

고속도로 교통 소음에 대한 다양한 방음대책 비교 Comparison of noise control plan for Road-traffic Noise on Highway

안소연† · 류훈재* · 김철환** · 김득성** · 장서일†

Soyeon Ahn, Hunjae Ryu, Chulhwan Kim, Deuk Sung Kim and Seo Il Chang

Key Words : Soundproof facility(방음시설), Noise barrier(방음벽), Porous asphalt pavement(저소음포장)

ABSTRACT

고속도로 교통 소음 저감을 위해 상용소음예측프로그램인 SoundPLAN과 소음예측 시 주로 사용하는 도로 교통 소음예측식인 RLS-90을 이용하여 경제적이고 효율적인 방음대책 설계방안에 대한 연구를 하였다. 대상지역에서 측정된 실제 소음도와 예측 소음도의 차이를 비교하여 모델을 검증하고 장래교통량에 대하여 소음을 예측하여 방음대책을 설계하였다. 방음벽의 높이와 길이, 저소음 포장의 길이를 조절하고 저소음 포장과 방음벽을 혼용했을 경우에 대하여 소음규제 기준에 적합하게 설계하였고 각각의 설치 단가를 이용하여 경제성을 비교하여 보다 효율적인 방음대책을 알아보았다.

방음대책 수립과 함께 경제성 평가를 통해 정확하고 합리적인 방음대책을 위한 기초 연구가 목적이다.

1. 서 론

고속도로 인근의 인구 밀도의 증가와 도로 교통망의 확장에 따라 도로 교통 소음은 꾸준히 사회 문제로 대두 되어 왔으며 특히 고속도로 인근에 민원이 급격히 증가하는 추세이다. 이와 같은 고속도로에 의해 발생하는 소음 저감을 위해 현재 여러 형상 및 기능을 가진 방음시설과 저소음 포장 등의 다양한 저감 시설의 연구가 진행되고 있다. 하지만 경제적이고 효율적인 저감 시설의 설치를 위해서는 무엇보다도 정확한 방음시설의 설계 및 설치 전후의 소음도 예측이 필수적인데 주로 소음예측에 사용되는 RLS-90, NMPB, CRTN 등의 각 도로소음예측식에 대한 저감대책의 경제성 비교 연구는 미비한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 상용소음예측 프로그램을 이용하여 자주 사용되는 소음예측식에 대한 다양한

2. 연구방법

본 연구에서는 최적의 방음대책을 수립하기 위해 상용예측프로그램인 SoundPLAN ver.7.2을 사용하였고, 예측모델은 독일의 도로 소음예측식인 RLS-90을 적용하였다. 다음 Fig. 1은 SoundPLAN으로 대상지역을 모델링한 것이다.

