도로교통소음을 측정한 결과를 Table 2, Figs. 11~12에 나타내었다.

3.1.3 데이터 분석

대부분의 구간에서 공용 1~2년에는 소음저감효과를 유지하며, 시간 경과에 따라 소음저감효과는 감소하는 경향을 보였다. 저소음 포장 공용 직후 측정된 평균소음도는 기존 설치된 포장 대비 1.0~8.0 dB(A) 낮게 나타나 저소음 포장의 적용에 따른 소음저감효과를 확인할 수 있다.

Table 2. Noise Level of Measurement Section According to Low-Noise Pavement Use Period (Unit: dB)

Section	Before Packing	Right After	After 1 Year	After 2 Year	After 3 Year
Dongbu-Gansun-Ro	77.7	73.7	76.0	77.5	
	77.9	73.8	74.3	77.4	
Olympic-Dae-Ro	81.3	79.1	81.6	81.1	
	80.7	79.5	81.4	80.2	
Gang Byeon-Buk-Ro	76.8	68.9	67.8	69.7	
	73.7	68.3	68.1	69.7	
Ramp 1	67.6	68.2	65.0	65.8	66.1
	68.1	67.0	65.8	65.7	66.6
Ramp 2	71.0	69.9	66.3	69.0	72.2
	71.9	71.9	66.9	69.3	71.2
Ramp 3	62.8	57.8	59.5	60.0	
	63.2	58.5	56.3	58.1	

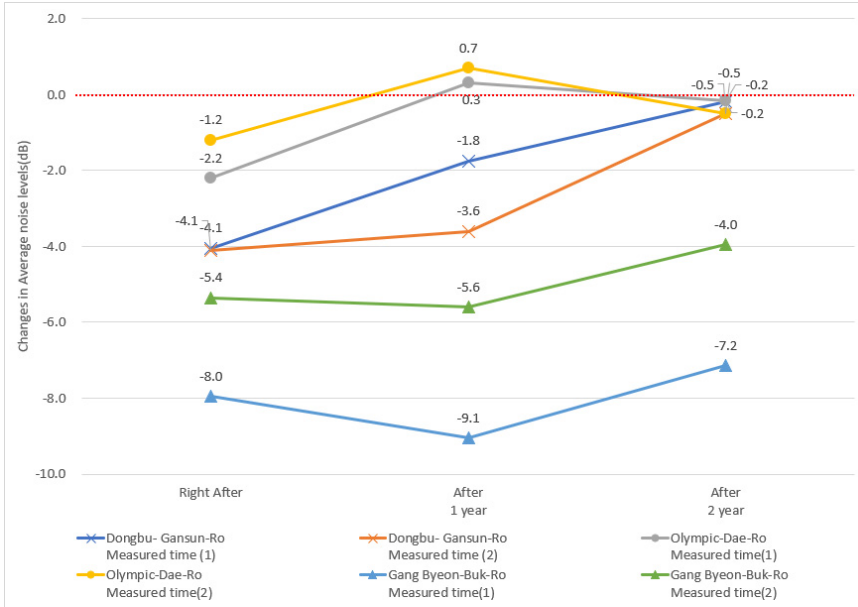


Fig. 11. Changes in Average Noise Levels Before and After Low-Noise Pavement Application (Highway)

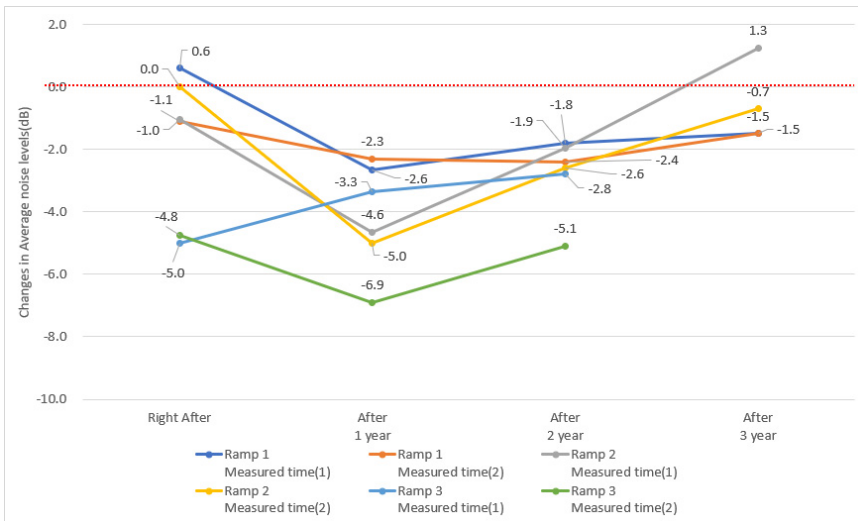


Fig. 12. Changes in Average Noise Levels Before and After Low-Noise Pavement Application (Ramp)

