

복층형 구조 저소음 포장체의 소음저감효과 분석

Analysis of Noise Reduction Effect of 2-Layer System Quiet Pavements

이관호* · 박우진** · 김정구***

Lee, Kwan-Ho · Park, Woo-Jin · Kim, Jung-Gu

1. 서론

국내 경제의 지속적인 발달 및 국민소득 증대에 따른 자동차 보급률의 증가, 물동량의 급증과 더불어 사회 기반시설과 고속도로가 확장되면서 이용차량의 증가와 함께 차량의 대형화와 고속화로 인해 교통소음이 증가되었다. 도시환경소음의 종류로는 도로교통소음, 철도소음, 항공기소음, 건설소음 등이 있으며 이 중에서 본연구와 관련이 있는 도로교통소음은 특성상 교통량, 교통 흐름과 관련된 차량 종류 및 차량운행 방법에 따라 달라지며, 차량 엔진소음, 흡·배기계 및 차량 표면과 공기의 흐름에 의해 발생하는 기체소음, 타이어와 도로 표면과 마찰에 의해 발생하는 노면소음 등이 있다.

본 연구는 도로상의 교통소음 문제를 해결할 수 있는 대안으로 도로포장체 위를 주행하는 차량에서 발생하는 소음을 저감하기 위해 저소음도로포장공법 개발을 주목적으로 한다. 복층구조의 저소음 포장체와 소음저감형 기층용 콘크리트 블록을 접목시킴으로서 차량의 타이어 파열음과 차량음 등을 흡수하여 소음을 현저히 줄일 수 있는 기대하며, 이 공법을 접속도로, 아파트 단지 내 도로, 주택가 도로 등 소음발생이 높은 지역에 적용한다면 소음저감에 대한 사회적 요구를 충족시킬 수 있을 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 본 논문에서는 표층에 적용될 복층형(2-Layer) 구조의 저소음 포장체의 소음저감효과를 평가하고자한다.

2. 소음의 정의

소음이란, 원하지 않는 시끄럽고 음색이 불쾌감을 주는 큰소리로서 강한 충격에 의해 물체에 심하게 진동하는 현상을 말한다. 소음에 대한 느낌은 사람에 따라 다르며 지속 시간에 따라 느낌이 다르다. 일반적으로 사람이 불쾌하게 느끼는 소리, 이것은 상당히 주관적인 정의이며 어떤 사람에게는 소음이라 해도 다른 사람에는 마음에 드는 소리도 될 수 있다. 보통의 일반적인 사람은 20-200Hz까지 음을 감지한다. 최근 들어 자동차의 증가와 도로의 확대, 주택이 도로와 인접해서 건설됨에 따라 교통소음으로 인한 피해건수는 해마다 늘고 있는 추세이다. 피해 장소는 주로 병원이나 학교 도로인데, 도시권 지역 학교의 소음도는 60-65dB(A) 수준이며 병원 및 공공도서관 등의 소음도는 64-69dB(A)로 환경기준은 물론이며 도로교통 소음한도를 초과하는 지역이 늘어나고 있다(김병삼, 1998, 문성호와 홍승호, 2008, 이상주와 김용훈, 2008, 이한진 등 2004, 환경부 2004).

3. 시편제작 및 시험방법

3.1 2-Layer 아스팔트 시편제작

본 연구에서 2-Layer 아스팔트 시편제작을 위해 사용된 바인더는 슈퍼팔트 포러스를 사용하였다. 골재 입도는 밀입도 시편의 경우 가열 아스팔트 혼합물 배합설계 지침(2005)을 적용하였으며 상·하부층의 입도결정은 배수성 아스팔트의 입도기준(노성렬, 2005)에 맞추어 배합을 시행하였다. 다짐틀은 총 부피 60cm×60cm×5cm 크기로 목재

* 정회원 · 공주대학교 건설환경공학부 정교수 · 공학박사(E-mail: kholee@kongju.ac.kr)

** 학생회원 · 공주대학교 건설환경공학과 · 석사과정(E-mail: pwj1129@kongju.ac.kr)

*** 동부건설 · 토목기술팀 부장

합판을 사용하여 제작하였다. 다짐을 위해 다짐틀을 바닥에 고정시키고 소형 콤팩터를 이용하여 적정시간 동안 다짐하였다. 다짐 결과 시편 두께는 밀입도 4.0cm, 상부층 2.25cm, 하부층 2.77cm가 나왔다. 소음과 밀접한 연관이 있는 공극율을 측정 결과 밀입도 6%, 상부층 10%, 하부층 18%가 나왔으며, 소음과 밀접한 연관이 있는 공극율을 측정 결과 밀입도 6%, 상부층 10%, 하부층 18%가 나왔다. 시편의 기본적인 특성은 표 1과 같고 완성된 시편은 그림 1에서 보여준다.