방음대책 대상지역은 고속도로와 나들목(IC)이 인

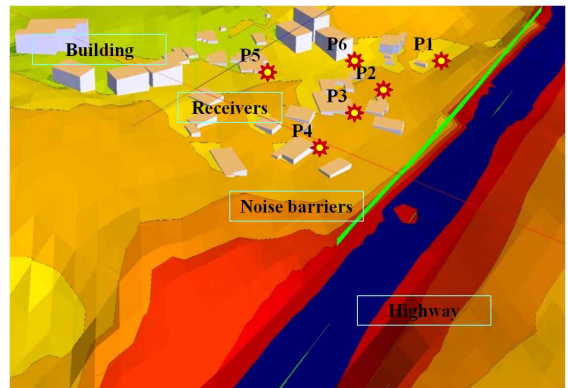


Fig. 1 3D noise prediction modeling for a study site

† 교신저자; 정회원, 서울시립대학교 환경공학부
E-mail : schang@uos.ac.kr

Tel : 02-6490-2865, Fax : 02-6490-5440

‡ 발표자; 서울시립대학교 에너지환경시스템공학과

* 서울시립대학교 에너지환경시스템공학과

** 한국도로공사 도로교통연구원

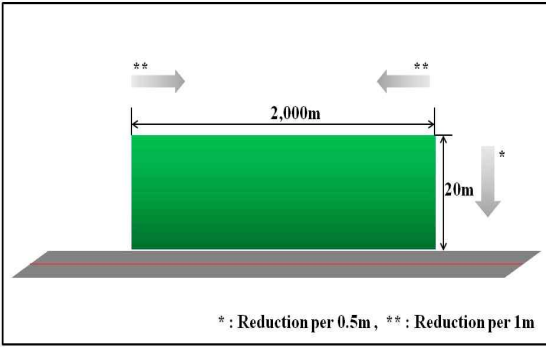


Fig. 2 Method for the design of noise barrier

접해 있는 곳으로 다른 소음원의 영향이 미치지 않고 고속도로 소음만이 지배적인 지역으로 선정하였다. 소음예측에 적용한 고속도로는 왕복 6차로이며 재질은 아스팔트와 콘크리트가 복합적으로 포장되어 있다. 소음 측정 지점은 주거지역 근처로 총 6지점(P1~P6)을 선정하였다. 위와 같이 설계한 모델에 측정 시 교통데이터를 삽입하여 소음 실예측을 비교한 결과 대상지역의 모든 지점에서 차이가 1.5dB(A)로 3dB(A) 이내이므로 모델링은 정확한 것으로 판단하였다. 현재의 소음 저감뿐 아니라 향후 교통량 증가로 인해 발생하는 소음을 방지하기 위해 장래(2033년)의 첨두시 교통량을 적용하여 방음 시설을 설계하였고, 그 결과 도로 교통소음진동의 관리기준 중 야간한도인 58.0dB(A)를 초과하여 방음대책이 필요한 것으로 나타났다. 방음대책은 측정지점인 6지점을 대상으로 하였으며 모든 지점에서 기준(58.0dB(A))이내로 만족하도록 하였다.

2.1 방음벽 산정

방음벽의 설계는 Fig. 2와 같이 대상 지역에 초기 방음벽을 길이 2km, 높이 20m로 설정 후 방음벽의 높이를 0.5m 간격으로 조정하여 도로 교통소음 관리 야간 기준 내(58.0dB(A)미만)로 조정하였다. 그 다음 방음벽의 길이를 양 끝단에서 각각 1m 간격으로 줄여 기준을 초과하지 않으며 그 방음벽의 면적이 최소한이 되도록 조정하였다.

2.2 저소음 포장과 방음벽 혼합 산정

먼저, 모델에 사용한 저소음 포장의 재질은 SoundPLAN의 RLS-90의 포장 종류에서 Porous asphalt; pore>15% 0/11로 하였으며 보정치는 방출

Table 1 Range of porous asphalt pavement length according to sound level

Sound level (dB(A))	Range of porous asphalt pavement length (m)
60.5	2000 ~ 1270
60.6	1260 ~ 920
60.7	910 ~ 740
60.8	730 ~ 620
60.9	610 ~ 540