이런 소음저감효과는 포장의 공용 이후 포장의 파손, 공극 막힘 등의 환경적인 원인으로 소음저감효과의 저하를 발생시킬 수 있다. 자동차전용도로 구간중올림픽대로구간의 경우, 공용 1년 이후 육안으로 포장을 확인하였을 때 골재의 탈리와 균열이 다

소 발생되었으며, 이로 인한 노면, 타이어 간에서 발생하는 타이어에서의 에어퍼핑음이 소음 증가의 원인이 되었을 것으로 판단된다. 강변북로에 시공된 저소음 포장 구간은 타 구간 대비 3dB(A) 이상의 소음저감효과가 나타나며, 이는 복층 저소음 포장을

적용함에 따라 발생된 혼합물의 종류에 따른 소음저감효과로 판단할 수 있다.

램프구간의 소음측정 결과 일정하지 않은 소음도의 변화를 확인할 수 있는데, 이는 램프에서 지정 속도를 지키지 않은 차량이 다수 존재하고, 교통량이 현저히 적어 측정되는 소음 정도가 상세하게 표현되지 않는 것으로 판단된다.

3.2 노면 미끄럼저항성

3.2.1 측정방법

노면 미끄럼저항성의 측정은 휴대용 미끄럼 측정

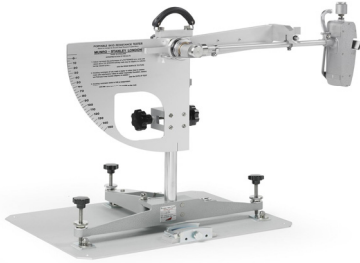


Fig. 13. British Pendulum Tester

기(BPT, British Pendulum Tester)를 이용한 방법을 적용하였다. 이 방법은 진자의 원리를 이용한 방법으로, 고무패드와 부착된 1.5kg 진자를 자유낙하시켜 고무패드와 포장 노면간의 마찰저항성인 BPN (British Pendulum Number)을 확인할 수 있다(Fig. 13). 장비는 휴대가 간편하고, 필요한 장소에서 간단히 측정할 수 있는 방법으로 노면의 거친 정도(Texture)에 따른 미끄럼저항성을 직관적으로 확인할 수 있는 방법이다.

국내의 저소음 포장의 미끄럼저항성과 관련된 기준은 없으나, 도로 안전시설 설치 및 관리지침 미끄럼방지포장편(국토교통부, 2022)의 미끄럼방지포장 기준을 적용하여 최소 요구 마찰계수를 결정하였다. 이때 주요 간선도로 및 자동차 전용도로에 해당하는 평균조건(S3)의 위험도 3등급인 경우의 기준치 BPN 값 57을 기준으로 설정하였다.

3.2.2 측정결과 및 분석

저소음 포장의 노면 미끄럼저항시험 결과를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Road Skid Resistance Measurement Results According to the Period of Use of Low-Noise Pavement (Unit: BPN)

Section	BPN (British Pendulum Number)															
	Right After				After 1 Year				After 2 Year				After 3 Year			
	#1	#2	#3	Aver.	#1	#2	#3	Aver.	#1	#2	#3	Aver.	#1	#2	#3	Aver.
Dongbu-Gansun-Ro	86	84	83	84.3	64	64	64	64.0	49	54	54	52.3				
Olympic-Dae-Ro	80	80	80	80.0	86	86	85	85.7	54	52	59	55.0				
Gang Byeon-Buk-Ro									50	45	49	48.0				
Ramp 1	80	79	80	79.7	74	75	75	74.7	59	56	51	55.3	53	52	54	53.0
Ramp 2	90	90	90	90.0	74	74	76	74.7	-	72	74	73.5	69	68	68	68.3
Ramp 3	65	65	65	65.0	-	64	69	59.3	67	65	64	65.3				

Note: * 'Right After' means Low-nois pavementImmediately after construction.

* BPN of the Gang Byeon-Buk-Ro section was not measured immediately 'right after' and 'after 1 year' paving low-noise pavement.

저소음 포장 공용 직후 측정대상구간인 자동차전용도로 및 램프구간에서의 포장 BPN값은 국토교통부에서 제시되는 최소마찰계수 기준인 57을 만족하는 값으로 나타났다.

자동차전용도로의 경우, 공용기간 중 포장면에 가해지는 하중과 기타 환경적인 요인으로 인한 손상으로 인해 BPN 값이 점차 감소하였고 공용 1~2년 중 최소마찰계수 이하의 값을 나타냈다. 또한 조사 대상구간의 도로표면에서 균열, 탈리 현상이 발생하여 차량 주행에 따른 마모가 지속적으로 진행되며 미끄럼저항성능이 추가적으로 감소될 것으로 보인다.