표 1. 저소음 포장체의 부피 및 공극특성

	총중량(g)	두께(cm)	부피(cm ³)	OAC(%)	G _{mb}	공극율(%)
밀입도	25760	4.0	14400	5.5	2.3	6
상부층	13160	2.25	8100	5.5	2.2	10
하부층	13160	2.77	9630	5.1	2.0	18

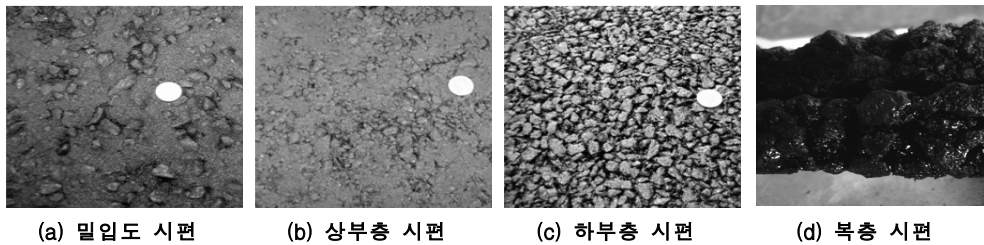


그림 1. 저소음 포장체 완성시편

3.2 소음도 측정 방법

본 연구에서는 복층 구조의 아스팔트 포장체와 기층 콘크리트 블록을 결합한 복합식 포장 시스템의 소음 저감효과를 측정하기 위하여 그림 2와 같은 도로주변의 횡방향 소음을 측정하는 개념을 바탕으로 현장과 동일한 모듈을 적용하여 소음저감 특성을 평가하였다.

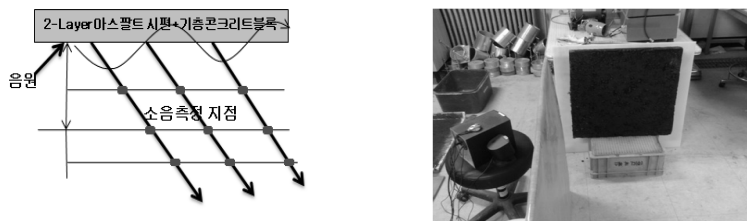


그림 2. 소음측정 기본 모듈 및 시험 준비 완료상태

소음허용기준은 2002년 1월 1일 이후 제작된 자동차의 소음허용기준으로 소형차 74dB, 중형차 78dB, 대형차 80dB 이하를 만족하도록 시험을 진행하였다. 소음도에 따라 차량의 종류를 소형차, 중형차, 대형차 세 가지로 분류 하였고 차종별 초기소음은 각각 90dB, 100dB, 110dB로 가정하였으며, 차량 소음발생원과 도로 표면까지의 거리를 차종별로 각각 50cm, 70cm, 90cm로 보고 같은 조건으로 적용하였다. 정량적인 소음도를 측정하기 위해 측정장비는 TES 1350A SOUND LEVEL METER를 사용하였으며 측정오차는 ±2dB, 측정 장소는 실내시험을 하였으며 온도는 상온, 측정시간은 주간(12:00~18:00)에 실시하였다.

3.3 소음저감 효과 데이터 분석

3.3.1 아스팔트 표층별 소음저감 분석

밀입도 시편과 비교해보았을 때 각 시편의 소음도는 낮은 수치를 보였다. 상부층의 경우는 최대 3.3dB의

저감효과를 보였으며 공극이 높은 하부층에서는 최대 4.8dB, 2-Layer 아스팔트 시편은 최대 4.1dB의 저감효과를 보였다. 그림 3은 소형, 중형, 대형차 중 대표적인 중형차의 소음도이며 밀입도 아스팔트 시편보다 저소음 포장층의 소음도가 낮은 경향을 나타낸다.

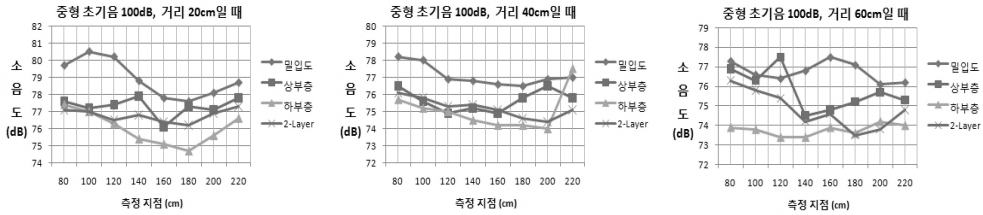


그림 3. 아스팔트 시편 및 횡방향 거리별 소음도

3.3.2 복합식 저소음 포장체 소음저감 분석

일반 콘크리트 블록과 저소음 포장체를 결합하여 소음도를 측정 한 결과 공극을 18%를 가진 하부층에서 가장 낮은 소음도를 보였다. 밀입도 아스팔트 시편과 2-Layer 아스팔트 시편을 비교해 보았을 때 약 4dB 정도의 저감 효과를 보였다. 그림 4는 소형, 중형, 대형차 중 대표적인 중형차의 소음도이며 일반 콘크리트 블록과 밀입도 아스팔트 시편을 결합한 것보다 저소음 포장층을 결합한 포장체가 소음도가 낮다는 것을 보여준다.