레벨에서 -4.0dB(A)이다. 대상지역에 저소음포장과 방음벽을 혼용하여 설계하기에 앞서 저소음 포장의 소음도에 어떠한 영향을 나타내는지 알아보았다. 설계 조건은 길이가 2km인 1차로 도로와 1개의 수음점으로 설정하였으며 초기 전체 도로에 저소음 포장하여 소음도를 산정하였다. 그 다음 저소음 포장의 길이를 양 단에서 5m씩 조정하여 소음도를 비교하였다. Table 1은 왼쪽의 소음도에 해당하는 저소음 포장 길이의 범위를 나타낸 것인데 소음도가 0.1dB(A)씩 증가하는 분기점에 따라 구분한 것이다. 전체 도로(2km) 중 1260m만 저소음포장을 적용한 경우와 920m만 저소음포장을 적용한 경우를 비교하였을 때 두 조건에서 소음도는 60.6dB(A)로 동일한 결과가 나왔다. 따라서 같은 소음도를 갖는 저소음 포장의 길이 범위가 넓다는 것을 알 수 있으며 이는 포장 길이를 적절히 조정한다면 보다 경제성 있는 방음대책을 세울 수 있음을 내포한다. 또한 60.6dB(A)의 소음도를 나타내는 저소음 포장 길이의 범위는 340m, 60.7dB(A)의 소음도를 나타내는 저소음 포장 길이의 범위는 170m, 60.8dB(A)의 소음도를 나타내는 저소음 포장 길이의 범위는 110m, 60.9dB(A)의 소음도를 나타내는 저소음 포장 길이의 범위는 70m로 같은 소음도를 갖는 최대 저소음 포장 길이와 최소 저소음 포장 길이의 차는 소음도가 커질수록 줄어들었다. 따라서 저소음포장의 길이가 줄어들수록 같은 소음도를 갖는 구간이 작아짐으로써 민감하게 반응하는 것을 알 수 있었다.

이를 바탕으로 대상지역에 Table 2와 같이 전 도로를 저소음 포장으로 설계하고 예측한 6지점 중 가장 큰 소음도를 나타내는 P4 지점을 기준으로 하였다. 전 도로를 저소음 포장으로 설계 시 P4에서 61.0dB(A)의 소음이 예측되었으며 61.0dB(A)를 유지하는 최소한 저소음 포장 길이는 1923m로 전 도

Table 2 Sound level at each receiver according to length of porous asphalt pavement

No.	Length of porous asphalt pavement (m)	Sound level (dB(A))					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	2213 (Whole road)	59.5	58.5	59.7	61.0	54.8	56.1
2	1923	59.6	58.5	59.7	61.0	54.8	56.2
	∴						
3	1143	59.8	58.7	59.8	61.1	55.1	56.4
	∴						
4	843	60.0	59.0	60.0	61.2	55.2	56.6
	∴						
5	663	60.3	59.2	60.1	61.3	55.3	56.8

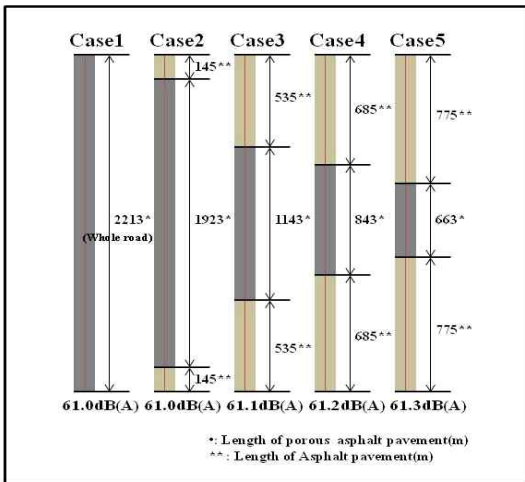


Fig. 3 Applied road surface material according to sound level at P4

로 길이(2213m)보다 290m 감소하였다. 소음도가 0.1dB(A) 증가한 61.1dB(A)이 예측되는 최소 저소음 포장 길이는 1143m로 1070m 감소하였으며, 0.2dB(A) 증가한 61.2dB(A)이 예측되는 최소 저소음 포장 길이는 전 도로 길이에서 1370m 감소한 843m이고 0.3dB(A) 증가한 61.3dB(A)이 예측된 최소 저소음 포장 길이는 663m로 총 1550m 감소하였다. Fig. 3은 각 케이스 별 저소음 포장 설계를 도식화하였다. Fig. 3에서 나타난 5가지 케이스를 가지고 방음벽을 각각 설계하였다.