램프의 경우, 고속도로 출구 내리막에 위치한 램프 1구간의 BPN 감소가 크게 나타났으나, 타구간의 경우 자동차전용도로에서의 감소량 보다 현저히 적은 감소세를 나타냈다. 하지만 공용기간이 점차 증가함에 따라 마모가 진행되며 발생하는 마찰저항성의 감소세가 나타나는 것을 확인할 수 있다.

3.3 투수성능

3.3.1 측정방법

저소음 포장의 현장투수시험은 자동차전용도로 구간을 대상으로 측정하였다. 램프구간의 경우 좁은 차선평에서 긴 측정시간이 소요되는 시험의 조건으로 인해 현장여건이 좋지 않아 시험 수행이 불가하였다.



Fig. 14. Field Permeability Tester

투수성능의 측정을 평가하기 위한 방법인 현장투수시험(KS F 2394)을 준용하여 저소음 포장의 투수성능을 측정하였으며, 이 방법은 15초간 시험장비에 유입된 수량을 산출하여 기준적합여부를 판단하는 실험으로 1,000ml의 물이 포장으로 배수되는 과정을 모사하여 주어진 시간동안 배수되는 투수량을 정하여 포장의 투수기능여부를 판단할 수 있다(Fig. 14).

3.3.2 측정결과

저소음 포장의 현장투수시험 결과를 Table 4에 나타냈다.

현장투수시험 결과, 공용 초기에는 전 구간에서 기준치를 만족하는 값을 나타내었고 공용기간이 증가함에 따라 투수성능이 저감하는 것을 확인할 수 있

Table 4. Permeability Measurement Results According to the Period of Use of Low-Noise Pavement

Section	Right After					After 1 Year					After 2 Year				
	#1	#2	#3	Permeability (ml/15 sec)	Standard (1000 ml /15 sec)	#1	#2	#3	Permeability (ml/15 sec)	Standard (1000 ml /15 sec)	#1	#2	#3	Permeability (ml/15 sec)	Standard (1000 ml /15 sec)
Dongbu-Gansun-Ro	3.8	4.0	3.9	1538.5	Good	> 30	> 30	> 30	Impermeable	Bad	> 30	> 30	> 30	Impermeable	Bad
Olympic-Dae-Ro	4.3	4.2	4.5	1386.0	Good	5.9	6.0	5.8	1016.9	Good	7.5	7.4	7.5	803.2	Bad
Gang Byeon-Buk-Ro	3.3	3.5	3.5	1744.5	Good	4.5	4.8	4.7	1285.7	Good	4.6	5.0	5.0	1233.7	Good

Note: * Field permeability tests in the ramp section were not conducted.

* If the pavement permeability performance is not displayed for 30 seconds, the section is marked as impermeable.

었다. 동부간선로 구간의 공용 1년 차 측정시에 공극 막힘현상으로 인하여 투수가 이루어지지 않은 것으로 확인하였으며, 이는 차년도 측정시에도 동일하게 나타났다.

4. 결론

본 연구는 서울시에 위치한 저소음 포장 6개소를 대상으로 하여 포장을 시공한 시점을 기준으로 3년간 추적조사를 실시하여 소음측정, 미끄럼저항성 측정, 투수성능 측정과 같은 포장의 기능성에 대한 측정을 수행하고, 결과를 나타냈다.

- (1) 저소음 포장 적용에 따라 기준에 설치된 포장 소음도와 비교하였을 때 공용 초기 1.0~8.0dB(A) 낮은 소음도를 측정할 수 있었다.
- (2) 공용 1~2년 포장 소음도 측정 시에 대부분의 구간에서 소음저감효과를 나타냈다. 공용 기간이 지날수록 기존 포장에서 나타난 소음의 정도와 근사값이 확인되었으며 포장의 파손과 공극막힘 등의 원인으로 나타났다.
- (3) 램프 구간의 경우 구간 과속차량이 다소 존재하고 교통량이 적기 때문에 디지털 소음자동분석계를 활용한 소음도 측정방법이 적합하지 않은 것으로 판단된다. 램프 구간의 경우 CPX(Close Proximity Method) 등과 같이 노면에서 발생하는 직접적인 소음을 측정할 수 있는 근접소음계 측정방법을 적용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.
- (4) 노면 미끄럼저항성 측정 결과, 공용 초기 전구간에서 최소마찰계수(BPN)의 성능은 기준치 57 이상으로 나타나 우수한 것으로 확인되었다. 포장 공용에 따른 BPN의 감소는 공용 1년 이후 현저히 높은 것으로 나타났으며 이는 차량의 통행이 잦은 자동차전용도로 구간에서 램프구간 보다 높은 수준으로 발생되었다.