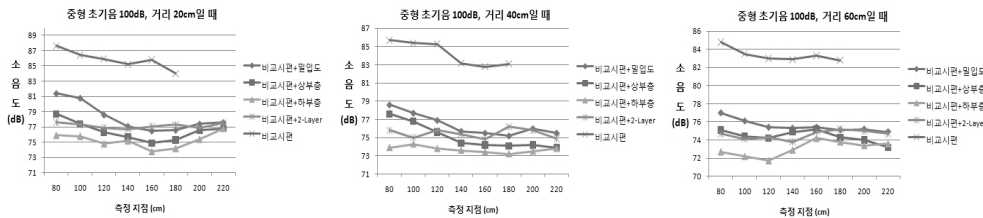


그림 4. 저소음 포장체 소음도(일반콘크리트블록)

17mm 콘크리트 블록에서도 하부층과 결합한 포장체가 가장 낮은 소음도를 보였으며 약 4dB 정도의 소음저감 효과를 보였다. 2-Layer 아스팔트 시편을 결합한 포장체는 약 5dB의 저감효과를 보였다. 그림 5는 17mm 콘크리트 블록과 밀입도 아스팔트 시편을 결합한 것보다 저소음 포장층을 결합한 포장체가 소음도가 낮다는 것을 보여준다.

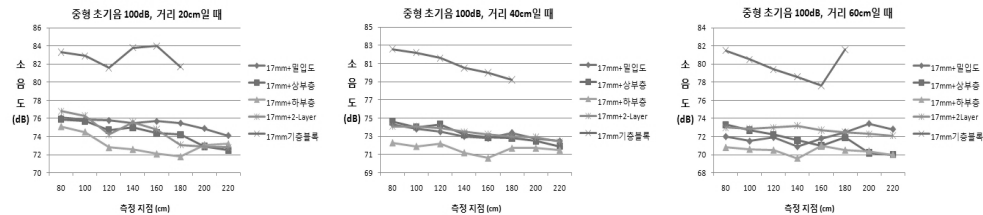


그림 5. 저소음 포장체 소음도(17mm 블록)

32mm 콘크리트 블록과 저소음 포장체를 결합한 결과 하부층에서 가장 낮은 소음도를 보이는 것이 아닌 2-Layer 아스팔트 시편을 결합한 포장체에서 약 6dB 정도의 소음저감 효과를 보였다. 그림 6은 32mm 콘크리트 블록과 밀입도 아스팔트 시편을 결합한 것보다 저소음 포장층을 결합한 포장체가 소음도가 낮다는 것을 보여준다.

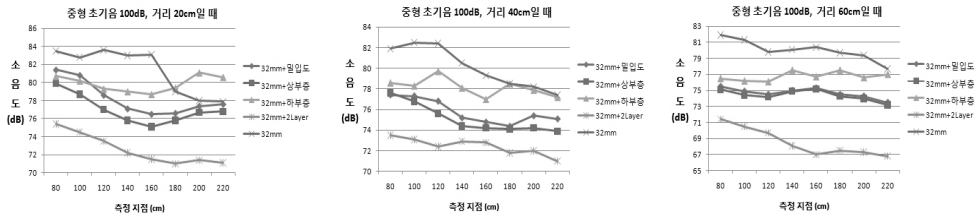


그림 6. 저소음 포장체 소음도(32mm 블록)

4. 결론

본 연구에서는 복층형 구조 저소음 포장체의 소음저감 효과를 평가하였다. 각각의 아스팔트 시편의 소음도를 밀입도 아스팔트 시편과 분석한 결과공극이 가장 높은 하부층에서 4.8dB의 저감 효과를 보였고, 2-Layer 아스팔트 시편은 4.1dB의 저감 효과를 보였다. 복합식 저소음 포장체의 소음저감 효과를 보면 일반 콘크리트 블록과 2-Layer 아스팔트 시편의 소음도의 차이는 4dB 정도였으며 17mm 콘크리트 블록에서는 5dB, 32mm 콘크리트 블록과 비교하였을 때는 6dB, 혼합형 콘크리트 블록에서는 2dB 정도의 소음저감 효과를 보였다. 전체적인 소음도는 18%의 공극을 가진 하부층에서 가장 낮았지만 2-Layer 아스팔트 포장체의 소음도 1~2dB의 차이를 보였다. 전체적 소음저감형 기층 콘크리트 블록과 2-Layer 아스팔트 포장체의 소음저감 성능은 탁월한 소음저감 효과를 보인다는 결론을 얻었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 도시재생사업단 “도심지 시공을 위한 민원저감형 대체공법 개발” 연구지원에 의해 수행되었고, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 김병삼, “자동차 타이어 도로소음 예측 시스템 개발”, 한국공작기계학회지 학술지 논문, 1998, pp.81~90.
2. 노성열, “저소음 아스팔트 포장의 설계 및 시공” (2005) 구미서관 p180
3. 문성호, 홍승호, “저소음 아스팔트 포장”, 한국도로학회지, 제 10권 제 1호 통권 35호, 2008, pp. 5~10.
4. 정태현, 소음저감형 아스팔트 포장체의 배합 설계 및 역학적 특성 평가”, 2009.
5. Albert Liu, PS NG, Alvin TSE, “Low Noise Road Surface(LNRS) Technology”, HKIE MMNC Conference, HKPU, 2009.