2.3 경제성 산정

방음 대책의 경제성을 산정하기 위해 다음 Table 3과 같이 방음시설에 따른 설치 단가를 이용하여 비

Table 3 Installation cost of soundproof facilities⁽¹⁾

Soundproof facilities	Installation cost
Aluminium noise absorption barrier	225,570won/m ²
Porous asphalt pavement	1,380,000won/100m ²

용을 산정하였다. 모델에 사용한 방음벽의 재질은 SoundPLAN 프로그램상의 기본값인 무반사(no reflection)로 가정하였으므로 흡음 알루미늄 방음벽의 단가를 사용하였다.

3. 연구결과

방음시설 설계에 대한 속성은 다음 Table 4와 같다. 저소음 포장과 방음벽을 혼용하여 설계한 Case1과 Case2의 경우 6지점에서 소음에 가장 민감한 지점인 P4에서의 소음도를 같게 하여 방음벽도 동일하게 설계될 것이라 예측하였으나 높이만 동일하고 길이는 4m의 차이가 있었다. 저소음 포장과 방음벽 혼용한 설계는 방음벽만 설계 했을 때보다 방음벽의 규모가 현저히 작지만 저소음포장의 단가에 따라 경제성이 달라지기 때문에 Table 5와 같이 설계된 방음 시설에 대한 경제성을 산정하였다. RLS-90식을 이용하여 방음벽만 설계한 경우 가장 설치 단가가 높았으며 저소음포장 길이 843m로 하여 방음벽(저소음포장+방음벽(case4))을 설계한 경우 가장 경제적인 것으로 나타났다. 최대 설치 단가(방음벽)와 최소

Table 4 Features of soundproof facilities

Soundproof facilities	H (m)	L (m)	Area (m ²)
Noise barrier	10.5	742	7,791
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case1)	5.5	P* 2,213	47,800
		B* 356	1,958
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case2)	5.5	P* 1,923	41,536
		B* 360	1,980
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case3)	5.5	P* 1,143	24,688
		B* 452	2,486
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case4)	6	P* 843	18,208
		B* 394	2,364
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case5)	6	P* 663	14,320
		B* 436	2,616

P* : Porous asphalt pavement

B* : Noise barrier

Table 5 Result of installation cost

Soundproof facilities	Installation cost(10 ³ won/m ²)
Noise barrier	1,757,415
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case1)	1,101,306
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case2)	1,019,825
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case3)	901,461
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case4)	784,517
Porous asphalt pavement + Noise barrier(case5)	787,707

설치 단가(저소음포장+방음벽(case4))는 2배 이상 차 이난다.

4. 결 론

본 연구에서는 고속도로 소음 저감을 위해 상용소 음예측프로그램과 주로 사용하는 소음 예측식을 이 용하여 각 설계조건에 따른 방음대책을 비교해보았 다. 그 결과 대상지역에서 설치 단가로 비교하였을 때 방음벽만을 이용한 소음대책보다 저소음 포장과 방음벽을 혼용하여 설계한 경우가 더 경제적으로 나 타났으며 저소음 포장과 방음벽을 혼용하여 설계하 는 경우도 저소음 포장의 길이를 적절히 조정하고 방음벽을 산정하면 보다 경제적인 설계를 할 수 있 었다. 그러나 방음 시설의 재질이나 형상을 고려하 지 않았고 유지 관리 비용 등이 배제된 기초적인 설 계 면적에 대한 설치 단가로 경제성을 결정하기에는 연구의 한계적인 부분이 있다.

향후 RLS-90 이외에 NMPB96, CRTN을 통해 설 계한 방음시설을 각각 비교하여 예측식에 따른 방음 시설의 특징을 알아볼 예정이며, 소음편익비용과 생 애주기비용(Life Cycle Cost)을 고려하여 경제성을 산정한다면 보다 효율적인 방음대책을 설계 할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

(1) Jo, Y. H., Son, J. G., Yoon, K. C. and Lee, Y. S., 2011, Cost-benefit Analysis for Noise Barrier and Low Noise Pavement, Proceedings of the KSNVE