- (5) 투수성능 측정 결과, 공용 초기 전구간에서 포장의 투수가 이루어졌으나 공용 1년 이후 전구간에서 투수성능이 저하된 것을 확인하였다. 서울시의 경우 지자체 중 최대의 교통량이 통행하며 과적차량과 교통정체 등의 원인으로 인해 포장이 감당할 수 있는 하중 이상의 부하로 포장에 문제가 발생하는 것이 원인으로 판단된다.
- (6) 저소음 포장의 성능인 소음저감효과, 노면 미끄럼저항성, 투수성능을 유지하기 위해서는 청소차량을 활용한 주기적인 노면청소와 포장재에 대한 사전 품질관리 등 예방적 유지보수가 필요하다.

본 연구를 통해 서울시에 위치한 저소음 포장의 공용에 따른 성능을 확인할 수 있었다. 추가적인 저소음포장 추적조사로 방대한 양의 데이터를 수집하고 측정 데이터 간 상관성을 분석한다면, 교통류의 특성과 소음도의 상관관계를 고려한 분석, 성능간의 분석 등을 통해 포장수명연장과 기능성 강화에 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 국토교통부(2022), “도로안전시설 설치 및 관리지침: 미끄럼방지포장 편”.
2. 김영규·한승환·이승우(2018), “장수명 고기능성 콘크리트 포장 공법”, 「한국콘크리트학회 학회지」, 30(5): 14~19.
3. 김재수(2012), 「소음진동학」, 익산: 세진사.
4. 김재원(2023), “저소음포장의 소음저감 효과 분석 및 개질(RSBS) 아스팔트 혼합물의 기본물성 평가”, 석사학위논문, 경기대학교.
5. 이수형(2019), “소음저감을 기대하는 저소음 아스팔트 포장”, 「한국소음진동공학회 특집: 저소음 포장의 기술과 전망」, 29(3): 10~18.
6. 한국건설기술연구원(2008), 「도시부 Green Street System 기술개발(I)」, 일산.

7. 한국건설기술연구원(2009), 「도시부 Green Street System 기술개발(II)」, 일산.
8. 한국도로공사(2001), 「소음예측기법 및 방음시설 설계기준 연구」, 성남.
9. 한국토지주택공사(2014), 「환경평가 도로소음 예측 모델 적용기준 수립 연구」, 성남.
10. 현택집·홍성재·김형배·이승우(2013), “Mean Profile Depth를 이용한 아스팔트 포장의 타이어-노면소음 산정 연구”, 「대한토목학회 논문집」, 33(4): 1631~1638.
11. 환경부(2004), 「도로교통소음 개선에 관한 연구」, 세종.
12. ACPA (2006), *Pavement Surface Characteristics: A Synthesis and Guide*, Seattle.
13. Hanson, D., R. James and C. Nesmith (2004), *Tire/Pavement Noise Study, NCAT Report 04-02*, Alabama: Auburn University.
14. 서울 열린데이터 광장(2021), “서울시 소음진동민원 현황 통계”, <https://data.seoul.go.kr/dataList/10810/S/2/datasetView.do>.

요 약

생활수준이 향상됨에 따라 조용함과 쾌적함에 대한 욕구는 증가하고 있으나, 인구 증가와 급격한 도시화 및 산업화 등으로 인한 소음 배출원이 증가하는 추세이다. 이러한 소음 문제의 해결을 위해서 다양한 대책안 중 하나로 저소음 아스팔트 포장이 있다. 저소음 아스팔트 포장은 타 차음시설과 달리 설치에 규제가 비교적 적은 편이며, 소음을 소음원에서 저감할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만 포장의 평가 사례가 거의 없고 관련 지침이 국내에 마련되어 있지 않아, 저소음 아스팔트 포장을 대상으로 전반적인 성능을 측정하기 위해 저소음 아스팔트 포장이 설치된 서울시 내 도로를 대상으로 평균 소음도, 노면 미끄럼저항성능과 투수성능의 평가를 수행하였다. 소음의 측정은 환경부에서 제정한 도로교통소음을 측정하기 위해 제시된 측정 기준인 ‘도로교통소음관리기준 측정방법’을 준용하여 디지털 소음자동분석계를 사용하여 측정을 수행하였으며, 공용 1~2 년에는 소음저감효과를 유지하며 시간이 지남에 따라 소음저감효과는 감소하는 경향을 보였다. 노면 미끄럼저항성은 British Pendulum Tester(BPT)를 사용하여 평가하였고, 포장포설 초기 전 구간에서 최소마찰계수(BPN)의 성능은 기준치 57 이상으로 나타나 우수한 것으로 확인되었다. 투수성능은 KS F 2394 방법을 통해 평가가 이루어졌고 포장 이후 초기 전 구간에서 포장의 투수가 이루어졌으나 점차 성능이 저하되는 것을 확인하였다.

주제어: 저소음 아스팔트 포장, 도로교통소음, 노면 미끄럼저항성, 투수성능